

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

COCONSTRUCTION DE LA RÉSILIENCE DES COMMUNAUTÉS POUR LA CONSERVATION ET LA
RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET, HAÏTI

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

ZURCHER MARDY

JUILLET 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier messieurs Jean-Philippe Waaub et Sebastian Weissenberger, respectivement directeur et codirecteur de la thèse. Sans leur soutien, sur différents plans, cette thèse n'aurait pas eu lieu. La nature a fait en sorte de les mettre sur mon chemin afin de m'aider à concrétiser un rêve que je caressais depuis longtemps, à savoir la réalisation de ma thèse de doctorat en sciences de l'environnement.

Je témoigne ma gratitude aux organisations locales partenaires qui m'ont beaucoup aidé dans le cadre de la mobilisation des acteurs locaux, la conduite des entretiens individuels et de groupe et la validation des résultats des différentes phases de la recherche. Elles m'ont aidé dans un contexte sociopolitique, sanitaire et environnemental très difficile en Haïti (insécurité, crise politique, COVID-19, tempêtes Elsa et Grace, et séisme meurtrier). En l'absence de leur soutien, la réalisation de la thèse aurait été retardée. Par conséquent, je remercie de manière directe madame Ermite Alfred de l'association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB), messieurs Jean-Marc Rochelin et Marcelin Taléus de l'association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB), et messieurs Delille Antoine et Patrick Pierre de la Coalition Roche-à-Batelaïse pour l'expansion locale (CORABEL). Par ailleurs, je tiens à rendre hommage à Monsieur Delille Antoine, conseiller et représentant influent de la CORABEL, décédé durant la période de nos compagnes de terrain.

J'exprime ma reconnaissance aux membres du comité d'encadrement de la thèse, messieurs Carlo Prévil et Claude Codjia, pour leurs contributions, d'une manière générale, à l'amélioration de la thèse sur le plan scientifique.

Je souhaite remercier la communauté agricole du bassin versant, les résidents et les autorités locales qui ont pris part activement à ce travail de recherche en qualité d'acteurs, assurant la prise en compte de leurs préoccupations par rapport à la gestion durable du bassin versant.

Mes remerciements s'adressent également à mes collègues du Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional (GEIGER), Jeanne Tewa Togbodouno, Mariama Diallo, Arnaud Zida et Hélène Beauchemin pour les discussions diverses, l'entraide, etc. Je remercie tout particulièrement, mes deux amies guinéennes Jeanne et Mariama pour leurs encouragements incessants.

Mes profonds remerciements à ma mère Télida Grégoire Mardy et à mon père Amilcar Mardy qui m'ont inculqué dès mon enfance que l'éducation est la clé d'un futur plus prometteur.

Un grand merci à mon ami Ronaldo Joanis pour les différentes relectures du document. Malgré ses différentes occupations, il était toujours prêt à lire mes manuscrits.

Enfin, je voudrais remercier toutes celles et tous ceux qui, de manière directe ou indirecte, ont contribué à la réussite de cette thèse.

DÉDICACE

Je dédie cette thèse à ma mère et à mon père, à mon fils
Beguernio Mardy ainsi qu'à sa maman, à mon unique frère
et à mes sœurs.

À la mémoire de mon frère Cadet Mardy, décédé le premier
janvier 2013 à la suite d'un accident de la route.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
DÉDICACE	iv
LISTE DES FIGURES.....	x
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	xiv
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	xviii
RÉSUMÉ.....	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE, POSITIONNEMENT DE L’AUTEUR, OBJECTIFS DE LA RECHERCHE ET PRÉSENTATION DU TERRITOIRE D’ÉTUDE	4
1.1 Problématique générale de la dégradation du bassin versant de la rivière Mulet.....	4
1.1.1 Problématique socio-écologique	4
1.1.2 Problématique théorique	8
1.1.3 Positionnement de l’auteur par rapport à son sujet de thèse	11
1.2 Objectifs de la recherche	12
1.2.1 Objectif spécifique 1	12
1.2.2 Objectif spécifique 2	13
1.3 Territoire d’étude : présentation du bassin versant de la rivière Mulet	13
1.3.1 Localisation	13
1.3.2 Contexte socioéconomique et d’utilisation du sol	14
1.3.3 Caractéristiques biophysiques	18
1.3.3.1 Climat.....	18
1.3.3.2 Relief et sols.....	19
1.3.3.3 Réseau hydrographique.....	22
1.3.3.4 Couverture végétale	24
CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE.....	26
2.1 Approches visant la conservation et la restauration des bassins versants.....	26
2.1.1 Approches des projets de conservation et de restauration des bassins versants en Haïti	26
2.1.2 Approche de gestion intégrée par bassin versant	27
2.1.3 Approche de gestion et de la planification territoriale	31
2.1.4 Approche de la recherche-action participative	37

2.1.5	Approche basée sur les savoirs traditionnels et locaux.....	41
2.1.6	Approche d'aide multicritère à la décision et gestion des bassins versants	45
2.1.7	Positionnement de la thèse	50
2.2	Revue des concepts.....	50
2.2.1	Recherche-action participative	51
2.2.2	Développement durable territorial.....	52
2.2.3	Pratiques agricoles durables	54
2.2.4	Systèmes de production agrosylvopastoraux.....	57
2.2.5	Systèmes socio-écologiques	61
2.2.6	Risques de dégradation des terres et influence des changements climatiques.....	62
2.2.6.1	Vulnérabilité des terres et vulnérabilité accrue aux changements et à la variabilité climatiques	64
2.2.6.2	Résilience territoriale et climatique	68
2.2.6.3	Adaptation à la dégradation des terres et aux changements et à la variabilité climatiques ...	71
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....		75
3.1	Démarche générale.....	75
3.1.1	Atteinte de l'objectif spécifique 1 : Concevoir un modèle de recherche-action participative en fonction des réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance du bassin versant de la rivière Mulet	78
3.1.1.1	Identification des acteurs du bassin versant	78
3.1.1.2	Consultation de la littérature scientifique.....	79
3.1.1.3	Réalisation d'entrevues	79
3.1.2	Atteinte de l'objectif spécifique 2 : Tester le modèle de recherche-action participative coconstruit dans les limites du bassin versant de la rivière Mulet	80
3.1.2.1	Diagnostic territorial	80
3.1.2.2	Identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant	81
3.1.2.3	Évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant	81
3.2	Considérations éthiques	82
CHAPITRE 4 MODÈLE CONCEPTUEL DE GESTION DURABLE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET SELON L'APPROCHE DE LA RECHERCHE-ACTION PARTICIPATIVE.....		83
4.1	Introduction	86
4.2	Cadre théorique	88
4.3	Territoire d'étude.....	91
4.4	Méthodologie.....	92
4.4.1	Enjeux de la participation des acteurs du bassin versant.....	92
4.4.2	Définition du système d'acteurs du bassin versant.....	95
4.4.3	Mobilisation et engagement des acteurs du bassin versant	98
4.4.4	Compréhension des objectifs de la démarche de coconstruction du modèle de recherche-action participative par les acteurs impliqués	100

4.4.5	Collecte de données pour le modèle de recherche-action participative	100
4.4.6	Traitement et analyse des données qualitatives	103
4.5	Proposition et validation du modèle de recherche-action participative	103
4.5.1	Proposition de modèle de recherche-action participative	103
4.5.2	Présentation des résultats des entrevues et des groupes de discussion	104
4.5.3	Enrichissement et adaptation du modèle initial validé	105
4.5.4	Validation par les acteurs du modèle final complété	109
4.6	Test du modèle coconstruit dans le bassin versant	109
4.7	Discussion.....	110
4.8	Conclusion.....	113
CHAPITRE 5 ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE TERRITORIALE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET		114
5.1	Introduction	117
5.2	Territoire d'étude.....	119
5.3	Méthodologie.....	120
5.3.1	Acquisition des images satellitaires	121
5.3.2	Traitement des images satellitaires.....	121
5.3.3	Classification des images et validation des résultats.....	122
5.3.4	Détection et estimation des changements.....	123
5.3.5	Campagnes de terrain.....	125
5.4	Résultats.....	126
5.4.1	Précision des classifications réalisées.....	126
5.4.2	Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant	128
5.4.2.1	Spatialisation des unités d'occupation et d'utilisation des sols	128
5.4.2.2	Décennie 1979-1989.....	128
5.4.2.3	Décennie 1989-1999.....	131
5.4.2.4	Décennie 1999-2009.....	134
5.4.2.5	Décennie 2009-2019.....	137
5.4.2.6	Bilan des quatre décennies 1979-2019	140
5.5	Discussion et analyse qualitative des changements	146
5.6	Conclusion.....	151
CHAPITRE 6 ÉVALUATION PARTICIPATIVE DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET		152
6.1	Introduction	155
6.2	Territoire d'étude.....	156
6.3	Méthodologie.....	158

6.3.1	Identification des acteurs impliqués.....	160
6.3.2	Identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant.....	161
6.3.2.1	Typologie de la dégradation des terres	161
6.3.2.2	Consultation de la littérature scientifique.....	163
6.3.2.3	Réalisation des entrevues.....	163
6.3.3	Évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant	164
6.3.3.1	Identification des enjeux et définition des critères	164
6.3.3.2	Définition des indicateurs et échelles de mesure.....	166
6.3.3.3	Pondération des critères : préférence inter-critères.....	168
6.3.3.4	Élaboration du tableau des performances des mesures de conservation et de restauration du bassin versant.....	169
6.3.3.5	Analyse multicritère et agrégation des préférences : méthodes PROMETHEE et GAIA.....	171
6.4	Résultats.....	171
6.4.1	Typologie de dégradation des terres du bassin versant	171
6.4.2	Mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant	173
6.4.3	Matrice des performances des mesures de conservation et de restauration du bassin versant	176
6.4.4	Analyse multicritère des mesures de conservation et de restauration du bassin versant.....	177
6.4.4.1	Forces et faiblesses des mesures de conservation et de restauration du bassin versant.....	178
6.4.4.2	Rangement complet des mesures de conservation et de restauration du bassin versant	180
6.4.4.3	Conflits et synergies entre critères pour l'ensemble des acteurs : plan GAIA - critères	182
6.4.4.4	Conflits et synergies entre les groupes d'acteurs : plan GAIA - acteurs	185
6.4.4.5	Analyses de sensibilité des résultats.....	187
6.4.5	Constitution des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant ..	189
6.4.6	Mise en œuvre et suivi des mesures de conservation et de restauration retenues	194
6.5	Discussion.....	194
6.6	Conclusion.....	197
	DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALES.....	199
	ANNEXE A CODES ET SUPERFICIES ASSOCIÉS AUX 30 PRINCIPAUX BASSINS VERSANTS D'HAÏTI	210
	ANNEXE B CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE	211
	ANNEXE C FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT RELATIF AUX ENTRETIENS INDIVIDUELS ET DE GROUPE, ET LETTRE D'INVITATION	215
	ANNEXE D FICHE D'ENTRETIENS RELATIVE À LA COCONSTRUCTION DU MODÈLE DE RECHERCHE-ACTION PARTICIPATIVE.....	219
	ANNEXE E FICHE D'ENTRETIENS SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT	221
	ANNEXE F PONDÉRATION DES CRITÈRES PAR LES ACTEURS DU BASSIN VERSANT	226

ANNEXE G ÉVALUATION DES MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT POUR CHACUN DES CRITÈRES	227
ANNEXE H PROFILS DE CHACUNE DES 21 MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION ÉVALUÉES	236
ANNEXE I CLICHÉS ILLUSTRANT LES TRAVAUX DE CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE AU SEIN DES ACTEURS DU BASSIN VERSANT	247
ANNEXE J RÉSULTATS DES ENTRETIENS SUR LES PRATIQUES LOCALES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DES TERRES	249
ANNEXE K QUELQUES ILLUSTRATIONS DES ENTRETIENS INDIVIDUELS ET DE GROUPE	252
ANNEXE L QUELQUES ILLUSTRATIONS DE PRATIQUES LOCALES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT	254
RÉFÉRENCES	257

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1. Les 30 principaux bassins versants d'Haïti	5
Figure 1.2. Localisation du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	14
Figure 1.3. Occupation et utilisation des sols du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	16
Figure 1.4. Pluviométrie et température moyennes mensuelles du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	19
Figure 1.5. Relief du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	20
Figure 1.6. Lithologie du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	22
Figure 1.7. Hydrographie du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	23
Figure 1.8. Profil en long du cours d'eau principal de la rivière Mulet, Haïti.....	24
Figure 1.9. Indice normalisé de végétation par différence du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	25
Figure 2.1. Étapes de la planification et de la mise en application de la gestion intégrée des ressources en eau	29
Figure 2.2. Cycles itératifs du processus de la recherche-action participative selon Lewin	38
Figure 2.3. Processus d'aide multicritère à la décision	49
Figure 2.4. Dix éléments définissant les pratiques agroécologiques selon la FAO	57
Figure 2.5. Les trois principales classes d'agroforesterie.....	59
Figure 2.6. Vulnérabilité, perturbation, exposition et transformation d'un système socio-écologique	63
Figure 2.7. Relations conceptuelles entre les notions de vulnérabilité, de résilience et de capacité d'adaptation	64
Figure 3.1. Principales étapes méthodologiques de la recherche	77
Figure 4.1. Spirale de la recherche-action participative.....	89
Figure 4.2. Processus de la recherche-action participative.....	90
Figure 4.3. Localisation du secteur d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	92
Figure 4.4. Relations du réseau d'acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	98
Figure 4.5. Représentation préliminaire du modèle de recherche-action participative	103

Figure 4.6. Modèle conceptuel de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet selon l'approche de la recherche-action participative.....	108
Figure 5.1. Localisation du territoire d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	120
Figure 5.2. Occupation et utilisation des sols de 1979 à 2019.....	128
Figure 5.3. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 1989	129
Figure 5.4. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1979 et 1989	130
Figure 5.5. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 1989.....	131
Figure 5.6. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1989 et 1999	132
Figure 5.7. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1989 et 1999	133
Figure 5.8. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1989 et 1999.....	134
Figure 5.9. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1999 et 2009	135
Figure 5.10. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1999 et 2009	136
Figure 5.11. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1999 et 2009	137
Figure 5.12. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 2009 et 2019	138
Figure 5.13. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 2009 et 2019	139
Figure 5.14. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 2009 et 2019	140
Figure 5.15. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 2019	141
Figure 5.16. Superficies des unités d'occupation et d'utilisation des terres pour les périodes : 1979, 1989, 1999, 2009 et 2019.....	143
Figure 5.17. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1979 et 2019	144
Figure 5.18. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 2019	146

Figure 6.1. Localisation du territoire d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	158
Figure 6.2. Démarche générale de l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	159
Figure 6.3. Carte des quatre niveaux de dégradation du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	172
Figure 6.4. Matrice des performances, commune pour l'ensemble des acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	177
Figure 6.5. Forces et faiblesses des catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti : profils.....	178
Figure 6.6. Rangement complet des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet pour tous les groupes d'acteurs : PROMETHEE II.....	180
Figure 6.7. Rangement complet des catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet pour tous les groupes d'acteurs : PROMETHEE II	182
Figure 6.8. Conflits et synergies entre critères : plan GAIA - critères	184
Figure 6.9. Conflits et coalitions entre les groupes d'acteurs : plan GAIA - acteurs	186
Figure 6.10. Rangement des catégories de mesures et intervalle de stabilité du poids du critère ENV2 avant modification du poids.....	188
Figure 6.11. Rangement des catégories de mesures et intervalle de stabilité du poids critère ENV2 après modification du poids.....	188
Figure 6.12. Spatialisation des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	194

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1. Catégorisation du système d'acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	96
Tableau 4.2. Répartition des répondants selon les zones et catégories.....	102
Tableau 4.3. Thèmes dégagés à partir des entretiens individuels et de groupe	104
Tableau 5.1. Caractéristiques des images Landsat acquises	121
Tableau 5.2. Signification des grandeurs de comparaison employées	124
Tableau 5.3. Matrices de confusion de classification pour les images Landsat de 1979, 1989, 1999, 2009 et 2019	127
Tableau 5.4. Évolution de l'occupation du territoire du bassin versant par classe d'occupation et d'utilisation des sols	145
Tableau 6.1. Catégorisation du système d'acteurs identifiés pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti	161
Tableau 6.2. Enjeux et critères relatifs à l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	165
Tableau 6.3. Critères, indicateurs et échelles de mesure relatifs à l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	167
Tableau 6.4. Regroupement des acteurs du bassin versant de la rivière Mulet en fonction de leurs sensibilités communes	169
Tableau 6.5. Catégorisation de la dégradation des terres du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti ...	172
Tableau 6.6. Liste des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti.....	173
Tableau 6.7. Paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet correspondant aux niveaux de dégradation du bassin versant, Haïti	192

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AECID	Agence espagnole de coopération internationale pour le développement
AFD	Agence française de développement
AFVDRAB	Association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau
AL	Association locale
AMCD	Aide multicritère à la décision
AMCOW	Conseil des ministres africains chargés de l'eau (traduit de African Ministers' Council on Water, AMCOW)
APDRB	Association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau
ASP	Agrosylvopastoral
BID	Banque interaméricaine de développement
BM	Banque mondiale
CC	Changements climatiques
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CDB	Convention sur la diversité biologique
CIAT	Comité interministériel d'aménagement du territoire
CMED	Commission mondiale sur l'environnement et le développement
CORABEL	Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale
CSI	Côte Sud Initiative
DD	Développement durable
DDT	Développement durable territorial

DGPC	Direction générale de la protection civile
EA	Exploitant agricole
ELD	Économie de la dégradation des terres (traduit de Economics of Land Degradation, ELD)
ESA	Agence spatiale européenne (traduit de European Space Agency, ESA)
ESMAP	Programme d'assistance à la gestion du secteur de l'énergie (traduit de Energy Sector Management Assistance Program, ESMAP)
FAMV	Faculté d'agronomie et de médecine vétérinaire
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (traduit de Food And Agriculture Organization of the United Nations, FAO)
FIDA	Fonds international de développement agricole
GIBV	Gestion intégrée par bassin versant
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
GRET	Groupe de recherche et d'échanges technologiques
GWP	Partenariat mondial de l'eau (traduit de Global Water Partnership, GWP)
HLPE	Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (traduit de High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition, HLPE)
ICWE	Conférence internationale sur l'eau et l'environnement (traduit de International Conference on Water and the Environment, ICWE)
IFDD	Institut de la francophonie pour le développement durable
IHSI	Institut haïtien de statistique et d'informatique
MARNDR	Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement rural
MDE	Ministère de l'Environnement

MICT	Ministère de l'Intérieur et des Collectivités territoriales
MPCE	Ministère de la Planification et de la Coopération externe
OBNL	Organisation à but non lucratif
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ODD	Objectif de développement durable
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONG	Organisation non gouvernementale
PANA	Plan d'action national d'adaptation
PAN-LCD	Programme d'action national de lutte contre la désertification
PI	Planification interactive
PNA	Plan national d'adaptation
PNCC	Politique nationale de lutte contre les changements climatiques
PNGRD	Programme national de gestion des risques de désastre
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PPP	Planification par petits pas éclatés
PRG	Planification rationnelle globale
PS	Planification stratégique
RA	Recherche-action
RAC	Recherche-action collaborative
RAP	Recherche-action participative

RIOB	Réseau international des organismes de bassin
SSE	Système socio-écologique
UE	Union européenne
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (traduit de United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO)
USAID	Agence des États-Unis pour le développement international (traduit de United States Agency for International Development, USAID)
ZCB	Zones clés de la biodiversité

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

°C	Degré Celsius
Ec	Erreurs de commission
Eo	Erreurs d'omission
ha	Hectare
Kc	Kappa coefficient
km	Kilomètre
km ²	Kilomètre carré
m	Mètre
m ³	Mètre cube
mm	Millimètre
N°	Numéro
%	Pourcentage
Oa	Précision globale (Overall accuracy)
TC	Taux moyen annuel d'expansion spatiale

RÉSUMÉ

Situé dans le département du Sud d'Haïti, le bassin versant de la rivière Mulet relève du grand bassin « Tiburon/Saint-Jean ». Ce bassin connaît de sérieux problèmes de dégradation affectant les conditions de vie des communautés et l'équilibre des écosystèmes naturels, les rendant très vulnérables aux impacts potentiels des changements climatiques (CC). Ce processus de dégradation entraîne des conséquences socioéconomiques et environnementales très fâcheuses, telles que la pauvreté, l'exode rural, l'insécurité alimentaire, la diminution importante de la biodiversité, et la perte de fertilité des sols. Face à une telle situation, la recherche vise à établir en collaboration avec les communautés et acteurs locaux des pratiques durables de production agricole afin d'améliorer, dans un contexte de CC, la résilience socio-écologique du bassin versant. L'établissement de pratiques agricoles durables est basé sur la coconstruction d'un modèle de recherche-action participative (RAP) adapté aux réalités socioculturelles, politiques et écologiques du bassin versant, et sur une évaluation structurée de ce modèle. L'approche de RAP adoptée est soutenue par l'approche des systèmes socio-écologiques et à travers une orientation interdisciplinaire. Cette démarche est assistée par des outils de modélisation territoriale (SIG et Télédétection) et d'aide multicritère à la décision. La coconstruction du modèle de RAP inclut les étapes méthodologiques suivantes : l'identification des acteurs du bassin versant, la consultation de la littérature scientifique afférente au processus de la RAP et la conceptualisation préliminaire d'un modèle de RAP. Cette dernière a été soumise aux acteurs locaux engagés à des fins de validation, puis parachevée et adaptée aux réalités du bassin versant. Le test du modèle dans les limites du bassin versant a été illustré par l'étude de diagnostic du territoire, basée sur l'analyse de la dynamique territoriale, et par l'évaluation de la performance globale des mesures de conservation et de restauration identifiées. Dans le cadre de l'analyse de la dynamique territoriale, des images satellitaires Landsat multi-temporelles ont été utilisées, soit les années de référence suivantes : 1979, 1989, 2009, 1999, 2019. Aussi, des observations directes de terrain ont été effectuées et des entretiens individuels (n = 20) et de groupe (n = 3) ont été menés auprès de la communauté locale afin de mieux documenter le processus de dégradation du bassin versant. Les résultats obtenus ont été soumis pour validation aux acteurs impliqués. Au regard des renseignements sur le processus de dégradation du bassin versant, des mesures de conservation et de restauration des ressources naturelles ont été identifiées et par la suite évaluées. L'identification des mesures implique la consultation de la littérature scientifique et la réalisation des entrevues individuelles (n = 60) et de groupe (n = 3) au sein de la communauté. Les mesures retenues (n = 21) ont été validées par les acteurs locaux engagés dans le processus. À l'issue de la validation des mesures, l'approche d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs, axée sur les méthodes PROMETHEE et GAIA, a été utilisée dans le cadre de l'évaluation de la performance globale des mesures. Par la suite, en se basant sur la typologie de dégradation des terres établie à l'aide des outils de géomatique, les mesures maintenues (n = 18) selon leur performance globale ainsi que sur la base de compromis entre les acteurs ont été constituées en des paniers de mesures, lesquels ont été validés par les différents secteurs impliqués. Les résultats de la recherche sur le modèle de RAP coélaboré montrent que celui-ci correspond au contexte réel du bassin versant, ce qui a permis de mener à bien la recherche. Cela a également permis aux acteurs concernés de mettre en valeur leurs savoir-faire tout en leur permettant d'augmenter leur capital social. Les résultats relatifs à la dynamique territoriale du bassin versant révèlent, durant ces 40 dernières années, que les systèmes de production agrosylvopastoraux représentent la formation qui a subi des modifications les plus significatives. De plus, il en ressort que la dégradation de la couverture des terres du bassin versant résulte de l'association de plusieurs facteurs, tels que : les pratiques agricoles appliquées, le contexte sociopolitique, le caractère accidenté du relief du milieu, et les impacts des CC. Les résultats concernant la performance des mesures de conservation et de restauration prouvent que les acteurs locaux

privilégient les techniques traditionnelles et locales, lesquelles visent à renforcer la résilience des écosystèmes naturels tout en garantissant la sécurité alimentaire et économique de la collectivité. Les 18 mesures retenues et validées relèvent des catégories agronomiques, végétales, mécaniques, socioculturelles et sociopolitiques. Leur mise en œuvre est coordonnée par des comités institués en conséquence. Cette recherche constitue une contribution théorique et méthodologique ainsi que pratique par rapport à la gestion durable des ressources naturelles (sol, eau, matière ligneuse) dans un contexte de CC. La démarche adoptée a permis une implication effective des acteurs locaux dans la construction de solutions relatives à la gestion durable du bassin versant. À travers cette démarche, ces derniers sont équipés et préparés à affronter les défis socio-écologiques et à établir des stratégies visant à augmenter leur résilience et leur capacité d'adaptation face aux changements et à la variabilité climatiques. Par ailleurs, la démarche utilisée pourrait être répliquée dans d'autres territoires, moyennant son adaptation aux réalités du milieu d'application.

Mots clés : Haïti, rivière Mulet, dégradation, recherche-action participative, conservation, restauration, résilience.

ABSTRACT

Located in the southern department of Haiti, the Mulet River watershed is part of the large « Tiburon/Saint-Jean » basin. This basin has serious degradation problems affecting the living conditions of communities and the sustainability of natural ecosystems, making them highly vulnerable to potential impacts of climate change (CC). This degradation process leads to very unfortunate socio-economic and environmental consequences, such as poverty, rural exodus, food insecurity, significant decrease in biodiversity, and loss of soil fertility. Faced with such a situation, the research aims to establish, in collaboration with local communities and stakeholders, sustainable agricultural production practices in order to improve the socio-ecological resilience of the watershed in the context of CC. The establishment of sustainable agricultural practices was based on the co-construction of a participatory action research (PAR) model adapted to the socio-cultural, political and ecological realities of the watershed, and on a structured evaluation of this model. The PAR approach adopted is supported by the socio-ecological systems approach and through an interdisciplinary orientation. This approach is assisted by territorial modeling tools (GIS and Remote Sensing) and multicriteria decision support. The co-construction of the PAR model includes the following methodological steps: identification of the actors in the watershed, consultation of the scientific literature related to the PAR process and the preliminary conceptualization of a PAR model. The latter was submitted to local actors for validation, then finalized and adapted to the realities of the watershed. The testing of the model within the boundaries of the watershed was illustrated by the diagnostic study of the territory, based on the analysis of the territorial dynamics, and by the evaluation of the overall performance of the identified conservation and restoration measures. Within the framework of the analysis of territorial dynamics, multi-temporal Landsat satellite images were used, i.e., the following reference years: 1979, 1989, 2009, 1999, 2019. Also, direct field observations were made and individual (n = 20) and group (n = 3) interviews were conducted with the local community to better document the degradation process of the watershed. The results obtained were submitted to the actors for validation. Based on the information on the degradation process of the watershed, conservation and restoration measures for natural resources were identified and subsequently evaluated. The identification of measures involved consulting the scientific literature and conducting individual (n = 60) and group (n = 3) interviews within the community. The selected measures (n = 21) were validated by the local actors involved in the process. Following the validation of the measures, the multi-criteria decision support approach in a multi-actor context, based on the PROMETHEE and GAIA methods, was used to evaluate the overall performance of the measures. Subsequently, based on the land degradation typology established using geomatics tools, the measures maintained (n = 18) according to their overall performance as well as based on trade-offs between actors were constituted into baskets of measures, which were validated by the different sectors involved. The results of the research on the co-developed PAR model show that it corresponds to the real context of the watershed. It also allowed the stakeholders to enhance their know-how while increasing their social capital. The results relating to the territorial dynamics of the watershed reveal, during the last 40 years, that the agrosylvopastoral production systems represent the formation that has undergone the most significant modifications. Moreover, it is revealed that the degradation of the land cover of the watershed results from the combination of several factors, such as: the applied agricultural practices, the socio-political context, the hilly character of the environment, and the impacts of CC. The results concerning the performance of conservation and restoration measures prove that local actors favor traditional and local techniques, which aim to strengthen the resilience of natural ecosystems while guaranteeing the food and economic security of the community. The 18 measures selected and validated fall into the categories of agronomic, vegetal, mechanical, socio-cultural and socio-political. Their implementation is coordinated by committees established accordingly. This research constitutes a

theoretical and methodological contribution as well as a practical one in relation to the sustainable management of natural resources (soil, water, woody matter) in a context of CC. The approach adopted allowed for the effective involvement of local stakeholders in the construction of solutions related to the sustainable management of the watershed. Through this approach, the latter are equipped and prepared to face socio-ecological challenges and to establish strategies aimed at increasing their resilience and their capacity to adapt to climate change and variability. Moreover, the approach used could be replicated in other territories, provided that it is adapted to the realities of the application environment.

Keywords: Watershed, degradation, participatory Action Research, conservation and restoration, resilience.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les bassins versants constituent le territoire de référence pour la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Burton, 2003; Gangbazo, 2004, 2006, 2009; Rosillon, 2014). Ils sont également des systèmes ouverts, caractérisés par des flux entrants et sortants de matière et d'énergie (Amoros et Petts, 1993; Moges et Bath, 2020). En plus des services écosystémiques que fournissent les bassins versants, ils représentent, par leur fonction dans la GIRE, un levier incontournable de développement local ou régional (Rosillon, 2014; El Mokaddem et Benchekroun, 2016; Baite *et al.*, 2019). En effet, dans les régions arides et semi-arides, l'eau représente un élément fondamental permettant la résilience socio-écologique; elle participe à la fourniture de biens et de services au même titre que les matières ligneuses (Del Campo *et al.*, 2019; Falkenmark *et al.*, 2019). Cela démontre la relation étroite entre la gestion des ressources hydriques et celle des services écosystémiques au niveau des bassins versants (Rosillon, 2014). La gestion des terres basée sur l'eau, notamment à l'intérieur des différents segments des bassins versants, permet de contribuer principalement à la matérialisation de trois objectifs de développement durable (ODD) du programme des Nations Unies (Del Campo *et al.*, 2019) : ODD 2 (Faim zéro), ODD 15 (Vie terrestre), ODD 6 (Eau propre et assainissement). Ainsi, l'atteinte de ces objectifs permet de toucher, dans une certaine mesure, les trois dimensions du développement durable. En conséquence, la gestion durable des ressources naturelles des bassins versants est indispensable pour la satisfaction des communautés qui en font usage (Limaye, 2019; Mengistu et Assefa, 2019; Moges et Bath, 2020).

En dépit de l'importance reconnue des bassins versants sur le plan socio-écologique – fourniture de biens et de services à caractère agricole, sylvicole, pastoral, etc. –, cela n'empêche pas que leurs ressources font l'objet, particulièrement dans les pays du sud, d'une exploitation non durable par les exploitants. Les activités entreprises, telles qu'agricoles, forestières, industrielles, etc., concourent à la détérioration des écosystèmes (Fernandez, 1997; El Hage Hassan, 2018; Nugrapheni *et al.*, 2021). Pour preuve, dès 2012 Calle *et al.* (2012) mentionnaient déjà qu'en Amérique latine et dans les Caraïbes, les activités agricoles et d'élevage connaissaient une forte extension, et étaient exercées au détriment des forêts et des espaces boisés. La qualité des ressources en sol et en eau dans les bassins versants, facteurs nécessaires à la production agricole, en est affectée (Roose *et al.*, 2012; Corbonnois *et al.*, 2014), entraînant par le fait même des situations sociales défavorables au sein des communautés étant donné leur rôle sur les plans alimentaire et économique (Roose *et al.*, 2012; Mardy *et al.*, 2020).

Aujourd'hui, la dégradation des bassins versants est fonction, non seulement des pratiques agricoles non appropriées, appliquées par les exploitants dans les systèmes de production, mais aussi, des effets des changements climatiques (CC) (Weissenberger, 2018; Moges et Bhat, 2020). Ainsi, selon les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la résilience de plusieurs écosystèmes sera fortement affectée, durant ce siècle, par des perturbations climatiques, ce qui représente une menace pour leur durabilité (GIEC, 2007, 2022a). D'ailleurs, à l'échelle mondiale, plusieurs régions sont touchées par les effets des événements climatiques extrêmes, caractérisés par des épisodes de précipitations, des épisodes de sécheresses prolongées, des ouragans, etc., causant des préjudices aux écosystèmes, aux infrastructures, etc., et affectant les conditions de vie des populations (GIEC, 2014; Habou *et al.*, 2016; Weissenberger, 2018; Moumni *et al.*, 2019; Zaouaq, 2020; GIEC, 2022a).

En Haïti¹, l'environnement naturel connaît de sérieux problèmes de dégradation (ESMAP, 2007; Joseph *et al.*, 2019). Cette dégradation environnementale est entraînée par une multitude de facteurs relevant des contextes politiques (instabilité politique, mauvaise gouvernance, ou corruption) et socioéconomiques (pauvreté, pression anthropique, insécurité foncière, pratiques culturelles inadaptées, etc.) du pays, et sévissant depuis plusieurs décennies (Saffache, 2006; ESMAP, 2007; Gentes et Vergara-Castro, 2015; Joseph *et al.*, 2022). Les contextes géographique et topographique du pays participent également au processus de détérioration de l'environnement (GEO Haïti, 2010; Weissenberger, 2018). En raison de son positionnement dans la région caribéenne et de l'importance de son relief, Haïti est soumise annuellement à des événements hydrométéorologiques extrêmes (Vital, 2018; Weissenberger, 2018). Les bassins versants ne sont pas exempts de la situation environnementale très critique du pays, leur dégradation représente une problématique environnementale majeure en Haïti (MARNDR, 2000, 2020).

Le bassin versant de la rivière Mulet, notre terrain d'étude, est particulièrement dégradé et son processus de dégradation est semblable à celui des autres bassins du pays. La détérioration des ressources naturelles (sol, eau, matière ligneuse) qui se manifeste dans le bassin versant entraîne des déséquilibres socio-écologiques importants affectant la qualité de vie des communautés, lesquelles sont confrontées aux problèmes d'insécurité alimentaire, d'inondations et d'accès à l'eau de bonne qualité, etc. (Mardy *et al.*, 2020). Cela ne fait qu'affaiblir leur résilience notamment socioéconomique. Aussi, les réalités biophysiques et socioéconomiques dudit bassin versant rendent le territoire se trouvant dans ses limites, très vulnérable

¹ Haïti est utilisée dans le texte comme la forme courte de République d'Haïti.

aux aléas et aux impacts des CC (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Face à cette situation, nous nous intéressons à travailler de concert avec les communautés agricoles, ainsi que les acteurs de premier plan (collectivités territoriales, ONG, associations de producteurs, organisations paysannes, organisations de jeunes et organisations de femmes) déjà engagés avec les communautés pour aider à faire face à ces défis socio-écologiques complexes. Dans ce contexte, les questions ci-après sont posées afin de mieux déterminer les préoccupations de la recherche : Comment peut-on conserver et restaurer les ressources naturelles du bassin versant de la rivière Mulet? Quelle approche la communauté pourrait-elle adopter afin de permettre une augmentation de la résilience environnementale et socioéconomique dans le bassin versant? Comment la communauté pourrait-elle envisager de mettre en œuvre cette approche? Pour répondre à ces différentes interrogations, nous visons à développer, en collaboration avec les communautés et acteurs locaux, un modèle de recherche-action participative (RAP) qui prendra en compte les réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance du milieu et qui sera, par la suite, testé dans le territoire du bassin versant.

La thèse est présentée sous forme d'articles et structurée de manière générale selon les six chapitres suivants : (i) Le premier est destiné à exposer la problématique, le positionnement de l'auteur par rapport à son sujet de thèse, les objectifs et le territoire d'étude; (ii) Le deuxième consiste à présenter le cadre théorique de la recherche, celui-ci décrit dans un contexte de développement durable territorial les différentes approches de gestion des ressources naturelles, lesquelles vont appuyer l'approche de la RAP sur laquelle se base la recherche, et servir également de guide d'analyse. Aussi, ce chapitre expose les éléments de positionnement de la thèse ainsi que les concepts reliés aux différents objectifs de la recherche; (iii) Le troisième est consacré à la présentation de la démarche méthodologique générale de la recherche. Il décrit les principales étapes nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés; (iv) Le quatrième est constitué du premier article de la thèse portant sur la conception d'un modèle de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet selon l'approche de RAP, adapté aux contextes culturels, socioéconomiques, environnementaux, territoriaux, et de la gouvernance dudit bassin; (v) Le cinquième est constitué du deuxième article, et consiste en un bilan diagnostique de territoire, axé sur l'analyse de la dynamique territoriale du bassin versant; et (vi) Le sixième est constitué du troisième article visant à : identifier des mesures de conservation et de restauration, en évaluer la performance, et constituer les meilleurs paniers de mesures pour chaque catégorie de niveau de dégradation des terres. À la fin sont présentées la discussion générale, la conclusion et les recommandations découlant de la thèse.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE, POSITIONNEMENT DE L'AUTEUR, OBJECTIFS DE LA RECHERCHE ET PRÉSENTATION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE

Dans ce chapitre sont exposés la problématique, l'intérêt de l'auteur par rapport à son sujet, les objectifs de la recherche ainsi que les contextes socioéconomique et biophysique du territoire d'étude. La problématique, ici décrite, est abordée sous deux angles distincts : socio-écologique et théorique. Ainsi, dans un premier temps, la problématique de dégradation des bassins versants est introduite en mettant en évidence les principaux facteurs responsables et les impacts sur les plans socioéconomique et environnemental. Dans un second temps, la problématique théorique permet d'exposer les lacunes identifiées dans les démarches de gestion durable des ressources naturelles (eau, sol, matière ligneuse), ce qui nous a permis de préciser les contributions de la thèse.

1.1 Problématique générale de la dégradation du bassin versant de la rivière Mulet

1.1.1 Problématique socio-écologique

Dans la majorité des études faisant état de la situation environnementale d'Haïti, les auteurs aiment citer en introduction que Haïti est le pays le plus pauvre de la région caribéenne et de l'hémisphère nord. Une manière pour démontrer, d'entrée de jeu, comment son niveau de pauvreté est en étroite liaison avec la dégradation de son environnement (Desse, 2003; Alscher, 2010; Lucien, 2010; Rosillon, 2014; Maertens et Stork, 2018; Mérat, 2019, etc.). Ainsi, depuis plusieurs années, les indicateurs relatifs au développement humain et à la performance environnementale permettent d'étayer cette relation (Gentes et Vergara-Castro, 2015; PNUD, 2019; Wendling *et al.*, 2020). En effet, la pauvreté n'est pas la cause unique de cette détérioration environnementale; d'autres éléments en font partie (contexte politique, contexte topographique, événements hydrométéorologiques, etc.) et leurs effets sont généralement influencés par des situations de pauvreté (Saffache, 2006; ESMAP, 2007; Mérat, 2012, 2019). Cependant, la pauvreté, par ses formes extrêmes, implique une forte exposition du territoire aux phénomènes de dégradation tout en affaiblissant la résilience et la capacité d'adaptation des populations face aux changements climatiques (CC) (Saffache, 2006; ESMAP, 2007; Goujon, 2017; Joseph *et al.*, 2022).

Haïti désigne « Terres montagneuses », caractérisées par cinq massifs montagneux, lesquels permettent une organisation du territoire en bassins versants et en sous-bassins versants (MARNDR, 2000; MDE, 2016).

La dégradation des bassins versants représente, ces dernières décennies, l'un des principaux problèmes socio-écologiques d'Haïti (MARNDR, 2020). Trente bassins versants fondamentaux sont identifiés au niveau du territoire par les autorités haïtiennes (figure 1.1 et annexe A²) (CNIGS, 2001; Smucker *et al.*, 2006; Tymian et Toussaint, 2006; Delerue, 2007). Parmi eux, près de 85% sont sérieusement dégradés ou soumis à des processus de dégradation très avancés, ce qui a notamment pour conséquences l'augmentation de la fréquence des inondations, rendant vulnérables les habitants en aval, et la disparition des conditions de base favorisant la production agricole (MARNDR, 2000; 2020). En Haïti, il est fréquent que les agriculteurs veuillent étendre leurs parcelles de cultures vivrières afin de favoriser un accroissement de leurs revenus. Ils le font, notamment dans les zones à forte pente, dans la majorité des cas, par des interventions réalisées au détriment des ressources ligneuses. De telles pratiques entraînent la dégradation du milieu (Smolikowski, 1993; Saffache, 2001; MARNDR, 2020).

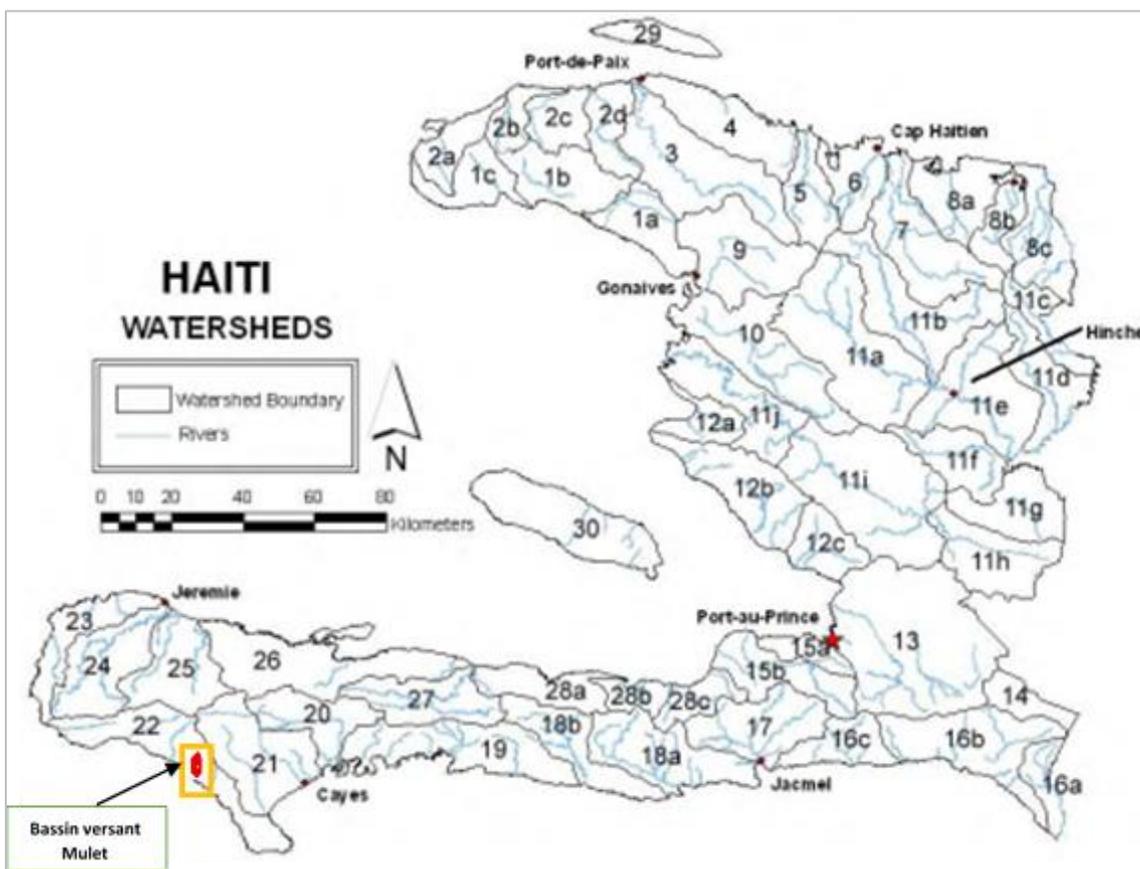


Figure 1.1. Les 30 principaux bassins versants d'Haïti

Source : adapté de CNIGS (2001) et Smucker *et al.* (2006)

² Le tableau de l'annexe A donne la description des codes présentés sur la figure 1.1 ainsi que la superficie associée à chaque bassin versant identifié.

Par ailleurs, le couvert forestier d'Haïti est très faible; les estimations effectuées par la FAO montrent que celui-ci est de l'ordre de 3,5% (FAO, 2015a). La couverture arborée est également faible, mais nettement supérieure à celle forestière. Elle représente environ 30% de la superficie du territoire du pays, et est constituée principalement de terres agroforestières (Bellande, 2015; Banque mondiale, 2018). Ce pourcentage de couvert arboré n'est pas réparti de manière uniforme sur le territoire, lequel est soumis aux impacts entraînés par les activités anthropiques exercées dans les exploitations agricoles et aussi par les effets des événements météorologiques extrêmes (Joseph et Saffache, 2018). Les causes de la déforestation et de la dégradation des bassins versants sont multiples et complexes et empirent depuis la seconde moitié du 20^{ème} siècle (Bellande, 2008; Émile, 2017; Germain, 2019). Pour l'heure, elles comprennent, entre autres, la suppression d'arbres et d'arbustes – pour les besoins en combustibles, la construction et l'extension des superficies consacrées à l'agriculture –, la colonisation grandissante du territoire caractérisée par le développement des zones urbaines et péri-urbaines, et l'application des techniques de gestion et d'aménagement du territoire, non adaptées conduisant à la transformation des milieux abritant les ressources ligneuses (Saffache, 2001; ESMAP, 2007; Bellande, 2008, 2015).

La perte de la couverture arborée a pour effet d'accentuer le phénomène de dégradation des sols dans les bassins versants. Le risque d'érosion est important sur environ 30% du territoire; plus de 36 millions de m³ de terre sont perdus par érosion chaque année (ESMAP, 2007; MDE, 2009, 2015; Weissenberger, 2018; Civil, 2021). Cela expose davantage le territoire à la menace d'inondations, notamment par son incidence sur le rôle des bassins versants dans le processus de l'écoulement des eaux pluviales (Mardy, 2018). L'érosion des sols contribue également à la sédimentation des lits des principaux cours d'eau, favorise des perturbations dans les zones côtières, ce qui conduit à la réduction des rendements de pêche et à la destruction des coraux (Saffache, 2006; AECID, 2012). Elle affecte les rendements agricoles en raison des pertes importantes de nutriments nécessaires à la croissance des cultures. Elle réduit les superficies de production par son caractère irréversible à certains endroits, et par la même occasion entraîne des situations d'insécurité alimentaire qui sont de nos jours exacerbées par les impacts des CC (Roose, 1994, 1999; Roose *et al.*, 2012; AECID, 2012; MDE, 2015; Gaubi *et al.*, 2017; Nadeau *et al.*, 2018).

Les impacts des CC sont palpables en Haïti, ils se manifestent par la fréquence et l'intensification des phénomènes météorologiques extrêmes (sécheresses, ouragans, inondations, etc.) concourant au déséquilibre des écosystèmes et à la dégradation des conditions de vie des collectivités (Vital, 2018). Entre 1996 et 2015, Haïti était un des trois pays les plus affectés par des phénomènes météorologiques extrêmes

(Greenwatch, 2017), et figure encore régulièrement parmi les 10 pays les plus vulnérables aux CC (NDGain, 2016; Verisk Maplecroft, 2016; Eckstein *et al.*, 2019). Cette vulnérabilité du territoire est accentuée par ses caractéristiques biophysiques. Environ 60% des terres consacrées aux activités agricoles présentent des déclivités qui se trouvent dans la fourchette de 20 à 80%. Cette prédisposition naturelle du territoire favorise la dégradation des sols, illustrée par le lessivage de la couche superficielle des sols – surtout si le sol est nu du fait de certaines pratiques agricoles ou pastorales –, laquelle est accélérée par des séries pluviométriques extrêmes (Smolikowski, 1993; Bellande, 2008; MDE, 2015).

Les CC constituent un phénomène causant beaucoup de préjudices aux communautés, notamment des pays du sud en raison de leur faible résilience et capacité d'adaptation. Leurs conséquences sont diverses et touchent plusieurs sphères d'activités, favorisant des situations de pauvreté au sein des communautés les plus vulnérables (MDE, 2006). En effet, en Haïti, la dégradation des bassins versants figure parmi les facteurs principaux contribuant à amplifier les impacts des dangers résultant des événements hydrométéorologiques exceptionnels (MICT et MPCE, 2019). Cette situation est expliquée par le caractère montagneux du relief d'Haïti, subdivisé en des unités hydrographiques au sein desquelles se manifestent des activités non durables entraînant leur dégradation (MARNDR, 2000; MDE, 2015).

Le bassin versant de la rivière Mulet est représentatif des bassins versants haïtiens dégradés. Il dispose d'une très faible couverture végétale. Cela est dû à la forte pression exercée sur les ressources ligneuses dans le but de répondre aux besoins en combustibles et aux besoins économiques de la collectivité (Mardy *et al.*, 2020). Pourtant, il y a environ une soixantaine d'années, le bassin versant de la rivière Mulet était caractérisé par une couverture végétale très importante constituée d'arbres fruitiers et forestiers, et de cultures pérennes comme le caféier et le cacaoyer (Antoine, 2016). Ainsi, au début des années 1940, les exploitants agricoles commencèrent à substituer les plantations caféières et cacaoyères – cultures nécessitant dans leur environnement des ligneux ombragés – par des cultures saisonnières à cause de la baisse des prix du café et du cacao sur le marché mondial. Ce phénomène a constitué le début de la destruction du couvert végétal au niveau du bassin versant (Antoine, 2016). Cette diminution du couvert arboré a conduit à la réduction du débit d'étiage, à l'érosion des sols et à la sédimentation des cours d'eau (Mardy, 2018). Aujourd'hui, les effets des CC viennent aggraver la situation. À titre d'exemple, le bassin versant a été sévèrement frappé par l'ouragan Mathieu en octobre 2016, et récemment par les tempêtes Laura (août 2020), Elsa (juillet 2021) et Grace (août 2021), causant beaucoup de pertes (vies et biens). Les effets de ces événements ont affecté de manière importante les systèmes de production déjà très

précarisés, entraînant la complication des situations socioéconomiques des exploitants agricoles, aggravées par l'instabilité politique chronique, les crises sanitaires, et dernièrement par le séisme meurtrier du 14 août 2021 (magnitude 7.2), affectant fortement la région sud d'Haïti (MPCE, 2017; MARNDR, 2020; Mardy *et al.*, 2020; OCHA, 2021a, 2021b; DGPC, 2021).

En effet, la crise socio-écologique qui sévit dans le bassin versant de la rivière Mulet est marquée sur le plan environnemental par la détérioration des ressources naturelles du milieu, notamment le sol et la végétation, ce qui entraîne une faible perméabilisation des sols, une réduction de la capacité d'infiltration des eaux pluviales et un écoulement de surface important, lesquels contribuent à exposer l'aval du bassin versant à la menace d'inondations (Mardy, 2018). Sur le plan socioéconomique, cette crise est marquée par une décapitalisation accrue des exploitations agricoles, une faible autonomisation alimentaire favorisant l'insécurité alimentaire, et altérant le niveau de vie des communautés (Mardy *et al.*, 2020). Fort de cela, la dimension sociale est privilégiée à travers l'application de l'approche de recherche-action participative (RAP) dans la résolution des problèmes socio-écologiques du bassin versant.

1.1.2 Problématique théorique

L'amélioration de la situation socio-écologique du bassin versant de la rivière Mulet nécessite une approche différente (la RAP) visant le travail de collaboration entre plusieurs partenaires (communauté locale, acteurs locaux, chercheurs, etc.), pour la mobilisation de connaissances et expertises afin de répondre aux défis socio-écologiques auxquels le bassin fait face, et parallèlement la coproduction de nouvelles connaissances. Ce travail de synergies entre les différents acteurs consiste à concevoir des outils favorisant l'implication active des membres de la collectivité (Blangy *et al.*, 2010; Gonzalez-Laporte, 2014; Chouinard *et al.*, 2015; Côté *et al.*, 2017; Dicko *et al.*, 2020) en vue de l'établissement des mesures reliées à la conservation et à la restauration des ressources naturelles du bassin versant, et à l'augmentation de la résilience au sein des communautés.

L'approche de RAP privilégiée s'arrime aux objectifs des stratégies nationales en matière de coconstruction de la résilience des communautés et de leur adaptation aux CC (p. ex. PNCC, PAN-LCD, PNGRD, PNA, etc.). Néanmoins, elle se démarque des approches généralement utilisées en Haïti, depuis plus de 40 ans, dans le cadre des interventions en matière d'aménagement des bassins versants. Ainsi, les interventions de gestion des ressources en sol et en eau au sein des bassins versants sont habituellement entreprises sous forme de projets soutenus par des bailleurs de fonds internationaux (Bellande, 2011).

Selon certains auteurs (Vernet, 1998; Régis et Roy, 1999; Sildor, 2002), la plupart de ces projets sont conduits suivant des approches qui ne visent pas l'implication réelle des communautés et des exploitants agricoles dans la planification et la définition des actions d'intervention dans les bassins versants. Depuis les années 1940 et jusqu'au début des années 1980, la majorité des projets exécutés ne privilégiait que l'aspect technique des processus visant la conservation et la restauration des ressources en sol et en eau. Aussi, certaines techniques d'aménagement proposées (canaux de contour entre autres) ne correspondaient pas tout à fait aux contextes socioéconomiques et biophysiques haïtiens, et ce, malgré leur efficacité dans d'autres pays (Régis et Roy, 1999; Smucker *et al.*, 2006; Bellande, 2010). Par conséquent, ces projets ont abouti à des résultats limités face aux problèmes de dégradation des milieux (Régis et Roy, 1999; Sildor, 2002; Bellande, 2010, 2015). À cet effet, au cours des années 1980, les interventions ont été menées différemment dans le but de répondre aux faiblesses des précédentes démarches. Il y a donc eu, dans une certaine mesure, une implication des communautés ainsi qu'une prise en compte de certains aspects propres aux milieux (Vernet, 1998; Régis et Roy, 1999). Malgré tout, les résultats obtenus n'ont pas été totalement satisfaisants en raison, entre autres, d'un manque d'appropriation des objectifs des projets de la part des communautés bénéficiaires (Régis et Roy, 1999).

Aujourd'hui, dans la logique de s'aligner à la vision de l'approche de gestion des bassins versants favorisant l'aspect participatif intégré, certains efforts sont sur le point d'être consentis par les institutions nationales concernées (MARNDR, MDE, CIAT, etc.) et leurs partenaires financiers (AECID, AFD, BID, BM, USAID, UE, etc.) afin de promouvoir, entre autres, la participation active des différents acteurs aux processus des projets d'aménagement de bassins versants (MARNDR, 2010, 2020). Cependant, à part quelques rares exceptions, la participation effective des communautés est souvent négligée lors de la planification des projets de gestion des bassins versants. En effet, selon Reddy *et al.* (2017), la participation active des populations locales aux activités de gestion des bassins versants représente un élément indispensable quant à l'atteinte des objectifs socioéconomiques et écologiques. De ce fait, à travers cette recherche, les communautés locales du bassin versant de la rivière Mulet prendront part activement aux différents processus visant sa conservation et sa restauration, ce qui constituera une contribution aux démarches relatives à la gestion durable des bassins versants.

Par ailleurs, plusieurs chercheurs, s'intéressant à la compréhension de la réalité des systèmes sociaux dans une logique de changement durable de la situation, utilisent dans leurs travaux l'approche de la RAP (Blangly *et al.*, 2010; German *et al.*, 2012; Pathumporn et Nakapaksin, 2015; Chouinard *et al.*, 2015; Blangly,

2017; Méndez *et al.*, 2017; Tolsdorf et Markic, 2018; Raza, 2018; Stuart, 2020; Briffett Aktaş, 2021; Cronkleton *et al.*, 2021; Doucet *et al.*, 2022; Kinnebrew *et al.*, 2023, etc.). Toutefois, en consultant les études de plusieurs auteurs relatives à la problématique de dégradation et de gestion des ressources naturelles (Mazour, 1991; Smolikowski, 1993; Brochet, 1993; Saffache, 2001, 2006; Descroix, 2002; Roose *et al.*, 2002; Roose, 2004; Nasri *et al.*, 2004; Bellande, 2009; Morsli *et al.*, 2013; Rebai, 2013; Delerue, 2014; Lilin, 2014; Rosillon, 2014; Benkadja, 2015; Nadeau *et al.*, 2018; Joseph *et al.*, 2019; Ilboudo *et al.*, 2020; Mekonnen *et al.*, 2021; Melalih et Mazour, 2021; Saint-Fleur *et al.*, 2022, etc.), nous avons pu identifier que l'approche de la RAP est très peu utilisée. Ainsi, dans le cas d'une application de cette dernière par quelques rares chercheurs (Ferreyra, 2006; German *et al.*, 2012; Méndez *et al.*, 2017), les modèles utilisés ne sont pas toujours adaptés aux contextes socioéconomiques, écologiques, culturels et politiques dans lesquels ils sont appliqués; il s'agit de modèles universels qui ont l'ambition d'être mis en application partout à travers le monde. De ce constat, nous procédons différemment dans le cadre de notre recherche sur le bassin versant de la rivière Mulet. Ainsi, notre approche de RAP privilégie un modèle correspondant aux réalités du territoire. C'est de cette manière que nous souhaitons répondre aux lacunes théoriques et méthodologiques de la RAP relevées dans les différentes études sur la détérioration des ressources naturelles.

En termes de retombées de la recherche, elle contribue sur le plan scientifique à l'avancement des connaissances sur les nouvelles approches de recherche dans la compréhension du processus de dégradation des ressources naturelles des bassins versants. Sur le plan décisionnel, les résultats de la recherche permettent aux décideurs locaux d'être mieux outillés dans le choix de modèle de gestion durable des bassins versants. Aussi, au terme du projet, la collectivité est mieux équipée pour faire face aux défis socio-écologiques, pour élaborer des stratégies de réduction de la dégradation du bassin versant, et pour augmenter sa capacité d'adaptation aux changements et à la variabilité climatiques.

En somme, cette thèse donne l'occasion de favoriser la participation concrète des communautés et acteurs locaux dans le développement d'un cadre théorique et d'une démarche pratique, adaptés à la problématique particulière de la gestion des ressources naturelles du bassin versant de la rivière Mulet dans un contexte socio-écologique bien défini et analysé. À la lumière des apports scientifiques et pratiques repérés dans le cadre de cette recherche, nous en profitons pour soulever la question suivante : Comment pourrions-nous, dans une démarche de recherche-action participative, trouver des solutions durables aux problèmes de dégradation des ressources naturelles dans le bassin versant de la rivière Mulet?

1.1.3 Positionnement de l'auteur par rapport à son sujet de thèse

Le choix de s'engager dans une démarche de recherche scientifique et pratique au sein du bassin versant de la rivière Mulet en Haïti n'a pas été fait de manière impromptue par l'auteur. Il s'agit d'un choix qui est motivé, notamment par le niveau d'attachement de l'auteur à ce territoire ainsi que ses objectifs de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des communautés concernées. En effet, l'auteur est originaire de la zone, il a vécu son enfance dans le milieu et a même eu le temps de compléter ses études primaires avant de se rendre à Port-au-Prince (capitale d'Haïti) afin de poursuivre ses études secondaires et universitaires. Notons que la famille de l'auteur (son père et sa mère) y vit jusqu'à maintenant.

Le constat du déséquilibre socio-écologique qui sévit dans les limites du bassin versant de la rivière Mulet a poussé l'auteur à réaliser entre 2016 et 2018 son travail de maîtrise en sciences de l'environnement au niveau de ce bassin versant. La pertinence des recommandations découlant de son mémoire de maîtrise a incité l'auteur à faire le choix d'un sujet de thèse en continuité avec ce dernier. Aussi, grâce à ce travail de maîtrise, l'auteur a établi des contacts avec les acteurs locaux clés. Cela a constitué un atout pour mener à bien sa recherche doctorale vu que celle-ci est ancrée dans une approche de recherche-action participative impliquant les acteurs locaux.

Cette recherche constitue pour l'auteur une occasion en or lui permettant de travailler en collaboration avec les communautés et acteurs locaux dans la définition des stratégies visant à améliorer, dans un contexte de changements climatiques (CC), la résilience socio-écologique du territoire. En conséquence, l'auteur s'est engagé très fortement à fournir de manière participative son expertise dans le but de contribuer à la protection de l'environnement et au maintien de la biodiversité agricole, ce qui permet d'améliorer la sécurité alimentaire et économique des communautés locales, et également de réduire leur vulnérabilité aux désastres et catastrophes naturelles. En sa qualité de chercheur impliqué dans une démarche participative relative à l'amélioration de la situation socio-écologique du bassin versant, l'auteur est conscient de l'effet que peut entraîner sa recherche sur les conditions de vie des populations locales.

Par ailleurs, l'auteur détient plusieurs compétences nécessaires pour réaliser cette recherche. Il a travaillé en Haïti dans le domaine de l'environnement et de l'agriculture pendant environ une dizaine d'années en tant qu'expert et consultant dans les institutions publiques autant que privées. Il maîtrise les outils de géomatique (SIG et Télédétection), d'aide multicritère à la décision et d'analyse sociologique.

En somme, tous les aspects ci-dessus soulignés justifient le choix d'un tel sujet de thèse par l'auteur. Selon un dicton connu, « nul n'est prophète dans sa patrie », cependant l'auteur se sent fier de contribuer à l'augmentation de la résilience de son territoire d'origine face aux impacts potentiels des CC.

1.2 Objectifs de la recherche

L'objectif principal de la recherche est d'établir, en coconstruction avec les communautés et acteurs locaux du bassin versant, des pratiques durables dans les systèmes de production agricole afin d'augmenter, dans un contexte de changements climatiques, la résilience écologique et sociale. L'approche choisie est celle d'une recherche-action participative (RAP) (Camden et Poncet, 2014; Chouinard *et al.*, 2015; Blangy *et al.*, 2018; Speedlin *et al.*, 2021), guidée par l'approche des systèmes socio-écologiques (SSE) et à travers une orientation interdisciplinaire. Celle-ci met la communauté au cœur du débat, et ses préoccupations sont prises en compte, notamment en valorisant les savoirs traditionnels ou vernaculaires. Ainsi, elle donne la possibilité aux communautés et acteurs locaux de mettre en évidence leur propre expertise (Blangy *et al.*, 2010; Plante *et al.*, 2018; Godrie *et al.*, 2020) – les communautés sont plus enclines naturellement à s'approprier des techniques découlant de leur propre milieu – afin de pouvoir apporter efficacement des solutions aux problèmes existants.

En outre, la matérialisation de l'approche préconisée pour conserver et restaurer les ressources naturelles du bassin versant permet d'effectuer dans le cadre de cette thèse le dépassement, sur les plans théorique et méthodologique, des lacunes (approche RAP très peu utilisée, modèles RAP généralement non adaptés aux réalités des milieux d'application) constatées dans la plupart des recherches relatives aux problématiques de gestion des ressources naturelles. Aussi, nous en profitons pour positionner le problème du processus de RAP dans un contexte de SSE.

Par ailleurs, pour pouvoir concrètement aboutir à la gestion durable du bassin versant, l'objectif principal de la recherche se décline en deux objectifs spécifiques ci-dessous décrits.

1.2.1 Objectif spécifique 1

Il s'agit de concevoir un modèle de recherche-action participative (RAP) en fonction des réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance, du bassin versant de la rivière Mulet. Cela implique une collaboration étroite et équilibrée, entre le chercheur et les différents acteurs locaux identifiés. Leur implication à toutes les phases du processus de conception du modèle (planification,

collecte d'information, définition des actions, évaluation, etc.) est fondamentale. Cela permet d'obtenir un modèle reflétant le produit de leurs échanges, de leurs savoirs et de leurs apprentissages. D'une manière générale, il s'agit d'effectuer une conceptualisation préliminaire du modèle de RAP en s'inspirant de celles développées dans la littérature scientifique. Celle-ci est validée par l'ensemble des acteurs concernés, puis adaptée au contexte du bassin versant. Cette étape est soutenue, entre autres, par des activités de mobilisations des acteurs, des entrevues individuelles et de groupe.

1.2.2 Objectif spécifique 2

Il s'agit de tester le modèle de recherche-action participative coconstruit dans les limites du bassin versant de la rivière Mulet en vue de sa conservation et de sa restauration. Cela implique la mise en évidence de démarches de mise en œuvre du développement durable (DD) dans sa dimension territoriale à l'échelle locale, ce qui permet d'aborder de manière holistique la problématique de gestion des bassins versants en contexte haïtien. Dans ce cadre, les données relevant des composantes du DD territorial du bassin versant sont acquises. Elles ont été obtenues par le biais des groupes de discussion et des entretiens individuels, des observations directes de terrain, des analyses géospatiales, de même que par la consultation de la littérature scientifique. L'obtention de ces informations a conduit à une analyse diagnostique de la dynamique territoriale du bassin versant, et à l'établissement des mesures visant sa gestion durable.

1.3 Territoire d'étude : présentation du bassin versant de la rivière Mulet

1.3.1 Localisation

Le bassin versant de la rivière Mulet, situé dans le département du Sud d'Haïti, relève du grand bassin versant dénommé « Tiburon/Saint-Jean » (657 km²) surplombant plusieurs rivières de la côte sud (Smucker *et al.*, 2006). Ce dernier partage des limites communes avec plusieurs bassins importants des départements du Sud et de la Grand'Anse, dont les Cayes, Roseaux/Voldroque, Grand'Anse, et Jérémie/Les Irois (Tymian et Toussaint, 2006). Il intègre les chaînes de montagnes du massif de la Hotte et ses principaux cours d'eau tirent leur origine dans le Parc Macaya – aire protégée incluant des zones clés de la biodiversité (ZCB) (AFD/PNUÉ, 2016).

Le bassin versant de la rivière Mulet est localisé entre les latitudes 18°14'40" et 18°16'0" N et les longitudes 73°58'40" et 74°0'0" W (figure 1.2). Sa superficie, évaluée à 31 km², est constituée par une portion des communes de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal, particulièrement à travers les sections

Renaudin/Beauclos, Condé et Carrefour-Canon, respectivement. Aussi, ses limites incluent plusieurs localités, telles que Labiche, Tête-Nicolas, Duval, Condé, Trou Zombi, Morne Perdu Temps, etc. L'agglomération de la commune de Roche-à-Bateau occupe une bonne partie de l'aval du bassin versant. Par conséquent, les habitants ainsi que les infrastructures qui s'y trouvent sont exposés à la menace d'inondations, d'autant plus que, de nos jours, les changements climatiques favorisent la multiplication des événements météorologiques exceptionnels.

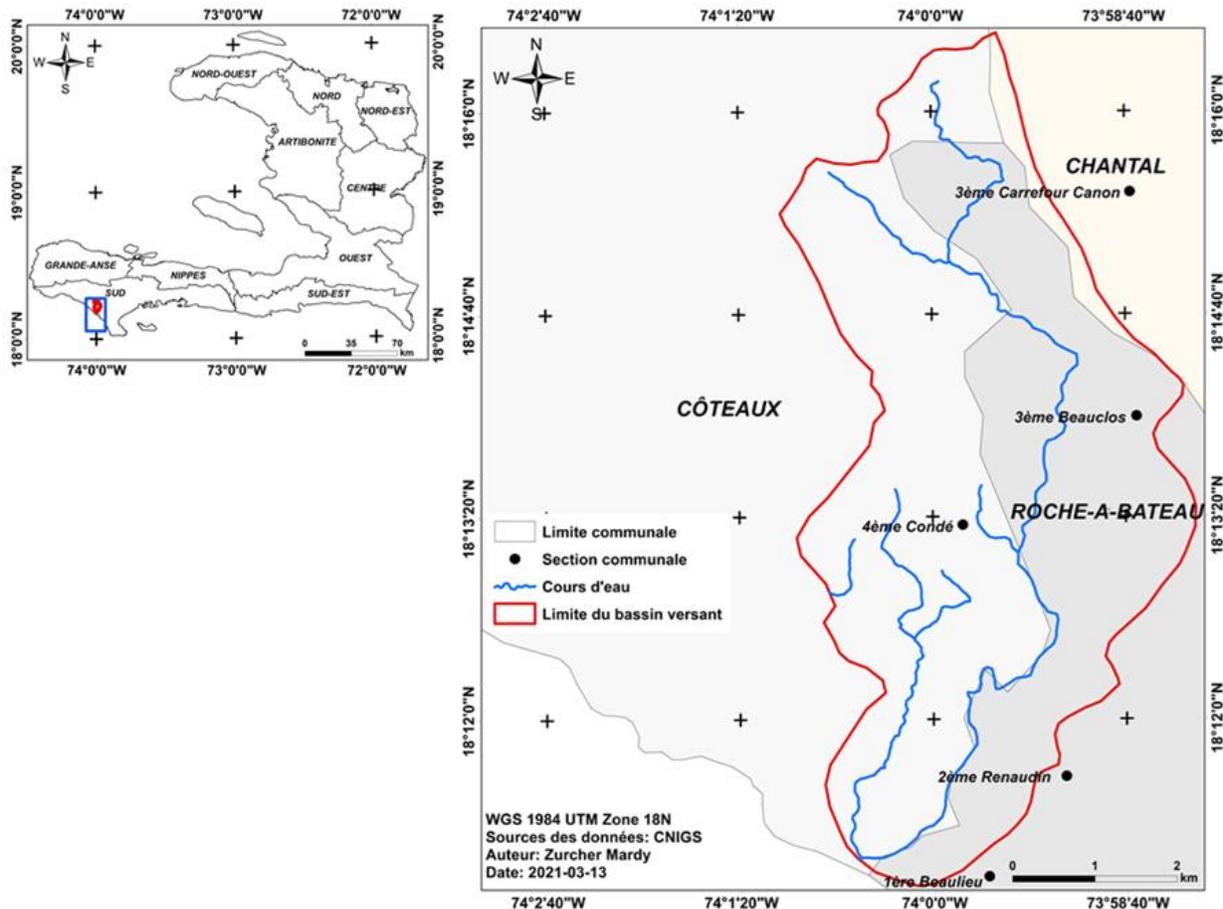


Figure 1.2. Localisation du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

1.3.2 Contexte socioéconomique et d'utilisation du sol

Le bassin versant de la rivière Mulet est rural et côtier; sur ses 31 km², il possède une population qui est estimée à 8 140 habitants, soit une densité de 263 habitants au km² (IHSI, 2015). Malgré son caractère côtier, l'agriculture demeure la principale activité économique de ses habitants. Le deuxième secteur économique est le petit commerce – activité extra-agricole – contribuant grandement à la diversification des revenus des familles au sein des exploitations agricoles; il est surtout exercé par les femmes des

exploitants. L'agriculture pratiquée dans le bassin versant est traditionnelle et familiale; les parcelles de cultures vivrières en association ou en assolement la caractérisent. Cette agriculture vise à assurer l'autosuffisance des ménages. Par ce caractère, seuls les surplus des récoltes sont vendus au niveau des marchés locaux afin de permettre aux exploitants de se procurer d'autres articles domestiques ne découlant pas de leurs exploitations agricoles (p. ex. sucre, kérosène, sel de table, épices, etc.). Néanmoins, les produits de certaines cultures, telles que la banane (*Musa sp*) et le cocotier (*Cocos nucifera L.*) sont achetés en gros chez l'exploitant (les grands exploitants) ou dans les marchés locaux par les marchands nommés « Madan sara » pour les écouler sur les marchés publics des Cayes et de Port-au-Prince.

Les exploitations agricoles du bassin versant comprennent trois milieux qui se distinguent par leurs principes de fonctionnement et leur importance sur le plan socio-écologique. Ces milieux sont constitués de trois jardins ainsi désignés (FAMV et Gret, 1990; Brochet, 1993; Bigi, 2012; Jean-Denis *et al.*, 2014) : *Jaden lakou* (parcelles se trouvant dans l'aire de la résidence de l'exploitant), *jaden prè-kay* (parcelles non éloignées de la résidence de l'exploitant) et *jaden lwen-kay* (parcelles éloignées de la résidence de l'exploitant). Les deux premières catégories de jardins présentent généralement peu de problèmes d'insécurité foncière et de dégradation. Elles sont sous les yeux des exploitants et jouissent des apports d'éléments organiques provenant du cheptel vif (bétail), ainsi que des résidus domestiques (déchets de cuisine) – cas des parcelles se localisant, notamment au sein de la surface résidentielle. Cela permet une amélioration de leur fertilité. Cependant, malgré leur contribution en ce qui concerne la protection du milieu et la sécurisation alimentaire, ces jardins sont souvent dévastés par les effets des événements hydrométéorologiques extrêmes frappant la région, et créant des situations de pénuries alimentaires. Comparativement aux précédents types de jardins, la catégorie éloignée des aires résidentielles des exploitants est généralement en faire valoir indirect où les activités de surpâturages sont souvent exercées. Elle est quasiment dépourvue de couvert ligneux et présente de sérieux problèmes de dégradation. Aujourd'hui, sa détérioration est davantage exacerbée par les effets des changements climatiques (CC).

Il faut par ailleurs souligner qu'en termes d'occupation et d'utilisation des sols, le territoire du bassin versant est caractérisé par des affleurements de roches et sols nus, des cultures agricoles denses, des savanes, et des systèmes agroforestiers (figure 1.3). Les cultures agricoles denses et les savanes sont dominantes dans le bassin versant, et se retrouvent dans presque tous ses segments (amont, milieu, aval). Les systèmes agroforestiers s'observent notamment dans les « jaden lakou », les fonds frais et les endroits faiblement dégradés. Concernant les affleurements de roches et sols nus, ils se retrouvent

particulièrement dans la partie centrale du bassin versant. Leur accroissement est surtout lié aux mauvaises pratiques agricoles, associées aux impacts des CC et aux caractéristiques des formations lithologiques en place (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

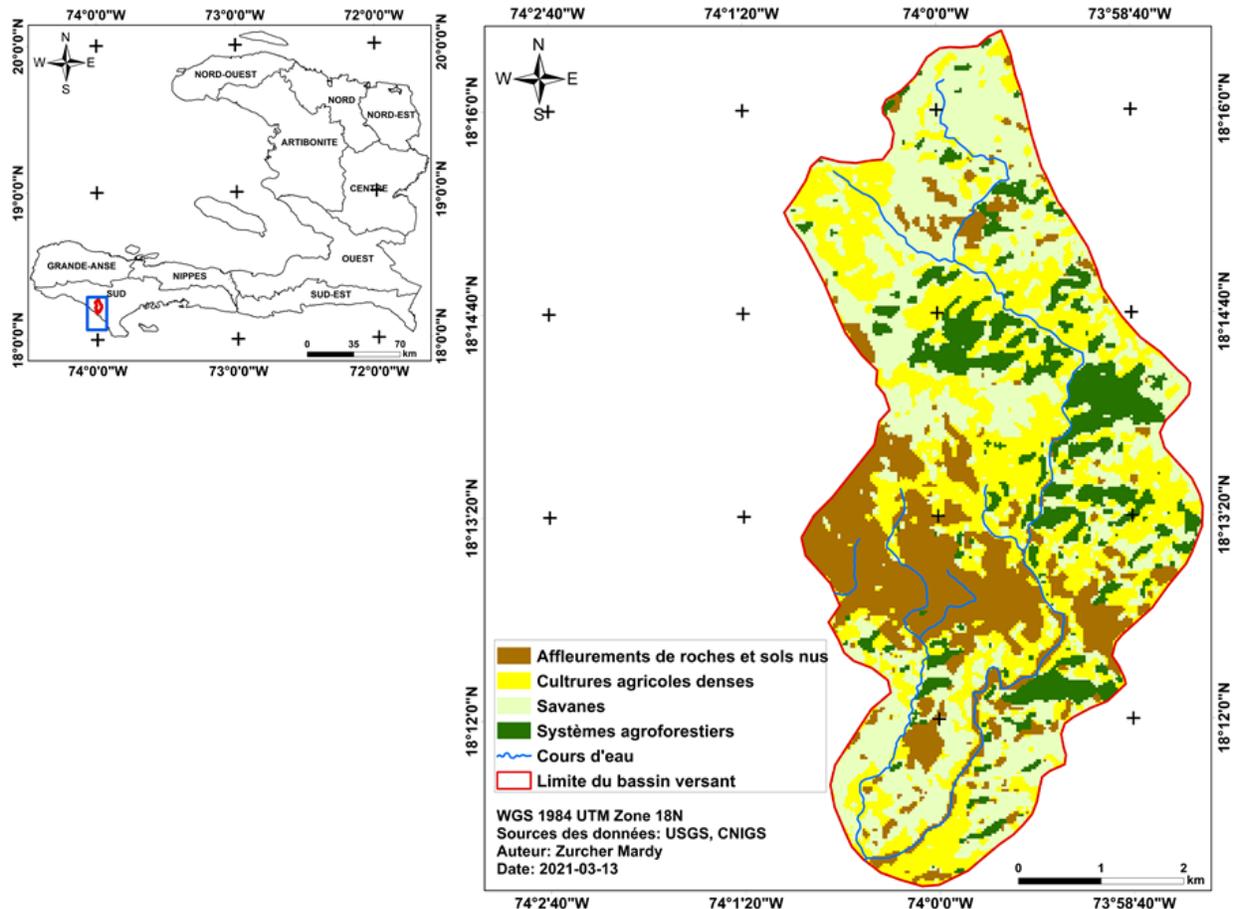


Figure 1.3. Occupation et utilisation des sols du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

En ce qui concerne le système d'élevage, les équins, les bovins, les porcins, les ovins, les caprins et les volailles sont retrouvés. À l'exception des volailles, la conduite des animaux se fait exclusivement à la corde. Cependant, en amont, particulièrement dans les endroits présentant des savanes et dépourvus de parcelles de cultures, l'élevage libre des petits ruminants tels que les ovins et les caprins est souvent constaté. Cette pratique tend à disparaître en raison des vols ainsi que des pertes entraînées par des chiens errants. À cause de ces situations, depuis plusieurs décennies, les petits ruminants sont ramenés le soir dans un « parc lakou » chez l'exploitant. Dans le bassin versant, l'élevage est privilégié pour plusieurs raisons : il contribue à la fertilisation des terres et au transport (les équins), et parallèlement il constitue le compte d'épargne des exploitants (SACAD et FAMV, 1993) permettant de répondre à certaines

situations nécessitant des dépenses importantes (p. ex. éducation, mariage, enterrement, cérémonie de vaudou, etc.).

Au niveau du bassin versant, les infrastructures de base font défaut. Sur le plan sanitaire, les installations sont inadéquates. Les plus courantes sont des latrines à fosse perdue. Certains ménages n'en disposent pas; ils font leur défécation à l'air libre. Aussi, il y a environ une vingtaine d'années, le territoire se trouvant à l'intérieur des limites du bassin versant était dépourvu d'infrastructures d'eau potable. Ainsi, pour des usages domestiques et également comme eau potable, les exploitants utilisent soit l'eau de la rivière, soit l'eau de source (eau d'origine souterraine non protégée contre la pollution). Les premières installations ont été détruites par des catastrophes naturelles qui ont frappé le milieu. Cette situation a causé une contamination massive au sein de la collectivité lors de l'épidémie de choléra durant la période 2010 - 2016. Par ailleurs, ce n'est qu'en été 2021 que la Direction nationale de l'eau potable (DINEPA) a mis en place un système d'adduction d'eau potable. Celui-ci peut alimenter la plupart des habitants de l'aval du bassin versant.

Sur le plan éducatif, le bassin versant ne compte pas d'écoles secondaires et professionnelles. Seules des écoles primaires sont retrouvées. Par ailleurs, il n'existe pas de centre de santé. Pour les besoins de santé, avant de se rendre aux structures sanitaires les plus proches, certains exploitants font usage des plantes médicinales et parfois sollicitent les services des prêtres vaudous (hougan).

Concernant l'organisation de l'habitat, à part certains endroits des sections aval et milieu du bassin versant, il est majoritairement dispersé. Généralement, les maisons disposent d'environ trois à quatre chambres avec des toitures en tôle ou en paille, et sont dépourvues d'électricité et d'eau potable. Néanmoins, en aval, les maisons des personnes les plus aisées ont des toitures en béton et sont branchées au réseau électrique. Soulignons que la plupart des maisons en aval, qu'elles soient en tôle ou en béton, ont accès à l'électricité prépayée (environ 91 heures de temps par semaine) étant donné leur proximité au réseau électrique – système hybride (photovoltaïque et générateur diesel) – siégeant dans l'arrondissement des Côteaux.

1.3.3 Caractéristiques biophysiques

1.3.3.1 Climat

Haïti est caractérisée par un climat tropical (groupe A)³, principalement dominé par le type « climat tropical de savane (Aw) », selon le système de classification climatique de Köppen-Geiger (Merkel, 2023). Celui-ci organise les climats en cinq principaux groupes climatiques⁴ (A : Tropical, B : Sec, C : Tempéré, D : Continental, et E : Polaire) sur la base des modèles de précipitations saisonnières et de températures (Peel *et al.*, 2007; Beck *et al.*, 2018, 2020; Banque mondiale, 2021; Cui *et al.*, 2021). Dans le cas d'Haïti, d'autres types de climat intégrant les groupes B et C sont également identifiés au sein du territoire de certaines régions du pays tels que : Chaud semi-aride (Bsh) (ex. Artibonite) et Subtropical des hautes terres océaniques (Cwb) (ex. Sud-est, massif de la selle) (GEO Haïti, 2010; Merkel, 2023).

En ce qui concerne le bassin versant de la rivière Mulet, il est soumis au climat tropical dont bénéficie Haïti, spécifiquement au type « climat de la forêt tropicale humide (Af) » caractérisant sa région de localisation (sud-ouest), selon le système de classification climatique de Köppen-Geiger (Banque mondiale, 2021). À l'image de sa région de localisation, le bassin versant connaît deux grandes saisons distinctes; une saison pluvieuse qui s'observe durant les périodes d'avril à mai et de septembre à novembre, et une saison sèche qui s'établit deux fois dans l'année pendant les mois suivants : décembre à mars et juin à août (figure 1.4) (CSI, 2012). Les précipitations dans le bassin versant sont soumises aux effets des alizés et des nordés, vents favorisant des pluies. Les alizés du nord-est contribuent aux pluies d'avril à mai et les nordés ou vents du nord participent aux pluies constatées au cours de la période de septembre à novembre (BID, 2018). De plus, durant la période pluvieuse (septembre à novembre), le bassin versant est exposé aux ouragans et tempêtes tropicales étant donné sa localisation dans la péninsule du sud, laquelle correspond au couloir des ouragans (CSI, 2012).

Aujourd'hui, les CC entraînent des modifications dans l'organisation et l'établissement naturel des cycles saisonniers caractérisant le climat du bassin versant. Les précipitations mensuelles moyennes les plus

³ Ce groupe comprend les types de climat suivants : (i) Climat de la forêt tropicale humide (Af) : précipitations moyennes mensuelles d'au moins 60 mm; (ii) Climat tropical de mousson (Am) : le mois le plus sec a moins de 60 mm de précipitations en moyenne, et au moins (100 - précipitation annuelle moyenne/25); et (iii) Climat tropical de savane (As/Aw) : le mois le plus sec a des précipitations inférieures à 60 mm, et aussi inférieures à (100 - précipitation annuelle moyenne/25) (Peel *et al.*, 2007; Beck *et al.*, 2018; Banque mondiale, 2021).

⁴ Notons que tous les groupes sont associés à un sous-groupe de précipitations saisonnières, sauf le groupe E (Banque mondiale, 2021).

élevées sont généralement enregistrées au cours des mois de mai et de septembre. Toutefois, durant ces dernières décennies, leur répartition ne suit pas cette tendance; des précipitations exceptionnelles sont observées, engendrant des inondations ainsi que des pertes dans les récoltes (MPCE, 2017). Les températures dans le bassin versant subissent une variation se situant entre 20°C et 30°C (figure 1.4). Les plus fortes températures sont constatées pendant l'été (juillet et août) et les plus faibles sont observées durant la période hivernale, soit les mois de novembre à février. Aussi, en raison des caractéristiques topographiques du milieu, des températures très basses sont enregistrées, à certains endroits, durant toute l'année dans les montagnes (MPCE, 1997).

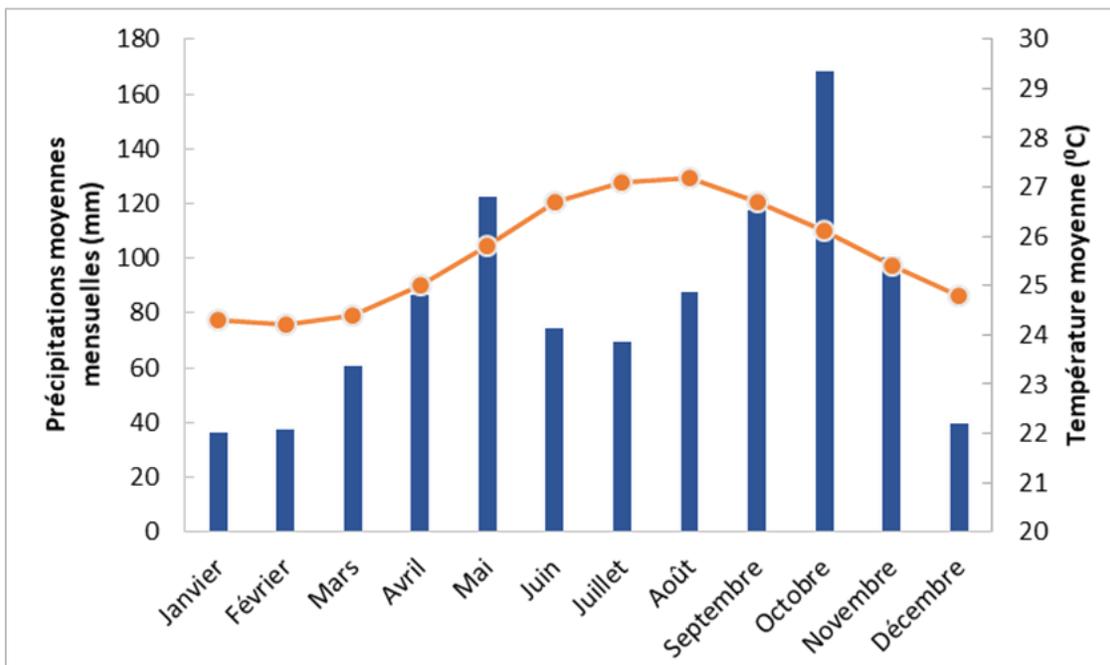


Figure 1.4. Pluviométrie et température moyennes mensuelles du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Source : Climate-Data.org (2021)⁵

1.3.3.2 Relief et sols

Le bassin versant de la rivière Mulet est caractérisé par un relief très accidenté. Il est constitué de pentes très fortes couvrant plus de 80% de son étendue. Le point le plus élevé de son territoire (morne Sinäï) atteint 1 086 mètres d'altitude (figure 1.5) (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Des bas-fonds, des gorges, des falaises sont observés dans l'environnement des différents segments du bassin versant. Il existe très peu de plaines, les zones plates sont retrouvées spécifiquement dans la partie aval et à certains endroits dans le lit majeur du cours d'eau principal. Ces caractéristiques du relief favorisent l'établissement de

⁵ Données obtenues à partir du site Climate-Data.org. Celui-ci utilise des données météorologiques provenant de Copernicus Climate Service et qui sont colligées entre 1999 et 2019. <https://fr.climate-data.org/location/437106/>

plusieurs zones agroécologiques au sein du bassin versant, et par la même occasion, le prédisposent aux phénomènes de dégradation (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

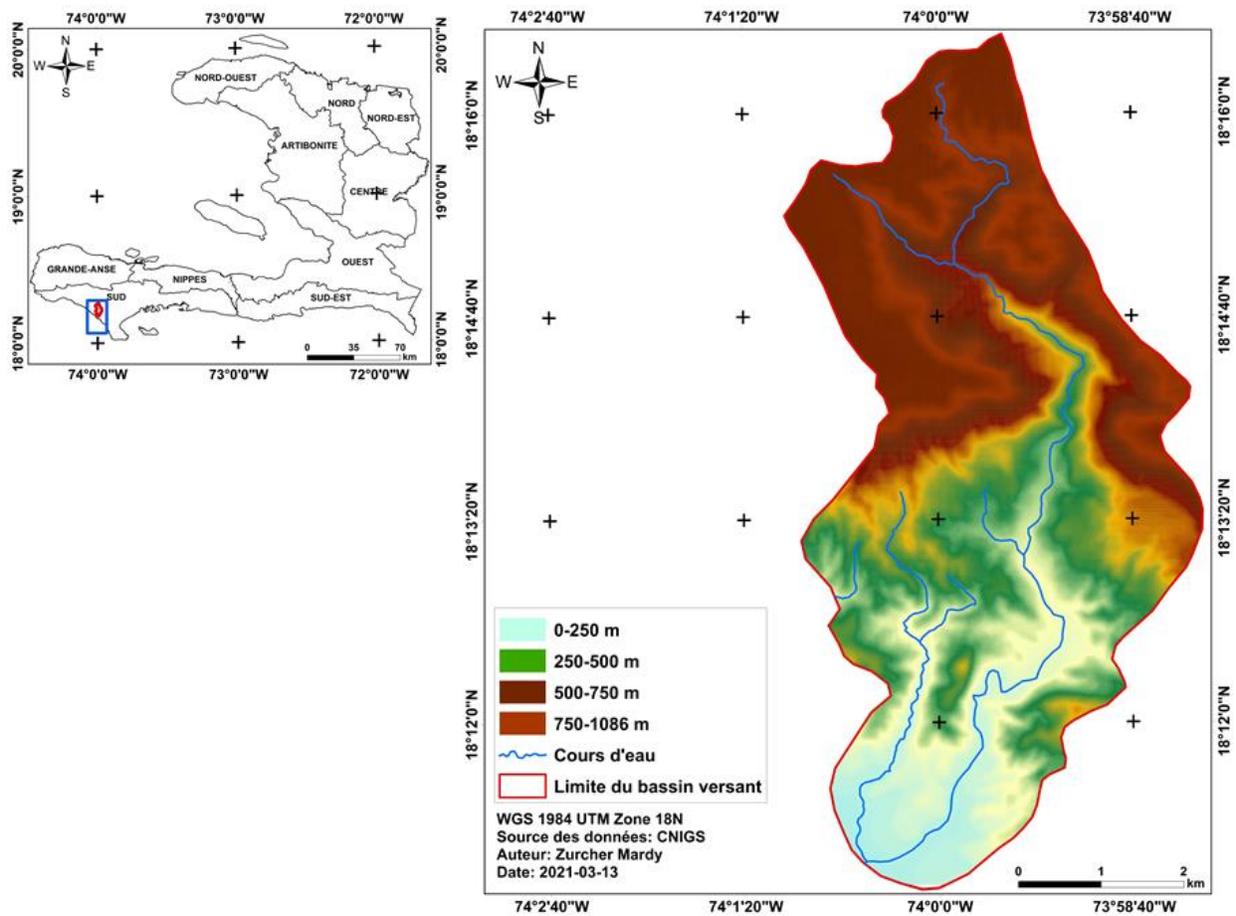


Figure 1.5. Relief du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Pour ce qui est des sols, Haïti comprend quatre principaux groupes de sols en se référant au système international de classification des sols⁶. Il s'agit, suivant un ordre décroissant par rapport à leur importance

⁶ Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, mise à jour 2015. IUSS Working Group WRB. Atlas of Latin America and the Caribbean. Portail d'information sur les sols, FAO. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/cartes-historiques-et-bases-de-donnees-des-sols/ensemble-de-donnees-et-cartes-regionales-et-nationales-des-sols/fr/>

spatiale, des cambisols⁷, des lixisols⁸, des vertisols⁹, et des luvisols¹⁰ (FAO, 2015b; Gardi *et al.*, 2015). En termes de localisation, les cambisols et les lixisols s'observent notamment dans les limites des collines et des montagnes. Cependant, les vertisols et les luvisols se retrouvent particulièrement au sein des vallées ainsi que des plaines (Gardi *et al.*, 2015).

Étant donné les caractéristiques du relief du bassin versant, ces types de sols, spécifiquement les cambisols et les lixisols, peuvent être identifiés, par endroits, dans ses limites. Ici, nous nous basons sur les données relatives à la lithologie afin d'apprécier la nature des matériaux parentaux en lien avec les principaux types de sols du bassin versant. Sur le plan géologique, les roches du bassin versant sont datées du crétacé et dominées en grande partie par des calcaires durs et des roches volcano-sédimentaires (figure 1.6). Cette répartition de roches correspond à celle qui caractérise le territoire du pays où les sols calcaires (forte teneur en carbonate) résultant de roches sédimentaires prédominent (Bellande, 2008; GEO Haïti, 2010). Dans la partie amont du bassin versant, ces sols sont généralement peu profonds et sont pratiquement dépourvus de matière organique en raison du phénomène érosif qui sévit. Toutefois, dans les milieux tels que les bas de pente et les bas-fonds se trouvent des sols riches en éléments nutritifs et en matière organique. Cela est favorisé par le processus de détachement d'éléments dérivant du sommet des versants (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

⁷ Sols à faible différenciation d'horizon, présentant des modifications de structure (teneur en argile et/ou en carbonate). Leur matériau parental est associé à une gamme importante de roches. Ils peuvent se retrouver dans des zones plates à montagneuses soumises à des climats variés. Dans les conditions normales, ces sols sont adaptés pour la production des cultures annuelles ou pérennes ainsi que pour l'usage de terres de parcours (FAO, 2015b; Gardi *et al.*, 2015).

⁸ Sols caractérisés par un enrichissement en argile notamment en profondeur. Ils incluent un éventail de matériaux, non consolidés, à texture fine. Ils sont fréquents dans les régions caractérisées surtout par des climats tropicaux et subtropicaux. Étant donné les caractéristiques de leur structure, les cultures pérennes sont priorisées par rapport aux annuelles dans les endroits à forte pente (FAO, 2015b; Gardi *et al.*, 2015).

⁹ Sols caractérisés par une importance en argiles gonflantes au sein des différentes couches. Leur matériau parental est lié aux sédiments enrichis par des argiles gonflantes. Les climats semi-arides à humides tropicaux et subtropicaux conviennent à ces sols. Ils détiennent un fort potentiel agricole, moyennant une gestion basée sur la durabilité (FAO, 2015b; Gardi *et al.*, 2015).

¹⁰ Sols caractérisés par une forte teneur en argile spécifiquement dans la couche inférieure. Avec un matériau parental constitué d'un éventail de matériaux non consolidés, ces sols se retrouvent dans les régions tempérées fraîches ainsi que chaudes à saisons sèche et humide, dominées par des terrains plats ou à faible pente. Ils sont fertiles et destinés à des activités agricoles variées. Toutefois, des mesures de lutte contre l'érosion sont envisageables sur les fortes pentes (FAO, 2015b; Gardi *et al.*, 2015).

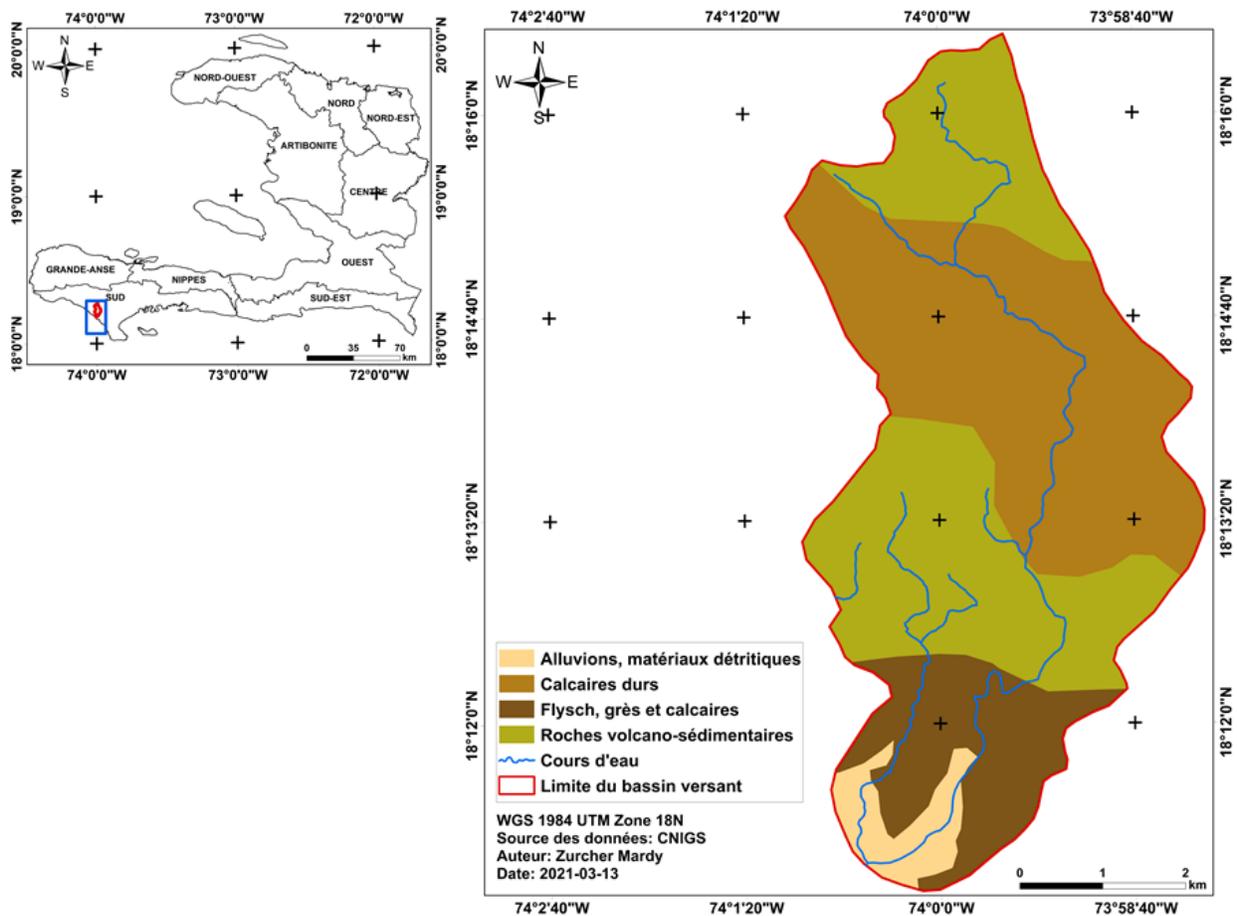


Figure 1.6. Lithologie du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

1.3.3.3 Réseau hydrographique

Selon les délimitations topographiques, la source principale alimentant la rivière Mulet est située à plus de 1 000 mètres d'altitude, soit dans la localité de Sinai. Cependant, sur le plan hydrographique, la rivière Mulet prend sa source dans l'environnement du Parc Macaya – réserve importante en eau pour la région sud-ouest d'Haïti –, car son bassin versant intègre le grand bassin Tiburon/Saint-Jean de la côte sud, alimenté par les ressources hydriques dudit Parc (AFD/PNUE, 2016). Le réseau hydrographique du bassin versant comprend majoritairement des cours d'eau d'ordre 1 et d'ordre 2, indiquant sa hiérarchisation moyenne (figure 1.7).

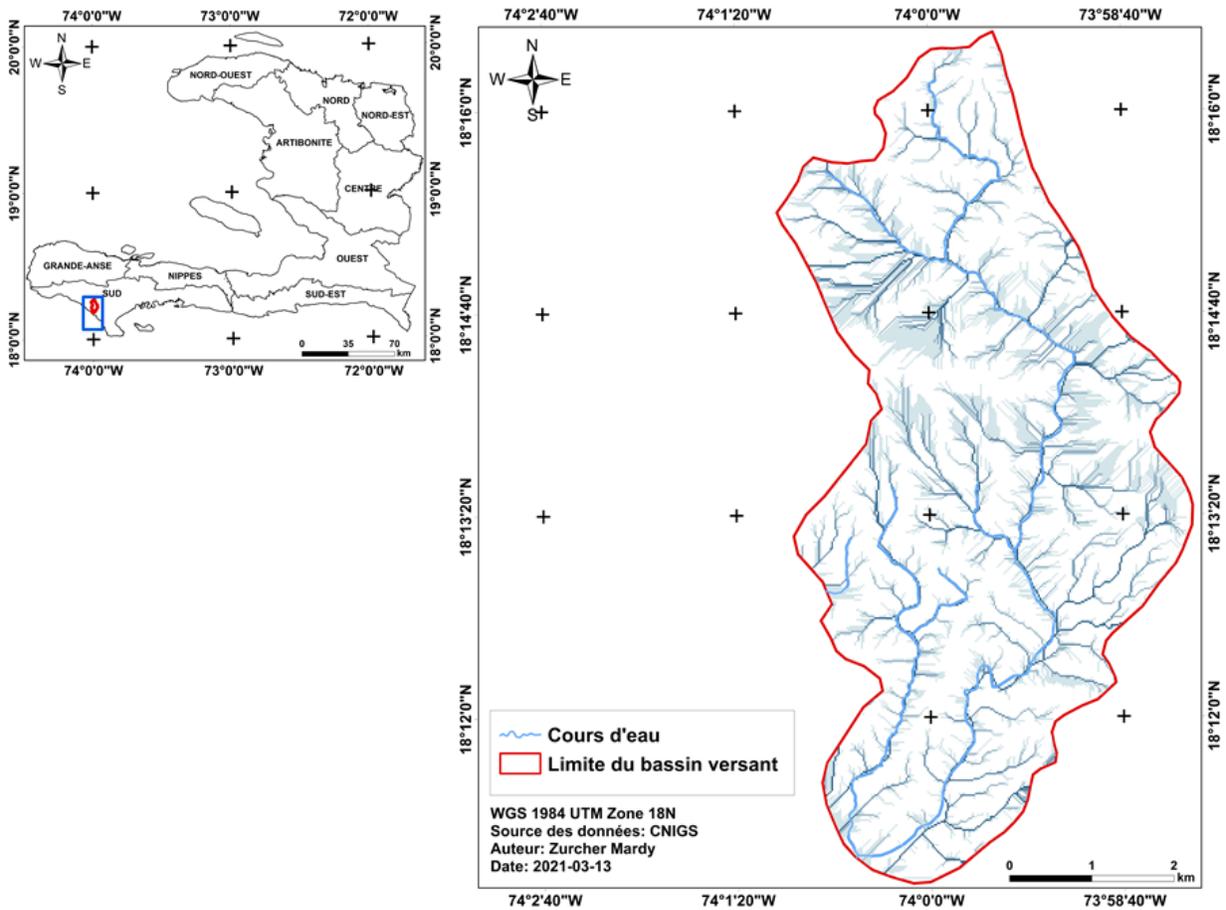


Figure 1.7. Hydrographie du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Le cours d'eau principal du bassin versant, caractérisé par de nombreux méandres, a une longueur de 11 km (figure 1.8). Son lit mineur repose principalement sur des matériaux alluvionnaires et graveleux. En raison de ses caractéristiques géomorphologiques et lithologiques, de la nature de son couvert végétal et des pratiques culturelles adoptées, les densités de drainage et hydrographique du bassin versant sont importantes (Mardy, 2018). Par ailleurs, parmi les cours d'eau et sources qui constituent le réseau hydrographique du bassin versant, une faible quantité est à écoulement permanent en dehors des périodes de sécheresses prolongées. Cette situation s'explique par son niveau de dégradation (Mardy, 2018).

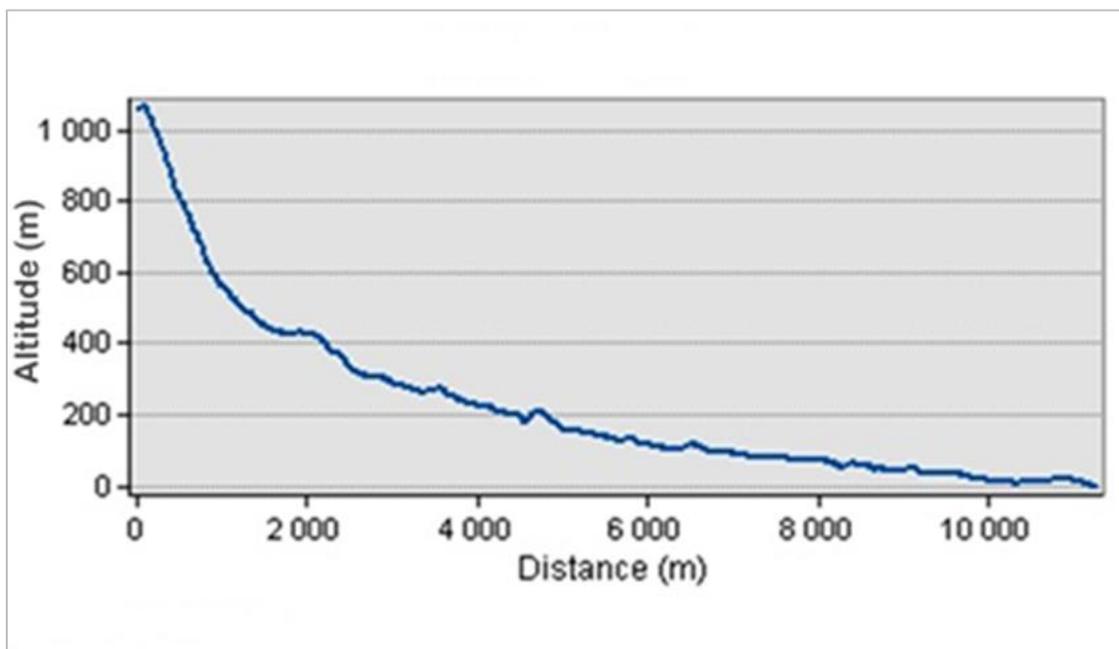


Figure 1.8. Profil en long du cours d'eau principal de la rivière Mulet, Haïti

1.3.3.4 Couverture végétale

La couverture végétale dont dispose le bassin versant est très faible. Moins de 30% de sa surface est occupé par une couverture végétale dense (figure 1.9). Ce pourcentage de couvert végétal n'est pas concentré dans une seule section du bassin, il est réparti sur l'ensemble de son territoire (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Dans le bassin versant, la végétation est surtout importante dans les gorges de certaines ravines et les bas-fonds des falaises abruptes. Cela est dû au fait que ces milieux sont difficiles d'accès à des fins d'exploitation et protégés contre les vents violents (ouragans et tempêtes tropicales). Aussi, au niveau de certaines exploitations agricoles, des îlots de couverture boisée sont généralement gardés en raison des croyances des exploitants; il s'agit d'une pratique qui est transmise de génération en génération au sein de certaines familles. Ces traditions sont respectées afin d'éviter l'arrivée des malheurs dans la famille. Néanmoins, cela est moins fréquent en raison de l'exode qui s'effectue dans les milieux ruraux (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

Par ailleurs, les caractéristiques de relief et lithologique du bassin versant permettent l'établissement d'une couverture végétale variée. Les sections milieu et aval sont surtout caractérisées par des espèces fruitières et forestières au sein desquelles se retrouvent des cultures agricoles en association ou en assolement. Cependant, l'amont comprend une occupation principalement constituée de savanes et de cultures agricoles denses (Mardy, 2018).

En outre, en analysant la carte de l'indice normalisé de végétation par différence (NDVI) (figure 1.9), obtenue à partir de l'imagerie satellitaire Landsat-8 OLI de janvier 2021, il est observé que des activités chlorophylliennes s'effectuent de manière importante dans la partie nord-ouest de l'amont du bassin versant ainsi que le long des cours d'eau principaux dans les sections milieu et aval. La vitalité temporaire de la végétation au niveau de ces zones pourrait être due aux précipitations ayant marqué la fin de la période automnale de l'année 2020 (Climate-Data.org, 2021). Par conséquent, les cultures vivrières saisonnières de court cycle végétatif habituellement établies dans ces endroits ont bénéficié au bon moment de ces précipitations favorisant leur développement. En fait, la couverture végétale varie par endroit et par période au sein du bassin versant. Cette variation est liée, entre autres, au mode de développement phénologique des cultures saisonnières mises en place et à la nature des types de sols en présence agissant sur la croissance de la végétation.

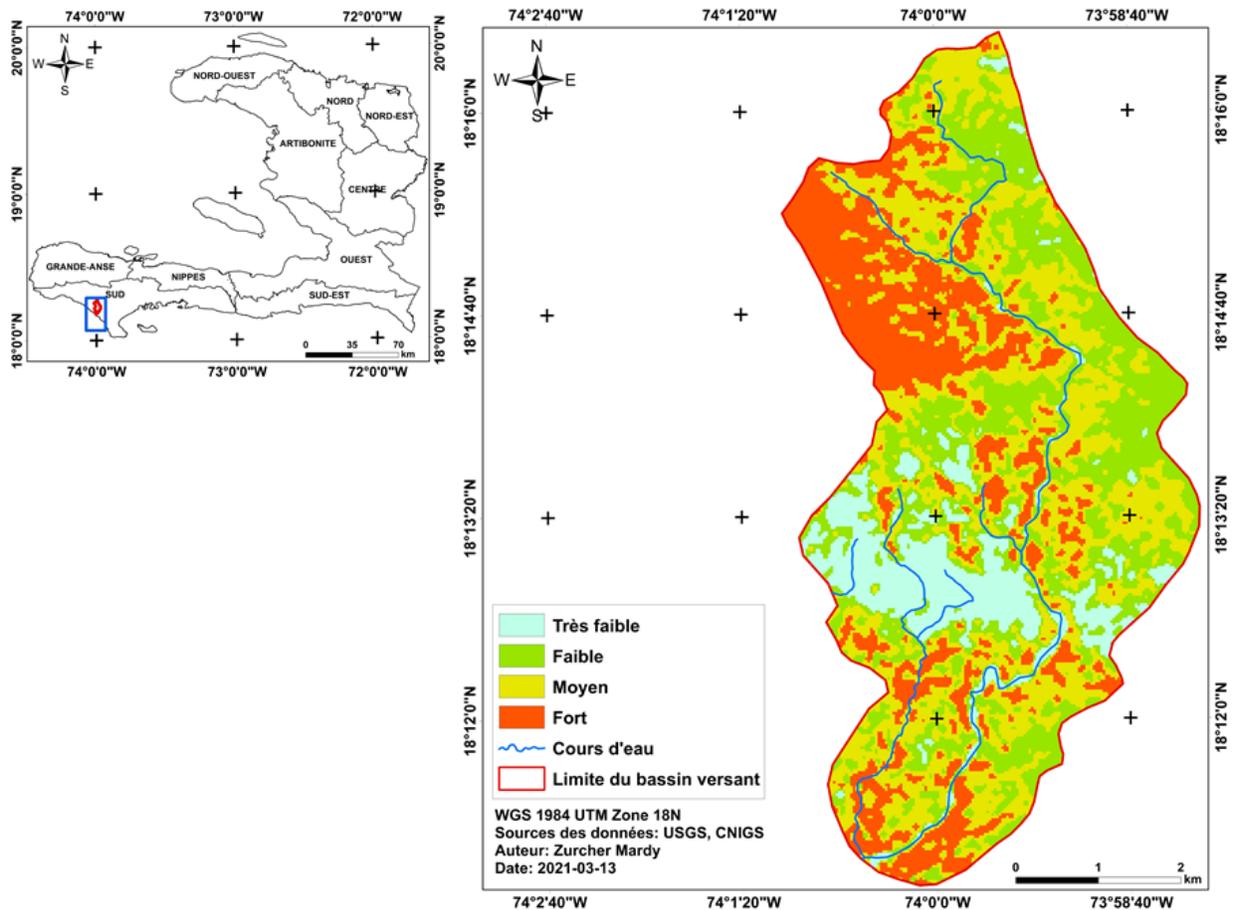


Figure 1.9. Indice normalisé de végétation par différence du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

CHAPITRE 2

CADRE THÉORIQUE

Dans ce chapitre sont présentés les différentes approches relatives à la conservation et à la restauration des ressources naturelles dans les bassins versants, les éléments de positionnement de la thèse, et les concepts associés aux objectifs de la thèse. Les approches décrites vont servir de guide lors de l'établissement des mesures d'intervention pour la gestion durable du bassin versant. Elles vont aussi soutenir notre analyse qui sera réalisée sous l'angle du concept de systèmes socio-écologiques.

Notons également que les approches développées ci-dessous ne sont pas toutes opérationnelles dans la thèse. Les trois premières (approches des projets de conservation et de restauration des bassins versants en Haïti, approche de gestion intégrée par bassin versant, et approche de gestion et de la planification territoriale) visent à alimenter la démarche théorique en raison des liens directs et/ou indirects avec les objectifs de la recherche. Les trois dernières approches (approche de la recherche-action participative, approche basée sur les savoirs traditionnels et locaux, et approche d'aide multicritère à la décision) sont opérationnelles dans la thèse et constituent notre positionnement.

2.1 Approches visant la conservation et la restauration des bassins versants

2.1.1 Approches des projets de conservation et de restauration des bassins versants en Haïti

En Haïti, les approches de gestion des ressources naturelles au sein des bassins versants ont subi un processus évolutif guidé par des courants de pensée distincts (Vernet, 1998). Deux grandes approches ont été identifiées dans le cadre de l'aménagement des bassins versants (Vernet, 1998; Régis et Roy, 1999; Sildor, 2002; Smucker *et al.*, 2006; Bellande, 2010) : approche conventionnelle dite approche d'équipement du territoire, et approche par parcelle dite approche de développement économique. La première, initiée à la fin des années 1940, a abordé le problème de l'érosion à l'échelle du bassin versant uniquement sous un angle technique. Les techniques utilisées découlent généralement de la littérature scientifique et ne s'adaptent pas toujours au contexte du milieu (Régis et Roy, 1999; Smucker *et al.*, 2006). En d'autres termes, les techniques de lutte contre l'érosion des sols ont été établies essentiellement par les planificateurs de projets, c'est-à-dire que la participation des agriculteurs a été très faible, pour ne pas dire inexistante. En outre, les activités de conservation des ressources en sol ont surtout été vues en tant qu'un moyen. Pourtant, elles devraient être perçues comme un but (Vernet, 1998; Sildor, 2002). Ainsi, les

projets ont été conçus et mis en œuvre dans l'objectif de créer des emplois temporaires afin d'améliorer les revenus des familles paysannes et non pas comme une démarche pour parvenir à la conservation des ressources naturelles et à la concrétisation des objectifs de développement durable (Vernet, 1998; Sildor, 2002). Tous les projets mis en œuvre durant la période (1940-1970) ont été guidés par la logique de l'approche conventionnelle. La plupart de ces projets ont par conséquent connu des échecs (Régis et Roy, 1999).

La seconde approche a été développée dans les années 1980. Par opposition à la première, son application se réalise à l'échelle parcellaire et prend en compte les conditions biophysiques et socioéconomiques du milieu tout en cherchant à impliquer les communautés. À travers cette approche, le processus de conservation des ressources en sol et en eau est perçu comme étant un élément qui vise à contribuer au développement rural (Régis et Roy, 1999). En dépit de l'utilité de cette approche, elle n'a pas été établie pour répondre de manière concrète au phénomène de dégradation des bassins versants (Smucker *et al.*, 2006). En termes d'inconvénients, les interventions ne sont pas spectaculaires, les effets ne sont pas rapides et sont souvent médiocres (Vernet, 1998). Cela s'explique du fait que les interventions ne couvraient pas les bassins versants dans leur intégralité. Aussi, les exploitants ne disposaient pas assez de moyens financiers pour assurer le coût de traitement de l'ensemble des parcelles de leur exploitation (Smucker *et al.*, 2006). Fort de ces constats, les approches de gestion des bassins versants se sont graduellement améliorées (Régis et Roy, 1999; Smucker *et al.*, 2006). Ainsi, durant ces 20 dernières années, elles incluent dans un cadre de développement local les aspects participatif et intégré de l'aménagement. Toutefois, ces aspects sont souvent omis dans le cadre des interventions réalisées dans les limites des bassins versants (MARNDR, 2010, 2020). À cet égard, dans le cadre de cette thèse, nous favorisons, dans un contexte de systèmes socio-écologiques (SSE), l'approche de la recherche-action participative, laquelle est guidée par d'autres approches de recherche (ci-après décrites) qui sont largement expérimentées dans un cadre de SSE en ce qui concerne la gestion durable des ressources naturelles.

2.1.2 Approche de gestion intégrée par bassin versant

Au début des années 1930, la gestion par bassin versant consistait, notamment aux États-Unis, en des interventions qui visaient principalement à freiner le ruissellement et à réduire l'érosion des sols (Clement *et al.*, 2000; Prévil *et al.*, 2004). Toutefois, elle implique, d'une certaine manière, la gestion des ressources hydriques en raison de l'interdépendance des ressources du territoire (sol, eau, forêt, etc.) (Del Campo *et al.*, 2019). Cette gestion est qualifiée d'« intégrée » si elle se réalise suivant une vision holistique, c'est-à-

dire que tous les usagers et acteurs se sont impliqués, et que toutes les considérations d'ordres politico-juridique, socio-écologique et socioculturel sont abordées (Burton, 2003). La prise en compte du bassin versant dans la gestion des ressources en eau ne date pas d'hier. Cependant, à la suite des principes établis par les différents conférences et forums internationaux relatifs à la gestion durable de l'eau, notamment le deuxième forum international sur l'eau (Pays-Bas, 2000), il a été universellement convenu que le bassin versant constitue l'espace fondamental pour la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Burton, 2003; Gangbazo, 2004, 2006, 2009). Ainsi, la mise en œuvre d'une gestion par bassin versant permet la synergie entre les différents acteurs s'intéressant à la ressource en eau, de même que la promotion de la coopération. Cette dernière représente un aspect important en ce qui concerne l'instauration de la paix entre les utilisateurs à différentes échelles, et, le cas échéant, entre les États. Elle intègre, ces dernières années, les éléments de premier plan soulignés dans les différents forums liés à la gestion de l'eau (Burton, 2003; GWP et RIOB, 2009).

La GIRE est une vieille notion datant des années 1930, mais qui s'est largement répandue, ces dernières décennies, à partir de la tenue des différentes conférences organisées par les Nations Unies dans le cadre des réflexions et discussions relatives à la gestion de l'eau par les populations (Biswas, 2004; Gangbazo, 2009; Miranda, 2017). Elle a pris un tournant important, notamment à la suite de la Conférence internationale sur l'eau tenue à Dublin en 1992, laquelle aborde des éléments afférents à la gestion participative et écosystémique de l'eau. Ces éléments ont été soutenus et alimentés au Sommet de la Terre, tenu au cours de la même période (ICWE, 1992; Gangbazo, 2006, 2009). À la sortie de la conférence de Dublin, quatre principes ont été adoptés dans le but de favoriser une meilleure contribution socioéconomique de la ressource en eau tout en assurant sa durabilité. Ces principes sont ci-dessous décrits (ICWE, 1992, p. 4) :

Principe N° 1 – L'eau douce - ressource fragile et non renouvelable - est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement.

Principe N° 2 – La gestion et la mise en valeur des ressources en eau doivent associer usagers, planificateurs et décideurs à tous les échelons.

Principe N° 3 – Les femmes jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau.

Principe N° 4 – L'eau, utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme bien économique.

Ces principes doivent être mis en œuvre au niveau d'un territoire. Pour cela, l'approche de la GIRE requiert un cadre territorial pratique, celui du bassin versant. À travers cet espace, les aspects socio-écologiques, culturels et techniques sont pris en compte (Braga, 2001). Aussi, l'implication des différents usagers de l'eau est fondamentale dans la prise de décisions en lien aussi bien avec les processus de planification que ceux de sa mise en application. De plus, les institutions doivent être touchées aux échelles locale, régionale et nationale (Burton, 2003; Miranda, 2017). Les principales étapes de développement de la GIRE sont ci-dessous exposées (figure 2.1) (Nations Unies, 2020a).

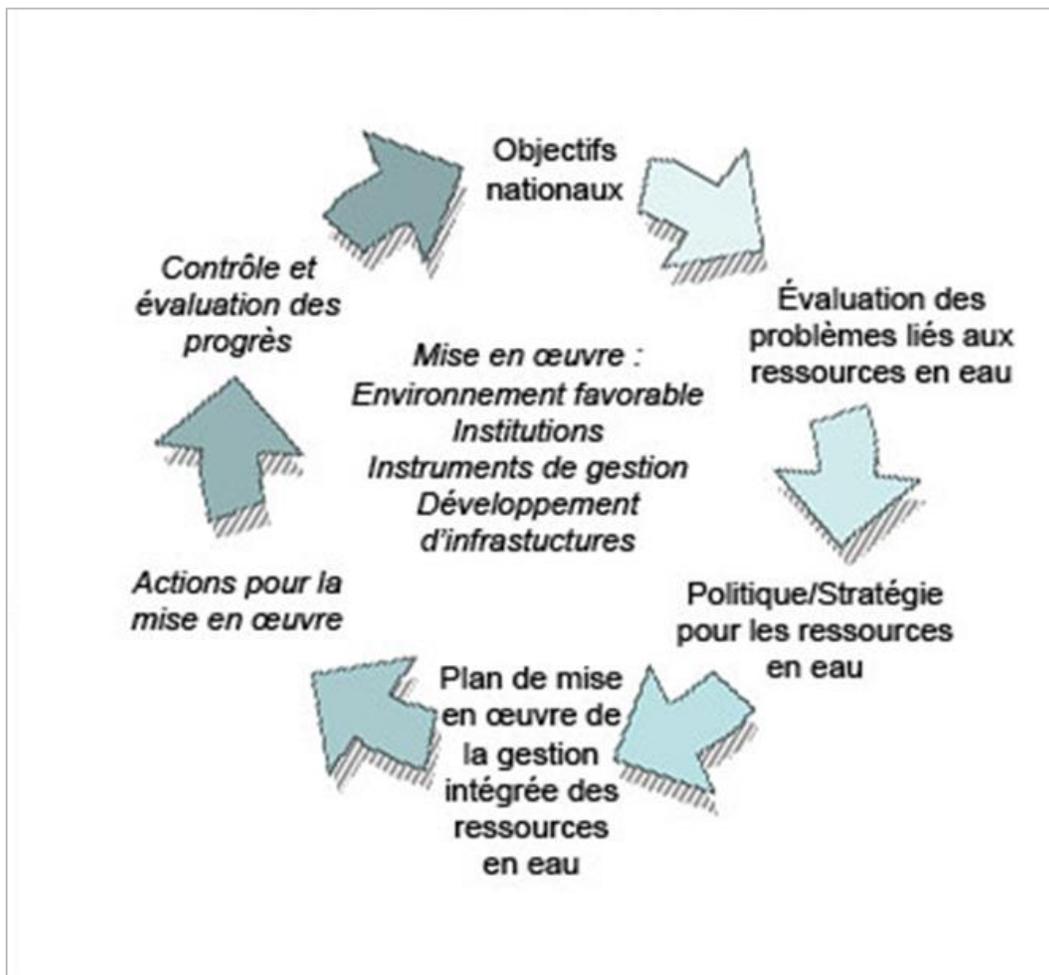


Figure 2.1. Étapes de la planification et de la mise en application de la gestion intégrée des ressources en eau

Source : Nations Unies (2020a)

Depuis la promotion de la GIRE au sein des bassins versants par la communauté internationale, l'approche de gestion intégrée par bassin versant (GIBV) s'est généralisée, en dépit de l'existence de ce concept depuis des décennies (Burton, 2003; Gangbazo, 2009). Celle-ci représente, tel qu'indiqué précédemment, le cadre d'application de la GIRE. Par conséquent, sa mise en œuvre contribue à la matérialisation des

objectifs de la GIRE. À l'échelle mondiale, il est avéré que la GIBV est l'approche permettant de favoriser, entre autres, une bonne gouvernance de l'eau. À ce titre, plusieurs pays l'intègrent dans leurs politiques et programmes en lien avec la gestion des ressources hydriques (Gangbazo, 2009). La GIBV est perçue comme une approche visant à favoriser le développement durable puisqu'elle en inclut les principes (Burton, 2003; Gangbazo, 2006). Il s'agit d'une procédure adaptative, itérative et pluridisciplinaire qui s'opère à l'échelle des bassins versants et vise à répondre aux problèmes de dégradation des ressources naturelles (sol, eau, matière ligneuse) afin de favoriser l'optimisation de la contribution des ressources hydriques sur les plans socioéconomique et écologique pour la satisfaction des communautés (Burton, 2003; Gangbazo, 2004, 2006, 2009; CCME, 2016). Aussi, la GIBV intègre un ensemble de procédés permettant d'établir des principes concourant non seulement à la gestion de l'eau, mais aussi à la gestion des ressources associées et à la planification au sein du territoire. Elle fait intervenir plusieurs éléments relatifs à la gouvernance (p. ex. politiques, réglementation et planification) dans la logique d'une cohérence à l'échelle d'un territoire identifié, soit le bassin versant (CCME, 2016).

Dans les pays notamment du sud, la GIRE à l'échelle des bassins versants ou des sous-bassins versants constitue une option favorable à la conservation et à la restauration des écosystèmes naturels (Mayrand, 1999; Gangbazo, 2004; Guy-Romain *et al.*, 2006). Cela contribue parallèlement à augmenter la résilience et la capacité d'adaptation des communautés face aux impacts potentiels des changements climatiques (AMCOW et GWP, 2013). La GIRE est également une voie permettant d'aborder les questions relatives aux défis territoriaux relevant de la ressource en eau (CCME, 2016; Miranda, 2017).

En Haïti, la gestion des bassins versants se révèle importante en s'appuyant sur l'approche de la GIRE. L'application d'une telle approche permet d'agir sur la situation socio-écologique au sein des bassins versants – répondre aux besoins grandissants en eau, conserver et restaurer les ressources naturelles – en conciliant la gestion de l'eau à celle des écosystèmes (Rossillon, 2014). Malheureusement, cette approche semble être imprécise pour les acteurs locaux, incluant la société civile; son aspect pratique n'est pas abordé suivant les principes qui la caractérisent. Dans leur conception, la plupart des projets d'aménagement des bassins versants exécutés visent la prise en compte de certains aspects de la GIRE, mais dans leur phase de mise en œuvre des activités ne concernent que le contrôle de l'érosion (Vernet, 1998; Régis et Roy, 1999; Bellande, 2011). Pourtant, différentes actions sont entreprises par les entités concernées afin de favoriser l'appropriation de ladite approche, telles que l'organisation d'ateliers et de colloques, la promotion de l'aménagement participatif et intégré des bassins versants, ainsi que l'adoption

de décrets – p. ex. décret de 2005 sur la gestion de l'environnement où l'approche de la GIRE a été prise en compte (Rossillon, 2006; MARNDR, 2010, 2020).

Par ailleurs, en dépit des éloges faits en faveur de la GIRE dans les limites des bassins versants, des préoccupations ont été soulevées par certains chercheurs. Selon Trottier (2012), la GIRE peut faire l'objet de conflits, notamment au sein des territoires transfrontaliers, entraînés par une mauvaise gestion des transactions entre les intervenants. De son côté, Mitchell (2005) a des réserves quant à l'application de la GIRE étant donné l'importance des ressources que cela nécessite. En ce sens, elle encourage une analyse en profondeur avant son établissement. Pour Burton (2003), l'intégration de la GIRE dans l'aire des bassins versants, ne permet pas de toucher les divers aspects de l'eau. Dans ce contexte, certaines inquiétudes peuvent survenir face aux intérêts des acteurs dans un espace qui ne correspond pas aux délimitations politiques. Cependant, Burton (2003) reconnaît que la gestion par bassin versant ne doit pas être perçue comme une structure à caractère absolu, mais comme un instrument favorisant la collaboration et le partenariat.

2.1.3 Approche de gestion et de la planification territoriale

Le développement de cette section nécessite au préalable d'aborder le concept de territoire étant donné qu'il est au cœur des processus de gestion et de planification.

En se basant sur une série d'informations dérivant de la géographie, Laganier *et al.* (2002) précisent que la variable territoire se caractérise par trois composantes principales. Celles-ci sont toutes distinctes, mais cela n'empêche pas qu'elles se complètent. Il s'agit de la *composante identitaire* – c'est-à-dire que le territoire détient des spécificités sur le plan spatial qui lui sont propres –, de la *composante matérielle* – laquelle est illustrée, entre autres, par des propriétés naturelles et physiques du territoire – et, de la *composante organisationnelle* – celle-ci décrit la structuration sur les plans social et institutionnel au sein du territoire.

Il nous paraît aussi important de souligner, à l'instar de Fomoa-Adenet et Rieutort (2008), que le territoire peut être conçu comme un espace soumis à des règles administratives et institutionnelles, et au sein duquel s'exerce un pouvoir ainsi que des activités socioéconomiques. Par ailleurs, à la suite de l'émergence du concept de développement durable (DD) dans les années 1980, le territoire est considéré comme le cadre fondamental pour l'application des politiques de DD (Lamara, 2009; Belhedi, 2016), notamment à la

suite des travaux d'Aydalot relatifs aux espaces innovateurs (Tabariés, 2005; Lamara, 2009). En fonction de l'évolution des théories de la planification (voir ci-dessous : planification interactive), le territoire est ensuite, de plus en plus considéré comme étant construit dans le temps suivant des décisions et des démarches communes. Dans ce cadre, il est le résultat d'un travail de coconstruction sociale (Belhedi, 2016; Clauzel *et al.*, 2018).

En ce qui a trait à la planification, elle est une des composantes du processus de gestion, les autres étant l'organisation, la direction, la mise en œuvre, et le contrôle. Elle s'établit suivant une vision prospective. Cette approche est très ancienne et s'appuie sur des éléments relevant de la philosophie de la science dans le cadre de sa mise en application; par exemple, la notion de « raison » est souvent mise en évidence afin de pouvoir mieux asseoir les actions à matérialiser (Proulx, 2008, 2014). Le 20^{ème} siècle, dès ses premières années, a été la période où la planification s'est imposée comme science de l'action. Ainsi, des éléments théoriques y étant relatifs ont été établis, ce qui amène à lui conférer le statut d'une discipline à part entière (Proulx, 2014). La planification est sollicitée dans divers domaines, tels que le secteur minier, le secteur agricole, le secteur de la construction incluant l'urbanisation, etc. Le recours à cette approche s'explique par son efficacité comme outil de gestion pratique face aux actions humaines (Proulx, 2014).

Par ailleurs, au regard des incidences des innovations socioéconomiques, culturelles, politiques et institutionnelles au niveau des territoires, la planification constitue un excellent instrument pouvant aider à effectuer une gestion plus ou moins saine des différents enjeux territoriaux (Proulx et Prémont, 2019). À ce propos, il nous paraît important d'introduire ici la notion de la planification dans sa dimension territoriale. Pour D'Aquino (2002), la planification territoriale implique de développer une vision future du territoire et à ce titre, relève particulièrement de la politique; elle permet aux gouvernements de répondre à certains aspects de nature socioéconomique inscrits aux politiques territoriales.

Dans un contexte de DD, elle constitue aussi un cadre de réflexion et de concertation entre les acteurs permettant d'aboutir à des initiatives novatrices relatives à l'amélioration des conditions socio-écologiques des territoires (Farinòs, 2009; André et Beuret, 2012). Elle est également le champ d'action de la gouvernance, laquelle est incontournable par rapport à un DD du territoire et bien sûr par l'entremise d'une implication concrète des différents acteurs (Farinòs, 2009; Belhedi, 2016). Ainsi, pour favoriser une bonne gouvernance territoriale, l'approche participative est essentielle, elle permet aux acteurs locaux de prendre part, entre autres, aux décisions d'ordre sociopolitique tout en ayant un certain contrôle sur le

système de gestion de la structure gouvernementale. Ceci contribue à la promotion et à l'amélioration des systèmes démocratiques (Farinòs, 2009).

Selon Proulx (2008), les démarches théoriques et pratiques de la planification territoriale sont organisées en quatre catégories sur la base de la synthèse des travaux de nombreux auteurs, dont Faludi (1973), Camhis (1979) et Campbell et Fainstein (2003). Il s'agit de la planification rationnelle globale (PRG), de la planification par petits pas éclatés (PPP), de la planification stratégique (PS) et de la planification interactive (PI). Cette catégorisation est largement admise et a été discutée depuis par plusieurs auteurs. Leurs caractéristiques sont présentées ci-dessous.

- (i) La PRG est une démarche à caractère global et procédural. Les transformations visées sont structurelles et les choix collectifs sont basés sur la connaissance des experts, dans une logique positiviste, déterministe et linéaire. Les échanges ont lieu essentiellement entre les experts et les décideurs (Waub, 2022). Par son application, plusieurs tâches peuvent être accomplies dans les territoires (p. ex. diagnostic territorial, définition des options et leur faisabilité, choix des meilleures options, etc.). Ses résultats sont souvent satisfaisants par rapport au nombre d'opérations qu'elle permet d'accomplir avec facilité (Proulx, 2008). Néanmoins, elle est moins performante face à une mise en œuvre de toutes ses phases opératoires qui s'avèrent longues et coûteuses, et qui par le fait même peuvent au fil du temps produire des écarts importants entre les intentions de départ et la réalité. Généralement, cela est occasionné par la lourdeur des mécanismes et par une limitation des moyens à laquelle font face les planificateurs. Par conséquent, sa mise en place est surtout encouragée à l'échelle régionale (Proulx, 2008, 2014; Guay, 2016). Selon Clerc *et al.* (2018), cette démarche n'expose pas de manière exhaustive une description du long terme – très faible connaissance du futur –, elle renseigne cependant sur les impacts possibles que peut entraîner un phénomène. La participation publique intervient, le cas échéant, aux dernières étapes du processus de planification et occupe essentiellement des fonctions de validation et recherche des conditions d'adhésion du public. Elle s'avère ainsi inadéquate pour harmoniser la multiplicité des intérêts divergents, voire conflictuels (Waub, 2022).
- (ii) La PPP, comme son nom l'indique, est une forme de planification qui se réalise de manière incrémentale, c'est-à-dire que le processus décisionnel afférent aux interventions plausibles

dans le territoire se fait suivant un ordre fractionné (Proulx, 2008). Au regard de cette caractéristique, les planificateurs tentent de remédier aux problèmes de mise en œuvre de la PRG. Il faut souligner que tous les autres types de planification, qu'ils soient PRG, PS, PI, visent une amélioration de la procédure « petit pas », à savoir de la rendre rationnelle (Proulx, 2008). En effet, en appliquant la PPP, les décisions sont prises au niveau du territoire en se basant sur des expériences et actions antérieures au lieu de privilégier de nouvelles actions établies (Proulx, 2008; Guay, 2016). Aussi, les objectifs ne sont pas clairement définis, l'emphase est mise sur les moyens. Cela ne facilite pas une projection dans le futur des situations souhaitées par des planificateurs. Cette approche est qualifiée de conservatrice puisqu'elle exclut l'innovation (Proulx, 2008; Guay, 2016).

- (iii) La PS a débuté au courant des années 1980, notamment par les gouvernements des pays du nord dans le but de répondre adéquatement à certaines difficultés liées aux évolutions technologiques, au système de gestion, etc. (Lemire *et al.*, 2000). Depuis son introduction, les entreprises, qu'elles soient, privées ou publiques, font usage de cet outil afin d'assurer la rationalité de leurs décisions (Lemire *et al.*, 2000). Selon Caron et Martel (2005), la PS correspond à une vision d'un futur désiré impliquant des experts et des membres de la collectivité. Elle est un préalable aux transformations envisagées pour le territoire, c'est-à-dire qu'elle se trouve en amont de toutes interventions relatives à l'aménagement du territoire. « Elle s'appuie sur la mise en place d'un cadre d'orientation nécessitant une démarche évaluative (ex-ante, et ex-post), et adaptative (boucles de rétroaction) s'appuyant sur la connaissance des experts » (Waub, 2022, p. 8). Ainsi, son cadre d'orientation requiert un ensemble de démarches en lien avec l'évaluation, la participation et l'adaptation. De leur côté, Diallo *et al.* (2019a) précisent que la PS intègre une participation variée à travers ses procédures, mais que celle-ci vise essentiellement à alimenter les connaissances des experts. Pour Crowley et Risse (2011), la PS joue un rôle prépondérant dans la matérialisation des politiques, et avant la conception des programmes et des projets. Elle permet leur mise en place ordonnée et efficace. Par ailleurs, face aux faiblesses constatées dans l'application des modèles de planification décrits plus haut, soit PRG et PPP, la PS est amenée en qualité de démarche rigoureuse dans l'orientation des stratégies territoriales (Proulx, 2008). Toutefois, malgré le caractère rationnel et englobant de cette forme de planification, elle n'est pas exempte de lacunes. Guay (2016) souligne certaines déficiences reliées à sa mise en œuvre,

telles que l'importance du nombre des actions, la phase de mobilisation est quasi absente, les parties prenantes sont faiblement impliquées, l'évaluation et l'organisation des impacts des décisions sont difficiles à établir en raison du caractère élevé des actions.

- (iv) La PI, aussi appelée planification participative ou planification concertée, est une approche qui est appliquée à la planification territoriale depuis le début des années 1970. Elle a été amenée par Friedman (Proulx, 2008). Elle se base sur la participation active des communautés et acteurs du territoire à toutes les phases du processus décisionnel en ce qui concerne la planification territoriale (Proulx, 2008). Selon Farinòs (2009), la participation favorise une amélioration des décisions prises et constitue le fondement des possibilités de développement territorial. Aussi, le caractère interactif de cette planification qui s'appuie sur une dynamique de dialogue, d'échange d'opinions et d'arguments, et de mise en évidence de logiques communes entre les acteurs, permet, en fin de compte, de combiner actions et connaissances (Proulx, 2008; German *et al.*, 2012; Waaub, 2022). La PI se démarque des autres formes de planification puisque les acteurs, grâce à leur formule de coconstruction, sont au cœur de la conception et de la mise en place des situations souhaitées pour le territoire (Raimond *et al.*, 2010; Guay, 2016; Waaub, 2022). D'une manière générale, l'application de cette approche est très intéressante, elle permet aux acteurs de s'approprier des actions définies, et tient compte des innovations (Guay, 2016). La PI est constitutive de la gestion intégrée et négociée du territoire, de l'environnement et des ressources (Waaub, 2022). Cependant, dans certains cas, son établissement pourrait conduire à des situations malencontreuses. Par exemple, la participation peut s'enliser dans des conflits au sein des communautés, ce qui peut entraîner des difficultés par rapport à la conduite des démarches de la planification (Atkinson, 1998; Farinòs, 2009). Il ne faut pas occulter les enjeux de pouvoirs et les sources de conflits et mettre en œuvre des mécanismes permettant de gérer des problèmes organisationnels et des conflits. Aussi, la qualité des résultats obtenus peut être critiquée en raison du caractère instable des processus de planification et de décision, ainsi que des aspects touchant la légitimité (Balducci et Calvaresi, 2005; Farinòs, 2009; Gélinau *et al.*, 2012). Cependant, quand elle est bien mise en œuvre, la PI participe à une meilleure adhésion du public et à une légitimité accrue des décisions, associée au relais que constitue la démocratie participative en complément de la démocratie représentative (les élus décideurs) (Waaub, 2022).

Il faut souligner qu'un point commun des théories de la planification est qu'elles sont toutes fondées sur l'idée que les décisions doivent être prises sur la base des connaissances. Une réflexion doit être portée à ce sujet sur la nature des connaissances prises en compte. La plupart du temps, les experts se limitent aux connaissances qui produisent des savoirs scientifiques. Cependant, l'ouverture du processus de planifications aux acteurs de la société, donne accès à des connaissances qui produisent d'autres types de savoirs qu'ils soient vernaculaires, contextualisés, ou encore traditionnels. Cette réflexion est au cœur de notre approche de recherche-action participative (voir sections 2.1.5 et 3.1.2.2).

Enfin, il existe une théorie de la planification qui est fondée sur l'établissement de rapports de force entre les acteurs. Partant du constat que les planificateurs servent les intérêts des groupes économiques, sociaux et politiques dominants, l'idée est de renverser le rapport de force, et que des planificateurs puissent se mettre au service des communautés les plus défavorisées. La planification justificative (en anglais « Advocacy planning ») s'appuie sur la mise en œuvre de processus de communication, de relations publiques et de mobilisation sociale où tous les coups sont permis, y compris au besoin la manipulation de l'information aux fins d'exercice du pouvoir (Waaub, 2022). La planification se construit dans la controverse sociale. Elle est critiquée sur son caractère scientifiquement acceptable et sur sa capacité effective à parvenir à des solutions acceptables et durables, l'enjeu étant d'imposer ses règles lors de l'exercice du pouvoir (Waaub, 2022).

Dans le cadre des objectifs poursuivis dans le contexte de cette thèse, il se révèle nécessaire d'aborder la démarche de planification environnementale (PE). Proulx (2008), dans ses efforts de catégorisation des procédures relatives à la planification territoriale, n'a pas discuté de la PE. Celle-ci est perçue comme une ramification de la planification territoriale susceptible d'être rattachée à la PS ou à la PI selon les rôles donnés aux experts et aux acteurs du territoire tels que définis ci-dessus (Proulx, 2008). La PE s'inscrit en effet comme une démarche stratégique qui permet la prise en compte de l'ensemble des enjeux reliés au territoire, et notamment ceux qui impliquent des relations existant au sein des systèmes naturels et des systèmes humains, et entre eux, lors de la détermination des orientations et des objectifs d'une collectivité par rapport à l'évolution de son territoire (Brotons, 2013).

La PE a commencé à être mise en application vers la fin des années 1960 et au début des années 1970 en vue de répondre à certains problèmes socio-écologiques (Andriamahefazafy, 2007). Elle se situe au centre des préoccupations actuelles du DD; en d'autres termes, elle constitue un instrument applicable aux

enjeux socio-écologiques dans un contexte de développement territorial durable (Brotons, 2013). Depuis le Sommet de la Terre en 1992, de nombreux pays ont largement mis en exergue cette forme de planification dans l'esprit de respecter les principes des conventions adoptées relatives, notamment à la gestion et à la protection des ressources de l'environnement (Dalal-Clayton, 1993; Andriamahefazafy, 2007; Nations Unies, 2019). Ainsi, la PE est notamment utilisée dans certains territoires, pour répondre aux problèmes de gestion et d'accessibilité aux ressources naturelles (Raimond *et al.*, 2010). Parfois, elle est même épaulée par l'approche participative.

2.1.4 Approche de la recherche-action participative

L'approche de la recherche-action (RA) est apparue dans le courant des années 1940 dans l'objectif de voir comment la science peut être humanisée tout en la mettant à contribution dans la recherche de solutions aux problèmes réels (Bourassa *et al.*, 2007; Tran, 2011), et aussi de favoriser la prise en compte des connaissances locales des communautés, autrefois exclues des processus de recherche scientifique (Cvitanovic *et al.*, 2019). Les sciences naturelles sont les disciplines où la RA a été utilisée en premier. Ainsi, quelques années plus tard la RA adopte une nouvelle approche méthodologique qui facilite son application par les sciences humaines (Bourassa *et al.*, 2007). Selon Roy et Prévost (2013), dans le cadre des recherches menées en sciences humaines, la notion de RA a été utilisée pour la première fois par les chercheurs John Collier (1945) et Kurt Lewin (1943, 1946) qui travaillaient sur l'amélioration des conditions de vie des communautés, notamment aux États-Unis.

La recherche-action participative (RAP) tire son origine dans la RA. Ces deux approches scientifiques présentent des cycles similaires, toutefois elles se sont différenciées par les éléments suivants (Gonzalez-Laporte, 2014) : (i) La position idéologique, c'est-à-dire dès le début de la procédure, les valeurs et les prémisses du chercheur devraient être exposées, ce qui n'est pas obligatoire dans le processus de la RA; et (ii) Le contrôle sur le processus de recherche. Dans le cas de la RA, les acteurs ont une faible emprise sur le processus de la recherche et leur participation peut être très partielle. En revanche, la RAP ne peut être réalisée sans une implication importante des acteurs dans le processus de recherche, et cela doit concerner toutes les phases de ce processus (Plante *et al.*, 2011; Gonzalez-Laporte, 2014; Livingston et Perkins, 2018; Kinnebrew *et al.*, 2023). Elle suppose une gestion commune (chercheurs et acteurs locaux) durant la conduite de la recherche. Elle est généralement initiée par le chercheur. Cependant, dans certains cas, elle est sollicitée par les acteurs sociaux visant l'amélioration d'une situation qui les affecte sur les plans socioéconomiques, socio-écologiques, etc. (Morrissette, 2013). De leur côté, Longtin *et al.*

(2010) précisait que la RAP n'est pas seulement un outil favorisant l'amélioration des conditions de vie des groupes sociaux, mais qu'elle a également pour objectif de conduire de manière collective à la création du savoir (Dedding *et al.*, 2021). La RAP est présentée par Lewin, pionnier de ladite approche, comme étant « une spirale d'étapes, chacune étant composée d'un cercle de planification, d'action et d'investigation portant sur le résultat de l'action » (figure 2.2) (Lewin, 1946, cité par Geman *et al.*, 2012, p. 17).

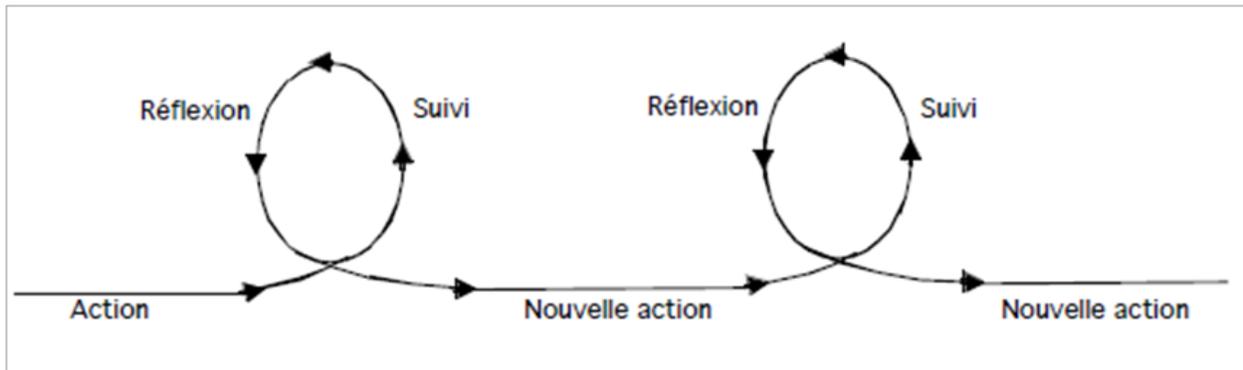


Figure 2.2. Cycles itératifs du processus de la recherche-action participative selon Lewin

Source : Lewin (1946), repris par German *et al.* (2012)

Selon Morrissette (2013), les approches de recherche visant la collaboration des acteurs sociaux dans la compréhension des problèmes, notamment à caractère social connaissent une augmentation depuis plusieurs décennies. Dans le contexte de cette thèse, nous nous intéressons à présenter celles qui ont une certaine similarité avec la RAP, dont la recherche-action collaborative (RAC) et la recherche partenariale.

La RAC est une forme de RA qui se distingue de celle participative par ses visées épistémiques ainsi que par ses démarches de mise en œuvre. Toutefois, par leur finalité, elles répondent aux mêmes objectifs, illustrés par la coproduction de connaissances, la création de savoirs, et la mise en place d'actions transformatrices (Morrissette, 2013; Audoux et Gilet, 2015). La RAC nécessite un milieu de pratique pour son application, et se réalise habituellement par la mise en scène de deux types de partenaires, à savoir : chercheurs professionnels et praticiens. Ces partenaires, suivant une approche axée sur l'analyse d'un élément relevant d'un domaine pratique, coconstruisent le savoir dans un contexte professionnel (Desgagné, 1998; Morrissette, 2013; Doucet et Dumais, 2015). Toutefois, dans un tel contexte, on peut assister à une situation où le praticien peut détenir, en même temps, plusieurs fonctions telles que praticien-chercheur, théoricien et acteur (Catroux, 2002).

Pour ce qui est de la recherche partenariale, ses caractéristiques sont à peu près pareilles à celles de la RAC et de la RAP. D'ailleurs, par sa désignation, elle est souvent confondue à ces dernières (Dumais, 2011). Elle vise la coconstruction de savoirs à travers une relation partenariale entre chercheurs et acteurs face à un problème précis (Audoux et Gilet, 2011). Elle implique une forte coopération entre les partenaires dans le cadre de son application, et privilégie de nos jours le cadre universitaire (Fortin *et al.*, 2017). Elle se démarque des autres approches de RA par sa logique de durabilité qu'elle entretient dans ses démarches sociales de construction et d'échange (Levesque, 2001; Audoux et Gilet, 2011).

En effet, comparativement aux autres approches collaboratives, la RAP a la particularité de favoriser une collaboration plus intense et de poursuivre des objectifs d'action de transformation un peu plus clairs (Camden et Poncet, 2014). En termes d'application, elle permet l'obtention de résultats fructueux vu que les acteurs sont fortement impliqués dans la recherche de solutions aux problèmes confrontés (Roy et Prévost, 2013; Chouinard *et al.*, 2015); sachant que dans la même veine, elle contribue à éliminer le clivage qui pourrait exister entre les chercheurs et les participants impliqués dans le processus de la recherche (Doucet *et al.*, 2022). La RAP, comme expliqué plus haut, est un processus de réflexion sur la résolution de problèmes conduit par deux catégories de partenaires entretenant une relation égalitaire, à savoir les experts et les membres de la communauté, dans le but d'une amélioration des démarches adoptées pour aborder et résoudre dans l'action les problèmes auxquels ils font face et faisant l'objet de la recherche. Elle est une approche globale contribuant à la résolution de problèmes engendrés entre autres par des systèmes sociaux injustes en vue d'une transformation sociale à partir de l'éducation et la coproduction de nouvelles connaissances ainsi que de nouveaux de savoirs (German *et al.*, 2012; Roy et Prévost, 2013; Gonzalez-Laporte, 2014; Raza, 2018; Cornish *et al.*, 2023). Elle associe les acteurs (chercheurs, parties prenantes de la communauté, etc.) depuis la définition des objectifs de la recherche jusqu'à l'interprétation des données ainsi que la formulation des indicateurs de suivi et d'évaluation, par opposition à la RA où les démarches de la recherche sont préétablies à l'avance par le chercheur (Maiter *et al.*, 2008; Méndez *et al.*, 2017; Plante *et al.*, 2018; Corrado *et al.*, 2020; Kinnebrew *et al.*, 2023). Elle est une approche rigoureuse qui s'exerce selon les fondements scientifiques des démarches qualitatives et des sciences sociales (Plante *et al.*, 2018). Elle est aussi une approche permettant, dans le cadre de la résolution des problèmes communs, de rétablir la cohésion au sein des communautés, c'est-à-dire qu'elle favorise, suivant une vision partagée, des rapprochements non seulement entre les groupements sociaux entre eux, mais aussi avec les autorités locales (International Alert et PNUD, 2015; Cronkleton *et al.*, 2021). Cette approche s'intéresse à la coconstruction de solutions aux problèmes auxquels sont soumises les

communautés locales ainsi que leur mise en application (Canlas et Karpudewan, 2020). Cela se réalise à travers des séances de discussions regroupant différents acteurs (Dicko *et al.*, 2020; Vaughn et Jacquez, 2020; Cornish *et al.*, 2023). Ainsi, ces discussions donnent des orientations en ce qui concerne les prochaines étapes à franchir (p. ex. observation, collecte de données, révision du plan, suivi et évaluation, etc.) (German *et al.*, 2012; Roy et Prévost, 2013).

À l'instar des autres types de RA, la RAP se démarque des processus de la recherche classique en ce qu'elle ne vise pas à vérifier, en fin de compte, des hypothèses. Dans le cadre de sa mise en œuvre, les chercheurs sont soumis à un processus d'apprentissage en temps réel auprès de leurs collaborateurs qui sont eux-mêmes des apprenants afin de coconstruire dans la pratique la connaissance et d'établir des actions d'intervention (Roy et Prévost, 2013; Audoux et Gilet, 2015; Doucet et Dumais, 2015; Guy *et al.*, 2020; Speedlin *et al.*, 2021). Aussi, les actions d'intervention qui en résultent sont organisées par les chercheurs pour une meilleure mise en application (Doucet et Dumais, 2015). L'un des grands avantages de la RAP est sa flexibilité. Il n'existe pas de formule spécifique pour sa mise en œuvre. Elle offre la possibilité d'être créatif en développant des méthodes originales face à une problématique, conduisant à une amélioration de la qualité de la recherche. Elle détient un caractère innovateur dans ses procédures sociales de transformation (Catroux, 2002; Fahberg, 2023). De leur côté, Roy et Prévost (2013) précisent que les démarches méthodologiques de la RAP ne peuvent pas être préétablies, car elles sont fonction de l'orientation qu'empruntent les échanges et les apprentissages suscités par l'action. Enfin, selon Eelderink *et al.* (2020), la RAP est une approche très adaptée face à l'opérationnalisation de la réflexion sur les systèmes socio-écologiques (SSE), lesquels sont fondamentaux dans le cadre de notre recherche.

Néanmoins, en dépit des avantages des approches de RA et de RAP, elles sont souvent critiquées en ce qui concerne la qualité des recherches qui en découlent (Reason, 2006; Canlas et Karpudewan, 2020). Un manque de rigueur est signalé dans le cadre de la conduite de ces recherches – constat de faiblesses méthodologiques dans certaines études de RAP publiées (Canlas et Karpudewan, 2020). Les cadres épistémologique et méthodologique de ces approches sont souvent controversés, et ce, malgré les efforts déployés, ces dernières décennies, en matière d'éclairages sur la façon rigoureuse de mener les recherches qualitatives (Reason, 2006; Cajiaba et Avenier, 2013). En revanche, une mise au point a été faite concernant l'application des approches de recherche-action dans la vie courante. Il a été précisé que ces approches sont généralement expérimentées dans des situations où les autres méthodes sont peu efficaces, par exemple dans le cas où les systèmes sociaux détiennent un caractère complexe et transversal

(Liu, 1992; Blangy *et al.*, 2018). À ce titre, hormis les points positifs précédemment mentionnés, l'approche RAP se situe au centre de la recherche sur le bassin versant de la rivière Mulet, laquelle met en relief les relations entre les composantes sociales et écologiques (SSE) pour une meilleure compréhension de la situation, et de tels systèmes sont caractérisés par des liens très complexes (Diallo *et al.*, 2014; Bezrukova *et al.*, 2020).

2.1.5 Approche basée sur les savoirs traditionnels et locaux

Les approches scientifiques contemporaines relatives à la protection de l'environnement présentent certaines limitations en ce qui concerne leur contribution technique. En ce sens, depuis le début des années 1980, elles sont soumises à des processus de réévaluation et alimentées par de nouvelles démarches (Roberge, 2018; Torrents-Ticó *et al.*, 2021; Ankrah *et al.*, 2022). En effet, l'association des savoirs traditionnels et locaux aux techniques scientifiques conventionnelles constitue une solution pertinente face à ces limites. En conséquence, ces savoirs sont mis en évidence par de nombreux chercheurs dans le cadre de leurs études afférentes à la sauvegarde de l'environnement, et ce, depuis environ une quarantaine d'années (Roberge, 2018; Deslorges, 2021). La notion de « savoirs locaux » intègre une branche de l'anthropologie et a vu le jour au milieu du vingtième siècle à la suite des travaux de nombreux chercheurs passionnés par les sciences naturelles et sociales (Roué, 2012; Roberge, 2018). Cependant, bien avant leur reconnaissance officielle, ces savoirs ont été développés depuis de nombreux millénaires par des communautés aux fins, entre autres, d'exploitation des ressources animales et végétales de leur milieu (Roué, 2012). Ils sont décrits comme étant des pratiques/connaissances qui sont transmises de manière verbale entre les générations durant des siècles (UNESCO, 2021; Matti et Ögmundardóttir, 2021). Ces acquis sont multiples, c'est-à-dire qu'ils peuvent concerner plusieurs aspects, dont les histoires, les croyances, la langue, les systèmes de production et de conservation, etc. Les domaines tels que l'agriculture et la santé sont les plus concernés, dans certains territoires, par cette culture traditionnelle (CDB, 2007; UNESCO, 2021).

L'appellation assignée aux valeurs culturelles identifiant les populations locales est controversée au sein de la littérature, certains auteurs voulant faire ressortir la nature intrinsèque ainsi que l'ancienneté de ces savoirs, d'autres soulignant leurs caractéristiques englobantes en faisant usage du concept de savoirs locaux. Selon Hountondji (1994), l'utilisation du terme de « savoirs endogènes » est mieux adaptée pour décrire les connaissances qui sont propres à une communauté. Dans le même contexte, il a précisé que les savoirs endogènes correspondent aux valeurs culturelles et internes d'une société, illustrées par ses

savoir-faire et ses croyances, contrairement aux savoirs exogènes qualifiés d'externes, c'est-à-dire provenant d'un système de valeur d'un autre territoire ou d'une autre région. De son côté, Tourneux (2019) préfère utiliser le concept de « savoirs locaux » qu'il considère comme un qualificatif usuel des savoirs traditionnels ou endogènes. Il pense que le terme local renvoie à un endroit précis. Par conséquent, il définit les savoirs locaux de la manière suivante : « les connaissances dont disposent des groupes humains localisés, indépendamment d'apports extérieurs en cours » (Tourneux, 2019, p. 5). Pour Roué (2012), le terme de savoirs locaux était déjà plutôt vu comme une notion à caractère neutre intégrant toutes les dénominations attribuées à ces savoirs, par exemple : traditionnels, endogènes, autochtones, écologiques, indigènes, quotidiens, populaires, informels, vernaculaires, etc.

À l'instar des notions telles que le développement durable (DD) et la recherche participative – termes à la mode depuis plusieurs décennies –, les savoirs traditionnels et locaux occupent une place importante en ce qui concerne les questions relatives à l'environnement et au développement, et donc se retrouvent au cœur des préoccupations internationales (Agrawal, 2002; Roué, 2012; Saint-Fleur *et al.*, 2022). Pour preuve, certaines activités à caractère international ont accordé une attention remarquable à la contribution de ces savoirs face à la préservation de l'environnement ainsi que l'adaptation aux changements climatiques (CC); citons, entre autres, les principales initiatives suivantes (Agrawal, 2002; UNESCO, 2017) : i) Le Sommet de la Terre (1992) à travers, notamment la convention sur la diversité biologique où les articles 8 et 10 encouragent la préservation et la mise en valeur des savoirs locaux pour la conservation et l'exploitation durable de la biodiversité; ii) La conférence mondiale sur la science (1999) qui soutenait la préservation des savoirs traditionnels et locaux étant donné leurs apports à la science et à la technologie; iii) Le programme de l'UNESCO sur les systèmes de savoirs locaux (2002) qui visait, entre autres, la promotion du transfert des savoirs traditionnels au sein des communautés locales ainsi que leur protection grâce à l'établissement d'outils normatifs perspicaces; iv) Le cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts international sur l'évolution du climat (2014) ainsi que l'Accord de Paris (2015) en son article 7,5 qui faisaient référence au rôle que peuvent jouer les savoirs locaux des communautés dans l'amélioration de l'efficacité de l'adaptation.

Par ailleurs, malgré leur fonction par rapport à l'augmentation des rendements des cultures, les techniques agricoles modernes contribuent à la dégradation significative des ressources en sol et en eau. Dans ce contexte, le recours aux savoirs traditionnels des communautés agricoles locales se révèle essentiel, car ces savoirs jouent un rôle fondamental par rapport à l'équilibre des écosystèmes naturels et à

l'amélioration de la sécurité alimentaire (CDB, 2010). Par conséquent, cela favorise une augmentation de la capacité d'adaptation des communautés face aux CC (FIDA, 2016), tout en garantissant leurs moyens de subsistance (UNESCO, 2017). Les communautés locales, par le biais de leurs savoirs, remplissent des fonctions indispensables dans la gestion des ressources naturelles de leur territoire; elles disposent de leurs propres techniques de conservation et de restauration des ressources de l'environnement (UNESCO, 2008). Aussi, leurs savoirs permettent d'avoir des informations pertinentes sur les composantes environnementales et sociales du milieu, ainsi que sur les relations qu'elles entretiennent (FIDA, 2016). Ces informations et instructions alimentent les techniques scientifiques conventionnelles, ce qui offre une vision élargie dans la compréhension de l'environnement (FIDA, 2016; Torrents-Ticó *et al.*, 2021). En effet, les savoirs locaux sont nécessaires à la diversité culturelle et représentent le socle d'un développement durable adapté localement (IFDD, 2022). D'une manière générale, les savoirs locaux sont, de nos jours, perçus comme un moyen efficace pour s'attaquer aux enjeux locaux en ce qui a trait à la gestion durable des ressources naturelles au sein des communautés (Nugroho *et al.*, 2018). Leur intégration dans les recherches scientifiques est considérée importante, car cela permet non seulement aux chercheurs d'étendre les champs de connaissances pour une meilleure appréciation de la situation, mais constitue aussi une manière d'assurer la pérennisation des connaissances et pratiques locales qui sont aujourd'hui soumises à des processus de modification et tendent à disparaître (Heck et Godrie, 2020; Torrents-Ticó *et al.*, 2021).

Pinton et Grenand (2007) indiquent que les savoirs découlant des traditions détiennent des caractéristiques généralement différentes de ceux qui peuvent faire l'objet d'une gestion environnementale. En effet, les savoirs généralement mobilisés dans le cadre d'une démarche de gestion environnementale pourraient entraîner, en partie, une modification des pratiques des communautés ou une restriction de leur application étant donné que le choix et la validation de ces savoirs sont effectués, dans la majorité des cas, par des partenaires externes. Dans la même veine, Pinton et Grenand (2007) ont par ailleurs souligné que les savoirs traditionnels et locaux étaient, à l'époque, en train de faire face à un processus de déclin. Depuis plusieurs années, ils connaissent une dépréciation qui était expliquée par la mise en valeur des techniques modernes. De plus, leur mode de transfert n'est pas assuré, car les nouvelles générations éduquées ne sont pas intéressées à l'acquisition de ces valeurs culturelles qui les identifient (Pinton et Grenand, 2007; IFDD, 2022). Malgré cela, ces savoirs sont aujourd'hui privilégiés dans différents domaines de recherche dans le but de contribuer à leur préservation et à leur valorisation dans une perspective de DD (Heck et Godrie, 2020; IFDD, 2022). Par ailleurs, au cours de ces dernières décennies,

une promotion des savoirs locaux dans les projets de développement est effectuée dans l'esprit de favoriser la pleine réussite desdits projets (Heck et Godrie, 2020). En revanche, certains auteurs sont un peu sceptiques par rapport à l'importance des savoirs locaux dans les projets de développement. Ils pensent que, au cas où certains de ces savoirs ne seraient pas mis en évidence, cela pourrait constituer une forme de discrimination à leur égard (Agrawal, 2002; Rondeau, 2016).

En outre, l'intégration des savoirs locaux dans les recherches scientifiques se fait suivant une démarche qui vise à donner de la place aux apports des communautés concernées. Il s'agit, comme pour les anthropologues, de mettre à l'écart les aspects relatifs à nos perceptions et valeurs dans le but de mieux appréhender une situation. Cela constitue une manière d'ouvrir la voie à d'autres savoirs (Heck et Godrie, 2020; Merten *et al.*, 2020). De même que l'approche de recherche-action participative, les communautés porteuses de savoirs locaux s'impliquent dans toutes les phases du processus de la recherche. Elles sont des partenaires et cochercheurs incontournables de la recherche (Heck et Godrie, 2020).

En Haïti, les savoirs locaux et ancestraux sont le fruit de la confrontation de diverses civilisations (Merceron, 2011). Ainsi, en se référant à l'histoire relative à l'identité du peuple haïtien, on peut identifier que celle-ci relève de plusieurs origines : « une africaine [(tribus diversifiées)], une provenant des peuples autochtones des Amériques (les Tayinos, les Arawaks, les Caraïbes ...) et une européenne [dans une certaine mesure] [...] » (Merceron et Yelkouni, 2012, p. 44). Cette diversité identitaire dont découlent les traditions culturelles haïtiennes fait que celles-ci sont très riches et détiennent des caractéristiques tout à fait particulières. Au vu de cette richesse, les pratiques traditionnelles locales devraient être valorisées dans le contexte de gestion efficace de l'environnement (Merceron et Yelkouni, 2012). Prenons le cas de la médecine traditionnelle; celle-ci est bénéfique à la fois sur les plans médical, environnemental et social. Le fait de protéger des herbacées, des arbustes et des arbres médicinaux – sources de médicaments naturels pour réaliser des guérisons – contribue parallèlement à la conservation du patrimoine écologique (Damus, 2020; Mézié et Damus, 2021). Ainsi, une telle mise en valeur de pratiques professionnelles naturelles concourt à la pérennisation des savoirs locaux au sein des communautés (Merceron, 2011; Damus, 2020). Par ailleurs, dans le contexte haïtien, la confrontation des connaissances locales ou vernaculaires avec celles scientifiques constitue une excellente voie pour parvenir à la gestion conservatoire des ressources en sol et en eau (Saffache, 2001). En effet, les communautés locales ont une très bonne connaissance de leur milieu (Saffache, 2001; Delerue, 2010, 2014), laquelle contribue à soutenir les procédures scientifiques modernes en lien avec la gestion de l'environnement.

Si l'importance des connaissances locales au sens de Roué (2012) et des savoirs qui en résultent est reconnue, c'est plus l'utilisation qui en est faite qui fait l'objet d'une grande variété de positionnement. Les auteurs cités ci-dessus utilisent ainsi plusieurs approches de relation avec les connaissances et savoirs scientifiques, telles que : l'association qui peut se concevoir comme un cumul des savoirs et qui par le fait même est peu utile sur le plan opérationnel; la valorisation qui implique la recherche d'un équilibre entre les types de savoirs; l'intégration, implicitement à la pensée scientifique dominante, par la validation de leur contribution, et de leur apport d'informations; ou la confrontation qui implique des débats et des rapports de pouvoir. Dans tous les cas, il est important de déterminer si les choix et les modes de validation sont effectués par des personnes externes aux communautés ou en faisant partie.

2.1.6 Approche d'aide multicritère à la décision et gestion des bassins versants

Le début des années 1970 représente la période où la littérature en matière d'aide multicritère à la décision (AMCD) a pris un essor considérable. Cette croissance est en quelque peu expliquée par la contribution avérée d'une démarche faisant intervenir plusieurs critères pour aider à la décision (Bouyssou, 1993). Ainsi, les méthodes multicritères permettent de répondre à certaines limites des approches monocritères; par exemple, elles peuvent intégrer différentes visions des acteurs tout en améliorant la transparence du processus décisionnel, par opposition aux modèles monocritères (Bouyssou, 1993; Guay, 2016). Selon David et Damart (2011), les fondements scientifiques de cette approche résultent des travaux de Bernard Roy, lesquels se basaient, entre autres, sur des éléments liés à la rationalité unique, à l'optimisation des décisions, etc.

Depuis plusieurs décennies, les approches d'aide multicritère à la décision sont appliquées dans le domaine de l'environnement afin d'aborder certains problèmes reliés, notamment à la gestion durable des ressources naturelles du milieu. Leur application dans ce domaine est surtout motivée par les caractéristiques socio-écologiques complexes dont la prise de décision doit tenir compte (Martin et Legret, 2005). Leurs contributions sont multiples; elles permettent de résoudre des problèmes complexes tout en facilitant la transparence; elles offrent la possibilité de prendre en considération les systèmes de valeurs des parties prenantes; elles représentent, dans un contexte multi-acteurs, un excellent instrument en ce qui concerne la délibération, la concertation, et la négociation (Aenishaenslin *et al.*, 2019). Mbunga et Mayekela (2017) abondaient dans le même sens pour expliquer comment elles ont la capacité, suivant le problème défini, de favoriser la combinaison de plusieurs jeux de données qui peuvent être à la fois qualitatifs et quantitatifs en vue de faciliter une prise de décision, laquelle se base sur des actions ou des

alternatives établies de manière participative. De leur côté, Martin et Legret (2005) précisait que, par leur capacité à intégrer les connaissances ainsi que les préoccupations des différents acteurs impliqués, elles contribuent à une gestion de conflits et garantissent la légitimité. Pour Taibi et Waaub (2015), dans le cadre de leur application à des problèmes complexes tels que ceux de la planification territoriale, le décideur détient des éléments qui lui sont nécessaires afin de pouvoir avancer vers le dégagement des pistes de solutions par rapport à un problème décisionnel donné impliquant de nombreuses préoccupations à caractères habituellement opposés, voire conflictuels. Dans ce sens, il n'est la plupart du temps pas possible de progresser vers la recherche d'une option parfaite au sens qu'il n'existe habituellement pas d'options qui domineraient toutes les autres sur tous les critères. Il est donc préférable de coconstruire des décisions basées sur de meilleurs compromis relevant de différentes visions des acteurs.

Toutefois, ces approches ne sont pas parfaites, elles présentent certaines limitations pouvant avoir des incidences dans le cadre de leur utilisation, lesquelles sont ci-après exposées (Taibi et Waaub, 2015; Aenishaenslin *et al.*, 2019). La conduite du processus nécessite le consentement des acteurs par rapport aux objectifs général et spécifiques de l'intervention, il s'agit d'un préalable essentiel à la mise en œuvre de l'analyse. Des lourdeurs sont constatées dans les mécanismes relatifs à la définition des options, des critères d'évaluation, et à la pondération des critères. Dans certains cas, l'insuffisance d'informations peut constituer un obstacle à la progression du processus. Dans le cadre de l'analyse, les facteurs temps et coûts peuvent représenter une limitation pour les décideurs. Aussi, ces approches réclament un niveau de technicité dans la manipulation des logiciels ainsi qu'une bonne connaissance des fonctions mathématiques d'agrégation afin d'éviter la production de résultats biaisés. Et enfin, elles sont critiquées pour leur caractère plus ou moins subjectif relatif au mode d'assignation des poids aux critères par les acteurs.

Par ailleurs, les procédures d'aide multicritère à la décision sont organisées en trois grandes étapes décrites ci-dessous et détaillées selon le cas des méthodes PROMETHEE et GAIA (Brans et Mareschal, 1994; Taibi et Waaub, 2015; Guay, 2016; Aenishaenslin *et al.*, 2019; Hongoh *et al.*, 2021).

- (i) *Phase de définition et de structuration du problème.* À ce stade, le problème est défini, le décideur est identifié, le système d'acteurs est établi, les actions et les enjeux sont déterminés. L'identification du décideur et celle des acteurs qui participent au processus décisionnel sont,

d'une importance capitale en raison de leur rôle à jouer par rapport au problème soulevé, à l'évaluation des actions potentielles, et aux enjeux pris en compte. L'identification de ces derniers est réalisée suivant un exercice d'interaction impliquant le décideur et les acteurs. Il existe plusieurs typologies permettant de définir le système d'acteurs. À l'instar de Samoura (2011); Vazquez *et al.* (2013); Guay (2016); Côté *et al.* (2017); Aenishaenslin *et al.* (2019); Diallo *et al.* (2019a, 2019b); Guay et Waaub (2019), nous adoptons la typologie de Prades *et al.* (1998), qui décline le système d'acteurs en quatre groupes selon leur source de légitimité : le secteur public (pouvoir élu : représentants élus ou de l'administration publique), le secteur privé (pouvoir économique : investisseurs et organismes privés, organisations commerciales, etc.), la société civile (pouvoir citoyen : OBNL, ONG, groupes d'intérêt, syndicats, etc.), les experts (pouvoir relié aux connaissances : ordres professionnels, spécialistes indépendants, universitaires, chercheurs, etc.). Il est à noter qu'il y a aussi des experts au service des trois autres catégories. À cela, s'ajoute le grand public qui est invité à s'exprimer notamment lors de mécanismes participatifs et consultatifs. Lors de la recherche active des acteurs, cela permet d'assurer une bonne représentativité sociétale et d'assurer que la diversité des enjeux soit prise en compte. En ce qui concerne l'identification des actions, elle vise l'établissement des actions plausibles assujetties, tout au long du processus, à des mécanismes d'évaluation et de révisions. Selon les domaines d'application, les actions sont aussi appelées scénarios, interventions, alternatives, options, etc. Pour ce qui est des enjeux, ils dénotent ce que l'on peut perdre ou gagner. Le processus d'identification des enjeux implique des interactions avec les acteurs qui expriment des préoccupations, des besoins, des enjeux, lesquels sont formulés en termes d'enjeux et structurés sous forme de critères d'évaluation des actions par les spécialistes en aide à la décision qui les proposent et les révisent de manière itérative. Les critères « doivent répondre à des exigences d'exhaustivité, de cohésion et de non-redondance » (Taibi et Waaub, 2015, p. 6).

- (ii) *Phase d'analyse.* À cette étape, les critères formulés permettent de procéder à l'évaluation des actions admissibles préalablement établies. Ce faisant, des indicateurs de mesure de la performance de chaque critère par rapport à chaque action sont définis. Un important travail d'évaluation de toutes les actions pour tous les indicateurs de mesure est effectué. Des méthodologies sectorielles peuvent être utilisées, notamment pouvant impliquer des analyses quantitatives, spatiales ou non, et des analyses qualitatives. La modélisation des préférences

des acteurs implique la construction des fonctions de préférence (information intra-critères : évaluation des différences de performance des actions; seuils d'indifférence et de préférence stricte). Des poids sont attribués à chacun des critères, selon les systèmes de valeurs des acteurs (information inter-critères : importance relative des critères pour chaque acteur). Cette phase aboutit à un tableau des performances par acteur. Deux approches sont possibles. La première consiste à tout mettre en œuvre pour aboutir à un tableau des performances qui soit coconstruit à partir de discussions aboutissant à des actions, critères et indicateurs communs et partagés. Les seuls paramètres qui sont particuliers à chaque acteur, sont alors les fonctions de préférence et les poids. Si des désaccords persistent ponctuellement, il est entendu qu'ils pourront être analysés à partir des analyses de sensibilité et de robustesse. La seconde consiste à permettre à chaque acteur d'avoir des actions, critères, indicateurs, fonctions de préférence et poids qui lui sont propres. Cette approche est recommandée quand les conflits et les désaccords sont profonds et que les acteurs éprouvent des difficultés à communiquer entre eux.

- (iii) *Phase d'agrégation.* Elle contribue à dégager, sur la base du tableau des performances résultant des phases préalables du processus, des informations permettant d'aborder les difficultés face à la décision. Cette étape donne lieu à des discussions, des négociations et des délibérations entre les acteurs. Les résultats générés peuvent être de types descriptif (p. ex. analyse visuelle à l'aide des plans GAIA) et normatif (p. ex. classement des actions par acteur et pour le groupe). Ceux-ci permettent de progresser vers la construction d'une solution. Aussi, à cette phase, des analyses de sensibilité et de robustesse peuvent être réalisées par les acteurs en agissant sur certains constituants du modèle – modification des poids en fonction des préoccupations des acteurs – pouvant affecter les résultats. Cela se révèle essentiel en ce qui concerne l'élaboration d'une solution robuste de meilleur compromis.

Le processus d'AMCD se décline en plusieurs étapes qui sont illustrées dans la figure 2.3.

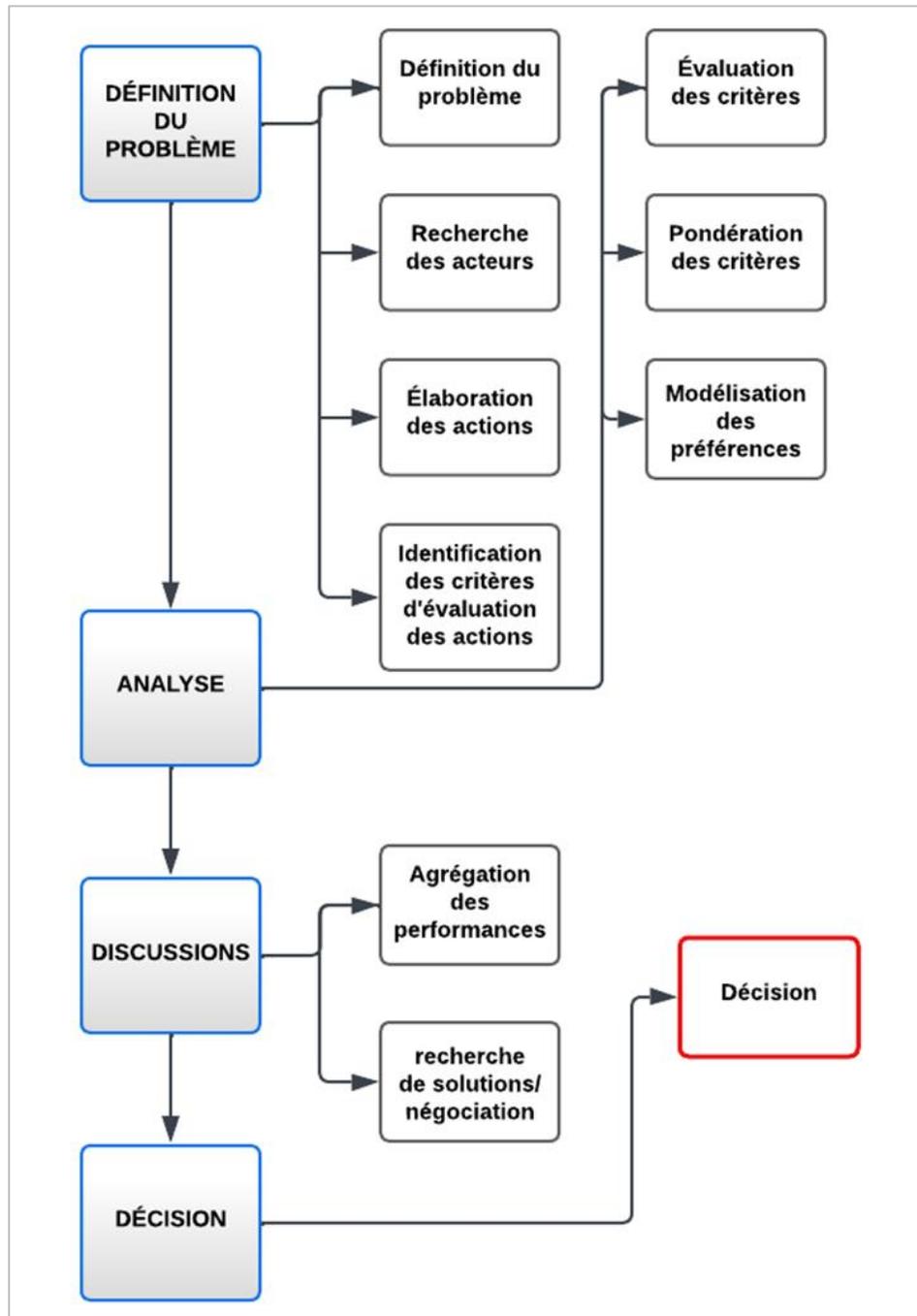


Figure 2.3. Processus d'aide multicritère à la décision

Source : adapté de Aenishaenslin *et al.* (2019)

Dans le cadre de cette thèse, une approche d'aide multicritère à la décision est mise à profit étant donné la complexité du problème, ainsi que la diversité des acteurs impliqués pour la coconstruction des mesures d'intervention afférentes à la gestion des ressources naturelles du bassin versant de la rivière Mulet à Roche-à-Bateau. Nous pensons que cette approche, par ses différents avantages (capacité à répondre aux

problèmes complexes et à intégrer à la fois plusieurs éléments, etc.), permet de proposer des paniers de mesures de conservation et de restauration pertinents pour le bassin versant. Ce faisant, elle est épaulée par d'autres approches, dont la planification environnementale et les procédures axées sur les savoirs traditionnels et locaux. Par ailleurs, le logiciel Visual PROMETHEE qui est basé sur les méthodes PROMETHEE et GAIA, est utilisé en raison de sa facilité d'utilisation, de sa capacité à associer des informations à caractère qualitatif et quantitatif, et de son algorithme d'agrégation basé sur la relation de surclassement (Taibi et Waaub, 2015; Dillo *et al.*, 2019a).

2.1.7 Positionnement de la thèse

Cette thèse constitue une contribution théorique et méthodologique par rapport à la lutte contre la dégradation des ressources naturelles dans un contexte de changements climatiques au sein des bassins versants haïtiens. Elle se base fondamentalement sur l'approche de la recherche-action participative dans un cadre de systèmes socio-écologiques. D'une manière particulière, elle s'intéresse à la définition des mesures de conservation et de restauration des ressources naturelles dans le bassin versant de la rivière Mulet afin de renforcer la résilience et la capacité d'adaptation des populations aux impacts potentiels des changements et de la variabilité climatiques. Elle contribue à un transfert de connaissances et au renforcement des capacités humaines et institutionnelles. Aussi, elle vise à fournir aux décideurs et aux acteurs locaux des instruments leur permettant de mieux aborder la problématique de détérioration des ressources naturelles dans les limites des bassins versants. Enfin l'approche de recherche adoptée dans le cadre de cette thèse pourrait être répliquée dans d'autres bassins versants du pays. Néanmoins, elle devrait être adaptée aux réalités du milieu dans lequel elle serait appliquée. La généralisation de cette étude de cas est légitime si les territoires d'application partagent des caractéristiques essentielles avec celles du bassin versant de la rivière Mulet.

2.2 Revue des concepts

L'interprétation des concepts effectuée dans la thèse est liée aux objectifs et au positionnement théorique de la recherche. Soulignons que les trois derniers concepts établis relatifs à la vulnérabilité, à la résilience et à l'adaptation sont des concepts opératoires associés aux changements climatiques et à la résilience socio-écologique, termes relevant également des objectifs de la recherche.

2.2.1 Recherche-action participative

Le concept de la recherche-action participative (RAP), comme indiqué plus haut (voir section 2.1.3), est dérivé de la recherche-action (RA) (Gonzalez-Laporte, 2014). Cette dernière a émergé au courant des années 1940 et a été mise en application, à ses débuts, dans le domaine des sciences naturelles. Puis, au cours des années suivantes, elle a été transformée graduellement en une approche mixte et qualitative, utilisée dans le domaine des sciences humaines (Reason et Bradbury, 2001; Noffke, 2002; Bourassa *et al.*, 2007). Les pionniers de cette approche (RA) sont John Collier (1945) et Kurt Lewin (1943, 1946), lesquels s'intéressaient à trouver des éléments de réponse tout en produisant des savoirs par rapport à des problématiques concrètes, notamment à caractère social en impliquant les groupes concernés (Tran, 2011; Roy et Prévost, 2013; Morrissette, 2013). Malgré l'utilisation de la RA dans les sciences sociales et humaines depuis plusieurs décennies, son caractère participatif n'a pas été clairement défini au début de son application (Coenen, 2001).

Le concept de la RAP existe depuis de nombreuses décennies (Camden et Poncet, 2014). Son origine est un peu floue et fait l'objet de nombreuses interprétations (Kindon *et al.*, 2007; Tolsdorf et Markic, 2018). Selon Gélinau (2007), l'approche de la RAP est apparue dans les années 1960. Elle a été introduite par des chercheurs du sud en réaction aux constats concernant la manière dont les savoirs scientifiques sont produits et utilisés par les élites intellectuelles. De leur côté, Camden et Poncet (2014) indiquent que la toute première promotion de cette approche de recherche a été initiée en 1939 par Lewin (Lewin, 1946) et développée par Freire (Freire, 1971, 1972). Pour Coenen (2001), Paulo Freire est considéré comme le père de la RAP à cause de son rôle dans la mise en évidence de la recherche-action participative et émancipatrice dans le cadre de ses programmes d'alphabétisation exécutés dans de nombreux pays à travers le monde, ce qui lui a permis d'avoir une renommée internationale. Celui-ci précise que la RAP favorise un apprentissage pour le chercheur et les acteurs tout en associant les aspects afférents aux théories et pratiques, ainsi qu'aux visions et actions. Aussi, les acteurs sont incontournables dans la conduite de la recherche, leurs savoirs et leur implication concourent à la réussite de la recherche. Dans le même contexte, il stipule que le chercheur et les acteurs doivent entretenir, sur la base d'une confiance réciproque, une relation égalitaire en vue de la mise en place d'un dialogue où les savoirs de chacun des partenaires (chercheur, acteurs) détiennent la même valeur (Freire, 1971, 1972; Coenen, 2001).

La RAP inclut les principes de la RA et de la recherche participative (Camden et Poncet, 2014), et est décrite comme un concept à caractère parapluie, c'est-à-dire qu'elle intègre de nombreuses pratiques de

recherche (Gélineau *et al.*, 2012). Par ce caractère, elle est utilisée dans des contextes variés comme approche de recherche en vue de la coconstruction de connaissances et l'élaboration de solutions (Gélineau *et al.*, 2012; Gonzalez-Laporte, 2014; Plante *et al.*, 2018). La RAP est définie comme étant une approche itérative visant l'implication de plusieurs acteurs dans une démarche collective de réflexion, d'échange et d'apprentissage sur une situation qui pose problème afin d'aboutir à des solutions de transformation (International Alert et PNUD, 2015; Fortin *et al.*, 2017; Plante *et al.*, 2018; Udvarhelyi, 2020). Ainsi, la mise en application d'une telle approche permet la construction d'une analyse partagée tout en améliorant les connaissances scientifiques ainsi que le capital social des groupes engagés (International Alert et PNUD, 2015; Meyer *et al.*, 2018). Selon Gonzalez-Laporte (2014), la RAP est un processus impliquant un travail de collaboration entre des acteurs entretenant à la fois des relations de partenaire et de cochercheur dans le cadre de la coconstruction de savoirs pour l'action. Dans ce contexte, le chercheur a, entre autres, pour mission de : soutenir le processus de la recherche par des activités d'encadrement et d'orientation, assurer la médiation entre les participants/partenaires, et favoriser la facilitation auprès des participants face à l'acquisition de leur autonomie et de leur pouvoir (Longtin *et al.*, 2010). De son côté, Gélineau (2007) a soutenu que la RAP, par sa mise en œuvre, permet non seulement la coproduction de connaissances pour l'action, mais favorise une forme de conscientisation chez les acteurs impliqués par rapport aux enjeux relatifs aux aspects culturels, politiques, socioéconomiques, etc., et affectant leurs conditions de vie.

2.2.2 Développement durable territorial

La notion de développement durable territorial (DDT) émane de la démarche de développement durable (DD) (Zuindeau, 2002). Elle a été introduite un peu après l'apparition du concept de DD, soit en 1990 (Parra et Moulaert, 2011). La fin des années 1960 est la période à laquelle le concept de DD a été, pour la première fois, introduit dans les discours publics au vu des préoccupations planétaires afférentes à la dégradation de l'environnement (Lazzeri et Mouhoud, 2010). Ce concept vise aujourd'hui la promotion d'un développement qui concilie à la fois les dimensions environnementale, sociale et économique pour le bonheur des générations actuelles et futures (Dubois *et al.*, 2002; Luczak et Just, 2021). Son opérationnalisation concrète s'effectue à travers l'Agenda 21 – document de propositions constituant l'un des aboutissements importants du Sommet de la Terre (Laville, 2013; Belhedi, 2016). Selon le rapport Brundtland, le terme de DD est ainsi défini : « Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs » (CMED, 1988, p. 41).

Par ailleurs, c'est en Italie qu'à partir des années 1990, les premiers travaux abordant le développement sous l'angle territorial ont été réalisés, et notamment ceux de Bagnasco et Becattini, axés sur la vision des « économies d'échelle » relevant du concept de Marshall (Flores et Medeiros, 2018). Ces études s'appuyaient sur les éléments du territoire pour pouvoir décrire les principes du développement (Flores et Medeiros, 2018). L'expression de DD dans sa dimension territoriale intègre six dimensions. En dehors des dimensions sociale, environnementale, et économique qui sont habituellement utilisées pour le caractériser, le DDT inclut les volets territoire, gouvernance et culture (Laganier *et al.*, 2002; Parra et Moulaert, 2011; Flores et Medeiros, 2018; Caissie et Simard, 2021). Zuindeau (2002) a proposé une définition du concept de DDT en faisant une transposition de celle de DD établie dans le rapport Brundtland. Ainsi, « sur un plan territorial, le développement sera considéré comme durable s'il permet de répondre aux besoins de la population d'un territoire sans compromettre la capacité des habitants des autres territoires de répondre aux leurs » (Zuindeau, 2002, p. 16). Pour Dallabrida (2011), le DDT est vu comme un processus structurel visant une réorganisation équitable au sein du territoire afin de parvenir à une amélioration de la qualité de vie des populations actuelles et futures. Une telle réorganisation garantit entre autres le respect des traditions, la légitimité des institutions, de même que l'accès aux soins de santé et à l'éducation.

Tel que souligné dans les paragraphes précédents (voir section 2.1.2), le territoire représente le cadre d'application des actions relatives au DD étant donné qu'il est identifié comme facteur de production, et par conséquent fait l'objet d'aménagement et de développement (Laganier *et al.*, 2002; Jean, 2008; Lamara, 2009; Belhedi, 2016; Caissie et Simard, 2021). Sa structuration résulte de la combinaison de plusieurs aspects auxquels s'intéressent les procédures de développement, dont la politique, l'économie, l'ethnie, etc. (Flores et Medeiros, 2018). Le territoire permet d'aborder, dans un processus de DD, la situation dans un cadre d'analyse élargi et diversifié (Flores et Medeiros, 2018; Kauling *et al.*, 2018; Medeiros, 2021), tout en facilitant l'opérationnalisation de la dimension gouvernance, laquelle est aussi indispensable (Laganier *et al.*, 2002). De plus, dans une perspective de DD, la réflexion prospective basée sur le territoire fournit aux acteurs des outils pertinents dans le cadre de la prise de décisions équitables, notamment sur le plan économique, qui s'arriment aux objectifs relatifs à l'équité sociale et au respect de l'environnement (Lazzeri et Mouhoud, 2010). En outre, à l'instar de la dimension territoriale, la culture est un concept précurseur du DD. Elle est considérée comme étant le pilier du DD par son rôle face à la durabilité des territoires sur les plans social, économique et écologique (Parra et Moulaert, 2011; Watene et Yap, 2015). Elle détient de nombreuses dimensions pratiques relatives, notamment, à la gestion des

ressources naturelles, aux patrimoines, à l'éducation, et à la participation, lesquelles sont importantes pour la promotion et la matérialisation du DD (Parra et Moulaert, 2011; Antunes, 2019). Enfin, l'atteinte des objectifs de DDT nécessite une démarche participative au sein des acteurs impliqués à ce processus. En effet, celle-ci est reconnue comme étant fondamentale quant à l'accomplissement d'objectifs collectifs (Belhedi, 2016; Caissie et Simard, 2021). À cet égard, il est également essentiel de pratiquer une bonne gouvernance afin de faciliter cet aspect participatif, et d'aboutir à la coconstruction du territoire souhaité (Belhedi, 2016).

2.2.3 Pratiques agricoles durables

Au cours des 50 dernières années, les différents modèles agricoles établis ont favorisé l'augmentation des rendements (Malaval *et al.*, 2011; Oxfam, 2021). Ainsi, les pratiques d'exploitation agricole employées impliquent l'utilisation de pesticides et des engrais de synthèse, le surpâturage, le déboisement, et l'irrigation à grande échelle, entraînant la dégradation des écosystèmes naturels (Malaval *et al.*, 2011; Magrini *et al.*, 2013; Apostolescu *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2020). Dans une logique de favoriser la durabilité de l'agriculture afin d'augmenter la résilience et la capacité d'adaptation des communautés face aux changements climatiques (CC), il se révèle important de modifier les pratiques agricoles néfastes adoptées au sein des exploitations, c'est-à-dire de recourir à celles qui sont orientées vers un développement durable (DD) (Nations Unies, 2001; FAO, 2018a).

Dans cette intention, les « pratiques agricoles » représentent l'ensemble des techniques appliquées par les communautés agricoles pour l'exploitation des ressources de leur milieu, c'est-à-dire la manière dont les agriculteurs procèdent au sein de leur exploitation (Milleville, 1987, 1999). Ces pratiques sont le fruit de l'histoire de la société, car elles sont fonction des savoirs acquis et des conditions du milieu (Milleville, 1987; CDB, 2007; UNESCO, 2021; Saint-Fleur *et al.*, 2022). Elles peuvent se différencier d'une région à l'autre en raison des particularités du territoire dont elles résultent. Aussi, elles ne sont pas soumises à des principes spécifiques puisque le choix est tributaire des besoins de l'exploitant (Milleville, 1987; FAMV et GRET, 1990). Pour une région, elles peuvent être décrites selon les trois dimensions suivantes : économique, technique et sociale (FAMV et GRET, 1990). L'économique renvoie à l'achat des intrants, à la vente des produits agricoles ainsi qu'aux transactions relatives à l'acquisition des terres. La dimension technique concerne les modes de production agricole et de conservation des ressources en sol et en eau. La dimension sociale concerne le statut des exploitants agricoles (modes de tenure des terres), les caractéristiques de la main-d'œuvre, etc. (FAMV et GRET, 1990; Mardy *et al.*, 2020).

Eu égard aux impacts (pollution, érosion, pertes de la biodiversité, etc.) qu'entraînent les mauvaises pratiques agricoles exercées dans les exploitations, la notion d'agriculture durable est introduite dans l'esprit de s'assurer que l'agriculture pratiquée est conforme aux objectifs de DD (Féret et Douguet, 2001; FAO, 2005a, 2018a). Elle vise l'application des systèmes de production autonomes et économiques viables, tout en assurant la préservation de l'environnement et l'équité sociale (Féret et Douguet, 2001; Larbodière *et al.*, 2020). D'une manière spécifique, l'agriculture ne peut pas être qualifiée de durable si elle n'arrive pas à favoriser la compensation des pertes d'éléments minéraux et de matière organique des sols (Nations Unies, 2001). La gestion durable des terres nécessite l'application de nouvelles stratégies touchant tous les aspects d'un développement durable agricole. Cela doit se faire par la prise en compte des solutions écologiques, alimentaires, sociales et économiques (Nations Unies, 2001). Ainsi, dans une perspective de durabilité, l'utilisation de bonnes pratiques agricoles est encouragée afin de réduire la dégradation des ressources naturelles au niveau des exploitations agricoles; cela est essentiel pour garantir la résilience écologique ainsi que la sécurité alimentaire, nutritionnelle et économique des communautés locales (FAO, 2005a, 2018a). À titre d'exemple, nous présentons ici quelques techniques agricoles à caractère durable :

- (i) *L'association de cultures.* C'est une pratique qui est bénéfique sur les plans environnemental et agronomique (Magrini *et al.*, 2013; Altieri *et al.*, 2017). Elle permet une diversification des cultures au niveau du paysage, une valorisation plus judicieuse des richesses du milieu et une disponibilité variée sur le plan alimentaire (FAMV et GRET, 1990; Oxfam, 2021).
- (ii) *La rotation de cultures et l'assolement.* Ces pratiques favorisent l'amélioration de la fertilité des sols, ce qui par conséquent contribue au renforcement du rendement agricole (Bigi, 2012; Benniou *et al.*, 2016).
- (iii) *Les techniques de semis direct et de semis direct sous couvert végétal (SCV).* Elles permettent la protection des sols cultivés contre l'érosion et parallèlement entraînent l'augmentation des rendements des parcelles de cultures (Laurent *et al.*, 2011; Sissoko *et al.*, 2020).
- (iv) *L'agroforesterie.* Par les différentes associations de productions qu'elle admet (arbres - cultures agricoles; arbres - animaux; arbres - cultures agricoles - animaux), cette forme d'utilisation des terres favorise la protection des terres ainsi que l'amélioration des revenus des exploitants (Régis et Roy, 1999; Bélanger, 2017; FAO, 2019a).

Pour la thèse, nous adoptons le concept d'approche agroécologique, car celle-ci regroupe un ensemble de pratiques agricoles durables incluant celles susmentionnées, et est considérée comme un mouvement social. Ses techniques s'appuient sur les lois naturelles et contribuent, entre autres, à la lutte contre la dégradation des terres et les CC (Levard *et al.*, 2019; Oxfam, 2021; Lucantoni *et al.*, 2021). De plus, elle inclut la participation (communautés, autorités locales, etc.), les connaissances pratiques ainsi que les savoirs traditionnels et locaux (Levard *et al.*, 2019; Oxfam, 2021).

Selon la FAO (2018b), l'expression « agroécologie » est apparue dans la littérature scientifique au cours des années 1920 alors que les initiatives à caractère sociopolitique, initiées notamment à l'échelle locale par de nombreux pays à travers le monde, s'appuyaient sur une approche agroécologique afin de favoriser la durabilité des systèmes alimentaires et agricoles qui sont aujourd'hui qualifiés de durables. Le concept intègre aujourd'hui les lexiques employés par les organisations internationales s'intéressant à une amélioration des conditions de vie des communautés locales, eu égard à son rôle par rapport à l'augmentation de la capacité d'adaptation des populations locales et des écosystèmes naturels, face aux impacts potentiels des CC, ainsi qu'à sa contribution à la résolution des problèmes locaux, impliquant des solutions adaptées aux contextes biophysiques, socioculturels, économiques et politiques des territoires (FAO, 2018b). Pour Levard *et al.* (2019), l'agroécologie permet de répondre à certains problèmes fondamentaux liés au développement économique et à la gestion de l'environnement. Elle concourt par conséquent à l'atteinte de nombreux objectifs de développement durable (ODD) du programme des Nations Unies, dont notamment : ODD1 (Pas de pauvreté), ODD 2 (Faim zéro), ODD 12 (Consommation et production responsables), ODD 13 (Lutte contre les changements climatiques), ODD 15 (Vie terrestre), etc.

C'est une approche englobante caractérisée par 10 éléments interreliés (figure 2.4), lesquels sont nécessaires à son opérationnalisation adéquate, afin de garantir, dans un contexte de CC, la sécurité alimentaire et économique des populations locales sans affecter l'équilibre des écosystèmes naturels (FAO, 2018b; Levard *et al.*, 2019; Lucantoni *et al.*, 2021).

En effet, les éléments définissant les caractéristiques des systèmes agroécologiques servent à établir le cadre favorable aux dits systèmes, et aussi à guider l'ensemble des acteurs concernés (producteurs, consommateurs, autorités locales, etc.) par rapport aux activités de planification, de gestion et d'évaluation de la transition agroécologique (FAO, 2018b; Oxfam, 2021). Enfin, en raison du caractère intégré de l'agroécologie, associant les fondements écologiques et sociaux en vue de la durabilité des

systèmes alimentaires et agricoles (FAO, 2018b), les communautés locales devraient se l'approprier afin de renforcer leur résilience socio-écologique aux effets des CC, et, en même temps d'assurer le DD au sein de leur territoire.

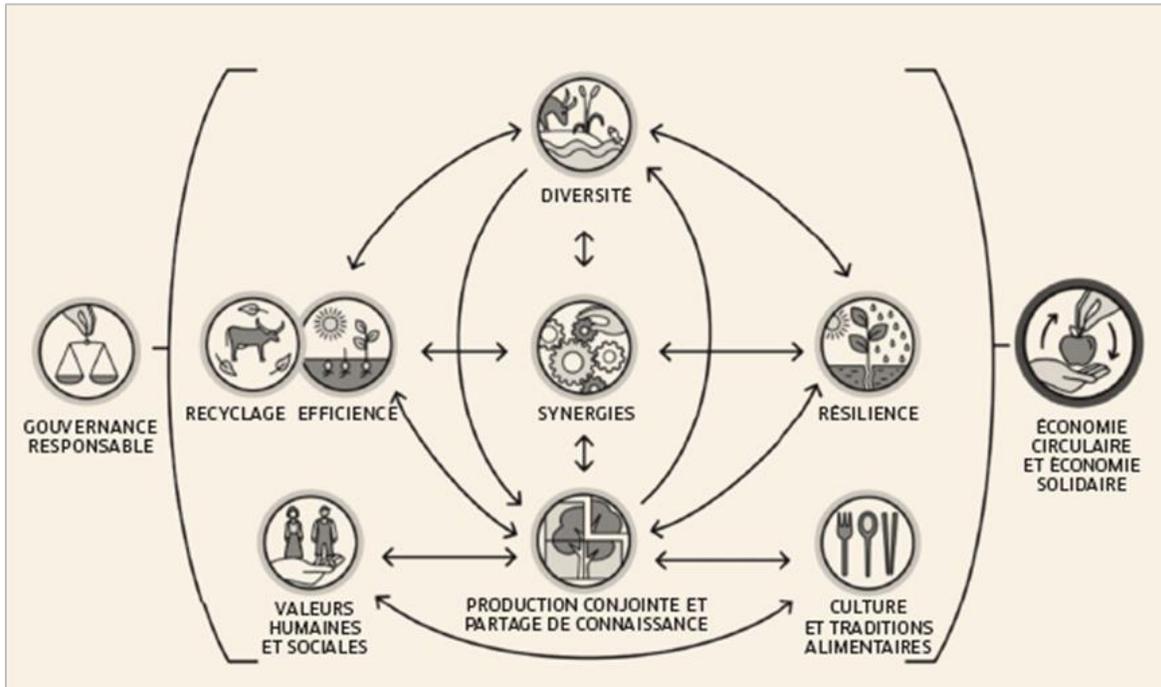


Figure 2.4. Dix éléments définissant les pratiques agroécologiques selon la FAO

Source : FAO (2018b), repris par Levard *et al.* (2019)

2.2.4 Systèmes de production agrosylvopastoraux

Avant d'aborder la notion de systèmes de production agrosylvopastoraux (ASP), il convient de définir le concept de système de production agricole. Selon la FAO et la Banque mondiale (2001), un système de production agricole est décrit ainsi :

Un regroupement de systèmes d'exploitation individuels disposant à peu près d'un même niveau de ressources, pratiquant les mêmes modes de production, bénéficiant des mêmes sources de subsistance et assujettis aux mêmes contraintes et pour lesquels des stratégies et interventions de développement similaires peuvent être élaborées (FAO et Banque mondiale, 2001, p. 2).

De son côté, Jouve (1992) a précisé qu'un système de production agricole correspond à l'association, par l'exploitant, des différents facteurs de production, à savoir la terre, le travail et le capital pour l'obtention des productions végétales et/ou animales. De plus, chaque exploitation agricole est habituellement organisée en des sous-systèmes de production interreliés, tels que : système de culture, système d'élevage

et système de transformation et de commercialisation des récoltes (FAMV et GRET, 1990; Mardy *et al.*, 2020).

Par ailleurs, le concept de système agraire correspond à l'organisation spatiale de la combinaison de deux éléments, dont productions et techniques établies par une société pour pouvoir répondre à ses besoins. Cela traduit la relation entre le système bioécologique, représenté par le milieu biophysique, et le système socioculturel, illustré par l'acquisition des connaissances et des pratiques (Vissac et Hentgen, 1979; Jouve, 1988; Mazoyer et Roudart, 1997; Deffontaines et Brossier, 2000; Cochet *et al.*, 2007).

Les pratiques agraires de production sont multiples (pastoral, agropastoral, agrosylvopastoral, monoculture, etc.) et l'application d'un système de production au sein d'une exploitation est déterminée par les besoins de l'exploitant, la disponibilité de ressources, et d'autres facteurs (FAO, 1992; FAO et Banque mondiale, 2001; Dufumier, 2006).

Dans le cadre de cette thèse, nous utilisons le concept de systèmes de production ASP étant donné leur importance dans le territoire sous étude. Ils sont décrits comme étant des systèmes combinant, dans un environnement arboré, l'agriculture et l'élevage (FAO, 1992; Laporte-Riou *et al.*, 2018). Les systèmes de production ASP intègrent les systèmes agroforestiers, lesquels ont été mis en application par les agriculteurs à l'échelle mondiale depuis de nombreux siècles (Civil, 2007; Harmand et Seghieri, 2019). Ceux-ci impliquent l'association d'arbres avec les constituants du système de production agricole (végétal et/ou animal) et sont constitués de trois classes (figure 2.5) : agrosylviculture (association de production d'arbres et de cultures agricoles), sylvopastoralisme (association de production d'arbres et d'élevage), et agrosylvopastoralisme (association de production d'arbres, de cultures agricoles et d'élevage) (FAO, 1985, 1992; Nair, 1993; Régis et Roy, 1999; Bélanger, 2017; Larbodièrre *et al.*, 2020). Aujourd'hui, ces pratiques agroforestières, notamment les systèmes de production ASP sont vues comme une excellente option pouvant permettre de répondre, dans un contexte de changements climatiques (CC), à de nombreux problèmes socio-écologiques au sein des communautés rurales (Bentes-Gama, 2005; Civil, 2007; Harmand et Seghieri, 2019; FAO, 2021a).

En effet, les systèmes de production ASP sont généralement présents dans les milieux caractérisés par des conditions pédoclimatiques rudes, et permettent leur valorisation (Laporte-Riou *et al.*, 2018). Lorsqu'une gestion axée sur la durabilité est exercée, ces systèmes de production jouent un rôle fondamental sur les plans écologiques, économiques et sociaux (FAO, 2015c; 2021a). En plus des biens et des services

écosystémiques fournis, ils participent à la durabilité de l'environnement et des territoires. Ils procurent aux populations une disponibilité variée de nourriture, et par conséquent ils permettent de garantir la sécurité alimentaire (FAO, 2014, Albarrán-Portillo *et al.*, 2019; FAO, 2021a, Méral *et al.*, 2022). Dans les pays du sud notamment, ces systèmes de production, par leur contribution dans l'amélioration des rendements agricoles ainsi que dans la diversification des sources de revenus, visent à réduire la pauvreté (Silva *et al.*, 2020; FAO, 2021a). Vall *et al.* (2012) abondaient dans le même sens pour indiquer que les systèmes de production ASP contribuent à l'intensification écologique, à l'amélioration des performances économiques et à l'augmentation de la sécurité alimentaire.

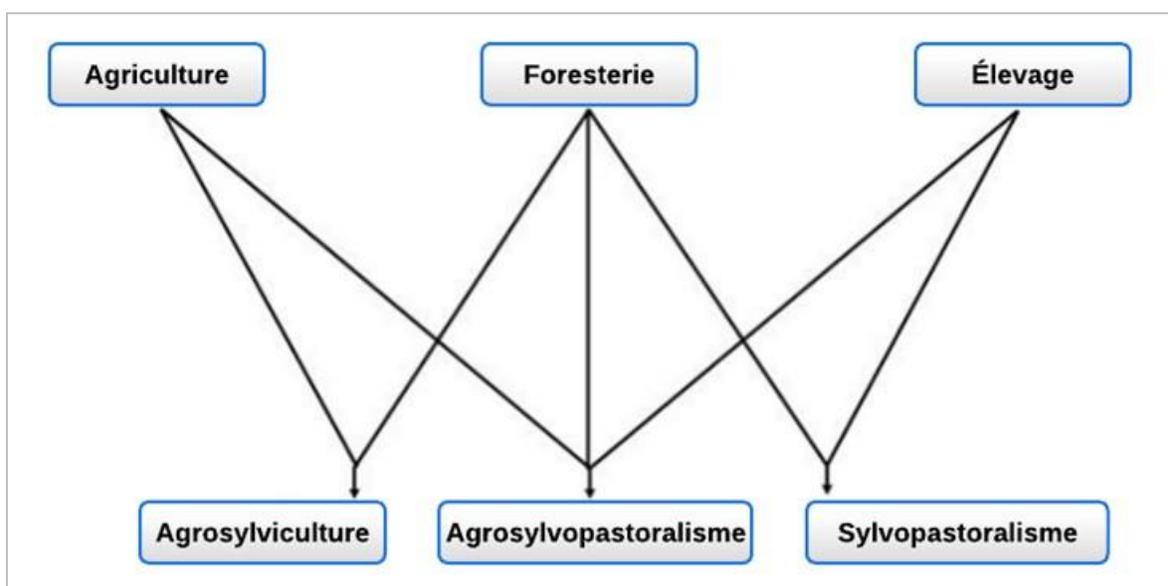


Figure 2.5. Les trois principales classes d'agroforesterie

Source : adapté de FAO (1985) et de Bélanger (2017)

Ainsi, eu égard aux risques liés aux impacts des CC, ces systèmes de production sont à privilégier au niveau des communautés rurales (FAO, 2021a). Dans de nombreux territoires, la FAO préconise leur conservation et leur restauration en raison de leurs fonctions dans la conservation de la biodiversité, dans la lutte contre les CC ainsi que dans l'augmentation de la résilience des communautés rurales – notamment par l'amélioration de leurs moyens d'existence (FAO, 1992, 2012, 2014, 2015c). De plus, d'une manière générale, les systèmes de production ASP, particulièrement dans les milieux arides, contribuent de manière directe à la concrétisation de quatre objectifs de développement durable (ODD) du programme des Nations Unies : ODD 1 (Pas de pauvreté), ODD 2 (Faim zéro), ODD 12 (Consommation et production responsables) et ODD 15 (Vie terrestre) (FAO, 2021a).

De nos jours, ces systèmes de production font face au processus de dégradation engendré principalement par les effets des CC et les conditions socioéconomiques des communautés entraînant une surexploitation des ressources (Dayamba *et al.*, 2019; FAO, 2019b, 2021a). Cela a pour conséquence de les affaiblir, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent plus produire de manière adéquate, et parallèlement, ils sont devenus moins résilients (FAO, 2019b). Compte tenu de leur importance pour les populations, notamment pauvres, il s'avère important de les conserver, de les restaurer et de les rendre adaptés aux impacts des CC afin qu'ils puissent jouer pleinement leurs fonctions par rapport à l'amélioration des conditions de vie des communautés qui en dépendent (FAO, 2021a).

En Haïti, sur le plan socioéconomique, le secteur agricole (agriculture, sylviculture et pêche) joue des fonctions fondamentales. Il implique l'augmentation de la sécurité alimentaire, le relèvement économique et la stabilité au sein de la société (MARNDP, 2016). Il contribue de manière significative à l'amélioration du PIB (environ 20 à 25%) (Gentes et Vergara-Castro, 2015; Banque mondiale, 2020a). Dans ce secteur, le nombre d'exploitants agricoles est évalué, à peu près, à 1 million, avec une utilisation d'environ 60% de la population active (MARNDP, 2010; Toussaint, 2012; FAO, 2021b). L'apport des systèmes de production ASP n'est pas négligeable, car ceux-ci sont pratiqués par une forte proportion des exploitants agricoles (MARNDP, 2010). Au sein des exploitations agricoles haïtiennes, ces systèmes remplissent de multiples fonctions qui sont d'ordres socioéconomique et écologique (Temple *et al.*, 2014). Quand ils sont en santé, ils permettent aux producteurs de disposer d'un éventail de productions, ce qui garantit, durant toute l'année, les besoins alimentaires. De plus, ils génèrent des produits (bois, charbon de bois) permettant aux communautés rurales d'être autonomes en ce qui concerne les besoins en combustibles (Temple *et al.*, 2014). Sur le plan écologique, ils constituent un élément fondamental permettant de répondre à la problématique environnementale, notamment dans les endroits montagneux. Ils concourent à réduire la dégradation des ressources naturelles du milieu (MARNDP, 2010; Nadeau *et al.*, 2018). À travers les différentes interactions des composantes (arbre, bétail et culture), ces systèmes sont très bénéfiques pour le milieu (Dufumier, 2006; Bigi, 2012; FAO, 2019a). Par exemple, ils contribuent au contrôle de l'érosion hydrique à travers la présence permanente de couverture ligneuse, et à l'amélioration de la fertilité du sol en augmentant la teneur en matière organique du sol, laquelle résulte des résidus de récoltes et des déchets du bétail (Bigi, 2012; FAO, 2019a; Larbodière *et al.*, 2020).

À la lumière des avantages qu'offrent ces systèmes de production, il convient d'adopter des approches adaptées impliquant leur conservation et leur réhabilitation afin que les communautés puissent faire face

aux conditions socioéconomiques et climatiques actuelles. Ce faisant, les connaissances locales et empiriques des exploitants s'avèrent essentielles, et selon la FAO (2021a), l'aspect paysager doit être également pris en compte afin de garantir leur plein succès.

2.2.5 Systèmes socio-écologiques

Le concept de système socio-écologique (SSE) est apparu dans les années 1990. Sa première utilisation a été effectuée dans les études relatives à la gestion des ressources naturelles (Balthazar *et al.*, 2016). Son introduction a été motivée par la nécessité de mettre en évidence l'aspect écosystème dans les rapports impliquant l'être humain et les systèmes naturels. Aussi, dans le contexte du développement durable (DD), les chercheurs l'ont introduit afin de mieux considérer les liens entre les composantes sociales et biophysiques (Liu *et al.*, 2007; Lagadeuc et Chenorkian, 2009; Balthazar *et al.*, 2016; Sjafrie *et al.*, 2021). Son appellation varie selon les auteurs, il est désigné en anglais comme « socio-ecological systems » (SES) et « coupled human-environmental development system » par les chercheurs incontournables dans le domaine, dont Gallopin (2006), Berkes et Folke (1998), Turner *et al.* (2003), et Balthazar *et al.* (2016).

Les SSE sont définis comme des systèmes non-décomposables associant l'être humain et la nature (Gallopin, 2006; Liu *et al.*, 2007; Lagadeuc et Chenorkian, 2009; Kumar *et al.*, 2021). Ce lien est facilité par les services écosystémiques offerts par la nature ainsi que par les impacts négatifs que génèrent les activités anthropiques sur les écosystèmes naturels (Liu *et al.*, 2007; Bourgeron *et al.*, 2009; Diallo *et al.*, 2014). Ainsi, l'analyse de l'ensemble du SSE doit être appréciée de manière concomitante pour une compréhension du fonctionnement de la relation qu'entretiennent les composantes sociales et écologiques du SSE (Gallopin, 2006). Une approche analytique axée sur une seule composante pour des cas – notamment des problèmes liés à la vulnérabilité, à la résilience et à la capacité d'adaptation – impliquant l'interaction dynamique entre les systèmes naturels et sociaux aboutit généralement à des résultats incorrects (Gallopin, 2006). Aussi, pour se diriger vers une transformation positive, tous les effets émanant des systèmes humains et naturels doivent être pris en compte de manière globale étant donné leur nature indissociable. Cet aspect indissociable entre ces deux éléments constitue la base des cadres conceptuels des SSE (Bollettino *et al.*, 2017).

Le cadre des SSE est largement expérimenté en ce qui concerne l'identification des facteurs concourant à la gestion des ressources naturelles (Palomo et Alvaro, 2019; Montenegro et Hack, 2020). Son application est bénéfique dans l'analyse des situations relevant de l'interaction entre l'être humain et les ressources

du système naturel. Il fournit une vision holistique face à la compréhension des influences résultant des composantes sociales et écologiques afin de pouvoir atteindre, en fin de compte, des objectifs de développement (Montenegro et Hack, 2020). Il ne vise pas à présenter de manière détaillée les différents éléments constituant le système. Il s'intéresse de préférence à la dynamique du système dans son ensemble en se focalisant sur l'influence des principaux éléments (Berkes et Folke, 1998; Balthazar *et al.*, 2016). Les SSE peuvent être pris en compte à des niveaux variés, c'est-à-dire de l'échelle locale à l'échelle mondiale. Grâce aux travaux de Schellnhuber (1998), ils ont été pour la première fois associés au contexte du système terrestre, ce qui permet leur application dans le cadre de nombreux programmes mondiaux de recherche s'intéressant aux aspects socio-écologiques (Gallopain, 2006).

Les SSE sont des systèmes à caractère complexe, ils comprennent des processus impliquant des phases de rétroaction non linéaires et des dynamiques caractérisant leur complexité (Diallo *et al.*, 2014; Bezrukova *et al.*, 2020). Cette complexité qui existe dans les interactions engageant les processus d'ordre naturel et les actions humaines, a conduit aux réflexions de développer des recherches sur les SSE afin de pouvoir mieux appréhender cette question (Baudry *et al.*, 2017). Les SSE constituent le cadre d'analyse naturel pour les études relatives au DD (Gallopain, 2006; Balthazar *et al.*, 2016; Kumar *et al.*, 2021).

Depuis les années 2000, les SSE sont au centre des recherches effectuées sur les changements climatiques (CC) dans une perspective de DD. Cela provoque en conséquence, ces dernières décennies, une évolution dans le système de pensée tant dans le domaine des sciences naturelles que celui des sciences sociales (Balthazar *et al.*, 2016). En effet, l'intégration simultanée des paramètres du système naturel et du système social est fondamentale dans le cadre des interventions visant la durabilité d'un espace ainsi que l'augmentation de sa résilience (Balthazar *et al.*, 2016; Egerer *et al.*, 2020). Par ailleurs, de nos jours, le concept de résilience est au cœur du cadre théorique des SSE (Folke, 2006; Noblet et Weissenberger, 2017). Dans le contexte des CC, les aspects des SSE sont explorés afin de renforcer la résilience des écosystèmes naturels (Mnguni, 2021). Enfin, à travers le cadre des SSE, la résilience offre la possibilité d'intégrer la capacité d'adaptation aux CC (Nelson *et al.*, 2007; Noblet et Weissenberger, 2017).

2.2.6 Risques de dégradation des terres et influence des changements climatiques

Les concepts de vulnérabilité, de résilience et de capacité d'adaptation sont interreliés dans un contexte d'analyse de la dynamique des systèmes socio-écologiques (SSE). Ces liens ne sont pas insignifiants,

indique Gallopin (2006). C'est sur cette base qu'ils sont considérés dans le cadre de cette thèse où les SSE se situent au cœur de la recherche.

Ces concepts permettent d'exposer le rapport entre le SSE et une situation environnementale défavorable (figure 2.6). L'exposition est fonction de la perturbation et de la vulnérabilité du SSE, laquelle est déterminée, à un moment donné, par sa sensibilité et sa capacité de réponse. Le SSE ainsi exposé, subit des impacts et pourra s'adapter selon sa capacité d'adaptation et sa résilience. Les sections ci-après (2.2.6.1, 2.2.6.2, 2.2.6.3) approfondissent chacun de ces trois concepts.

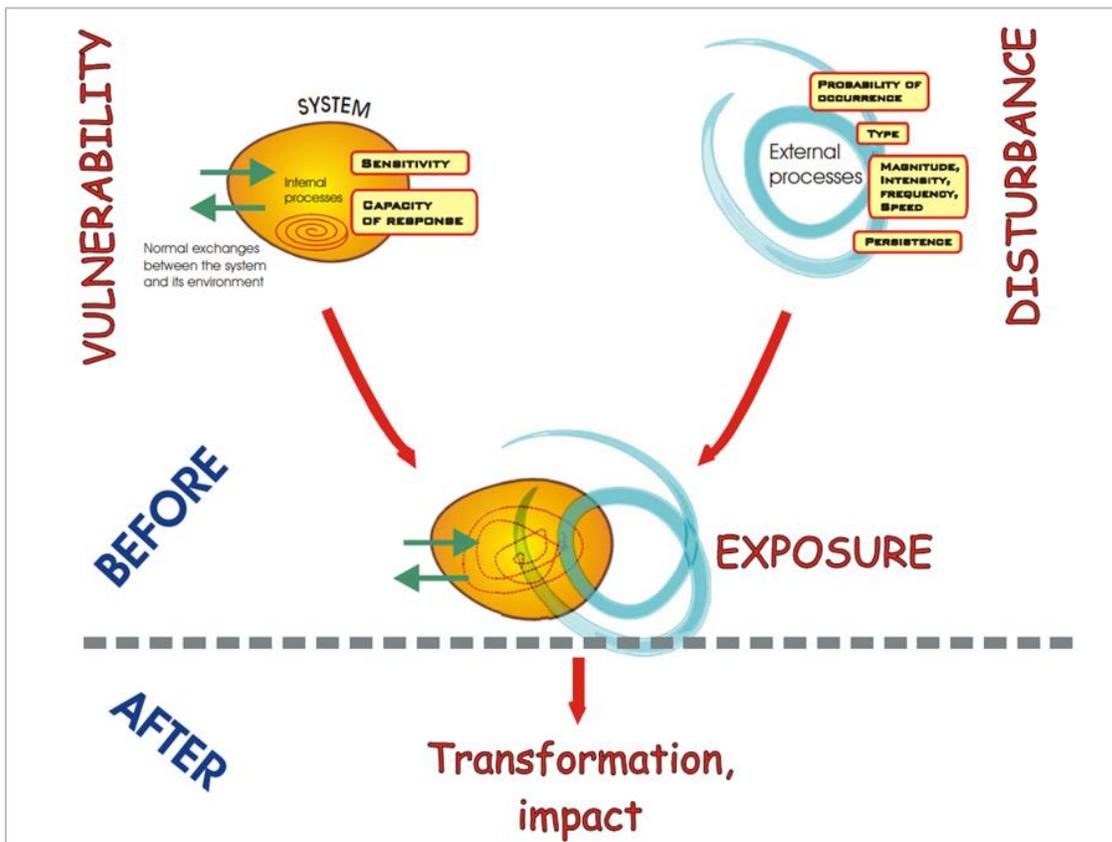


Figure 2.6. Vulnérabilité, perturbation, exposition et transformation d'un système socio-écologique

Source : Gallopin (2007)

Selon Gallopin (2006), du point de vue systémique et dans un contexte de changements climatiques (CC), les SSE constituent le cadre permettant de mettre en exergue les caractéristiques fondamentales de ces concepts (vulnérabilité, résilience et capacité d'adaptation), et d'établir leurs relations conceptuelles (figure 2.7). Ils intègrent la dimension temporelle ainsi que les aspects systémiques (Gallopin, 2006;

Balthazar *et al.*, 2016). Ainsi, la vulnérabilité peut changer dans le temps en fonction d'une exposition répétée à des perturbations.

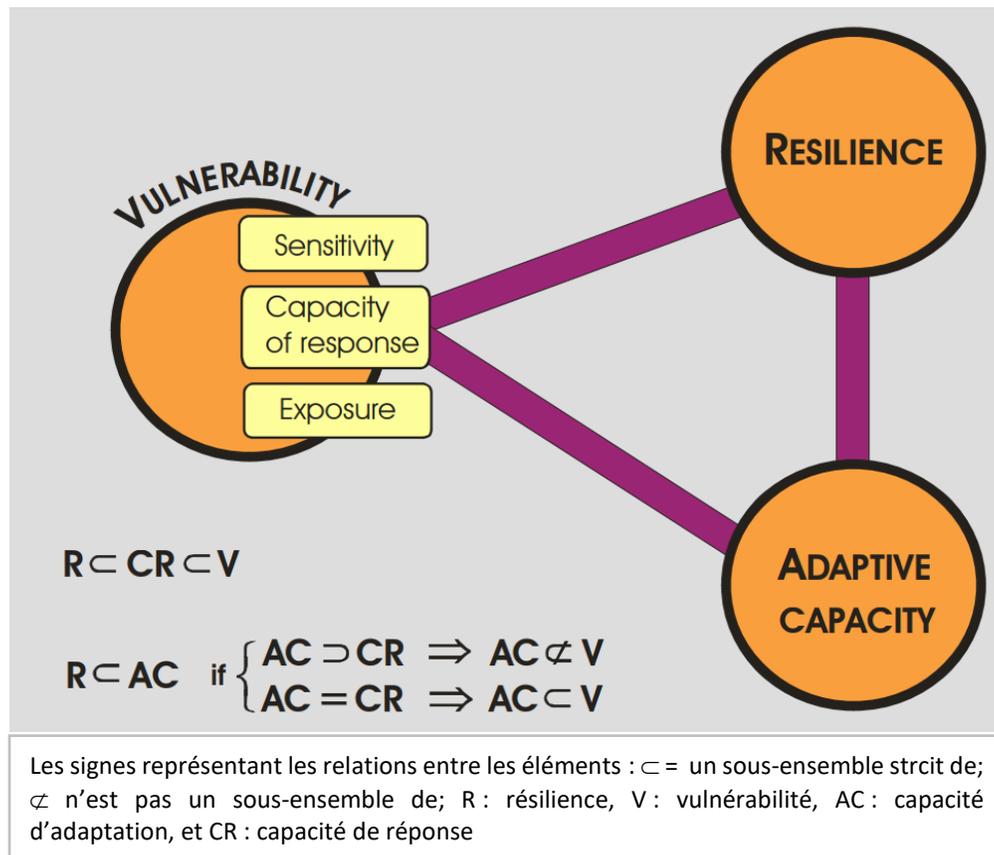


Figure 2.7. Relations conceptuelles entre les notions de vulnérabilité, de résilience et de capacité d'adaptation
Source : Gallopin (2007)

2.2.6.1 Vulnérabilité des terres et vulnérabilité accrue aux changements et à la variabilité climatiques

En plus des interventions non durables entreprises par les exploitants agricoles sur les terres cultivées affectant leur capacité productive, des terres sont, de nos jours, exposées de manière progressive aux impacts des changements et de la variabilité climatiques (FAO, 2016). À cet égard, il est nécessaire d'aborder la notion de vulnérabilité aux changements climatiques (CC). Celle-ci est vue comme une expression de nature floue faisant l'objet de nombreuses définitions (Balthazar *et al.*, 2016). Selon Adger (2006) et Gallopin (2007), le concept de vulnérabilité est mobilisé de pair avec celui d'aléa, ou de perturbation, pour évaluer le degré d'exposition des systèmes physiques et sociaux, et d'autre part pour analyser des actions devant conduire à la réduction des risques (figure 2.6).

De plus, la vulnérabilité d'un système socio-écologique (SSE) qui est exposé à une perturbation (un stress), ou plusieurs, de nature environnementale ou sociopolitique, est caractérisée par les paramètres fondamentaux suivants (Adger, 2006; Gallopin, 2006; Smit et Wandel, 2006; Balthazar *et al.*, 2016; Noblet et Weissenberger, 2016; Bollettino *et al.*, 2017; GIEC, 2022a) : (i) *la sensibilité du système*. Elle désigne le niveau auquel un système est transformé sous l'effet de cette ou ces perturbations; et (ii) *la capacité de réponse*. Elle correspond à sa capacité à s'ajuster à cette ou ces perturbations afin de subsister aux conséquences d'une transformation qui se présente. La figure 2.7 illustre qu'en plus de ces paramètres, un paramètre d'exposition peut prendre en compte une évolution de la vulnérabilité. En effet, De Vries (2011) pense qu'il faut aussi la concevoir dans sa dimension temporelle pour prendre en compte son caractère dynamique et multidimensionnel. Ainsi, la vulnérabilité peut subir de manière inattendue des variations lui permettant d'emprunter des voies contraires (Bankoff *et al.*, 2004; Balthazar *et al.*, 2016). La vulnérabilité peut ainsi, par exemple, être augmentée par une exposition répétée à des perturbations de durées, fréquences, intensités, variables.

Le concept de vulnérabilité embrasse plusieurs dimensions et, à ce titre, il est considéré comme étant à caractère pluriel, ce qui ouvre la voie à des controverses sur ses fondements épistémologiques et théoriques (O'Brien *et al.*, 2004). Pour Hammil *et al.* (2013), et comme plusieurs autres chercheurs avant et après (O'Brien *et al.*, 2004; Gallopin, 2006; Balthazar *et al.*, 2016), la vulnérabilité est un terme un peu imprécis s'opposant à une définition universelle, et n'a, à aucun moment, fait l'objet de consensus entre les chercheurs. Elle est mise en évidence dans des études de traditions distinctes. Cependant, son application se réserve uniquement aux aspects touchant le sous-système sociétal, le sous-système écologique ainsi que les SSE. Par conséquent, elle traduit les bouleversements auxquels sont soumis ces systèmes (Gallopin, 2006).

Ainsi, dans un contexte d'adaptation aux CC, l'évaluation de la vulnérabilité s'avère nécessaire en ce qui a trait à l'appréciation des impacts des CC sur les SSE. Cela offre la possibilité de disposer d'un ensemble d'éléments essentiels à la formulation des mesures visant leur atténuation (Hammil *et al.*, 2013). Malgré cette absence de consensus concernant sa définition, elle se situe au centre des processus relatifs à la mise en œuvre des politiques visant l'augmentation de la capacité d'adaptation, notamment des SSE aux CC (Balthazar *et al.*, 2016).

Il est clair que plusieurs définitions sont assignées à la vulnérabilité, mais dans la littérature scientifique relative aux domaines de gestion des ressources naturelles et des CC, plusieurs auteurs s'appuient généralement sur celle qui a été proposée par le GIEC (2007). Elle est décrite de la manière suivante :

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation (GIEC, 2007, p. 89).

En dépit de la forte utilisation de la définition du GIEC par les chercheurs pour sa qualité de référence authentique, Hinkel (2011) a toutefois critiqué sa nature théorique. Il précise que son opérationnalisation n'est pas évidente puisqu'elle ne peut pas être facilement évaluée sur le plan quantitatif. Or, les diagnostics de vulnérabilité des SSE sont fondamentaux face à la mise en place des politiques d'adaptation (Balthazar *et al.*, 2016).

Dans ce contexte, nous trouvons qu'il est important d'introduire les notions de variabilité climatique et de CC. La variabilité climatique correspond à des variations temporelles (interannuelles) du climat. Elles peuvent être entraînées par des mécanismes internes naturels du système climatique ou par des changements engendrés par des actions anthropiques (GIEC, 2007, 2021). Par ailleurs, les CC dénotent une variation du climat qui s'effectue sur des périodes très longues (nombreuses décennies). Ces changements peuvent résulter des facteurs d'ordre interne ou de forçages externes (GIEC, 2007; Al Hamndou et Requier-Desjardins, 2008).

De plus, les changements et la variabilité croissante climatiques mettent en péril les terres agricoles déjà fragilisées (FAO, 2016). De nombreuses activités humaines contribuent à la dégradation des terres; citons entre autres : les changements dans l'affectation des terres, la déforestation et le déboisement (expansion des terres cultivées, besoins en combustibles, etc.), le surpâturage, l'urbanisation, et les activités extractives (Gichuki *et al.*, 2019; Ahononga *et al.*, 2020). Ces activités représentent une menace pour la durabilité des écosystèmes naturels et la sécurité alimentaire des populations. Elles rendent les terres moins productives et moins résilientes, et les exposent davantage aux impacts des changements et de la variabilité climatiques (FAO, 2011a, 2015d). Les variations du climat sont à la base de plusieurs phénomènes extrêmes tels que les sécheresses, les précipitations, les inondations, les ouragans, etc., lesquels entraînent la dégradation des terres cultivées (GIEC, 2014). Aussi, les CC, par leurs effets,

engendrent, dans certaines régions, une réduction de la superficie des terres arables, ce qui affecte la productivité agricole, notamment dans les endroits qui éprouvent déjà une carence de terres arables, et occasionne des situations d'insécurité alimentaire (GIEC, 2007; GIEC, 2022a).

Dans les pays du sud, les impacts des CC et de la variabilité du climat sur les ressources naturelles (sol, eau, matière ligneuse) sont plus sévères puisque les communautés font généralement une mauvaise gestion des ressources, occasionnée par leurs situations socioéconomiques (Ahononga *et al.*, 2020). L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a indiqué que les CC représentent un facteur complémentaire aux actions anthropiques concourant à la modification des écosystèmes naturels. Ils participent à la dégradation des terres en affectant les ressources ligneuses ainsi que les propriétés physiques et chimiques des sols en raison de l'aridité, des précipitations et des vents accrus qui en résultent (OMM, 2005). En d'autres termes, les CC vont augmenter la pression que subissent les écosystèmes sous l'effet des activités humaines. Cela va les rendre plus vulnérables tout en inhibant les biens et les services écosystémiques qu'ils procurent aux populations (FAO, 2020). De plus, ils constituent une menace significative pour la diversité biologique. Les terres les plus vulnérables sont les suivantes : arides, semi-arides, savanes et subhumides sèches (Al Hamndou et Requier-Desjardins, 2008). Par ailleurs, les CC entraînent une forte augmentation de la température dans les petits États insulaires. Cela favorise une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, ce qui constitue une menace pour les écosystèmes terrestres (GIEC, 2022a).

À l'image de certains pays de la Caraïbe, les terres cultivées d'Haïti sont très vulnérables aux changements et à la variabilité climatiques (Thomas *et al.*, 2008). En dehors des pratiques agricoles non durables appliquées par les exploitants, les caractéristiques topographiques du pays représentent un facteur non négligeable contribuant à la vulnérabilité des terres (Vital, 2018). Il faut souligner qu'Haïti est un pays montagneux où 60% des terres cultivées se retrouvent dans des zones caractérisées par des pentes importantes (de 20 à 80%), et au sein desquelles les pratiques culturelles mises en œuvre ne favorisent pas la conservation des ressources en sol et en eau (MDE, 2006; MARNDR, 2020). Qui plus est, par sa position géographique, Haïti se situe dans le passage des ouragans et tempêtes tropicales. Cela constitue une condition qui la rend très vulnérable aux impacts des CC (Vital, 2018). D'ailleurs, selon l'indice de risque climatique German Watch (Eckstein *et al.*, 2019), Haïti occupe le quatrième rang parmi les pays les plus touchés par les effets des CC, entre 1998 et 2017 (Eckstein *et al.*, 2019). Aujourd'hui, elle est encore sous la menace d'un ensemble de phénomènes (sécheresses, inondations, ouragans, etc.) résultant des CC. De

plus, ces phénomènes ont des impacts potentiels négatifs sur les terres notamment agricoles. Tenant compte de cet état de fait, des mesures d'adaptation sont envisagées afin de réduire leur vulnérabilité aux CC. Il s'agit, par exemple, des programmes d'action nationaux et des communications en rapport aux CC, d'un document de politique nationale de lutte contre les CC (PNCC), d'un plan d'action national d'adaptation (PANA) aux CC, et d'un plan national d'adaptation aux CC (PNA) – celui-ci vient d'être établi (MDE, 2006, 2020; PNUD-Haïti, 2021; Gouvernement de la République d'Haïti, 2022). Ces efforts rentrent aussi dans le cadre du respect des principes des conventions internationales liés à la lutte efficace contre les CC dont Haïti est signataire.

2.2.6.2 Résilience territoriale et climatique

La résilience est un concept comportant plusieurs acceptions; il est donc utilisé dans plusieurs domaines de recherche et les auteurs l'adaptent aussi au contexte de leurs courants de pensée (Bollettino *et al.*, 2017). En dépit de son caractère polysémique, il est considéré comme une notion fondamentale et inévitable dans les études s'intéressant aux problèmes afférents à la gestion des ressources naturelles et aux changements climatiques (CC) (Gunderson, 2000; GIEC, 2022a). En effet, il embrasse tous les aspects dynamiques et complexes rattachés aux systèmes humains et écologiques, même si des éléments touchant les causes structurelles de la vulnérabilité sont parfois négligés (Brown, 2014; Shi *et al.*, 2018). Ce concept provient de la physique et est abondamment utilisé en écologie (Gallopini, 2006). Il trouve son origine, dès 1973, dans les travaux de C.S Holling sur les systèmes écologiques (Holling, 1973; Bollettino *et al.*, 2017). La résilience est définie comme étant la réponse d'un système dynamique face à une perturbation d'origine externe (Holling, 1973; Gunderson, 2000; Noblet et Weissenberger, 2017). Depuis lors, elle a été définie à de nombreuses reprises par des chercheurs de différents domaines (Balthazar *et al.*, 2016; Bollettino *et al.*, 2017). Dans notre cas, nous adoptons la définition du GIEC en 2007. Ainsi, elle correspond à la :

Capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements (GIEC, 2007, p. 86).

En se basant sur les définitions de Holling (1973) et du GIEC (2007), nous comprenons que la résilience peut être écologique ou sociale. Selon Gunderson (2000), elle peut aussi être mécanique, et correspondre à la période nécessaire à un système pour recouvrer au complet son état d'équilibre.

Aujourd'hui, nous assistons à l'extension du cadre conceptuel de la résilience (Folke, 2006; Noblet et Weissenberger, 2017). En effet, le cadre théorique des systèmes socio-écologiques (SSE) fait intervenir le concept de résilience comme élément central de leurs processus. Les SSE constituent le cadre de référence de l'évaluation de la résilience (Koffi, 2014). De plus, l'analyse des SSE, intégrant leur résilience, est nécessaire pour traiter les problèmes de développement durable (DD). Ainsi, l'évaluation de la résilience s'avère importante pour identifier des actions indispensables à son amélioration, et pour définir des voies pour le DD. Elle permet d'avoir une meilleure compréhension du système dans sa globalité (Balthazar *et al.*, 2016). L'exploration de la résilience montre que : les systèmes complexes incluent des incertitudes, la transformation peut être compliquée, et l'analyse des problèmes doit être conduite en prenant en compte plusieurs dimensions (O'Brien *et al.*, 2009; Balthazar *et al.*, 2016).

Par ailleurs, dans un contexte territorial, la résilience représente un mécanisme de transformation effectuée dans le temps qui est bénéfique pour le territoire. Cette modification conjoncturelle trouve bien sa place dans une logique de développement territorial (Koffi, 2014; Smadi et Abrika, 2018). Selon Shi *et al.* (2018), le développement et la stabilité des communautés représentent des éléments pouvant améliorer la résilience tant sur le plan individuel que communautaire. De plus, en s'appuyant sur l'approche des SSE, la résilience territoriale durable vise la conservation de l'environnement naturel. Ici, les SSE font référence à la durabilité écologique, sociale et économique, celles-ci constituent une forme d'adaptation aux changements (Smadi et Abrika, 2018). Selon Villar et David (2014), un territoire résilient correspond à un territoire dynamique qui est en mesure de : répondre aux chocs de différentes natures pouvant l'affecter, se relever au moyen des expériences acquises basées sur l'apprentissage et l'adaptation, progresser vers un état stable et fonctionnel. En effet, dans le cadre de l'augmentation de la résilience des territoires aux CC, plusieurs éléments interviennent, tels que les types d'agriculture, les modes de consommation, les pratiques économiques, et les savoirs locaux (Castells *et al.*, 2012; Villar et David, 2014).

En outre, l'établissement des mesures pour s'adapter aux CC contribue au renforcement de la résilience (FAO, 2017). De nombreuses initiatives sont préconisées par la FAO dans le but d'augmenter la résilience des communautés rurales aux impacts des CC. Ce sont, entre autres, la promotion des systèmes agroforestiers et l'implantation des pratiques durables et résilientes au climat (FAO, 2018a). Il s'agit, par exemple, de maintenir la couverture arborée à travers la plantation d'arbres, de favoriser la culture sous couvert arboré, et de cesser les activités de labour du sol. Cela vise à augmenter le taux de carbone

organique du sol, et, parallèlement, à le rendre plus résilient aux aléas climatiques (Torquebiau, 2017; FAO, 2018a). De telles mesures contribuent à la conservation des ressources en sol et en eau et à la durabilité du secteur agricole tout en augmentant les rendements des cultures. Cette augmentation de rendements concourt à l'amélioration de la sécurité alimentaire ainsi qu'à l'accroissement des revenus des agriculteurs, ce qui améliore leurs moyens d'existence (FAO, 2018a). La promotion d'une agriculture durable permet par conséquent de lutter contre les CC tout en contribuant à la matérialisation des objectifs de développement durable (Torquebiau, 2017; FAO, 2018a, 2018c).

Par ailleurs, les CC et la variabilité du climat ont de graves conséquences sur le secteur de l'agriculture incluant les systèmes alimentaires (FAO, 2018c). Donc, dans le souci de contribuer au développement socioéconomique, ce secteur doit être au centre des interventions relatives à l'amélioration de l'adaptation (FAO, 2018c). En effet, selon le sixième rapport d'Évaluation du GIEC concernant la mitigation des CC, l'agriculture, la foresterie et les autres utilisations des terres (désigné AFOLU en anglais, soit Agriculture, Forestry and Other Land Uses) jouent un rôle critique dans l'atténuation des CC. Le secteur AFOLU regroupe trois écosystèmes, et lorsqu'il est soumis aux principes de durabilité (adaptés aux CC), il fournit aux communautés de la nourriture, du bois et d'autres éléments vitaux, et dans le même temps participe à la conservation de la biodiversité (GIEC, 2022b).

En Haïti, l'agriculture représente la principale activité des communautés rurales, l'économie du pays repose en grande partie sur ce secteur où environ 60% de la population active s'y adonne, en tant qu'exploitant et/ou ouvrier (Toussaint, 2012; FAO, 2021b). Comme signalé plus haut, le secteur de l'agriculture est très exposé aux impacts des CC. Au regard de son importance sur le plan socioéconomique, il doit être une priorité par rapport aux stratégies visant à promouvoir la résilience. À ce titre, certaines initiatives sont entreprises tant au niveau local que national (MDE, 2006; Singh et Cohen, 2014). À l'échelle locale, les agriculteurs mettent en place certaines techniques d'adaptation dans le but de diminuer les impacts des CC au niveau des terres. Ils font de la rotation de cultures. Ils valorisent les zones agroécologiques en diversifiant leur production, et utilisent les ressources du milieu (p. ex. résidus de récoltes, branches mortes des arbres, etc.) dans le cadre de la mise en place des structures de conservation des ressources en sol et en eau (Singh et Cohen, 2014). Sur le plan national, les grandes orientations en matière d'augmentation de la résilience sont définies dans le plan national d'adaptation (PNA) ainsi que le plan d'action national d'adaptation (PANA). Elles concernent, entre autres, la gestion des bassins versants, la conservation et la restauration des ressources naturelles, la sécurité alimentaire, l'éducation

et la sensibilisation (MDE, 2006; Gouvernement de la République d'Haïti, 2022). D'une manière générale, l'ensemble des options d'adaptation définies concordent avec les objectifs d'une agriculture soutenable (MDE, 2006; Gouvernement de la République d'Haïti, 2022). Soulignons que plusieurs autres instruments viennent en appui aux PNA et PANA, dont le programme national d'action nationale contre la désertification (PAN-LCD) et la politique nationale de lutte contre les changements climatiques (PNCC).

2.2.6.3 Adaptation à la dégradation des terres et aux changements et à la variabilité climatiques

L'expression d'adaptation a fait sa première apparition au début du XVII^{ème} siècle où elle détenait une signification non scientifique. Il a fallu attendre la seconde moitié du XIX^{ème} siècle pour qu'elle commençât à avoir une portée scientifique dans différents domaines spécialisés (Orlove, 2009). Concrètement, elle tire son origine scientifique dans le domaine de la biologie évolutionniste. Elle a été utilisée par Darwin (1859) dans le but d'illustrer la modification d'un organisme pour réagir à l'évolution de son milieu. Un peu plus tard, elle est mise en évidence dans le domaine de l'optique pour désigner l'ajustement de l'œil face aux variations d'intensités ou de couleur de la lumière (Orlove, 2009; Jones *et al.*, 2021). Concernant son application en sciences sociales, elle a été utilisée pour la première fois en anthropologie. Elle fait référence à la manière dont les sociétés humaines s'ajustent à des conditions environnementales variables (Smit et Wandel, 2006). Dans ce contexte, nous introduisons le concept de capacité d'adaptation des systèmes humains. Il est défini comme étant la capacité que possèdent les humains à conserver leur qualité de vie dans des situations instables (Gallopain, 2006). Il intègre les ressources physiques, socio-économiques et institutionnelles, les savoirs traditionnels et autochtones, etc. (Nations Unies, 2004; Arlington Group *et al.*, 2013).

Depuis environ une vingtaine d'années, l'adaptation aux changements climatiques (CC) a pris une grande importance. Sur les plans théoriques et pratiques, elle est abordée dans les différents rapports du GIEC ainsi que certaines études d'autres organismes internationaux s'intéressant au domaine des CC (p. ex. FAO, BM, BID, etc.) (Noblet et Weissenberger, 2016; Delporte et Maurel, 2018; Jones *et al.*, 2021). Ainsi, depuis cette période, le cadre théorique afférent aux concepts d'adaptation, de vulnérabilité et de résilience a connu une forte évolution (Noblet et Weissenberger, 2016). Elle est ainsi définie par le GIEC : l'« ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant » (GIEC, 2007, p. 76). Il existe différents types d'adaptation, mais nous retiendrons les deux catégories suivantes (HLPE, 2012; GIEC, 2022a) : adaptation préventive et adaptation planifiée. La première correspond à une anticipation par rapport à l'établissement des mesures pour

prévenir les changements qui pourraient se produire. La seconde renvoie aux décisions à caractère politique découlant des gouvernements; cela implique la définition des actions permettant à la société de répondre adéquatement aux effets actuels et futurs des CC.

De nombreuses stratégies d'adaptation aux CC proposées sont basées sur des éléments de la nature (Meerow *et al.*, 2016; Shi, 2020), telles que la gestion de la végétation au niveau des terres, les activités de restauration du paysage, ou la conservation des ressources en sol et en eau (Subrahmanyam, 2015). L'ensemble de ces activités visent à garantir de manière générale la conservation et la restauration des écosystèmes naturels tout en contribuant à leur durabilité (Nations Unies, 2015; Subrahmanyam, 2015; GIEC, 2022a). Ainsi, ces activités rentrent dans le groupe des stratégies appelées protection et accommodement. La protection implique la mise en place de structures naturelles au sein des territoires et des modifications de pratiques néfastes relatives aux activités anthropiques. L'accommodement inclut une adaptation propre à un milieu et, dans ce cas, fait intervenir les savoirs traditionnels et locaux des communautés (Arlington Group *et al.*, 2013; Weissenberger, 2022). Il existe d'autres catégories de stratégies d'adaptation comme la retraite et la précaution. La retraite est d'application dans la mesure où l'accommodement est difficile et le montant nécessaire aux mesures de protection est trop important. La précaution suppose la mise en place des mesures d'évitement (Arlington Group *et al.*, 2013). Ces catégories sont surtout mises en évidence face aux problèmes d'érosion côtière et d'inondation. Cependant, elles peuvent toujours être mises en application par rapport aux problèmes de dégradation des terres dans un contexte de CC (Arlington Group *et al.*, 2013; Balthazar *et al.*, 2016).

Dans les pays du sud notamment, l'adaptation à la dégradation des terres et aux changements et à la variabilité climatiques est essentielle pour favoriser un futur durable (FAO, 2010). Le secteur de l'agriculture illustre parfaitement les relations entre les composantes sociales et naturelles (Handmer et Dovers, 2009; Fleurant, 2020) et est, de ce fait, incontournable pour la mise en application des stratégies d'adaptation à la dégradation des terres (FAO, 2016b). Sa durabilité est fondamentale à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté au sein des communautés (FAO, 2018c). En ce sens, une gestion durable des ressources naturelles de l'environnement (sol, eau, matière ligneuse) est nécessaire afin d'assurer la viabilité du secteur agricole (FAO, 2016b). Cela implique, dans le contexte de la dégradation généralisée des terres cultivées, des activités de conservation et de restauration des ressources naturelles (FAO, 2010a, 2016b; Gobin *et al.*, 2020). Ces activités incluent, entre autres, l'application des pratiques agricoles durables, telles que l'agroforesterie – fournir entre autres des services écosystémiques et assurer

la protection des sols –, les associations de cultures¹¹ – diversifier le paysage et la production agricole –, ainsi que l'établissement des techniques de conservation des ressources en sols et en eau, axées sur les savoirs traditionnels et locaux des communautés (FAO, 2010, 2018a; Pasiecznik et Reij, 2021). À cela s'ajoute la mise en place de politiques en faveur de la gestion durable des terres, ainsi que des financements innovants (FAO, 2016b; Barchia *et al.*, 2018). De telles activités, en plus de favoriser le renforcement de la résilience et l'augmentation de la capacité d'adaptation, permettent la mise en œuvre des objectifs de développement durable (ODD) (FAO, 2010; Pasiecznik et Reij, 2021). Cette relation a été exprimée par Magnan (2010), lorsqu'il précise que les interventions visant l'adaptation aux CC contribuent à l'atteinte des ODD. De plus, il a signalé que ces deux concepts partagent quasiment les mêmes fondements théoriques, et par conséquent ils peuvent aider à aboutir à des résultats un peu comparables.

En Haïti, l'agriculture climato-intelligente constitue le cadre d'adaptation des communautés agricoles face aux CC (Fleurant, 2020). Ainsi, à travers cette approche, les objectifs relatifs à l'adaptation à la dégradation des terres, et aux changements et à la variabilité climatiques peuvent être atteints (Fleurant, 2020), considérant que les pratiques qui caractérisent cette approche visent la conservation des terres agricoles (Torquebiau, 2017). Plusieurs activités relevant de cette approche sont expérimentées en Haïti dans le cadre des projets visant à aider les agriculteurs à améliorer les rendements des exploitations agricoles (FAO, 2018a). Aussi, des activités de gestion efficace des écosystèmes naturels, notamment au sein des bassins versants dans un contexte de CC, sont également entreprises et soutenues par la FAO, le Fonds vert pour le climat et d'autres acteurs (FAO, 2018a, Nations Unies, 2020b). Cependant, dans la majorité des cas, les interventions sont ponctuelles et ne se font pas de manière coordonnée. Habituellement, ces interventions, financées par des fonds internationaux, sont menées sous forme de projets soit par des ONG internationales ou locales, soit directement par le gouvernement à travers des ministères concernés. En raison des faiblesses institutionnelles, l'État n'est pas toujours à la hauteur pour faire une bonne gestion de ces activités où plusieurs structures interviennent. Par conséquent, certaines inadéquations peuvent être constatées lors de la mise en œuvre des interventions, ce qui n'est pas du tout en faveur d'une démarche d'adaptation des terres aux changements et à la variabilité climatiques. Dans ce contexte, nous pensons qu'il est judicieux d'amener le concept de « maladaptation aux CC ». L'utilisation de ce concept, dans le domaine des CC, a commencé vers la fin des années 1990 dans l'esprit d'attirer l'attention sur les effets pervers que peuvent entraîner des stratégies d'adaptation non appropriées afin d'éviter que les

¹¹ Il s'agit d'associer la culture principale avec une culture pérenne, laquelle couvre le sol durant toute l'année (Torquebiau, 2017).

solutions envisagées n'aillent, en fin de compte, à l'encontre du but recherché (Magnan, 2013; Pastel et Saffache, 2021).

Ce terme est souligné dans plusieurs rapports du GIEC (p. ex. troisième rapport d'évaluation, sixième rapport d'évaluation - Groupe de travail II -, et autres) (GIEC, 2001, 2022a) ainsi que dans des travaux de plusieurs autres chercheurs (Schipper, 2009; Magnan, 2013; Magnan *et al.*, 2016; Salomon, 2021, etc.) s'intéressant aux actions d'adaptation face aux CC. En fait, il s'agit, de nos jours, d'un concept très à la mode, surtout lorsque les principes auxquels doivent être soumises les stratégies d'adaptation sont abordés, pour que celles-ci soient notamment en cohérence avec les démarches de développement durable au sein des territoires (Magnan, 2013; Salomon, 2021; Viguié, 2022). Il est défini par le GIEC de la manière suivante : « Any changes in natural or human systems that inadvertently increase vulnerability to climatic stimuli; an adaptation that does not succeed in reducing vulnerability but increases it instead » (GIEC, 2001, p. 990). De son côté, Viguié (2022) propose une définition un peu plus claire. Ainsi, il précise que la maladaptation :

Désigne les actions d'adaptation qui ont été prises en croyant qu'elles allaient résoudre un problème, et qui conduisent, au contraire, à un accroissement des risques et des impacts. Cet accroissement peut concerner tout ou partie de la population, et se produire sur le court ou le long terme (Viguié, 2022, p. 74).

Par ailleurs, nous comprenons qu'il est important, dans le cadre de l'élaboration des mesures d'adaptation ainsi que leur application, de prendre en compte des facteurs liés notamment aux contextes socioculturels et socioéconomiques, aux savoirs locaux et à la gouvernance des territoires, car leur intégration contribue à réduire le risque de produire une maladaptation aux CC (Salomon, 2021). De leur côté, Pastel et Saffache (2021) indiquent que les mauvaises expériences (erreurs passées et actuelles) ne doivent pas également se répéter si des situations de maladaptation aux CC veulent être évitées. Selon le GIEC (2022a), la minimisation de la maladaptation implique une planification multisectorielle et multi-acteurs inclusive afin de pouvoir garantir une adaptation sur le long terme qui, finalement, n'entraînera pas des impacts potentiels négatifs.

Dans le cas d'Haïti, tel que susmentionné, le risque de maladaptation n'est pas négligeable. L'État n'est pas capable de faire une bonne coordination face aux multiples interventions financées par des bailleurs de fonds internationaux. Par conséquent, les actions visant à renforcer la capacité d'adaptation des communautés peuvent en retour contribuer à augmenter leur vulnérabilité.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Dans ce chapitre sont décrites la démarche méthodologique générale de la recherche ainsi que les considérations éthiques auxquelles le projet a été soumis. Pour la matérialisation des objectifs de la recherche, la méthodologie générale adoptée est déclinée en plusieurs étapes, dont la recherche des acteurs, la consultation de la littérature scientifique, la réalisation des entrevues individuelles et de groupe, la réalisation du diagnostic territorial, l'identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant ainsi que l'évaluation de leur performance globale. Aussi, de nombreux outils ont été employés, citons : les questionnaires d'enquête (collecte des informations à caractère socioculturel, socioéconomique, politique et écologique), les logiciels OriginLab et Excel (traitement et analyse des données quantitatives), le logiciel NVivo (traitement et analyse des données qualitatives), le logiciel Gephi (établissement des relations au sein du système d'acteurs défini), la géomatique (traitement et analyse des données géospatiales), et le logiciel Visual PROMETHEE d'aide multicritère à la décision (évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant).

3.1 Démarche générale

En accord avec notre positionnement et par rapport aux objectifs de la recherche-action participative (RAP), notre approche comprend le volet de coconstruction d'un modèle de RAP, le volet de diagnostic et le volet d'établissement des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Afin de placer la construction de la résilience dans un contexte théorique approprié, l'approche des systèmes socio-écologiques a été utilisée, permettant de lier la vulnérabilité et la résilience écologique et sociale (Folke, 2006; Plante *et al.*, 2011; Chouinard *et al.*, 2017). L'implication de la population et des acteurs locaux est essentielle dans ce type de projet de RAP (Roy et Prévost, 2013; Chouinard *et al.*, 2015), et elle a été intégrée aux différents volets de la recherche. La coconstruction se base sur une analyse géographique et sociologique de la situation actuelle, procède à travers une démarche de RAP, et a été assistée par des outils de planification environnementale et d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs (Maystre et Bollinger, 1999; Samoura, 2011; Richardson et Otero, 2012; Waaub, 2012; Vazquez *et al.*, 2013; Guay, 2016; Côté *et al.*, 2017; Diallo *et al.*, 2019a, 2019b; Guay et Waaub, 2019).

Par ailleurs, pour pouvoir concrétiser les objectifs de la recherche, plusieurs activités de terrain ont été menées, qui ont dû être adaptées au contexte sanitaire (crise COVID-19) et sécuritaire (instabilité politique

entre autres). Une première activité concernait la validation de notre conceptualisation préliminaire du modèle de gestion durable du bassin versant auprès des communautés et des acteurs locaux, puis son adaptation aux contextes socioculturels, socioéconomiques, politiques et écologiques du bassin versant. Cette phase de la recherche a été réalisée sur une période de 30 jours. Une deuxième activité consistait à effectuer, selon le modèle préalablement coconstruit, le diagnostic de territoire axé notamment sur l'analyse de la dynamique territoriale du bassin versant (période considérée : les 40 dernières années). Dans ce but, des observations directes de terrain et des entretiens individuels et de groupe ont été effectués. Cela a nécessité une durée de 30 jours. Sur la base de l'analyse diagnostic de territoire réalisée, les mesures de conservation et de restauration du bassin versant ont été identifiées à l'aide de la consultation de la littérature scientifique, des entrevues avec les communautés locales, et des observations de terrain. Plus d'une vingtaine de jours ont été consacrés aux activités d'identification, sur le terrain, des mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Il faut enfin rappeler que la performance globale des mesures identifiées et retenues a été évaluée en utilisant la démarche d'aide multicritère à la décision (AMCD) en contexte multi-acteurs, mettant en œuvre les méthodes PROMETHEE et GAIA à travers le logiciel Visual PROMETHEE. Notons par ailleurs que les activités de terrain ont été réalisées avec le soutien des organisations locales partenaires avec lesquelles nous avons l'habitude de collaborer.

Les principales étapes méthodologiques de la recherche sont exposées au niveau de la figure 3.1¹². Soulignons qu'en raison de l'organisation de la recherche (thèse par article), le développement des éléments de la démarche méthodologique est effectué de manière exhaustive au sein des articles élaborés.

¹² Les boîtes de couleur blanche correspondent à la contribution du chercheur principal à la coconstruction, et celles de couleur jaune et de couleur verte correspondent respectivement aux étapes coconstruites et aux résultats finaux attendus.

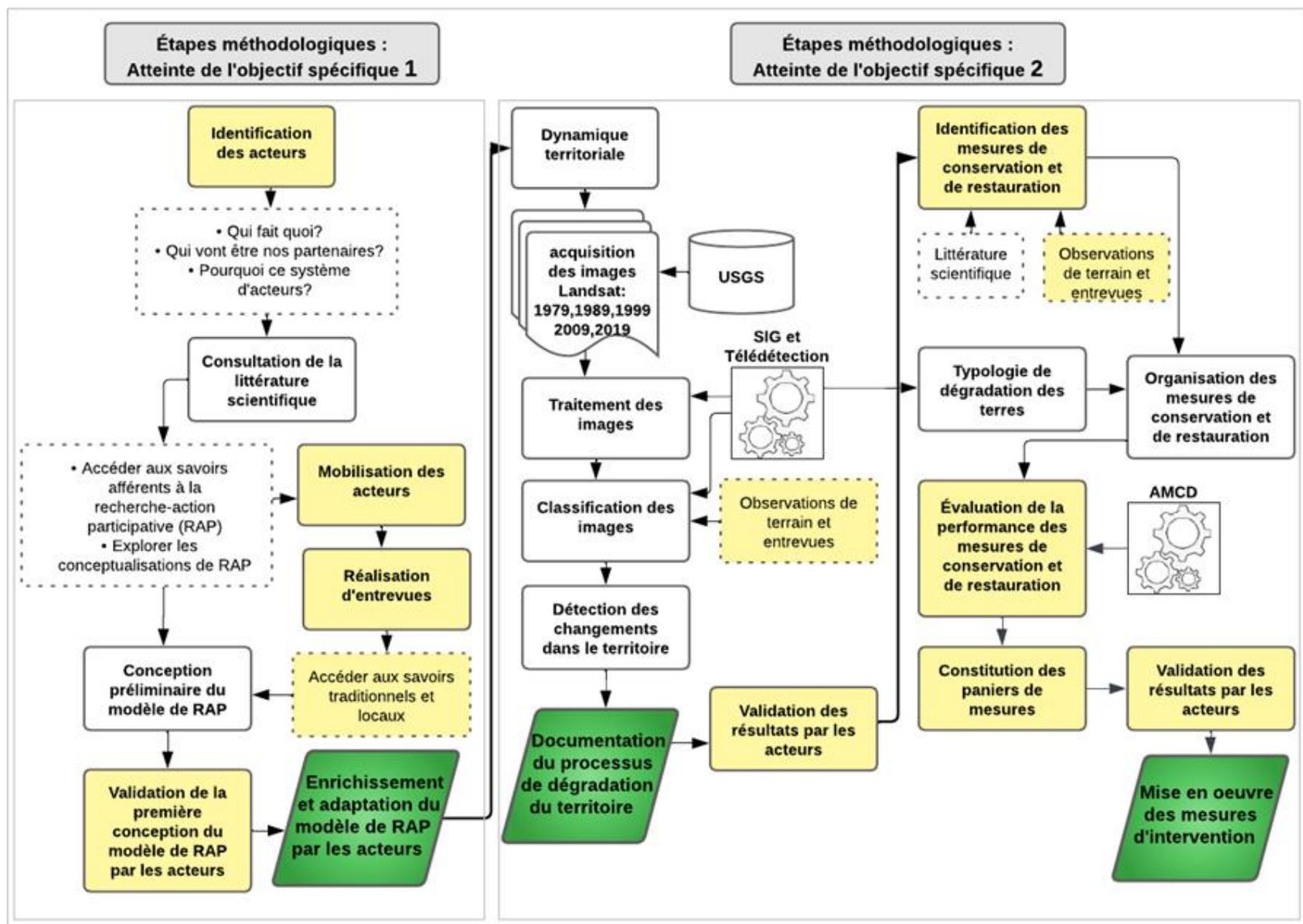


Figure 3.1. Principales étapes méthodologiques de la recherche

3.1.1 Atteinte de l'objectif spécifique 1 : Concevoir un modèle de recherche-action participative en fonction des réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance du bassin versant de la rivière Mulet

L'atteinte de cet objectif implique les principales étapes méthodologiques décrites ci-dessous. Les détails méthodologiques de chacune des étapes sont décrits à la section 4.4.

3.1.1.1 Identification des acteurs du bassin versant

La recherche des acteurs est incontournable dans un processus décisionnel, et constitue la première démarche d'un tel processus (Aenishaenslin *et al.*, 2019). Selon Roy et Bouyssou (1993), la notion d'acteur est définie comme étant un individu ou un groupe d'individus qui, par son système de valeur, peut affecter de manière directe ou indirecte une décision.

Dans notre cas, la définition du système d'acteurs a été une étape préliminaire et fondamentale au développement du modèle de recherche-action participative (RAP). Elle a permis d'identifier les acteurs qui ont une implication dans la conception du modèle. Ainsi, à partir d'un travail de regroupement d'acteurs par catégories, organisé selon la typologie des acteurs proposée par Prades *et al.* (1998), soit le secteur administratif, le secteur économique, la société civile, et les experts (voir aussi section 2.1.6), chacun des acteurs ou groupe d'acteurs qui ont collaboré aux différentes étapes du processus a été décrit de manière exhaustive (voir chapitre 4, section 4.4.2). Aussi, à cette étape la diversité des relations au sein du réseau d'acteurs a été établie à l'aide de l'outil Gephi (p. ex. Boisjoly-Lavoie *et al.*, 2015), et en s'inspirant des méthodes de Mertens *et al.* (2015, 2017). Ce faisant, nous avons consulté les organisations locales partenaires ainsi que des documents officiels qui décrivent notamment le rôle des acteurs du secteur public, et nous avons aussi mis à profit nos connaissances du territoire. Il faut également souligner que le réseau est purement qualitatif du fait que nous n'avons pas effectué une caractérisation ou quantification des interactions (voir chapitre 4, section 4.4.2).

Par ailleurs, nous devons signaler que, dans le territoire du bassin versant, nous avons l'habitude de travailler avec des partenaires qui sont des acteurs locaux privilégiés, soit l'association Planteurs pour le développement de Roche à Bateau (APDRB) et la Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale (CORABEL). Ils se sont impliqués positivement lors de notre travail de maîtrise¹³ réalisé sur le bassin

¹³ Mémoire de recherche effectué en 2018 en Maîtrise en sciences de l'environnement à l'Institut des sciences de l'environnement (ISE) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

versant, ils ont constitué un atout et un ancrage important pour la réussite de la thèse. Aussi, dans le cadre de cette recherche, nous avons également entretenu des relations partenariales avec l'association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB). Celle-ci fait des interventions à caractère socio-écologique au sein du bassin versant depuis plus d'une trentaine d'années. Ces partenaires locaux ont contribué à la mobilisation des communautés locales, à la collecte de données, et à la validation du modèle coconstruit, y compris son test dans les limites du bassin versant.

3.1.1.2 Consultation de la littérature scientifique

Le travail de consultation de la littérature scientifique revêt une importante capitale. Il a permis d'avoir accès aux savoirs scientifiques relatifs à la recherche-action participative (RAP), ce qui facilite une meilleure compréhension du processus de la RAP. Aussi, elle a permis de mieux étayer la première conceptualisation du modèle de RAP, largement inspirée de ceux développés par : Susman (1983), Eilks et Ralle (2002), German *et al.* (2012) et Roy et Prévost (2013). Ainsi, cette première conceptualisation du modèle, soutenue par la littérature scientifique, a été proposée, à travers une rencontre plénière (groupe de discussion), aux différents acteurs locaux pour validation et, par la suite, a été enrichie et ajustée pour être testée dans le territoire du bassin versant. Par conséquent, des informations relatives aux réalités du territoire se révélaient essentielles. Celles-ci ont été acquises par le biais des entretiens individuels et des groupes de discussion avec les communautés et acteurs locaux.

3.1.1.3 Réalisation d'entrevues

Des entrevues individuelles ($n = 41$) et de groupe ($n = 3$) ont été menées au sein du territoire des trois communes concernées (Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal), avec les acteurs clés impliqués dans le développement du territoire, et en particulier les représentants des exploitants agricoles et des organisations locales, et les représentants des différents niveaux de gouvernement (commune, section communale) dans le but de mieux se renseigner sur les contextes socioculturels, socioéconomiques, politiques et écologiques du territoire. Les informations résultant de ces entretiens ont permis de coconstruire un modèle de recherche-action participative (RAP) qui s'adapte aux réalités du bassin versant, et qui vise l'augmentation de la résilience socio-écologique des communautés locales dans une perspective d'adaptation aux impacts potentiels des changements et de la variabilité climatiques. Il faut par ailleurs signaler que, dans le cadre de la conduite des entrevues, les considérations sur le sexe, l'âge, la religion ou le groupe d'appartenance des répondants n'ont pas été prises en compte.

La conceptualisation du modèle a été réalisée en coconstruction par le système d'acteurs dont nous faisons partie, et sur la base des savoirs scientifiques ainsi que traditionnels et locaux. Le modèle a été validé par les différents acteurs impliqués dans le processus. Et a ensuite été amélioré en fonction des commentaires reçus (voir section 4.5). Cette phase de conception du modèle de RAP a conduit à l'élaboration du premier article de la thèse intitulé : « Modèle conceptuel de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet selon l'approche de la recherche-action participative » (chapitre 4).

3.1.2 Atteinte de l'objectif spécifique 2 : Tester le modèle de recherche-action participative coconstruit dans les limites du bassin versant de la rivière Mulet

Cet objectif de la recherche implique les principales étapes méthodologiques décrites ci-dessous.

3.1.2.1 Diagnostic territorial

Le diagnostic territorial constitue une démarche importante pour l'action dans une perspective de développement territorial durable. Il renseigne sur les changements survenus dans le passé, permettant ainsi d'avoir une meilleure compréhension de l'évolution future potentielle d'un territoire (Lardon et Pivetau, 2005; Aimée *et al.*, 2018). Il documente le processus de dégradation du bassin versant. Ainsi, il a été réalisé selon une approche basée sur l'analyse de la dynamique territoriale et d'utilisation du territoire (SIG et Télédétection). L'étude de la dynamique territoriale s'est faite sur une échelle temporelle de 40 ans (1979 à 2019) à un pas de temps de 10 ans, faisant intervenir les années de référence suivantes : 1979, 1989, 1999, 2009, 2019. L'année de départ est celle qui précédait le passage de deux ouragans dévastateurs, à savoir Allen (1980) et Cléo (1984) qui ont frappé le bassin versant, d'où l'intérêt de notre choix.

L'analyse des changements a été effectuée par la comparaison pixel à pixel de deux images classifiées entre deux dates (1979 - 1989; 1989 - 1999; 1999 - 2009; 2009 - 2019 et 1979 - 2019), générant des statistiques (quantification des changements) via la construction des matrices de transition et l'estimation des taux moyens annuels d'expansion spatiale (Tc). Cette analyse a aussi été appuyée par des observations directes de terrain, ainsi que des informations recueillies auprès de la communauté locale notamment sur le profil historique du bassin versant. De ce fait, des toposéquences (n = 2) et des entrevues (n = 20) semi-dirigées ou ouvertes ont été effectuées. Les détails méthodologiques de cette étape sont disponibles à la section 5.3. En dernière instance, l'ensemble des résultats obtenus a fait l'objet d'un processus de

validation par les différents acteurs concernés, puis a été structuré sous forme d'un article ayant pour titre : « Étude de la dynamique territoriale du bassin versant de la rivière Mulet » (chapitre 5).

3.1.2.2 Identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

C'est à cette étape que les savoirs scientifiques, endogènes et locaux concernant les mesures de conservation et de restauration des ressources naturelles ont été identifiés en s'appuyant sur la littérature scientifique, des observations directes de terrain et des entrevues. Le diagnostic territorial a servi de base pour organiser ces mesures de conservation et de restauration des ressources sol, eau et matière ligneuse, en fonction du niveau de dégradation des terres. À cet effet, une typologie de la dégradation des terres a été établie. Celle-ci a reposé principalement sur des informations découlant de l'étude sur la documentation du processus de dégradation du territoire du bassin versant, laquelle est centrée sur le diagnostic territorial.

Des entrevues individuelles (n = 60) et de groupe (n = 3) ont été menées dans les trois municipalités à l'étude et situées dans différents segments du bassin versant, auprès des principaux acteurs (section 6.3.1) dont les autorités locales, les groupements paysans, et les communautés locales. Elles sont basées sur des questionnaires permettant de collecter des informations sur les différentes pratiques adoptées dans les systèmes de production, incluant les techniques de conservation et de restauration appliquées en ce qui concerne la matière ligneuse et les ressources en sol et en eau. Les répondants ont été recrutés à l'aide des organisations locales partenaires (APDRB, CORABEL et AFVDRAB) par la méthode dite de la boule de neige. Le traitement des entrevues a été effectué à l'aide du logiciel NVivo pour les données qualitatives, et des logiciels OriginLab et Excel pour les données quantitatives. Par ailleurs, les informations colligées via les entrevues réalisées lors de la coconstruction du modèle de RAP ont également été mises à profit afin de compléter celles de cette étape. Enfin, sur la base de l'ensemble des informations réunies, une liste de mesures de conservation et de restauration a été constituée, puis soumise aux acteurs locaux à des fins de validation. Les détails méthodologiques de cette étape sont disponibles à la section 6.3.2.

3.1.2.3 Évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant

Une analyse multicritère de la performance de toutes les mesures listées et validées a été effectuée afin d'illustrer leurs forces et leurs faiblesses, et de les ranger selon leur performance globale. À cette fin, des critères d'évaluation ont été définis et pondérés. À l'issue du rangement susmentionné, les mesures ont

été combinées afin de pouvoir constituer les meilleurs paniers de mesures pour chaque catégorie de niveau de dégradation des terres. Les propositions de paniers de mesures de conservation et de restauration des ressources naturelles ont été validées par les acteurs impliqués. Les outils d'aide multicritère à la décision (AMCD) en contexte multi-acteurs ont été utilisés (PROMETHEE et GAIA). Par ailleurs, en ce qui concerne la mise en œuvre des mesures d'intervention, une table de concertation avec l'ensemble des acteurs a été réalisée, ce qui a permis de discuter de la décision de former des comités chargés de coordonner la mise en œuvre des mesures d'intervention planifiées. Cela a ainsi été décidé du fait que le temps qui a été imparti pour mener la recherche nous a contraints d'arrêter à la phase de « décision de mise en œuvre ». Les détails méthodologiques de cette étape sont disponibles à la section 6.3.3.

L'aboutissement des phases liées à l'identification et l'évaluation de la performance des mesures a permis d'élaborer le troisième et dernier article de la thèse ayant pour titre : « Évaluation participative de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet » (chapitre 6).

3.2 Considérations éthiques

Le projet de recherche a une forte portée sociale, et par conséquent des sujets humains ont été impliqués dans le cadre de la recherche. En ce sens, pour que le travail de recherche soit conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la Politique N° 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains (Janvier 2016) de l'UQAM, nous avons introduit une demande d'approbation éthique auprès du Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE). Ainsi, dans le cadre de cette demande, afin de garantir le respect de la dignité humaine en tant qu'élément primordial en éthique de la recherche avec des êtres humains¹⁴, toutes les procédures en matière de consentement des participants, de confidentialité des renseignements recueillis, de l'utilisation secondaire des données, etc., ont été bien définies en tenant compte du contexte socioculturel du territoire d'étude. L'approbation a été obtenue dudit comité le 28 mai 2020, et le numéro de certificat est 3300 (annexe B).

¹⁴ UQAM, Politique n° 54. Politique sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains. https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_54.pdf

CHAPITRE 4
MODÈLE CONCEPTUEL DE GESTION DURABLE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET
SELON L'APPROCHE DE LA RECHERCHE-ACTION PARTICIPATIVE

Noms et affiliations des auteurs

Zurcher Mardy^{*ab}, Ronaldo Joanis^e, Jean-Philippe Waaub^{abc}, Sebastian Weissenberger^{bd}

a Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional (GEIGER), département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

b Institut des sciences de l'environnement, Faculté des sciences, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

c Département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

d Département science et technologie, Université TÉLUQ, 5800, rue Saint-Denis, Montréal, Québec, Canada, H2S 3L5.

e Département des sciences juridiques, Université d'État d'Haïti, 103, rue Oswald Durant, Port-au-Prince, Haïti.

*Auteur correspondant

Article scientifique soumis (2022-08-18) pour publication dans la revue *Noréis – Environnement, aménagement, société*. La version présentée dans la thèse est améliorée par rapport à celle qui est soumise pour publication.

Résumé

L'objectif de ce projet est de coconstruire, sur la base d'un modèle de recherche-action participative préétabli, un modèle de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques. De nombreux modèles ont été explorés afin de parvenir à une première conceptualisation, laquelle a été validée par les acteurs locaux engagés dans la lutte contre la dégradation des terres du bassin versant, pour être adaptée aux réalités dudit bassin. Des entrevues individuelles et de groupe ont été menées au sein de la communauté afin de recueillir des informations sur les aspects relatifs aux savoirs traditionnels et locaux, au système de gouvernance, aux activités économiques, aux systèmes de production, etc. Le modèle obtenu reflète les intérêts, les visions et les apprentissages des différents acteurs impliqués. Ce travail de coconstruction du modèle a également permis de renforcer le capital social des communautés locales, tout en améliorant les liens entre les différentes couches sociales du territoire.

Mots clés : approche participative, bassin versant, adaptation, changements climatiques.

Abstract

The objective of this project is to co-construct, based on pre-established participatory action research model, a sustainable management model for the Mulet River watershed in a perspective of adaptation to climate change. Numerous models were explored in order to arrive at an initial conceptualization, which was validated by local actors involved in the fight against land degradation in the watershed, to be adapted to the realities of the watershed. Individual and group interviews were conducted within the community to gather information on aspects related to traditional and local knowledge, governance system, economic activities, production systems, etc. The resulting model reflects the interests, visions and learning of the different actors involved. This work of coconstruction of the model has also helped to strengthen the social capital of local communities, while improving the links between the different social strata of the territory.

Keywords: participatory approach, watershed, adaptation, climate change.

4.1 Introduction

Depuis plus d'une décennie, les modèles de recherche s'intéressant à la prise en compte des connaissances des acteurs sociaux relatives à la compréhension des situations sociales complexes posant problème au sein des communautés, ont fait l'objet de développements remarquables (Morrissette, 2013; Camden et Poncet, 2014). Ces développements sont expliqués par la nécessité de favoriser une démocratie délibérative en ce qui concerne l'implication des acteurs concernés dans le processus de transformation face aux problèmes sociaux d'aujourd'hui (Gélineau, 2012; Morrissette, 2013; Roy et Prévost, 2013; Udvarhelyi, 2020). Aussi, ces modèles de recherche privilégiant les contributions des acteurs sociaux ont conduit généralement à des résultats positifs en raison de leur principe participatif – intégration des groupes sociaux confrontés par les problèmes dans la réflexion par rapport à la génération de connaissances et de savoirs, et à l'établissement des actions visant le changement (Roy et Prévost, 2013; Chouinard *et al.*, 2015; Stern, 2019; Brydon-Miller *et al.*, 2020; Briffett Aktaş, 2021). Ces pratiques de recherche s'appuient sur le principe selon lequel la coconstruction de savoirs, par la confrontation des connaissances locales ou vernaculaires avec celles scientifiques, et par l'action, est fondamentale pour la compréhension et la modification du contexte social des individus ainsi que des systèmes sociaux des collectivités (Gélineau, 2007, 2012; Roy et Prévost, 2013; Lau et Body, 2020).

Les modèles de recherche favorisant l'intégration des contributions des acteurs dans le processus décisionnel relatif à des problématiques d'ordres social, socioéconomique, socio-écologique, etc., sont nombreux; citons entre autres : la recherche-action (RA), la recherche-action participative (RAP), la recherche-action collaborative (RAC), la recherche partenariale (RP), la recherche-action militante, la recherche-action féministe, les recherches participatives communautaires (Roy et Prévost, 2013; Gonzalez-Laporte, 2014; Doucet et Dumais, 2015; Fortin *et al.*, 2017; Godrie *et al.*, 2020). Ces approches de recherche diffèrent par les niveaux de participation des acteurs dans le processus de recherche, leur démarche méthodologique ainsi que leurs fondements théoriques et épistémologiques (Morrissette, 2013; Camden et Poncet, 2014; Audoux et Gillet, 2015). Cependant, elles poursuivent le même objectif, à savoir la coconstruction de connaissances scientifiques pour l'action (Audoux et Gillet, 2015).

Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi de donner la priorité au modèle de RAP eu égard à ses propriétés de favoriser, durant tout le processus conduisant vers une décision finale concertée, l'implication au même degré de tous les acteurs comparativement aux autres approches de recherche susmentionnées (Plante *et al.*, 2006, 2018; Livingston et Perkins, 2018). Elle inclut la participation des

acteurs de différents secteurs, les connaissances traditionnelles et locales ainsi que scientifiques, les apprentissages et les expériences (Gonzalez-Laporte, 2014; Plante *et al.*, 2018). Elle offre la possibilité de scruter de manière organisée les idées et les situations (Plante *et al.*, 2018). Elle contribue particulièrement à la résolution des problèmes localisés (German *et al.*, 2007; German *et al.*, 2012). Aussi, cette approche est très flexible dans le cadre de sa mise en place; elle laisse donc la place à la créativité et à l'innovation (Catroux, 2002; Speedlin *et al.*, 2021).

De nombreux chercheurs, notamment du domaine des sciences sociales et humaines, ont élaboré des modèles de RA et de RAP dans le but d'agir sur des problématiques affectant les conditions de vie des groupes sociaux (Susman, 1983; Kemmis et Mc Taggart, 1988; Holter et Schwartz-Barcott, 1993; Stringer, 1996; Narcy, 1998; Kemmis et Mc Taggart, 2000; Eilks et Ralle, 2002; McNiff et Whitehead, 2006; German *et al.*, 2012; Roy et Prévost, 2013; Pathumporn et Nakapaksin, 2015; Renaud, 2020; Stuart, 2020; Briffett Aktaş, 2021). Certains des modèles détiennent un caractère universel et peuvent être appliqués dans des contextes différents. Cependant, dans le domaine de la gestion des ressources de l'environnement, l'approche de RAP est faiblement utilisée (Smolikowski, 1993; Roose *et al.*, 2002; Rosillon, 2014; El Mokaddem et Benchekroun, 2016; Dicko *et al.*, 2020; Moges et Bhat, 2020, etc.). Face à ces constats, nous avons décidé d'expérimenter cette approche de recherche, dans le contexte de la gestion durable des ressources naturelles du bassin versant de la rivière Mulet.

À l'image des autres bassins versants de la République d'Haïti, le bassin versant de la rivière Mulet est soumis à un processus de dégradation avancé. Cette dégradation affecte les conditions de vie des communautés qui y habitent. Cela se traduit notamment par une faible productivité des terres cultivées, entraînant des situations d'insécurité alimentaire et de pauvreté (Mardy *et al.*, 2020). De ce fait, la recherche vise, dans un cadre de systèmes socio-écologiques, à développer de concert avec les communautés et acteurs locaux, un modèle de RAP adapté aux réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance de ce bassin en vue de sa conservation et de sa restauration. Cet article comprend quatre sections. En premier, le contexte théorique de la RAP qui guide notre recherche, est présenté. Dans un deuxième temps, le site d'étude et la méthodologie adoptée pour le développement du modèle de RAP sont décrits. Dans un troisième temps, le processus de coconstruction et de validation du modèle de RAP ainsi que son test dans le bassin versant sont expliqués. Finalement, les résultats de la démarche sont discutés.

4.2 Cadre théorique

Aujourd'hui, la littérature relative aux pratiques de recherches qualitatives faisant mention de l'approche RAP devient abondante. Cela est démontré par la motivation des revues, s'intéressant aux aspects qualitatifs des recherches scientifiques, à faire avancer la réflexion dans ce domaine. Citons, par exemple, la revue québécoise de Recherches qualitatives (RQ) qui venait de célébrer son 30^{ème} anniversaire, et qui s'occupe de la diffusion, de la réflexion et des avancées méthodologiques afférentes aux recherches de nature qualitative et empirique où les approches de RA et de RAP sont, entre autres, mises en évidence (Deschenaux *et al.*, 2019). De plus, ces pratiques de recherches sont davantage renforcées grâce aux réflexions et travaux, notamment sur les injustices épistémiques et recherche participative, engagés ces dernières années par des chercheurs intégrant des groupes et centres de recherche qui travaillent sur la pauvreté et les inégalités sociales. En effet, les recherches participatives représentent un meilleur cadre facilitant l'observation et la compréhension de la production des injustices épistémiques, tout en offrant des possibilités pour les empêcher (Godrie *et al.*, 2020).

La RAP est une pratique de recherche qualitative découlant de la RA. Elle est fondée sur les mêmes démarches de recherche, organisées en spirales, incluant : la planification, l'action, l'observation, la réflexion et la révision (figure 4.1) (Lewin, 1946; Catroux, 2002; Kemmis et Mc Taggart, 2008; German *et al.*, 2012; Morrissette, 2013; Gonzalez-Laporte, 2014; Tolsdorf et Markic, 2018; Udvarhelyi, 2020). Elle se distingue par les aspects relatifs au positionnement idéologique et au processus de contrôle de la recherche (Gonzalez-Laporte, 2014). Ainsi, contrairement à l'approche de la RA, les modèles de RAP ne peuvent pas fonctionner sans la participation active des acteurs locaux et des chercheurs aux différentes phases de la démarche, c'est-à-dire qu'ils doivent s'impliquer depuis la définition des objectifs de la recherche jusqu'à la définition des stratégies de suivi et d'évaluation (Camden et Poncet, 2014; Plante *et al.*, 2018; Corrado *et al.*, 2020).

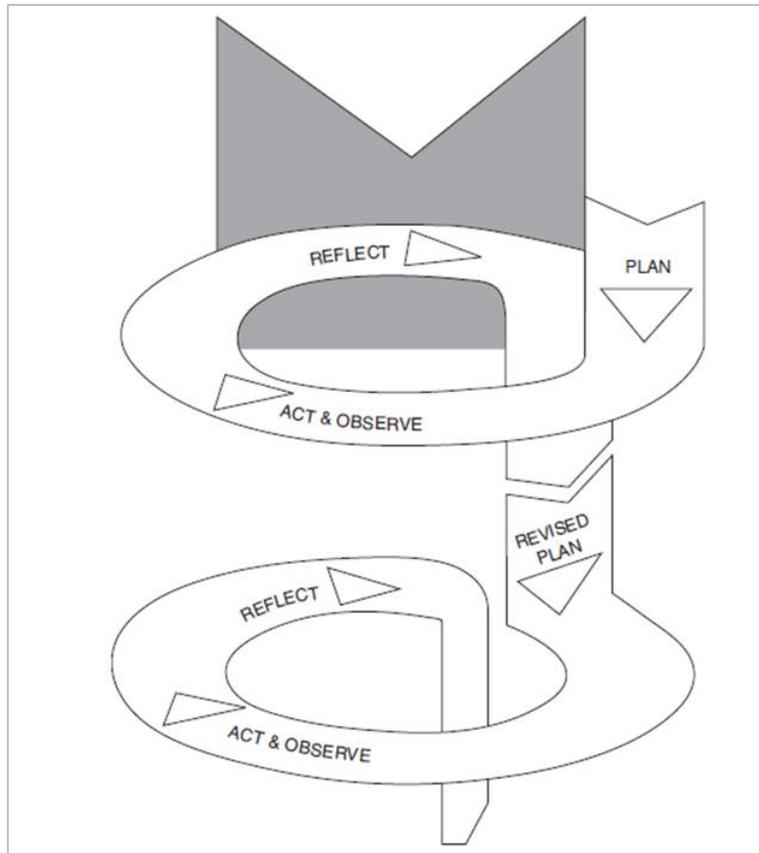


Figure 4.1. Spirale de la recherche-action participative

Source : Kemmis et Mc Taggart (2008)

Susman (1983) a disséqué le processus de la RAP en cinq phases qui sont reprises par Catroux (2002) dans le cadre de sa recherche sur les modalités d'une démarche théorique axée sur la pratique. Les cinq phases identifiées constituent les cycles de la RAP (figure 4.2). Au préalable, le problème est identifié par les chercheurs et/ou par les communautés et acteurs locaux affectés par une situation sociale défavorable. Les chercheurs peuvent identifier le problème à partir des observations de la situation sur le terrain, des rapports d'étude, et des échanges. Une fois le problème connu, des discussions sont entamées entre les partenaires (chercheurs et groupes sociaux concernés et intéressés) afin d'établir les procédés pour parvenir aux résultats. Cela ouvre la voie à l'étape de collecte de données nécessaires à la réalisation du diagnostic de la situation. Celui-ci permet de mieux clarifier la vision de l'équipe en ce qui concerne les différentes activités à entreprendre, et implique des périodes de discussions relatives aux réflexions sur la manière de contourner les difficultés qui peuvent surgir (German *et al.*, 2012). À l'issue de cette phase, un plan d'action est coconstruit et mis en application. Celui-ci permet de procéder à la cueillette et à l'analyse des informations. Selon les résultats obtenus, les acteurs peuvent savoir sur quels aspects ils doivent agir pour favoriser la poursuite et le succès de la démarche. Par la suite, à partir de nouvelles réflexions, le plan

d'action est évalué et réajusté, et mis en œuvre par le démarrage d'un nouveau cycle. Soulignons qu'à chaque fois, des modifications sont apportées et d'autres cycles sont successivement entraînés jusqu'à ce que les objectifs de changement de pratique ou de transformation soient atteints. Il s'agit donc d'une démarche itérative.

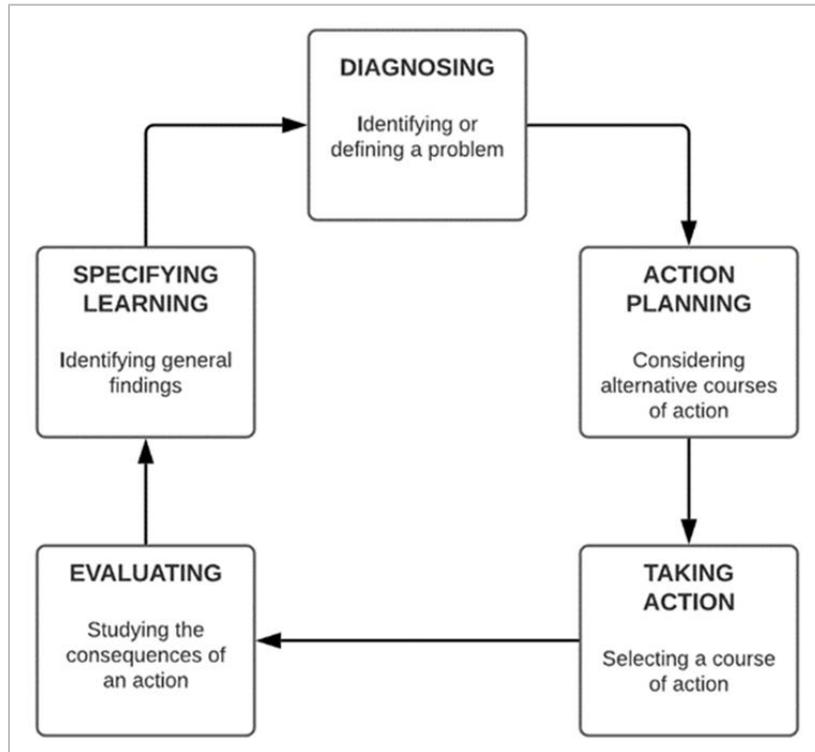


Figure 4.2. Processus de la recherche-action participative

Source : Susman (1983), repris par Catroux (2002)

Il s'avère important de souligner que la RAP n'est pas une méthode de recherche, elle est plutôt une approche de recherche incluant de nombreuses méthodes ou techniques d'acquisition de données assujetties à ses principes et valeurs (Reason et Bradbury, 2006; Camden et Poncet, 2014). De plus, une démarche ne peut être qualifiée de RAP que si elle inclut les éléments fondamentaux suivants : « 1) un processus de recherche, 2) une finalité visant l'action, et 3) une démarche participative » (Camden et Poncet, 2014, p. 384).

La RAP est une approche de recherche à caractère inclusif et également un outil pour le changement social (Paquin, 2003; Stuart, 2020). Elle se base essentiellement sur la collaboration de différents acteurs engagés dans le processus de changement de pratique. Elle donne la possibilité d'acquérir des habiletés sociales, tout en s'adaptant au contexte de la situation (Roy *et al.*, 2016). Elle permet la valorisation des savoirs

populaires, ancestraux, vernaculaires, et des pratiques, face à la compréhension scientifique des phénomènes sociaux et naturels complexes (Gélineau, 2007, 2012; Raza, 2018). Dans ce contexte, elle peut, par conséquent, mettre à profit le cadre des systèmes socio-écologiques (SSE). D'ailleurs, les approches de RA ont été expérimentées à leurs débuts particulièrement dans le domaine des sciences naturelles avant d'être largement mises en application dans les sciences sociales et humaines (Bourassa *et al.*, 2007). Aussi, selon Gélineau (2007), la RAP dans sa logique de coproduction de savoirs par l'action vise également la création de communautés et de sociétés équitables et sensibles à la protection des milieux naturels. Aussi, dans le cadre des démarches adaptatives face aux changements climatiques, elle conduit, grâce aux éléments qui la caractérisent (p. ex. apprentissages, échanges et expériences), à des ajustements. Elle permet aux acteurs de s'approprier la démarche de coconstruction, ce qui aide à développer des stratégies et des actions pour répondre aux problèmes d'adaptation, qui suscite leur adhésion (Ballard et Belsky, 2010; Plante *et al.*, 2018).

Dans le cadre de ce travail, nous avons identifié plusieurs modèles de RA et de RAP dont les modèles de Stringer (1996), d'Eilks et Ralle (2002), de German *et al.* (2012), et de Roy et Prévost (2013). Tous ces modèles sont associés à un processus cyclique comprenant diverses phases, comme pour les autres modèles de RAP, qui se résument ainsi : l'analyse diagnostic de la situation, la définition de la problématique, la mise en place d'un plan d'action, la matérialisation du plan d'action établi, l'évaluation des résultats obtenus, l'établissement d'un nouveau plan d'action, la présentation des conclusions de la démarche incluant leur mise en valeur (Catroux, 2002; Gonzalez-Laporte, 2014). Toutes ces phases ou étapes sont conformes à la théorie de la planification stratégique. En ajoutant le volet participatif, et contributif, le modèle est conforme à la théorie de la planification interactive tout en bénéficiant des avantages de la planification stratégique (Proulx, 2008; Farinòs, 2009; Guay, 2016; Waaub, 2022). En conséquence, nous nous inspirons des modèles susmentionnés dans le but de concevoir un modèle de RAP adapté à la situation du bassin versant de la rivière Mulet dans une perspective de contribuer à sa gestion durable.

4.3 Territoire d'étude

Le bassin versant de la rivière Mulet est situé dans le département du Sud d'Haïti entre les latitudes 18°14'40" et 18°16'0" N et les longitudes 73°58'40" et 74°0'0" W (figure 4.3). Sa superficie est de 31 km² et intègre une portion des communes de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal, respectivement, à travers les sections Renaudin/Beauclos, Condé et Carrefour Canon. La population est estimée à 8 140 habitants,

avec une densité de 263 habitants au km² (IHSI, 2015). Il s'agit d'un bassin versant rural et côtier dominé par des activités agrosylvopastorales, particulièrement dans ses segments milieu et aval (Mardy *et al.*, 2020). Ses ressources naturelles sont soumises à des processus de dégradation en raison des activités anthropiques, combinées aux impacts des changements et de la variabilité climatiques (Mardy *et al.*, 2020). L'agriculture et l'élevage constituent les activités économiques dominantes. Sur le plan éducatif, la plupart des exploitants ne savent ni lire ni écrire. Le faible pourcentage instruit, l'est à un niveau d'éducation incluant le primaire ou le secondaire (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

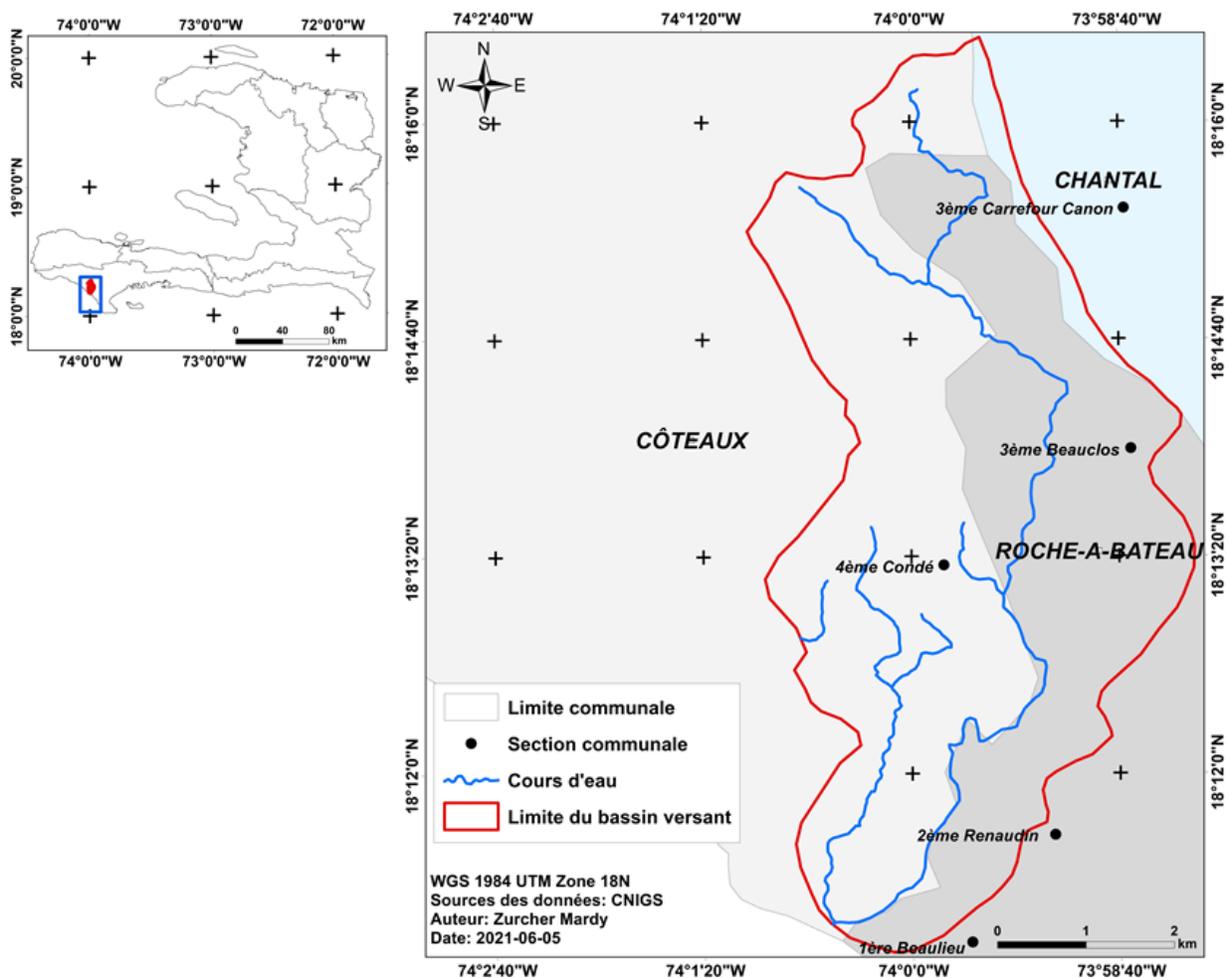


Figure 4.3. Localisation du secteur d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

4.4 Méthodologie

4.4.1 Enjeux de la participation des acteurs du bassin versant

La participation des acteurs constitue un grand chantier ou du moins un pari dans les pays les moins avancés du fait qu'elle nécessite des efforts, des ressources et de la volonté de part de tous les acteurs en

dépit des contraintes d'ordres sociopolitique et économique. En réalité, la participation suppose l'implication et l'engagement des acteurs de la vie nationale et locale dans la gestion de l'action publique et dans les grandes décisions de toute la communauté concernée (Élie, 2008). De ce fait, elle implique un partage de responsabilités entre les autorités centrales, locales et celles de la société civile, surtout dans un contexte de développement endogène qui sollicite l'effort de toute la population. Cependant, ce partage de responsabilité ne se fait pas sans difficulté. Dans le cas du bassin versant de la rivière Mulet et à la suite des différents échanges avec les organisations locales partenaires, nous avons identifié, entre autres, trois enjeux majeurs face au processus de participation des acteurs au niveau de la vie locale.

Premièrement, il paraît raisonnable de questionner le degré d'implication des riverains dans le cadre d'un projet visant la protection des ressources du bassin versant, sachant qu'Haïti est un pays où il existe un déficit de citoyenneté (Élie, 2008) et un manque de représentation au niveau local. Or, la question de la citoyenneté paraît essentielle et représente même l'épine dorsale dans toute discussion ayant rapport à l'organisation et au fonctionnement de toute communauté. Haïti, à travers sa Constitution amendée de 1987, a fait le choix de la démocratie représentative appuyée par une démocratie participative aux niveaux national et local. Voilà pourquoi cette Constitution a créé des collectivités territoriales (Départements, Communes et Sections Communales) qui sont des entités juridiques, distinctes de l'État, capables de prendre en considération les intérêts de la population d'un territoire donné. Ainsi, les citoyens au niveau local, choisissent, par l'entremise des élections directes ou indirectes¹⁵, leurs représentants pour siéger au niveau des conseils d'administration et des assemblées de chaque collectivité territoriale. Il y a lieu de remarquer que dans la logique d'assemblées aux niveaux communal, municipal et départemental, l'objectif est de contrôler les actions des élus locaux au niveau des conseils d'administration. Ceci fait que ces structures de contrôle constituent les yeux et les oreilles de la population et permettent aux citoyens de mieux comprendre les actions prises par les autorités locales. Aujourd'hui, certaines de ces structures d'assemblées n'existent même pas encore, et celles qui ont vu le jour connaissent un fonctionnement instable en raison de la non tenue des élections régulières pour renouveler le personnel politique territorial (Michel, 2016). De surcroît, certains membres des conseils d'administration ne connaissent

¹⁵ Les élections indirectes (suffrage universel indirect) sont organisées par les Assemblées de Sections communales (ASEC) afin d'élire les membres de l'Assemblée Municipale (AM), structure de délibération et de contrôle. Notons que les membres des ASEC sont, de leur côté, élus au suffrage universel direct (Gouvernement de la République d'Haïti, 2017). En résumé, une élection indirecte est une élection administrée au sein d'une municipalité par les autorités élues (ASEC) au suffrage universel direct.

même pas leurs rôles dans la protection des ressources des bassins versants en Haïti. De ce fait, il y a beaucoup à faire concernant l'intégration des citoyens au niveau des projets.

Deuxièmement, il existe aussi un risque que les contributions des techniciens (agronomes, techniciens agricoles, experts, etc.) soient reléguées au second plan. La politique domine tout en Haïti, ou en d'autres termes, les politiciens accordent la priorité à leurs intérêts au détriment de ceux des collectivités locales (Élie, 2008; Michel, 2016), et cela, sans considérer les connaissances et les savoirs. Selon les témoignages de nos partenaires locaux, les décisions d'interventions dans le bassin versant de la rivière Mulet sont habituellement prises par des politiciens qui ne maîtrisent pas la problématique du bassin versant. C'est aussi l'un des éléments qui expliquent l'inefficacité des travaux ou interventions à son niveau. Ensuite, des interventions sont parfois organisées dans une perspective électorale où les élus veulent assurer leur réélection ou répondent aux promesses faites au moment de leur campagne électorale. Vu sous cet angle, ils n'ont pas pris le temps nécessaire de monter un véritable projet capable de mitiger les problèmes auxquels fait face le bassin versant. Donc, cette situation révèle une vraie difficulté dans la mise en place d'un environnement capable de prendre en compte les contributions des experts, des scientifiques et des acteurs non-scientifiques pour un changement durable. Face à cela, les autorités locales concernées ont été informées et sensibilisées par rapport à leur rôle critique au succès de notre démarche de recherche-action participative (RAP) visant l'amélioration de la situation socio-écologique du bassin versant. Elles sont incontournables en tant qu'actrices relevant du secteur public, car elles sont chargées, en fin de compte, de garantir une meilleure opérationnalisation des actions découlant de la procédure de RAP.

Troisièmement, il y a le risque de manipulation des riverains par les acteurs économiquement forts. La raison en est simple. En effet, ils sont vulnérables à cause de la misère, de l'analphabétisme ou de l'absence d'infrastructures sanitaires, qui sont autant de facteurs qui définissent leur vie et qui leur rendent difficile de se projeter à long terme plutôt que de satisfaire aux besoins immédiats. Ce n'est pas sans raison que l'auteure Castor (2007) a fait remarquer que l'État haïtien ne se préoccupe nullement de fournir aux citoyens des 10 départements du pays les services auxquels ils ont droit. De ce point de vue, il y a lieu pour l'État haïtien de satisfaire les besoins de base de toute la population haïtienne avant de se lancer dans le pari de la participation au niveau local, car la participation à la chose publique suppose un engagement en toute liberté et conscience, lequel ne peut véritablement exister que si les besoins de base sont satisfaits.

Nous reconnaissons donc d'emblée que la participation locale présente bien des défis dans le cas du bassin versant de la rivière Mulet. Elle est d'autant plus importante qu'elle peut, à l'inverse de ce qui est dit ci-dessus, mobiliser la volonté de tous les acteurs pour contrer ces sources de vulnérabilité (Élie, 2008). Sur cette base, la mobilisation de leur volonté a été essentielle face à la conduite de notre démarche de RAP dans le bassin versant. Cela a contribué à les encourager à y prendre part malgré les diverses situations défavorables sévissant dans le milieu.

4.4.2 Définition du système d'acteurs du bassin versant

La définition du système d'acteurs est une étape préliminaire au développement d'un modèle de recherche-action participative (RAP). Le concept d'acteurs est employé dans le sens de Friedberg cité par Touzri (2007, p. 74) : « l'acteur est un sujet pensant qui tend vers une certaine rationalité et qui n'absorbe pas passivement le contexte qui l'entoure. Celui-ci agit sur son contexte et essaie de le structurer en renégociant les règles ». De ce point de vue, les acteurs sont capables d'influencer la communauté dans laquelle ils évoluent. Ils peuvent influencer les différents processus économiques, sociaux, politiques, culturels et environnementaux (Touzri, 2007). Ainsi, la participation des acteurs est essentielle dans le cadre de ce travail. Ils contribuent à l'élaboration du modèle de RAP destiné à être testé dans les limites du bassin versant. Dans le but de définir son système d'acteurs, nous nous inspirons de la typologie des acteurs proposée par Prades *et al.* (1998), à laquelle nous ajoutons le grand public, en vue de regrouper en cinq catégories les acteurs impliqués dans la conception du modèle de RAP. Il s'agit des catégories suivantes :

- (i) Le secteur public et ses représentants fonctionnaires, qui inclut l'État et les collectivités territoriales, c'est-à-dire la représentation du pouvoir public et politique à différentes échelles, soit nationale, départementale et communale. Il tire sa légitimité des élections;
- (ii) Le secteur économique, qui comprend notamment les sociétés, les banques, les chambres de commerce, les bailleurs de fonds, et qui s'intéresse aux activités à caractère économique et financier. Sur notre territoire, ce secteur comprend aussi les exploitants agricoles du fait de cette activité économique. Il tire sa légitimité de son pouvoir d'investissement;
- (iii) La société civile, qui inclut le secteur associatif à différents niveaux, que ce soit les associations de base au niveau local, les différentes classes de groupements et d'associations, tant aux

niveaux national qu'international, les organisations internationales, et les organisations socioprofessionnelles. Elle tire sa légitimité des membres;

- (iv) Les experts, qui sont des universitaires, des chercheurs libres et des spécialistes intégrant des centres de recherche. Ils tirent leur légitimité de leurs connaissances ou de leur pratique professionnelle; et,
- (v) Le grand public, qui comprend tous les membres de la communauté qui interviennent à titre individuel. Ils sont notamment détenteurs de savoirs traditionnels et locaux, et ils influencent le corps social par leur pertinence et par leur nombre.

Ce travail de caractérisation des acteurs aide à mieux comprendre leurs rôles dans le processus de conceptualisation du modèle de RAP. L'identification des acteurs engagés dans le processus a été effectuée par le chercheur principal de concert avec les organisations locales partenaires œuvrant dans le domaine du développement au sein du territoire. Il faut signaler que les acteurs sélectionnés correspondent à une représentabilité sociale acceptable pour la démarche de RAP et le problème traité. Le tableau 4.1 décrit le système d'acteurs impliqués dans la coconstruction du modèle de RAP relatif à la gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet.

Tableau 4.1. Catégorisation du système d'acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Catégories d'acteurs	Acteurs
	Au niveau du pouvoir central
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Direction départementale du ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement rural ▪ Direction départementale du ministère de l'Environnement
Secteur public	Au niveau du pouvoir local
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Municipalités de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal ▪ Délégués de ville ▪ Conseils d'administration de la Section communale (CASEC) ▪ Assemblées de Section communale (ASEC) ▪ Bureaux agricoles communaux (Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal)

Catégories d'acteurs	Acteurs
Secteur économique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Institution de financement et de développement : Caisse populaire de Roche-à-Bateau du Sud (CAPORABS) ▪ Entreprise commerciale : Roche-à-Bateau matériaux de construction
Société civile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB) ▪ Coalition Roche-à-Batelaïse pour l'expansion locale (CORABEL) ▪ Association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB) ▪ Organisations internationales : Catholic Relief Services (CRS), Fondation panaméricaine de développement (PADF)
Experts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spécialistes/consultants en gestion et protection des bassins versants ▪ Spécialistes du développement ▪ Chercheur principal (spécialiste en SIG et aide multicritère à la décision)
Grand public	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Communauté locale (résidents du bassin versant)

L'outil Gephi, logiciel de visualisation et d'analyse de réseau (Cherven, 2015), a été utilisé dans le but d'apprécier la diversité des relations au sein des acteurs intervenant dans le territoire dans le cadre de notre travail de recherche (figure 4.4). Les données alimentant Gephi ont été obtenues à l'aide des échanges avec les organisations locales partenaires, de nos connaissances du territoire et de la consultation des documents (p. ex. Constitution haïtienne de 1987 amendée, décrets-lois et arrêtés, et sites officiels des institutions) définissant les attributions de certains acteurs du milieu, notamment les élus locaux et les directions des ministères départementaux. Ces données concernent les rapports de collaboration, de pouvoirs, de contrôle, ou de supervision, entre les acteurs. Les données sont qualitatives dans le sens qu'elles expriment l'existence d'un lien, mais ne quantifient pas sa force.

La figure 4.4 montre l'existence des liens multiples entre les acteurs de différentes catégories. Cependant, la catégorie désignée « experts » entretient très peu de relations avec les autres groupes, à l'exception du chercheur principal. Cela s'explique par le fait que les experts ont été sollicités par celui-ci afin de donner

leur avis en ce qui concerne la compréhension et la consolidation des aspects relevant de leur champ de compétence.

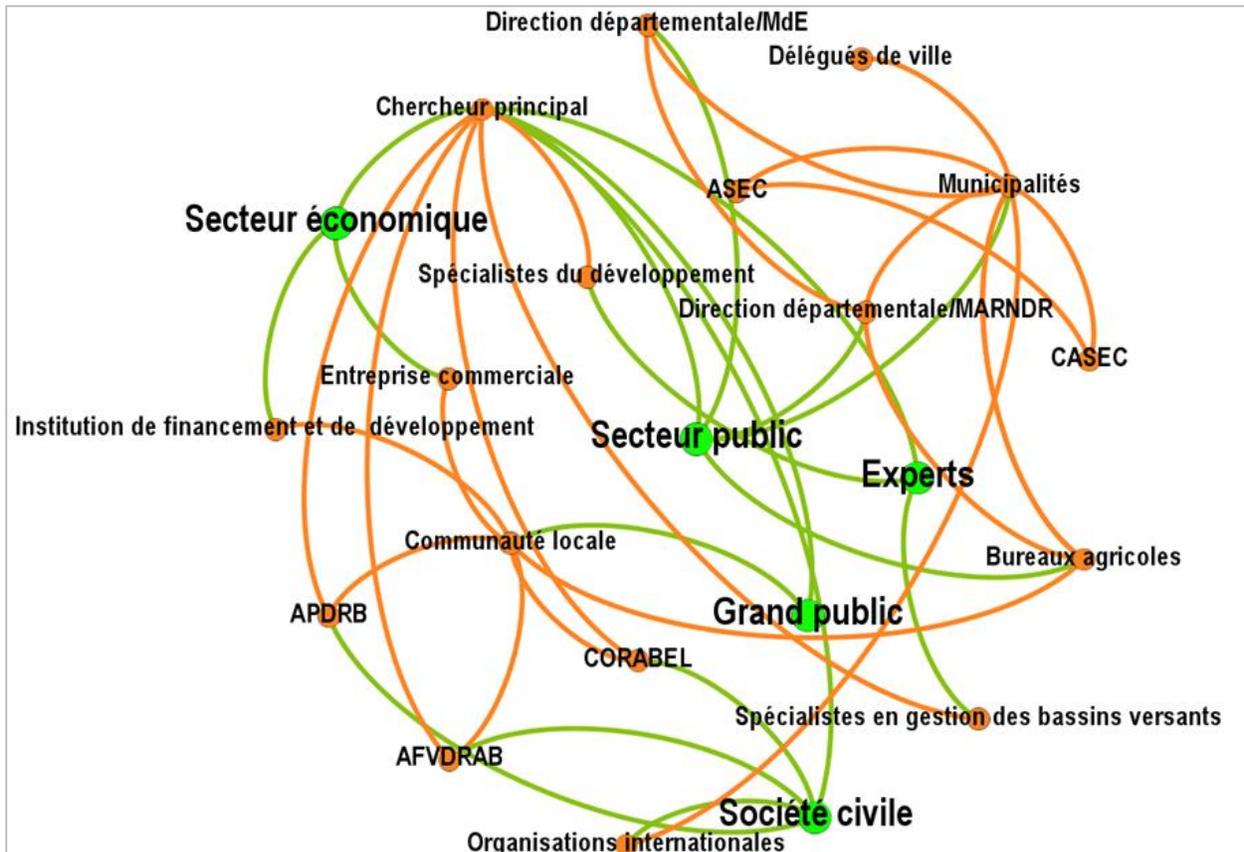


Figure 4.4. Relations du réseau d'acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Note : les nœuds verts représentent nos cinq catégories d'acteurs, les nœuds orange désignent les acteurs, les lignes vertes relient les catégories d'acteurs et les acteurs, et les lignes orange associent les acteurs de divers secteurs entre eux.

4.4.3 Mobilisation et engagement des acteurs du bassin versant

La mobilisation des acteurs est une étape fondamentale au lancement du processus de recherche-action participative (RAP). Dans le contexte du bassin versant de la rivière Mulet, elle consistait à aviser, à travers nos partenariats locaux, les communautés et les acteurs locaux de la tenue d'une série d'échanges et de travaux sur la conception d'un modèle de RAP adapté aux réalités de leur milieu, lequel serait testé dans le cadre de la définition des mesures de gestion des ressources naturelles du bassin versant. Aussi, le lancement du processus de mobilisation visait non seulement à inviter les acteurs à prendre part à une démarche de RAP, mais aussi à les encourager à se mettre ensemble dans le but de travailler à l'accomplissement d'un objectif partagé (German *et al.*, 2012). La mobilisation a été menée de concert avec les organisations locales partenaires avec lesquelles nous entretenons de bonnes relations, et avec

qui nous avons travaillé dans le cadre d'interventions antérieures conduites dans le bassin versant (Mardy *et al.*, 2020). Il s'agit des organismes suivants : l'association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB), la Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale (CORABEL) et l'association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB). Étant donné leurs différentes activités réalisées en collaboration avec les communautés du bassin versant, ils établissent un réseau social important au sein de la collectivité. Par leur ancrage au sein de la communauté et leurs compétences dans la mobilisation des gens, ces partenaires locaux ont rempli un rôle important dans la mobilisation des acteurs dans le territoire d'étude.

Pour leur annoncer l'initiative de conception du modèle de RAP, de nombreuses démarches ont été entreprises. Une série de rencontres individuelles et de groupe a été effectuée afin de stimuler les personnes à participer au projet. Le réseau de téléphonie mobile (Digicel, Natcom) desservant la région a été utilisé dans le cadre des invitations, les appels et les messages textes ont été privilégiés. Des correspondances (lettres) ont également été adressées à certaines catégories d'acteurs (annexe C, section II). Par ailleurs, le fait de travailler avec les partenaires locaux dans le cadre de la mobilisation des acteurs, contribue à renforcer la confiance au sein de la collectivité et, par conséquent, les gens se sentent plus à l'aise de s'asseoir ensemble pour engager des discussions (German *et al.*, 2012). Ce climat de confiance crée aussi entre les acteurs le sentiment de coopération en favorisant une meilleure coordination des activités.

En ce qui concerne l'engagement des acteurs, dès le début du lancement du processus, les gens se sont montrés intéressés à soutenir la démarche, car ils sont conscients de la situation et ont voulu collaborer pour parvenir à des actions transformatrices. Le développement du modèle de RAP constitue un préalable permettant d'aboutir à la matérialisation de ces actions de transformation. L'engagement des acteurs a été crucial face à la conceptualisation du modèle de RAP adapté aux réalités du bassin versant. Cela a permis l'appropriation, par les acteurs, de différentes activités liées à cette démarche, et cela a aussi favorisé leur légitimité et leur adhésion aux mesures qui émanent de la démarche. Ainsi, lorsque la légitimité n'est pas garantie, cela peut conduire à des situations défavorables au sein des acteurs, ce qui peut être très néfaste pour la conduite du processus (Farinòs, 2009; German *et al.*, 2012).

Comme l'exige le processus de RAP, les acteurs ont été impliqués aux différentes étapes de conception du modèle. Les organisations locales partenaires se sont impliquées à deux niveaux. D'une part, elles se sont

impliquées dans la mobilisation des acteurs, d'autre part, elles se sont engagées dans la construction proprement dite du modèle de RAP. Dans le respect des principes d'éthique de la recherche, le consentement libre et éclairé des acteurs engagés a été obtenu préalablement aux activités de recherche. Aussi, il n'y a eu aucun rapport d'autorité ou d'influence entre les chercheurs et les organisations locales partenaires, et les répondants. Toute personne avait le pouvoir de se rétracter à tout moment du processus. Le projet a obtenu un certificat d'éthique, numéro 3300, du Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) de l'Université du Québec à Montréal.

4.4.4 Compréhension des objectifs de la démarche de coconstruction du modèle de recherche-action participative par les acteurs impliqués

Il a été nécessaire de s'assurer de la compréhension des objectifs du travail par les acteurs des différents secteurs impliqués au développement du modèle de recherche-action participative (RAP). Cela revêt une importance primordiale pour la bonne réussite de la démarche. Ainsi, une bonne compréhension des objectifs poursuivis inspire confiance et adhésion, autrement dit, engagement, au sein des acteurs. Il est important que ces derniers comprennent et s'approprient des objectifs visés, car leur implication est incontournable à l'établissement du modèle. Il s'agit d'un travail de coconstruction où tous les acteurs détiennent le même niveau d'implication, et au sein duquel leurs expériences, leurs connaissances, leurs pratiques doivent être prises en compte afin de construire un modèle découlant des apports de chacun des acteurs engagés (Plante *et al.*, 2018). En ce sens, à travers des rencontres collectives, les objectifs de la démarche ont été exhaustivement présentés aux acteurs, et dans le même temps ont fait l'objet de discussions et de clarifications. Aussi, ces rencontres ont été l'occasion d'expliquer à tous les acteurs concernés que leurs opinions, leurs préoccupations, et leurs arguments sont essentiels à l'élaboration du modèle de RAP. Les aspects abordés dans le cadre de ces rencontres ont donc permis aux acteurs d'avoir une meilleure compréhension du bien-fondé de l'initiative et d'identifier pourquoi il est indispensable de s'impliquer dans une telle activité.

4.4.5 Collecte de données pour le modèle de recherche-action participative

La récolte des informations pour la conception du modèle de recherche-action participative (RAP) et son test au sein du bassin versant ont été réalisés à travers deux étapes méthodologiques. D'abord, la littérature scientifique afférente au processus de la RAP a été consultée, afin de prendre connaissance des différents modèles de RAP existants. Cela a permis de réaliser, de notre côté, une première conceptualisation du modèle de RAP qui allait être validée et complétée par les différents acteurs. Ensuite,

nous avons procédé à la collecte de données de terrain. À cette fin, nous avons recouru aux techniques qualitatives suivantes : entrevues individuelles et groupes de discussion. Les entrevues individuelles semi-dirigées et les groupes de discussion ont été réalisés avec l'appui de personnes-ressources du milieu. Ces personnes-ressources sont au nombre de quatre. Il s'agit d'un Agronome, d'un Technicien agricole, d'un Spécialiste en développement local et d'un Étudiant en sciences agronomiques. Elles ont été sélectionnées en raison de leur qualification, de leur connaissance du créole et du milieu, et de leur acceptation par les acteurs. Elles sont aussi membres des organisations locales partenaires; pour prévenir les conflits d'intérêts liés à cette position, une séance d'information a été en conséquence réalisée. En ce qui concerne le travail qui leur a été confié, elles ont toutes suivi, via visioconférence, des séances de formation organisées par le chercheur principal. De plus, pour s'assurer de la bonne marche du processus de collecte de données sur le terrain, des suivis réguliers ont été effectués par le chercheur principal. Notons que les résultats des entretiens, après avoir été numérisés, ont été transmis par courriel au chercheur principal aux fins de traitement et d'analyse. Nous avons procédé ainsi en raison du contexte sécuritaire défavorable (violence et crise politique) qui a sévi durant nos campagnes de terrain rendant difficile les déplacements en Haïti.

Par ailleurs, les entrevues réalisées ont permis de recueillir des informations touchant plusieurs aspects du territoire dont, entre autres, les techniques locales de conservation et de restauration des ressources en sol et en eau, le système de gouvernance, et les activités économiques. Ces informations ont été obtenues, dans un premier temps, à partir d'un guide d'entretien individuel élaboré (annexe D, section I), en privilégiant des questions ouvertes. Ce guide d'entretien a été structuré en se basant sur la littérature scientifique, les rapports d'étude, et nos connaissances du milieu. Il a également été établi en collaboration avec les organisations locales partenaires afin de s'assurer de couvrir tous les thèmes importants pour la suite du projet de RAP. Il comportait 20 questions réparties sur 5 grandes thématiques, telles que les systèmes de production, la dégradation des terres, les revenus, les pratiques de conservation, et la gouvernance. Le guide a été rédigé en créole haïtien en raison de la dominance de cette langue dans les milieux ruraux haïtiens. Cela a facilité une meilleure compréhension des questions adressées et un bon déroulement des entrevues. Les entrevues ont duré en moyenne 60 minutes par répondant. Quarante et un répondants ont été sélectionnés dans les trois segments du bassin versant (amont, milieu, aval) en fonction de leur expérience dans le milieu, ainsi que de leur implication dans des activités pouvant contribuer au développement de la zone. Les répondants proviennent de trois catégories : secteur économique : exploitants agricoles (EA), société civile : membres d'associations locales (AL), et grand

public : membres de la communauté (notables) (tableau 4.2). Soulignons ici qu'un répondant peut détenir plusieurs chapeaux. Par exemple, il peut être à la fois exploitant agricole et autorité locale. En ce sens, à travers le système d'acteurs identifiés, toutes les catégories sont d'une manière générale représentées.

Tableau 4.2. Répartition des répondants selon les zones et catégories

Nombre d'acteurs	Amont	Milieu	Aval	Total
Secteur économique : Exploitants agricoles	4	5	5	14
Société civile : Membres d'organisations locales	5	6	6	17
Grand public : Membres de la communauté locale (notables)	3	4	3	10
Total	12	15	14	41

Trois groupes de discussion ont été réalisés au sein du bassin versant, un dans chaque section du bassin (amont, milieu, aval), avec une quinzaine d'acteurs chacun, en vue de compléter les informations découlant des entretiens individuels et d'obtenir des informations sur les initiatives de développement entreprises au fil du temps par des organisations internationales et le gouvernement. Les séances de discussion ont duré entre 120 et 180 minutes chacune. Aucune distinction sur le sexe, l'âge, la religion ou le groupe d'appartenance n'a été faite pour la participation aux groupes de discussion. Aussi, il n'y a pas eu de restrictions en ce qui concerne le nombre d'acteurs par zone du bassin versant.

Par ailleurs, un guide lié aux groupes de discussion (annexe D, section II) a été aussi élaboré en collaboration avec les organisations locales partenaires. Il a été organisé en six questions abordant les aspects relatifs au système de gouvernance, aux activités économiques, aux techniques locales de conservation et de restauration des terres, aux interventions de développement, et aux savoirs locaux. Il a été préparé à l'avance en tenant compte du contexte et des objectifs du travail, mais il a été modifié en cours de route en fonction des directions qu'ont pris les échanges en lien avec les préoccupations des acteurs. Les discussions ont permis de connaître leurs préoccupations par rapport au problème de dégradation du bassin versant et sa conservation, et par rapport au rôle des autorités locales face à cette question. Toutes les informations collectées ont été analysées et restituées aux acteurs impliqués dans le processus, ce qui a permis de faire des modifications et des ajouts.

4.4.6 Traitement et analyse des données qualitatives

Les informations recueillies à partir des entretiens individuelles et de groupe ont été analysées par le chercheur principal à l'aide des logiciels MS Excel et NVivo. Au préalable, les entretiens ont fait l'objet d'une transcription en français. À l'issue de ces travaux, une vingtaine de mots clés ont été identifiés et retenus. Ces mots clés ont servi de guide dans le cadre de l'analyse par croisement de contenus par thèmes. Finalement, les éléments résultant de ces processus d'analyse ont été exploités à des fins de bonification et d'adaptation de la première conceptualisation de modèle de RAP mentionnée.

4.5 Proposition et validation du modèle de recherche-action participative

4.5.1 Proposition de modèle de recherche-action participative

L'analyse de la littérature a permis de dégager un premier modèle de recherche-action participative (RAP) proposé aux acteurs impliqués dans le processus (figure 4.5), se basant notamment sur les travaux de Susman (1983), Eilks et Ralle (2002), German *et al.* (2012) et Roy et Prévost (2013).

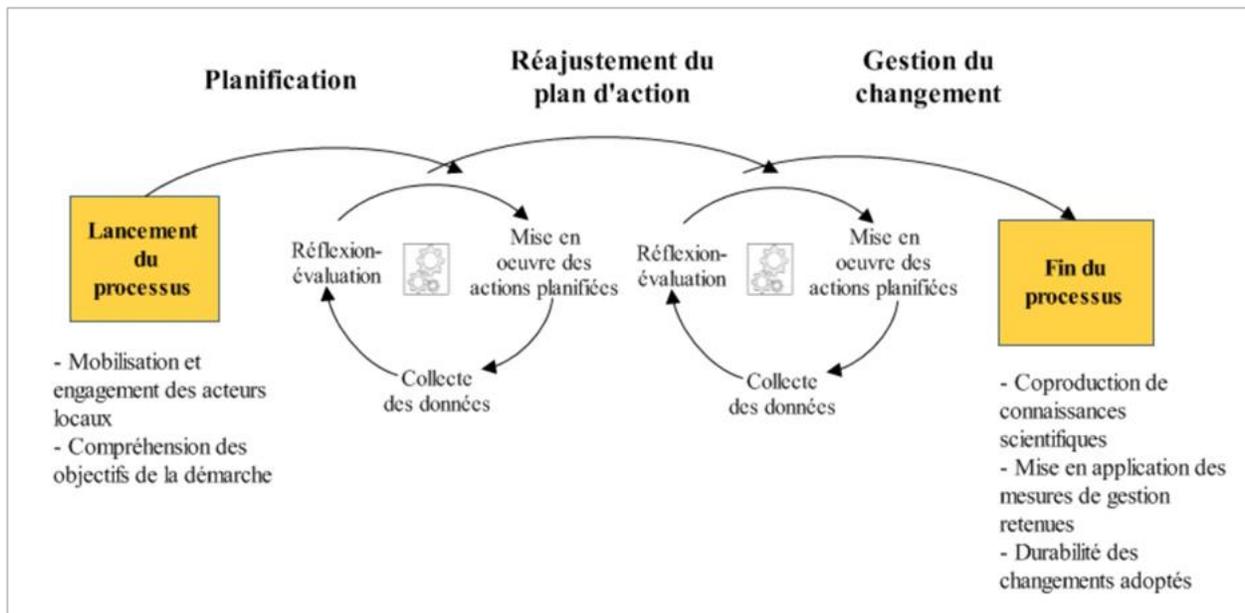


Figure 4.5. Représentation préliminaire du modèle de recherche-action participative

Source : adapté de Susman (1983), Eilks et Ralle (2002), German *et al.* (2012) et Roy et Prévost (2013)

Au cours d'une rencontre plénière réunissant plus d'une vingtaine de personnes, le modèle de RAP préconstruit a été proposé à des fins de validation aux acteurs de différents secteurs concernés et intéressés (secteur public, secteur économique, société civile, experts et grand public). Cette phase a été le moment idéal d'expliquer aux acteurs les caractéristiques d'un modèle de RAP et comment celui-ci

fonctionne. Cela a été nécessaire, étant donné que c'était la première fois que les acteurs du territoire étaient invités à s'impliquer dans une telle initiative. Ainsi, tous les éléments du modèle préalablement conçu ont été débattus en fonction des intérêts et de la vision de chacun des acteurs. Toutes les préoccupations relatives à la gestion durable du bassin versant ont été exposées et discutées suivant un objectif commun. À la fin de ces échanges et discussions, le modèle a été validé par tous les acteurs. Par la suite, sur la base des différents commentaires reçus, des modifications ont été effectuées au sein du modèle afin de l'améliorer. Toujours dans l'optique d'enrichir cette représentation préliminaire du modèle de RAP et de l'adapter aux réalités du bassin versant, des entrevues ont été menées (voir section 4.4.5) dans le territoire afin de disposer des informations relatives aux contextes socioculturels, socioéconomiques, politiques et écologiques dudit bassin.

4.5.2 Présentation des résultats des entrevues et des groupes de discussion

Les mots clés qui ont été identifiés, mettant en relief les thèmes soulevés dans les entretiens, sont : dégradation, conservation et restauration, ressources, bassin versant, mesures, préoccupation, implication, pratiques locales, systèmes de production, activités économiques, autorités locales, territoire, planification, collectivités, organisations locales, organisations internationales, intervention, suivi, évaluation, initiatives. Par ailleurs, un certain nombre de thèmes ont pu être dégagés lors des groupes de discussion. Ils portent sur les pratiques agricoles, la dégradation du bassin versant, et la gouvernance (tableau 4 3).

Tableau 4.3. Thèmes dégagés à partir des entretiens individuels et de groupe

Thèmes dégagés	Description selon les répondants
Principales activités économiques pratiquées	L'agriculture et l'élevage sont les principales activités économiques exercées au sein du bassin versant.
Systèmes agraires dominants	Les cultures vivrières en association prédominent dans les différents segments du bassin versant. Ces cultures gagnent en superficies au détriment des systèmes de production, notamment agrosylvopastoraux.
Dégradation du bassin versant	Les principales causes de la dégradation du bassin versant sont liées aux modes d'exploitation des terres ainsi qu'aux effets des changements climatiques (CC).
Préoccupations par rapport à la conservation et à la restauration du bassin versant	La conservation et la restauration du bassin versant sont des points unanimes. Dans le contexte actuel d'exposition aux impacts des CC, une amélioration de la sécurité alimentaire et économique est souhaitée.

Pratiques locales de conservation et de restauration du bassin versant	Des techniques traditionnelles et locales de conservation et de restauration des sols (rampes mortes, cordons pierreux, etc.) sont utilisées sur certaines parcelles agricoles. Ces techniques, ancrées dans leur territoire, sont très appréciées.
Valorisation des connaissances traditionnelles et locales en vue de la conservation et de la restauration du bassin versant	La valorisation des savoirs traditionnels et locaux des communautés en ce qui concerne la gestion du bassin versant fait l'unanimité. Il n'y aura donc pas de problème d'appropriation de techniques locales qui seront mises en place.
Initiatives ou projets de conservation et de restauration du bassin versant	De nombreuses initiatives relatives à la protection et à la restauration du bassin versant ont été entreprises par des gouvernements, des collectivités locales et des organisations internationales. Cependant, ces initiatives sont généralement infructueuses à cause de l'absence ou d'une faible implication des communautés et des exploitants agricoles locaux dans la planification et la définition des actions d'intervention.
Rôle et implication des autorités locales	Les autorités locales n'assurent pas correctement leur fonction selon les prescrits de la Constitution haïtienne de 1987. Par conséquent, leur implication par rapport aux activités de gestion du bassin versant n'est pas adéquate.
Gouvernance et gestion des ressources naturelles du bassin versant	Administrativement et politiquement, la gestion du bassin versant est assurée par trois municipalités. Cette gouvernance n'est pas effective du simple fait que ces municipalités ne remplissent pas pleinement leur fonction. Cela a pour conséquence de créer des préjudices aux activités de suivi et d'évaluation, et d'une manière générale à la planification territoriale.
Solutions préconisées face à la gestion durable du bassin versant	Les solutions préconisées sont entre autres : l'implication effective des autorités locales aux activités de gestion du bassin versant, la synergie entre les acteurs intervenant dans le territoire, et l'adoption des mesures adaptées aux contextes biophysiques et socioéconomiques du territoire.

Ces informations découlant des entretiens réalisés au sein de la communauté du bassin versant ont permis de prendre connaissance des réalités du bassin versant.

4.5.3 Enrichissement et adaptation du modèle initial validé

À la lumière des informations acquises lors des entretiens individuels et de groupe, le chercheur principal de concert avec les acteurs impliqués au processus de construction du modèle de recherche-action participative (RAP) a pu identifier les aspects essentiels à prendre en compte dans le cadre de la planification des actions devant conduire à la bonification du modèle préliminaire validé. Ainsi, les modifications convenues entre les acteurs ont été effectuées au sein des différentes phases du modèle de

RAP par le chercheur principal. Le modèle enrichi et adapté comprend les étapes décrites ci-dessous (figure 4.6).

- (i) L'identification du problème. Elle représente la première phase de toute démarche de RAP (Catroux, 2002; Kemmis et Mc Taggart, 2008). Dans le cas présent, la problématique de dégradation du bassin versant a été identifiée à partir des observations directes de terrain, des échanges avec les membres de la collectivité ainsi que des recherches antérieures effectuées sur le territoire.
- (ii) La mobilisation des acteurs. Elle est une constitutive de la démarche de RAP dans le bassin versant. Dans un premier temps, elle permet d'informer les différents acteurs évoluant sur le territoire, des activités de gestion durable du bassin versant qui seront conçues et conduites de manière conjointe. La mobilisation est réalisée par les organisations locales partenaires de concert avec le chercheur principal.
- (iii) La collecte de données. Elle permet d'acquérir des informations nécessaires, d'une part, à l'étude diagnostic du territoire et, d'autre part, à la mise en place des actions visant la conservation et la restauration du bassin versant. Elle est menée en collaboration étroite avec les différents acteurs impliqués.
- (iv) L'action. Elle représente la phase de la mise en application des opérations planifiées (Catroux, 2002). Elle constitue, par conséquent, la consécration des efforts consentis jusqu'ici par les acteurs. Dans le contexte de la gestion durable du bassin versant, en plus des principales étapes du processus de démarrage, « l'action » inclut de manière objective les activités correspondant à l'analyse de la dynamique territoriale, permettant de documenter le processus de dégradation du bassin versant, à l'identification des mesures de conservation et de restauration, et à la constitution des meilleurs paniers de mesures.
- (v) L'évaluation. Elle vise à faire un examen systématique du processus et des résultats obtenus. Au cas où ces derniers ne répondraient pas aux objectifs fixés, des modifications pourront être effectuées dans le but de garantir la pleine réussite de la démarche.

- (vi) La validation et la valorisation des résultats. À cette étape, l'ensemble des résultats issus du test du modèle est validé par les différents acteurs impliqués. Notons qu'au préalable, sur une base participative, un comité est formé par zone du bassin versant, et est chargé de faciliter la mise en œuvre des mesures d'intervention retenues. Aussi, les activités de suivi et d'évaluation sont assurées par les comités établis de concert avec les techniciens agricoles des trois communes intégrant le territoire du bassin versant. Cette étape se poursuit par un nouveau cycle en spirale permettant l'apprentissage et l'amélioration continue.

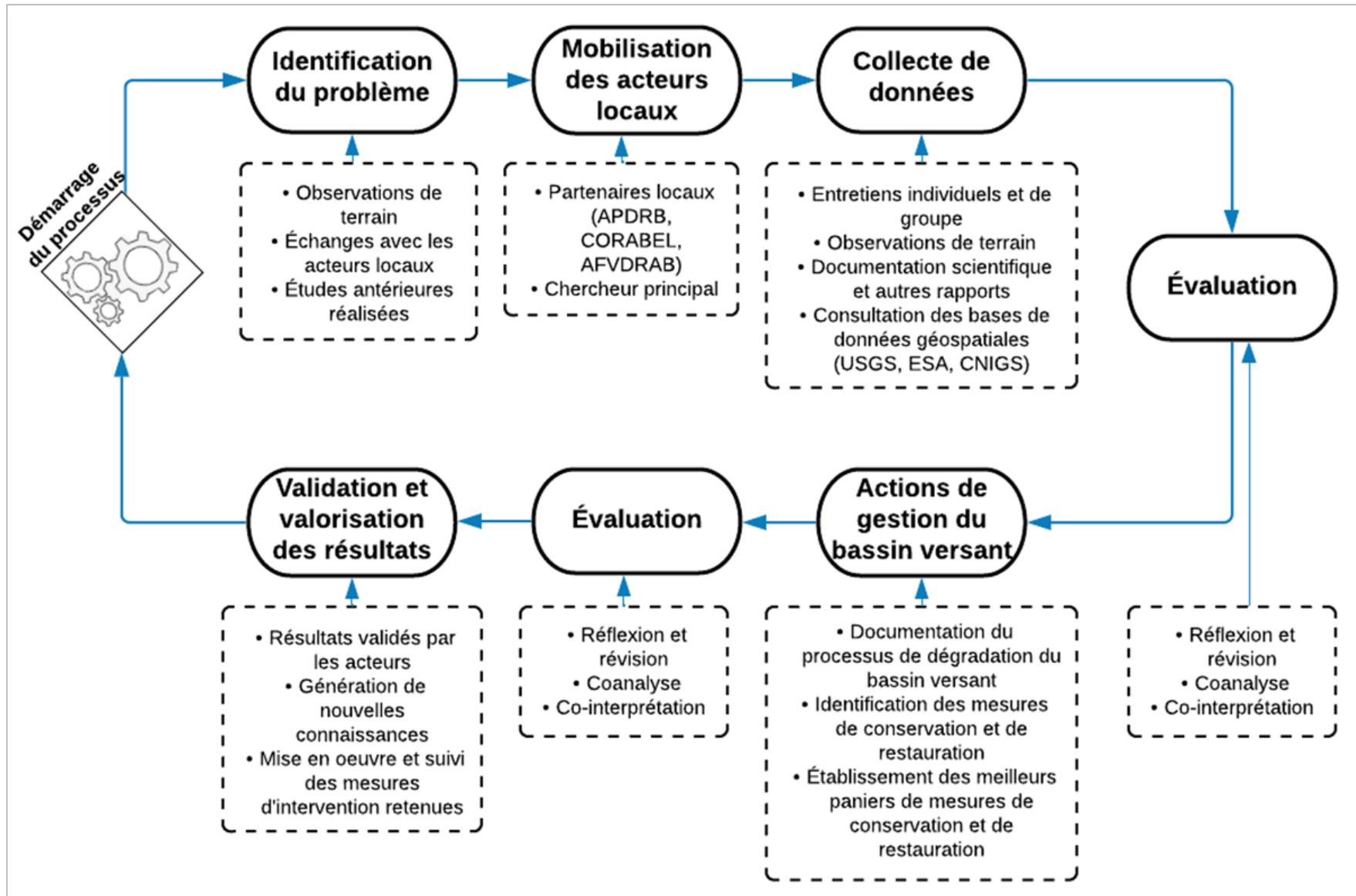


Figure 4.6. Modèle conceptuel de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet selon l'approche de la recherche-action participative

Sources : Chercheurs et acteurs locaux impliqués dans le processus

4.5.4 Validation par les acteurs du modèle final complété

Dans le but d'obtenir l'approbation des différents acteurs engagés dans l'élaboration du modèle enrichi, des rencontres de validation en groupes d'une quinzaine d'acteurs (n = 3) ont été entreprises dans les trois segments du bassin versant. Ces rencontres ont permis de rediscuter certains points du modèle afin d'assurer encore davantage une compréhension commune et partagée au sein des groupes. Ces rencontres ont également été l'occasion pour les différents acteurs impliqués d'amener de nouvelles idées et de solliciter des changements sur certains aspects du modèle qui leur paraissaient moins clairs. Enfin, le modèle de recherche-action participative du bassin versant a fait l'objet d'une validation conclue à l'unanimité au sein de chacun des trois groupes. Les acteurs ont jugé que le modèle a pris en compte leurs préoccupations et constitue le fruit de leur contribution. Dans ce contexte, un membre d'une association locale (AL) a indiqué :

On est impliqué depuis le début des activités. De ce fait, cette phase de validation du modèle constitue pour nous une simple formalité. On se retrouve dedans, c'est le résultat de nos travaux. Comme souhaité au préalable par tous, il reflète les réalités de notre milieu. Par conséquent, on souhaite bien que sa matérialisation dans les limites du bassin versant se fasse suivant les aspects prédéfinis. [AL1, traduction libre]

De son côté, un exploitant agricole (EA) va dans ce sens pour préciser :

C'est déjà un grand pas dans la bonne direction le fait de nous inviter à participer à une activité qui est dans notre intérêt. Nous nous sentons valorisés. Aussi, nous voyons, pour une fois, que nos voix comptent. Et nous sommes heureux de savoir que notre apport restera gravé à travers des écrits et contribuera à l'amélioration de nos conditions de vie ainsi que celles de nos petits-enfants. Que le grand architecte de l'univers bénisse l'initiateur de cette activité. [EA1, traduction libre]

4.6 Test du modèle coconstruit dans le bassin versant

Comme l'exige l'approche de recherche-action participative (RAP), le test du modèle dans le territoire du bassin versant doit favoriser la participation au même niveau de tous les acteurs à travers les différentes phases de la démarche (Plante *et al.*, 2018). Ce test est effectué par l'étude de la dynamique territoriale du bassin versant (chapitre 5 de la thèse), l'identification et l'évaluation des mesures appropriées de conservation et de restauration du bassin versant (chapitre 6 de la thèse), et l'établissement des meilleurs paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant (chapitre 6 de la thèse).

Toutes ces activités, au cours de leur accomplissement, sont soumises à un processus d'évaluation, incluant des périodes de révision, de coanalyse et de co-interprétation des résultats. Ensuite, l'ensemble des résultats obtenus est validé par les différents acteurs engagés. Le rôle de la RAP est de coproduire dans la pratique des connaissances pour l'action (Doucet et Dumais, 2015). Sur cette base, les résultats finaux de la recherche sont organisés, sous l'égide du chercheur principal, sous la forme de production et de vulgarisation scientifiques, et concomitamment, en des actions qui sont mises en application dans le bassin versant.

Par ailleurs, en raison de la durée limitée du projet de recherche, des comités sont créés, et composés des acteurs locaux impliqués, afin de soutenir la communauté agricole dans le cadre de la mise en œuvre sur le terrain des interventions retenues. La mise en œuvre des actions d'intervention afférentes à la conservation et à la restauration du bassin versant s'échelonne sur un horizon de 5 à 10 ans.

4.7 Discussion

Dans une démarche de recherche-action participative (RAP), les interactions entre acteurs et chercheurs permettent d'associer les savoirs traditionnels et locaux avec les savoirs scientifiques afin de pouvoir répondre de manière efficace à une situation environnementale et sociale défavorable, affectant les conditions de vie d'un groupe social précis (Morrissette, 2013; Roy et Prévost, 2013; Blangy *et al.*, 2018). Cette approche donne la possibilité à des non-experts scientifiques de mettre en valeur leurs savoirs traditionnels et locaux dans le but de contribuer, avec les connaissances scientifiques, à la production de nouvelles connaissances, lesquelles sont, en fin de compte, structurées en des actions de transformation (Blangy *et al.*, 2010; Gélinau *et al.*, 2012; Arcidiacono *et al.*, 2017; Martin *et al.*, 2019).

Soulignons que dans une RAP, les chercheurs scientifiques jouent un rôle de facilitateurs auprès des acteurs locaux (Longtin *et al.*, 2010). Aussi, ils sont appelés à organiser des informations découlant des groupes concernés à travers un cadre d'analyse rigoureux afin de faciliter leur matérialisation tout en produisant des savoirs (Doucet et Dumais, 2015). Lors d'une telle procédure, les acteurs locaux non scientifiques peuvent établir leurs propres questions de recherche ainsi que des outils nécessaires pour la cueillette des informations incluant le cadre d'analyse (Gélinau *et al.*, 2009, 2012). Cela concourt à une forme de démocratisation par rapport à la production scientifique (Morrissette, 2013; Stern, 2019). Cet aspect est illustré par l'expansion de nos jours d'une culture de recherche en dehors des structures universitaires (Gélinau *et al.*, 2009, 2012).

Dans le contexte de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet, les acteurs locaux se situent au cœur du processus de conception du modèle de RAP. Cela a permis aux communautés et aux acteurs locaux de valoriser leurs savoir-faire. Ils sont les premiers qui subissent les effets de la dégradation du bassin versant. En conséquence, il paraît normal qu'ils aient droit à la parole en qualité d'experts non scientifiques. À ce propos, un exploitant agricole (EA) a ainsi déclaré :

C'est la première fois de ma vie que j'ai eu la chance de m'exprimer concernant la situation de mon territoire. Dans le cadre des activités antérieures réalisées dans le bassin versant, les gens ne nous ont jamais consultés pour connaître ce que nous pensons. Ils nous contactent généralement en qualité de journaliers. Et certaines fois, ils nous excluent si on n'est pas du côté des pouvoirs locaux. Donc, ce projet est une exception, il m'a permis de contribuer à alimenter les réflexions nécessaires au développement de ma zone. [EA2, traduction libre]

La forte implication des acteurs locaux aux interventions les concernant est fondamentale. Cela contribue non seulement à garantir la durabilité des retombées utilitaires des actions engagées, mais aussi à renforcer la confiance mutuelle ainsi que l'amélioration des liens sociaux au sein de la communauté. En l'absence de l'implication des communautés locales dans la planification et la définition des actions d'intervention au niveau de leur territoire, des situations défavorables peuvent survenir.

À titre d'exemple, dans 90% des cas, les effets positifs des projets précédents de conservation et de restauration des terres initiés dans le bassin versant de la rivière Mulet n'ont duré que 6 mois en moyenne et la situation est ensuite revenue au point de départ (Mardy *et al.*, 2020). Cela s'explique du fait que les organismes d'intervention ne consultent pas la population locale, et privilégient habituellement des solutions toutes faites qui ne conviennent pas toujours au contexte local. Aussi, leur objectif est de permettre à la communauté de gagner un peu d'argent pour pouvoir répondre à ses besoins immédiats, ce qui permet à ces organismes de garantir leur visibilité aux échelles régionale et locale. Par conséquent, à la clôture des activités, les structures de conservation et de restauration mises en place sont généralement détruites par la collectivité en espérant, dans le cas d'un éventuel rétablissement des surfaces dégradées, qu'on fera de nouveau appel à ses forces de travail pour pouvoir acquérir de l'argent (Pierce, 1988; Sildor, 2002). Cela a pour effet de provoquer au sein de la communauté un manque de conscience citoyenne responsable vis-à-vis de son milieu qu'est le bassin versant. Cela perpétue une culture de la dépendance aux projets d'appui aux collectivités locales plutôt que de les rendre autonomes. Sur cet aspect, un membre d'une association locale (AL) a expliqué ainsi :

Les autorités locales ont une grande part de responsabilité concernant la mauvaise conduite des activités de conservation des terres dans le bassin versant. Elles ne remplissent pas leurs fonctions, elles ne comprennent pas leur rôle. Au lieu de s'asseoir avec les organismes d'intervention afin de donner des directives privilégiant les intérêts de la collectivité, ils préfèrent agir autrement. En revanche, nous avons voté pour eux et qu'ils défendent nos intérêts [...]. [AL2, traduction libre]

De plus, selon les résultats des entretiens individuels et de groupe réalisés auprès des communautés, les principaux facteurs qui ont conduit aux échecs des interventions de conservation et de restauration entreprises dans le bassin versant étaient notamment la divergence de vision et d'intérêts des acteurs intervenant dans le territoire, un problème de suivi, et la forte influence des bras politiques dans la coordination des projets. En fait, les élus locaux ont tendance à orienter les activités des projets à leur profit afin d'assurer leur réélection. À ce sujet, un membre d'une association locale (AL) s'est exprimé ainsi :

Au moment des élections et après l'entrée en fonction des membres du Conseil municipal, on peut constater que ces derniers s'entendent très bien, ils donnent l'impression qu'ils partagent les mêmes visions. Au beau milieu ou à la fin de leur mandat, ils se divisent en indiquant qu'ils pourraient faire mieux si leurs coéquipiers ne constituaient pas un obstacle à leurs projets. Normalement, il devrait y avoir une bonne collaboration entre eux afin qu'ils puissent répondre correctement à leurs attributions. Par conséquent, ces discordes ne sont pas du tout en faveur de la communauté du bassin versant qui mise sur le soutien des autorités locales face à l'amélioration de leurs conditions de vie. [AL3, traduction libre]

En définitive, le modèle coconstruit, privilégiant la participation effective des acteurs de différents secteurs concernés ainsi que les réalités du territoire, apparaît essentiel pour garantir le succès d'une démarche de conservation et de restauration des ressources naturelles dans les limites du bassin versant de la rivière Mulet, et dans le même temps la coproduction de nouvelles connaissances associant des savoirs scientifiques, et des savoirs traditionnels et locaux. Cet aspect est soutenu par les propos d'un exploitant agricole (EA) :

À travers cette activité, nos contributions sont multiples. Nos connaissances sont prises en compte à différents niveaux. Pas de stigmatisation, pas de frustrations dans le cadre de la valorisation de nos savoirs. De plus, il n'y a pas de doute que cela va être pareil lors de la mise en test du modèle, puisque les véritables concernés sont aussi des codécideurs. En résumé, nous comprenons maintenant que nous devons travailler ensemble afin d'assurer la durabilité du bassin versant, notre espace de production. [EA3, traduction libre]

Une telle initiative de coopération engageant les communautés et acteurs locaux dans un processus de coconstruction selon une vision partagée permet également une forte cohésion sociale, laquelle est indispensable pour assurer la confiance entre les acteurs et la durabilité des interventions envisagées.

4.8 Conclusion

Ce travail d'élaboration d'un modèle de recherche-action participative (RAP) pour le bassin versant de la rivière Mulet a été entrepris dans une perspective de contribuer à alimenter les démarches de gestion durable du bassin. Un modèle de RAP adapté aux réalités socioculturelles, socioéconomiques, politiques et écologiques du bassin versant a été coconstruit sur la base d'une conceptualisation préliminaire du modèle, inspirée de la littérature scientifique. Cet exercice a donné la possibilité aux communautés et aux acteurs locaux d'exprimer leurs préoccupations par rapport à la situation du bassin versant, ce qui a permis de mieux cerner le contexte local, lequel a été nécessaire à l'ajustement du modèle. Cette démarche participative et itérative s'est révélée essentielle. En plus de donner la parole aux citoyens et acteurs locaux, tout en promouvant leurs systèmes de valeurs, elle leur a permis de s'approprier des outils de recherche par le biais d'un processus d'apprentissage impliquant à la fois les acteurs et les chercheurs.

En outre, contrairement aux accords de surface obtenus par les approches passées, la démarche de coconstruction annonce une adhésion plus solide aux mesures à mettre en œuvre pour atteindre des résultats. La résilience de l'approche est aussi liée à son aspect itératif, cyclique et en spirale, basée sur l'appropriation collective, l'apprentissage collectif et l'amélioration continue, face aux inévitables améliorations potentielles, voire aux erreurs commises, assumées, et réparées collectivement.

De surcroît, à travers cette démarche, les acteurs locaux sont devenus mieux outillés quant au développement de stratégies pour lutter contre la dégradation du bassin versant. La démarche concertée s'est donc avérée concluante pour favoriser une intervention de conservation et de restauration visées au sein de ce bassin versant, qui, à beaucoup d'égards, est caractéristique du contexte haïtien.

CHAPITRE 5

ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE TERRITORIALE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET

Noms et affiliations des auteurs

Zurcher Mardy^{*ab}, Jean-Philippe Waaub^{abc}, Sebastian Weissenberger^{bd}

a Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional (GEIGER), département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

b Institut des sciences de l'environnement, Faculté des sciences, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

c Département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

d Département science et technologie, Université TÉLUQ, 5800, rue Saint-Denis, Montréal, Québec, Canada, H2S 3L5.

*Auteur correspondant

Article scientifique soumis (2023-07-24) pour publication dans la revue Dynamiques environnementales. La version présentée dans la thèse est améliorée par rapport à celle qui est soumise pour publication.

Résumé

En Haïti, la dégradation des bassins versants représente un sérieux problème environnemental. Cette dégradation entraîne des conséquences socio-écologiques importantes. Les modifications de l'utilisation et de la couverture des terres sont, entre autres, des facteurs responsables. Le bassin versant de la rivière Mulet, territoire d'étude, est caractéristique de cette problématique. Dans un souci de documenter son processus de dégradation en vue de sa conservation et de sa restauration dans un contexte d'adaptation aux impacts potentiels des changements climatiques, nous avons évalué la dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant sur une période de 40 ans (1979-2019) à l'aide d'images satellitaires Landsat multitudes de référence (1979, 1989, 1999, 2009, 2019) et de campagnes de terrain. Les résultats obtenus ont révélé que le territoire du bassin versant a connu des changements d'occupation et d'utilisation des sols remarquables. Les plus significatifs se produisent au sein des systèmes agrosylvopastoraux, des cultures agricoles denses et des affleurements de roches et sols nus. Étant donné leur importance en termes de superficie, les systèmes agrosylvopastoraux représentent l'unique formation qui a subi, en fin de compte, une régression de sa superficie durant ces 40 ans, alors que la superficie de sols qui sont considérés comme étant dégradés, augmente au cours de la même période. Ces transformations résultent de la combinaison des facteurs suivants : les modes de mise en valeur des terres par les exploitants agricoles, le contexte sociopolitique, les effets des événements météorologiques extrêmes et, dans une certaine mesure, les caractéristiques naturelles du milieu.

Mots clés : Bassin versant, dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols, dégradation, systèmes agrosylvopastoraux, changements climatiques, images Landsat.

Abstract

In Haiti, the degradation of watersheds represents a serious environmental problem. This degradation has important socio-ecological consequences. Changes in land-use and land cover are, among others, responsible factors. The Mulet River watershed, the study area, is characteristic of this problem. In order to document its degradation process with a view to its conservation and restoration in a context of adaptation to the potential impacts of climate change, we assessed the dynamics of land-use and land cover in the watershed over a period of 40 years (1979-2019) using Landsat multitemporal reference satellite images (1979, 1989, 1999, 2009, 2019) and field campaigns. The results obtained revealed that the territory of the watershed has undergone remarkable changes in land-use and occupation. The most significant ones occur within agroforestry systems, dense agricultural crops and outcrops of bare rock and soil. Given their importance in terms of surface area, agroforestry systems represent the only formation that has ultimately suffered a regression in its surface area during these 40 years, while the surface area of soils that are considered to be degraded has increased during the same period. These transformations are the result of a combination of the following factors: land-use patterns by farmers, the socio-political context, the effects of extreme weather events and, to some extent, the natural characteristics of the environment.

Keywords: Watershed, land-use dynamics, degradation, agro-sylvo-pastoral systems, climate change, Landsat images.

5.1 Introduction

Les bassins versants constituent l'unité de base naturelle de l'organisation d'un territoire regorgeant d'énormes ressources biotiques et abiotiques (Amoros et Petts, 1993; El Mokaddem et Benchekroun, 2016; Hounkpe *et al.*, 2020). Cette caractéristique leur permet de remplir des fonctions d'ordres social, économique et écologique (Fernandez, 1997; Reddy *et al.*, 2017; Mengistu et Assefa, 2019). Ainsi, ils représentent le cadre d'application de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), ils fournissent des biens et des services écosystémiques aux communautés et contribuent à la durabilité de l'environnement tout en assurant le maintien des processus physico-chimiques et biologiques dans leurs limites (Fernandez, 1997; Burton, 2003; El Mokaddem et Benchekroun, 2016; Moges et Bhat, 2020). Leur dégradation provoque des déséquilibres au niveau des écosystèmes, ce qui affecte ces différents rôles (Reddy *et al.*, 2017; Hounkpe *et al.*, 2020). La détérioration des bassins versants, dans de nombreuses régions à travers le monde, constitue l'un des principaux problèmes environnementaux des dernières décennies (Darghouth *et al.*, 2008; Rebai *et al.*, 2013; Ghernaout *et al.*, 2020). Ce phénomène de dégradation des bassins versants aggrave les problèmes environnementaux et sociaux (Roose *et al.*, 2012; Morsli *et al.*, 2013; Benkadja, 2015). À l'échelle mondiale, le processus de dégradation des terres, notamment dans les bassins versants, est provoqué en grande partie par les activités anthropiques et aggravé par les impacts des changements climatiques (ELD Initiative et UNEP, 2015; Moges et Bhat, 2020). Cette combinaison de facteurs de dégradation du milieu occasionne des changements dans l'utilisation des terres pouvant entraîner des conséquences socio-écologiques importantes (Aldwaik et Pontius, 2012; El Hage Hassan *et al.*, 2018). En dépit du rôle que jouent les facteurs naturels dans la transformation et la dynamique des milieux, la pression anthropique sur les ressources de l'environnement en demeure le principal élément déclencheur (Kpedenou *et al.*, 2016; Yameogo *et al.*, 2020).

Aujourd'hui, dans un contexte de changements climatiques, les enjeux liés à l'occupation et à l'utilisation des terres dans les bassins versants doivent être abordés et cernés dans le cadre de l'établissement des stratégies devant favoriser la résilience (Faye *et al.*, 2016), car la modification de la couverture des terres par des processus naturels et/ou anthropiques constitue la principale forme d'altération des ressources en sol et en eau au sein des bassins versants (Faye *et al.*, 2016; Benchettouh *et al.*, 2017; El Hage Hassan *et al.*, 2018; Chikh *et al.*, 2019; Nugrapheni *et al.*, 2021). Dans cette perspective, l'étude de la dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres constitue un aspect important. Elle offre la possibilité d'examiner le territoire à travers l'obtention des informations relatives aux modifications entraînées dans le temps. Cela permet, par conséquent, de mieux apprécier le territoire en ce qui concerne son évolution

future (Lambin *et al.*, 2001; Kpedenou *et al.*, 2016). De plus, la compréhension des modèles et des processus de changement d'occupation et d'utilisation des terres s'avère nécessaire dans le cadre des études s'intéressant aux relations impliquant l'être humain et les écosystèmes (Aldwaik et Pontius, 2012). Cela permet de mieux appréhender les interactions complexes entre ces deux composantes (Gallop, 2006; Aldwaik et Pontius, 2012).

En Haïti, l'agriculture joue un rôle fondamental dans l'économie nationale. Elle constitue la principale activité des communautés, employant environ 60% de la population active (Toussaint, 2012; FAO, 2021b). Cette activité est souvent exercée dans des endroits à forte déclivité en raison des caractéristiques du relief du pays – territoire montagneux à plus de 75% (Jean-Denis *et al.*, 2014; Vital, 2018). Cela a pour conséquence de favoriser la dégradation des ressources en sol et en eau ainsi que la matière ligneuse, à cause des pratiques agricoles non durables appliquées par les exploitants (surpâturage, déboisement, brûlis, et autres), contribuant aux pertes de fertilité des sols, et créant des situations d'insécurité alimentaire (Smolikowski, 1993; Vital, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

Par ailleurs, sur les 30 principaux bassins versants identifiés en Haïti (Smucker *et al.*, 2006), environ 85% sont soumis à des processus de dégradation avancés (très faible couverture végétale, sols dénudés, etc.), liés aux activités réalisées par les exploitants agricoles, combinées aux effets des événements météorologiques extrêmes (MDE, 2015; MARNDR, 2020). La situation du bassin versant de la rivière Mulet n'est pas différente de celle des autres bassins versants du pays; il fait partie des bassins versants en état de dégradation accélérée. Sa couverture végétale est très faible, ses sols sont érodés, ses cours d'eau sont remplis de sédiments, etc. Cette situation s'explique en grande partie par la pression anthropique sur les ressources du milieu, illustrée par le surpâturage ainsi que par l'abattage effréné des arbres et arbustes en vue de l'augmentation de la taille des parcelles agricoles et de la production du charbon de bois dans un souci d'amélioration des revenus (Mardy *et al.*, 2020). Aussi, ces dernières années, il subit les impacts des changements climatiques. Citons en exemple les cas de l'ouragan Mathieu en octobre 2016, de la tempête Laura en août 2020, et celle d'Elsa en juillet 2021, qui ont ravagé le territoire du bassin versant. Les effets de ces événements ont entraîné des modifications importantes au niveau de la couverture des terres, caractérisées par la destruction quasi-totale du couvert végétal et par l'éboulement sur les versants, mettant en péril les systèmes de production agricole et affectant les conditions de vie des communautés (MPCE, 2017; MARNDR, 2020; Mardy *et al.*, 2020; OCHA, 2021a). Face à une telle situation, l'étude vise à faire une analyse de la dynamique du territoire du bassin versant à plus long terme afin de prendre

connaissance des changements survenus dans le temps et l'espace, ce qui permettra de documenter le processus de détérioration du bassin versant et de mieux informer la gestion durable de ses ressources, garantissant l'équilibre des écosystèmes naturels dans un contexte d'adaptation aux changements et à la variabilité climatiques.

5.2 Territoire d'étude

Localisé dans le département du Sud d'Haïti entre les latitudes 18°14'40" et 18°16'0" N et les longitudes 73°58'40" et 74°0'0" W (figure 5.1), le bassin versant de la rivière Mulet fait partie du bassin hydrographique nommé « Tiburon/Saint-Jean » (Smucker *et al.*, 2006). Sa superficie est évaluée à 31 km², incluant une section du territoire des communes de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal (Mardy *et al.*, 2020). Il s'agit d'un bassin versant qui bénéficie d'un climat semi-tropical caractérisé par la succession de deux grandes saisons, soit une période pluvieuse et une période sèche (CSI, 2012). Selon les périodes de l'année et les caractéristiques du relief, les températures dans le bassin versant peuvent varier entre 20°C et 30°C (MPCE, 1997). En 2015, la population du bassin versant était estimée à 8 140 habitants, soit une densité de 263 habitants au km² (IHSI, 2015). Les segments milieu et amont du bassin versant sont les endroits où se retrouve un fort effectif de la population (5 896 habitants) (IHSI, 2015; Mardy *et al.*, 2020).

L'agriculture et l'élevage représentent les principales activités économiques qui sont pratiquées par la majorité des habitants du bassin versant. Ces activités se font habituellement dans un environnement arboré, ce qui constitue un système de production agrosylvopastoral. Ce système de production est soumis à de très fortes pressions en raison des besoins en aliments et en combustibles des habitants. En ce qui concerne la couverture végétale, elle est très faible et dominée par des savanes et des formations fruitières et forestières entremêlées de cultures agricoles denses et moyennement denses (Mardy *et al.*, 2020). Elle subit d'importantes transformations – superficies converties en sols dénudés et en affleurements de roches – occasionnées par les activités agricoles non durables, mais aussi par les effets des changements climatiques (vents violents, inondations, sécheresses, etc.), d'autant plus que le bassin versant est très vulnérable aux ouragans et tempêtes tropicales en raison de sa localisation dans la péninsule du sud, couloir de prédilection de ces phénomènes hydrométéorologiques (CSI, 2012).

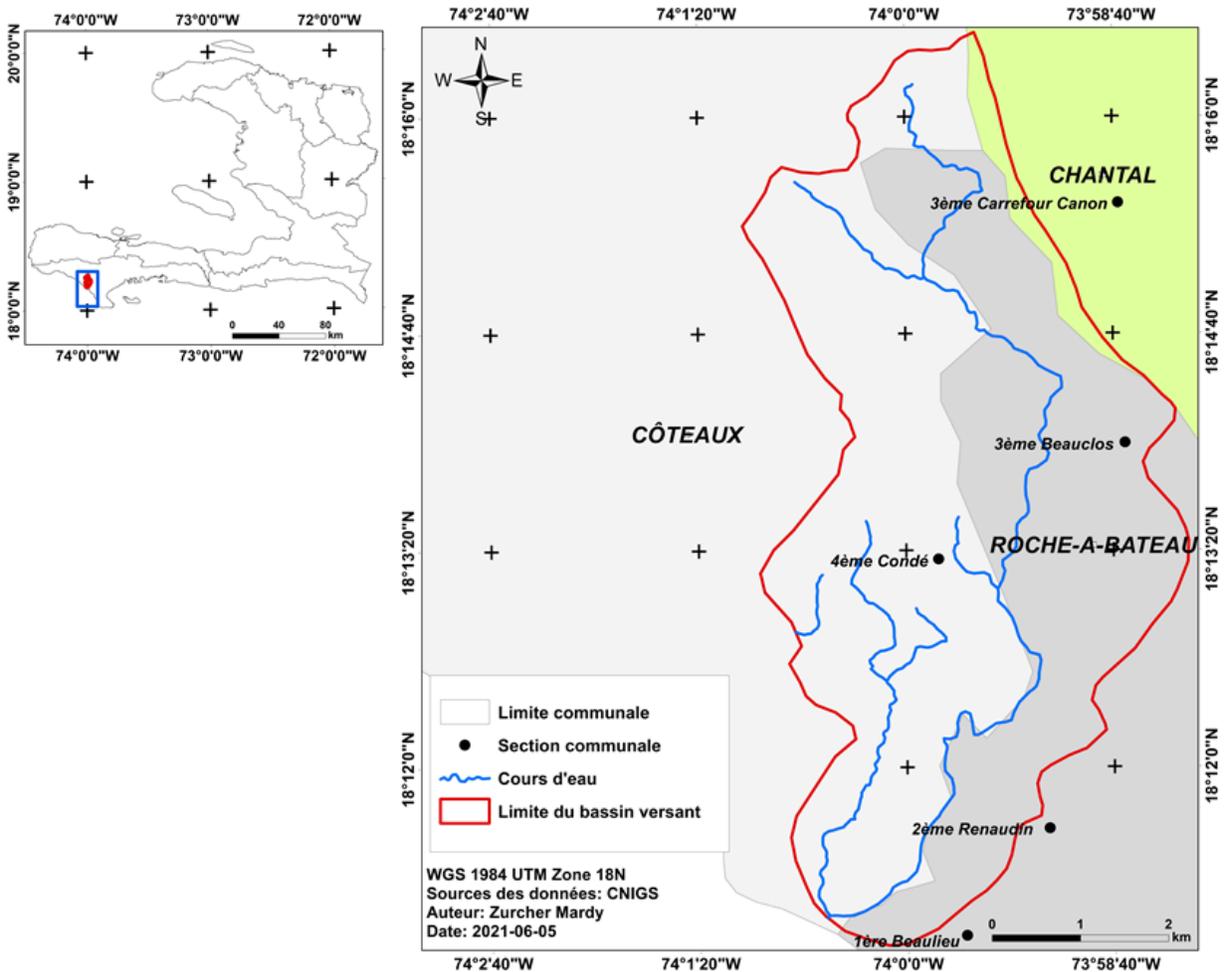


Figure 5.1. Localisation du territoire d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

5.3 Méthodologie

La dynamique territoriale du bassin versant est étudiée sur une période de 40 ans, se déclinant en 4 décennies : 1979-1989; 1989-1999; 1999-2009; 2009-2019. Ces périodes ont été retenues dans l'objectif d'examiner les changements survenus dans le territoire sous l'effet des événements météorologiques qui ont frappé le milieu, et qui sont associés aux pratiques culturelles adoptées par les exploitants agricoles. Il convient de souligner que les années 1980 ont été marquées par le passage de deux ouragans destructeurs, Allen (juillet 1980) et Cléo (août 1984), ainsi que des périodes de sécheresses exceptionnelles (sécheresses durant les étés 1980 et 1992) (Antoine, 2016; Banque mondiale, 2020b; Gouvernement de la République d'Haïti, 2022). Au cours des années 2000, le territoire a été soumis à des situations météorologiques extrêmes (sécheresses de juin 2000 et de mars 2010, ouragan Mathieu d'octobre 2016, etc.) (Gouvernement de la République d'Haïti, 2010; MPCE, 2017; Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Ainsi, cet examen de changement nous permet de mieux nous renseigner sur le processus de dégradation des

ressources naturelles du milieu en vue de leur conservation et de leur restauration dans un contexte d'adaptation aux changements et à la variabilité climatiques.

5.3.1 Acquisition des images satellitaires

Des images satellitaires Landsat multidates ont été utilisées pour évaluer la dynamique territoriale du bassin versant. Il s'agit des images satellitaires des années de référence suivantes 1979, 1989, 1999, 2009, et 2019. Respectivement, ces images proviennent des satellites et capteurs : Landsat-2 MSS (Multispectral Scanner), Landsat-4 TM (Thematic Mapper), Landsat-5 TM (Thematic Mapper), Landsat-7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) et Landsat-8 OLI (Operational Land Imager). Elles ont été acquises à partir des données d'archives de l'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS). Notons que le choix de ces images s'explique par leur accessibilité ainsi que par leur qualité par rapport au suivi de la végétation de même que d'autres éléments d'occupation et d'utilisation des sols d'un territoire (Joseph *et al.*, 2019). Les caractéristiques des images utilisées sont décrites dans le tableau 5.1.

Tableau 5.1. Caractéristiques des images Landsat acquises

Images	Date d'acquisition	Résolution spatiale (m)
Landsat-2 MSS	1979-01-17	60
Landsat-4 TM	1989-01-02	30
Landsat-5 TM	1999-07-17	30
Landsat-7 ETM+	2009-02-10	30
Landsat-8 OLI	2019-12-15	30

5.3.2 Traitement des images satellitaires

Avant de procéder à l'exploitation des images satellitaires notamment optiques, il a été nécessaire d'effectuer certains travaux de prétraitement, dont les corrections géométriques, radiométriques, etc. Cela vise à éliminer des bruits sur les images afin de restituer les caractéristiques de surface (Soucy-Gonthier *et al.*, 2003; Kpedenou *et al.*, 2016; Baghdadi et Zribi, 2017). Dans notre cas, les images dont nous faisons usage, ont au préalable fait l'objet seulement de corrections géométriques par le fournisseur, c'est-à-dire le géoréférencement est assigné tout en corrigeant les distorsions géométriques occasionnées par les variations de la géométrie Terre-capteur (Caloz et Collet, 2001; Baghdadi et Zribi, 2017). Par conséquent, nous avons effectué des corrections radiométriques sur les images dans le but de corriger les bruits entraînés par les effets de l'atmosphère, ce qui vise à faciliter l'analyse thématique, particulièrement

dans le cadre des études de détection de changement à partir des images multi-temporelles prises dans des conditions atmosphériques non identiques (Soucy-Gonthier *et al.*, 2003; Joseph *et al.*, 2019; Zida *et al.*, 2020). Par la même occasion, les effets topographiques ont été corrigés étant donné les caractéristiques du relief du territoire d'étude. Cette correction a permis de rendre la réflectance des zones de pente identique à celle des zones de plaine. Pour ce faire, l'introduction d'un modèle numérique de terrain a été nécessaire (Baghdadi et Zribi, 2017). Ainsi, nous avons utilisé l'algorithme « ATCOR-Ground Reflectance » de PCI Geomatica pour pouvoir traiter les images.

Par ailleurs, nous avons effectué un rééchantillonnage de l'image de l'année 1979 découlant du satellite Landsat-2 MSS du fait que sa résolution spatiale (60 m) est différente de celle des autres (30 m). Celle-ci a été ramenée à 30 m selon la méthode de rééchantillonnage du plus proche voisin en utilisant l'outil « Resample » de PCI Geomatica. La comparaison d'images de résolutions distinctes peut entraîner une analyse biaisée (Kpedenou *et al.*, 2017), d'où l'importance de cette conversion. En outre, en raison d'une défaillance mécanique survenue dans le fonctionnement du système de balayage du satellite Landsat ETM+ (Scaramuzza *et al.*, 2004), des rayures linéaires (bruits) sont constatées sur la plupart des images en découlant, dont entre autres celles de 2009. Dans le but d'éviter des pertes d'information liées à la présence de bruits, nous avons appliqué le correcteur « Fix Landsat 7 Scanline Errors » sur les différentes bandes de l'image de 2009 en exécutant dans ArcGIS l'outil « Landsat Toolbox ». L'ensemble de ces opérations a été réalisé en vue de faciliter la comparaison des images entre elles. Et selon Soucy-Gonthier *et al.* (2003), pour que la comparaison des images reflète l'état réel du territoire, ces dernières doivent partager le plus possible de caractéristiques similaires.

5.3.3 Classification des images et validation des résultats

Quatre classes principales d'occupation et d'utilisation des sols ont été définies pour le territoire d'étude : les affleurements de roches et sols nus, les cultures agricoles denses, les savanes, et les systèmes agrosylvopastoraux. À l'issue de cette étape, nous avons procédé, de manière individuelle, à la classification supervisée des cinq images retenues (1979, 1989, 1999, 2009, 2019). Notre connaissance du territoire justifie le choix d'une telle méthode de classification. Le logiciel PCI Geomatica a été mis en application pour mener les opérations. Ainsi, à partir de l'outil « Image Classification », nous avons introduit l'image à classer, suivie de la sélection des canaux à visualiser et à utiliser pour la classification, ainsi que l'ajout de ceux devant contenir les sites d'entraînements, et le résultat de la classification. Une fois ces préalables accomplis, des sites d'entraînements ont été numérisés pour chacune des classes

identifiées en se basant sur des données d'enquêtes et d'observations de terrain, des images d'archives de Google Earth ainsi que nos connaissances du territoire. À la suite de la numérisation des sites d'entraînements, l'algorithme Maximum de vraisemblance (Maximum Likelihood) a été privilégié pour la classification des images. Dans son calcul, ce classificateur permet l'assignation des pixels à une classe en fonction de l'importance de la probabilité par rapport à ladite classe (Caloz et Collet, 2001). Compte tenu de la qualité de ses résultats, il est souvent utilisé dans des études relatives, notamment à l'analyse de la dynamique territoriale (Soucy-Gonthier *et al.*, 2003; Kpedenou *et al.*, 2016, 2017; Faye *et al.*, 2018; Fauret *et al.*, 2018; Zida *et al.*, 2020). Aussi, selon Caloz et Collet (2001), comparativement aux autres classificateurs, cette méthode de classification, basée sur des fondements théoriques très poussés, donne généralement des résultats satisfaisants face aux différents contextes de traitement d'images.

Par ailleurs, dans un souci d'améliorer l'apparence des classifications réalisées et de diminuer l'effet du décalage spatial par rapport à la comparaison de deux situations, un filtre passe-bas de taille 3x3 a été appliqué, lequel a permis d'associer les pixels isolés à une classe voisine (Kpedenou *et al.*, 2016). La validation des résultats a été effectuée entre autres à partir des informations colligées sur le terrain, telles que le repérage des éléments du paysage à l'aide des récepteurs GPS et des clichés. Aussi, comme pour le choix des sites d'entraînements, des images d'archives de Google Earth et nos connaissances du secteur d'étude ont été mises à profit. Toutes ces informations ont été confrontées aux résultats obtenus. En outre, la précision des classifications a également été évaluée en fonction des valeurs obtenues pour les paramètres précision globale et coefficient Kappa, lesquels résultent de la matrice de confusion¹⁶ et sont utilisés pour estimer la qualité d'une classification (Pontius, 2000; Caloz et Collet, 2001; Mama et Oloukoi, 2003; Baghdadi et Zribi, 2017).

5.3.4 Détection et estimation des changements

De nombreuses méthodes peuvent être employées pour mettre en évidence des changements dans la couverture et l'utilisation des terres (Hoang, 2007). Ici, nous avons utilisé la méthode dite de « comparaison des classifications » (Mas, 1999; Lu *et al.*, 2004; Andrianarivo *et al.*, 2015) pour la détection de changements dans l'occupation et l'utilisation des sols dans les limites du bassin versant étudié. Il s'agit

¹⁶ Il s'agit d'un tableau à double entrée, appelé table de contingence, comportant deux types de classes (classes affectées se trouvant sur les lignes et classes de test se trouvant sur les colonnes). Il indique les pixels qui n'ont pas été classés ou qui ont été inclus dans une classe à laquelle ils ne correspondent pas. Il permet de déterminer les indicateurs de la qualité de la classification (p. ex. précision globale et coefficient Kappa) (Caloz et Collet, 2001). Par ailleurs, la matrice de confusion constitue un préalable dans le cadre des classifications à sélectionner.

d'une approche simple qui permet d'avoir des informations précises sur les changements (Yuan *et al.*, 2005, Hoang, 2007). Pour chaque période étudiée, une matrice de transition¹⁷ de l'occupation et de l'utilisation des sols a été construite afin d'établir la comparaison entre deux dates. Cette matrice recense les changements d'occupation et d'utilisation pour chaque pixel de terrain, permettant de calculer les gains et pertes de chaque classe d'occupation et d'utilisation du terrain, normalisés par rapport à la taille du territoire, ainsi que les valeurs dérivées des changements totaux et nets et de persistance (tableau 5.2) pour les différents types d'occupation et d'utilisation des sols identifiés, exprimés en pourcentage du territoire total. Les outils de PCI Geomatica, notamment « EASI Modeling », ont été utilisés pour faire ressortir les différences provenant de la comparaison des images classifiées entre deux dates. Les outils d'ArcGIS ont également été exploités dans le cadre de l'élaboration des matrices de transition entre deux situations, la production des cartes d'occupation et d'utilisation des sols des différentes périodes prises en compte ainsi que celles des changements entre deux dates.

Tableau 5.2. Signification des grandeurs de comparaison employées

Grandeur	Définition	Calcul
Gains [%]	Gain d'une classe d'occupation et d'utilisation du territoire	$100 * G / A$
Pertes [%]	Perte d'une classe d'occupation et d'utilisation du territoire	$100 * P / A$
Changement total [%]	La somme des gains et des pertes d'une classe d'occupation et d'utilisation du territoire	$100 * (G + P) / A$
Changement net [%]	La différence entre les gains et les pertes d'une classe d'occupation et d'utilisation du territoire	$100 * (G - P) / A$
Persistance [%]	L'espace au niveau d'une unité d'occupation et d'utilisation des sols demeurant inchangé.	$100 * [A - (G + P)] / A$

Où G = gain de la classe d'occupation et d'utilisation (ha), P = perte de la classe d'occupation et d'utilisation (ha), A = superficie totale du territoire d'étude (ha)

À côté de la matrice de transition, il existe d'autres indicateurs statistiques permettant de quantifier les changements survenus au sein d'un territoire en termes d'occupation et d'utilisation des sols, tels que le

¹⁷ Elle permet d'apprécier, entre deux périodes, les changements survenus au sein des unités d'occupation et d'utilisation des sols. Elle est obtenue à partir du croisement, dans le logiciel ArcGIS, de deux couches vectorielles relatives aux cartes d'occupation et d'utilisation des sols entre deux dates (Kpedenou *et al.*, 2017).

taux moyen annuel d'expansion spatiale (Tc) et le taux de changement global (Tg) (Kpedenou *et al.*, 2016). Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu le Tc au vu de sa pertinence dans l'évaluation de l'évolution de la couverture des terres. Contrairement à la matrice de transition, le Tc permet d'évaluer les changements à l'échelle des classes d'occupation et d'utilisation des sols, exprimé en tant que pourcentage de la couverture initiale de la classe en question (Kpedenou *et al.*, 2016; Faye *et al.*, 2018; Makak *et al.*, 2018). Il a été proposé par la FAO (1996) et est déterminé par l'équation 1 :

$$Tc = ((S_2 - S_1) / S_1) * 100 \quad (\text{équation 1})$$

où

S_1 = Aire de la classe à la date t_1 [ha]

S_2 = Aire de la classe à la date t_2 [ha]

La progression d'une classe thématique est indiquée par une valeur positive du Tc, par opposition à la régression désignée par une valeur négative du Tc (Aimée *et al.*, 2018).

5.3.5 Campagnes de terrain

Dans le but d'apprécier les facteurs naturels et anthropiques contribuant aux changements d'occupation et d'utilisation des terres, des observations directes de terrain ainsi que des entretiens individuelles et de groupe, ont été réalisées dans les limites du bassin versant. Les éléments de validation de terrain relatifs aux différentes classifications des images satellitaires effectuées ont également été acquis dans le cadre des campagnes de terrain. En 2018, nous avons réalisé notre première campagne de terrain afin de recueillir des informations auprès de la communauté agricole sur les caractéristiques des exploitations agricoles, telles que les modes de tenure des terres, les systèmes de production, etc., et sur les événements météorologiques extrêmes qui ont frappé le milieu (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Au cours de cette campagne, nous avons réalisé deux toposéquences au sein du bassin versant, lesquels ont permis d'observer de manière directe l'ampleur de la dégradation des sols et du même coup d'identifier les principales unités d'occupation et d'utilisation des sols caractérisant le territoire du bassin versant.

Les informations colligées en 2018 ont été mises à jour et complétées en 2021 grâce à des entretiens réalisés, avec le soutien des collaborateurs locaux, auprès des groupes clés. À cette fin, une vingtaine d'entretiens semi-dirigés ou ouverts ont été réalisés entre mai 2021 et juillet 2021 auprès de répondants provenant d'associations agricoles et de développement du bassin versant ($n = 6$), d'experts/techniciens agricoles locaux ($n = 4$) et des membres de la communauté ($n = 10$). Les questions

ont été établies en s'appuyant sur des thématiques issues de la littérature scientifique, des discussions avec nos partenaires locaux et de nos connaissances du milieu. Elles sont entre autres les suivantes : le profil historique du milieu en termes de dynamique territoriale, les modes de mise en valeur des terres, les techniques de conservation et de restauration des terres, et les principaux événements météorologiques exceptionnels qui ont bouleversé les systèmes de production du bassin versant, notamment agrosylvopastoraux. L'ensemble des résultats obtenus a été restitué, puis validé par les différents acteurs locaux impliqués dans le processus de la recherche.

5.4 Résultats

5.4.1 Précision des classifications réalisées

Selon de nombreux auteurs, avec un coefficient Kappa compris entre 50 et 75%, les résultats d'une classification peuvent être considérés acceptables (Pontius, 2000; Bergeri *et al.*, 2002; Mama et Oloukoi, 2003; Kpedenou *et al.*, 2016). L'analyse des matrices de confusion résultant des classifications des images montre que celles-ci sont de bonne qualité (tableau 5.3). Les Kappa obtenus des différentes images satellitaires Landsat classifiées pour 1979, 1989, 1999, 2009 et 2019 correspondent de manière respective à 89%, 97%, 96%, 84% et 82%. La précision globale est un autre paramètre permettant d'évaluer une classification (Pontius, 2000; Caloz et Collet, 2001; Baghdadi et Zribi, 2017). Selon Baghdadi et Zribi (2017), celle-ci devrait être supérieure à 80% pour conclure que les résultats d'une classification sont bons. Les valeurs de ce paramètre confirment la qualité de la classification. Selon l'ordre susmentionné des images, la précision globale des valeurs est de 92,26%, 98,20%, 97,35%, 88,51% et 88,42%. Aussi, les erreurs de commission (pixels attribués par erreurs) et les erreurs d'omission (pixels attribués à une classe qui n'est pas la leur) (Caloz et Collet, 2001) présentent des pourcentages très faibles, c'est-à-dire que l'assignation des classes a été réalisée avec très peu d'imprécision.

Tableau 5.3. Matrices de confusion de classification pour les images Landsat de 1979, 1989, 1999, 2009 et 2019

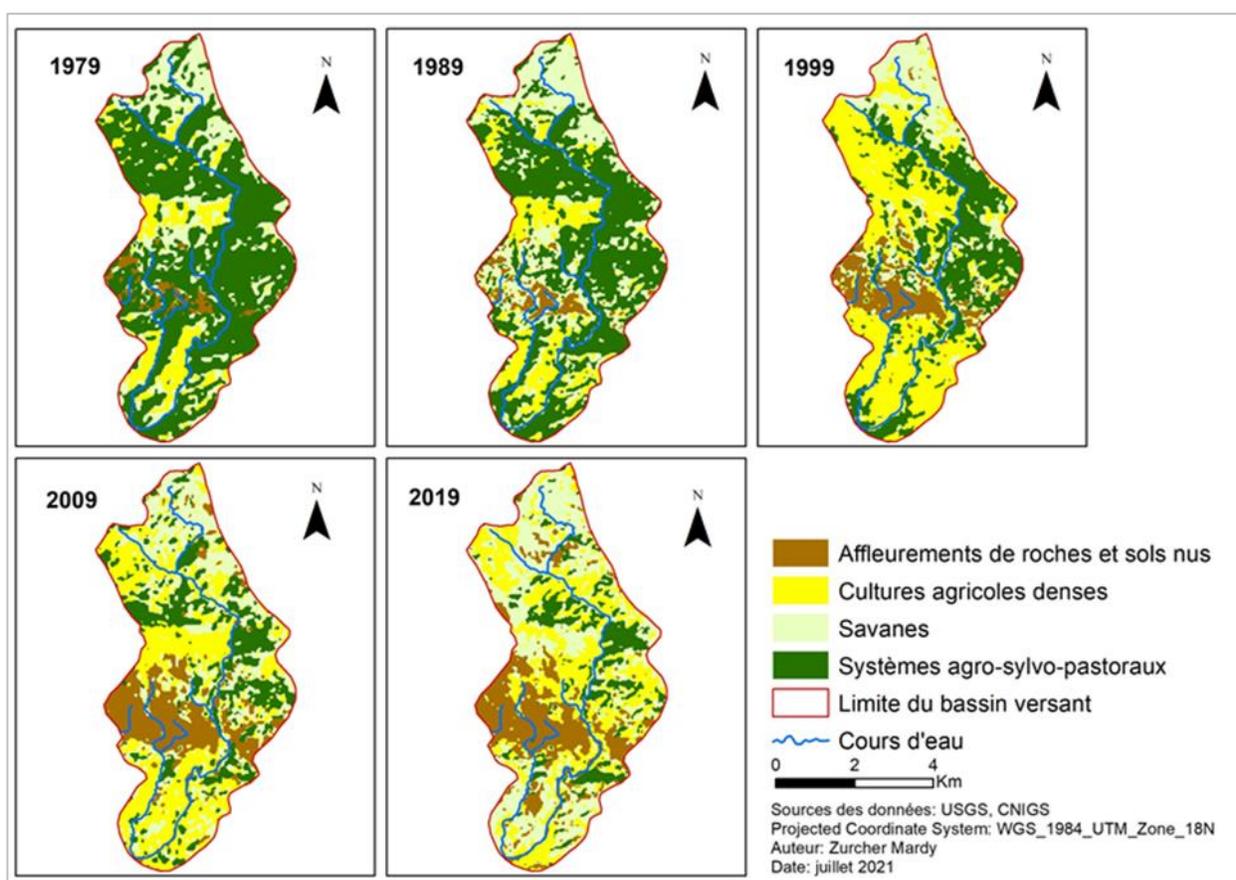
Classe	1	2	3	4	Ec	Oa	Kc
1979						92,26	0,89
1	98,04	0,00	0,44	0,00	0,00		
2	0,16	84,96	10,38	3,01	0,14		
3	1,14	11,21	87,42	1,64	0,14		
4	0,65	3,83	1,77	95,34	0,06		
Total	100	100	100	100			
Eo	0,02	0,15	0,13	0,05			
1989						98,20	0,97
1	100	0,00	0,00	0,00	0,00		
2	0,00	97,92	0,89	0,00	0,01		
3	0,00	2,08	97,78	1,65	0,04		
4	0,00	0,00	1,33	98,35	0,01		
Total	100	100	100	100			
Eo	0,00	0,02	0,02	0,02			
1999						97,35	0,96
1	96,36	0,00	1,07	0,00	0,01		
2	0,00	97,4	2,67	0,00	0,03		
3	2,43	2,6	96,26	0,5	0,05		
4	1,21	0,00	0,00	99,5	0,01		
Total	100	100	100	100			
Eo	0,04	0,03	0,04	0,01			
2009						88,51	0,84
1	94,79	0,99	4,02	0,00	0,05		
2	0,56	81,93	15,48	2,4	0,18		
3	4,47	16,34	79,57	0,4	0,21		
4	0,19	0,74	0,93	97,2	0,02		
Total	100	100	100	100			
Eo	0,05	0,18	0,20	0,03			
2019						88,42	0,82
1	91,09	0,40	4,43	3,59	0,08		
2	0,46	81,27	11,02	0,00	0,12		
3	8,23	17,53	83,26	0,40	0,24		
4	0,23	0,80	1,29	96,02	0,02		
Total	100	100	100	100			
Eo	0,09	0,19	0,17	0,04			

1 : Affleurements de roches et sols nus; 2 : Cultures agricoles denses; 3 : Savanes; 4 : Systèmes agrosylvopastoraux; Ec : erreurs de commission; Eo : erreurs d'omission; Oa : Précision globale (Overall accuracy); Kc : Kappa coefficient

5.4.2 Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant

5.4.2.1 Spatialisation des unités d'occupation et d'utilisation des sols

La figure 5.2 expose la cartographie relative à la chronosérie de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant pour la période de 1979 à 2019. Elle permet, d'un coup d'œil, d'apprécier de manière spatiale les variations temporelles des unités d'occupation et d'utilisation du territoire du bassin versant durant les 40 dernières années. Ainsi, il est observé que les affleurements de roches et sols nus, les cultures agricoles denses et les savanes ont connu dans leur ensemble un accroissement de leur superficie, contrairement aux systèmes agrosylvopastoraux marqués par une régression considérable. Nous observons cependant aussi que certaines parcelles ont subi des transformations multiples au cours de la période de 40 ans. Par la suite, nous allons examiner chaque décennie étudiée en détail.



5.4.2.2 Décennie 1979-1989

Au cours de cette décennie, l'occupation et l'utilisation des sols du bassin versant ont connu des changements totaux marqués par une augmentation des superficies des savanes (6%), des cultures

agricoles denses (5%) et des affleurements de roches et sols nus (1%), et une réduction de la superficie des systèmes agrosylvopastoraux (12%) (changement net, figure 5.3). Les modifications les plus importantes se sont produites au sein des savanes (24%) et des systèmes agrosylvopastoraux (23%), et celles les plus faibles concernent les affleurements de roches et sols nus (3%) et les cultures agricoles denses (9%) (changement total, figure 5.3).

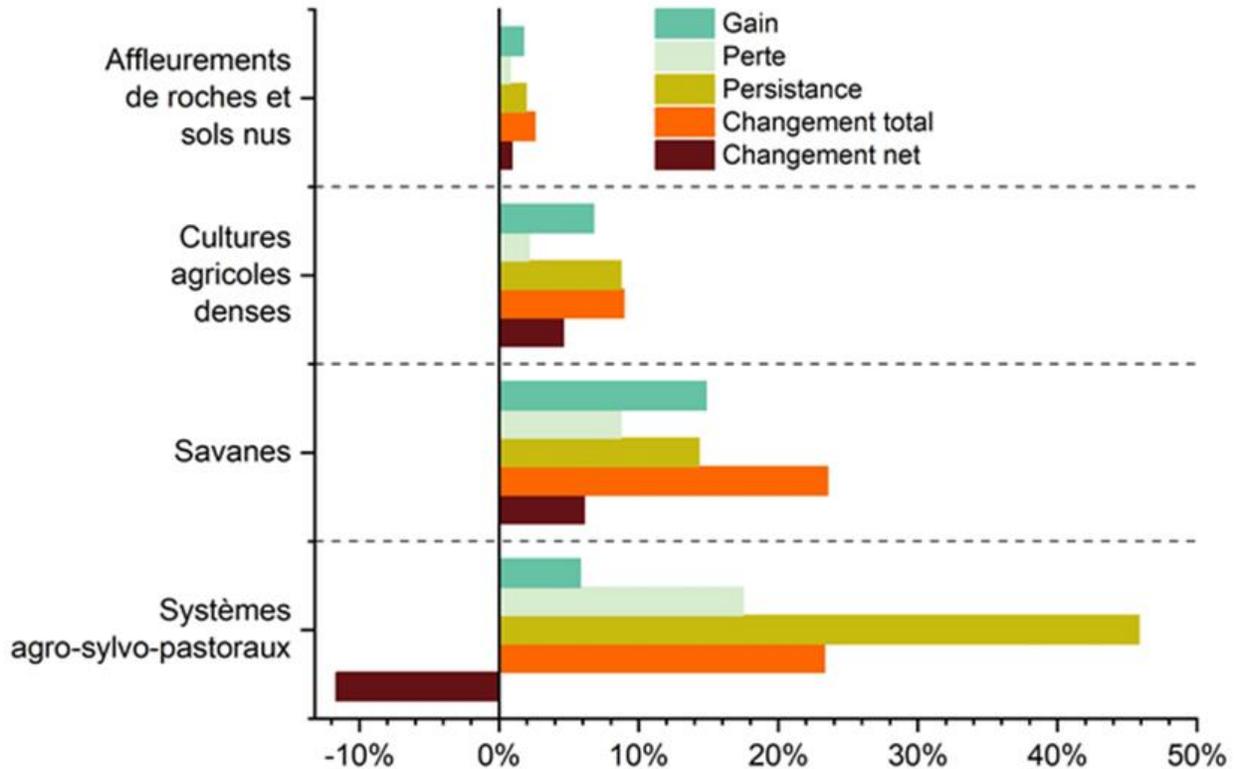


Figure 5.3. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 1989

Entre 1979 et 1989, les systèmes agrosylvopastoraux ont été la seule unité d'occupation et d'utilisation des sols qui a subi une régression au profit des autres unités, notamment les savanes et les cultures agricoles denses. En revanche, ils ont conservé la plus grande superficie (45%) en termes d'unités d'occupation et d'utilisation des sols les plus persistantes (superficie inchangée), suivie des savanes (14%) et des cultures agricoles denses (9%) (persistance, figure 5.3). L'analyse de la couverture et de l'utilisation des sols pour cette période montre que 71% du territoire du bassin versant n'a pas fait l'objet de changement, c'est-à-dire que les superficies des unités d'occupation et d'utilisation de cette portion n'ont pas été soumises ni à des augmentations ni à des diminutions.

En outre, le calcul du taux moyen annuel d'expansion spatiale (Tc) révèle, comme susmentionné, que toutes les unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant ont été caractérisées, durant la période de 1979-1989, par une progression à l'exception des systèmes agrosylvopastoraux qui ont été touchés par une régression de leur superficie (figure 5.4). Ainsi, les affleurements de roches et sols nus ont connu un Tc de 33%, les cultures agricoles denses représentent la formation enregistrant le plus important Tc, soit 42%, les savanes détiennent un Tc qui est de l'ordre de 25%. En revanche, les systèmes agrosylvopastoraux accusent un Tc négatif de -18% (figure 5.4).

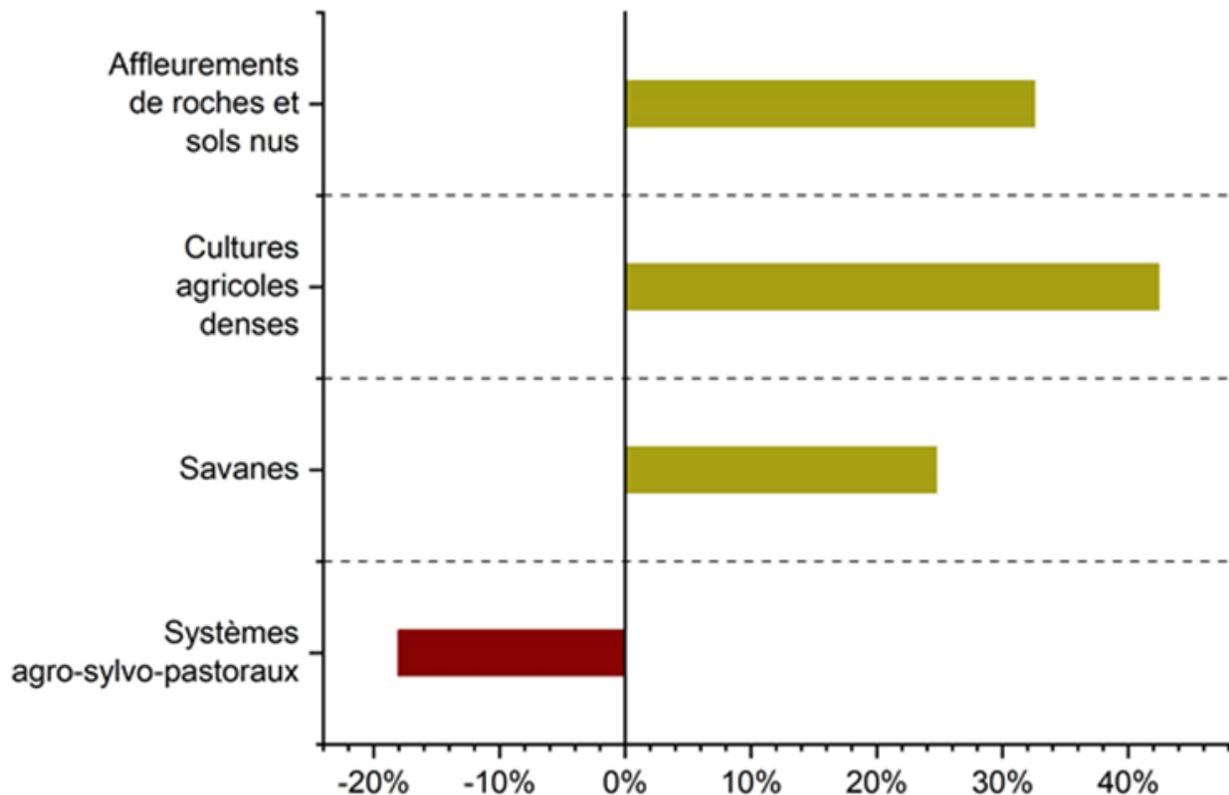


Figure 5.4. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1979 et 1989

Par ailleurs, les pertes des systèmes agrosylvopastoraux se situent surtout au milieu du bassin versant sur une bande longitudinale correspondant à une bande de sols calcaires, ainsi que dans la partie amont. Au milieu du bassin versant, ces systèmes sont remplacés par des affleurements de roches et sols nus, des savanes ainsi que des cultures agricoles denses; en amont principalement par des cultures agricoles denses (figure 5.5).

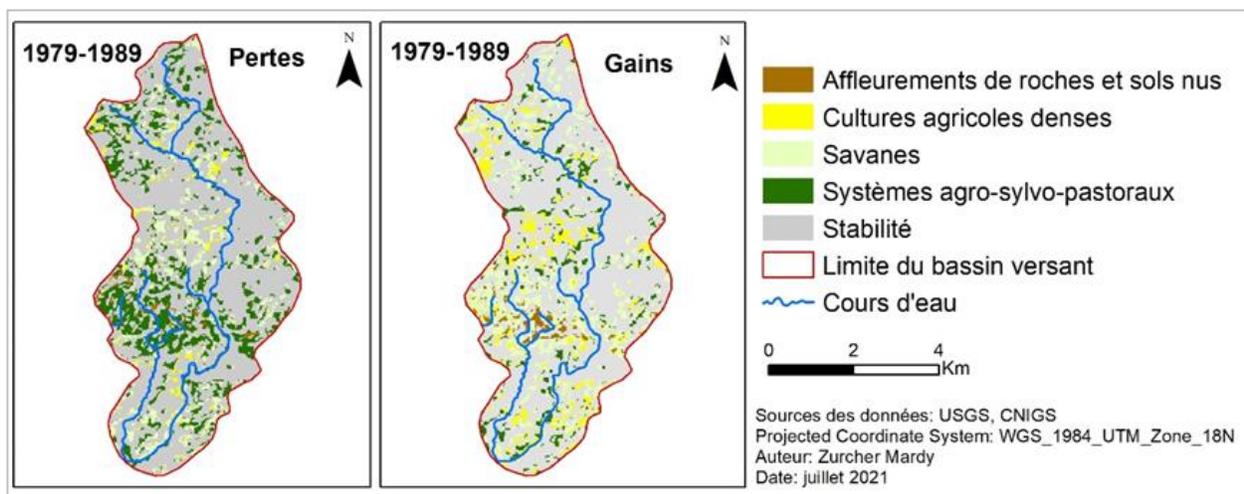


Figure 5.5. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 1989

5.4.2.3 Décennie 1989-1999

Entre 1989 et 1999, les unités d'occupation et d'utilisation des sols qui ont connu des changements totaux les plus significatifs sont par ordre de grandeur : les cultures agricoles denses (32%), les systèmes agro-sylvo-pastoraux (28%) et les savanes (24%). Les affleurements de roches et sols nus représentent l'unique formation qui n'a pas beaucoup évolué, affichant un taux de changement de seulement 6% (de 4% de la superficie du bassin versant en 1989 à 10% en 1999, changement total, figure 5.6). Cette augmentation s'est effectuée principalement au détriment des savanes et des cultures agricoles denses. En ce qui concerne la classe des cultures agricoles denses, ses gains de superficie (29%) sont nettement supérieurs à ses pertes (3%). Cette évolution s'est faite au détriment des savanes et des systèmes agro-sylvo-pastoraux. Soulignons que cette classe a pu garder au cours de cet intervalle de temps une superficie non transformée correspondant à 12% (persistance, figure 5.6).

Les savanes et les systèmes agro-sylvo-pastoraux constituent les formations qui connaissent les réductions les plus importantes de leur superficie durant la décennie de 1989-1999. La superficie des savanes a diminué de 9% (de 29% en 1989 à 20% en 1999, changement net, figure 5.6), et celle des systèmes agro-sylvo-pastoraux de 25%. La diminution de ces derniers bénéficie aux cultures agricoles denses (19%), aux savanes (6%) et aux affleurements de roches et sols nus (1%). Il est à noter que 14% de la superficie des savanes et 26% de celle des systèmes agro-sylvo-pastoraux sont restés inchangés (persistance, figure 5.6).

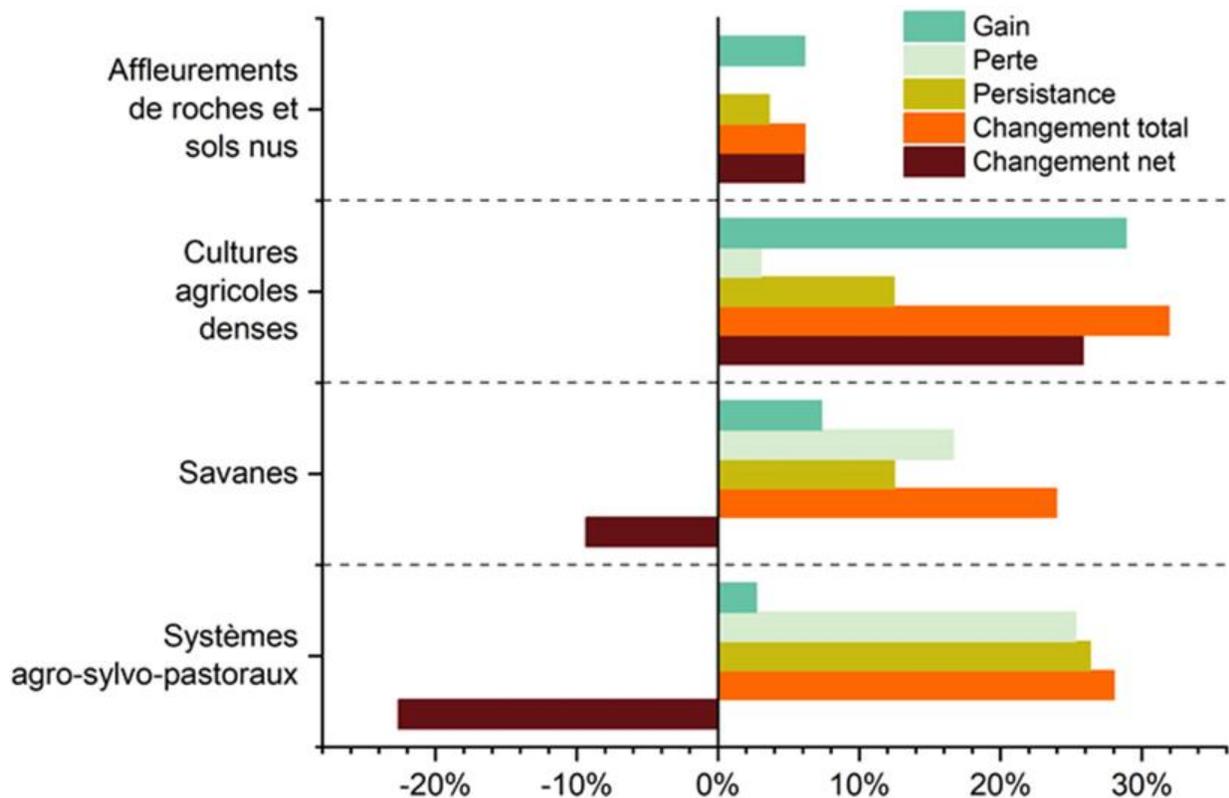


Figure 5.6. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1989 et 1999

D'une manière générale, la dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres, durant la décennie de 1989-1999, s'est soldée par une progression des cultures agricoles denses (taux moyen d'expansion spatiale $T_c = 162\%$) et des affleurements de roches et sols nus ($T_c = 163\%$), et une régression des savanes ($T_c = -31\%$) et des systèmes agrosylvopastoraux ($T_c = -43\%$) (figure 5.7). Enfin, l'examen de la dynamique du territoire permet de constater que les changements qui se sont produits ont concerné 45% des superficies des différentes unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant. En revanche, 55% des superficies de ces occupations n'a pas évolué.

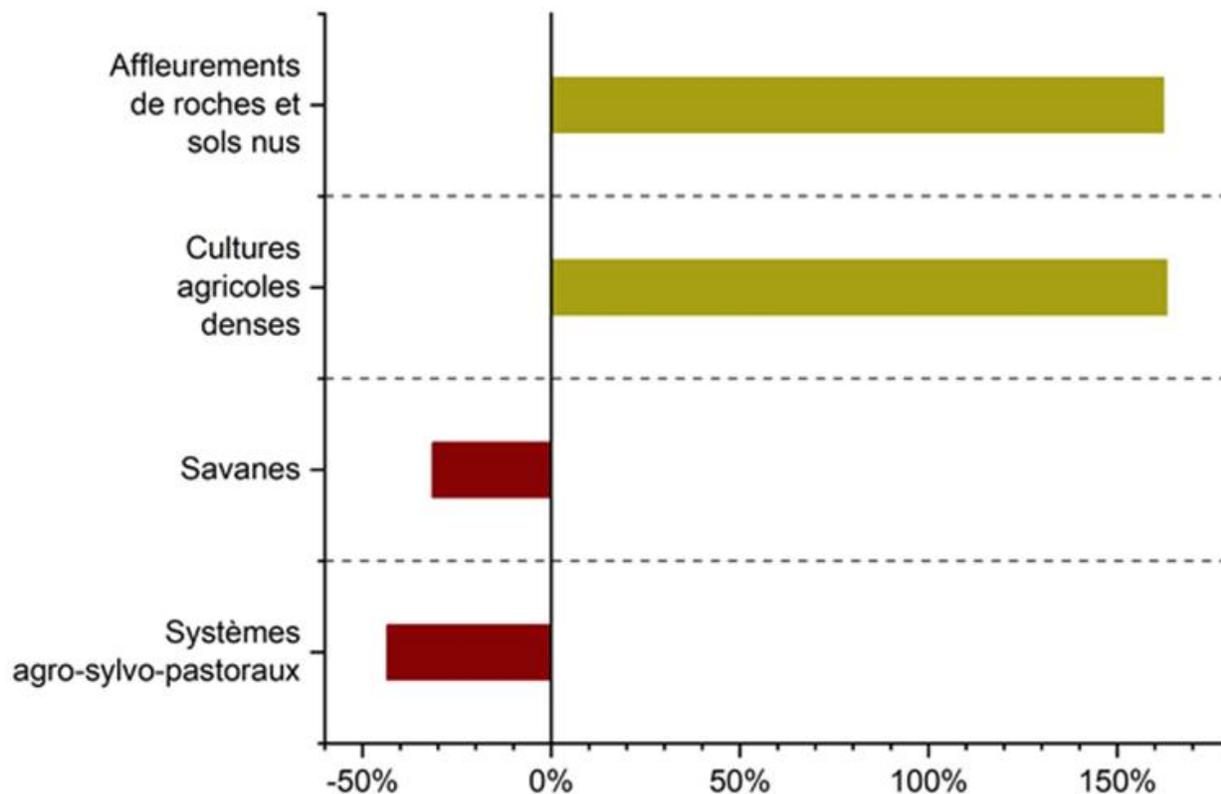


Figure 5.7. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1989 et 1999

Une perte importante de systèmes agrosylvopastoraux est observée dans les segments milieu et amont du bassin versant (figure 5.8). Cependant, cette perte n'est pas localisée dans les mêmes endroits que durant la décennie précédente. Dans la partie amont, le remplacement de ces systèmes est fait quasi-entièrement par des cultures agricoles denses. Dans la bande du milieu, les affleurements de roches et sols nus se sont étendus un petit peu vers l'ouest pour gagner de l'espace au détriment des savanes et des cultures agricoles denses. Concernant les systèmes agrosylvopastoraux, ils ont donné la place aux cultures agricoles denses. Contrairement à la décennie précédente, des pertes de superficie de systèmes agrosylvopastoraux sont également constatées dans l'aval du bassin versant.

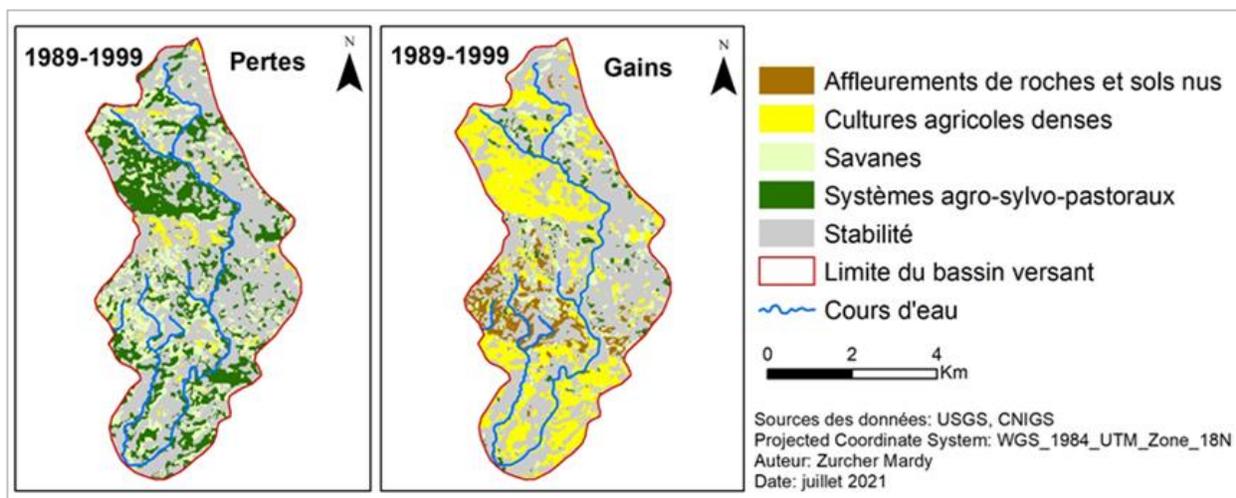


Figure 5.8. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1989 et 1999

5.4.2.4 Décennie 1999-2009

Pour cette période, l'analyse de la situation de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant montre que les cultures agricoles denses, les savanes et les systèmes agrosylvopastoraux constituent les principales unités d'occupation et d'utilisation des sols qui ont été affectées par des transformations (gains et/ou pertes de superficie) au sein du territoire. Respectivement, les pourcentages de changement total de ces unités sont : 30%, 27% et 24%. Les superficies d'affleurements de roches et sols nus et de savanes ont respectivement augmenté de 10% et 7%, tandis que celles des systèmes agrosylvopastoraux et des cultures agricoles denses, ont respectivement diminué de 9% et 7% (changement net, figure 5.9).

Par rapport à la persistance des classes d'occupation et d'utilisation des sols, les cultures agricoles denses (23%) et les systèmes agrosylvopastoraux (13%) affichent des pourcentages plus élevés que les savanes (10%) et les affleurements de roches et sols nus (9%) (persistance, figure 5.9).

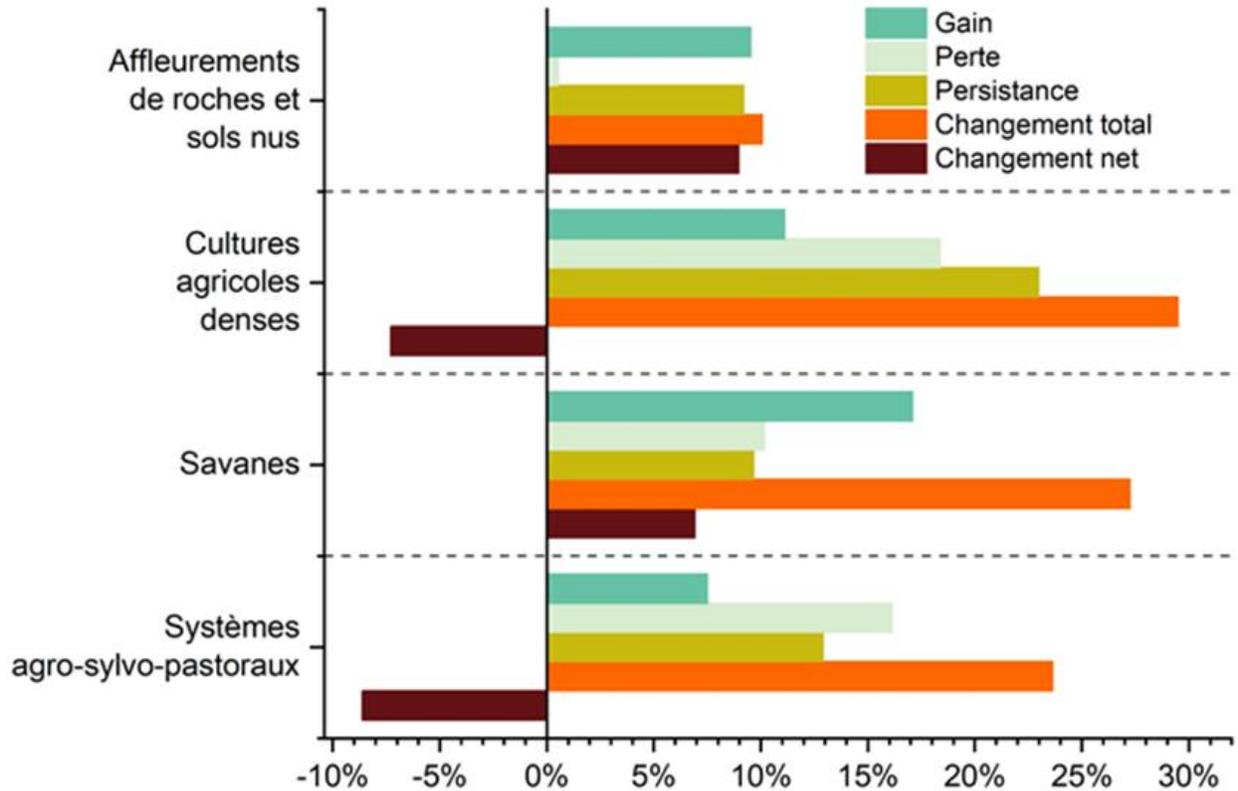


Figure 5.9. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1999 et 2009

Au cours de cette décennie, 45% de la superficie du bassin versant a subi des transformations au niveau des unités d'occupation et d'utilisation des sols. Ces transformations sont caractérisées par une extension des affleurements de roches et sols nus ainsi que des savanes, et par une régression des systèmes agrosylvopastoraux et des cultures agricoles denses. Cette tendance se reflète dans des taux moyens annuels d'expansion spatiale (T_c) positifs de 94% pour les affleurements de roches et sols nus et 34% pour les savanes, et des T_c négatifs de -30% pour les systèmes agrosylvopastoraux et -18% pour les cultures agricoles denses (figure 5.10).

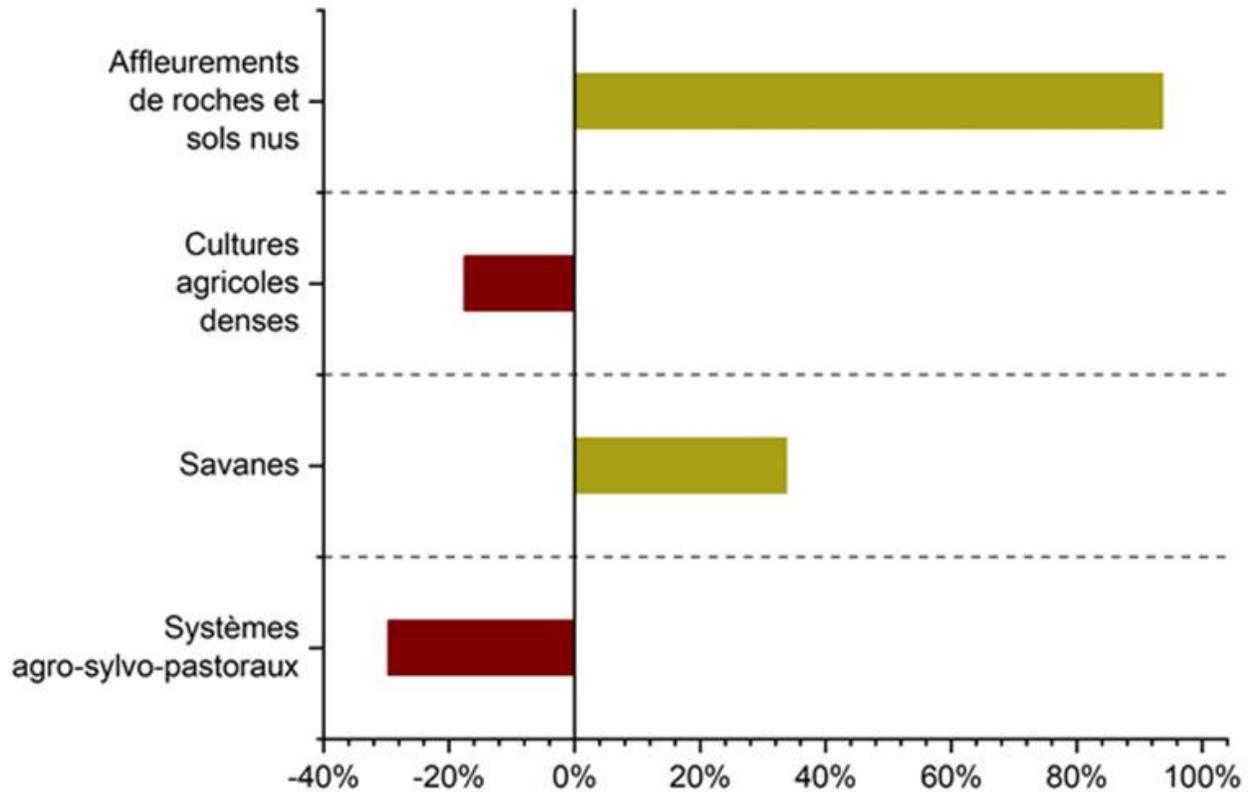


Figure 5.10. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1999 et 2009

L'analyse spatiale des changements d'occupation et d'utilisation des sols (figure 5.11) démontre que, dans les trois sections du bassin versant (amont, milieu, aval), les systèmes agrosylvopastoraux ont perdu d'importantes superficies qui sont remplacées surtout par des savanes et des cultures agricoles denses. Il existe cependant certains secteurs, en particulier la mi-amont du bassin versant, où les systèmes agrosylvopastoraux progressent, remplaçant apparemment surtout des cultures agricoles denses. Dans la bande horizontale du milieu, les affleurements de roches et sols nus ont augmenté dans les mêmes zones que celles des décennies précédentes, mais cette fois-ci pour empiéter principalement sur la superficie des cultures agricoles denses, suggérant que la perte du couvert forestier dans ces zones ait initié un processus de dégradation des sols.

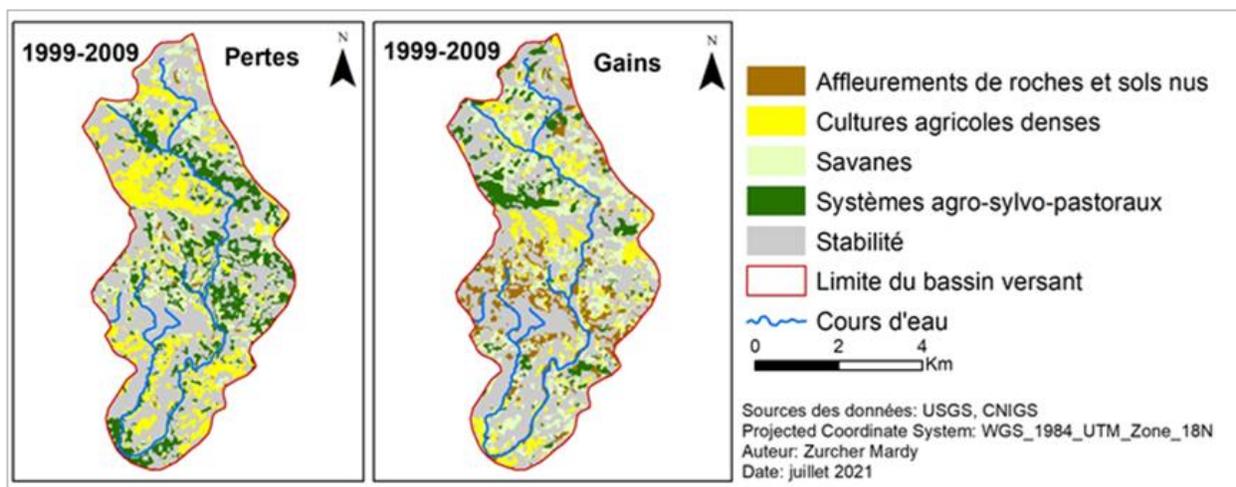


Figure 5.11. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1999 et 2009

5.4.2.5 Décennie 2009-2019

Les cultures agricoles denses et les savanes sont les unités d'occupation et d'utilisation des sols qui se démarquent par l'importance de leur dynamique durant la période de 2009-2019. Leur taux de changement total est respectivement de 36% et 34% (changement total, figure 5.12). Les dynamiques progressives se sont effectuées au niveau des unités savanes (10%) et les affleurements de roches et sols nus (2%), par opposition aux dynamiques régressives observées pour les systèmes agrosylvopastoraux et les cultures agricoles denses, respectivement 8% et 4% (changement net, figure 5.12). En dépit de la situation régressive des cultures agricoles denses, cette unité a connu une certaine évolution au détriment des systèmes agrosylvopastoraux. En termes de persistance des unités d'occupation et d'utilisation des sols du territoire, les systèmes agrosylvopastoraux demeurent la formation ayant le plus faible pourcentage de persistance (9%). Les trois autres unités ont le même pourcentage de persistance de 14% (persistance, figure 5.12).

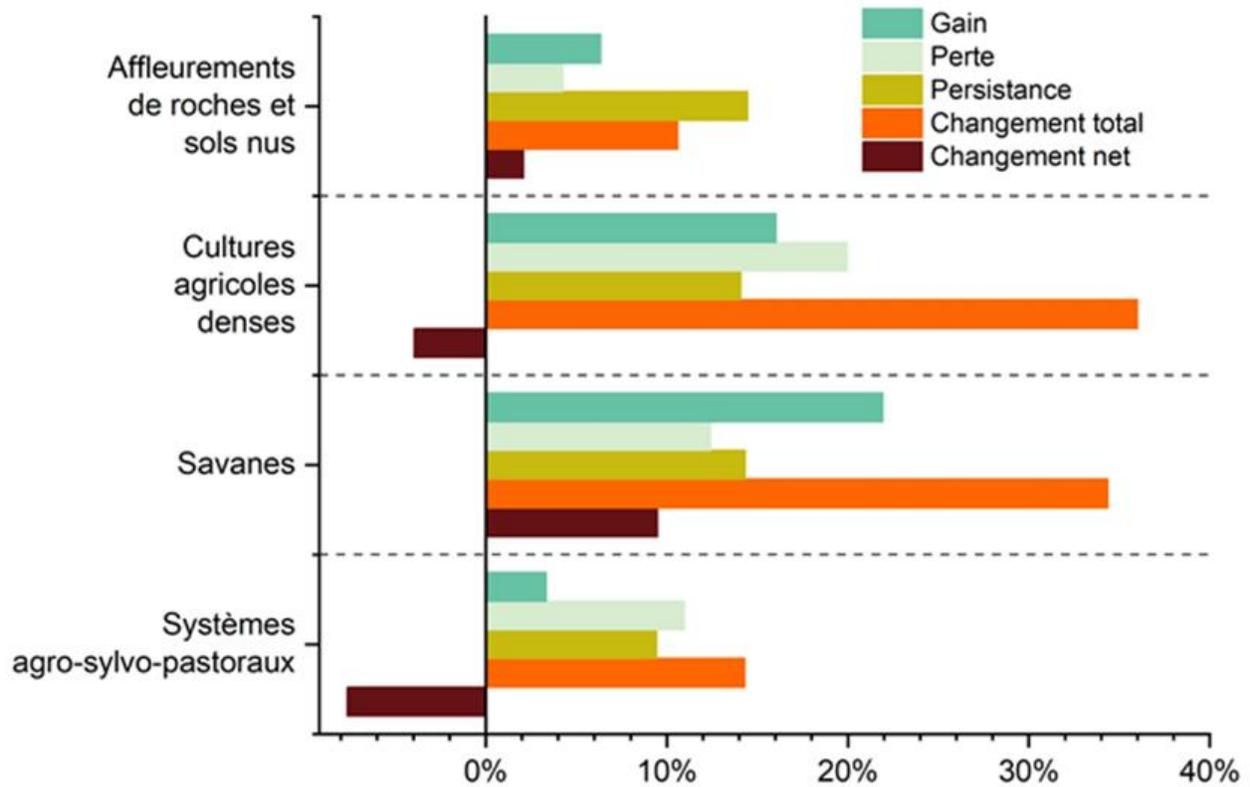


Figure 5.12. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 2009 et 2019

Durant cette décennie, le bassin versant a subi de profondes transformations affectant environ 50% de sa superficie. L'analyse du taux moyen annuel d'expansion spatiale (T_c) pour les différentes unités d'occupation et d'utilisation des sols permet d'apprécier l'évolution spatiale de ces unités (figure 5.13). Ainsi, les savanes et les affleurements de roches et sols nus font partie des unités possédant des T_c positifs de 35% et 11%, respectivement. Les systèmes agrosylvopastoraux et les cultures agricoles ont des T_c négatifs de 37% et 11%, respectivement (figure 5.13).

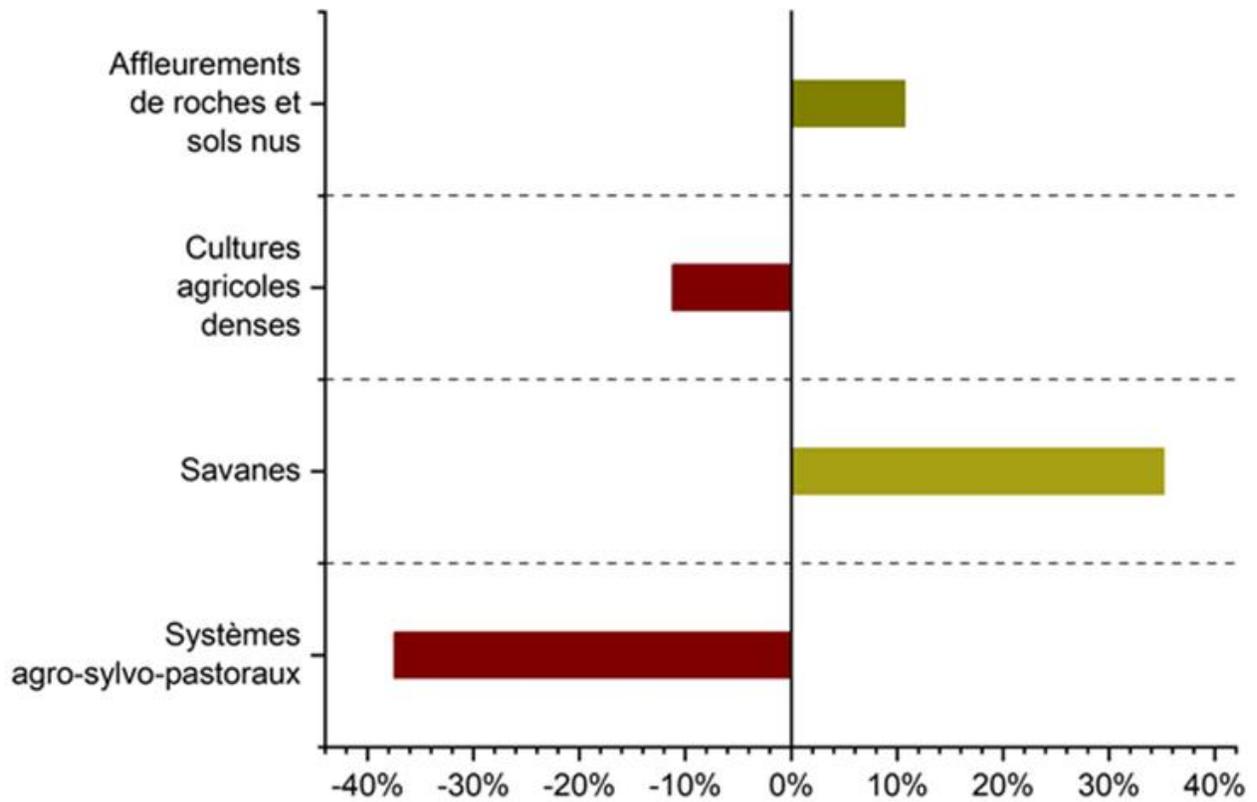


Figure 5.13. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 2009 et 2019

L'analyse spatiale fine (figure 5.14) révèle qu'il n'y a plus d'augmentation des affleurements de roches et sols nus dans la bande horizontale du milieu, mais une augmentation de cette catégorie de manière plutôt diffuse dans d'autres parties du bassin versant. Une augmentation des cultures agricoles denses est aussi observée de manière fragmentée dans plusieurs zones (aval, milieu, mi-amont à l'est) tandis qu'il y a diminution dans deux zones assez circonscrites, en aval du bassin versant et en milieu-amont à l'ouest.

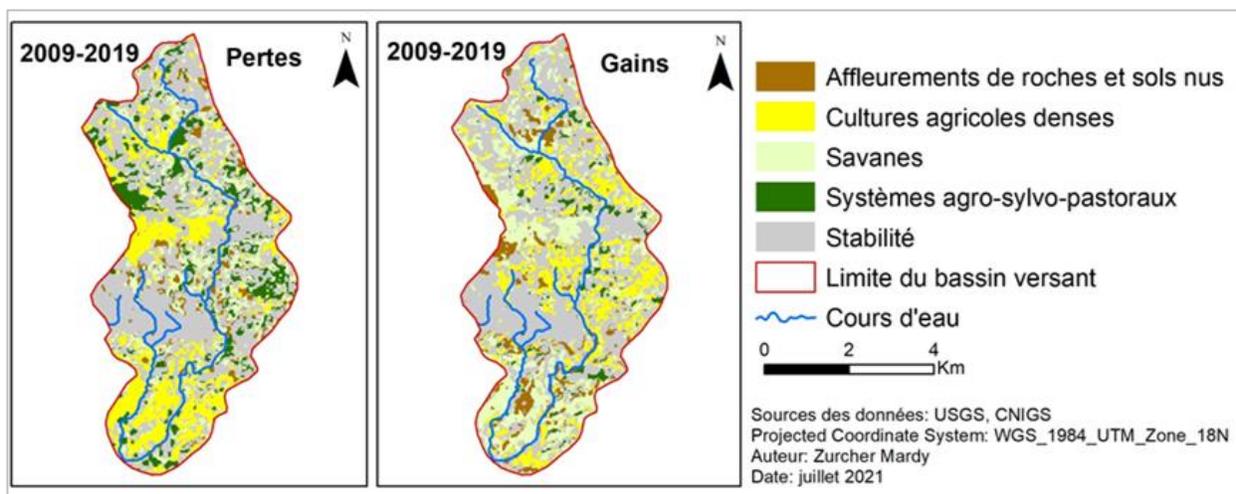


Figure 5.14. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 2009 et 2019

5.4.2.6 Bilan des quatre décennies 1979-2019

De 1979 à 2019, les changements les plus remarquables sont observés au sein de trois des quatre unités d'occupation et d'utilisation des sols, avec des taux de changement total, respectivement de 51%, 34% et 33% pour les systèmes agrosylvopastoraux, les cultures agricoles denses et les savanes (changement total, figure 5.15). Les cultures agricoles denses, les affleurements de roches et sols nus et les savanes se distinguent par une augmentation de leur superficie, respectivement de 19%, 18% et 13% (changement net, figure 5.15). Les systèmes agrosylvopastoraux ont été la seule unité qui a enregistré une réduction de sa superficie, de 51% (changement net, figure 5.15). Cette réduction s'est effectuée au profit de toutes les autres classes suivies. Les systèmes agrosylvopastoraux ainsi que les savanes ont le plus haut taux de persistance, 13% chacune (persistance, figure 5.15). Au contraire, les cultures agricoles denses et les affleurements de roches nus se caractérisent par une plus grande instabilité, comme en témoigne leur faible taux de persistance, environ 3% pour ces types d'occupation et d'utilisation des sols (persistance, figure 5.15).

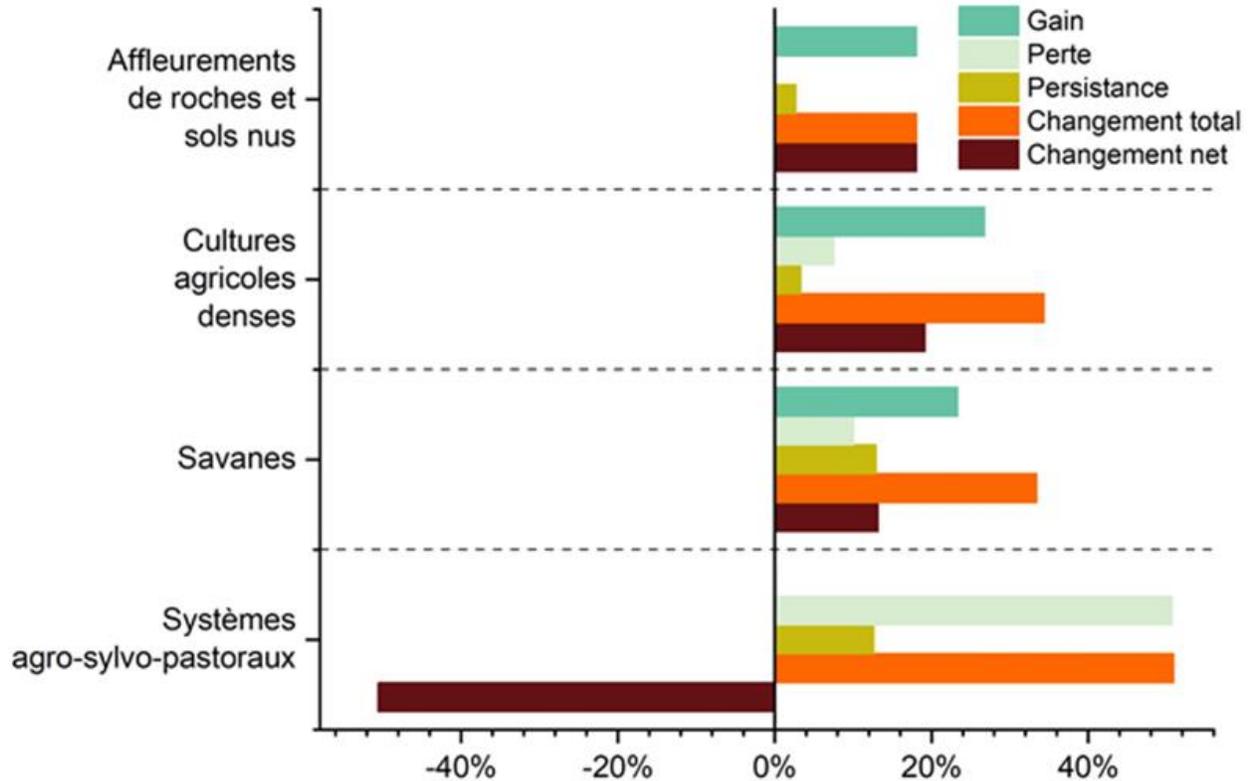


Figure 5.15. Quantification de la transition de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 2019

Par ailleurs, en analysant les superficies des différentes unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant sur 40 ans, nous avons constaté que ces unités ont beaucoup évolué (figure 5.16). Ainsi, les affleurements de roches et sols nus qui couvraient une superficie de 86 ha en 1979 sont passés à 300 ha en 1999, puis à 641 ha en 2019. Les cultures agricoles denses ont subi des variations considérables durant ces 40 ans, connaissant des augmentations exceptionnelles, notamment au cours des décennies 1979-1989 et 1989-1999, avant de décliner durant les décennies 1999-2009 et 2009-2019. Ce déclin est expliqué, d'une part, par la faible productivité des terres en raison de l'ampleur du phénomène de dégradation et, d'autre part, par la récurrence, au cours de ces dernières décennies, des événements météorologiques extrêmes, dont les ouragans, les tempêtes, les pluies violentes et les sécheresses, occasionnant la destruction importante des parcelles de cultures, ce qui crée également des conditions favorables à la détérioration des terres (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

À cela s'ajoutent la complexité du système foncier haïtien n'encourageant pas la gestion durable des terres par les exploitants (ESMAP, 2007), la faiblesse de la gouvernance politique et administrative en matière de mise en œuvre de politiques de développement agricole ainsi que celles relatives à la gestion des ressources de l'environnement (MDE et PNUD, 2011). Ainsi, les élus locaux, dont la responsabilité est de

garantir la mise en application des politiques gouvernementales au niveau local, n'ont généralement pas une bonne compréhension de leur rôle, d'autant plus que les textes de loi en vigueur ne sont pas assez vulgarisés, et ne sont pas disponibles en version créole haïtien (ESMAP, 2007; OCDE, 2021). Or, dans les milieux ruraux haïtiens cette langue prédomine. Donc, tous ces éléments associés à des politiques fiscales et économiques non éclairées ne font que contribuer à l'affaiblissement des moyens de subsistance des communautés agricoles. Ainsi, dans une logique de survie, les exploitants décapitalisés agissent sur le couvert végétal dans le cadre notamment de la production du charbon de bois afin de dégager des revenus. Une telle activité participe fortement à la destruction des conditions de base permettant la production agricole (Saffache, 2006; Bellande, 2008).

À l'instar des cultures agricoles denses, les savanes ont aussi connu des augmentations de superficie. En 1979, elles occupaient une superficie de 720 ha avant d'atteindre 1 114 ha en 2019. Comme pour les cultures agricoles denses, leur évolution n'est pas uniforme au cours de la période de 40 ans. En ce qui concerne les systèmes agrosylvopastoraux, leur évolution nette a été régressive sur toute la période de 40 ans. Leur superficie, qui était de l'ordre de 1 934 ha en 1979, est passée à 394 ha en 2019. L'ensemble des facteurs sus-décrits participe également à l'évolution de ces types d'occupation et d'utilisation des terres du bassin versant.

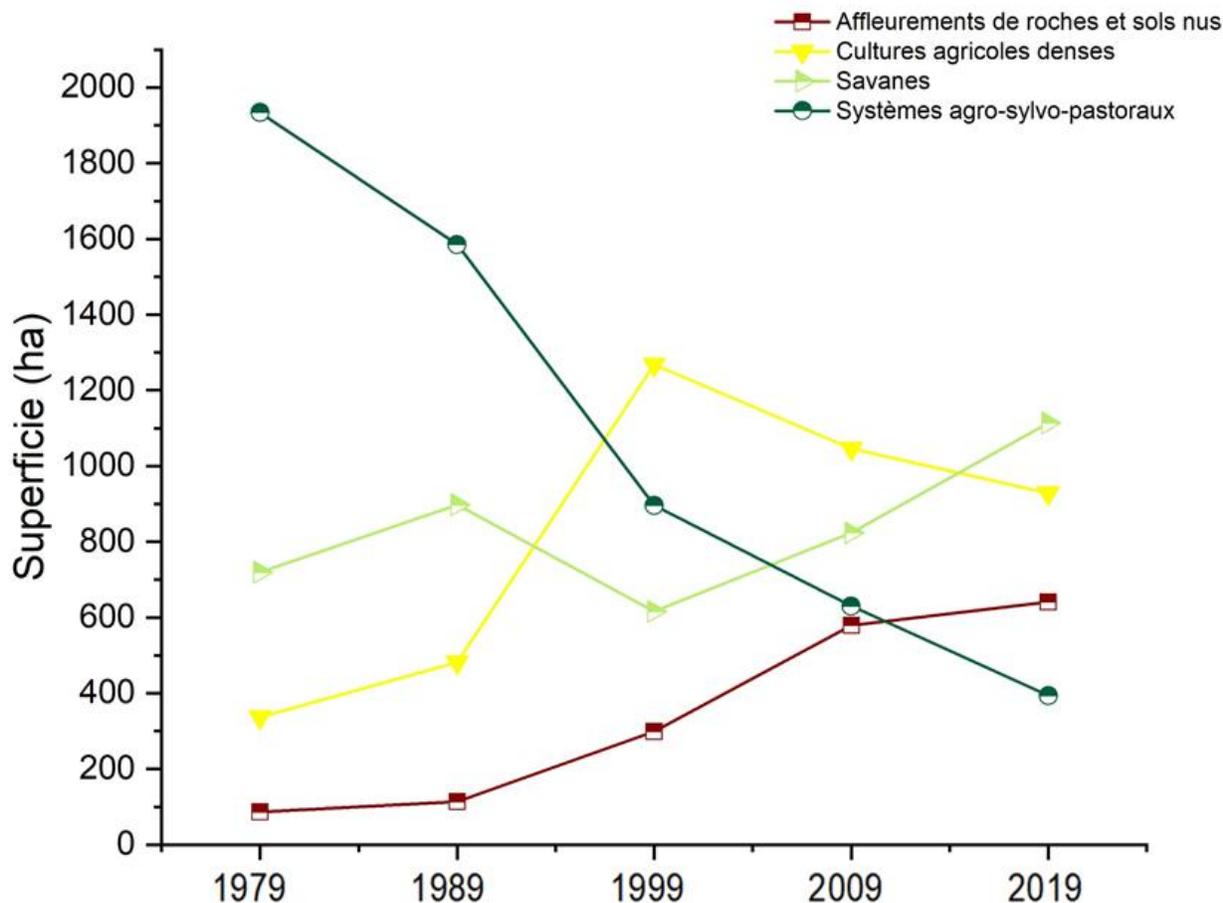


Figure 5.16. Superficies des unités d'occupation et d'utilisation des terres pour les périodes : 1979, 1989, 1999, 2009 et 2019

Sur l'ensemble de la période, trois unités ont indiqué des taux moyens annuels d'expansion spatiale (T_c) positifs : les affleurements de roches et sols nus (645%), les cultures agricoles denses (176%) et les savanes (55%) (figure 5.17). À contrario, les systèmes agrosylvopastoraux, qui occupaient la majorité du territoire au début de la période étudiée, accusent un T_c négatif de 80% sur la période de 40 ans (figure 5.17). Les transformations que subissent les différentes unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant touchent 68% de sa superficie. En conséquence, seulement 32% du territoire n'a pas été affecté par des changements.

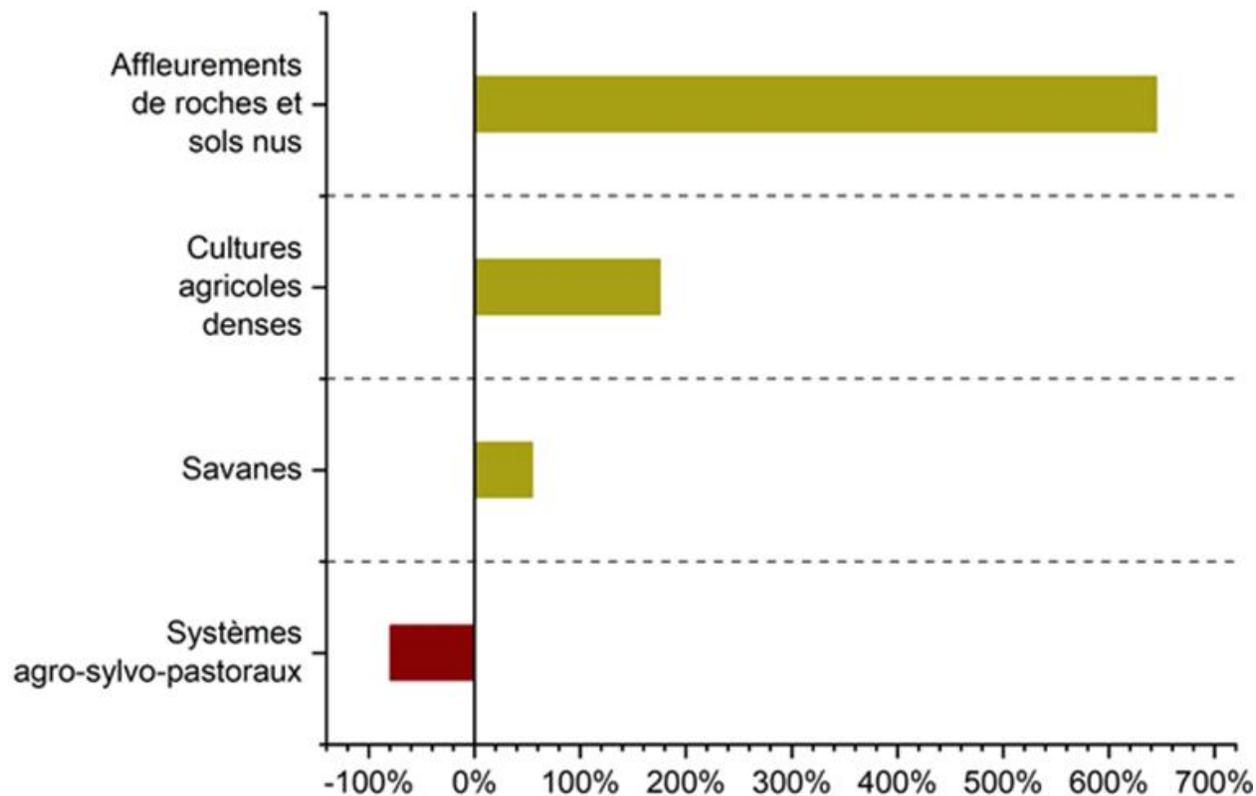


Figure 5.17. Taux d'expansion spatiale des classes d'occupation et d'utilisation des terres entre 1979 et 2019

L'analyse de l'évolution par classe d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant, entre 1979 et 2019, montre que les systèmes agrosylvopastoraux ont connu quasiment sur toute la ligne des pertes nettes de superficie (tableau 5.4). À l'inverse, les affleurements de roches et sols nus ont enregistré uniquement des gains. En conséquence, seules les cultures agricoles denses et les savanes ont été soumises à des variations temporelles caractérisées par des pertes et des gains de superficie. Le tableau 5.4 présente le bilan de l'évolution par classe d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant durant les 40 dernières années. La tendance principale observée est un déclin considérable des systèmes agrosylvopastoraux et une progression marquée des affleurements de roches et sols nus, synonymes de dégradation des sols.

Tableau 5.4. Évolution de l'occupation du territoire du bassin versant par classe d'occupation et d'utilisation des sols

Classe d'occupation et d'utilisation des sols	Occupation initiale (1979)	Occupation finale (2019)	Changement total	Changement net
Affleurements de roches et sols nus	3%	21%	18%	18%
Cultures agricoles denses	11%	30%	34%	19%
Savanes	23%	36%	33%	13%
Systemes agrosylvopastoraux	63%	13%	51%	50%

Pour la période de 40 ans, nous observons que les pertes de superficie relatives aux systèmes agrosylvopastoraux sont pratiquement généralisées sur le bassin versant (figure 5.18). Ces derniers sont remplacés en amont, surtout par des savanes et des cultures agricoles denses, alors qu'au milieu et en aval, ils cèdent la place en grande partie aux affleurements de roches et sols nus, et aux cultures agricoles denses. Parallèlement, nous constatons que les affleurements de roches et sols nus ont connu une très forte augmentation; à la fin des années 1970 et jusqu'à la seconde moitié des années 1980, ils occupaient exclusivement la bande du milieu du bassin versant, ce qui s'explique par les caractéristiques lithologiques de cette zone, qui est dominée par des calcaires et des roches volcano-sédimentaires, lesquels sont des formations à fort pouvoir érosif (Régis et Roy, 1999; Mardy *et al.*, 2020). Au cours des années 1990 et 2000, ils se sont répandus dans tous les segments du bassin versant (figure 5.18).

Au cours des quatre décennies prises en compte, toutes les catégories d'occupation et d'utilisation du territoire, et la majorité du territoire du bassin versant, ont fait l'objet, à un certain moment, d'une dynamique caractérisée par des pertes et/ou des gains de superficie. Cependant, finalement, il est clair que les systèmes agrosylvopastoraux sont de loin l'unité qui a subi le plus fort pourcentage de changement, régressant partout sur le territoire du bassin versant, sans aucun gain substantiel (figure 5.18).

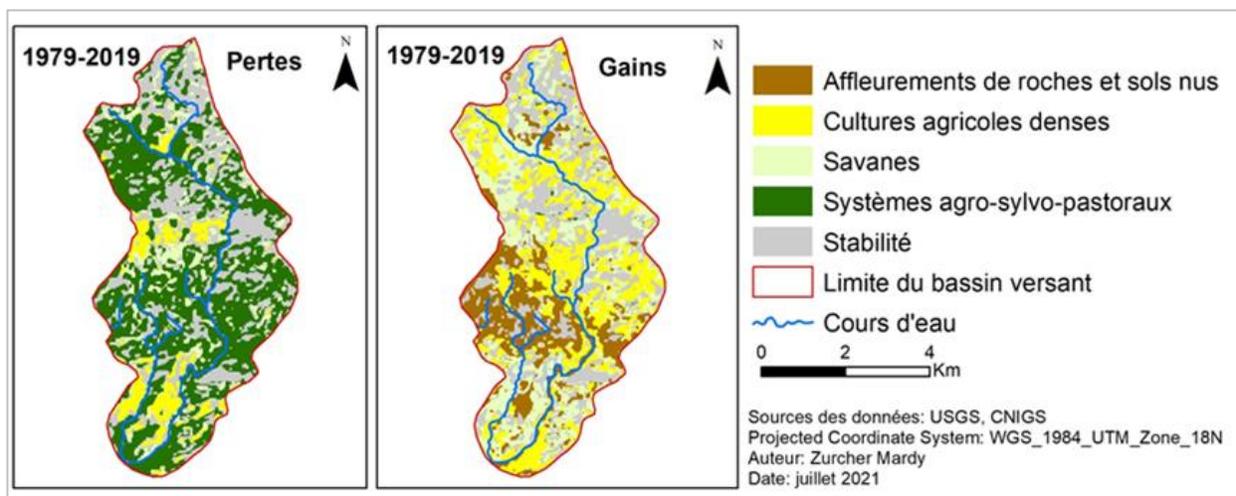


Figure 5.18. Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres entre 1979 et 2019

5.5 Discussion et analyse qualitative des changements

L'analyse de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des sols du bassin versant de la rivière Mulet, à partir des images satellitaires Landsat multitudes, permet de mesurer, sur une période de 40 ans (1979-2019), les changements qui se sont produits dans le territoire dudit bassin versant. Les entrevues menées auprès des répondants du bassin versant ont permis de mieux comprendre et d'expliquer certaines des tendances quantitatives observées à l'aide des images satellitaires. Ces résultats sont intégrés à la discussion.

Au cours de la décennie de 1979-1989, un accroissement des superficies des savanes, des cultures agricoles denses et des affleurements de roches et sols nus est observé. La réduction de superficie est constatée exclusivement au sein des systèmes agrosylvopastoraux. Les changements les plus importants se sont produits au sein des unités d'occupation et d'utilisation des sols, représentées par les savanes, les systèmes agrosylvopastoraux et les cultures agricoles denses. Selon les entrevues menées, en dehors des activités anthropiques, il apparaît que les ouragans, tels qu'Allen (1980) et Cléo (1984), qui ont frappé la côte sud d'Haïti, ont été à la base de certaines modifications enregistrées dans la couverture des terres, notamment le déclin des systèmes agrosylvopastoraux sous l'effet des vents violents et des inondations que ces ouragans ont provoqué. En dépit de l'agressivité de ces phénomènes météorologiques, les changements ont affecté seulement 29% du territoire du bassin versant. Selon Antoine (2016), dans les années 1970 et jusqu'au début des années 1980, les ressources du bassin versant n'étaient pas soumises à de très fortes pressions anthropiques en raison de la plus faible densité de population à cette époque.

Celle-ci est évaluée à un peu moins de la moitié de la population de 2015, soit environ 97 habitants au km² (Antoine, 2016).

En outre, par rapport à la conservation et à la restauration des ressources naturelles, le Code rural de 1962, établi sous le régime de François Duvalier, était d'application dans les milieux ruraux, habituellement sous l'autorité des chefs de section communale. Ce Code donne, entre autres, des indications sur la manière dont les exploitants doivent exploiter l'espace en fonction de la déclivité des terrains (Ministère de la Justice, 1984; Mardy, 2018). En conséquence, les exploitants agricoles étaient dans l'obligation de se conformer aux prescrits de ce Code. Cela a eu, selon les répondants interrogés, des incidences positives considérables sur la protection des ressources naturelles du bassin versant.

Par ailleurs, en dépit des abrogations que subit ledit code, celui-ci reste une référence en termes d'inspiration quant à la définition des stratégies de gestion des terres au sein des bassins versants. Cela a déjà été identifié par Bellande en 2011 et que rien depuis, ne confirme que la situation ait changé. Toutefois, avant 2011, quatre principaux documents de loi ont été établis, renforçant le dispositif légal et institutionnel relatif à une gestion durable des ressources naturelles des bassins versants. Il s'agit de la politique de 1999 sur la gestion des bassins versants, le plan d'action pour l'environnement de 1999, le décret de 2005 sur la gestion de l'environnement, et la loi de 2006 sur les collectivités territoriales (Bellande, 2011). Avec tous ces outils légaux, appuyés de nos jours par d'autres documents reliés à la lutte contre les changements climatiques et la désertification, les gouvernements devraient être capable d'apporter une réponse adéquate au processus de dégradation des bassins versants. Cependant, ils n'y parviennent pas à, cause entre autres d'un manque de volonté politique, d'une instabilité politique permanente empêchant les élus de boucler leur mandat, et d'un problème de continuité dans les affaires de l'État (ESMAP, 2007; Gentes et Vergara-Castro, 2015; Deslorges, 2021; OCDE, 2021). De plus, en majeure partie, les élus locaux n'ont jamais pris connaissance de ces textes de loi, voire assuré leur application (ESMAP, 2007; MDE et PNUD, 2011; OCDE, 2021). Pourtant, selon le décret de loi adopté en 2006 sous la présidence de M. Boniface Alexandre, les élus locaux sont les premiers à faciliter l'application des politiques du pouvoir central au niveau local. Ainsi, l'article 64 dudit décret précise dans ses sous-sections 23 et 24 que les autorités locales doivent « veiller à l'application des lois, des décrets, des arrêtés, promulgués par le pouvoir central et qui concernent la Commune et; faire tout ce qui est permis par [les législations] en vigueur pour une bonne administration et une bonne gestion de la Commune » (Gouvernement de la République d'Haïti, 2006 : 15).

L'analyse de l'occupation et de l'utilisation des sols entre 1989 et 1999 montre que les systèmes agrosylvopastoraux et les savanes ont régressé au profit des cultures agricoles denses et des affleurements de roches et sols nus. Mis à part les cultures agricoles denses, la dynamique des changements a été considérable au sein des systèmes agrosylvopastoraux. La dégradation de ces systèmes de production dans le bassin versant est expliquée, entre autres, par le faible niveau de vie des exploitants agricoles. Dans le but d'augmenter leurs revenus, ils agissent sur la taille des parcelles agricoles en abattant les arbres et les arbustes de l'espace afin d'avoir un plus grand volume de production (Smolikowski, 1993; Saffache, 2001; Mardy *et al.*, 2020). Aussi, les activités culturelles entreprises entraînent la dégradation des ressources en sol et en eau. Elles se font généralement en dehors des zones où les techniques de conservation de ces ressources sont appliquées, d'autant plus que le bassin versant est caractérisé par un relief important (pente supérieure à 50%) sur plus de 60% de sa superficie, et par une lithologie dominée par des calcaires et des roches volcano-sédimentaires (Mardy *et al.*, 2020).

En outre, selon ce que soulignent les répondants consultés, la décennie 1989-1999 a été marquée par des périodes de sécheresses très importantes occasionnant la destruction des ressources ligneuses ainsi que des pertes de bétail, et créant de grandes famines au sein des communautés. Cela concourt à la dégradation des systèmes de production agrosylvopastoraux, ce qui favorise l'extension particulièrement des superficies de savanes et d'affleurements de roches et sols nus. Aussi, tel que signalé plus haut, la non-application par les élus locaux du bassin versant des politiques publiques liées à la gestion des terres, au développement agricole, et à l'aménagement du territoire contribue à accentuer le phénomène de dégradation de la couverture des terres sévissant dans les limites du bassin durant cette décennie. En termes de transformations qui se sont effectuées au niveau des unités d'occupation et d'utilisation des sols, plus de 40% du bassin versant a été touché au cours de la décennie de 1989-1999.

Les décennies de 1999-2009 et de 2009-2019 suivent quasiment la même tendance en ce qui concerne les transformations que connaissent les unités d'occupation et d'utilisation des sols dans les limites du bassin versant. Pour ces décennies, les superficies des savanes et d'affleurements de roches et sols nus ont augmenté au détriment de celles des systèmes agrosylvopastoraux et des cultures agricoles denses. En comparaison aux autres classes d'occupation et d'utilisation des sols, les systèmes agrosylvopastoraux ont subi une régression de leur superficie durant toute la période étudiée, et ils constituent la formation la plus affectée. Leur superficie est passée de 63% en 1979 à 13% en 2019 (figure 5.16).

Selon les informations fournies par les communautés lors de nos campagnes de terrain, avant les années 1980, les activités agricoles faisaient partie intégrante des systèmes agrosylvopastoraux. Antoine (2016) a confirmé cette information, lorsqu'il précisait que le début de la dégradation de ces systèmes de production dans le bassin versant est dû à la substitution des cultures pérennes, telles que le caféier et le cacaoyer, par celles vivrières sarclées, dont le maïs (*Zea mays*), le sorgho (*Sorghum sp*), le manioc (*Manihot esculentum*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois Congo (*Cajanus cajan*), ou la patate douce (*Ipomea batatas*). Cette substitution de cultures pérennes s'explique, entre autres, par la chute des prix des cultures d'exportation sur le marché mondial. Ainsi, en raison notamment de la situation au niveau de l'offre et de la demande, les prix du café ont baissé jusqu'à moins de 3 USD/kg au cours des années 1970 (FAO, 2004). Pour ce qui est du cacao, durant certaines périodes des années 1970 et jusqu'au début des années 1990, l'augmentation du volume de production mondiale a occasionné une baisse des prix, tombant à moins de 4 USD/kg (Hütz-Adams et Schneeweiß, 2018). De plus, cette situation a connu une aggravation à partir des années 1980 en raison de l'inefficacité des politiques agricoles des gouvernements ne garantissant pas la protection des exploitants. Cela constitue également l'une des conséquences de la libéralisation de manière totale du commerce (GEO Haïti, 2010; Émile, 2017; Florida et Redon, 2019). Aujourd'hui, les exploitations agricoles affichent une faible productivité, notamment du fait de la destruction des cultures pérennes. L'État devrait rendre opérationnelles les politiques existantes, telles que les politiques en matière de gestion des bassins versants et les politiques de développement agricole couvrant la période 2010-2025. Ces dernières incluent un ensemble d'actions visant l'amélioration du couvert végétal sur les versants, la promotion d'une agriculture durable, la sécurisation des activités économiques dans les milieux ruraux, l'amélioration des conditions de vie des communautés agricoles, etc. (Bigi, 2012).

Par ailleurs, selon les entrevues réalisées au sein de la communauté et des observations directes de terrain, la séquence temporelle de la dégradation du bassin versant se fait suivant deux grands moments. Hormis les impacts des événements météorologiques extrêmes, dans un premier temps, les arbres et les arbustes sont détruits dans le souci de dégager de l'espace en vue de favoriser des activités agricoles intensives, lesquelles s'effectuent généralement dans des endroits à forte déclivité à cause des particularités topographiques du milieu. Dans un second temps, les superficies soumises à ces activités intensives se transforment en savanes ou en affleurements de roches et sols nus du fait de leur niveau progressif de dégradation. De plus, selon Mardy *et al.* (2020), les caractéristiques géomorphologiques du territoire prédisposent de manière naturelle les sols du bassin versant au processus de dégradation, en raison des

pentres très importantes ainsi que des formations lithologiques très vulnérables au phénomène de dégradation. Mardy *et al.* (2020) poursuivent pour expliquer que la progression de la superficie des affleurements de roches et sols nus est en quelque sorte expliquée par la nature des sols et de l'indice de pente du milieu. Ceux-là se situent particulièrement sur des pentes excédant les 50%, combinées à une lithologie constituée en grande partie de calcaires et de roches volcano-sédimentaires (Mardy, 2018). Selon Régis et Roy (1999), ces formations lithologiques, en l'absence d'une couverture végétale adéquate, sont assujetties à une forte altération compte tenu de leur exposition à l'érosion, notamment hydrique.

Pour l'heure, la durabilité des systèmes de production agrosylvopastoraux est menacée, notamment en raison de certaines pratiques agricoles adoptées par les agriculteurs (surpâturage, déboisement, brûlis, etc.), combinées aux impacts des événements météorologiques exceptionnels, et cela étant accentué par les situations politiques et économiques défavorables que vit le pays (Mardy *et al.*, 2020). Ainsi, ces dernières années, ces systèmes de production ont été sévèrement affectés par les impacts des changements climatiques à travers, notamment la manifestation de l'ouragan Mathieu (2016), de la tempête Laura (2020) et celle d'Elsa (2021), ce qui a engendré une réduction de leur superficie (MPCE, 2017; Mardy *et al.*, 2020; OCHA, 2021a). À côté de ces facteurs de dégradation s'ajoutent d'autres éléments tels que la pression démographique, et l'insécurité de la tenure foncière, laquelle constitue un frein important aux investissements par rapport, notamment à la lutte contre la dégradation des terres (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Ainsi, les exploitants se trouvant dans une situation où leurs droits de propriété ne sont pas assurés, ne vont pas s'engager dans des activités de conservation et de restauration des ressources de l'environnement. Ils se contentent uniquement, durant leur accès, d'exploiter au maximum les ressources disponibles (FAO, 2005b). Une telle situation n'est pas favorable au maintien de la couverture des terres.

Selon la FAO (2021a), les systèmes de production agrosylvopastoraux remplissent des fonctions sociologiques et environnementales essentielles; ils contribuent à la durabilité de l'environnement et à la résilience des territoires. Également, ils contribuent à l'amélioration des rendements agricoles, ce qui est garant de la sécurité alimentaire, la diversification des revenus des exploitants et la réduction de la pauvreté. À ce titre, ces systèmes de production devraient faire l'objet de mesures de conservation et de restauration au sein du bassin versant dans un contexte d'adaptation aux impacts des changements climatiques. Le fait d'assurer leur durabilité pourrait permettre à la couverture arborée d'être maintenue,

aux ressources en sol et en eau d'être protégées, et aux moyens d'existence des communautés d'être garantis.

5.6 Conclusion

L'étude de la dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols par imagerie satellitaire Landsat montre que le territoire du bassin versant a été soumis à d'importants changements au cours des 40 dernières années. Toutes les unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant ont connu des transformations significatives, qu'elles soient progressives ou régressives. Au cours de cette période, les savanes, les cultures agricoles denses et les affleurements de roches et sols nus ont été marqués par une progression de leurs superficies, contrairement aux systèmes agrosylvopastoraux dont les superficies ont fait l'objet d'une réduction. Selon les informations historiques recueillies au sein des communautés, les systèmes agrosylvopastoraux prédominaient, à un certain moment (particulièrement au cours des années 1960 et 1970), dans les limites du bassin versant. La réduction de leur superficie mène à un accroissement des autres types d'occupation et d'utilisation des sols, dont les affleurements de roches et sols nus, les savanes et les cultures agricoles denses. En plus des caractéristiques naturelles du milieu (p. ex. relief important, fort pouvoir érosif de la formation lithologique en présence), les pratiques agricoles appliquées par les exploitants, associées de nos jours aux impacts des changements climatiques, constituent les principaux facteurs contribuant aux changements qui s'effectuent dans la couverture des terres du bassin versant.

Les modifications qui se produisent au niveau des systèmes agrosylvopastoraux peuvent provoquer des déséquilibres socio-écologiques importants, affectant la conservation des ressources naturelles, telles que le sol, l'eau, et la matière ligneuse, et de ce fait les conditions de vie des communautés qui en dépendent. Il s'avère en conséquence nécessaire de définir des mesures visant la conservation et la restauration de ces ressources, afin d'améliorer la résilience et la capacité d'adaptation des communautés face aux impacts des changements climatiques. Cette étude a permis de documenter le processus évolutif des unités d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant en associant les informations découlant des analyses spatiales avec celles recueillies auprès des communautés locales. Elle a permis d'identifier les modifications qui se sont opérées dans le territoire du bassin versant ainsi que certains des facteurs naturels et anthropiques, internes et externes, et politico-économique qui en sont responsables. L'acquisition de ces informations est importante dans le cadre de l'établissement des mesures visant la gestion durable des ressources naturelles du bassin versant.

CHAPITRE 6

ÉVALUATION PARTICIPATIVE DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE MULET

Noms et affiliations des auteurs

Zurcher Mardy^{*ab}, Jean-Philippe Waaub^{abc}, Sebastian Weissenberger^{bd}

a Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional (GEIGER), département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

b Institut des sciences de l'environnement, Faculté des sciences, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada.

c Département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal, Canada

d Département science et technologie, Université TÉLUQ, 5800, rue Saint-Denis, Montréal, Québec, Canada, H2S 3L5.

*Auteur correspondant

Article scientifique soumis (2023-02-23) pour publication dans la revue VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement. La version présentée dans la thèse est celle qui est soumise pour publication.

Résumé

Dans le contexte de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet, un ensemble de mesures de conservation et de restauration ont été identifiées par une approche participative soutenue par la littérature scientifique. Le système d'acteurs locaux impliqués dans ce processus a été défini avec l'aide des organisations locales partenaires travaillant dans le territoire. Dans le but d'évaluer les mesures selon leur performance globale et de les regrouper en des paniers de mesures robustes, la démarche d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs a été utilisée. Celle-ci permet de comparer, et de ranger les mesures identifiées en prenant en considération divers critères et indicateurs, et les valeurs et les préférences des différents acteurs engagés, afin de faciliter la négociation en vue de construire une solution consensuelle et partagée, constituée de paniers de mesures. Par l'application de cette démarche, débouchant sur un bon niveau d'accord entre les acteurs du bassin versant, plusieurs mesures appartenant aux catégories agronomiques, végétales, mécaniques, socioculturelles et sociopolitiques ont été retenues, et structurées en des paniers d'interventions selon les niveaux de dégradation du bassin versant. La mise en œuvre de ces mesures vise à rendre le bassin versant mieux adapté aux impacts des changements et de la variabilité climatiques, tout en améliorant les conditions de vie des communautés locales.

Mots clés : Bassin versant, aide multicritère à la décision, mesures de conservation et de restauration, changements climatiques.

Abstract

In the context of the sustainable management of the Mulet River watershed, a set of conservation and restoration measures have been identified through a participatory and contributory approach supported by scientific literature. In order to assess these measures according to their overall performance and to bundle them into robust baskets of measures, a multi-criteria decision aid approach in a multi-stakeholder context was employed. This approach allows comparison and ranking of the identified measures in considering the values and the preferences of the various actors involved, in order to facilitate negotiations with a view to building a consensual and shared solution, consisting in baskets of measures. Through the application of this approach leading to a good level of agreement between the actors of the watershed area, several measures of agronomic, plant, mechanical, socio-cultural and socio-political categories were selected, and structured into intervention baskets according to the levels of degradation of the watershed. The implementation of these measures aims at making the watershed better adapted to the impacts of climate variability and change, while improving the living conditions of the local communities.

Keywords: Watershed, multi-criteria decision support, conservation and restoration measures, climate change.

6.1 Introduction

Les bassins versants, par les ressources naturelles qu'ils détiennent, fournissent de nombreux services écosystémiques et assurent la sécurité alimentaire et économique des populations (Wani, et Garg, 2009; Limaye, 2019; Mengistu et Assefa, 2019). Dans les pays du sud en particulier, les bassins versants subissent une forte dégradation, entre autres à cause de formes de mise en valeur des terres agricoles mal adaptées, empêchant les écosystèmes de remplir de manière adéquate leurs fonctions (Gebretsadik, 2014; Wolancho, 2015; Panda *et al.*, 2020; Mirchooli *et al.*, 2021). À l'échelle planétaire, la situation suit la même tendance; les services que fournissent les bassins versants se détériorent continuellement (Mainuri et Owino, 2014; Moges et Bhat, 2020; Yohannes *et al.*, 2021). Les facteurs à l'origine des pratiques destructives et de la dégradation comprennent la croissance démographique, le surpâturage, la déforestation, les conditions de la tenure foncière, et d'autres, auxquels viennent s'ajouter les impacts des changements climatiques (Flotemersch *et al.*, 2016; Moges et Bhat, 2020; Ram, 2021). Au regard de cette situation, des pratiques de gestion durable des bassins versants sont nécessaires dans le but de freiner le processus de dégradation, et pour une amélioration de la résilience et de la capacité d'adaptation des populations face aux impacts potentiels des changements climatiques (Kosmowski, 2018; Mekonnen *et al.*, 2021).

En Haïti, la situation est tout aussi préoccupante; les ressources naturelles (sol, eau, matière ligneeuse) dans les limites des bassins versants sont soumises à un processus de dégradation souvent avancé (Smucker, 2006; MDE; 2006; Rosillon, 2014; Mardy *et al.*, 2020). Celui-ci est principalement engendré par les pratiques agricoles inadaptées adoptées par les exploitants¹⁸, associées aux particularités topographiques du territoire (Smolikowski, 1993; Saffache, 2001; Bigi, 2012; Vital, 2018). Cela augmente la vulnérabilité des bassins versants aux impacts des changements et de la variabilité climatiques (MDE, 2015; Nadeau *et al.*, 2018; Vital, 2018; Weissenberger, 2018). D'ailleurs, au cours de ces deux dernières décennies, Haïti a connu de grandes périodes de sécheresses exacerbées par le phénomène El Nino, affectant les terres cultivées déjà fragilisées par les activités anthropiques néfastes auxquelles elles sont assujetties, et entraînant des situations d'insécurité alimentaire au sein des communautés (MDE, 2016; CNSA et PAM, 2016; Weissenberger, 2018). Autrement dit, en plus de la faible productivité des terres à cause des problèmes de dégradation, les événements météorologiques extrêmes, par leur manifestation régulière,

¹⁸ Ces pratiques inadaptées proviennent la plupart du temps de projets internationaux de lutte contre la dégradation des terres et aussi liées aux conditions socioéconomiques poussant les exploitants à détruire les ressources à la base de leur survie, espérant avoir des gains ne fut-ce qu'à court terme (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

affectent de manière importante les récoltes (CNSA et PAM, 2016). Ainsi, selon une estimation de la Coordination nationale de la sécurité alimentaire (CNSA), à l'échelle nationale, environ 4,5 millions de personnes se trouvent en insécurité alimentaire très marquée (CNSA, 2022). De plus, selon la FAO (2022), dans son dernier rapport sur l'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, Haïti se situe en tête de liste des pays de la région Amérique latine et Caraïbes en situation d'insécurité alimentaire. À ce titre, les actions en faveur du renforcement de la résilience et de l'augmentation de la capacité d'adaptation des populations face aux perturbations climatiques devraient privilégier le secteur agricole, notamment les systèmes de production agrosylvopastoraux eu égard à leur contribution au renforcement de la sécurité alimentaire (FAO, 2018c, 2021a; Méral *et al.*, 2022; GIEC, 2022b). Au-delà de leur rôle dans l'amélioration de la sécurité alimentaire, ces systèmes de production participent parallèlement à la durabilité de l'environnement et à la diversification des revenus des communautés locales (FAO, 2021a).

Notre recherche s'intéresse au bassin versant de la rivière Mulet, situé dans le département du Sud d'Haïti. Cette région est confrontée à des problèmes d'insécurité alimentaire à cause du faible rendement des espaces cultivés lié aux effets du phénomène érosif et de la fréquence des événements météorologiques extrêmes, affectant la production agricole (FAO, 2021b). À l'image de sa zone de localisation et des autres bassins hydrographiques du pays, le bassin versant de la rivière Mulet fait l'objet d'un processus accéléré de détérioration, illustré par l'érosion importante des sols et leur perte de fertilité, menaçant la durabilité des écosystèmes, la sécurité alimentaire ainsi que les moyens d'existence des communautés (Mardy *et al.*, 2020; et Mardy *et al.*, 2022 soumis et constituant le chapitre 5). Compte tenu de cet état de fait, notre recherche s'est fixée comme objectif d'identifier des mesures de conservation et de restauration du bassin versant en se basant sur la littérature scientifique et les savoirs traditionnels et locaux des communautés. En appliquant la démarche d'aide multicritère à la décision (AMCD) en contexte multi-acteurs, les mesures identifiées sont rangées selon leur performance globale, puis regroupées afin de constituer de meilleurs paniers de mesures pour chaque catégorie de niveau de dégradation du bassin versant.

6.2 Territoire d'étude

Le bassin versant de la rivière Mulet occupe une superficie de 31 km² pour un périmètre évalué à 27 km, situé à cheval sur les territoires des communes de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal. Il intègre les chaînes de montagnes du massif de la Hotte et est localisé entre les latitudes 18°14'40" et 18°16'0"N et les longitudes 73°58'40" et 74°0'0"W, à l'ouest de la presqu'île du sud d'Haïti (figure 6.1) (Mardy *et al.*, 2020). Il est caractérisé par un relief accidenté, constitué à 75% de territoires montagneux, avec des pentes

supérieures, à certains endroits, à 60% (Mardy *et al.*, 2020). Il est occupé par une population estimée à 8 140 habitants (IHSI, 2015). Le climat qui y règne est de type semi-tropical marqué par l'établissement, au cours de l'année, de deux grandes saisons, une saison pluvieuse observée durant les périodes d'avril à mai et de septembre à novembre, et une saison sèche qui s'installe deux fois dans l'année pendant les mois suivants : décembre à mars et juin à août (CSI, 2012). La température moyenne varie entre 20°C et 30°C au cours de l'année (MPCE, 1997). Les systèmes de production agrosylvopastoraux constituent le système agraire prédominant, notamment dans les segments aval et milieu du bassin versant. En dépit de leur importance reconnue pour la sécurité alimentaire, ils ne sont pas mis en valeur de manière durable. Le bassin versant possède une couverture végétale qui n'est pas uniforme sur toute sa superficie. Elle est caractérisée par des savanes, des cultures agricoles denses et moyennement denses, combinées à des arbres fruitiers et forestiers par endroit. Sur le plan lithologique, les calcaires durs et les roches volcano-sédimentaires prédominent dans les limites du bassin versant (Mardy *et al.*, 2020). Sur le plan socioéconomique, l'agriculture représente la principale activité économique du bassin versant suivie du petit commerce. Le niveau d'éducation inclut le primaire et parfois le secondaire pour un faible pourcentage d'exploitants, mais la grande majorité ne sait ni lire ni écrire (Mardy, 2018, Mardy *et al.*, 2020).

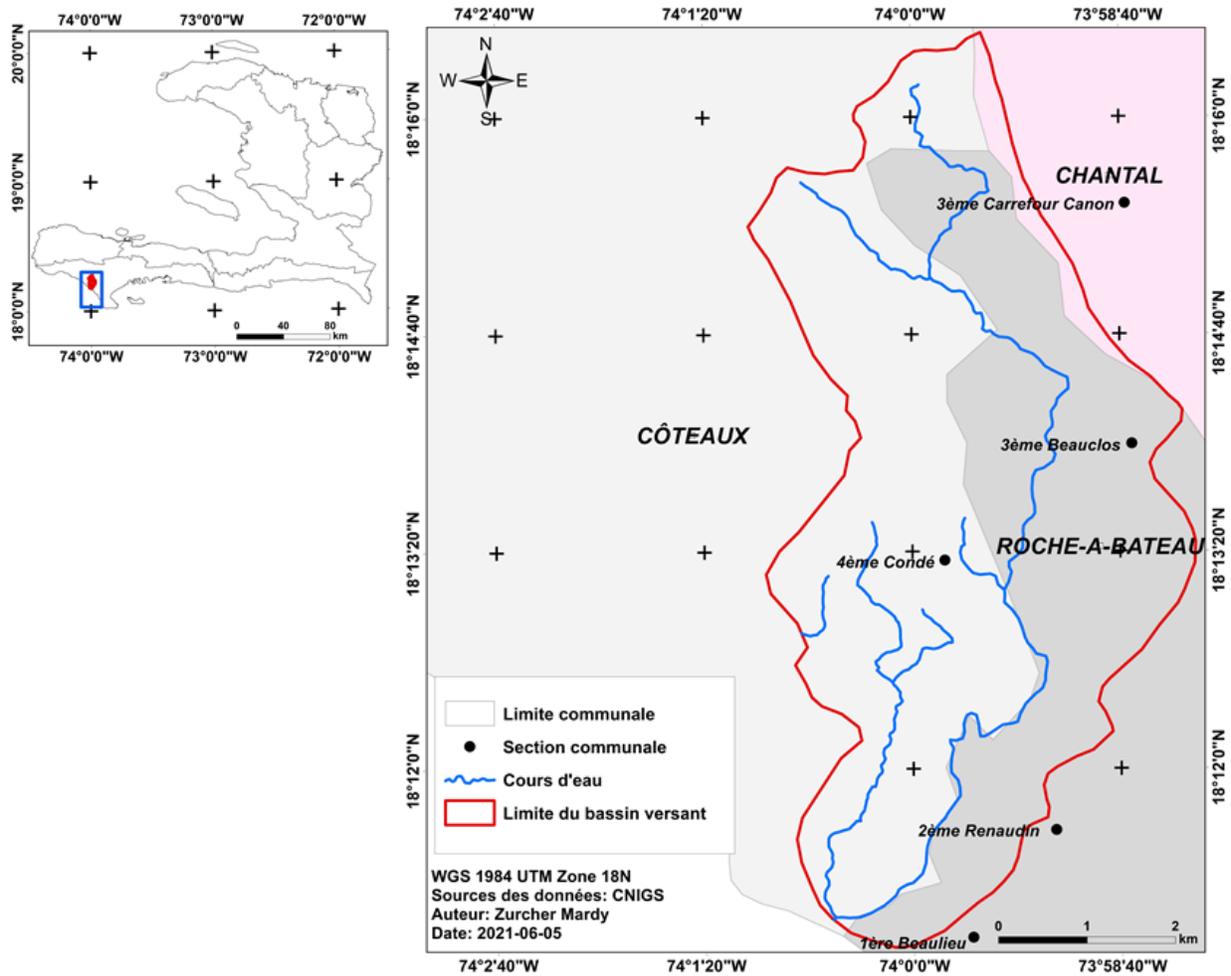


Figure 6.1. Localisation du territoire d'étude : bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

6.3 Méthodologie

L'approche méthodologique adoptée comprend trois grands moments (figure 6.2)¹⁹. Il s'agit de l'identification des acteurs impliqués, de l'identification des mesures de conservation et de restauration des terres, et de l'évaluation de la performance des mesures identifiées.

¹⁹ Les boîtes de couleur blanche correspondent à la contribution du chercheur principal à la coconstruction, celles de couleur jaune correspondent aux étapes coconstruites, et celle de couleur verte correspond au résultat final attendu.

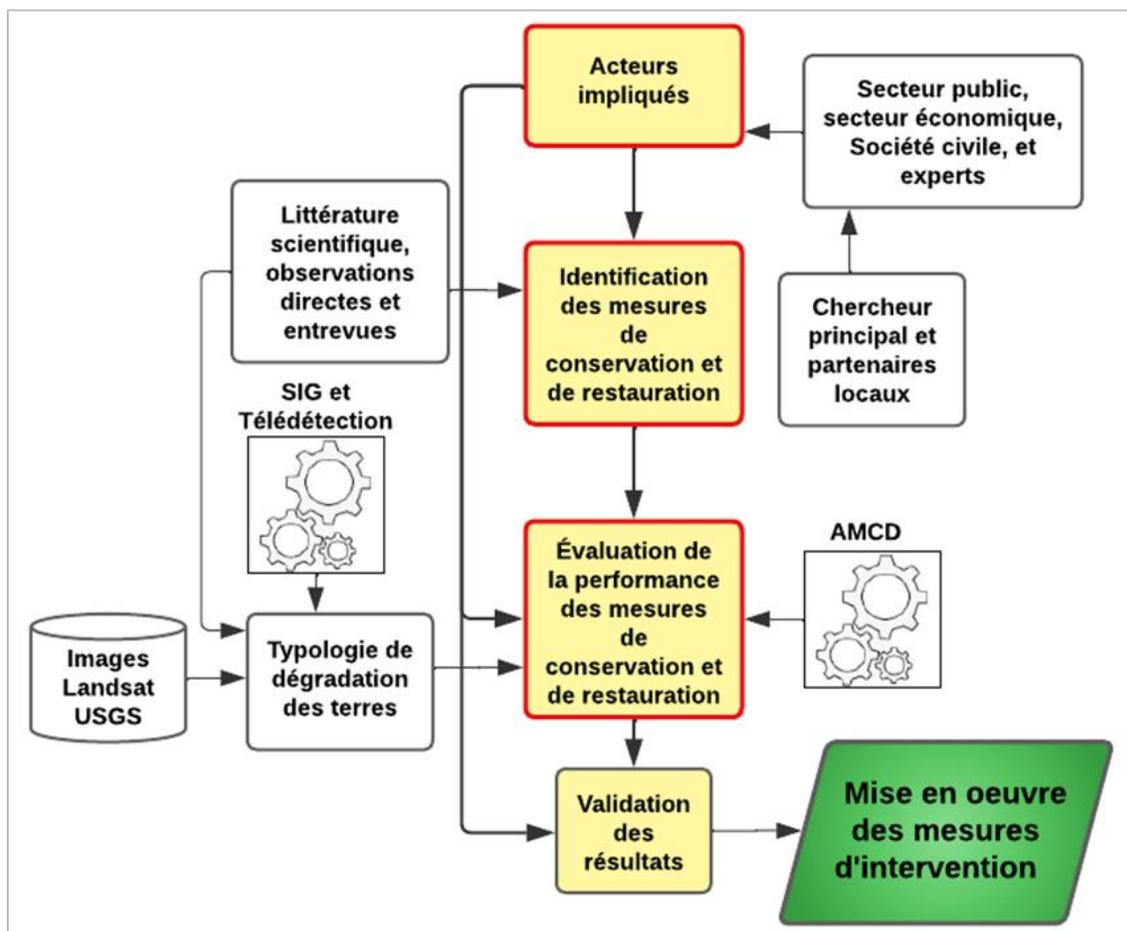


Figure 6.2. Démarche générale de l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Source : Mardy *et al.* (2022) (chapitre 4)

Cette démarche méthodologique implique la consultation de la littérature scientifique et la conduite des entretiens individuelles et de groupe. Aussi, elle implique l'utilisation d'outils regroupant la géomatique (SIG et Télédétection) et l'aide multicritère à la décision (AMCD) (figure 6.2). Les outils de géomatique ont été principalement utilisés dans le cadre de l'établissement de la typologie de dégradation des terres du bassin versant. L'AMCD a été mise en œuvre en contexte multi-acteurs dans le cadre du rangement des mesures identifiées de conservation et de restauration des terres ainsi que leur regroupement en paniers. Cet outil facilite la mise en évidence de solutions face à des problèmes complexes (Côté *et al.*, 2017; Diallo *et al.*, 2019b; Guay et Waaub, 2019). Son application dans le domaine de l'environnement se révèle importante étant donné la complexité des liens entre les composantes sociales et biophysiques dont le processus décisionnel doit tenir compte (Martin et Legret, 2005). Par ailleurs, la recherche d'acteurs concernés et intéressés par la démarche de gestion durable du bassin versant a été réalisée en

collaboration avec trois associations locales partenaires, l'association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB), la Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale (CORABEL), et l'association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB). Celles-ci ont rempli des fonctions variées dans le processus. Elles sont intervenues en tant que partenaires facilitant la collecte de données ainsi qu'en qualité de coconstructrices de solutions.

6.3.1 Identification des acteurs impliqués

La démarche d'aide multicritère à la décision (AMCD) nécessite une mobilisation importante de ressources. Elle fait appel aux acteurs concernés par le problème, et à des experts qui l'accompagnent tels que des experts de domaines distincts, et des spécialistes en aide à la décision, et en participation. De plus, par rapport à la construction de solutions dans un contexte multi-acteurs, elle requiert l'engagement des participants dans toutes les phases de la démarche (Côté et Waaub, 2012). En effet, l'identification des acteurs est incontournable dans les processus décisionnels impliquant l'AMCD. Ces derniers peuvent détenir plusieurs rôles visant à faciliter le succès de la démarche (Côté et Waaub, 2012; Aenishaenslin *et al.*, 2019). De leur côté, Martel et Rousseau (1993) indiquent que, pour une meilleure précision d'un problème particulier, l'identification des acteurs est une étape importante.

À cet égard, dans le contexte de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet, un ensemble d'acteurs ont été identifiés en vue de leur participation au processus d'évaluation des mesures de conservation et de restauration des terres du bassin versant, et de proposition de paniers de mesures. En s'appuyant sur la typologie des acteurs établie par Prades *et al.* (1998), les acteurs impliqués correspondent à quatre catégories (tableau 6.1) : i) Le secteur public, regroupant le pouvoir public et politique aux échelles communale et section communale; ii) Le secteur économique, comprenant les institutions financières desservant la communauté; iii) La société civile, composée des associations locales dont celles regroupant les exploitants agricoles, et internationales intervenant sur le territoire; et iv) Les experts, représentés par des spécialistes détenant des compétences dans les domaines du développement, de la gestion des ressources naturelles et de l'aide multicritère à la décision. Notons que les spécialistes en AMCD ont été représentés par le chercheur principal et des chercheurs externes, et ceux en développement et gestion des ressources naturelles par des chercheurs de la région.

Tableau 6.1. Catégorisation du système d'acteurs identifiés pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Catégories d'acteurs	Acteurs impliqués dans le processus décisionnel
Secteur public	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Municipalités de Roche-à-Bateau, Côteaux et Chantal ▪ Délégués de ville ▪ Conseils d'administration de la Section communale (CASEC) ▪ Assemblées de Section communale (ASEC) ▪ Bureaux agricoles communaux (BAC)
Secteur économique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caisse populaire de Roche-à-Bateau du sud (CAPORABS) - Institution de financement et de développement ▪ Roche-à-Bateau matériaux de construction - Entreprise commerciale
Société civile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB) ▪ Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale (CORABEL) ▪ Association des Femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB) ▪ Catholic Relief Services (CRS) - Organisation internationale ▪ Fondation panaméricaine de développement (PADF) - Organisation internationale
Experts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spécialiste en aide multicritère à la décision/consultant en gestion et protection des bassins versants ▪ Spécialiste du développement

6.3.2 Identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

6.3.2.1 Typologie de la dégradation des terres

Dans le but de mieux organiser les mesures de conservation et de restauration des terres à des fins d'application dans le bassin versant, il a été important d'effectuer une catégorisation de leur niveau de dégradation.

Les changements de superficies d'occupation et d'utilisation des terres représentent l'un des éléments fondamentaux renseignant sur la dégradation des sols (Liniger *et al.*, 2008; Al Karkouri *et al.*, 2013). À cet

égard, le système d'utilisation des terres (LUS) a été utilisé comme unité de base permettant d'évaluer la dégradation des terres du bassin versant. Dans ce but, nous avons établi une carte de dynamique territoriale, illustrant les gains, les pertes et la persistance des principales classes d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant, telles que les systèmes agrosylvopastoraux, les cultures agricoles denses, les savanes et les affleurements de roches et sols nus (voir Mardy *et al.*, 2022, chapitre 5 de la thèse). Réalisée à l'aide des images d'archives du satellite Landsat, des observations directes de terrain et des entretiens avec les acteurs locaux, cette carte a permis d'analyser, au cours des 40 dernières années, les changements survenus, dans le territoire du bassin versant. Cette analyse de l'évolution des unités d'occupation et d'utilisation des terres du bassin versant nous a informé, par endroits, sur les caractéristiques des types de dégradation affectant le territoire de ce bassin, lesquelles sont fondamentales à l'établissement de la carte de typologie de dégradation des terres. À la lumière de ces informations et de nos connaissances du milieu, nous avons défini quatre indicateurs de dégradation des terres : 1) la réduction de la superficie des systèmes agrosylvopastoraux/augmentation des savanes et sols dénudés; 2) la diminution de la couverture végétale; 3) l'observation de signes d'érosion en rigole ou en ravine; et 4) l'observation de l'état des parcelles agricoles (degré de rabougrissement des cultures). L'analyse croisée, dans le logiciel ArcGIS, des statistiques découlant de la carte de dynamique, des données socioéconomiques acquises et les indicateurs de dégradation formulés a permis d'effectuer des calculs, afin d'élaborer la carte de dégradation du bassin versant.

Les niveaux de dégradation définis sont au nombre de quatre, et sont appréciés de manière qualitative en s'inspirant des catégorisations établies par Liniger *et al.* (2008) ainsi que par Karkouri *et al.* (2013) :

- 1) *Faible*. La dégradation est légèrement établie, et pourrait être facilement corrigée par l'utilisation de mesures simples;
- 2) *Moyen*. Les signes de dégradation sont perceptibles, mais la restauration est encore possible;
- 3) *Fort*. Le processus de dégradation est avancé, nécessitant des mesures de contrôle adaptées;
- 4) *Très fort*. La dégradation est à son maximum, nécessitant des efforts considérables de restauration.

6.3.2.2 Consultation de la littérature scientifique

La littérature scientifique a été consultée afin de prendre connaissance des mesures de conservation et de restauration des terres employées en Haïti et dans d'autres territoires comparables à travers le monde. Ainsi, un ensemble de mesures ont été identifiées, en se renseignant sur leurs limites, leurs avantages et leurs conditions biophysiques d'application. Par la suite, une liste de mesures a été constituée en tenant compte des critères liés à leur facilité d'adoption par la communauté agricole, à l'importance des coûts de leur mise en place, à leur fréquence d'entretien, et à leur durabilité. Soulignons que les mesures issues de la littérature scientifique ont été associées à celles acquises à l'aide des entrevues menées au sein des communautés locales (voir section suivante 6.3.2.3).

6.3.2.3 Réalisation des entrevues

Afin de pouvoir déterminer les mesures traditionnelles et locales de lutte contre la dégradation des terres utilisées dans le territoire, des entrevues individuelles et de groupe ont été réalisées au sein de la communauté avec divers types d'acteurs (voir chapitre 3, section 3.1.2.2). Concernant les entrevues individuelles, 60 répondants ont été recrutés dans les 3 segments du bassin versant, soit 20 en amont, 20 au milieu et 20 en aval. Leur recrutement a été fait par le chercheur principal de concert avec les organisations locales partenaires selon la méthode appelée « boule de neige », et basé sur la représentation sociale selon les 4 catégories d'acteurs et le problème visé. Les informations ont été recueillies à l'aide d'un formulaire d'enquête établi à partir des éléments provenant de la littérature scientifique, des discussions avec nos partenaires locaux et de nos connaissances du milieu. Ce formulaire a été organisé en des questions fermées et semi-ouvertes portant principalement sur les techniques mécano-biologiques traditionnelles de conservation et de restauration des terres, incluant leur fréquence d'entretien, leur durabilité et leur rôle face à l'augmentation des rendements agricoles (annexe E). Ces entretiens individuels ont été menés en créole et ont duré en moyenne 60 minutes par répondant.

En ce qui concerne les entretiens de groupe, trois rencontres ont été réalisées, comptabilisant plus d'une trentaine de participants, soit une douzaine de participants chacune. À l'instar des entretiens individuels, les participants ont été identifiés par le chercheur principal avec l'aide des organisations locales partenaires, et les discussions ont été déroulées en créole. Ces groupes de discussion, d'une durée de 120 à 150 minutes chacun, ont offert la possibilité d'échanger en plénière et en absence d'un questionnaire (Sako *et al.*, 2013; Mardy *et al.*, 2020) avec les membres de la communauté et les acteurs locaux, ce qui a permis de disposer des informations supplémentaires sur les mesures traditionnelles et locales de

conservation et de restauration des terres ainsi que sur les différentes préoccupations des répondants en ce qui concerne la gestion durable du bassin versant. Notons par ailleurs que les entretiens individuels et de groupe ont été conduits avec l'appui des collaborateurs locaux.

Le traitement de ces entretiens a été réalisé à l'aide de MS Excel pour ce qui est des statistiques descriptives, et à l'aide de NVivo pour l'analyse de contenus par thèmes. À partir d'une analyse par croisement de contenus qualitatifs, des informations à caractère socioculturel, politique et écologique pertinentes ont été extraites. Enfin, ces informations ont été exploitées dans toute la procédure d'établissement des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant.

6.3.3 Évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

6.3.3.1 Identification des enjeux et définition des critères

L'identification des enjeux et des préoccupations des différents acteurs dans le cadre de l'élaboration de solutions face à un problème précis constitue un préalable à la construction des critères d'évaluation (Roy, 1985; Taibi et Waub, 2015). Au regard de ce principe, à partir de nombreux énoncés formulés par les acteurs à ce sujet, plus d'une dizaine d'enjeux (ce que l'on peut perdre ou gagner) relatifs à la problématique de dégradation du bassin versant ont été identifiés par l'expert en aide à la décision et validés par les acteurs, en préparation à la définition d'un nombre restreint de critères d'évaluation des mesures de conservation et de restauration (voir section 2.1.6). Ces enjeux ont été établis en fonction des préoccupations soulevées par les différents acteurs lors des entretiens, combinées aux éléments relevant de la littérature scientifique (tableau 6.2). Ils sont structurés selon les cinq dimensions du développement durable des territoires, suivantes : environnementale (ENV en vert pâle), économique (ÉCO en turquoise), socioculturelle (SOC en rouge), sociopolitique (SOP en bleu) et territoriale (TER en brun). Ainsi, les enjeux environnementaux concernent l'amélioration de la structure des sols cultivés, la conservation et la restauration de la biodiversité, et la pérennisation des systèmes de production agrosylvopastoraux. Les enjeux économiques sont liés au renforcement de l'économie locale, aux investissements afférents à l'établissement des mesures de conservation et de restauration, et à l'ampleur des superficies des espaces cultivés. Concernant les enjeux socioculturels, les aspects soulevés intègrent l'appropriation par la communauté des mesures de conservation et de restauration, la valorisation des mesures locales de conservation et de restauration, et le soutien technique des exploitants. Quant aux enjeux sociopolitiques, les préoccupations tiennent compte de la sécurité alimentaire et de la diminution de la pauvreté, du rôle des élus locaux, et de leur engagement par rapport à la gestion des terres. Enfin, l'enjeu territorial a

notamment porté sur les impacts de l'aménagement du bassin versant en termes d'occupation et d'utilisation.

En outre, les enjeux définis ont été soumis aux différents acteurs à des fins de validation, ce qui a permis de constituer une liste d'enjeux partagés. À l'issue de cet exercice, les enjeux ont été formulés sous forme de critères d'évaluation, lesquels répondent aux principes d'exhaustivité, de cohérence et de non-redondance auxquels les critères d'évaluation de tout processus décisionnel doivent nécessairement satisfaire (Roy et Bouyssou, 1993; Taibi et Waaub, 2015; Diallo *et al.*, 2019a). Les critères d'évaluation construits et retenus sont au nombre de 13 et regroupés, à l'instar des enjeux, en 5 dimensions (tableau 6.2). Ces critères ont été à leur tour validés par les acteurs impliqués dans le processus. Un code de trois lettres associées à un chiffre est assigné à chacun des critères afin de faciliter une meilleure lecture après leur intégration dans le logiciel d'AMCD mis en application.

Tableau 6.2. Enjeux et critères relatifs à l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Dimensions	Enjeux	Codes	Critères
Environnementale (ENV)	Amélioration de la fertilité des sols cultivés	ENV1	Conservation et restauration des espaces cultivés
	Préservation et restauration de la biodiversité	ENV2	Diversification du paysage
	Durabilité des systèmes de production agrosylvopastoraux	ENV3	Pérennisation de la conservation et de la restauration des ressources en sol, en eau ainsi que les matières ligneuses
Économique (ÉCO)	Amélioration de l'économie de la communauté locale	ÉCO1	Diversification des revenus agricoles
	Nature des coûts relatifs à la mise en place des mesures de conservation et de restauration	ÉCO2	Importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration
	Risque de diminution des superficies consacrées aux activités agricoles	ÉCO3	Réduction des superficies agricoles
Socioculturelle (SOC)	Appropriation des mesures de conservation et de restauration	SOC1	Facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration
	Valorisation des connaissances traditionnelles et locales	SOC2	Amélioration de la durabilité des mesures appliquées

Dimensions	Enjeux	Codes	Critères
	Encadrement technique des exploitants agricoles	SOC3	Amélioration des capacités techniques des exploitants agricole
Sociopolitique (SOP)	Augmentation de la sécurité alimentaire et réduction de la pauvreté	SOP1	Amélioration du rendement agricole
	Intérêt des élus locaux	SOP2	Risque d'instabilité politique
	Engagement des élus locaux	SOP3	Implication des élus locaux lors de la mise en place des mesures de conservation et de restauration
Territoriale (TER)	Organisation de l'utilisation des terres du bassin versant	TER1	Modification importante de l'affectation des terres

6.3.3.2 Définition des indicateurs et échelles de mesure

Un indicateur et son échelle de mesure est associé à chacun des critères d'évaluation définis. Cela se fait en fonction de la disponibilité de données et des ressources humaines et financières disponibles pour effectuer les évaluations; il en résulte des mesures qualitatives ou quantitatives (Aenishaenslin *et al.*, 2019; Perez-Benitez *et al.*, 2021). Ainsi, un indicateur et son échelle de mesure ont été attribués à chacun des 13 critères retenus regroupés selon les 5 dimensions du développement durable des territoires (section 2.2.2; Zuideau, 2002) (tableau 6.3). En effet, tous les critères sont mesurés par des échelles qualitatives en raison, notamment, d'une faible disponibilité de données quantitatives – empêchant la définition d'indicateurs de type quantitatif – ainsi que du caractère qualitatif de la majorité des critères, rendant ardue leur mesure à l'aide de données chiffrées. De ce fait, une échelle de mesure à quatre paliers (nul, faible, moyen et fort) a été utilisée. Des valeurs numériques allant de zéro à trois sont reliées à ces derniers, soit nul = 0; faible = 1; moyen = 2 et fort = 3.

Par ailleurs, face à cette carence de données quantitatives pour la mesure des critères d'évaluation, l'évaluation qualitative par les indicateurs de mesure a été réalisée d'une part, sur la base de la documentation scientifique ainsi que les rapports d'études qui ont été exploités par les experts sectoriels et le chercheur principal, et d'autre part, dans la démarche de coconstruction basée sur les informations recueillies auprès des acteurs des communautés locales. Il y a ainsi une validation collective des évaluations.

Tableau 6.3. Critères, indicateurs et échelles de mesure relatifs à l'évaluation de la performance des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Dimensions	Codes	Critères	Indicateurs	Échelle de mesure	Sens
Environnementale (ENV)	ENV1	Conservation et restauration des espaces cultivés	Niveau de conservation et de restauration des espaces cultivés	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	ENV2	Diversification du paysage	Ampleur de diversification du paysage	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	ENV3	Pérennisation de la conservation et restauration des ressources en sol, en eau ainsi que les matières ligneuses	Niveau de pérennisation de conservation et de restauration	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
Économique (ÉCO)	ÉCO1	Diversification des revenus agricoles	Niveau de diversification des revenus agricoles	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	ÉCO2	Importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration	Ampleur des coûts des mesures de conservation et de restauration	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Min
	ÉCO3	Réduction des superficies agricoles	Niveau de perte de superficies agricoles	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Min
Socioculturelle (SOC)	SOC1	Facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration	Niveau de facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	SOC2	Amélioration de la durabilité des mesures appliquées	Niveau de durabilité des mesures de conservation et de restauration	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	SOC3	Amélioration des capacités techniques des agriculteurs	Niveau d'amélioration des capacités techniques des agriculteurs	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max

Dimensions	Codes	Critères	Indicateurs	Échelle de mesure	Sens
Sociopolitique (SOP)	SOP1	Amélioration du rendement agricole	Niveau d'amélioration du rendement agricole	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
	SOP2	Risque d'instabilité politique	Niveau de risque d'instabilité politique	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Min
	SOP3	Implication des élus locaux lors de la mise en place des mesures de conservation et de restauration	Niveau d'implication des élus locaux	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Max
Territoriale (TER)	TER1	Modification importante de l'affectation des terres	Niveau de modification de l'affectation des terres	0: Nul; 1: Faible; 2: Moyen; 3: Fort	Min

6.3.3.3 Pondération des critères : préférence inter-critères

Afin de permettre aux acteurs engagés dans un processus décisionnel de faire valoir leurs préférences en termes d'importance relative des critères, les méthodes d'analyse multicritère et multi-acteurs, PROMETHEE et GAIA, offrent à chaque acteur ou groupes d'acteurs, la possibilité de pondérer les critères (Côté et Waaub, 2000). Cela permet d'une certaine manière de prendre en considération les valeurs des acteurs ou groupes d'acteurs, enrichissant ainsi la démarche et permettant d'identifier les éléments de convergence et de divergence au sein des acteurs (Côté et Waaub, 2000, 2012; Côté *et al.*, 2017). Au regard de l'importance de la pondération des critères par les acteurs dans la réflexion autour de la coconstruction de solutions face à une problématique donnée, les critères d'évaluation des mesures de conservation et de restauration du bassin versant retenus ont été pondérés par les différents acteurs du processus, regroupés en 10 groupes selon leurs sensibilités communes (tableau 6.4). Ainsi, au sein du secteur public (SP), les poids des acteurs désignant Délégués de ville (SP1) et municipalités (SP2) ont été agrégés afin de former un groupe d'acteurs ainsi nommé « Secteur public-commune (SP-COM) ». Aussi, dans ce secteur, les acteurs CASEC et ASEC ont été regroupés sous le nom de « Secteur public-section communale (SP-SCO) ». Au niveau de la société civile (SC), les acteurs APDRB et CORABEL ont été combinés pour constituer le groupe désigné « Société civile-Association locale (SC-AL) ». Les organisations internationales telles que CRS et PADF partagent les mêmes visions, et ont été par conséquent associées pour former le groupe baptisé « Société civile-Organisation internationale (SC-OI) ». Ce travail a donc conduit à une

restructuration du système d'acteurs, ce qui a permis de ramener le nombre des acteurs engagés dans le processus à 10 groupes.

Pour la pondération, la méthode d'attribution de 100 points maximum entre les différents types de critères (Aenishaenslin *et al.*, 2019) a été privilégiée. Ainsi, de manière individuelle, les 10 regroupements d'acteurs ont été contactés afin d'allouer à chacun des critères un poids relatif (annexe F).

Tableau 6.4. Regroupement des acteurs du bassin versant de la rivière Mulet en fonction de leurs sensibilités communes

Catégories d'acteurs	Codes	Acteurs
Secteur public (SP)	SP-COM	Municipalités et Délégués de ville
	SP-SCO	Conseils d'administration de la Section communale (CASEC) et Assemblées de Section communale (ASEC)
	SP-BAC	Bureaux agricoles communaux (BAC)
Secteur économique (SEC)	SEC1	Caisse populaire de Roche-à-Bateau du sud (CAPORABS)
	SEC2	Roche-à-Bateau matériaux de construction
Société civile (SC)	SC-AL	Association Planteurs pour le développement de Roche-à-Bateau (APDRB) et Coalition Roche-à-Batelaise pour l'expansion locale (CORABEL)
	SC-AF	Association des femmes vaillantes pour le développement de Roche-à-Bateau (AFVDRAB)
	SC-OI	Catholic Relief Services (CRS) et Fondation panaméricaine de développement (PADF)
Expert (EXP)	EXP1	Spécialiste/consultant en gestion et protection des bassins versants
	EXP2	Spécialiste du développement

6.3.3.4 Élaboration du tableau des performances des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

La matrice des performances permet de visualiser, sur un même plan, l'ensemble des paramètres constituant le processus d'évaluation (Taibi et Waaub, 2015; Aenishaenslin *et al.*, 2019; Ye et Chen, 2022). Ces paramètres regroupent, d'une manière générale, les critères et indicateurs d'évaluation, les structures de préférences des acteurs, ainsi que les actions (Aenishaenslin *et al.*, 2019). Le tableau des performances élaboré inclut les paramètres susmentionnés. Ce tableau présente sur les colonnes les critères, et sur les

lignes, d'une part les structures de préférences des acteurs par critère, et d'autre part, pour chaque mesure de conservation et de restauration, leurs évaluations selon les critères et indicateurs. Les critères sont regroupés en cinq grandes catégories correspondant aux cinq dimensions du développement durable des territoires (tableau 6.3) : environnementale, économique, socioculturelle, sociopolitique et territoriale. Tous les critères de catégories environnementale et socioculturelle sont à maximiser, contrairement aux autres catégories détenant certains critères à minimiser. Comme indiqué plus haut, une échelle qualitative (nul, faible, moyen, fort) a été utilisée pour mesurer tous les critères retenus (voir section 6.3.3.2). En effet, selon une description de l'échelle ordinale effectuée par Cissé (2013), le niveau « fort » désigne une meilleure performance quant aux critères à maximiser, alors que pour les critères à minimiser il correspond à une mauvaise performance. Le niveau « faible » indique une meilleure performance pour les critères à minimiser, tandis que pour les critères à maximiser il indique une mauvaise performance.

Les méthodes PROMETHEE et GAIA (voir section 2.1.6, et aussi, Mareschal, 2013, 2015, 2018) permettent à chaque acteur, de prendre en considération la signification de l'amplitude des différences d'évaluation de deux mesures pour un critère (préférences intra-critères). Cela se fait par le choix de fonctions de préférence. Six choix sont proposés et leur utilisation dépendant du mode d'évaluation des critères. En ce qui nous concerne, du fait que tous les critères sont évalués selon la même échelle qualitative déjà définie en trois niveaux de signification, il n'y a pas d'interprétation à établir entre des différences de niveau, une différence de niveau impliquant d'office une préférence stricte de la mesure la mieux évaluée par rapport à l'autre. C'est la fonction usuelle qui est utilisée dans ces cas-là. Elle a donc été attribuée à tous les critères et pour tous les acteurs.

Cette étape aboutit à un tableau de performances des mesures de conservation et de restauration des terres en fonction des 13 critères d'évaluation qui est commun et partagé par tous les acteurs. Le seul paramètre du tableau qui est spécifique à chacun des 10 groupes d'acteurs est le poids donné à chacun des critères (section 6.3.3.3). Contrairement à d'autres façons de mettre en œuvre la démarche d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs très conflictuel, et qui laissent alors la possibilité à chaque acteur d'établir son propre tableau de performance pour démarrer le processus, reportant ainsi les délibérations et les négociations plus tard dans le processus d'aide à la décision, nous avons choisi de miser sur des délibérations et des négociations en amont pour clarifier les points de divergences entre les acteurs, permettant ainsi de progresser plus aisément dans le processus de décision en se basant sur une

compréhension commune et partagée du problème. Dans ce cas, si des divergences subsistent, elles peuvent être abordées sous forme d'analyse de sensibilité et de robustesse (voir section 6.4.4.5).

6.3.3.5 Analyse multicritère et agrégation des préférences : méthodes PROMETHEE et GAIA

Une fois le tableau des performances constitué, l'agrégation des performances peut être effectuée. Celle-ci permet de se renseigner sur la préférence globale des mesures potentielles en fonction des éléments d'information relevant des préférences des critères (Maystre *et al.*, 1994). Elle permet aussi de procéder au rangement complet des mesures pour l'ensemble des acteurs et à l'élaboration des représentations visuelles globales (p. ex. profils des mesures, GAIA-critères et GAIA-acteurs, etc.) (Taibi et Waaub, 2015). Elle est complétée par des analyses de sensibilité et de robustesse (Taibi et Waaub, 2015; Diallo *et al.*, 2019a, 2019b) en ce qui concerne le rangement des mesures de conservation et de restauration. Cela a contribué à alimenter les processus de concertation et de négociation afin de parvenir à la construction des paniers de mesures robustes.

Par ailleurs, les méthodes PROMETHEE et GAIA intégrées au sein du logiciel Visual PROMETHEE ont été utilisées dans le cadre de l'agrégation des préférences. Le choix de ces méthodes est expliqué par leurs caractéristiques de surclassement ainsi que leur facilité d'agrégation des préférences (Taibi et Waaub, 2015; Mareschal, 2018; Aenishaenslin *et al.*, 2019; Watrinhos *et al.*, 2021). Selon Taibi et Waaub (2015), le logiciel de mise en œuvre de ces méthodes offre des outils permettant d'accomplir des tâches plus poussées que celle du rangement des scénarios. Aussi, il permet de générer un ensemble de représentations visuelles facilitant une meilleure interprétation des résultats (Mareschal, 2018). Notons qu'en raison de la non-compétence en la matière des acteurs locaux impliqués, les travaux afférents à la construction de la matrice des performances et à l'agrégation des préférences ont été réalisés exclusivement par le chercheur principal, puis consolidés par les experts. Néanmoins, tous les résultats en découlant ont été présentés aux différents acteurs à des fins de validation.

6.4 Résultats

6.4.1 Typologie de dégradation des terres du bassin versant

La typologie de dégradation établie montre que le bassin versant est caractérisé par quatre niveaux de dégradation (tableau 6.5) : faible, moyen, fort, très fort. Ainsi, 42% de la superficie du bassin versant est touché par les niveaux de dégradation faible et moyen. Par contre, les niveaux de dégradation fort et très fort affectent 58% du territoire.

Tableau 6.5. Catégorisation de la dégradation des terres du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Niveau de dégradation	Superficie (ha)	Pourcentage
Faible	392	12%
Moyen	911	30%
Fort	1 122	37%
Très fort	638	21%

En outre, la section milieu du bassin versant est l'endroit le plus affecté par les niveaux de dégradation fort et très fort. Cette section est principalement occupée par des affleurements de roches et sols nus. La dégradation de niveaux faible et moyen affecte majoritairement la partie est du bassin versant de l'amont vers l'aval. À cet endroit se retrouvent des poches de systèmes agroforestiers et de savanes (figure 6.3).

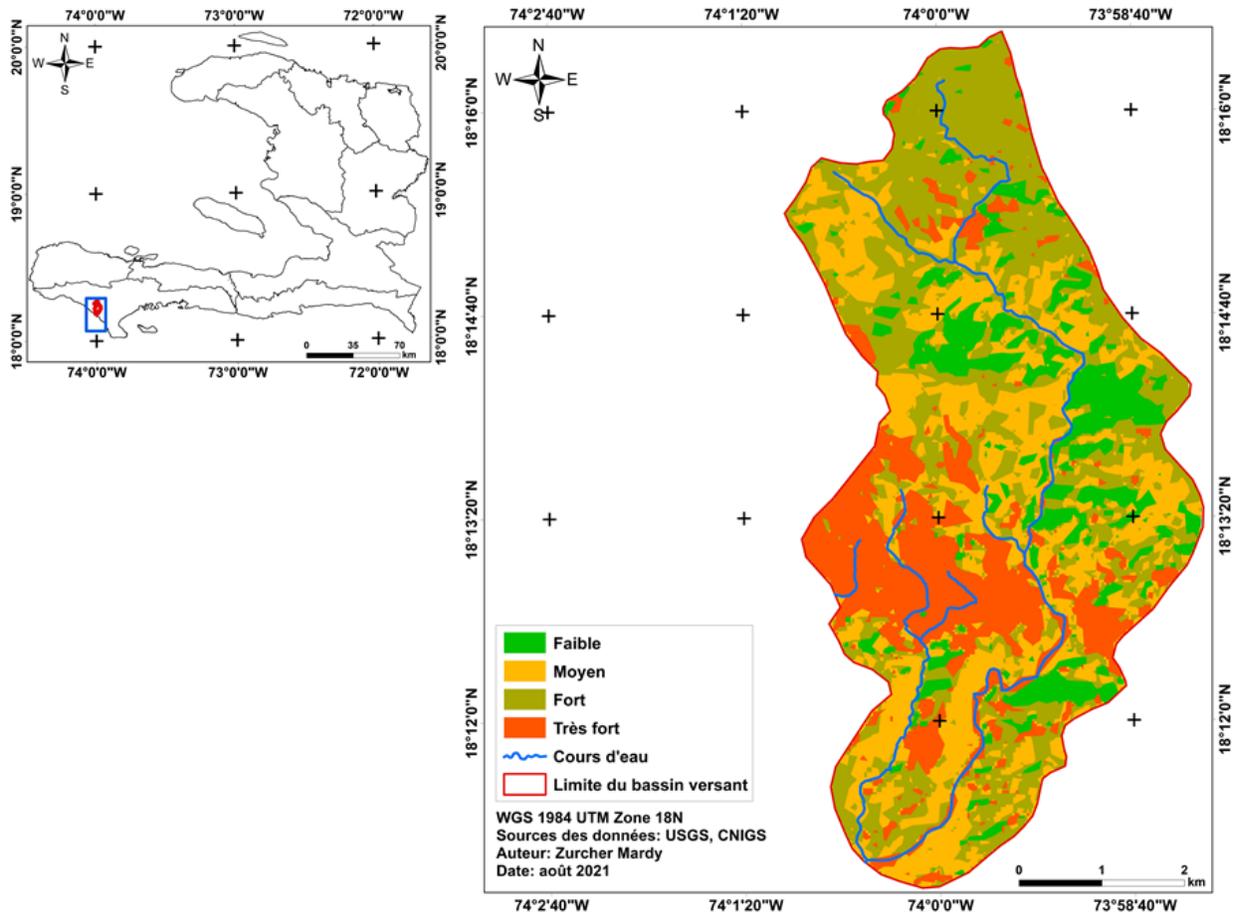


Figure 6.3. Carte des quatre niveaux de dégradation du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

6.4.2 Mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant

Les mesures de conservation et de restauration identifiées sont organisées en cinq catégories (tableau 6.6 et figure 6.4 avec les codes de couleur par catégorie). (i) Les mesures agronomiques (MA en vert pâle) supposent l'application par les agriculteurs de pratiques culturales durables au sein des exploitations agricoles. Il s'agit des techniques qui visent la protection de l'environnement et des sols cultivés pour une production agricole accrue (Mazzucato et Niemeijer, 2001; Liniger *et al.*, 2008; Bigi, 2012; Ouedraogo *et al.*, 2012). (ii) Les mesures biologiques ou végétales (MV en bleu) incluent l'utilisation des espèces forestières ou fruitières ainsi que celle des herbacées dans le cadre des interventions de conservation et de restauration des terres. D'une manière générale, elles incluent toute pratique biologique contribuant à la préservation de l'environnement et à l'amélioration de la fertilité des sols (FAO, 2011b; Ouedraogo *et al.*, 2012). (iii) Les mesures mécaniques ou structurelles (MM en mauve) regroupent l'ensemble des techniques à caractère physique faisant intervenir, notamment des ressources abiotiques (pierres, résidus de récolte, etc.) de l'environnement dans la lutte contre la dégradation des terres (Régis et Roy, 1999; FAO, 2011b; Bigi, 2012). (iv) Les mesures socioculturelles (MSC en vert kaki) incluent particulièrement la valorisation des savoirs inhérents aux communautés par rapport à la gestion durable des ressources naturelles du milieu (UNESCO, 2008; CDB, 2010; Nugroho *et al.*, 2018). (v) Les mesures sociopolitiques (MSP en rouge) comprennent la sensibilisation de la population, le soutien technique des exploitants agricoles ainsi que la responsabilité du pouvoir local face à la gestion durable du bassin versant.

Tableau 6.6. Liste des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

Catégories de mesures	Codes	Mesures	Description
Mesures agronomiques (MA)	MA1	1. Association de cultures	Il s'agit d'une pratique agricole impliquant l'association de plusieurs variétés ou espèces de cultures au niveau d'un même champ (Jouve, 2010). Elle permet une meilleure couverture du sol ainsi qu'une diversification de la disponibilité alimentaire (Roose, 1994, Altieri <i>et al.</i> , 2017; Oxfam, 2021).
	MA2	2. Rotation de cultures	Cette pratique consiste à alterner les cultures au sein d'une même parcelle. En plus de son rôle dans l'amélioration de la fertilité des sols cultivés (Bigi, 2012), elle contribue à diminuer les risques liés aux pertes de récoltes (FAO, 2011b; Benniou <i>et al.</i> , 2016).
	MA3	3. Assolement	Il correspond, durant un intervalle de temps précis, à la distribution de nombreuses associations de cultures sur une même parcelle dans un objectif de réduire l'érosion afin d'assurer la fertilité des sols (FAMV et GRET, 1990; Bigi, 2012).

Catégories de mesures	Codes	Mesures	Description
	MA4	4. Semis direct et semis direct sous couvert végétal (non-labour)	Techniques de production agricole se basant sur le non-labour du sol. Ces pratiques permettent la protection des sols cultivés et favorisent parallèlement une augmentation des rendements (Laurent <i>et al.</i> , 2011; Corbonnois <i>et al.</i> , 2014; Sissoko <i>et al.</i> , 2020).
	MA5	5. Intégration des arbres au sein des exploitations agricoles (agroforesterie)	Cette pratique permet d'assurer la couverture permanente des terres. À côté de son rôle par rapport à la disponibilité alimentaire, elle permet le maintien de la matière organique du sol ainsi que la réduction de l'effet des gouttes de pluie sur la structure du sol (Roose, 1994; Liniger <i>et al.</i> , 2008; Torquebiau, 2017; Harmand et Seghieri, 2019; Larbodièrre <i>et al.</i> , 2020).
	MA6	6. Jachère	C'est une pratique qui consiste à ne pas mettre en culture une parcelle durant une certaine période, ce qui permet la reconstitution de manière naturelle de la fertilité des sols tout en augmentant les rendements (FAO, 2011b; Touré <i>et al.</i> , 2018).
Mesures végétales ou biologiques (MV)	MV1	1. Foresterie	Elle correspond à la production de matière ligneuse, fournissant des services écosystémiques (Saint-Fleur et Previl, 2020). Elle participe à l'atténuation des impacts des CC (Gichuki <i>et al.</i> , 2019). Elle contribue à la réduction de l'érosion hydrique et éolienne, et participe à l'augmentation de la matière organique du sol (Lescuyer et Locatelli, 1999; Gichuki <i>et al.</i> , 2019).
	MV2	2. Cultures pérennes	L'implantation des cultures permanentes, telles que le caféier, le cacaoyer et d'autres fruitiers contribuent à la protection des sols face au phénomène érosif, tout en maximisant la production agricole (Régis et Roy, 1999; Torquebiau, 2017).
	MV3	3. Bandes végétales ou rampes vivantes	Techniques traditionnelles de lutte contre l'érosion des sols. Il s'agit des bandes composées de végétation pérenne et mises en place sur les versants cultivés (Régis et Roy, 1999; Zida <i>et al.</i> , 2019).
Mesures mécaniques ou structurelles (MM)	MM1	1. Clayonnage et fascinage	Techniques traditionnelles antiérosives utilisées sur les versants cultivés pour empêcher le départ de la couche superficielle du sol. Elles sont aussi employées pour la stabilisation des ravines en état d'avancement mineur (Régis et Roy, 1999; GIZ, 2021).
	MM2	2. Cordons et murettes en pierres sèches	Structures antiérosives érigées sur les versants de manière linéaire selon la disposition des courbes de niveau. Elles permettent de lutter, notamment contre l'érosion en nappe due au ruissellement, favorisent l'infiltration de l'eau et contribuent à garder pendant longtemps l'humidité du sol (GIZ, 2012; Delerue, 2010, 2014; Roose <i>et al.</i> , 2015).

Catégories de mesures	Codes	Mesures	Description
Mesures socioculturelles (MSC)	MM3	3. Terrasses	Il s'agit d'une technique qui consiste à effectuer le remodelage d'un versant en une suite de talus et de plates-formes (Régis et Roy, 1999; Bigi, 2012; GIZ, 2021). Cette pratique permet l'infiltration des eaux pluviales ainsi que l'amélioration de la fertilité des sols (Rosse, 2004; FAO, 2011b).
	MSC1	1. Buttage	Des buttes construites en terres et à l'intérieur sont ajoutées à de mauvaises herbes sarclées. L'enfouissement de la matière organique dans les buttes permet l'amélioration de la structure du sol (Delerue, 2010, 2014).
	MSC2	2. Plantation des cultures en fonction des courbes de niveau	Technique visant l'établissement des cultures sur les lignes de versant caractérisées par des points se trouvant à une altimétrie similaire. Cette disposition de cultures contribue à réduire l'érosion sur les pentes (Régis et Roy, 1999; Bigi, 2012; Zerome <i>et al.</i> , 2019).
	MSC3	3. Plantation des espèces végétales selon les phases lunaires	Cette méthode, selon les agriculteurs, permet d'éviter des échecs dans la production. Ainsi, ils s'appuient, habituellement, sur les phases lunaires dans le cadre de la plantation de certaines cultures vivrières ainsi que de certains ligneux.
	MSC4	4. Paillage	Cette technique consiste à épandre sur le sol des herbes, des résidus de récolte, des rameaux, etc. Cela protège le sol contre les impacts des gouttes de pluie, réduit l'évaporation hydrique et favorise les activités microbiologiques du sol (Savadozo <i>et al.</i> , 2011; FAO, 2011b; Bigi, 2012; Zida <i>et al.</i> , 2019; GIZ, 2021).
	MSC5	5. Valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture	L'association de l'agriculture et l'élevage a des effets bénéfiques par rapport à l'amélioration de la structure du sol. Les fumiers d'élevage, les résidus et les sous-produits de l'agriculture contribuent à enrichir le sol en matière organique (Dufumier, 2006; FAO, 2007; Delerue, 2010, 2014).
	MSC6	6. Valorisation des « jaden lakou »	Le « jaden lakou » est un jardin se trouvant dans les limites de la résidence de l'agriculteur. Il s'agit d'un système agroforestier constitué de plusieurs strates végétales et détenant plusieurs fonctions : écologique, économique et alimentaire (Brochet, 1993; Jean-Denis <i>et al.</i> , 2014).
Mesures sociopolitiques (MSP)	MSP1	1. Sensibilisation du grand public	Cette mesure implique la sensibilisation des communautés sur les avantages socioéconomiques et socio-écologiques que peut entraîner la mise en application de bonnes pratiques de conservation et de restauration du bassin versant. Cela vise à les rendre plus enclines à collaborer pour contrer la dégradation du bassin versant.

Catégories de mesures	Codes	Mesures	Description
	MSP2	2. Renforcement des capacités techniques des exploitants agricoles	Cette mesure inclut l'amélioration des compétences techniques des exploitants agricoles pour une meilleure application des mesures techniques de conservation et de restauration du bassin versant.
	MSP3	3. Création d'un environnement politique propice	Cette mesure suppose l'application scrupuleuse des prescrits de la Constitution de 1987 par les élus locaux, notamment ceux afférents à la gestion de l'environnement et à l'aménagement du territoire, dans l'exercice de leurs fonctions. Une telle application concourt au bon déroulement des activités relatives à la gestion durable du bassin versant.

6.4.3 Matrice des performances des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

La figure 6.4 constitue la matrice des performances des mesures. Elle présente les résultats de l'évaluation de toutes les mesures (cercles de couleur en fonction des cinq catégories de mesures). Ainsi, chacune des mesures a fait l'objet d'une évaluation par l'ensemble des acteurs mobilisés sur la base des indicateurs de mesures (losange de couleur en fonction des cinq catégories de critères) définis sur chaque critère (annexe G). Cette matrice représente, en amont, le couronnement d'une étape participative et contributive entre les acteurs (Taibi et Waaub, 2015).

◆	SP-COM	ENV1	ENV2	ENV3	ÉCO1	ÉCO2	ÉCO3	SOC1	SOC2	SOC3	SOP1	SOP2	SOP3	TER1
	Unité	unit												
	Cluster/Groupe	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
▣	Préférences													
	Min/Max	max	max	max	max	min	min	max	max	max	max	min	max	min
	Poids	14,00	7,00	9,00	9,00	7,50	9,00	6,00	6,00	8,00	8,00	5,00	6,50	5,00
	Fn. de préférence	Usuel												
	Seuils	absolu												
	- Q: Indifférence	n/d												
	- P: Préférence	n/d												
	- S: Gaussien	n/d												
▣	Statistiques													
	Minimum	2	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	3	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00
	Moyenne	3	1,81	2,81	2,19	0,71	0,38	2,52	2,95	0,14	2,90	0,14	0,14	0,76
	Ecart-type	0	1,05	0,39	0,73	0,55	0,58	1,05	0,21	0,64	0,29	0,64	0,64	0,61
▣	Evaluations													
☑	MA1	●	3	3,00	3,00	3,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00
☑	MA2	●	3	3,00	3,00	3,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00
☑	MA3	●	3	3,00	3,00	3,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MA4	●	3	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00
☑	MA5	●	3	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MA6	●	3	2,00	3,00	2,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MV1	●	3	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	2,00
☑	MV2	●	3	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	2,00
☑	MV3	●	3	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MM1	●	3	1,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MM2	●	3	1,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MM3	●	3	1,00	3,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSC1	●	2	1,00	2,00	3,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSC2	●	3	1,00	3,00	2,00	1,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSC3	●	2	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSC4	●	3	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSC5	●	3	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00
☑	MSC6	●	3	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	1,00
☑	MSP1	●	3	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00
☑	MSP2	●	3	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00
☑	MSP3	●	2	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	2,00	3,00	0,00

All \SP-COM \SP-SOC \SC-AL \SC-AF \SC-OI \SEC1 \SEC2 \SP-BAC \EXP1 \EXP2 /

Figure 6.4. Matrice des performances, commune pour l'ensemble des acteurs du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

6.4.4 Analyse multicritère des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

L'analyse multicritère est réalisée grâce au logiciel Visual PROMETHEE (Mareschal, 2013). D'une part, il met en œuvre les algorithmes mathématiques permettant l'agrégation des performances et donc le rangement de toutes les mesures de conservation et de restauration, éventuellement regroupées en 5 catégories, pour les 13 critères, éventuellement regroupés en 5 catégories, et pour chacun des 10 groupes d'acteurs, et pour l'ensemble de tous les groupes (méthodes PROMETHEE). De plus, le logiciel offre un certain nombre d'outils permettant d'illustrer les résultats d'analyse tels que les profils des mesures, le plan GAIA – critères, le plan GAIA – multi-acteurs, et les analyses de sensibilité (p. ex. intervalles de stabilité des poids et « walking weights »). Mareschal (2013) propose un guide complet d'utilisation du logiciel détaillant tous les outils disponibles. Nous en présentons ci-dessous quelques-uns pour illustrer nos résultats.

6.4.4.1 Forces et faiblesses des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

Le logiciel Visual PROMETHEE (Mareschal, 2013) offre un outil appelé « profils ». Nous présentons ici les profils construits par catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Ils permettent d'évaluer leurs forces et leurs faiblesses en fonction des critères d'évaluation (figure 6.5). L'annexe H présente quant à elle les profils de chacune des 21 mesures évaluées. L'analyse de ces profils peut être utile pour la constitution des paniers de mesures, car même si une mesure est jugée relativement moins performante que les autres, elle peut avoir un intérêt du point de vue d'une ou l'autre de ses forces telles qu'illustrées par son profil. Une telle analyse se base sur la disposition des critères en fonction des valeurs de flux nets unicritères (Mareschal, 2013; et section 2.1.6). Ainsi, les valeurs positives de flux net caractérisent les critères favorables aux catégories de mesures et les négatives correspondent aux critères qui leur sont défavorables.

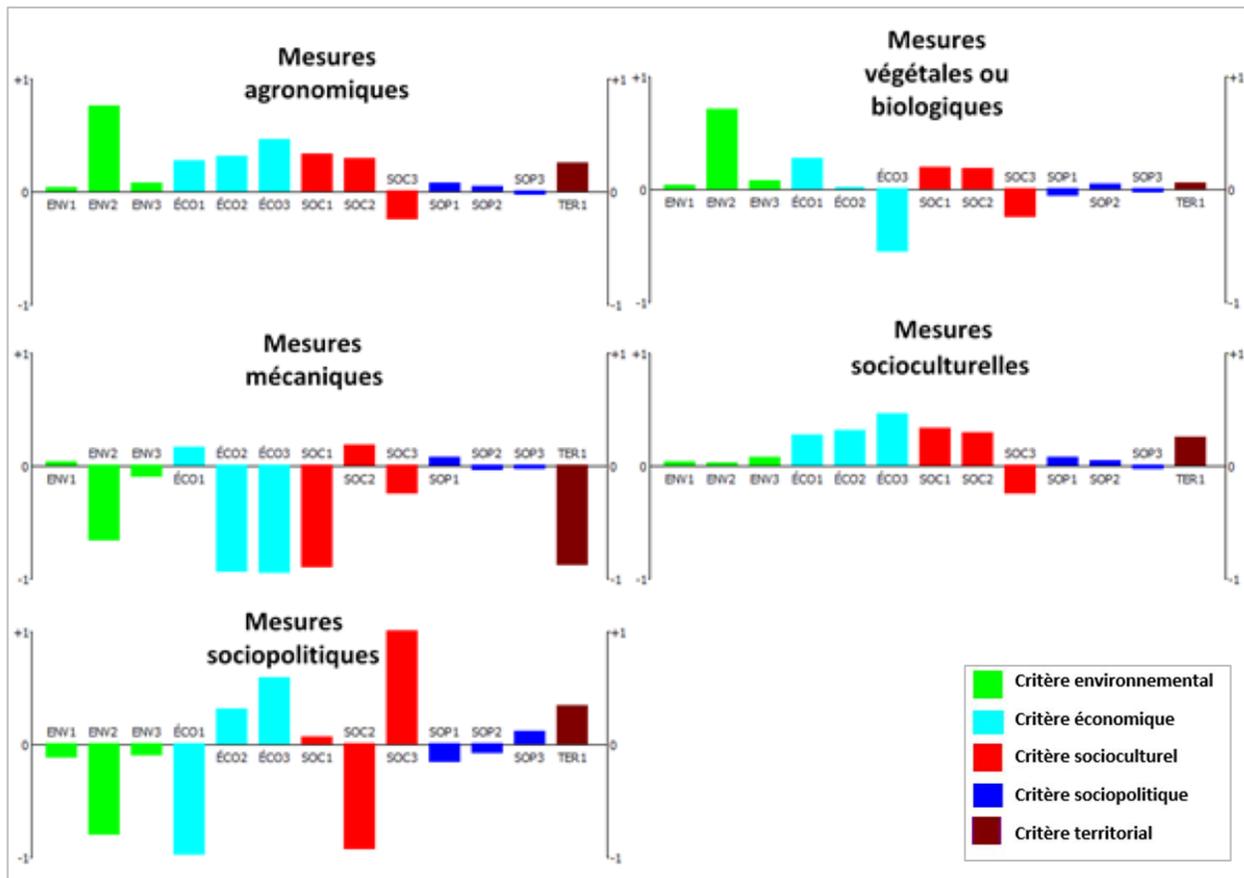


Figure 6.5. Forces et faiblesses des catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti : profils

Nous pouvons observer que les mesures agronomiques (MA) sont performantes sur tous les critères environnementaux et économiques. Et les critères exerçant une grande influence sont ceux relatifs à la

diversification du paysage (ENV2) et à la dimension des superficies consacrées aux activités agricoles (ÉCO3). Elles détiennent également de bonnes performances, notamment sur les critères concernant la facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration (SOC1), l'amélioration de la durabilité des mesures appliquées (SOC2), l'amélioration des rendements agricoles (SOP1) et de l'affectation des terres (TER1). Néanmoins, leurs faiblesses se situent au niveau des deux critères suivants : l'amélioration des capacités techniques des agriculteurs (SOC3) et, dans une moindre mesure, l'implication des élus locaux quant à la mise en place des mesures de conservation et de restauration (SOP3).

Les mesures végétales ou biologiques (MV) performant sur l'ensemble des critères environnementaux ainsi que la majorité des critères économiques et socioculturels. Elles sont particulièrement performantes sur les critères de diversification du paysage (ENV2) et de diversification des revenus agricoles (ÉCO1). En revanche, leurs faiblesses s'observent principalement sur les critères correspondant à la dimension des superficies consacrées aux activités agricoles (ÉCO3), et à l'amélioration des capacités techniques des agriculteurs (SOC3).

Les mesures mécaniques (MM) présentent leurs forces sur les critères afférents à la conservation et restauration des espaces cultivés (ENV1), à l'amélioration de la durabilité des mesures appliquées (SOC2) et à l'amélioration du rendement agricole (SOP1). Cependant, leurs faiblesses sont démontrées notamment au niveau des critères relatifs à la diversification du paysage (ENV2), à l'importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration (ÉCO2), à la dimension des superficies consacrées aux activités agricoles (ÉCO3), et à l'affectation des terres (TR1).

Les mesures socioculturelles (MSC) ont un profil similaire à celui des mesures agronomiques. Leurs forces et leurs faiblesses impliquent les mêmes critères d'évaluation. Néanmoins, seul le critère de diversification de paysage (ENV2) se différencie par son niveau d'importance par rapport à la performance de ces mesures. Cette similarité de profils est due au fait que la majorité des mesures agronomiques identifiées relèvent des pratiques traditionnelles et locales des communautés.

Pour ce qui est des mesures sociopolitiques (MSCP), leurs forces se trouvent notamment au niveau de l'importance des coûts des mesures de conservation et de restauration (ÉCO2), de la dimension des superficies consacrées aux activités agricoles (ÉCO3), de l'amélioration des capacités techniques des agriculteurs (SOC3), et de l'affectation des terres (TR1). À l'inverse, les principaux critères défavorables à ces mesures concernent la diversification du paysage (ENV2), la diversification des revenus agricoles

(ÉCO1), et la durabilité des mesures appliquées (SOC2). Comparativement aux autres mesures, celles-ci détiennent des faiblesses sur tous les critères environnementaux, indiquant une faible prise en compte des enjeux y étant associés par certains groupes d'acteurs.

6.4.4.2 Rangement complet des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

La méthode PROMETHEE II a permis de réaliser le rangement complet des mesures. Il s'agit d'un rangement qui se base sur les flux nets de surclassement (Phi), tout en excluant l'incomparabilité (Mareschal, 2018). Cela permet de classer les mesures de la meilleure à la moins bonne (Mareschal, 2013, 2018). Ce rangement complet intègre toutes les données du problème et subit l'influence de plusieurs paramètres, tels que les poids attribués aux critères ainsi que le choix des seuils de préférences (Guay, 2016). La figure 6.6 expose le rangement complet par ordre décroissant de flux net des mesures de conservation et de restauration du bassin versant pour l'ensemble de tous les groupes d'acteurs et prenant en considération que chaque groupe d'acteurs a le même poids décisionnel.

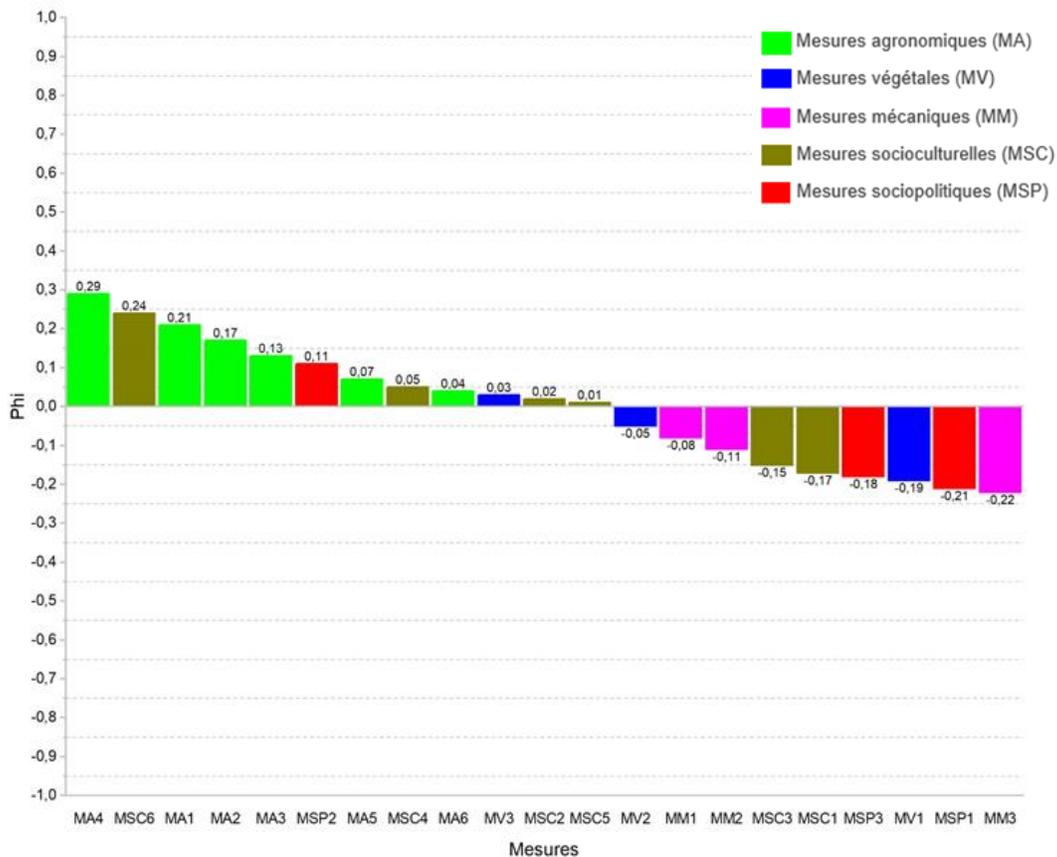


Figure 6.6. Rangement complet des mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet pour tous les groupes d'acteurs : PROMETHEE II

Les mesures les plus performantes ont un flux net supérieur à zéro. Cela concerne les 12 mesures, ci-contre, disposées par ordre décroissant selon leur flux net : semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), valorisation des « jaden lakou » (MSC6), association de cultures (MA1), rotation de cultures (MA2), assolement (MA3), renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2), association des arbres aux cultures (MA5), paillage (MSC4), jachère (MA6), bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), et valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5).

Au regard de ce rangement, nous constatons que toutes les mesures agronomiques et la majorité des socioculturelles (4/6) sont fortement préférées par les acteurs. À l'inverse, une faible quantité de mesures sociopolitiques (1/3) et végétales (1/3) est préférée. De plus, l'ensemble des mesures mécaniques n'est pas apprécié par les acteurs (figure 6.6), et tel qu'illustré par leur profil qui indique de nombreuses faiblesses relatives (figures 6.5).

Lors de cette analyse, il faut aussi prendre en compte que le rangement complet des mesures est relatif, de la meilleure à la moins bonne. Ainsi, même si la constitution de la liste des mesures par un processus de coconstruction, combinant la littérature scientifique et les contributions des acteurs, prend en compte qu'elles se qualifient au moins par leur utilité potentielle, et que par la suite, l'analyse multicritère les range comme relativement moins performantes que les autres, cela ne présume en rien qu'elles doivent être systématiquement écartées sans autres considérations. En effet, les mesures pourraient être toutes bonnes, il y en aurait toujours des meilleures et des moins bonnes. Il faut donc savoir retourner aux données de la matrice des performances, pour voir les mesures qui ont de mauvaises évaluations (les deux plus mauvais niveaux sur l'échelle à quatre niveaux à maximiser ou minimiser). Les profils des mesures individuelles (section 6.4.4.1 ci-dessus et annexe H) permettent aussi de raisonner des repêchages de mesures sur la base de certaines forces affichées. Tout cela permet de ne pas rater des opportunités pour constituer des paniers de mesures se complétant bien pour atteindre les objectifs de conservation et de restauration des terres du bassin versant.

En outre, en agrégeant les performances par catégories de mesures, nous remarquons que les mesures agronomiques surclassent toutes les autres mesures en indiquant un flux net positif de 0.18. Celles-ci sont suivies par les mesures socioculturelles ayant un flux net positif de 0.10, ainsi que végétales avec un flux

net positif de 0.07. Puis, en dernière position viennent les mesures sociopolitiques et mécaniques présentant respectivement un flux net négatif de -0.08 et de -0.28 (figure 6.7).

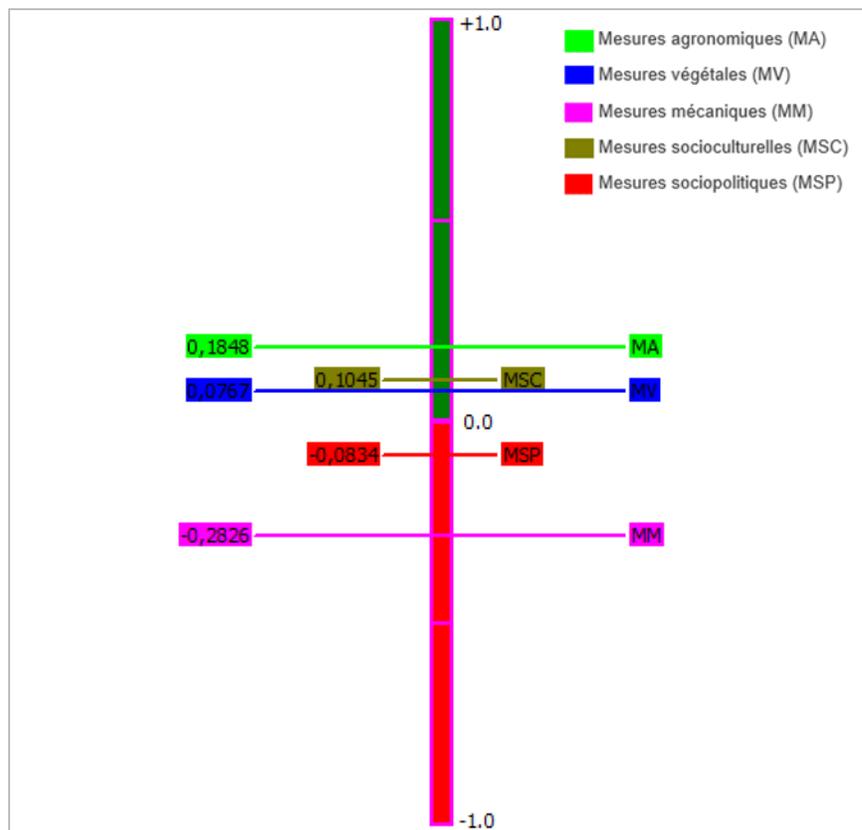


Figure 6.7. Rangement complet des catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet pour tous les groupes d'acteurs : PROMETHEE II

En fait, cette forte préférence pour les mesures agronomiques et socioculturelles peut s'expliquer par leur facilité de mise en place, et par leur rôle dans la diversification des revenus au sein de la communauté. Il s'agit en majorité des mesures traditionnelles et locales auxquelles certains exploitants des sections milieu et aval du bassin versant ont l'habitude de recourir. Contrairement à la plupart des mesures mécaniques, ces dernières nécessitent des coûts d'établissement moins importants, que ce soit en termes de main-d'œuvre et d'intrants.

6.4.4.3 Conflits et synergies entre critères pour l'ensemble des acteurs : plan GAIA - critères

Le plan GAIA - critères est une représentation à deux dimensions impliquant les mesures et les critères d'évaluation. Il est obtenu par une analyse en composantes principales (ACP) (Guay, 2016). Considérant que la représentation d'un espace à 13 dimensions sur un plan implique une certaine perte d'information,

il n'en demeure pas moins que l'ACP fournit la meilleure représentation possible du problème en 2 dimensions.

Le plan GAIA – critères fournit une analyse descriptive. Il permet facilement d'identifier les conflits et les synergies au sein des critères en analysant l'orientation de leur axe, et par conséquent favorise une meilleure appréciation de la problématique de décision (Brans et Mareschal, 2005; Augustin *et al.*, 2022). En outre, il convient de souligner qu'en fonction de la longueur de l'axe d'un critère, nous pouvons identifier son degré d'influence sur la décision. Un axe long indique que le critère associé possède une influence sur la décision. La disposition des mesures (points sans axe) par rapport à l'axe de décision Pi (barre en rouge, figure 6.8) renseigne sur leurs forces et leurs faiblesses (Waaub, 2012; Mareschal, 2013). L'axe de décision Pi correspond à la pondération des critères et donc aux compromis relatifs aux poids alloués. Lorsque celui-ci est long, il désigne un fort pouvoir de décision. De plus, pour qu'une mesure ou un groupe de mesures soient qualifiés de meilleurs, ils doivent être localisés de manière éloignée dans la direction de l'axe Pi (Cissé, 2013; Mareschal, 2013).

La figure 6.8 illustre le plan GAIA-critères relatif à la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant pour tous les groupes d'acteurs et donc intégrant à la fois les poids des critères pour chaque groupe d'acteurs, et les poids de chaque groupe d'acteurs dans l'agrégation complète de tous les groupes d'acteurs. Sa qualité est évaluée à 90%²⁰.

Le plan illustre les conflits, notamment entre les critères afférents aux coûts liés aux mesures de conservation et de restauration (ÉCO2) et à la modification importante de l'affectation des terres (TER1), et ceux concernant la conservation des espaces cultivés (ENV1) ainsi que les ressources en sol et en eau et les matières ligneuses (ENV3). Les rapports de synergies se font entre les critères environnementaux (ENV1, ENV2, ENV3), socioculturels (SOC1, SOC2), sociopolitiques (SOP1, SOP2) et économiques (ÉCO1). Aussi, il est observé qu'une grande partie des critères s'oriente vers la direction de l'axe Pi. Cela constitue un indice par rapport à une vision un peu partagée au sein des secteurs impliqués. Les deux principaux groupes de critères qui exercent une influence sur la performance des mesures sont ceux économiques (ÉCO1, ÉCO3)

²⁰ Il s'agit de la précision sur la qualité du pourcentage d'information conservé de l'ACP. Elle est évaluée automatiquement par le logiciel Visual PROMETHEE. Pour un pourcentage compris entre 70 et 75%, le résultat est déjà considéré comme étant acceptable.

et environnementaux (ENV1, ENV3). Cela prouve que les acteurs sont très préoccupés par la conservation et la restauration du bassin versant en vue d'une amélioration des moyens d'existence de la collectivité.

À la lumière de l'orientation de l'axe Pi (figure 6.8), et de la projection orthogonale des mesures sur l'axe de décision, il est possible de représenter assez fidèlement le rangement complet PROMETHEE II. Ainsi, les mesures les plus performantes relèvent des catégories de mesures agronomiques, socioculturelles et végétales, ce qui confirme la fiabilité du rangement complet préalablement réalisé selon la méthode PROMETHEE II. La plupart des mesures sociopolitiques et mécaniques sont classées comme étant les moins performantes. Par rapport aux mesures sociopolitiques, un tel rangement est dû, entre autres, au problème d'instabilité politique ne facilitant pas le suivi et la continuité des activités initiées par les autorités locales. En conséquence, les autres secteurs se sont montrés peu sensibles à leur égard. Pour ce qui est des mesures mécaniques, leur faible performance pourrait être quelque peu expliquée par les coûts liés à leur mise en place ainsi qu'à leur effet sur la taille des superficies cultivables.

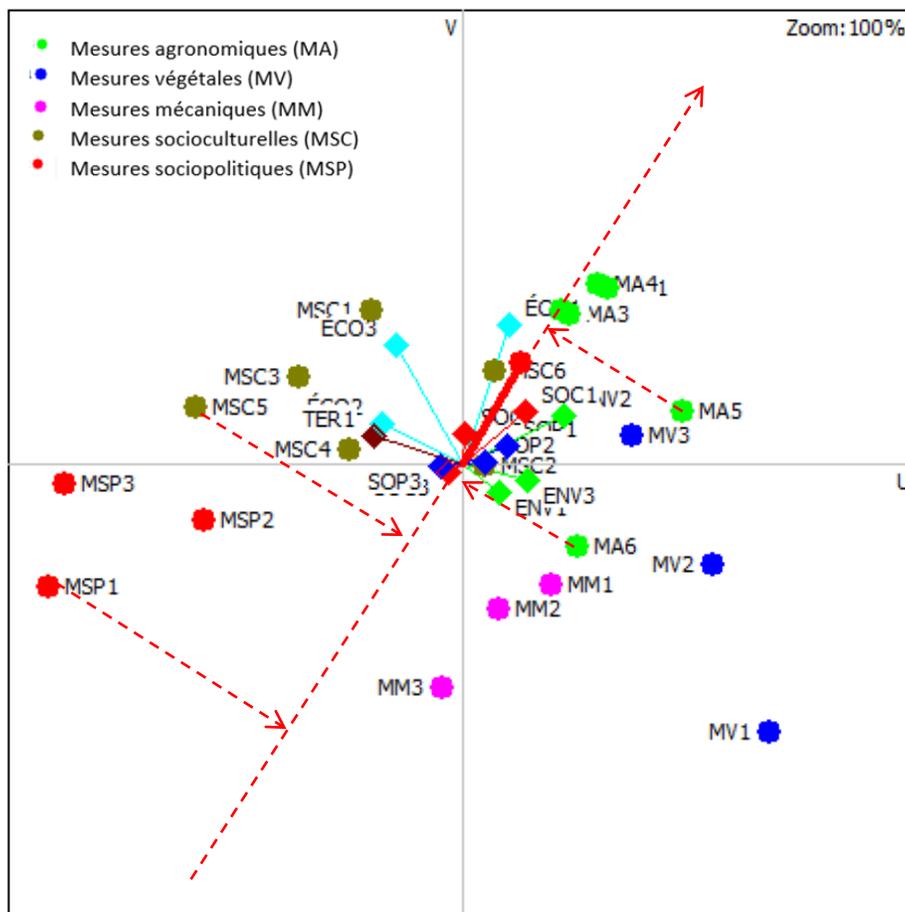


Figure 6.8. Conflicts et synergies entre critères : plan GAIA - critères

6.4.4.4 Conflits et synergies entre les groupes d'acteurs : plan GAIA - acteurs

Le plan GAIA - acteurs comme celui du GAIA - critères est une représentation visuelle et descriptive à deux dimensions obtenue par ACP. Cependant, il fait intervenir les mesures et les groupes d'acteurs, ce qui permet d'identifier les conflits et les coalitions entre eux ainsi que les possibilités de compromis relatives aux mesures les plus performantes (Diallo *et al.*, 2019a).

En ce qui a trait au plan GAIA - acteurs obtenu (figure 6.9), sa qualité est évaluée à 94,2%²¹. Par conséquent, l'information en résultant est de bonne qualité. Aussi, l'axe de décision Pi (barre en rouge) illustrant la pondération des acteurs est très long. Selon Waaub (2012), un axe Pi long signifie que l'information est de meilleure qualité face à la prise de décision. Lorsque celui-ci est court, la qualité de l'information est médiocre et la solution de compromis doit être recherchée dans l'environnement de son origine.

En outre, nous remarquons que la plupart des acteurs ont des préférences se dirigeant dans le même sens compte tenu de leur position par rapport à l'axe Pi (figure 6.9). Cela indique donc que ces derniers appuient fortement le rangement obtenu. Toutefois, trois groupes d'acteurs sont identifiés en fonction de la convergence de leurs intérêts par rapport aux choix des mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Le premier implique deux regroupements d'acteurs du secteur public (SP-COM et SP-BAC) et le regroupement des organisations internationales intégrant la société civile (SC-OI). Ces acteurs ont montré leur préférence pour les mesures à caractères sociopolitique et socioculturel. Le deuxième est composé des experts (EXP1 et EXP2), d'un regroupement d'acteurs de la société civile (SC-AL) et des acteurs du secteur économique (SEC1). Cette coalition d'acteurs est favorable à toutes les mesures agronomiques ainsi qu'à la plupart des mesures végétales et socioculturelles. Le troisième réunit les acteurs de trois secteurs, soit la société civile (SC-AF), le secteur public (SP-SCO) et le secteur économique (SEC2). Pour ces acteurs, leur préférence porte sur toutes les mesures mécaniques et sur certaines mesures relevant des catégories sociopolitiques et végétales.

D'une manière générale, l'analyse globale du plan GAIA-acteurs permet de constater que les mesures des catégories agronomiques, socioculturelles et végétales sont préférées par la majorité des acteurs et sont donc considérées performantes et offrant de bons compromis. À l'opposé, compte tenu de leur faible préférence par certains groupes d'acteurs, les catégories sociopolitiques et mécaniques sont moins

²¹ Idem que la note ci-dessus relative à la précision du plan GAIA – critères.

performantes. De plus, en analysant les différentes coalitions d'acteurs, nous constatons qu'il existe des possibilités de compromis au sein des acteurs pouvant favoriser, notamment la prise en compte d'un bon nombre de mesures sociopolitiques et mécaniques. Leur intégration peut permettre de constituer des paniers de mesures complets, c'est-à-dire prenant en compte toutes les dimensions afférentes à la gestion durable du territoire. Par ailleurs, il est à noter que les mesures sociopolitiques liées notamment à un environnement politique propice et à l'engagement des autorités locales vis-à-vis de la gestion du bassin versant, se révèlent importantes. En principe, ce sont les élus locaux qui coiffent toutes les activités relatives à la gestion de leur territoire. Donc, si les mesures les concernant sont mises à la traîne, cela pourra constituer un handicap en ce qui concerne l'application de celles jugées les plus pertinentes. Dans l'ensemble, à part les acteurs du secteur public, nous observons que la plupart des mesures à caractère politique sont fortement négligées par les autres secteurs. Donc, à travers les analyses de sensibilité du rangement des mesures, a émergé un processus de consensus par rapport aux aspects susmentionnés en vue de la constitution des paniers de mesures répondant mieux à une bonne gestion du bassin versant.

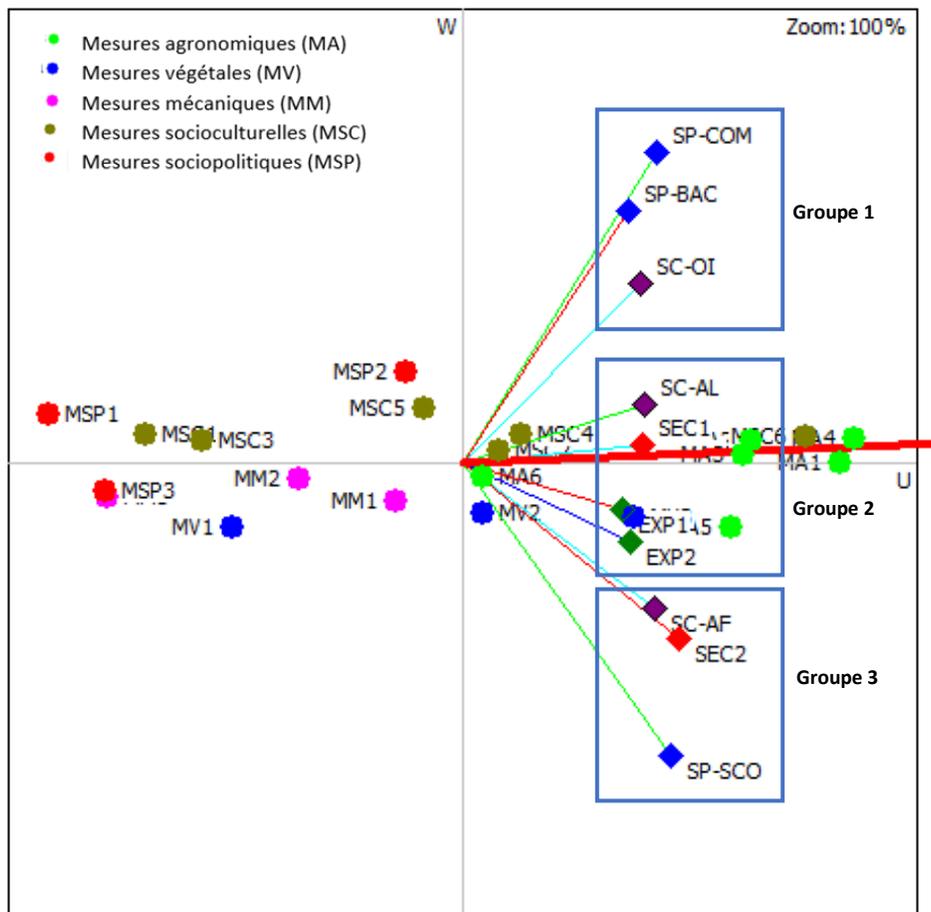


Figure 6.9. Conflicts et coalitions entre les groupes d'acteurs : plan GAIA - acteurs

6.4.4.5 Analyses de sensibilité des résultats

Les analyses de sensibilité reprennent l'analyse multicritère initiale en agissant sur plusieurs paramètres, tels que le poids des critères, les seuils d'indifférence et de préférence stricte (Maystre *et al.* 1994; Prévil *et al.*, 2003; Aenishaenslin *et al.*, 2019; Yamagishi *et al.*, 2021). Cette démarche est d'une importance capitale, elle permet de déceler les véritables enjeux de controverse au sein des groupes d'acteurs tout en facilitant le processus de négociation et de consensus relatif à une meilleure organisation des mesures (Joerin *et al.*, 2001; Prévil *et al.*, 2003; Guay et Waaub, 2019).

Dans notre cas, nous avons effectué des analyses de sensibilité selon les poids représentant les préférences de chacun des 10 groupes d'acteurs en termes d'importance relative des critères. Elles permettent de vérifier, pour chacun de ces groupes d'acteurs impliqués dans le processus, jusqu'à quel niveau le poids d'un critère peut varier sans entraîner de modification dans le rangement des catégories de mesures, et par la même occasion quels sont les changements de rangs observés au-delà de cette valeur. Visual PROMETHEE offre deux outils pour effectuer ces analyses : la figure des intervalles de stabilité des poids des critères pour chaque groupe d'acteurs, et un outil appelé « walking weights » qui permet d'effectuer les analyses de variation de poids de manière interactive. Il est à noter que la stabilité est toujours évaluée en fonction d'une modification dans le rangement des « x » premières mesures et non pas de l'ensemble des mesures. Dans notre cas, l'analyse a été effectuée non pas sur les mesures individuelles, mais sur les cinq catégories de mesures, et la stabilité a été évaluée sur le rangement des trois premières catégories.

Un groupe d'acteurs ne modifie habituellement pas les poids assignés aux critères du tout au tout. Les poids correspondant à des préférences relatives, si un groupe d'acteurs a des doutes sur les poids choisis, la variation habituellement testée est de 5% de chaque côté de la valeur attribuée. C'est la valeur qu'un groupe d'acteurs peut aisément consentir afin de faciliter le processus de négociation devant conduire à l'élaboration de solutions partagées et robustes.

Pour illustrer les intervalles de stabilités ci-dessus évoqués, nous prenons en exemple le groupe d'acteurs du secteur public (SP-SCO). Pour ce dernier, les figures 6.10 et 6.11 (combinaison des graphiques des Walking Weights, illustrés par l'histogramme des rangs et celui des poids des critères; et des intervalles de stabilité, pointillés verticaux et lignes de couleur indiquant le rangement des catégories de mesures) exposent respectivement les changements obtenus au rangement des trois premières catégories de

mesures avant et après modification du poids de plus ou moins 5% du critère environnemental relatif à la diversification du paysage (ENV2).

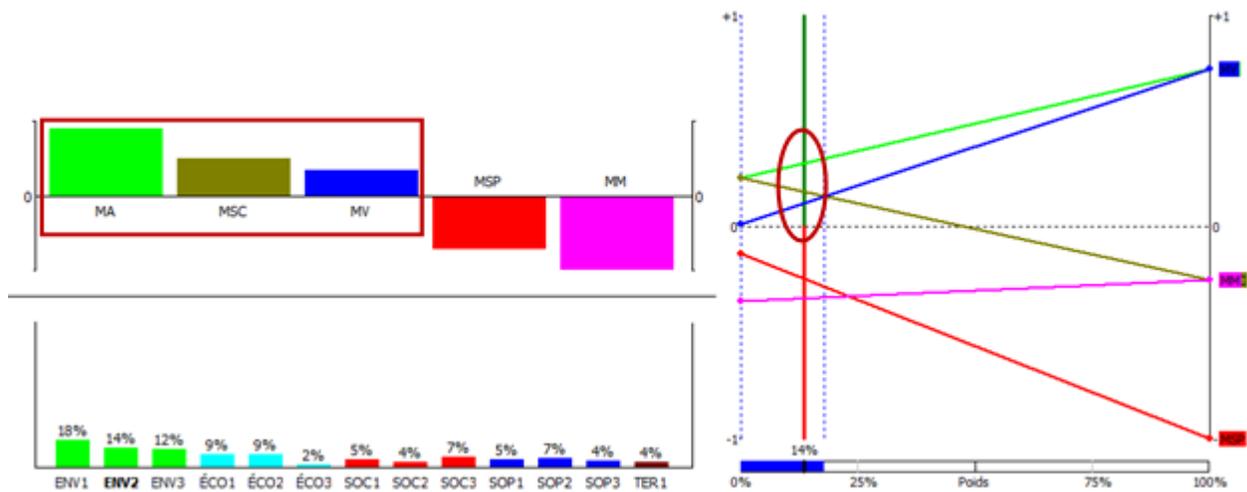


Figure 6.10. Rangement des catégories de mesures et intervalle de stabilité du poids du critère ENV2 avant modification du poids

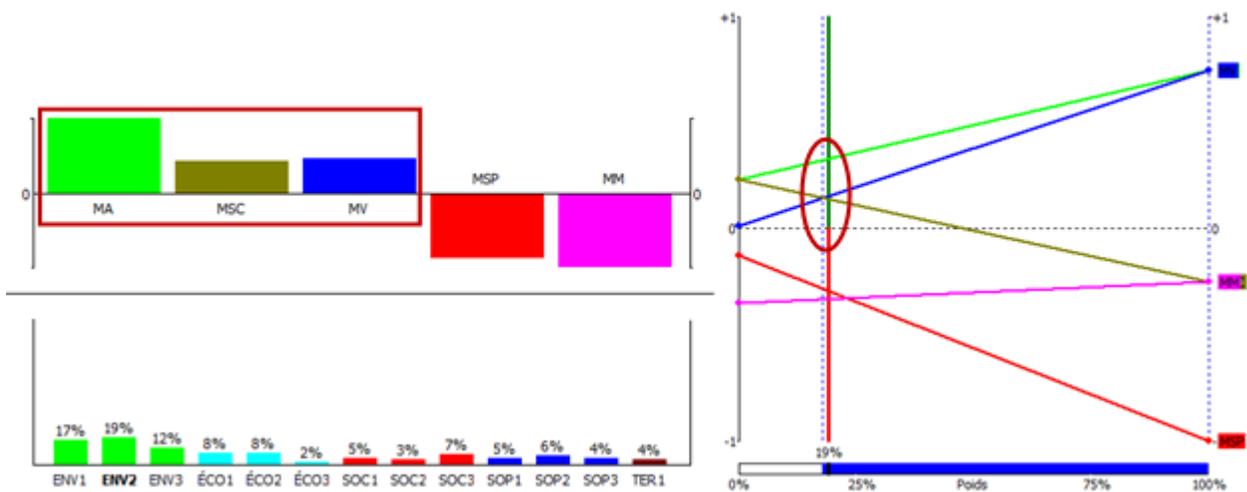


Figure 6.11. Rangement des catégories de mesures et intervalle de stabilité du poids critère ENV2 après modification du poids

Nous observons dans les histogrammes des rangs, que la première catégorie, celle des mesures agronomiques (MA, vert) est toujours considérée comme la plus performante. En effet, cela se confirme aussi sur les figures des intervalles de stabilité du poids du critère ENV2, où la ligne verte croissante (MA) exprime que la catégorie serait rangée première même jusqu'à donner un poids de 100% au critère ENV2, ce qui indique en même temps, que la catégorie est la meilleure sur ce critère, quoiqu'égale avec la

catégorie des mesures végétales (MV, ligne bleue). Cependant, il y a inversion des rangs des deuxième et troisième catégories soit respectivement. Ainsi, la catégorie des mesures socioculturelles (MSC, ligne vert kaki) passe du deuxième au troisième rang et inversement pour la catégorie des mesures végétales (MV, ligne bleue). Cette inversion correspond au croisement de ces lignes au poids un peu inférieur à 19%. De plus, le nouvel intervalle de stabilité illustre que ce rangement serait très stable face à une augmentation encore plus élevée du poids du critère ENV2. Il est par ailleurs normal de voir qu'une légère diminution de poids entrainerait à nouveau l'inversion des rangs. Nous pouvons ainsi conclure qu'une variation de 5% de ce critère, considéré comme sensible, exerce une grande influence sur la performance des catégories MSC et MV, de mesures de conservation et de restauration du bassin versant.

Ces analyses ont donc permis d'évaluer l'influence des préférences inter-critères (poids) de chacun des 10 groupes d'acteurs sur le rangement des catégories de mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Aussi, sur la base de ces analyses, nous constatons que 6 des 13 critères affichent des intervalles de stabilité importants, c'est-à-dire qu'une faible variation de poids n'occasionne aucun changement dans le rangement des catégories mesures. En revanche, pour certains groupes d'acteurs, notamment du secteur public et de la société civile, les sept critères suivants, ENV2, ÉCO1, ÉCO3, SOC2, SOC3, SOP1, SOP3, possèdent de faibles intervalles de stabilité et, par conséquent, une variation de poids autour de plus ou moins 5% peut affecter le rangement des catégories de mesures, et donc donner lieu à des discussions.

En définitive, cette analyse de sensibilité montre que les catégories de mesures sociopolitiques, mécaniques et végétales sont intéressantes et peuvent faire partie des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Ces mesures incluent la sensibilisation du grand public (MSP1), la création d'un environnement politique propice (MSP3), le clayonnage et le fascinage (MM1), les cordons ou murettes en pierres sèches (MM2), la foresterie (MV1) et la mise en place de cultures pérennes (MV2). Ainsi, à partir d'un véritable compromis et de négociations entre les 10 groupes d'acteurs, ces dernières ont été retenues pour intégrer les paniers de mesures.

6.4.5 Constitution des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant

Au terme de l'évaluation multicritère de la performance des 21 mesures de conservation et de restauration identifiées, et des résultats d'analyse fournis par le logiciel Visual PROMETHEE, une démarche

de coconstruction de paniers de mesures adaptées aux niveaux de dégradation du bassin versant (figure 6.3 section 6.4.1).

Ainsi, le rangement complet PROMETHEE II (figure 6.6) permet d'identifier un groupe de six mesures présentant une très bonne performance globale (flux nets supérieurs ou égaux à 0,11). Il s'agit de quatre mesures appartenant à la catégorie des mesures agronomiques (MA), d'une mesure de la catégorie socioculturelle, et une de la catégorie sociopolitique.

Un second groupe de six mesures présente des performances globales acceptables (flux nets supérieurs ou égaux à 0,00 et inférieurs à 0,11). Il s'agit de deux mesures appartenant à la catégorie des mesures agronomiques (MA), trois mesures de la catégorie socioculturelle, et une de la catégorie des mesures végétales. Ces 12 mesures sont les plus performantes et c'est parmi elles que les groupes d'acteurs commencent à constituer les paniers de mesures tout en discutant de leur utilité en fonction du niveau de dégradation du bassin versant.

Par la suite, certaines mesures sont « repêchées » parmi celles qui affichent des performances relativement moins bonnes (flux nets inférieurs à 0,00), mais qui ont toutefois certaines forces qui complètent les mesures offrant le plus de potentiels (annexe H).

Tout ce processus aboutit à 18 mesures qui ont été retenues et validées par les différents acteurs engagés. Elles sont constituées des mesures appartenant à chacune des catégories agronomiques (MA), végétales (MV), mécaniques (MM), socioculturelles (MSC), et sociopolitiques (MSP), énumérées ci-dessous selon leurs rangs. Un signe + identifie les mesures de rang 13 et plus qui sont repêchées.

- Mesures les plus performantes (6) :
 - R1 : semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4),
 - R2 : valorisation des « jaden lakou » (MSC6),
 - R3 : association de cultures (MA1),
 - R4 : rotation de cultures (MA2),
 - R5 : assolement (MA3),
 - R6 : renforcement des capacités techniques des exploitants agricoles (MSP2).
- Mesures moins performantes (6) :
 - R7 : association des arbres aux cultures (MA5),

- R8 : paillage (MSC4),
- R9 : jachère (MA6),
- R10 : bandes végétales ou rampes vivantes (MV3),
- R11 : plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2),
- R12 : valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5).
- Mesures repêchées (6) pour leur intérêt particulier (voir profils des mesures individuelles, annexe H) :
 - +R13 : cultures pérennes (MV2); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - ENV2 : diversification des paysages,
 - ENV3 : pérennisation de la conservation et de la restauration des ressources en sol, eau, matières ligneuses,
 - SOC1 : facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration.
 - +R14 : clayonnage et fascinage (MM1); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - ENV3 : pérennisation de la conservation et de la restauration des ressources en sol, eau, matières ligneuses,
 - SOC1 : facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration,
 - ENV1 : conservation et restauration des espaces cultivés,
 - SOP1 : amélioration du rendement agricole.
 - +R15 : cordons ou murettes en pierres sèches (MM2); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - ENV3 : pérennisation de la conservation et de la restauration des ressources en sol, eau, matières ligneuses,
 - SOC1 : facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration,
 - ENV1 : conservation et restauration des espaces cultivés.
 - +R18 : création d'un environnement politique propice (MSP3); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - SOP3 : implication des élus locaux lors de la mise en place des mesures de conservation et de restauration,
 - TER1 : modification importante de l'affectation des terres,
 - ÉCO2 : importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration,
 - ÉCO3 : réduction des superficies agricoles.

- +R19 : foresterie (MV1); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - ENV2 : diversification des paysages,
 - ENV3 : pérennisation de la conservation et de la restauration des ressources en sol, eau, matières ligneuses,
 - SOC1 : facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration.
- +R20 : sensibilisation du grand public (MSP1); bonnes performances relatives pour les critères suivants :
 - TER1 : modification importante de l'affectation des terres,
 - ÉCO2 : importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration,
 - ÉCO3 : réduction des superficies agricoles.

Après leur validation, les mesures sont structurées en quatre paniers de mesures, correspondant aux quatre niveaux de dégradation du bassin versant (faible, moyen, fort, très fort) (tableau 6.7). À la fin, les paniers de mesures coconstruits ont fait l'objet d'un processus de validation auprès des acteurs impliqués. Soulignons que les mesures sociopolitiques maintenues (R6 : MSP2, puis +R18 : MSP3 et +R20 : MSP1 repêchées) intègrent tous les paniers de mesures étant donné leur caractère transversal par rapport à la gestion du territoire du bassin versant.

Tableau 6.7. Paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet correspondant aux niveaux de dégradation du bassin versant, Haïti

Panier 1 Niveau faible	Panier 2 Niveau moyen	Panier 3 Niveau fort	Panier 4 Niveau très fort
R2 : Valorisation des « jaden lakou » (MSC6)	R2 : Valorisation des « jaden lakou » (MSC6)	R1 : Semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4)	R1 : Semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4)
R3 : Association de cultures (MA1)	R3 : Association de cultures (MA1)	R2 : Valorisation des « jaden lakou » (MSC6)	R2 : Valorisation des « jaden lakou » (MSC6)
R12 : Valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5)	R4 : Rotation de cultures (MA2)	R3 : Association de cultures (MA1)	R7 : Association des arbres aux cultures (MA5)
+R14 : Clayonnage et fascinage (MM1)	R7 : Association des arbres aux cultures (MA5)	R4 : Rotation de cultures (MA2)	R9 : Jachère (MA6)

Panier 1 Niveau faible	Panier 2 Niveau moyen	Panier 3 Niveau fort	Panier 4 Niveau très fort
	R9 : Jachère (MA6)	R5 : Assolement (MA3)	R10 : Bandes végétales ou rampes vivantes (MV3)
	R10 : Bandes végétales ou rampes vivantes (MV3)	R7 : Association des arbres aux cultures (MA5)	R11 : Plantation des cultures selon les courbes de niveau (MSC2)
	R11 : Plantation des cultures selon les courbes de niveau (MSC2)	R9 : Jachère (MA6)	R12 : Valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5)
	R12 : Valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5)	R10 : Bandes végétales ou rampes vivantes (MV3)	+R13 : Cultures pérennes (MV2)
	+R14 : Clayonnage et fascinage (MM1)	R11 : Plantation des cultures selon les courbes de niveau (MSC2)	+R14 : Clayonnage et fascinage (MM1)
		R12 : Valorisation des déchets d'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5)	+R15 : Cordons ou murettes en pierres sèches (MM2)
		+R14 : Clayonnage et fascinage (MM1)	+R19 : foresterie (MV1)
		+R15 : Cordons ou murettes en pierres sèches (MM2)	

La distribution spatiale des paniers de mesures est présentée à la figure 6.12 ci-après. Cette répartition spatiale des paniers de mesures est principalement le fruit d'un travail de cartographie participative réalisé en collaboration étroite avec les acteurs (annexe I). En se basant sur la typologie de dégradation du bassin versant établie au préalable (voir figure 6.3) ainsi que leurs connaissances approfondies du milieu, les acteurs locaux ont pu dessiner à leur manière l'organisation spatiale des paniers de mesures dans le territoire du bassin versant. Celle-ci a été améliorée par le chercheur principal afin de mieux la représenter. Une telle représentation a également été validée par l'ensemble des acteurs engagés dans le processus.

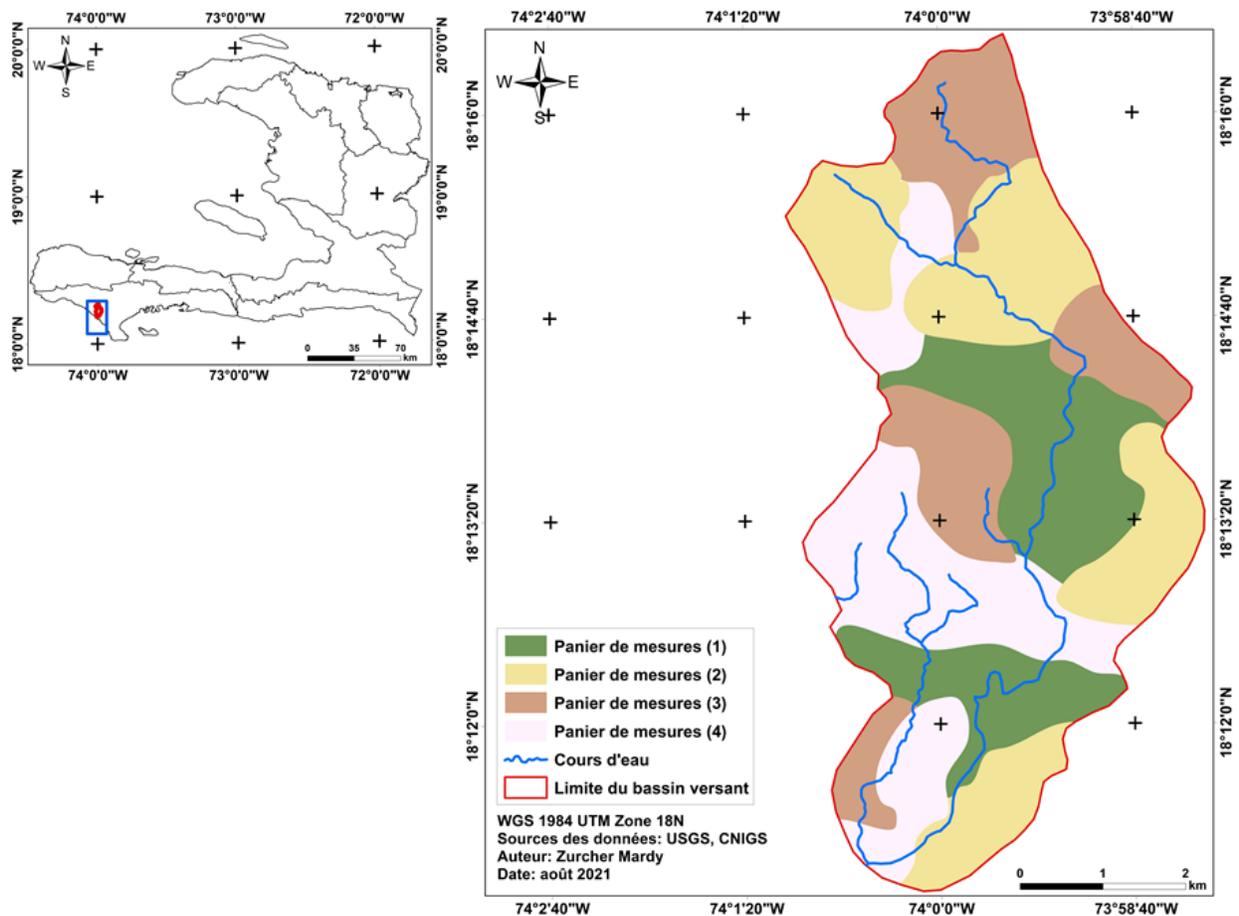


Figure 6.12. Spatialisation des paniers de mesures de conservation et de restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

6.4.6 Mise en œuvre et suivi des mesures de conservation et de restauration retenues

La mise en œuvre des mesures d'intervention maintenues devrait être idéalement coordonnée par des comités intégrant les acteurs des différents secteurs impliqués. Ainsi, trois comités ont été constitués à partir de la table de concertation entre les acteurs, soit un par zone du bassin versant (amont, milieu, aval). En collaboration avec les techniciens agricoles communaux affectés au sein du territoire, ces comités veilleraient à la bonne conduite de l'ensemble des mesures de conservation et de restauration du bassin versant ainsi que leur évaluation sur la base des outils définis à cet effet.

6.5 Discussion

Cette étude illustre la pertinence de la démarche d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs dans le cadre de l'évaluation des mesures d'intervention de gestion durable du bassin versant. À travers cette démarche, la prise de décision est facilitée en ce qui concerne la coconstruction des paniers de

mesures en lien avec les quatre niveaux de dégradation du bassin versant identifiés et cartographiés. Grâce à l'application de cette méthode d'analyse, nous observons que les catégories de mesures définies ont des profils proches. De manière globale, celles-ci ont des forces sur la majorité des critères environnementaux et économiques, et certains critères socioculturels. Leurs faiblesses se trouvent notamment au niveau de certains critères sociopolitiques. En ce qui a trait au rangement complet PROMETHEE II, les mesures agronomiques et socioculturelles sont grandement préférées par les acteurs. Cela signifie que ces derniers ont des sensibilités un peu partagées par rapport à ces mesures, et sont donc plus enclins à s'approprier des pratiques traditionnelles et locales de gestion des terres.

De plus, selon les enquêtes réalisées, nous avons constaté, notamment au milieu et en aval du bassin versant, que plusieurs exploitants utilisent des mesures de catégories agronomiques et socioculturelles sur la plupart de leurs parcelles (annexe E). Selon certains exploitants, en raison des effets de l'application de ces mesures sur la conservation du milieu et le rendement agricole, une vulgarisation s'avère nécessaire afin d'encourager les autres agriculteurs à les adopter au sein de leurs exploitations agricoles. Aussi, dans la majorité des cas, ces mesures ont la particularité d'intégrer la structure même de production. Au-delà de leur rôle dans la lutte contre l'érosion, elles visent à assurer la production agricole (Guito et Roy, 1999; Ouedraogo *et al.*, 2012). À titre d'exemple, prenons le cas du « jaden lakou », pratique traditionnelle de système de culture, constitué de systèmes de production agroforestiers multistrates se trouvant à l'intérieur de la limite de l'aire résidentielle de l'agriculteur (Jean-Denis *et al.*, 2014). Par sa localisation, ce jardin est bien entretenu et bénéficie des apports de matières organiques domestiques (cendres, résidus de cuisine, etc.) contribuant à sa fertilité (Brochet, 1993; Jean-Denis *et al.*, 2014). En effet, ce type de jardin permet non seulement la protection des sols et la diversification du paysage, mais assure la sécurité alimentaire tout en améliorant les revenus des agriculteurs (FAMV et Gret, 1990; Brochet, 1993; Bigi, 2012; Temple *et al.*, 2014). Cette mesure socioculturelle occupe le deuxième rang du rangement PROMETHEE II, indiquant sa préférence par les différents acteurs compte tenu de leur contribution reconnue sur les plans écologique, social et alimentaire (voir aussi son profil à l'annexe H).

En outre, selon le rangement complet PROMETHEE II, il ressort que toutes les mesures mécaniques identifiées sont caractérisées par des flux nets négatifs, ce qui signifie qu'elles sont faiblement considérées par certaines catégories d'acteurs. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce manque d'appréciation exprimé par les acteurs concernés (voir aussi leurs profils à l'annexe H) : (i) les exploitants ne détiennent pas suffisamment de compétences techniques quant à l'établissement correct des cordons ou murettes en

pierres sèches ainsi que des terrasses, ou d'autres structures; (ii) leur mise en place constitue un surcroît de travail et nécessite des coûts élevés au cas où l'exploitant ne dispose pas une main-d'œuvre familiale qualifiée; (iii) selon les agriculteurs, ces structures diminuent l'espace cultivable et répondent directement à un seul objectif qui est la conservation des sols, par opposition à la majorité des mesures agronomiques assurant à la fois la production agricole et la protection des sols. Néanmoins, ces mesures mécaniques représentent des techniques simples s'inspirant de pratiques traditionnelles et sont faciles à vulgariser (Guito et Roy, 1999; Saffache, 2001; Delerue, 2010, 2014). Aussi, nous avons constaté que certaines mesures végétales et sociopolitiques ont été faiblement préférées par certains acteurs. Concernant les mesures végétales, l'intérêt a surtout porté sur la superficie des espaces agricoles. Le fait est qu'il existe un risque pour que certaines structures végétales établies entrent en compétition avec les cultures agricoles et empiètent sur les superficies cultivables (Guito et Roy, 1999; GIZ, 2012). Ceci peut compromettre, en termes de volume, la production agricole sur le bassin versant. Pour ce qui est des mesures sociopolitiques, leur faible appréciation pourrait être notamment liée à la situation politique instable et à la faiblesse de la gouvernance locale.

Dans le but d'établir des mesures négociées et partagées, des représentations visuelles telles que les profils des mesures individuelles et les figures GAIA critères et acteurs, ont été générés afin d'identifier les compromis possibles entre les acteurs. Ainsi, nous observons que, selon les tendances de préférence des groupes d'acteurs, certaines mesures, notamment mécaniques, végétales et sociopolitiques, peuvent intégrer les paniers de mesures à constituer. Par la suite, une analyse de sensibilité à des variations de poids des critères selon chaque groupe d'acteurs, sur le rangement des mesures a été réalisée. Cela a permis de découvrir les critères qui sont sensibles à une faible variation de poids et ceux qui ne le sont pas.

À la suite des discussions avec les groupes d'acteurs sur des mesures ayant obtenu une faible performance globale (flux nets inférieurs à 0), certaines d'entre elles s'avèrent avoir des forces intéressantes dans l'optique de compléter des paniers de mesures. Ainsi, six mesures (R13 : MV2; R14 : MM1; R15 : MM2; R18 : MSP3; R19 : MV1; et R20 : MSP1) ont été maintenues à cet effet.

Les paniers de mesures coconstruits résultent d'un processus participatif et contributif ainsi que de négociation et de consensus. Ils sont par ailleurs constitués de mesures découlant des connaissances locales et ancestrales, lesquelles sont de nos jours préconisées dans le cadre de la gestion durable des ressources de l'environnement (Merceron et Yelkouni 2012; Nugroho *et al.*, 2018; Damus, 2020; Deslorges,

2021). Le fait de valoriser les savoirs locaux, pourrait contribuer à une meilleure application des mesures ainsi qu'à leur durabilité, et dans le même temps à une meilleure gestion des terres. Selon Saffache (2001), la prise en compte des connaissances locales des paysans est fondamentale à la gestion conservatoire des ressources en sol et en eau au sein des bassins versants. Les paysans ont une bonne connaissance de leur territoire, d'où l'intérêt de définir avec eux, sur la base d'un véritable échange, des techniques de conservation et de restauration des terres au lieu de leur imposer des pratiques de conservation qui, certaines fois, ne s'adaptent pas aux conditions biophysiques et socioéconomiques du milieu. De leur côté, Merceron et Yelkouni (2012) corroborent les avancées de Saffache (2001) en précisant que les connaissances traditionnelles du milieu naturel concourent à la gestion efficace de l'environnement dans une perspective de développement durable. Celles-ci s'avèrent indispensables face à l'établissement des stratégies de gestion des ressources de l'environnement étant donné leur rôle dans l'appréciation du contexte du milieu. Ilboudo *et al.* (2020) vont dans le même sens pour indiquer que les savoirs endogènes facilitent la compréhension et l'analyse des phénomènes de détérioration de l'environnement. Par conséquent, ceux-ci devraient être aujourd'hui privilégiés dans les processus impliquant la conservation et la restauration des ressources du milieu.

Par ailleurs, l'organisation des paniers de mesures selon les niveaux de dégradation du bassin versant permet de mieux matérialiser les objectifs de conservation et de restauration dudit bassin. Spécifiquement, les mesures retenues visent, par leurs caractéristiques, à conserver et à restaurer les ressources en sol, en eau, et en matières ligneuses, tout en favorisant l'amélioration des systèmes agraires, notamment agrosylvopastoraux, autrefois prédominaient au sein du bassin versant (Mardy *et al.*, 2020). En effet, le renforcement de ce système agricole constitue un élément fondamental à la durabilité des écosystèmes du bassin versant et à l'amélioration des moyens d'existence des communautés dans une perspective d'adaptation aux impacts des changements et de la variabilité climatiques (FAO, 2018b, 2021a).

6.6 Conclusion

La démarche multicritère en contexte multi-acteurs, assistée par les outils de géomatique, a contribué à un consensus négocié entre les différents acteurs du territoire par rapport à l'établissement des paniers de mesures robustes de conservation et de restauration du bassin versant. L'exercice d'évaluation multicritère de la performance de 21 mesures de conservation et de restauration a montré que les mesures agronomiques et socioculturelles, ont été privilégiées par les acteurs. Ceci révèle des intérêts communs relatifs à la durabilité du secteur agricole, et à la valorisation des connaissances et pratiques

locales de gestion des ressources du milieu. Cependant, cela n'empêche pas d'identifier des groupes d'acteurs ayant tendance à préférer des mesures relevant des catégories végétales, mécaniques et sociopolitiques. À cause de ce constat, une analyse de sensibilité et de robustesse des résultats a été effectuée, suivie d'un processus de recherche de compromis entre les acteurs afin de favoriser la prise en compte de certaines mesures intéressantes visant à atteindre les objectifs de conservation et de restauration du bassin, mais écartées selon le rangement complet PROMETHEE II. En conséquence, 18 mesures impliquant les 5 catégories de mesures établies ont été retenues pour être mises en application au niveau du bassin versant. Constituées en des paniers, ces mesures sont le résultat d'un bon niveau d'accord entre les acteurs intervenant dans le territoire, ce qui favorise la transparence et une meilleure appropriation par les communautés locales. Elles ont pour but, dans un contexte de changements climatiques, de contribuer à la conservation et à la restauration des terres du bassin versant tout en permettant de renforcer la sécurité alimentaire, et de diversifier les revenus des populations locales.

Dans l'ensemble, il s'agit des mesures venant de pratiques traditionnelles et locales et sont donc faciles à mettre en place et à vulgariser. De plus, leur combinaison en fonction du degré de détérioration du bassin versant offre la possibilité de mieux organiser leur mise en œuvre, laquelle est appuyée par des comités établis à cet effet. Enfin, ce cas d'application montre l'utilité de l'approche d'aide multicritère à la décision (AMCD) dans le cadre de l'établissement des mesures d'intervention relatives à la gestion durable du territoire. Elle facilite la recherche de solutions dans un contexte impliquant plusieurs acteurs avec des points de vue convergents et divergents, ce qui est très difficile à réaliser en dehors d'une démarche favorisant un consensus négocié comme celle de l'AMCD.

DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALES

Dans cette rubrique de la recherche, l'ensemble des résultats obtenus est mis en dialogue avec les éléments du cadre théorique préalablement construit, ce qui permet de revenir sur leur analyse, tout en essayant de mettre en relief leurs retombées du point de vue scientifique et pratique. Enfin, à travers la conclusion, un rappel est fait concernant les objectifs, la démarche générale adoptée ainsi que les principaux résultats de la recherche. Ensuite, les forces et les limites de la recherche sont présentées, suivies de la suggestion de certaines pistes de recherche futures.

A. DISCUSSION GÉNÉRALE

Le bassin versant de la rivière Mulet, choisi comme cas d'étude, a connu de sérieux problèmes de dégradation, ce qui a pour conséquence d'altérer les facteurs de base de la production agricole, créant des situations d'insécurité alimentaire au sein de la communauté (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020). Aujourd'hui, les impacts des changements climatiques (CC) et les suites de l'ouragan Matthew de 2016 ainsi que les tempêtes Laura, Elsa et Grace de 2021 viennent aggraver la situation. Au regard de ce contexte, la réduction de la dégradation environnementale et l'augmentation de la résilience des écosystèmes ont été privilégiées, et ce, dans le souci d'améliorer la sécurité alimentaire et économique des producteurs locaux, tout en réduisant leur vulnérabilité aux impacts potentiels des changements et de la variabilité climatiques.

Cette discussion porte essentiellement sur le modèle coconstruit de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet selon l'approche de recherche-action participative (RAP), l'analyse de la dynamique territoriale du bassin versant, et l'évaluation participative de la performance globale des mesures de conservation et de restauration du bassin versant dans un contexte de CC.

- Discussion sur le modèle de recherche-action participative coconstruit

La plupart des études afférentes à la gestion des ressources naturelles, notamment au sein des bassins versants, n'appliquent pas la démarche de RAP. De nos jours, les auteurs se concentrent sur l'utilisation de l'approche des systèmes socio-écologiques quand ils s'intéressent aux relations entre l'être humain et les systèmes naturels (Gallopín, 2006; Balthazar *et al.*, 2016). Les quelques études impliquant l'approche de RAP ne tiennent généralement pas compte des réalités du milieu d'application (Ferreira, 2006; German *et al.*, 2012; Méndez *et al.*, 2017). Les modèles établis ont tendance à être universels. Dans le but de

procéder autrement et de contribuer à l'avancement de la science en ce qui concerne la diversification des méthodes de recherche relatives à la gestion durable des ressources naturelles des bassins versants, un modèle de gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet, basé sur l'approche de RAP, a été coconstruit et adapté à ses réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance. Cet exercice a permis de confronter les connaissances scientifiques avec celles traditionnelles dans le but d'avoir une meilleure compréhension de la situation et de dégager des solutions partagées visant l'amélioration des conditions socio-écologiques du bassin versant.

Selon Gélinau *et al.* (2012), la valorisation des connaissances traditionnelles et locales concourt au développement des savoirs scientifiques tout en favorisant l'établissement des actions de transformation. De son côté, Morissette (2013) indique que le travail de collaboration avec les non-experts scientifiques dans le cadre de la production de savoirs scientifiques par l'action permet de démocratiser la recherche scientifique, autrefois conduite exclusivement par les experts scientifiques. En outre, l'application de l'approche de RAP présente plusieurs avantages. Au-delà de sa contribution à la production scientifique par l'action, elle favorise la créativité et l'innovation, car ses démarches de mise en œuvre varient en fonction du contexte d'application (Catroux, 2002). Aussi, grâce au processus d'apprentissage que cette approche implique, elle contribue à renforcer le capital social des communautés locales (International Alert et PNUD, 2015; Plante *et al.*, 2018).

En effet, le modèle de RAP établi dans le contexte de gestion durable du bassin versant permet aux acteurs locaux d'exprimer leurs préoccupations et de mettre en valeur leurs savoir-faire. Selon ce que révèlent quelques répondants, leurs préoccupations, leurs connaissances pratiques sont généralement ignorées par les organismes faisant des interventions relatives à la conservation des ressources en sol et en eau au niveau du territoire. Ceci entraîne par conséquent d'énormes frustrations au sein de la collectivité, suivies, dans la majorité des cas, du sabotage des structures installées (Pierce, 1988; Sildor, 2002). Pour Godrie *et al.* (2020), le rejet de savoirs des communautés locales dans les activités nécessitant leur contribution constitue une forme d'injustice épistémique. Aujourd'hui, les approches de recherche participative offrent des leviers permettant de réduire la production des injustices épistémiques entre participants vu qu'elles visent à établir des liens équitables entre les groupes sociaux (Godrie *et al.*, 2020), d'où leur rôle dans le développement de solutions partagées entre les acteurs concernés face à une situation sociale malheureuse.

En outre, à travers la démarche de RAP expérimentée dans le territoire du bassin versant, les acteurs locaux ont été placés au centre du processus. Cela a contribué à la coconstruction d'un modèle de RAP correspondant au contexte réel du territoire et à l'établissement d'un climat de confiance par rapport à la conduite des activités. En contrepartie, et a fortiori dans un contexte de CC qui rend les communautés encore plus vulnérables, alors qu'elles sont déjà affectées par des problèmes majeurs tels que la dégradation des terres des bassins versants, ces acteurs locaux ont été outillés par rapport aux démarches de collectes de données à caractère socio-écologique et à la définition des stratégies visant à garantir la durabilité des écosystèmes naturels ainsi que l'amélioration des conditions de vie de la collectivité. Notons par ailleurs que le test du modèle de RAP dans les limites du bassin versant a permis de documenter le processus de dégradation au sein du territoire ainsi que d'établir des mesures de conservation et de restauration.

- Discussion sur la dynamique territoriale du bassin versant

À travers le test du modèle, tel qu'indiqué précédemment, l'analyse de la dynamique territoriale du bassin versant a été effectuée, ce qui a permis de documenter son processus de dégradation. À la lumière de cette analyse, nous constatons que plusieurs facteurs contribuent à la dégradation du bassin versant. Ce sont principalement : l'exploitation inadaptée des terres par les agriculteurs, les particularités orographiques et lithologiques du bassin versant, et les impacts des changements climatiques (CC).

Pour les besoins en combustibles et économiques, les exploitants agricoles exercent beaucoup de pressions sur les ressources du milieu. Ils détruisent les arbustes et les arbres pour la fabrication du charbon de bois (exigences en énergie) et de la chaux (exigences de construction) et pour l'agrandissement des superficies agricoles dans le souci d'améliorer leur volume de production afin de pouvoir augmenter leurs revenus (Mardy, 2018). De plus, les pratiques culturales adoptées ne favorisent pas la conservation des ressources en sol, en eau et matière ligneuse. Les cultures sarclées sont mises en place dans toutes les unités morphologiques du bassin versant sans une présence adéquate de techniques de conservation et de restauration des terres, d'autant plus que ces cultures nécessitent dans le cadre de leur entretien des activités régulières de labour du sol. Par conséquent, cela ne fait que renforcer le phénomène érosif au niveau du territoire (Mardy *et al.*, 2020). Mis à part les formes d'exploitation des terres par les exploitants, les caractéristiques orographiques et lithologiques du bassin versant représentent un facteur non négligeable concourant à la dégradation du milieu. En raison du caractère accidenté du milieu – pentes quasi-fortes sur toute la superficie (75% en territoire montagneux et beaucoup de pentes de plus de 60%)

– et de la prédominance des formations lithologiques sensibles à l'érosion, le bassin versant est naturellement prédisposé au processus de détérioration (Mardy, 2018; Mardy *et al.*, 2020).

Les impacts des changements et de la variabilité climatiques, combinés aux facteurs susmentionnés, contribuent à l'aggravation du phénomène de dégradation des terres. Ainsi, de manière régulière, ces dernières décennies, le bassin versant subit les effets des événements météorologiques extrêmes, illustrés par la manifestation récurrente des ouragans dévastateurs, des tempêtes, des inondations et des sécheresses affectant la couverture des terres y compris les parcelles agricoles, et créant l'insécurité alimentaire ainsi que des situations de pauvreté extrême. Ces conséquences socio-écologiques de la dégradation des terres du bassin versant sont corroborées par de nombreux auteurs (Roose *et al.*, 2012; Nadeau *et al.*, 2018; Gichuki *et al.*, 2019; Larbodière *et al.*, 2020), précisant que la détérioration des ressources naturelles des milieux affaiblit les communautés locales en raison de multiples fonctions que jouent ces ressources, telles qu'alimentaire, économique, écologique et culturelle.

En outre, selon les entrevues et les analyses géospatiales effectuées, le bassin versant n'a pas toujours été dégradé. Dans les années 1960 et jusqu'au début des années 1970, le bassin versant détenait une couverture végétale très importante constituée d'arbres fruitiers et forestiers sous lesquels s'exerçaient des activités agropastorales dont la combinaison s'appelle systèmes de production agrosylvopastoraux, lesquels sont aujourd'hui marqués par une forte régression. Ainsi, ces systèmes de production ont commencé à connaître une dégringolade sans arrêt depuis le remplacement progressif, au cours des années 1970, des cultures pérennes (caféiers et cacaoyers) par des cultures vivrières sarclées en raison du prix non intéressant de celles-là sur le marché international (Antoine, 2016). Aujourd'hui, la destruction des systèmes de production agrosylvopastoraux dans le bassin versant est exacerbée par les pratiques agricoles inadaptées exercées par les agriculteurs, associées aux impacts des CC (Mardy *et al.*, 2020). Pour Joseph *et al.* (2019), les activités anthropiques entreprises dans les territoires constituent le facteur premier de modification du milieu, et selon Moges et Bhat (2020), les CC ne font que contribuer à l'accroissement des processus de transformation des milieux. De ce point de vue, les pratiques d'exploitation des terres devraient être conformes au principe de durabilité dans l'objectif de rendre les territoires adaptés aux impacts des CC.

Par ailleurs, les systèmes de production agrosylvopastoraux contribuent, dans un contexte de CC, à augmenter la résilience des écosystèmes et à améliorer les conditions de vie des populations (FAO, 2021a). Ainsi, ils permettent le maintien permanent de la couverture végétale tout en contribuant à

l'augmentation du taux de matière organique du sol et à l'amélioration de sa fertilité (Bigi, 2012; Larbodière *et al.*, 2020). Par la même occasion, ils participent à la réduction de la pauvreté et au renforcement de la sécurité alimentaire tout en garantissant les moyens d'existence des communautés (FAO, 2021a). Au vu de ces différentes contributions socioéconomiques et environnementales, la FAO préconise la prise en compte, au premier plan, du secteur agricole, particulièrement la composante agrosylvopastorale dans le cadre des interventions en faveur de l'amélioration de la résilience et de l'adaptation face aux changements et à la variabilité climatiques au sein des communautés agricoles, notamment rurales (FAO, 2018c, 2021a). À ce titre, il s'est révélé important de favoriser, à travers des initiatives de conservation et de restauration, la reconstitution des systèmes de production agrosylvopastoraux au sein des exploitations agricoles du bassin versant de la rivière Mulet dans le but d'améliorer sa résilience socio-écologique.

- Discussion sur l'évaluation participative de la performance des mesures de conservation et de restauration du bassin versant

Au regard des renseignements obtenus sur le processus de dégradation du bassin versant grâce à l'analyse de la dynamique territoriale effectuée, des mesures de conservation et de restauration ont été identifiées, puis soumises à un processus d'évaluation en vue d'apprécier leur performance globale en fonction des enjeux associés. À la fin, elles ont été constituées en des paniers de mesures selon les niveaux de dégradation des terres. Pour ce faire, la méthode d'aide multicritère à la décision (AMCD) en contexte multi-acteurs guidée par l'approche participative a été adoptée. Elle a été appuyée par l'utilisation du logiciel Visual PROMETHEE. Sur la base de cette méthode d'analyse, les préoccupations des différents acteurs impliqués ont été prises en compte, qu'elles soient convergentes ou divergentes. Le rangement de toutes les mesures au regard de leurs forces et de leurs faiblesses a montré que les mesures de catégories agronomiques et socioculturelles sont les plus performantes. Les acteurs ont donné la priorité à ces mesures en raison de leur caractère traditionnel et local, ainsi que de leur importance reconnue face à la conservation des sols et à la diversification de la disponibilité alimentaire. Du fait que ces mesures résultent des savoirs endogènes et locaux, la communauté est naturellement disposée à se les approprier (Saffache, 2001; Delerue, 2010, 2014).

De plus, la plupart des mesures dérivant des catégories susmentionnées visent à assurer une couverture permanente du sol tout en soutenant la sécurité alimentaire. Ainsi, le maintien de la couverture végétale constitue un excellent moyen pour protéger le sol contre l'érosion. Parallèlement, cela contribue à une augmentation du taux de matière organique du sol, créant des conditions favorables à l'infiltration des

eaux pluviales, à la conservation de l'humidité du sol et à l'amélioration de la fertilité des sols (Guito et Roy, 1999; Delerue, 2010, 2014; Torquebiau, 2017).

En outre, grâce aux possibilités de compromis entre les acteurs que facilite l'approche d'AMCD, d'autres mesures découlant des catégories végétales, mécaniques et sociopolitiques ont été identifiées selon leurs potentiels apports à la gestion durable du bassin versant et à l'amélioration de la sécurité alimentaire des communautés. Ceci a permis de construire des paniers de mesures s'inspirant des dimensions de développement durable des territoires. De manière directe, ces mesures visent à répondre à quatre objectifs de développement durable (ODD) du programme des Nations Unies (Nations Unies, 2015) : ODD1 (Pas de pauvreté), ODD 2 (Faim zéro), ODD 13 (Lutte contre les changements climatiques), et ODD 15 (Vie terrestre). Ultimement, la conservation et la restauration du bassin versant contribuent à réduire la pauvreté et à garantir la sécurité alimentaire par le renforcement des rendements agricoles, et dans le même temps augmentent la résilience des écosystèmes ainsi que l'amélioration d'une manière générale de la résilience du territoire face aux impacts des changements et de la variabilité climatiques.

Par ailleurs, la valorisation des connaissances locales dans le cadre de la constitution des mesures de conservation et de restauration du bassin versant est fondamentale quant à l'application des mesures ainsi qu'à leur durabilité. Cette mise en valeur des savoirs locaux des communautés permet leur pérennisation (Merceron, 2011; Merceron et Yelkouni 2012; Damus, 2020; Deslorges; 2021). Selon Pinton et Grenand (2007), les savoirs ancestraux sont en train d'être dépréciés avec l'arrivée des techniques modernes souvent néfastes à l'environnement. De ce fait, pour contrer cette possibilité, leur protection est fortement soutenue par l'UNESCO (Saint-Fleur *et al.*, 2022). Aussi, en raison de leur contribution en ce qui a trait à la conservation de l'environnement et à l'adaptation des communautés locales aux effets des changements et de la variabilité climatiques, les aspects touchant la protection et la valorisation des savoirs locaux figurent, ces dernières décennies, parmi les préoccupations internationales (Agrawal, 2002; UNESCO, 2017).

B. CONCLUSION GÉNÉRALE

Faisant partie du grand bassin « Tiburon/Saint-Jean » – lequel est classé parmi les principaux bassins dégradés du pays –, le bassin versant de la rivière Mulet, à l'image de celui-ci, présente d'importants problèmes de dégradation, causant des préjudices aux écosystèmes et aux communautés. Cette recherche s'est intéressée au territoire de ce bassin versant en raison de son niveau élevé de dégradation, identifié

à partir des observations directes de terrain et des études antérieures menées. L'objectif de la recherche était de renforcer, dans un contexte de changements climatiques (CC), la résilience socio-écologique du bassin versant en établissant sur une base de coconstruction des pratiques durables dans les systèmes de production agricole. Cet objectif se décompose en deux sous-objectifs relatifs respectivement à la coconstruction d'un modèle de recherche-action participative (RAP) selon les réalités du bassin versant et au test de ce modèle dans les limites dudit bassin. Dans le cadre de la matérialisation des objectifs de l'étude, l'approche de la RAP appuyée par l'approche des systèmes socio-écologiques ont été privilégiées. L'élaboration du modèle de RAP a impliqué, dans un premier temps, la définition du système d'acteurs du bassin versant et, dans un deuxième temps, la consultation de la littérature scientifique afin de pouvoir établir une première conceptualisation du modèle de RAP. À l'issue de ces étapes, les activités de terrain se révélaient nécessaires en vue de mobiliser les acteurs locaux, puis de valider la conceptualisation préliminaire du modèle de RAP, de l'enrichir et de l'ajuster au contexte du bassin versant. À cette fin, des rencontres d'échange et de validation ont été tenues et des entretiens individuels et de groupe ont été effectués.

Le test du modèle de RAP coconstruit est concrétisé, au sein du bassin versant, par l'étude diagnostic du territoire, axée sur l'analyse de la dynamique territoriale, et par l'identification des mesures de conservation et de restauration du bassin versant, suivie de l'évaluation de leur performance globale. En ce qui concerne l'étude de la dynamique territoriale du bassin versant, elle a permis de documenter son processus de dégradation en vue d'une gestion durable des ressources du milieu. L'analyse a été effectuée sur une période de 40 ans (1979-2019) et a inclus l'utilisation des images satellitaires Landsat de 30 m de résolution, l'application des outils de géomatique (SIG et Télédétection), et la réalisation des entrevues auprès des communautés locales. Pour ce qui est de l'identification et de l'évaluation des mesures de conservation et de restauration du bassin versant, la littérature scientifique a été consultée, suivie des entretiens avec les membres de la communauté afin de constituer une liste de mesures. Celle-ci a été validée par les différents acteurs pour être enfin soumise à un processus d'évaluation, puis structurée en de meilleurs paniers de mesures selon les niveaux de dégradation des terres. Dans cette intention, la démarche d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs a été mise en application.

L'aboutissement de l'ensemble des démarches sus-décrites a permis l'atteinte des objectifs spécifiques de l'étude. Ainsi, nous avons coordonné la coconstruction d'un modèle de RAP intégrant les réalités culturelles, socioéconomiques, environnementales, territoriales, et de la gouvernance du bassin versant.

Cela a permis aux acteurs locaux engagés de valoriser leurs savoirs vernaculaires, ce qui se combine à la production de connaissances scientifiques tout en permettant d'établir des actions d'intervention nécessaires à la gestion durable du bassin versant. En fonction des échanges et des apprentissages que l'élaboration du modèle de RAP a provoqués, les acteurs locaux ont compris le fonctionnement de la démarche de la RAP et sont désormais capables de définir des mesures visant à contrer la dégradation du bassin versant.

En outre, l'étude diagnostic du territoire, basée sur l'analyse de la dynamique territoriale, a permis de constater que la couverture des terres du bassin versant a fait l'objet, au cours des 40 dernières années, de modifications importantes. Et, les changements les plus remarquables ont été observés au sein des systèmes de production agrosylvopastoraux. Ceux-ci ont subi une forte réduction; leur superficie est passée de 63% en 1979 à 13% en 2019. Leur dégradation entraîne des conséquences environnementales et sociales importantes, car ils contribuent à la réduction de l'érosion et à l'amélioration de la fertilité des sols tout en procurant aux communautés des moyens d'existence (FAO, 2021a). En effet, selon cette analyse, nous avons remarqué que les changements qui s'effectuent dans la couverture des terres du bassin versant découlent de la conjonction de plusieurs facteurs, tels que les pratiques agricoles adoptées, les caractéristiques morphologiques et lithologiques du bassin versant, et les effets des événements météorologiques extrêmes. À ces derniers sont associés, la pauvreté, le poids démographique, le contexte sociopolitique, les modes de tenure des terres, et la mauvaise gouvernance locale. En fait, les causes de la dégradation du bassin versant sont multidimensionnelles. Par conséquent, sa conservation et sa restauration impliquent l'élaboration de solutions appropriées. À ce titre, les 18 mesures de conservation et de restauration retenues sont inspirées des dimensions de développement durable des territoires. Ces mesures relèvent de pratiques traditionnelles et locales et intègrent les catégories agronomiques, végétales, mécaniques, socioculturelles et sociopolitiques. Celles-ci visent, dans un contexte de CC, à augmenter la durabilité des écosystèmes naturels du bassin versant, et à assurer la sécurité alimentaire et les moyens d'existence de la collectivité.

Par ailleurs, cette recherche comporte des limites et des forces.

Les limites que comporte la recherche sont les suivantes :

- En raison de la non-disponibilité des données actualisées afférentes à l'effectif de la population du bassin versant, le choix des répondants a été fait de manière aléatoire et selon la technique en

« boule de neige ». Par conséquent, l'échantillon construit peut ne pas être représentatif de la population. Toutefois, dans le souci d'assurer la qualité des informations obtenues, le recrutement des répondants a été conduit de concert avec les organisations locales partenaires, lesquelles font partie d'un important réseau social au niveau du territoire et travaillent en collaboration avec la communauté agricole.

- Certains acteurs du pouvoir central qui ont participé à l'élaboration du modèle de RAP se sont retirés lors de sa phase de mise en test dans le bassin versant. Ils pensent que les acteurs de proximité détiennent assez d'autonomie pour tester le modèle coconstruit. Cela constitue une limite à l'application de la démarche de la RAP étant donné qu'une telle démarche nécessite l'implication des acteurs dans toutes les phases du processus, c'est-à-dire de l'élaboration des objectifs de la recherche jusqu'aux activités de suivi et d'évaluation (Maiter *et al.*, 2008; Camden et Poncet, 2014; Plante *et al.*, 2018; Corrado *et al.*, 2020).
- À cause du contexte sanitaire (COVID-19) et sécuritaire (crise politique et montée de l'insécurité) qui a sévi lors de nos campagnes de terrain ne permettant pas de déplacements en Haïti, les entrevues de terrain ont été menées par des personnes-ressources identifiées au sein des organisations locales partenaires. Néanmoins, cette situation n'a pas nui à la qualité des données obtenues vu que ces personnes-ressources détenaient les qualifications requises²², et ont également été formées par le chercheur principal afin de pouvoir effectuer ce travail. Aussi, des suivis réguliers ont été effectués par le chercheur principal afin de s'assurer du bon déroulement des activités sur le terrain.
- En ce qui a trait à l'étude de la dynamique territoriale réalisée, l'utilisation des images satellitaires ayant des résolutions moyennement faibles (30 m) est susceptible d'influencer la qualité de la définition des classes d'occupation et d'utilisation des sols. De plus les mesures pourraient être également influencées par les caractéristiques spectrales différentes des capteurs (Zhu, 2017; Zida, 2020). Aussi, l'analyse de détection de changements basée sur des images multi-temporelles est souvent soumise à des limitations liées, notamment aux conditions atmosphériques et à l'angle d'incidence des images vu que ces caractéristiques sont différentes pour chacune des images (Wu,

²² Professionnelles, c'est à dire reliées à l'administration de questionnaires, et aussi linguistiques, c'est-à-dire, susceptibles de rejoindre les personnes participantes dans la langue qui leur convient (français ou créole).

2014). Dans notre cas, des corrections ont été apportées afin que les images utilisées partagent des caractéristiques semblables. Toutefois certains bruits peuvent toujours demeurer. De plus, l'écart entre les dates de références choisies pourrait empêcher d'apprécier certaines évolutions intéressantes au sein des classes d'occupation et d'utilisation des sols. Soulignons qu'un choix délibéré a été fait d'utiliser des images gratuites pour, dans un contexte de RAP, permettre à d'autres acteurs de reproduire la même démarche. Des outils plus performants existent, mais à un coût élevé, et par ailleurs ils ne sont pas disponibles sur l'ensemble de la période de 40 ans choisie ici.

- Bien que la méthode d'aide multicritère à la décision (AMCD) soit reconnue excellente pour sa contribution dans la résolution des problèmes complexes ainsi que pour sa facilité d'intégration à la fois des données quantitatives et qualitatives, elle est ouverte à la prise en compte de paramètres dont l'évaluation est subjective. Il en est ainsi des préférences et des valeurs des acteurs (allocation des poids aux critères d'évaluation) (Taibi et Waaub, 2015). En conséquence, pour les personnes qui travaillent selon une conception d'une science neutre et objective, cela est souvent souligné comme une faiblesse. Cependant, pour les personnes, qui comme nous, travaillent selon une approche de coconstruction participative, cela est considéré comme une force car cela permet d'être plus proches des réalités du terrain et plus respectueux des acteurs, tout en considérant également les différentes connaissances importantes pour la question étudiée.

Pour ce qui est des forces, elles se basent essentiellement sur la mise en application conjointe des approches de la RAP et socio-écologique. La RAP est englobante et permet d'apprécier les relations complexes entre les composantes sociales et écologiques du territoire. Cette approche est appuyée par plusieurs outils permettant l'association de données qualitatives et quantitatives, ce qui a été nécessaire à une bonne compréhension de la situation et à l'élaboration de solutions. Aussi, elle permet aux acteurs locaux de prendre part activement à la mise en œuvre des solutions envisagées, et les outille par rapport à la collecte de données, et à la définition des stratégies visant la conservation et la restauration des ressources naturelles des bassins versants. L'une des plus grandes forces de cette recherche est qu'elle a permis de coconstruire un modèle de RAP reflétant le contexte réel du bassin versant, ce qui a contribué, dans le même temps, à répondre à certaines déficiences théoriques et méthodologiques relevées dans la conduite des recherches relatives à la dégradation des ressources naturelles.

En outre, l'application de la méthode d'aide multicritère à la décision en contexte multi-acteurs constitue également une force de la recherche. Elle a permis de procéder à des choix de mesures de conservation et de restauration négociées et partagées entre les acteurs. À travers cette démarche, les préoccupations des acteurs sont prises en compte. Aussi, ces derniers sont initiés à des processus de négociations et de compromis, assurant la représentativité de leurs points de vue. Grâce à cet exercice, les acteurs locaux sont maintenant capables de s'engager dans la recherche de solutions dans un contexte multi-acteurs.

En termes de perspectives et de recommandations, la démarche de cette recherche (combinaison RAP et modélisation territoriale à partir de l'approche socio-écologique) peut être répliquée dans d'autres bassins versants du pays soumis à des processus avancés de dégradation, notamment ceux du grand bassin « Tiburon/Saint-Jean » dont fait partie le bassin versant de la rivière Mulet. Néanmoins, cette démarche doit être adaptée aux contextes socioéconomiques, culturels et politiques dans lesquels elle sera appliquée. Aussi, cette recherche, basée sur la participation des acteurs locaux dans la gestion durable des bassins versants, constitue une voie pour d'autres recherches en environnement, en sciences sociales ou en sciences humaines. En outre, sur la base des résultats de cette recherche, des études approfondies devraient être menées sur les systèmes de production agrosylvopastoraux, car ceux-ci représentent un modèle d'agriculture intelligente face aux changements et à la variabilité climatiques (FAO, 2021a). Aussi, il serait important de se renseigner sur d'autres pratiques de conservation et de restauration des terres qui pourraient être appliquées dans le contexte des milieux ruraux haïtiens, et qui pourraient contribuer à l'amélioration des conditions socioéconomiques des communautés dans un contexte de changements et de la variabilité climatiques. Il serait également important que des études relatives à la gestion durable des bassins versants privilégient l'aspect participatif et les connaissances pratiques des communautés quant à l'établissement des actions d'intervention. Cela contribue, parallèlement, à créer un climat de confiance au sein de la collectivité, à renforcer la cohésion sociale ainsi que le capital social des communautés.

Enfin, cette recherche s'ajoute à la littérature scientifique afférente à la gestion des ressources naturelles des bassins versants ainsi qu'à l'utilisation de l'approche de la RAP. Elle constitue aussi une contribution quant à la protection et la valorisation des savoirs endogènes et locaux. Cet aspect est prôné par la communauté internationale et intègre de nombreux accords et conventions relatifs à la conservation de la biodiversité ainsi qu'à l'adaptation des communautés aux changements et à la variabilité climatiques.

ANNEXE A

CODES ET SUPERFICIES ASSOCIÉS AUX 30 PRINCIPAUX BASSINS VERSANTS D'HAÏTI

Code	Bassin versant	Superficie (Km ²)
1	Bombardopolis/Gonaïves (3)	1 130
2	Môle-Saint-Nicolas/Moustique (4)	975
3	Trois Rivières	898
4	Port-de-Paix/Port Margot	547
5	Limbé	313
6	Cap-Haïtien	325
7	Grande-Rivière-du-Nord	680
8	Limonade/Ouanaminthe (3)	1 085
9	La Quinte	700
10	L'Estère	800
11	Artibonite (10)	6 336
12	Saint-Marc/Cabaret (3)	1 118
13	Cul-de-Sac	1 598
14	Fonds-Verrettes	189
15	Léogâne/Carrefour (2)	598
16	Cayes-Jacmel/Anse-à-Pitres (3)	1 201
17	Grande Rivière de Jacmel	561
18	Côtes-de-Fer/Bainet (2)	1 064
19	Saint-Louis-du-Sud/Aquin	714
20	Cavaillon	400
21	Cayes	661
22	Tiburon/Saint-Jean	657
23	Jérémie/Les Irois	368
24	Grand'Anse	554
25	Roseaux/Voldroque	524
26	Corail/Anse-à-Veau	849
27	Grande Rivière de Nippes	465
28	Petite-Rivière-de-Nippes/Grand Goâve (3)	691
29	Île de la Tortue	179
30	Île de la Gonâve	691

Sources : CNIGS (2001); Smucker *et al.* (2006); Delerue (2007)

ANNEXE B
CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE plurifacultaire) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (Janvier 2016) de l'UQAM.

Titre du projet:	Co-construction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti
Nom de l'étudiant:	Zurcher MARDY
Programme d'études:	Doctorat en sciences de l'environnement
Direction de recherche:	Jean-Philippe WAAUB
Codirection:	Sebastian WEISSENBERGER

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Raoul Graf
Président du CERPE plurifacultaire
Professeur, Département de marketing

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE RENOUVELLEMENT

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE plurifacultaire) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (janvier 2016) de l'UQAM.

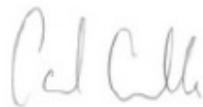
- Titre du projet : Co-construction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti
- Nom de l'étudiant : Zurcher Mardy
- Programme d'études : Doctorat en sciences de l'environnement
- Direction(s) de recherche : Jean-Philippe WAAUB

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année au plus tard un mois avant la date d'échéance (**2022-05-28**) de votre certificat. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Caroline Coulombe
Professeure, Département de management
Présidente du CERPE plurifacultaire

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE RENOUVELLEMENT

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE plurifacultaire) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (janvier 2016) de l'UQAM.

- Titre du projet : Co-construction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti
- Nom de l'étudiant : Zurcher Mardy
- Programme d'études : Doctorat en sciences de l'environnement
- Direction(s) de recherche : Jean-Philippe Waaub

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année au plus tard un mois avant la date d'échéance (**2023-05-28**) de votre certificat. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Caroline Coulombe
Professeure, Département de management
Présidente du CERPÉ plurifacultaire

AVIS FINAL DE CONFORMITÉ

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE plurifacultaire) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (janvier 2016) de l'UQAM.

- Titre du projet : Co-construction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti
- Nom de l'étudiant : Zurcher Mardy
- Programme d'études : Doctorat en sciences de l'environnement
- Direction(s) de recherche : Jean-Philippe Waaub

Merci de bien vouloir inclure une copie du présent document et de votre certificat d'approbation éthique en annexe de votre travail de recherche.

Les membres du CERPE plurifacultaire vous félicitent pour la réalisation de votre recherche et vous offrent leurs meilleurs voeux pour la suite de vos activités.



Caroline Coulombe
Professeure, Département de management
Présidente du CERPÉ plurifacultaire

ANNEXE C

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT RELATIF AUX ENTRETIENS INDIVIDUELS ET DE GROUPE, ET LETTRE D'INVITATION

I. Formulaire d'information et de consentement



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Coconstruction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti

IDENTIFICATION

Chercheur responsable du projet : Zurcher Mardy
Programme d'enseignement : doctorat en sciences de l'environnement
Adresse courriel : mardy.zurcher@courrier.uqam.ca
Téléphone : +1 438 927 2812

Directeur du projet : Jean-Philippe Waaub
Professeur du département de géographie de la Faculté des sciences humaines
Adresse courriel : Waaub.jean-philippe@uqam.ca
Téléphone : +1 514 589 0357

Co-directeur du projet : Sebastian Weissenberger
Professeur associé à l'Institut des sciences de l'environnement de la Faculté des sciences
Adresse courriel : weissenberger.sebastian@uqam.ca
Téléphone : +1 514 250 7708

BUT GÉNÉRAL DU PROJET

Ce projet se réalise dans le cadre du projet de thèse de Zurcher Mardy étudiant au doctorat en sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal. Vous êtes invités (e) à prendre part à ce projet visant à établir en coconstruction avec les communautés du bassin versant de la rivière Mulet des pratiques viables dans leurs systèmes de production agricole afin d'augmenter la résilience écologique et sociale dans une perspective de développement durable.

PROCÉDURE(S) OU TÂCHES DEMANDÉES AU PARTICIPANT

Votre participation consiste à donner une entrevue au cours de laquelle nous passerons à travers d'un questionnaire. Nous vous poserons des questions portant globalement sur l'état actuel des ressources naturelles du bassin versant, les changements environnementaux ainsi que les pratiques nocives adoptées

les activités, etc. Cette entrevue est enregistrée avec votre permission (non obligatoire) et prendra environ 1 heure de votre temps. La transcription papier ou sur support informatique qui en suivra ne permettra pas de vous identifier. Vous pouvez choisir de ne pas répondre à une question si vous ne voulez pas et vous pouvez à tout moment décider de vous retirer de l'étude.

AVANTAGES ET RISQUES

Votre participation contribuera à l'avancement des connaissances sur la problématique de dégradation des bassins versants en Haïti. Nous espérons que pour votre localité, les résultats de l'étude contribuent à une meilleure gestion des ressources naturelles du milieu. Nous n'anticipons pas de risque ou d'inconfort à cause de votre participation à l'entrevue. Cependant, certaines questions pourraient susciter des inquiétudes ou rappeler des souvenirs désagréables. Si cela est le cas, vous pouvez décider de ne pas répondre à une question ou interrompre l'entrevue. Si vous désirez discuter de cette situation ou expérience, nous serons à votre écoute. Nous pourrions également vous référer à des ressources appropriées.

ANONYMAT ET CONFIDENTIALITÉ

Il est entendu que les renseignements recueillis lors de l'entrevue sont confidentiels et que seuls les responsables du projet, M. Zurcher Mardy, son directeur et son co-directeur de recherche, M. Jean-Philippe Waaub et M. Sebastian Weissenberger, auront accès à votre questionnaire et enregistrement (si effectué) et au contenu de sa transcription. Le matériel de recherche (enregistrement numérique et transcription codés) ainsi que votre formulaire de consentement seront conservés séparément sous clé par la responsable du projet pour la durée totale du projet. Les enregistrements ainsi que les formulaires de consentement seront détruits 5 ans après les dernières publications.

PARTICIPATION VOLONTAIRE

Votre participation à ce projet est volontaire. Cela signifie que vous acceptez de participer au projet sans aucune contrainte ou pression extérieure, et que par ailleurs vous êtes libre de mettre fin à votre participation en tout temps au cours de cette recherche. Dans ce cas, les renseignements vous concernant seront détruits. Votre accord à participer implique également que vous acceptez que le responsable du projet de recherche puisse utiliser aux fins de la présente recherche (articles, mémoires, thèses, conférences et communications scientifiques) les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant de vous identifier ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part.

DES QUESTIONS SUR LE PROJET OU SUR VOS DROITS ?

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordination du CERPE : cerpe-pluri@uqam.ca

Pour des questions additionnelles sur le projet, sur votre participation et sur vos droits en tant que participant de recherche, ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec :

Zurcher Mardy, responsable du projet.

Adresse courriel : mardy.zurcher@courrier.uqam.ca
Téléphone : +509 3695 4657

Jean-Philippe Waaub, Directeur du projet.
Adresse courriel : Waaub.jean-philippe@uqam.ca
Téléphone : +1 514 589 0357

Sebastian Weissenberger, Co- du projet.
Adresse courriel : weissenberger.sebastian@uqam.ca
Téléphone : +1 514 250 7708

REMERCIEMENTS

Votre collaboration est importante à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier. Si vous souhaitez obtenir un résumé écrit des principaux résultats de cette recherche, veuillez ajouter vos coordonnées ci-dessous.

SIGNATURES :

Je reconnais avoir lu le présent formulaire de consentement et consens volontairement à participer à ce projet de recherche. Je reconnais aussi que le chercheur a répondu à mes questions de manière satisfaisante et que j'ai disposé suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer. Je comprends que ma participation à cette recherche est totalement volontaire et que je peux y mettre fin en tout temps, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner.

Signature du participant, date

Nom (lettres moulées) et coordonnées

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques du projet et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur responsable du projet ou de son, sa délégué(e), Date

Nom (lettres moulées) et coordonnées

Un exemplaire du formulaire d'information et de consentement signé doit être remis au participant.

II. Lettre d'invitation

Invitation à participation

Bonjour,

Par la présente, nous vous invitons à participer à une entrevue individuelle et/ou un groupe de discussion dans le cadre du projet « Coconstruction de la résilience des communautés pour la conservation et la restauration du bassin versant de la rivière Mulet, Haïti » mené par Zurcher Mardy étudiant au doctorat en sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Ainsi, à partir d'une liste de questions pré-établies qui prendra environ une heure, nous voulons nous entretenir avec vous sur les points suivants : l'état actuel des ressources naturelles du bassin versant, les pratiques agricoles adoptées, les changements environnementaux d'une manière générale, etc.

La description du projet est ci-dessous présentée.

Ce projet se réalise dans le cadre du projet de thèse de doctorat de Zurcher Mardy, étudiant au doctorat en sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal. L'objectif principal du projet est d'établir, en coconstruction avec les communautés du bassin versant, des pratiques viables dans les systèmes de production agricole afin de réduire la dégradation des sols, d'améliorer la sécurité alimentaire et économique des producteurs locaux, et réduire la vulnérabilité aux aléas hydrométéorologiques. La coconstruction de solutions d'aménagement et de pratiques agricoles se basera sur une analyse géographique et sociologique de la situation actuelle et procèdera à travers une démarche partenariale qui inclura les organisations locales. Cette démarche sera assistée par des outils de planification environnementale, d'aide multicritère à la décision, et de modélisation conceptuelle et territoriale. L'implication d'acteurs de terrain permettra de créer des retombées à long terme et d'augmenter les capacités de résilience à l'échelle locale et plus large. L'approche choisie est celle d'une recherche-action participative (RAP) guidée par l'approche des systèmes socio-écologiques et dans une orientation interdisciplinaire. Celle-ci met la communauté au cœur du débat et ses préoccupations sont prises en compte tout en valorisant les savoirs traditionnels ou vernaculaires. Ainsi, elle donne la possibilité aux communautés et acteurs locaux de mettre en évidence leur propre expertise.

Pour plus de précisions, vous pourrez contacter les personnes suivantes :

Zurcher Mardy, responsable du projet

Adresse courriel : mardy.zurcher@courrier.uqam.ca

Téléphone : +509 3695 4657

Jean-Philippe Waaub, directeur du projet.

Adresse courriel : Waub.jean-philippe@uqam.ca

Téléphone : +1514 589 0357

Sebastian Weissenberger, Co-directeur du projet.

Adresse courriel : weissenberger.sebastian@uqam.ca

Téléphone : +1 514 250 7708

ANNEXE D

FICHE D'ENTRETIENS RELATIVE À LA COCONSTRUCTION DU MODÈLE DE RECHERCHE-ACTION PARTICIPATIVE

I. Entretiens individuels

1. Quelles sont les pratiques locales de conservation et de restauration des ressources en sol et en eau que vous utilisez dans le bassin versant?
2. Quelles sont vos préoccupations par rapport à la conservation et à la restauration du bassin versant?
3. Est-ce la dégradation du bassin versant constitue pour vous un problème majeur?
4. Selon vous, quelles sont les causes fondamentales de cette dégradation?
5. Quelles sont les solutions palpables que vous préconisez?
6. Tous les secteurs qui évoluent dans les limites du bassin versant sont-ils intéressés pour un redressement de la situation?
7. Les interventions de conservation et de restauration qui ont été entreprises dans le temps ont donné des résultats fructueux? Si non, pourquoi?
8. Est-ce que d'autres pratiques de conservation et de restauration sont initiées dans le bassin versant dans le cadre de l'exécution des projets menés par des organisations locales, internationales ou d'autres entités?
9. À part les activités agricoles, quelles autres activités économiques (extra-agricoles) pratiquées dans le bassin versant?
10. Ces activités extra-agricoles sont pratiquées dans tous les segments du bassin versant? Quelles sont leurs contributions?
11. Quelles sont les principales variétés que vous cultivez ? Pourquoi vous les cultivez?
12. Quelles sont les principales espèces élevées? Pourquoi vous les élevez?
13. Quels sont les systèmes de production agricole qui prédominent dans le bassin versant? Pourquoi ce sont ces systèmes qui prédominent?
14. Est-ce que les autorités locales, notamment les CASEC et les ASEC assurent pleinement au sein du territoire les fonctions qui les sont attribuées? Si non, pourquoi?
15. Quelles sont leur implication en ce qui concerne la conservation et la restauration du bassin versant?

16. En termes de gestion des ressources naturelles dans le bassin versant, est-ce que vous êtes satisfaits du système de gouvernance qui est mis en place? Si non, pourquoi?
17. Est-ce que les différentes interventions menées au sein du bassin versant par les collectivités territoriales, les organisations locales et internationales se font de manière coordonnée? Si non, pourquoi?
18. Est-ce qu'il existe un système de suivi en ce qui concerne les interventions entreprises?
19. Pensez-vous qu'il existe un problème de planification territoriale au niveau du bassin versant? Si oui, qu'est-ce qui est à la base?
20. Avez-vous un dernier mot à ajouter?

II. Entretiens de groupe

Les aspects abordés concernent les principaux points suivants :

1. Le système de gouvernance dans les limites du bassin versant
2. Les interventions antérieures et actuelles des collectivités territoriales ainsi que des organisations locales et internationales
3. Les principales activités économiques entreprises dans le bassin versant
4. Les techniques locales de conservation et de restauration des terres
5. Les principales préoccupations des acteurs locaux face à la problématique de dégradation du bassin versant
6. Le rôle des savoirs endogènes et locaux des communautés par rapport à la gestion des ressources naturelles

ANNEXE E

FICHE D'ENTRETIENS SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT

1. Identification

N° de la fiche	Date de l'enquête	Code de l'enquête	Téléphone	Zone du bassin versant
				<input type="checkbox"/> Aval
				<input type="checkbox"/> Milieu
				<input type="checkbox"/> Amont

2. Caractéristiques de l'exploitation agricole

Taille	Mode de faire valoir	Espèces vivrières cultivées	Espèces fruitières et forestières retrouvées	Espèces élevées
<input type="checkbox"/> 0-1 ha	<input type="checkbox"/> Titre	<input type="checkbox"/> Maïs	<input type="checkbox"/> Avocatier	<input type="checkbox"/> Bovines
<input type="checkbox"/> 1-2 ha	<input type="checkbox"/> Indivision/héritier	<input type="checkbox"/> Haricot	<input type="checkbox"/> Manguier	<input type="checkbox"/> Équines
<input type="checkbox"/> 2-3 ha	<input type="checkbox"/> Fermage	<input type="checkbox"/> Petit mil	<input type="checkbox"/> Arbre véritable	<input type="checkbox"/> Caprines
<input type="checkbox"/> 3-4 ha	<input type="checkbox"/> Métayage	<input type="checkbox"/> Pois Congo	<input type="checkbox"/> Arbre à pin	<input type="checkbox"/> Ovines
		<input type="checkbox"/> Patate	<input type="checkbox"/> Cajou	<input type="checkbox"/> Porcines
		<input type="checkbox"/> Banane	<input type="checkbox"/> Cèdre	<input type="checkbox"/> Volailles
		<input type="checkbox"/> Autres (précisez)	<input type="checkbox"/> Autres (précisez)	<input type="checkbox"/> Autres (précisez)

Nombre de personnes travaillant sur l'exploitation	Volume de production	Revenu annuel de l'exploitation (Gdes)	La production est-elle destinée à la consommation?	La production est-elle vendue sur les marchés locaux?
			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

3. Techniques mécaniques traditionnelles de conservation et de restauration des sols

	<i>À quelle fréquence se font les entretiens de la pratique?</i>	<i>Quelle Superficie couverte par la pratique?</i>	<i>Depuis quand adoptez-vous cette pratique?</i>	<i>Pourquoi le choix de cette pratique?</i>	<i>Est-ce que la technique permet un changement dans le rendement agricole?</i>
<input type="checkbox"/> Cordons de pierre	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facilité de construction <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Faible coût <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Terrasse	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facilité de construction <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Rampes mortes/paillage	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facilité de construction <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Clayonnage	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facilité de construction <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Autres (précisez)					

4. Techniques biologiques traditionnelles de conservation et de restauration des sols

	<i>Quelles sont les espèces utilisées?</i>	<i>À quelle fréquence se font les entretiens de la pratique?</i>	<i>Quelle Superficie couverte par la pratique?</i>	<i>Depuis quand adoptez-vous cette pratique?</i>	<i>Pourquoi le choix de cette pratique?</i>	<i>Est-ce que la technique permet un changement dans le rendement agricole?</i>
<input type="checkbox"/> Bandes enherbées	<input type="checkbox"/> Herbe de guinée <input type="checkbox"/> Herbe éléphant <input type="checkbox"/> Herbe sure <input type="checkbox"/> Vétiver	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facile à mettre en place <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Haies vives	<input type="checkbox"/> Pois Congo <input type="checkbox"/> Tcha-tcha <input type="checkbox"/> Bois immortel <input type="checkbox"/> Benzolive <input type="checkbox"/> Leuceana <input type="checkbox"/> Gliricidia	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 100 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facile à mettre en place <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Bann manje	<input type="checkbox"/> Canne-à-sucre <input type="checkbox"/> Ananas <input type="checkbox"/> Patate <input type="checkbox"/> Malangas <input type="checkbox"/> Ignames <input type="checkbox"/> Manioc <input type="checkbox"/> Bananiers	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Facile à mettre en place <input type="checkbox"/> Disponibilité de matériaux <input type="checkbox"/> Forte efficacité	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Autres (précisez)						

5. Autres techniques de conservation et de restauration des sols

	À quelle fréquence utilisez-vous cette pratique?	Quelle Superficie couverte par la pratique?	Depuis quand adoptez-vous cette pratique?	Est-ce que la technique permet un changement dans le rendement agricole?
Jachère	<input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis toujours <input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Plantation d'arbres	<input type="checkbox"/> En permanence <input type="checkbox"/> 6-9 mois <input type="checkbox"/> 9-12 mois <input type="checkbox"/> Plus de 12 mois	<input type="checkbox"/> Moins de 500 m ² <input type="checkbox"/> 500-1000 m ² <input type="checkbox"/> Plus de 1000 m ²	<input type="checkbox"/> Depuis toujours <input type="checkbox"/> Depuis environ 2 ans <input type="checkbox"/> Depuis environ 5 ans <input type="checkbox"/> Depuis plus de 5 ans	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

Est-ce que vous avez d'autres techniques de conservation et de restauration qui vous sont propres au sein du bassin versant? Si oui, lesquelles?

.....

Est-ce que vous utilisez d'autres techniques de conservation et de restauration qui sont introduites par des organisations locales et internationales ou des ministères de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) et de l'Environnement (MDE)? Si oui, lesquelles?

.....
.....
Par rapport aux techniques employées, avez-vous une préférence ? Si oui, pourquoi?

.....
.....
Quels sont les événements extrêmes qui ont bouleversé les récoltes ces dernières années

- Ouragan
- Tempête
- Vent
- Pluie
- Glissement de terrain
- Sécheresse

Avez-vous constaté, ces dernières années, des problèmes d'infestations? Si oui, précisez?

.....
.....
Pensez-vous que les techniques locales de conservation et de restauration des terres peuvent contribuer à redresser la situation du bassin versant sur le plan socio-écologique?

.....
.....
Quelle est votre compréhension en ce qui concerne la dégradation du bassin versant?

.....
.....
Quels sont vos intérêts par rapport à la gestion durable du bassin versant?

ANNEXE F

PONDÉRATION DES CRITÈRES PAR LES ACTEURS DU BASSIN VERSANT

Conservation et restauration du bassin versant de la rivière Mulet

Préoccupations	Critères	Pondération										
		AFDR	AFVDR	CORABEL	CPSEC	BAC	DV	CAUR	H	M	PADP	ASEC
Amélioration de la fertilité des sols cultivés	ENVC1 Conservation et restauration des espaces cultivés	15	10	15	20	12	15	15	7	13	12	17
Préservation et restauration de la biodiversité	ENVC2 Diversification du paysage	10	16	15	15	7	8	15	8	6	7	12
Durabilité des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux	ENVC3 Conservation et restauration des ressources en sol, en eau ainsi que les matières ligneuses	10	10	5	10	7	10	5	15	8	7	15
Amélioration de l'économie de la communauté locale	ECOC1 Diversification des revenus agricoles	8	8	5	7	10	10	5	20	8	9	10
Nature des coûts relatifs à la mise en place des mesures de conservation et de restauration	ECOC2 Importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration	6	5	7	10	6	7	8	6	8	7	8
Réduction des espaces agricoles	ECOC3 Risque de diminution des superficies consacrées aux activités agricoles	10	4	4	2	10	9	3	5	9	10	2
Appropriation des mesures de conservation et de restauration	SOCC1 Facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration	5	3	4	5	5	6	4	6	6	5	5
Valorisation des connaissances traditionnelles et locales	SOCC2 Amélioration de la durabilité des mesures appliquées	5	2	5	5	6	7	3	5	5	6	2
Encadrement techniques des agriculteurs	SOCC2 Amélioration des capacités techniques des agriculteurs	10	17	18	10	9	8	20	6	8	8	5
Augmentation de la sécurité alimentaire et réduction de la pauvreté	SOPC1 Amélioration du rendement agricole	9	7	6	5	8	7	6	5	9	9	5
Intérêts des élus locaux	SOPC2 Risque d'instabilité politique	2	8	10	5	8	3	12	5	7	8	8
Engagement des élus locaux	SOPC3 Implication dans le cadre de la mise en place des mesures de conservation et de restauration	5	5	3	3	7	6	1	6	7	7	6
Organisation de l'utilisation des terres du bassin versant	TC1 Modification importante de l'affectation des terres	5	5	3	3	5	4	3	6	6	5	5
TOTAL												

DV : Délégué de ville
 M : Matériaux de construction de A à B

ANNEXE G

ÉVALUATION DES MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT POUR CHACUN DES CRITÈRES

Tel qu'indiqué dans le chapitre six de la thèse, l'identification des enjeux relatifs à la gestion durable du bassin versant de la rivière Mulet s'est inscrite dans une dynamique participative et contributive. Définis à partir des préoccupations des acteurs impliqués dans le processus de gestion dudit bassin versant, les enjeux identifiés ont été traduits en critères d'évaluation. Il y a lieu de noter qu'une échelle qualitative a été utilisée pour mesurer tous les critères d'évaluation. Ainsi, cette échelle comprend quatre paliers (nul, faible, moyen et fort) auxquels sont associés des valeurs numériques (nul = 0; faible = 1; moyen = 2 et fort = 3). **Nul** désigne que l'évaluation d'une mesure par un critère ne s'applique pas; **Faible** souligne une évaluation dont la performance d'une mesure est minable; **Moyen** dénote une évaluation dont la performance d'une mesure est intermédiaire et; **Fort** indique une évaluation dont la performance d'une mesure est maximale.

Les critères d'évaluation retenus sont au nombre de 13, et sont ci-dessous présenté dans le cadre de l'évaluation des mesures de conservation et restauration identifiées pour le bassin versant de la rivière Mulet.

1. Conservation et restauration des espaces cultivés (ENV1)

Il s'agit d'un critère à maximiser. Ce critère correspond à l'amélioration de la fertilité des sols cultivés. La dégradation des terres a des conséquences très fâcheuses sur les plans alimentaires, économiques et écologiques (Roose *et al.*, 2012; Gichuki *et al.*, 2019). Pour favoriser la résilience socio-écologique dans un contexte de changements climatiques, la lutte contre la dégradation des terres devait être une priorité pour les communautés agricoles (ELD Initiative et UNEP, 2015; Mardy, 2018). De ce point de vue, étant donné le niveau de dégradation du bassin versant de la rivière Mulet, il se révèle nécessaire d'adopter des mesures de conservation et de restauration appropriées afin d'endiguer son processus de dégradation. En effet, la mise en place de telles mesures contribue parallèlement à améliorer les conditions de vie des communautés et exploitants agricoles locaux en raison de leur rôle, notamment sur les plans alimentaire et économique (Roose *et al.*, 2012; Mardy *et al.*, 2020).

En ce qui concerne l'évaluation des mesures de conservation et de restauration du bassin versant pour le critère ENV1, le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure est utilisé pour toutes les mesures agronomiques (MA), végétales (MV), mécaniques (MM), et la plupart des mesures socioculturelles (MSC) et politiques (MSP). Cela indique que ces mesures peuvent très fortement contribuer à la protection des sols cultivés, tout en favorisant l'augmentation du rendement agricole dans le territoire du bassin versant (Régis et Roy, 1999; FAO, 2007; FAO, 2011b; Bigi, 2012; Delerue, 2010, 2014; Zida *et al.*, 2019). Les mesures agronomiques concernées sont : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), les semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), l'association des arbres aux cultures (MA5), la jachère (MA6). Pour les mesures végétales, on distingue la foresterie (MV1), les cultures pérennes (MV2), et les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3). Pour les mesures mécaniques, nous identifions le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), et les terrasses (MM3). Les mesures socioculturelles incluent la plantation des cultures en fonction

des courbes de niveau (MSC2), le paillage (MSC4), la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5), et la valorisation des « jaden lakou » (MSC6). Enfin, les mesures sociopolitiques comprennent la sensibilisation du grand public (MSP1), et le renforcement des capacités techniques des exploitants agricoles (MSP2).

Toujours pour le critère ENV1, le **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure est attribué aux mesures socioculturelles relatives au buttage (MSC1), à la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), et à la mesure sociopolitique afférente à la création d'un environnement politique propice (MSP3). Cette qualification moyenne de ces mesures face à une gestion durable du bassin versant est confirmée par les raisons qui suivent : la mesure MSC1 est difficile d'application dans les endroits à forte déclivité – plus de 60% de la superficie du bassin versant se trouve dans des zones de pente supérieure à 50% (Mardy *et al.*, 2020) –, et celle MSC3 est très peu utilisée par les exploitants agricoles dans le cadre de la plantation des plantules fruitières ou forestières. Habituellement, les agricultrices et agriculteurs du bassin versant profitent de la journée de la fête de l'agriculture et du travail (premier mai) pour le plantage de leurs essences fruitières et forestières. En fait, le calendrier lunaire est surtout exploité lors de la mise en terre de certaines cultures vivrières telles que l'igname (*Discorea cayensis*), le bananier (*Musa domestica*), etc. Pour ce qui est de la mesure MSP3, les communautés locales sont un peu sceptiques par rapport à une amélioration rapide de la situation politique sévissant au niveau du pays et de la région.

2. Diversification du paysage (ENV2)

Ce critère est aussi à maximiser. Il se rapporte au maintien de la biodiversité du bassin versant. La diversification du paysage dénote la présence variée des espèces végétales et/ou animales au niveau d'un territoire. Une telle diversification permet entre autres une disponibilité alimentaire variée (Oxfam, 2021). En effet, cette diversification requiert l'adoption des principes visant à garantir l'intégrité des écosystèmes naturels (Tchindjang *et al.*, 2015). Dans le cadre du bassin versant de la rivière Mulet, les acteurs engagés dans le processus ont démontré, à travers les différentes préoccupations soulevées lors de nos échanges, que la diversification du paysage dudit bassin constitue une bonne démarche, parmi tant d'autres, permettant de contrer la dégradation des ressources naturelles du milieu. Par ailleurs, toutes les mesures pouvant favoriser une diversification vigoureuse du paysage du bassin versant se voient attribuer le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure. Il s'agit des mesures suivantes : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), les semis direct et semis directs sous couvert végétal (MA4), l'association des arbres aux cultures (MA5), la foresterie (MV1), les cultures pérennes (MV2) et la valorisation des « jaden lakou » (MSC6). Ces mesures permettent non seulement une bonne couverture des terres et une augmentation du carbone organique des sols, mais également assurent les fonctions alimentaires et économiques au sein des communautés (Roose, 1994; Bigi, 2012; Delerue, 2010, 2014; Jean-Denis, 2014; Torquebiau, 2017).

Le **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure est assigné aux mesures ne contribuant qu'à une diversification passable du paysage. Les mesures concernant la jachère (MA6), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3) et le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2) ont été identifiées. Ces dernières, dans un territoire soumis au phénomène de dégradation, contribue à une diversification limitée du paysage.

Le **niveau faible (1)** de l'échelle de mesure est conféré aux mesures impliquant une faible diversification du paysage du bassin versant. Néanmoins, elles peuvent favoriser la fertilité des sols (GIZ, 2012; Delerue, 2010, 2014). Ces mesures intègrent le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres

sèches (MM2), les terrasses (MM3), le buttage (MSC1), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), la sensibilisation du grand public (MSP1) et la création d'un environnement politique propice (MSP3).

En ce qui a trait au **niveau nul (0)** de l'échelle, il est choisi pour les mesures ne contribuant pas de manière directe ou quasi indirecte à la diversification du paysage. Les deux mesures concernées sont le paillage (MSC4) et la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5). Celles-ci peuvent cependant contribuer à l'amélioration des sols cultivés grâce à leur apport de matière organique (FAO, 2007).

3. Conservation et restauration des ressources en sol et en eau ainsi que les matières ligneuses (ENV3)

À maximiser, ce critère afférent à la gestion durable des ressources naturelles du bassin versant. Celui-ci constitue une traduction des enjeux liés à la conservation et à la restauration des systèmes de production agrosylvopastoraux. Pour parvenir à la gestion durable des terres, on doit nécessairement s'appuyer sur les principes concourant à la gestion des ressources naturelles au sein des écosystèmes et systèmes agraires (Tchindjang *et al.*, 2015; Gichuki *et al.*, 2019). Dans le cas du bassin de la rivière Mulet, les systèmes de production agrosylvopastoraux ont fait l'objet de discussions entre les acteurs en ce qui concerne leur conservation et leur restauration dans une perspective de gestion durable du bassin versant. Car, ces derniers prédominaient dans le bassin versant il y a environ une cinquantaine d'années (Antoine, 2016). En se basant sur la littérature scientifique ainsi que les informations recueillies auprès des communautés locales, il a été constaté que ces systèmes jouent un rôle fondamental face à la protection de l'environnement et l'amélioration des moyens d'existence des communautés. Autrement dit, selon la FAO (2021a), ces systèmes de production contribuent à la conservation et à la restauration des terres, tout en permettant de renforcer la sécurité alimentaire et de diversifier les revenus des populations locales.

Par ailleurs, pour le critère ENV3, l'évaluation de l'ensemble des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant a été effectuée en gardant le focus sur la durabilité des systèmes de production agrosylvopastoraux. Ainsi, à l'instar du critère relatif à la conservation et restauration des espaces cultivés (ENV1), toutes les mesures agronomiques (MA), végétales (MV) et la plupart des mesures socioculturelles (MSC) et politiques (MSP) sont évaluées selon le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure qualitative définie. Cela signifie que ces mesures visent de manière importante la restauration et la pérennisation des systèmes de production agrosylvopastoraux. On retrouve les mesures suivantes : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), les semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), l'association des arbres aux cultures (MA5), la jachère (MA6), la foresterie (MV1), les cultures pérennes (MV2), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), les terrasses (MM3), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), le paillage (MSC4), la valorisation des « jaden lakou » (MSC6), le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2) et la création d'un environnement politique propice (MSP3).

Le **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure correspond aux mesures impliquant modérément le maintien des systèmes de production agrosylvopastoraux. Ces mesures comprennent le buttage (MSC1), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5) et la sensibilisation du grand public (MSP1). En effet, cette assignation du niveau moyen à ces mesures est due au fait que celles-ci sont moins valorisées au sein de

la communauté dans le cadre des activités visant la gestion du bassin versant. Toutefois, elles demeurent des mesures pouvant contribuer à la protection des ressources naturelles du milieu.

4. Diversification des revenus agricoles (ÉCO1)

À maximiser, ce critère traduit une amélioration de l'économie de la communauté locale. Une diversification de la production agricole implique une diversification des revenus des communautés locales. Selon la FAO (2021a), les systèmes de production agrosylvopastoraux représentent, dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques, le système agraire visant à diversifier les revenus des populations locales. Dans le contexte haïtien, Temple *et al.* (2014) ont expliqué qu'en plus les fonctions économiques et écologiques reconnues, ces systèmes de production garantissent une disponibilité alimentaire durant toute l'année. En effet, toutes les mesures contribuant à la durabilité de ce système agraire visent également à renforcer fortement ou moyennement les revenus des communautés locales. Dans le cadre de l'évaluation des mesures de conservation et de restauration du bassin versant par le critère ÉCO1, cinq (5) mesures de catégorie agronomique, une (1) mesure de catégorie végétale et deux (2) mesures de catégorie socioculturelle ont reçu une forte valeur de l'échelle de mesure, soit le **niveau fort (3)**. Nous identifions suivant un ordre respectif : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), les semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), l'association des arbres aux cultures (MA5), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), le buttage (MSC1) et la valorisation des « jaden lakou » (MSC6). Donc, toutes ces mesures sont identifiées comme étant celles visant une augmentation considérable de la fertilité des sols, tout en améliorant l'économie locale (Roose, 1994; Bigi, 2012; Delerue, 2010, 2014).

En ce qui a trait au **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure, il est associé aux mesures suivantes : la jachère (MA6), les cultures pérennes (MV2), le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), les terrasses (MM3), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), le paillage (MSC4), la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5). Il s'agit des mesures ayant une incidence positive de manière indirecte sur l'économie des populations locales.

En dernière instance, quatre (4) mesures telles que la foresterie (MV1), la sensibilisation du grand public (MSP1), le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2), et la création d'un environnement politique propice (MSP3) sont associées au **niveau faible (1)** de l'échelle de mesure. Cela indique, face à la situation socioéconomique et environnementale du bassin versant, que ces mesures ne peuvent pas contribuer, à très court terme, à l'amélioration de l'économie locale de la collectivité. Néanmoins, dans le long terme, la contribution de celles-ci n'est pas négligeable.

5. Importance des coûts liés aux mesures de conservation et de restauration (ÉCO2)

Ce critère est à minimiser. Celui-ci tient compte des coûts relatifs à la mise en place des mesures de conservation et de restauration des ressources naturelles dans les limites du bassin versant. En effet, certaines mesures relevant particulièrement des catégories agronomiques et végétales peuvent nécessiter des coûts d'établissement que les exploitants agricoles ne pourront pas assurer en raison de leurs faibles moyens financiers (Régis et Roy, 1999; Smucker *et al.*, 2006). Conscients de cette situation, les acteurs engagés dans le processus ont fait valoir, au cours des périodes d'identification et de validation des mesures, leurs préoccupations à ce sujet, à savoir d'opter pour une liste de mesures où ils pourront supporter, sans grandes difficultés, leurs coûts de mise en place. En évaluant les mesures de conservation

et de restauration pour le critère ÉCO2, le **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure est imputé uniquement à la mesure relative à la foresterie (MV1), car celle-ci représente un grand chantier pour les exploitants du bassin versant, notamment en termes d'intrants (coûts pour l'achat des plantules ou pour l'établissement des pépinières) et de main-d'œuvre (coûts pour la mise en terres des plantules, à défaut de la contribution d'une main-d'œuvre familiale) (Mardy, 2018).

Pour ce qui est du **niveau faible (1)** de l'échelle de mesure, il est appliqué à toutes les mesures n'entraînant pas de coûts de mise en place considérables. Les mesures touchées par ce niveau d'échelle sont : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), l'association des arbres aux cultures (MA5), la jachère (MA6), les cultures pérennes (MV2), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), les terrasses (MM3), le buttage (MSC1), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), et le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2). Toutefois, certaines de ces mesures telles que MM2 et MM3 peuvent conduire à des coûts élevés d'établissement au cas où l'exploitant ne disposerait pas une main-d'œuvre familiale qualifiée.

Les mesures qui n'impliquent aucun coût pour leur mise en place sont associées au **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure. Nous retrouvons les mesures suivantes : les semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), le paillage (MSC4), la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5), la valorisation des « jaden lakou » (MSC6), et la création d'un environnement politique propice (MSP3). Hormis la mesure MSP3, ces dites mesures sont faciles à mettre en place et utilisent les ressources du milieu.

6. Réduction des superficies agricoles (ÉCO3)

Ce critère est relatif au risque de réduction des superficies dédiées aux activités agricoles en ce qui concerne l'établissement des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant. Il est donc à minimiser. Selon Régis et Roy (1999), certaines mesures notamment végétales peuvent empiéter sur les superficies agricoles. Cela a pour conséquence de conduire à une réduction du volume de production des exploitations agricoles, et par la même occasion affecte la sécurité alimentaire et économique des populations locales. La prise en compte de cet aspect est fondamentale dans le contexte du bassin versant de la rivière Mulet en raison des conditions de vie des communautés locales. La survie de ces dernières est essentiellement assurée par les activités agricoles (Mardy *et al.*, 2020). Donc, dans une perspective d'adaptation aux impacts potentiels des changements climatiques, les mesures de conservation et de restauration adoptées devraient permettre aux exploitants agricoles du bassin versant de répondre adéquatement à leurs besoins alimentaires et économiques.

Concernant l'évaluation des mesures de conservation et de restauration du bassin versant pour le critère (ÉCO3), le **niveau moyen (3)** de l'échelle de mesure est assigné strictement à la mesure correspondant à la foresterie (MV1), laquelle peut entraîner une diminution de superficie agricole, si toutefois les exploitants envisagent la culture des arbres sans les associer à d'autres cultures (Régis et Roy, 1999). À ce moment, les superficies consacrées aux activités agricoles, notamment vivrières, vont être diminuées.

Le **niveau faible (1)** de l'échelle de mesure implique les mesures telles que l'association des arbres aux cultures (MA5), les cultures pérennes (MV2), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), et les terrasses (MM3).

Ces mesures peuvent faiblement réduire les superficies agricoles étant donné leur faible emprise au sein des parcelles agricoles.

Pour le **niveau nul (0)** de l'échelle, les mesures suivantes sont concernées : l'association de cultures (MA1), la rotation de cultures (MA2), l'assolement (MA3), les semis direct et semis direct sous couvert végétal (MA4), la jachère (MA6), le buttage (MSC1), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), le paillage (MSC4), la valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture (MSC5), la valorisation des « jaden lakou » (MSC6), la sensibilisation du grand public (MSP1), le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2), et la création d'un environnement politique propice (MSP3). Selon nos connaissances du milieu, combinées aux informations colligées auprès des communautés locales, les mesures relatives au niveau faible de l'échelle de mesure n'impliquent aucune modification de superficie agricole.

7. Facilité d'adoption des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant (SOC1)

Ce critère traduit les préoccupations des communautés agricoles du bassin versant par rapport à l'appropriation des mesures de conservation et de restauration retenues. Il est par conséquent à maximiser. Dans le contexte haïtien, la durabilité des mesures de gestion durable des terres établies est influencée par leur niveau d'appropriation par les populations locales. Ainsi, un manque d'appropriation peut entraîner des frustrations et même le sabotage des structures mises en place (Sildor, 2002). En fait, les communautés sont plus favorables aux techniques de conservation et de restauration relevant de leur milieu. En conséquence, pour éviter des résultats limités dans le cadre des activités de gestion durable des ressources naturelles au sein des bassins versants haïtiens, il est important de s'assurer que les acteurs locaux concernés s'approprient très fortement des mesures établies, d'où l'intérêt dans un tel processus d'adopter une approche axée sur la participation.

Pour le critère SOC1, à l'exception de la mesure mécanique relative à l'établissement des terrasses (MM3), toutes les mesures de catégories agronomiques, végétales et socioculturelles sont mesurées par le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure. Cela est dû au fait que ces dernières constituent, en grande partie, les techniques traditionnelles et locales des communautés du bassin versant. En plus de leur appropriation par les communautés locales, ces mesures sont adaptées aux contextes biophysiques et socioéconomiques du territoire. Tel que souligné précédemment, les terrasses (MM3) représentent l'unique mesure de catégorie agronomique qui n'est associée au niveau fort de l'échelle, elle est plutôt associée au **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure. Cela s'explique du simple fait qu'elle est peu connue par les exploitants agricoles.

Concernant le **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure, il est appliqué à toutes les mesures sociopolitiques, soit la sensibilisation du grand public (MSP1), le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2), et la création d'un environnement politique propice (MSP3). Cela traduit que l'évaluation de ces mesures par le critère SOC1 n'est pas indispensable. Car, leur matérialisation n'est pas sanctionnée par une adoption facile de la part des communautés locales.

8. Amélioration de la durabilité des mesures de conservation et de restauration du bassin versant (SOC2)

Ce critère est à maximiser. Particulièrement, celui-ci met en relief la nécessité de valoriser les savoirs traditionnels et locaux face à la durabilité des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant. Pour parvenir à une gestion durable des terres, notamment au sein des bassins versants haïtiens, il se révèle essentiel de favoriser les connaissances traditionnelles et locales des populations, lesquelles maîtrisent leur territoire (Saffache, 2001, Delerue, 2010, 2014). Cette valorisation des savoirs locaux conduit à la pérennisation des mesures établies vu que les communautés se sentent impliquées et concernées. Par rapport au bassin versant de la rivière Mulet, la majorité des mesures de conservation et de restauration identifiées relèvent de pratiques traditionnelles et locales. Cela prouve que les savoirs des communautés du bassin versant ont été amplement pris en compte. En conséquence, toutes les catégories de mesures de conservation et de restauration retenues sont associées au **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure, sauf la mesure mécanique correspondant aux terrasses (MM3). Tel qu'expliqué plus haut, cette technique de conservation des sols est très peu connue par les exploitants locaux, et est donc liée au **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure. Il faut souligner que les mesures sociopolitiques qui ne relèvent pas de pratiques traditionnelles et locales des communautés obtiennent une valeur forte en raison de leur rôle quant à la durabilité des autres mesures.

9. Amélioration des capacités techniques des agriculteurs (SOC3)

Ce critère est à maximiser. Il est relatif à l'encadrement technique des agriculteurs. Le renforcement des capacités techniques des agriculteurs vise une meilleure application des mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant, tout en garantissant leur durabilité. La majorité des mesures proviennent certes de pratiques traditionnelles et locales, mais les communautés doivent savoir mieux les appliquer. En ce sens, ces communautés doivent être soutenues par l'expertise des techniciens agricoles affectés au sein du territoire du bassin versant.

Compte tenu du caractère de ce critère (SOC3), nous évaluons toutes les mesures de conservation et de restauration identifiées pour le bassin versant en attribuant le **niveau fort (3)** de l'échelle uniquement à la mesure afférente au renforcement des compétences techniques des exploitants (MSP2). Celle-ci est fondamentale quant à l'établissement ainsi qu'à la durabilité des mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Le **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure est utilisé pour toutes les autres mesures puisque leur évaluation par le critère SOC3 ne s'applique pas.

10. Amélioration du rendement agricole (SOP1)

Il s'agit d'un critère à maximiser. Il s'intéresse au renforcement de la sécurité alimentaire et à la diversification des revenus des populations locales. La dégradation des sols sur les versants affecte sévèrement les rendements des parcelles de cultures (Morsli *et al.*, 2013). Et comme corollaire, cette réduction de rendement agricole complique davantage les problèmes socioéconomiques des communautés, étant donné que leurs moyens de subsistance reposent principalement sur les activités agricoles (Roose *et al.*, 2012). Pour ce qui est du bassin versant de la rivière Mulet, sa dégradation entraîne des pertes de fertilité des sols illustrées par une baisse du rendement agricole. De ce fait, les mesures de conservation et de restaurations identifiées devraient permettre d'augmenter le rendement agricole, ce qui parallèlement conduit à l'amélioration de la sécurité alimentaire ainsi qu'à la diversification des revenus des communautés locales.

Pour ce critère (SOP1), **le niveau fort (3)** de l'échelle de mesure est conféré à toutes les mesures de catégories agronomiques, végétales, mécaniques, socioculturelles, et une mesure de catégorie sociopolitique (MSP2²³). Celles-ci visent à améliorer la fertilité des sols tout en favorisant une production agricole accrue (Mazzucato et Niemeijer, 2001; Bigi, 2012; Ouedraogo *et al.*, 2012). Le **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure concerne les deux mesures sociopolitiques suivantes : la sensibilisation du grand public (MSP1) et la création d'un environnement politique propice (MSP3). Ces mesures contribuent moyennement à l'amélioration du rendement agricole au sein du bassin versant. Cela s'explique en raison de leur attribution en termes de levier politique dans le cadre de la matérialisation des actions d'intervention dans ledit bassin versant.

11. Risque d'instabilité politique (SOP2)

À minimiser, ce critère est relatif aux situations politiques instables compromettant les intérêts des élus locaux par rapport à la gestion durable du bassin versant. Les problèmes d'instabilité politique peuvent nuire aux accomplissements des élus locaux dans le cadre de leurs fonctions. Ce facteur constitue un frein important au développement du territoire. Ce problème d'instabilité politique chronique qui sévit en Haïti depuis plusieurs décennies cause des préjudices au bassin versant de la rivière Mulet, lequel est administrativement et politiquement géré par trois municipalités, habituellement affectées par ces crises politiques. Donc, une telle situation ne joue pas en faveur d'une gestion durable de ce bassin versant.

En évaluant l'ensemble des mesures de conservation et de restauration pour ce critère (SOP2), le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure est associé seulement à la mesure sociopolitique (MSP3) correspondant à la création d'un environnement politique propice au sein du territoire. Celle-ci est jugée fondamentale pour parvenir à la gestion durable du bassin versant. Le **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure s'applique à toutes les autres mesures étant que leur évaluation par le critère SOP2 n'est pas essentielle.

12. Implication des élus locaux dans le cadre de la mise en place des mesures de conservation et de restauration du bassin versant (SOP3)

Ce critère est à maximiser. Il correspond aux engagements des élus locaux en termes de gestion du territoire. Les élus locaux tels que les CASEC, les ASEC et les Conseillers municipaux ont entre autres pour mission de chapeauter toutes les activités relatives à la gestion de l'environnement et à l'aménagement du territoire (Gouvernement de la République d'Haïti, 2017). À cet égard, dans le cas du bassin versant de la rivière Mulet, les élus locaux concernés doivent soutenir les communautés locales face à la mise en œuvre des actions d'intervention définies pour ce bassin versant. Pour cela, un climat politique stable doit régner au sein du territoire. En conséquence, comme pour le critère précédent (SOP2), celui-ci (SOP3) évalue l'ensemble des mesures de conservation et de restauration en assignant le **niveau fort (3)** de l'échelle de mesure établie à la mesure sociopolitique (MSP3) relative à la création d'un environnement politique propice au sein du territoire. Et le **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure s'applique à toutes les autres mesures étant donné que leur évaluation par le critère SOP3 est jugée non essentielle.

²³ Renforcement des capacités techniques des exploitants agricoles

13. Modification importante de l'affectation des terres (TR1)

Ce critère est à minimiser. Il traduit les préoccupations afférentes à l'organisation de l'occupation et de l'utilisation des terres du bassin versant. En effet, les communautés et acteurs locaux ont soulevé des préoccupations par rapport à la mise en place de certaines mesures de conservation et de restauration du bassin versant. Dans les différentes rencontres d'échange réalisées, ils se sont montrés inquiets en ce qui concerne l'influence de certaines techniques (végétales et/ou mécaniques) sur la taille des parcelles agricoles. En fait, ce sont des inquiétudes un peu fondées, car selon Régis et Roy (1999), au sein des structures végétales érigées, les espèces utilisées peuvent entrer en compétition avec les cultures en place, tout en gagnant de superficie au détriment de celles-ci.

Par ailleurs, les mesures végétales relatives à la foresterie (MV1) et aux cultures pérennes (MV2) sont celles qui peuvent moyennement influencer l'affectation des terres du bassin versant. Par conséquent, elles sont associées au **niveau moyen (2)** de l'échelle de mesure. Toutefois, en dépit de leur incidence sur l'occupation des terres, elles jouent un rôle fondamental face à l'amélioration de la fertilité des sols.

Le **niveau faible (1)** de l'échelle de mesure est attribué à toutes les mesures pouvant faiblement impacter la taille des parcelles de culture. Ce sont : l'assolement (MA3), l'association des arbres aux cultures (MA5), la jachère (MA6), les bandes végétales ou rampes vivantes (MV3), le clayonnage et fascinage (MM1), les cordons et murettes en pierres sèches (MM2), les terrasses (MM3), le buttage (MSC1), la plantation des cultures en fonction des courbes de niveau (MSC2), la plantation des espèces végétales selon les phases lunaires (MSC3), le paillage (MSC4), et la valorisation des « jaden lakou » (MSC6). Celles-ci sont pour la plupart liées à la structure de production et visent l'amélioration du rendement agricole.

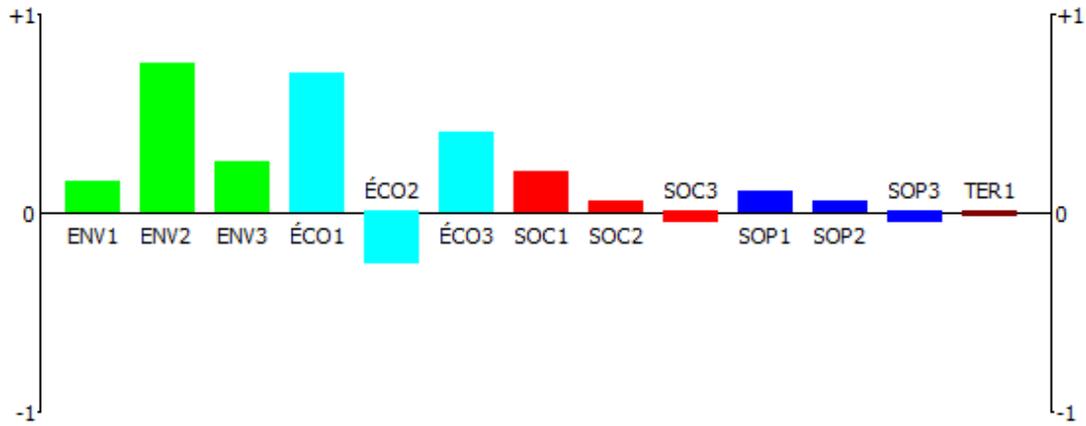
Enfin, toutes les mesures de catégorie sociopolitique telles que la sensibilisation du grand public (MSP1), le renforcement des capacités techniques des exploitants (MSP2), et la création d'un environnement politique propice (MSP3) sont concernées par le **niveau nul (0)** de l'échelle de mesure. Ces mesures ne peuvent par conséquent entraîner aucune modification physique en ce qui concerne la réduction des superficies consacrées aux activités agricoles. Cependant, elles peuvent servir de tremplin pour arriver à une application adéquate des techniques physiques de conservation et de restauration du bassin versant.

ANNEXE H

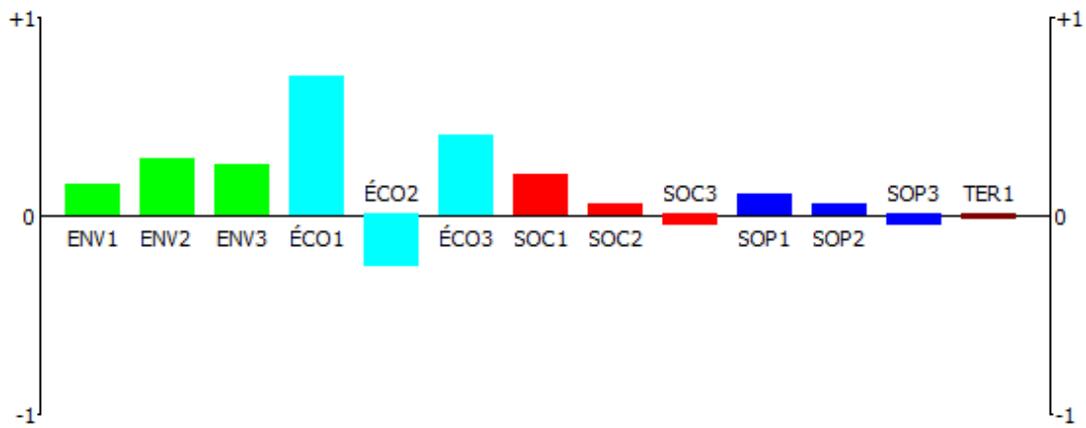
PROFILS DE CHACUNE DES 21 MESURES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION ÉVALUÉES

Mesures agronomiques (6)

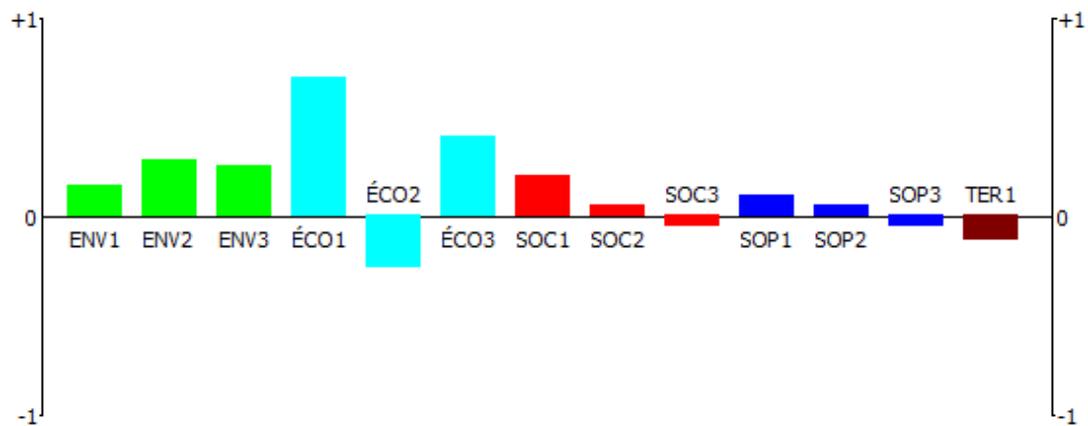
MA1 - Association de cultures



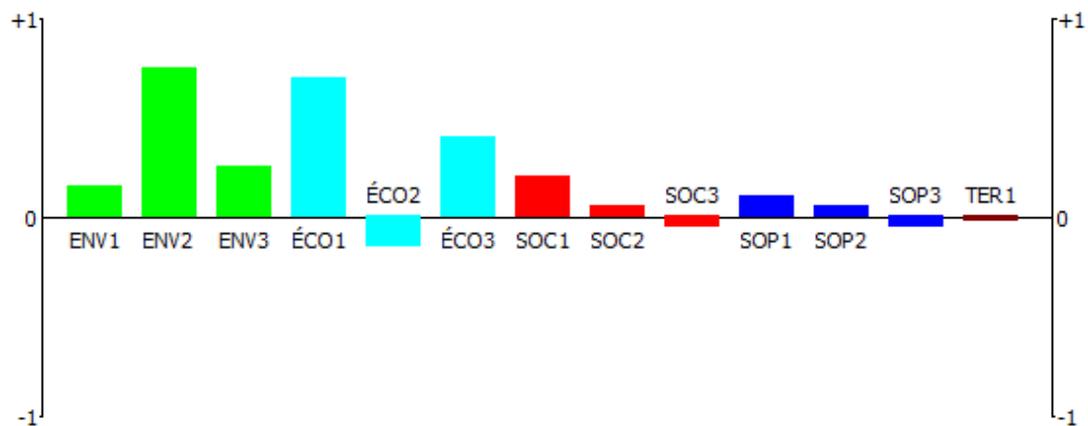
MA2 - Rotation de cultures



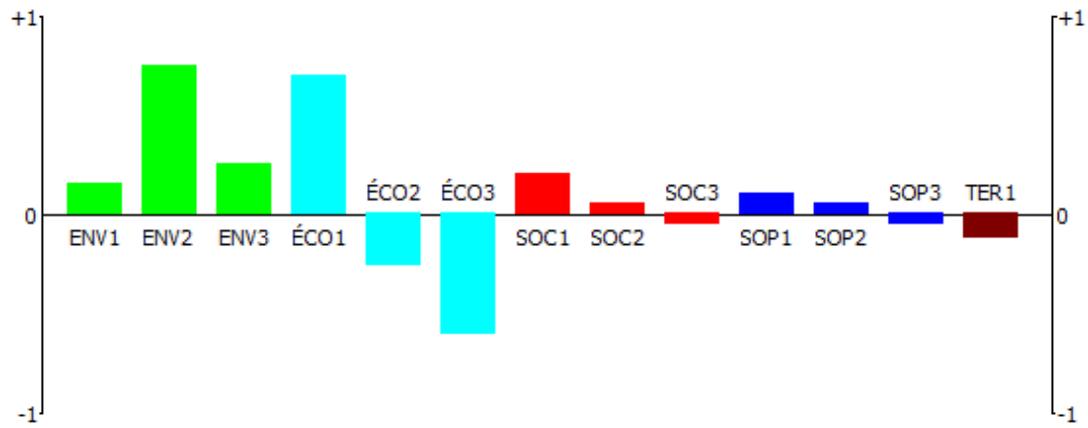
MA3 - Assolement



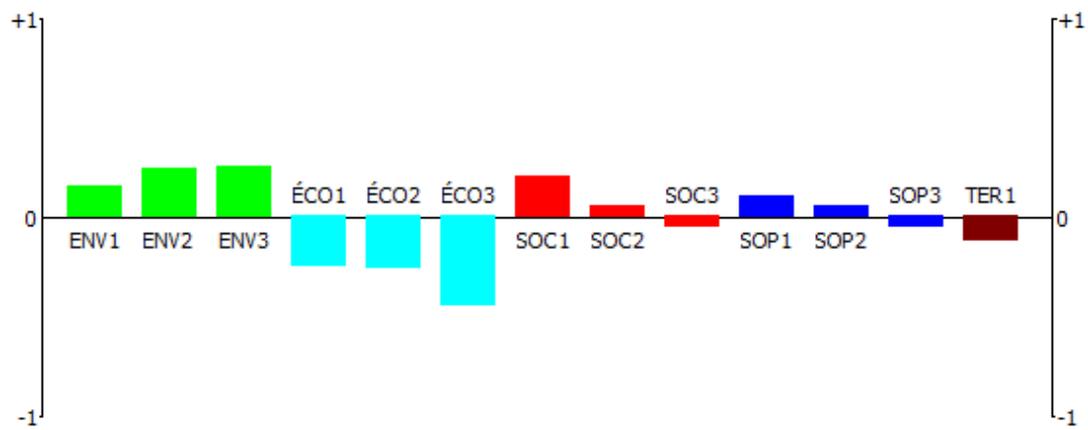
MA4 - Semis direct et semis direct sous couvert végétal (non-labour)



MA5 - Intégration des arbres au sein des exploitations agricoles (agroforesterie)

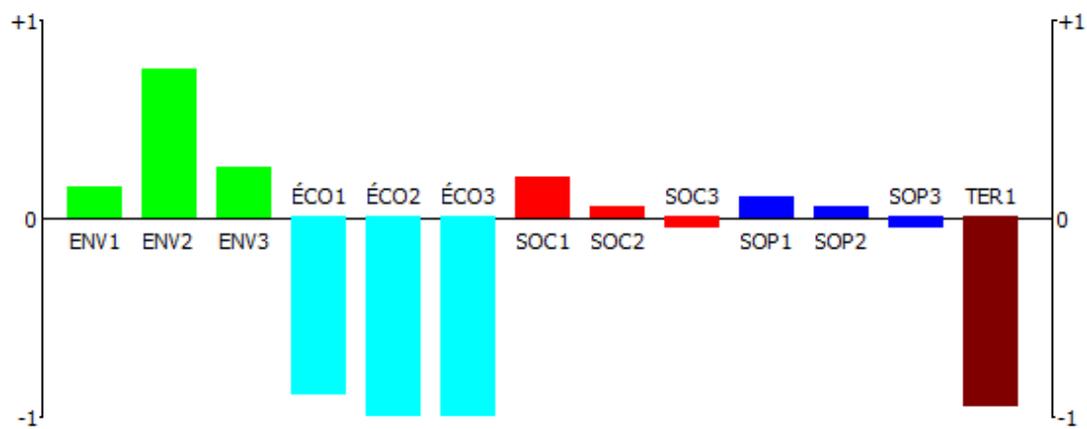


MA6 - Jachère

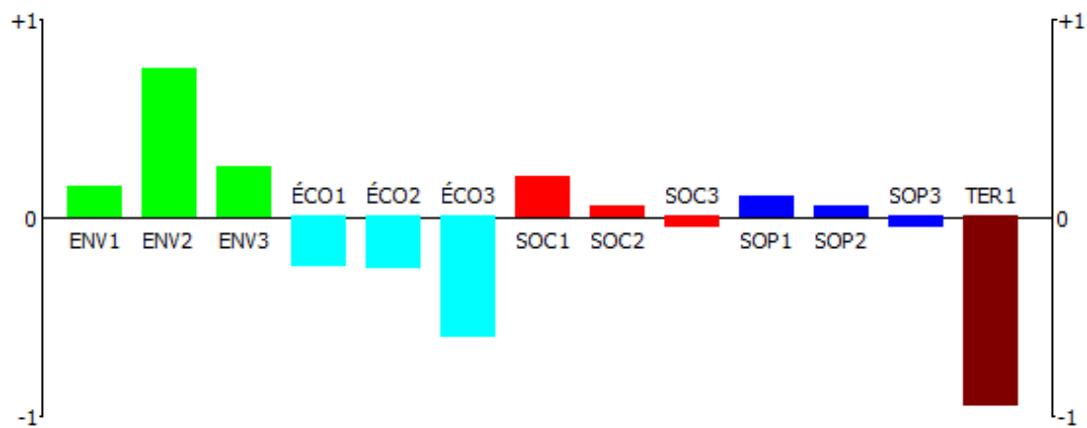


Mesures végétales ou biologiques (3)

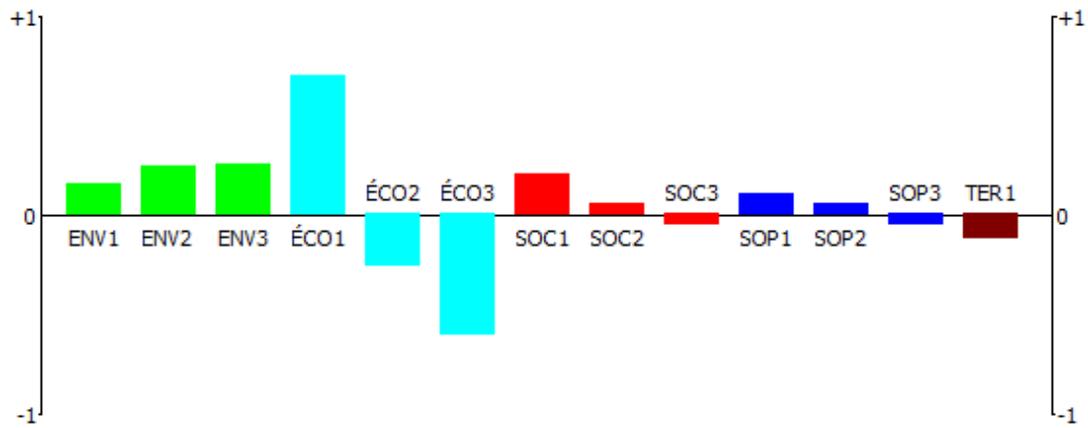
MV1 - Foresterie



MV2- Cultures pérennes

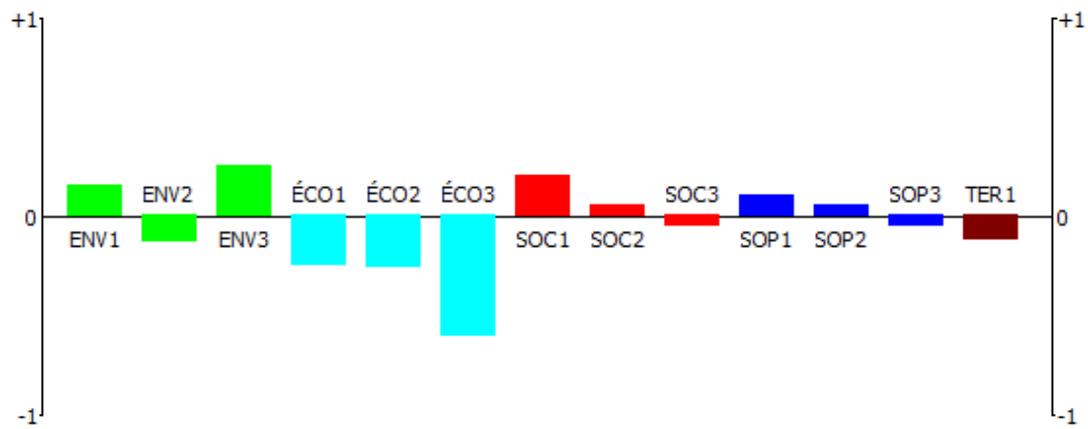


MV3 - Bandes végétales ou rampes vivantes

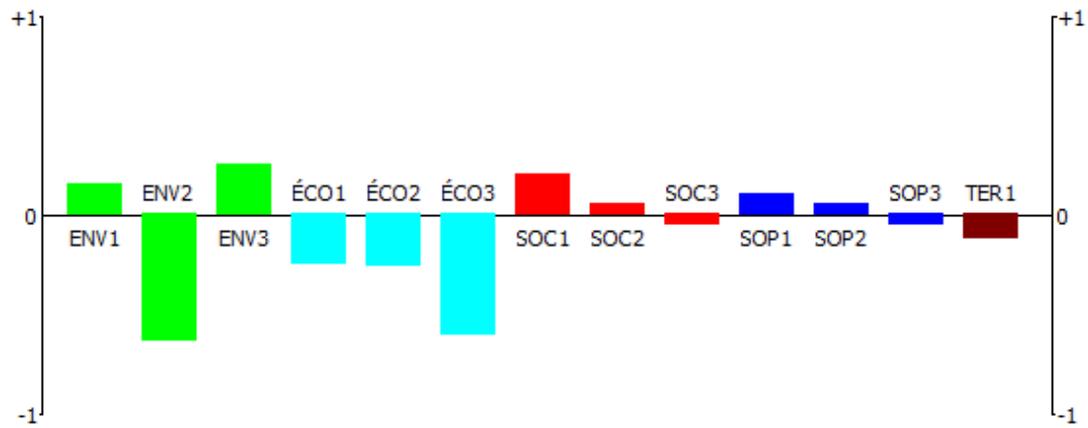


Mesures mécaniques (3)

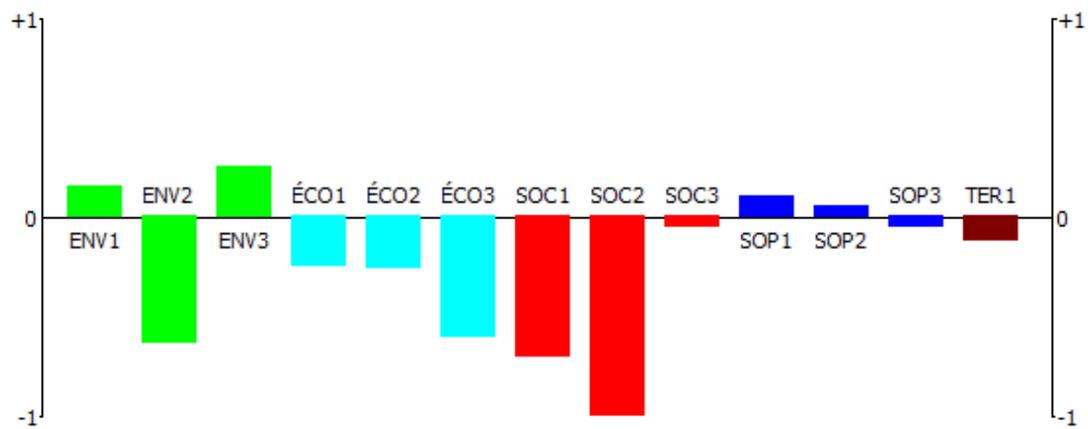
MM1 - Clayonnage et fascinage



MM2 - Cordons et murettes en pierres sèches

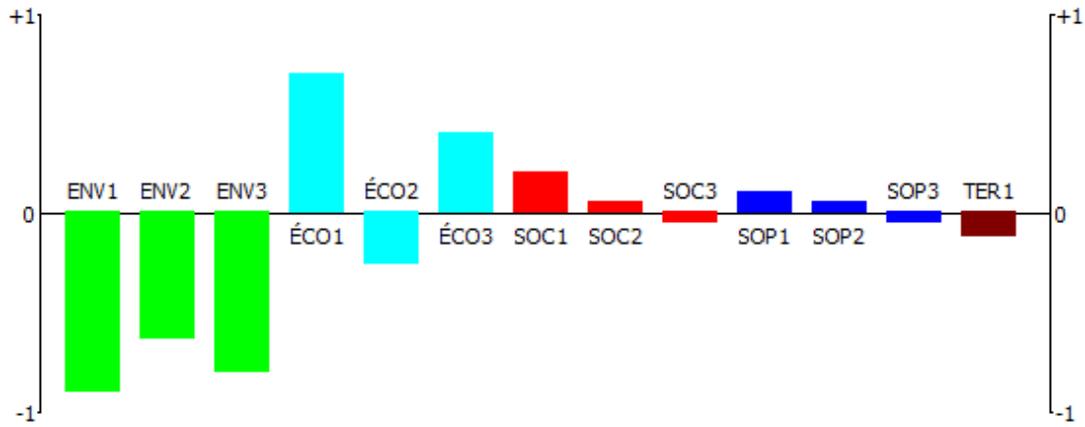


MM3 - Terrasses

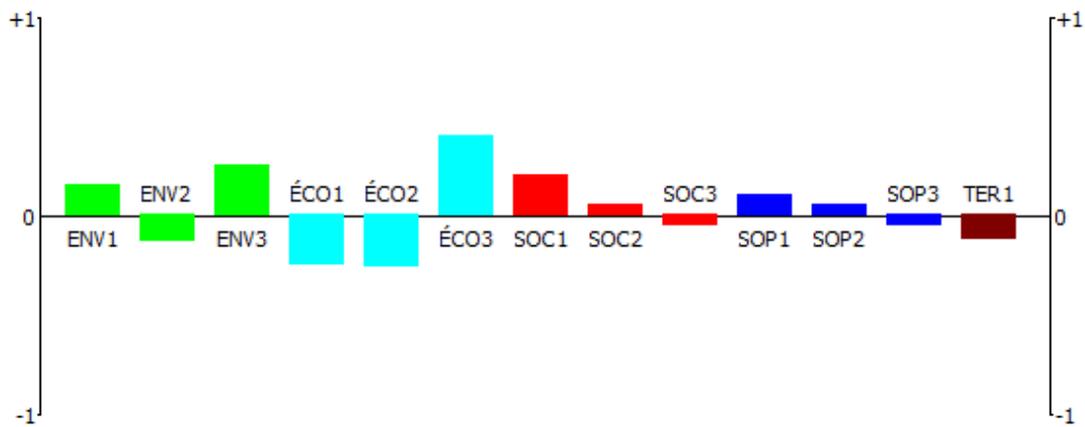


Mesures socioculturelles (6)

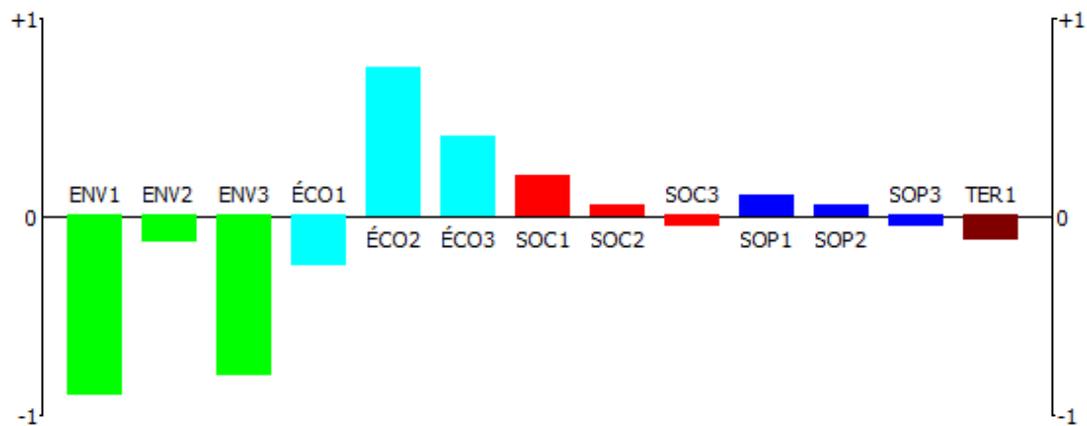
MSC1 - Buttage



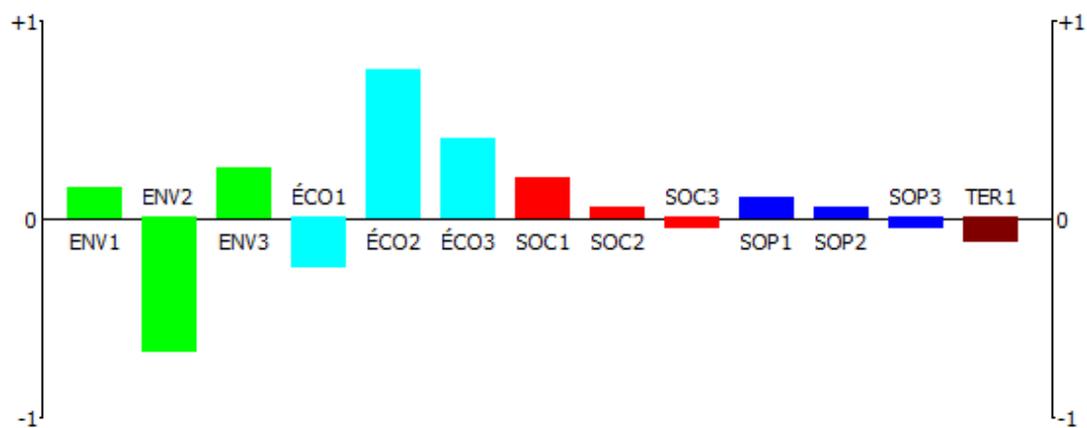
MSC2 - Plantation des cultures en fonction des courbes de niveau



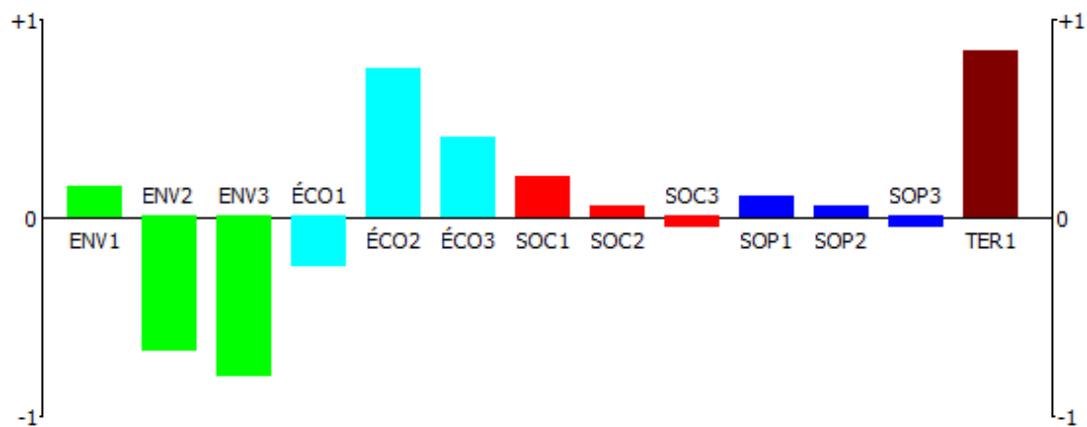
MSC3 - Plantation des espèces végétales selon les phases lunaires



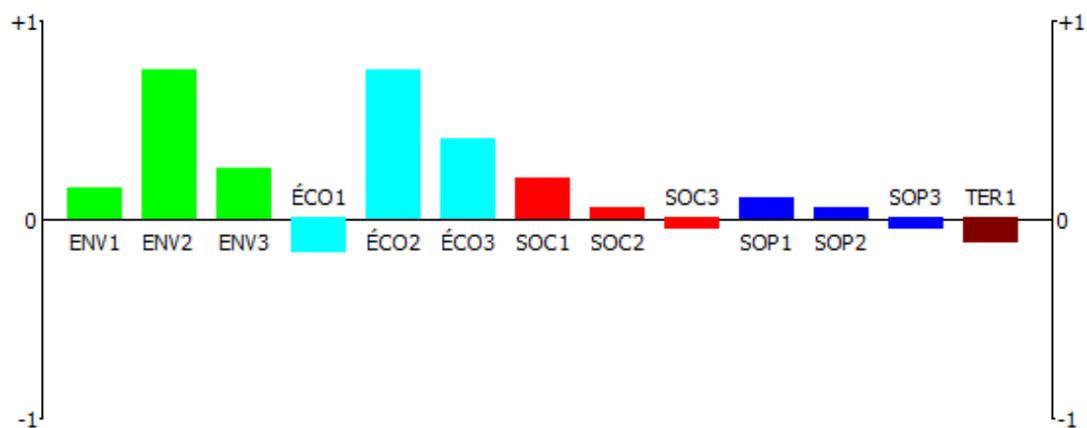
MSC4 - Paillage



MSC5 - Valorisation des déchets de l'élevage et des résidus de l'agriculture

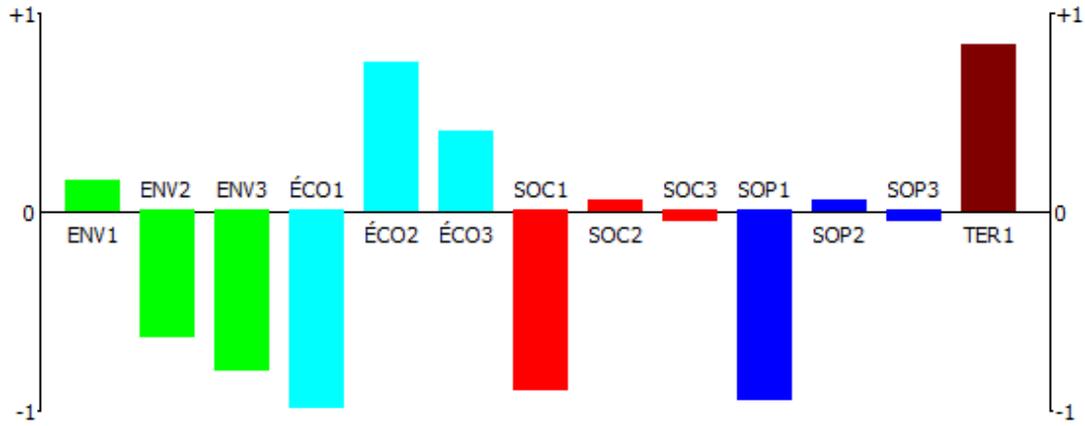


MSC6 - Valorisation des « jaden lakou »

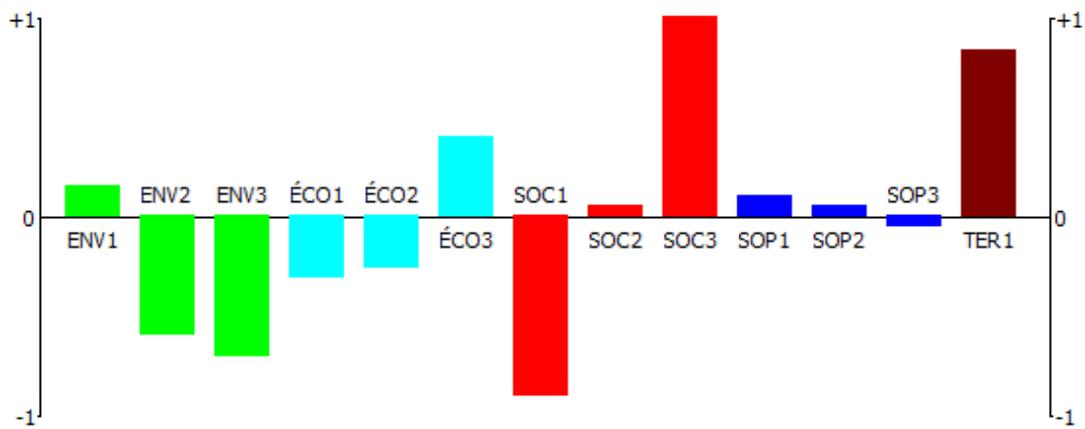


Mesures sociopolitiques (3)

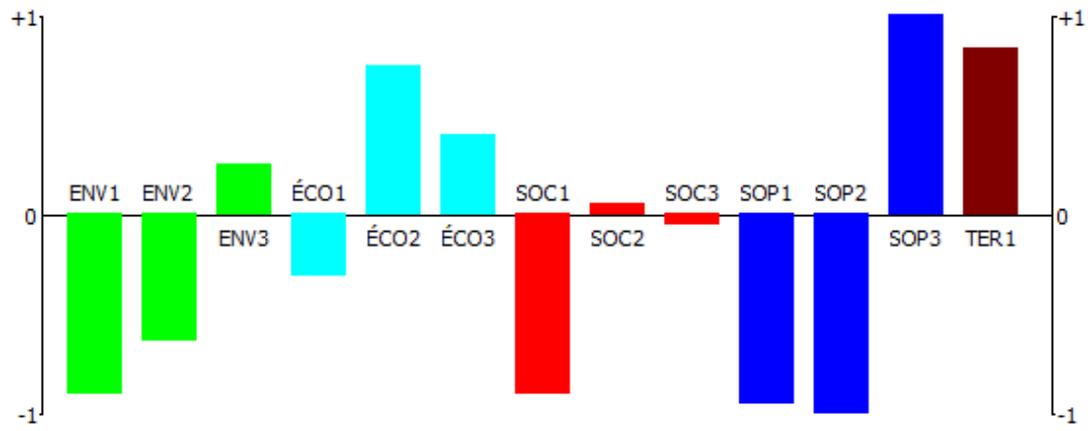
MSP1 - Sensibilisation du grand public



MSP2 - Renforcement des capacités techniques des exploitants



MSP3 - Création d'un environnement politique propice



ANNEXE I

CLICHÉS ILLUSTRANT LES TRAVAUX DE CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE AU SEIN DES ACTEURS DU BASSIN VERSANT



Figure 1 I. Un habitant de l'amont montrant de manière spatiale les points critiques à conserver et à restaurer

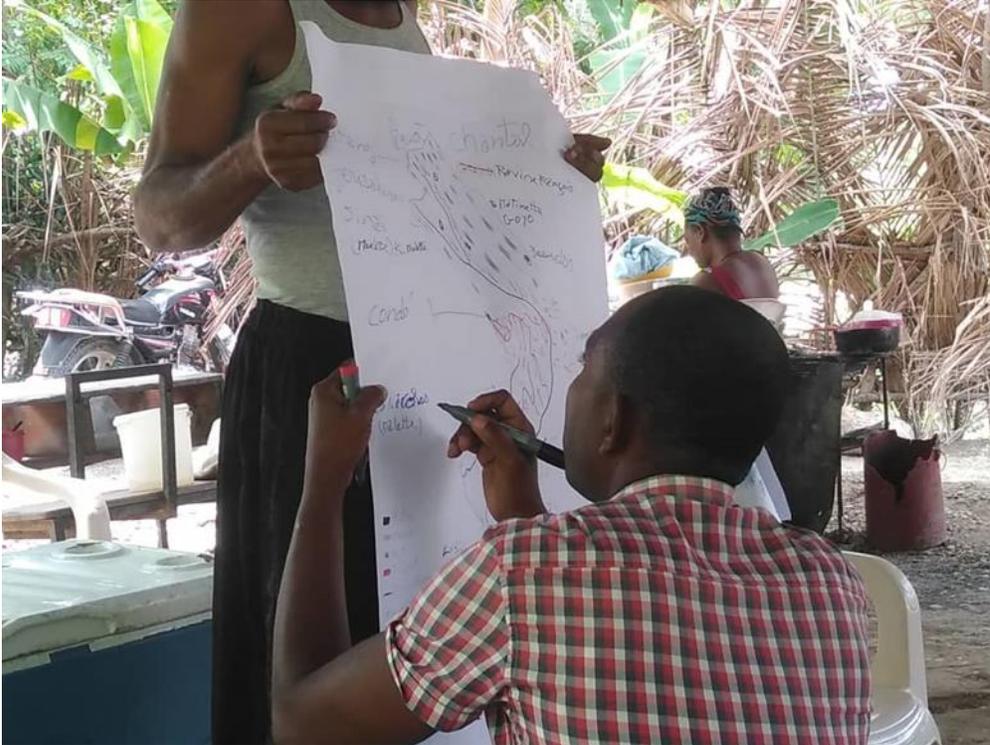


Figure 2 I. Indication par le directeur de l'APDRB des localités et des structures de conservation et de restauration à établir



Figure 3 I. Une vue de certains agriculteurs et agricultrices participant à l'atelier de cartographie participative

ANNEXE J

RÉSULTATS DES ENTRETIENS SUR LES PRATIQUES LOCALES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DES TERRES

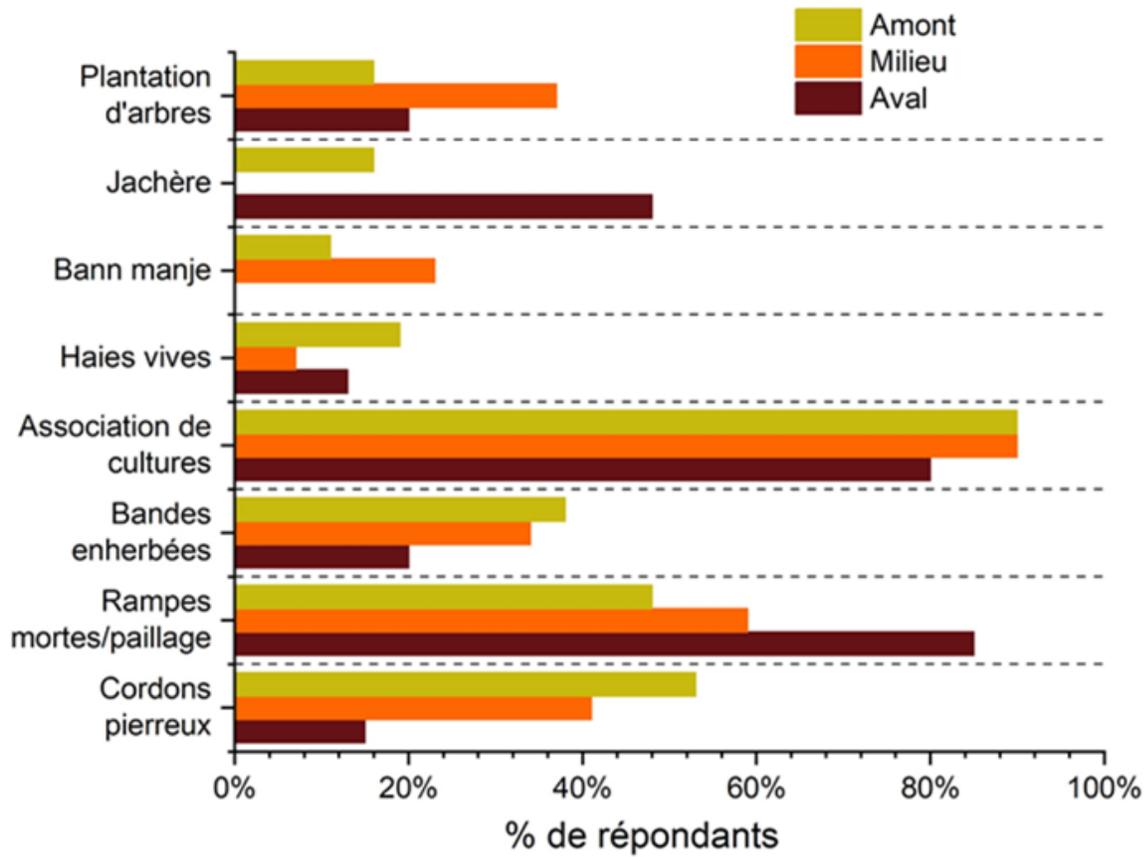


Figure 1 J. Techniques traditionnelles et locales de conservation et de restauration utilisées

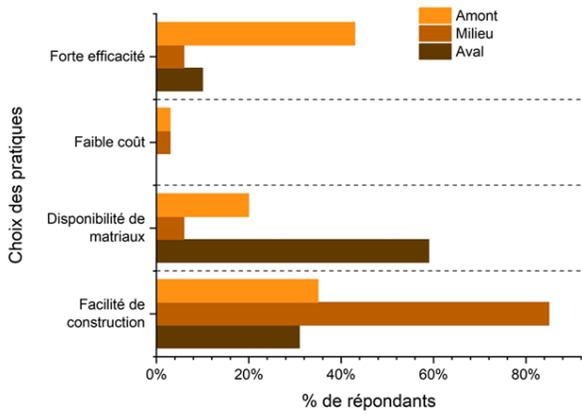


Figure 2 J. Choix des techniques mécaniques

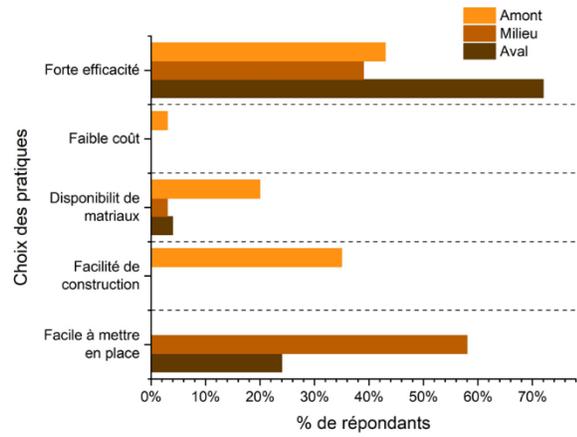


Figure 3 J. Choix des techniques biologiques

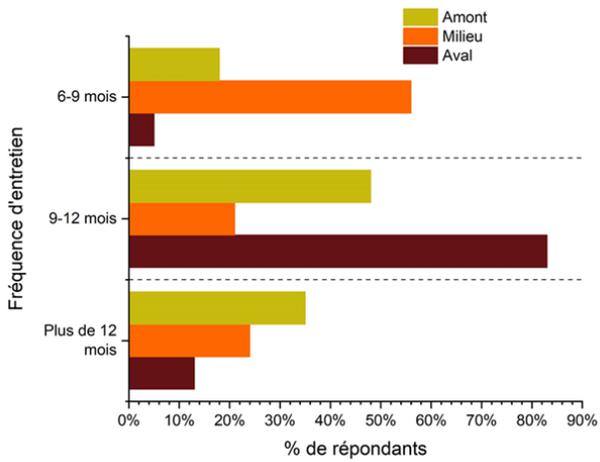


Figure 4. J. Fréquence d'entretien des techniques mécaniques

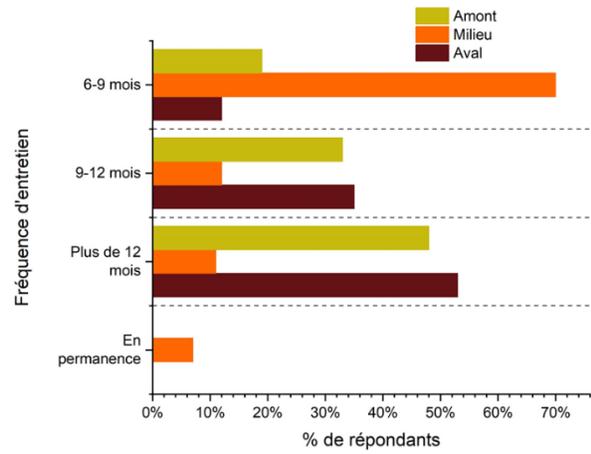


Figure 5.J. Fréquence d'entretien des techniques biologiques

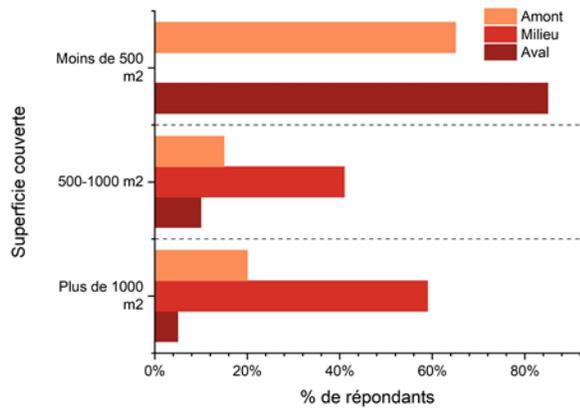


Figure 6 J. Techniques mécaniques

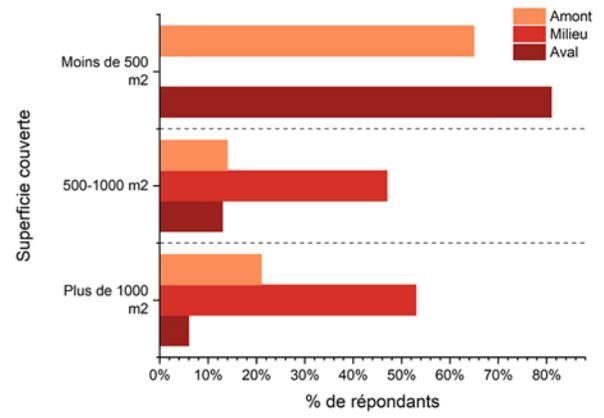


Figure 7 J. Techniques biologiques

ANNEXE K

QUELQUES ILLUSTRATIONS DES ENTRETIENS INDIVIDUELS ET DE GROUPE



Figure 1 K. Entretien avec un agriculteur de l'aval du bassin versant



Figure 2 K. Entretien de groupe avec les habitants de l'aval du bassin versant



Figure 3 K. Entretien de groupe avec les habitants de l'amont du bassin versant



Figure 4 K. Pose photographique avec la communauté après une séance de validation de résultats

ANNEXE L

QUELQUES ILLUSTRATIONS DE PRATIQUES LOCALES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT



Figure 1 L. Cordons pierreux au sein d'une parcelle



Figure 2 L. Cordons pierreux combinés aux herbes guinéées



Figure 3 L. Bandes enherbées mises en place dans une parcelle de cultures



Figure 4 L. Paillage du sol avec des résidus du sarclage



Figure 5 L. Association de cultures sur un versant : Maïs + Pois Congo



Figure 6 L. Systèmes de production agroforestiers

RÉFÉRENCES

- Abdullah, L., Chan, W. et Afshari, A. (2019). Application of PROMETHEE method for green supplier selection: a comparative result based on preference functions. *Journal of Industrial Engineering International*, 15(2), 271-285
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3).
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Aenishaenslin, C., Bélanger, D., Fertel, C., Hongoh, V., Mareschal, B. et Waaub, J.-P. (2019). Guide pratique de mise en place d'un processus décisionnel multicritère et multi-acteurs : étapes et outils. *Les Cahiers du GERAD* (G-2019-03). <https://www.gerad.ca/fr/papers/G-2019-03>
- African Ministers' Council on Water (AMCOW) et Global Water Partnership (GWP). (2013). *Sécurité en eau et développement résilient au changement climatique* [Document d'information technique]. AMCOW. https://www.gwp.org/globalassets/global/wcdp-files/wacdep-publications/tdb_french_final.pdf
- Agence française de développement (AFD) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). (2016). *Programme d'appui aux filières durables et à l'aménagement durable des bassins versants dans le département du Sud d'Haïti* [Note de communication d'opération]. AFD.
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) (2012). *Project for the enhancement of the sea fishing in the South-eastern department, Haïti, 7th phase*. AECID.
- Agrawal, A. (2002). Classification des savoirs autochtones : la dimension politique. *Revue internationale des sciences sociales*, 3(3). <https://doi.org/10.3917/riss.173.0325>
- Ahononga F. C., Gouwakinnou G. N., Biaou S. S. H. et Biaou, S. (2020). Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. *Bois et Forêts des Tropiques*, 346. <https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36295>
- Aimée D., Sambou H., Diop C., Ntiranyibagira E., Dacosta H. et Sambou B. (2018). Dynamique d'occupation du sol des zones humides urbanisées de Dakar (Sénégal) de 1942 à 2014. *Vertigo*, 18(1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.20120>
- Al Hamndou, D. et Requier-Desjardins, M. (2008). Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée. *Vertigo*, 8(1). <https://doi.org/10.4000/>
- Albarrán-Portillo, B., García-Martínez, A., Ortiz-Rodea, A., Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo J. F. et Arriaga-Jordán C. M. (2019). Socioeconomic and productive characteristics of dual purpose farms based on agrosilvopastoral systems in subtropical highlands of central Mexico. *Agroforestry Systems: An Agroforest Syst*, 93(5). <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0299-2>
- Aldwaik, S. Z. et Pontius, R. G. (2012). Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landsc. Urban Plan*, 106, 103-114.

- Alscher, S. (2010). Île d'Hispaniola. Des voisins inégaux confrontés à des défis semblables : dégradation environnementale et migration. *Homme et migration*, 1284.
<https://doi.org/10.4000/hommesmigrations.1248>
- Al Karkouri, J., Laouina, A., Mohammed, S. F. A. et Naimi, K. (2013). Cartographie de la gestion durable des terres, dans la commune des Sehou, (Maroc Atlantique) Approche WOCAT–LADA-DESIRE. *Association de recherche en Gestion durable des terres*, 63.
<https://www.researchgate.net/publication/315647600>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I. et Montalba, R. (2017). Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: an agroecological perspective. *Sustainability*, 9(3).
<https://doi.org/10.3390/su9030349>
- Amoros, C. et Petts, G. E., réd. (1993). *Hydrosystèmes fluviaux. Collection Écologie no 24*. Masson.
- André, T. et Beuret, J.-E. (2012). *Proximités territoriales*. Economica.
- Andriamahefazafy, F., Méral, P. et Rakotoarijaona, J. R. (2007). *La planification environnementale : un outil pour le développement durable ?* In C. Chaboud (dir.), G. Froger (dir.), P. Méral (dir.), J.C. Deberre (préf.). Madagascar face aux enjeux du développement durable : des politiques environnementales à l'action collective locale. Karthala.
- Andrianarivo, A., Delaitre, E., Laques, A.-E., Carrière, S. M. et Hervé, D. (2015). Détection de changement de l'occupation du sol dans une commune à la périphérie de la forêt humide de Fianarantsoa. In S. Razanaka, S. Rakotondraompiana, et F. Rafamantanantsoa (ed.), *Transitions agraires au sud de Madagascar : résilience et viabilité, deux facettes de la conservation : actes du séminaire de synthèse du projet FPPSM. Antananarivo* (p. 31-43). Séminaire de Synthèse du Projet FPPSM "Forêts, Parcs, Pauvreté au Sud de Madagascar". IRD
- Ankrah, D. A., Kwabong, N. A. et Boateng, S. D. (2022). Indigenous knowledge and science-based predictors reliability and its implication for climate adaptation in Ghana. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14(4), 1007-1019.
<https://doi.org/10.1080/20421338.2021.1923394>
- Antoine, D. (2016). *Projet de reboisement du bassin versant de la rivière Mulet à Roche-à-Bateau*. Corabel.
- Antunes, V. N. B. (2019). Contributions from culture to sustainable territorial development. *Global Journal of Archaeology & Anthropology*, 8(2). <https://doi.org/10.19080/GJAA.2019.08.555735>
- Apostolescu, M.-L., Boissonade, L., Brunet, P., Aguado, M. G. et Vaschalde, D. (2014). Fin de la faim : comment assurer la transition agricole et alimentaire ? *Agriculture*, 3(04), 3-14.
- Arcidiacono, C., Natale, A., Carbone, A. et Procentese, F. (2017). Participatory action research from an intercultural and critical perspective. *Journal of Prevention & Intervention in the Community*, 45(1), 44-56.

- Arlington Group Planning + Architecture Inc., EBA a Tetra Tech Company., DE Jardine Consulting, Sustainability Solutions Group, (2013). *Sea Level Rise Adaptation Primer: A Toolkit to Build Adaptive Capacity on Canada's South Coasts*. Prepared for the British Columbia Ministry of Environment. Ministry of Environment.
<https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/resources/slr-primer.pdf>
- Atkinson, R. (1998). *The new urban governance and urban regeneration: Managing community participation*. In a conference on Cities in the XXIst Century.
- Audoux, C. et Gillet, A. (2011). Recherche partenariale et coconstruction de savoirs entre chercheurs et acteurs : l'épreuve de la traduction. *Revue Interventions économiques*, 43.
<https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.1347>
- Audoux, C. et Gillet, A. (2015). Recherches participatives, collaboratives, recherches-actions. Mais de quoi parle-t-on ? Dans Les chercheurs ignorants éd., *Les recherches-actions collaboratives : Une révolution de la connaissance* (p. 44-47). Presses de l'EHESP.
- Agustin, E. S. A. S., Martini, R., Setiyono, B. et Aye, G. (2022). Evaluating rural tourism competitiveness: application of promethee-gaia method. *Cogent Economics & Finance*, 10(1).
<https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2054526>
- Baghdadi, N., Zribi, M. (2017). *Observations des surfaces continentales par télédétection optique : techniques et méthodes* (Ser. Collection système terre-environnement. Série télédétection pour l'observation des surfaces continentales, volume 1). ISTE
http://ressources.bibliotheques.uqam.ca/re/mono_elect/156_Observation_des_surfaces_continetales_par_teleedetection_optique_UQAM.pdf
- Baite, W., Boukdir, A., Zitouni, A. et Dahbi, S. D. (2019). Étude d'inventaire des utilisateurs d'eau du domaine public hydraulique du bassin du Laou: apport du SIG à la gestion intégrée des ressources en eau. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 25(2), 552-564.
- Balducci, A. et Calvaresi, C. (2005). Participation and Leadership in Planning Theory and Practices. In Haus, M., Heinelt, H., Stewart, M (éd.), *Urban Governance and democracy* (p. 235-251). Routledge.
- Ballard, H. L. et Belsky, J. M. (2010). Participatory action research and environmental learning: implications for resilient forests and communities, *Environmental Education Research*, 16(5), 611-627.
- Balthazar, E., Bélanger, G., Chouinard, O., Da Cunha, C., Deboudt, P., Délusca, K., Desse, M., Flanquart, H., Marrou, L., Noblet, M., Plante, S., Rioux, C., Urli, B., Vanderlinden, J.-P. et Weissenberger, S. (2016). *Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières – Une perspective globale*. UVED. http://www8.umoncton.ca/umcm-climat/uved/grain/3_1_4_resilience/page:2
- Bankoff, G, Frerks, G. et Hilhorst, D. (2004). *Mapping Vulnerability*. Earthscan, London. North Carolina's Hurricane History. University of North Carolina Press, Chapel Hill.

- Banque interaméricaine de développement (2018). *Cadre de gestion environnemental et social. Opération de travaux multiples. Transport et connectivité départementale, Haïti* [Rapport]. BID
- Banque mondiale (2018). *Le charbon de bois en Haïti. Bilan national de production de charbon de bois et évolution des habitudes en matière de consommation* [Rapport]. Banque mondiale.
- Banque mondiale (2020a, 15 février). Agriculture, valeur ajoutée (% du PIB) Haïti. Dans *données Banque mondiale*. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=HT>
- Banque mondiale (2020b). *Utilisation de données comportementales pour améliorer les mécanismes de préparation aux désastres, d'alerte précoce et de réponse en Haïti* [Rapport]. Banque mondiale.
- Banque mondiale (2021, 22 mai). Explore historical and projected climate data, climate data by sector, impacts, key vulnerabilities and what adaptation measures are being taken. Explore the overview for a general context of how climate change is affecting Haiti. Dans *Climate Change Knowledge Portal/For Development Practitioners and Policy Makers*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/haiti>
- Barchia, M. F., Amri, K. et Apriantoni, R. (2018). Land degradation and option of practical conservation concepts in manna watershed bengkulu indonesia. *Terra: Journal of Land Restoration*, 1(2). <https://doi.org/10.31186/terra.1.2.23-30>
- Baudry, J., Alignier, A. Thomas, Z. (2017). Interdisciplinarité et représentation de la complexité des systèmes socio-écologiques : recherches sur la zone atelier Armorique. *Natures Sciences Sociétés*, 4(Supp. 4). <https://doi.org/10.1051/nss/2017032>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. et Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific data*, 5(1), 1-12.
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. et Wood, E. F. (2020). Publisher Correction: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific data*, 7(274). doi: 10.1038/s41597-020-00616-w
- Bélangier, N. (2017). *Agroforesterie et développement durable : Cours et illustrations, ENV3114*. Université TÉLUQ. <https://env3114.teluq.ca/module-2/2-1-les-trois-principaux-types-agroforestiers/>
- Belhedi, A. (2016). Territoire, développement territorial, géogouvernance. Actes des travaux du colloque international du collectif de recherche « Langages, objets, territoires et hospitalités ». *Revue des régions arides*, 40, 3-15.
- Bellande A. (2008). *Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé* [Document thématique]. Nations Unies.
- Bellande, A. (2009). Déboisement et reboisement en Haïti: quelques éléments pour comprendre et agir. *Revue Conjonction*, 1, 221-222.

- Bellande, A. (2010). *Historique des interventions en matière d'aménagement des bassins versants en Haïti et leçons apprises* [Document thématique]. CIAT
- Bellande, A. (2011). *Propositions de politique et de stratégies pour la gestion des bassins versants* [Document thématique]. CIAT.
- Bellande, A. (2015). *Haïti déforestée, paysages remodelés*. Cidihca
- Benchettouh, A., Kouri, L. et Jebari, S. (2017). Spatial estimation of soil erosion risk using RUSLE/GIS techniques and practices conservation suggested for reducing soil erosion in wadi mina watershed (northwest, Algeria). *Arabian Journal of Geosciences*, 10(4).
<https://doi.org/10.1007/s12517-017-2875-6>
- Benniou R., Souadia, D., Nasri, H., Benkherbache, N., Hamdani, M., Sersoub, D., Laouer S., Bendada, H. et Belguet, H. (2016). Étude de l'effet de semis direct sur la dynamique des adventices en fonction de l'assolement culturale en milieu semi-aride. Cas de la région de Ouled Mansour M'sila. *Revue Agriculture. Numéro spécial 1*, 246-253
- Benkadja, R., Boussag, F. et Benkadja, A. (2015). Identification and assessment of the erosion risk on the K'sob watershed (eastern Algeria). *The official journal of the IAEG*, 74(1). doi :10.1007/s10064-014-0611-y.
- Bentes-Gama, M. D. M., Silva, M. L. D., Vilcahuamán, L. J. M. et Locatelli, M. (2005). Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, Machadinho d'Oeste-RO. *Revista Árvore*, 29, 401-411.
- Bergeri, I., Michel, R. et Boutin, J. P. (2002). Pour tout savoir ou presque sur le coefficient kappa. *Med Trop*, 62, 634-636.
- Berkes, F. et Folke, C. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press.
- Bezrukova, T. L., Gyiazov, A. T. et Kuksova, I. V. (2020). Socio-ecological and economic efficiency of the territories of forestry. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 595(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/595/1/012050>
- Bigi, A. (2012). *Guide de référence sur les pratiques de prévention et de la lutte contre l'érosion dans le département Sud d'Haïti* [Guide technique]. MARNDR.
- Biswas, A. K. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment. *Water International*, 29(2), 248-256
- Blangy, S., McGinley, R., et Lemelin, R.-H. (2010). Recherche-action participative et collaborative autochtone : améliorer l'engagement communautaire dans les projets touristiques ? *Teoros*, 29(1), 69-80.
- Blangy, S. (2017). *Coconstruire le tourisme autochtone par la recherche action participative et les technologies de la communication*. L'Harmattan.

- Blangy, S., Bocquet, B., Fiorini, C., Fontan, J. M., Legris et M., Reynaud, C. (2018). Recherche et innovation citoyenne par la Recherche Action Participative. *Technologie et innovation*, 18(4), 1-17
- Boisjoly-Lavoie, A., Plante, S., Spaggiari, J., Verville, A. et Brisson, G. (2015). *Anticosti, une communauté riche de son patrimoine, complexe et à la recherche de son développement* [Rapport réalisé pour le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles dans le cadre de l'Évaluation environnementale stratégique sur les hydrocarbures, propre à Anticosti]. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles.
- Bollettino, V., Alcayna, T., Dy, P. et Vinck, P. (2017). Introduction to Socio-Ecological Resilience. *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, 1-32.
<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.261>
- Bourassa, M., Bélair, L. et Chevalier, J. (2007). Les outils de la recherche participative. *Éducation Et Francophonie*, 35, 1-11.
- Bourgeron P. S., Humphries, H. C. et Riboli-Sasco, L. (2009). Regional analysis of social-ecological systems. *Natures Sciences Sociétés*, 17(2), 185-193.
- Bouyssou, D. (1993). Décision multicritère ou Aide multicritère ? Working Group-Multicriteria Aid for Decisions, cs.put.poznan.pl. <http://www.cs.put.poznan.pl/ewgmca/pdf/Bouyssou.pdf>
- Braga, B. (2001). Integrated Urban Water Resources Management A: Challenge into the 21st Century. *International Journal of Water Resources Development*, 17(4).
<https://doi.org/10.1080/07900620120094127>
- Brans, J. P. et Mareschal, B. (1994). The PROMCALC and GAIA decision support system for multicriteria decision aid. *Decision support systems*, 12(4-5), 297-310.
- Brans, J. P., Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. In J.R., Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis* (112-131). Springer.
- Briffett Aktaş, C. (2021). Enhancing social justice and socially just pedagogy in higher education through participatory action research. *Teaching in Higher Education*, 1-17
- Brochet, M. (1993). Les stratégies de lutte contre l'érosion et l'aménagement des bassins versants en Haïti. In : *Tiers-Monde*, 34(134), 423-436.
- Brotos, J. (2013). *La planification environnementale : nouveau modèle des politiques publiques territoriales durables ?* Pole développement durable et territoires méditerranéens CERIC/Cnrs.
- Brown, K. (2014). Global environmental change I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107-117.
- Brydon-Miller, M., Kral, M. et Ortiz Aragón, A. (2020). Participatory action research: International perspectives and practices. *International Review of Qualitative Research*, 13(2).
<https://doi.org/10.1177/1940844720933225>

- Burton, J. (2003). *Integrated Water Resources Management on a Basin Level* [A Training Manual]. Éditions MultiMondes.
- Cajaiba, A. P. et Avenier, M.-J. (2013). Recherches collaboratives et constructivisme pragmatique: éclairages pratiques. *Recherches qualitatives*, 32(2), 201-226.
- Calle, Z., Murgueitio, E. et Chará, J. (2012). Intégrer les activités forestières, l'élevage extensif durable et la restauration du paysage. *Unasylva*, 239(63), 31-40.
- Caloz, R. et Collet, C. (2001). *Précis de télédétection volume 3. Traitement numérique d'images de télédétection*. Presse de l'Université du Québec.
- Camden, C. et Poncet, F. (2014). Recherche-action participative: nouvelles perspectives. Dans Tétreault, S., et Guillez, P., *Guide pratique de recherche en réadaptation—Méthodes, techniques et outils d'intervention* (p.383-421). Deboeck
- Canlas, I. P. et Karpudewan, M. (2020). Blending the principles of participatory action research approach and elements of grounded theory in a disaster risk reduction education case study. *International Journal of Qualitative Methods*, 19. DOI: [10.1177/1609406920958964](https://doi.org/10.1177/1609406920958964)
- Caron, A. et Martel, R.-P. (2005). *La vision stratégique du développement culturel, économique, environnemental et social*. Ministère des Affaires municipales et des régions (MAMR).
- Castells, M., Caraça, J. et Cardoso, G. (2012). *Aftermath: The cultures of the economic crisis*. Oxford University Press.
- Castor, S. (1997). *Décentralisation et processus de démocratisation*. CRESFED.
- Catroux, M. (2002). Introduction à la recherche-action : modalités d'une démarche théorique centrée sur la pratique, Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité. *Les Cahiers de l'APLIUT*, 21(3). <https://doi.org/10.4000/apliut.4276>
- Caissie, A. et Simard, M. (2021). Mutations structurelles et contribution de la culture des petits fruits au développement territorial durable : le cas de la péninsule acadienne au Nouveau-Brunswick. *Revue Organisations & Territoires*, 30(1). <https://doi.org/10.1522/revueot.v30n1.1295>
- Centre national de l'information géospatiale (CNIGS) (2001). *La carte des Bassins Versants d'Haïti*. Unité de Télédétection et de Systèmes d'Informations Géographiques, Ministère de la Planification et de la Coopération Externe (MPCE). CNIGS.
- Cissé, H. D. (2013). *Intégration de la biodiversité dans l'évaluation environnementale stratégique des aménagements dans le bassin fluvial du programme kandadji au Niger* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel. <https://archipel.uqam.ca/5864/>
- Civil, E. (2007). *Évaluation économique des systèmes agroforestiers en Haïti. Étude de cas de Petite Rivière de Nippes* [Mémoire de maîtrise, Faculté des études supérieures de l'Université Laval]. <https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/QQLA/TC-QQLA-24636.pdf>

- Civil, E. (2021). Les zones humides d'Haïti : Quelle gouvernance? *Liaison Énergie-Francophonie*, 1-5
<https://docplayer.fr/210655559-Les-zones-humides-d-haiti-quelle-gouvernance.html>
- Cherven, K. (2015). *Mastering Gephi network visualization*. Packt Publishing Ltd.
- Chikh, H. A., Habi, M. et Morsli, B. (2019). Influence of vegetation cover on the assessment of erosion and erosive potential in the Isser marly watershed in northwestern Algeria-comparative study of RUSLE and PAP/RAC methods. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(5).
<https://doi.org/10.1007/s12517-019-4294-3>
- Chouinard, O., Weissenberger, S. et Lane, D. (2015). L'adaptation au changement climatique en zone côtière selon l'approche communautaire : études de cas de projets de recherche-action participative au Nouveau-Brunswick (Canada). *Vertigo (Hors-série 23)*.
<https://doi.org/10.4000/vertigo.16642>
- Chouinard, O., Plante, S., Weissenberger, S., Noblet, M. et Guillemot, J. (2017). The participative action research approach to climate change adaptation in Atlantic Canadian coastal communities. In Leal Filho, W. et Keenan, J. M. (Eds), *Climate Change Adaptation in North America: Fostering Resilience and the Regional Capacity to Adapt*. Springer.
- Clauzel, C., Gardin, J., Carré, C., Sourdril, A. et Fofack, R. (2018). Les Temps des territoires. Introduction du dossier thématique. *Développement durable et territoires*, 9(2), 1-12.
- Clements, J. T., Creager, C. S., Beach, A. R., Butcher, J. B., Marcus, M. D. et Schueler, T. R., (2000). *Un cadre pour la gestion par bassin versant tiré de l'expérience des États-Unis : projet 93-irm-4, 1996*. RÉSEAU environnement.
- Clerc, D., Bernstein, J. et Grossetête, Y. (2018). Les anticipations rationnelles. *Alternatives Économiques*, 10 (383), 76.
- Climate-Data.org (2021, 5 mars). *Les données climatiques pour les villes du monde entier*.
<https://fr.climate-data.org/location/437106/>
- Cronkleton, P., Evans, K., Addoah, T., Smith Dumont, E., Zida, M. et Djoudi, H. (2021). Using participatory approaches to enhance women's engagement in natural resource management in Northern Ghana. *Sustainability*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/su13137072>
- Cochet, H., Devienne, S. et Dufumier, M. (2007). L'agriculture comparée, une discipline de synthèse ? *Économie rurale*, (297-298). DOI : [10.4000/economierurale.2043](https://doi.org/10.4000/economierurale.2043)
- Coenen, H. (2001). Recherche-action : rapports entre chercheurs et acteurs. *Revue internationale de psychosociologie*, 16(16-17). <https://doi.org/10.3917/rips.016.0019>
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED). (1988). Notre avenir à tous : Rapport Brundtland. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). (2016). *Synthèse des approches de gestion intégrée par bassin versant au Canada* [Document thématique]. CCME.

- Convention sur la diversité biologique (CDB). (2007). *La diversité biologique et la diversité culturelle ou les éléments constitutifs de la vie sur terre*. 47e Assemblée Générale de la Commission Canadienne pour l'UNESCO. SCDB.
- Convention sur la diversité biologique (CDB). (2010). *Vivre en harmonie avec la nature*. Décennie des Nations Unies pour la biodiversité (2011-2020). SCDB.
- Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire (CNSA) et Programme alimentaire mondial (PAM). (2016). *Évaluation de la sécurité alimentaire en situation d'urgence en Haïti* [Rapport]. <https://haiti.un.org/sites/default/files/2018-11/EVALUATION%20DE%20LA%20SECURITE%20ALIMENTAIRE%20EN%20SITUATION%20DE%20URGENCE%20EN%20HAITI.PDF>
- Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire (CNSA). (2022, 2 août). *Analyse intégrée de l'insécurité alimentaire aiguë Mars-juin 2022*. Mise à jour de projection de l'analyse de septembre 2021. <https://www.cnsahaiti.org/analyse-ipc-de-linsecurite-alimentaire-aigue-mars-juin-2022/>
- Corbonnois, J., Laurent, F., Andreu-Boussut, V., Messner, F., Roberto, V., Medeiros Vieira, R., Sogue, M., Duchemin, É. et Vandelac, L. (2014). L'intensification des pratiques agricoles et la mobilisation des ressources naturelles dans La Pampa du Sud du Brésil. *VertigO*, 14(1),1-26.
- Corrado, A. M., Benjamin-Thomas, T. E., McGrath, C., Hand, C., Laliberte Rudman, D. et Heyn, P. C. (2020). Participatory action research with older adults: a critical interpretive synthesis. *The Gerontologist*, 60(5). <https://doi.org/10.1093/geront/gnz080>
- Cornish, F., Breton, N., Moreno-Tabarez, U., Delgado, J., Rua, M., Alkins, A. D. et Hodgetts, D. (2023). Participatory action research. *Nature reviews Methods Primers*, 3(34). <https://doi.org/10.1038/s43586-023-00214-1>
- Côté, G. et Waaub, J.-P. (2000). L'évaluation des impacts d'un projet routier : l'utilité de l'aide multicritère à la décision. *Cahiers de géographie du Québec*, 44(121). <https://doi.org/10.7202/022881ar>
- Côté, G. et Waaub, J.-P. (2012). *Mécanismes de participation publique dans les évaluations environnementales stratégiques*. Rapport présenté au Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur les gaz de schiste.
- Côté, G., Waaub, J.-P. et Mareschal, B. (2017). L'évaluation d'impact environnemental et social en péril. *VertigO*,17(3), 1-31.
- Côte Sud Initiative (CSI). (2012). *Étude de Base Intégrée. Dix communes de la côte sud-ouest, département du Sud, Haïti*. Rapport réalisé avec l'appui financier et technique de l'Earth Institute de Columbia University. CSI.
- Cui, D., Liang, S., Wang, D. et Liu, Z. (2021). A 1 km global dataset of historical (1979–2013) and future (2020–2100) Köppen–Geiger climate classification and bioclimatic variables. *Earth System Science Data*, 13(11), 5087-5114.

- Crowley, M. et Risse, N. (2011). L'évaluation environnementale stratégique : un outil pour aider les administrations publiques à mettre en œuvre le développement durable. *Télescope*, 17(2), 1-29.
- Cvitanovic, C., Howden, M., Colvin, R. M., Norström, A., Meadow, A. M. et Addison, P. F. E. (2019). Maximising the benefits of participatory climate adaptation research by understanding and managing the associated challenges and risks. *Environmental Science & Policy*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.028>
- Dalal-Clayton, B. (1993). *Modified EIA and Indicators of Sustainability: First Steps towards Sustainability Analysis, Environmental Planning Issues no 1*. International Institute for Environment and Development.
- Dallabrida, V. R. (2011). *Governança territorial e desenvolvimento: descentralização político-administrativa, estruturas subnacionais de gestão do desenvolvimento e capacidades estatais*. Garamond.
- Damus, O. (2020). Le rôle des matrones dans la gestion et l'utilisation durable de la biodiversité en Haïti. Matrimonialisation et sauvegarde de leur métier. *Études caribéennes*, 45-46. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.18967>
- D'Aquino, P. (2002). Le territoire entre espace et pouvoir : pour une planification territoriale ascendante. *L'Espace géographique*, 1(1). <https://doi.org/10.3917/eg.311.0003>
- Darghouth, S., Ward, C., Gambarelli, G., Styger, E. et Roux, J. (2008). *Watershed management approaches, policies, and operations: lessons for scaling up*. Paper No 11. World Bank.
- David, A. et Damart, S. (2011). Bernard Roy et l'aide multicritère à la décision. *Revue française de gestion*, 5(5), 15-28.
- Dayamba, S. D., D'haen, S., Coulibaly, O. J. D. et Korahiré, J. A. (2019). *Étude de la vulnérabilité des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux face aux changements climatiques dans les provinces du Houet et du Tuy au Burkina Faso*. Report produced under the project "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne". Climate Analytics gGmbH.
- Dedding, C., Goedhart, N. S., Broerse, J. E. et Abma, T. A. (2021). Exploring the boundaries of 'good' participatory action research in times of increasing popularity: dealing with constraints in local policy for digital inclusion. *Educational Action Research*, 29(1). <https://doi.org/10.1080/09650792.2020.1743733>
- Deffontaines, J.-P. et Brossier, J. (2000). Système agraire et qualité de l'eau. Efficacité d'un concept et construction négociée d'une recherche. *Nature sciences Sociétés*, 8(1), 14-25.
- Delaporte, I. et Maurel, M. (2018). Adaptation to climate change in bangladesh. *Climate Policy*, 18(1). <https://doi.org/10.1080/14693062.2016.1222261>
- Delerue, F. (2007). *La problématique des bassins versants en Haïti* [Document thématique]. Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières.

- Delerue, F. (2010). *Une expérience de reboisement communautaire innovante en Haïti : méthode, résultats et analyse* [Rapport d'étude]. AVSF
- Delerue, F. (2014). L'intégration des familles paysannes haïtienne dans la lutte antiérosive à travers la cartographie participative. *Field Actions science Reports*, 1-13
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2012). *Bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols* [Guide technique]. PROMAP, GIZ.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2021). *Manuel de formation en agriculture biologique pour l'Afrique*. Un livret pour les producteurs. Comment préserver les nutriments du sol et l'eau. Livret no 3 Conservation des sols et de l'eau [Document de formation]. Institut de Recherche de l'Agriculture biologique (FiBL), GIZ.
- Deschenaux, F., Royer, C. et Baribeau, C. (2019). 30e anniversaire de recherches qualitatives : une revue bien établie qui fait avancer la réflexion méthodologique. *Recherches Qualitatives*, 38(1). <https://doi.org/10.7202/1059644ar>
- Del Campo, A. D., González-Sanchis, M., Ilstedt, U., Bargués-Tobella, A. et Ferraz, S. (2019). Forêts et systèmes agrosylvopastoraux des terres arides : l'eau au cœur de la question. *Unasylva*, 70(251), 29-37.
- Descroix, L. (2002). Le rôle de l'homme dans l'entretien et la dégradation des sols des régions à faible densité de population : analyse comparative de trois cas de figure. *Cahiers de géographie du Québec*, 46(128). <https://doi.org/10.7202/023041ar>
- Desgagné, S. (1998). La position du chercheur en recherche collaborative : illustration d'une démarche de médiation entre culture universitaire et culture scolaire. *Recherches qualitatives*, 18, 77-105.
- Deslorges, D. (2021). Gouvernance locale et conservation de la biodiversité en Haïti : entre inefficacité et redéfinition. *Ethnologies*, 43(2). <https://doi.org/10.7202/1088199ar>
- Desse, M. (2003). Les difficultés de gestion d'un littoral de survie à Haïti : l'exemple du golfe de la Gonâve. *Cahiers de géographie du Québec*, 47(130), 63-83.
- De Vries, DH. (2011). Temporal vulnerability in hazardscapes: flood memory-networks and referentiality along the north carolina neuse river (USA). *Global Environmental Change*, 21(1), 154-164.
- Diallo, A. I. P., Baudouin, Y. et Raymond, M. (2014). Modélisation de la dynamique des systèmes socio-écologiques en vue de l'élaboration d'un cadre de référence pour la durabilité environnementale et territoriale : application au massif du Fouta- Djallon (Guinée). *Cybergeogeo*, 1-38. <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.26296>
- Diallo, M., Doumbouya, A., Kourouma, D. L., Samoura, K. et Waaub, J.-P. (2019a). Modèle de critères prenant en compte la biodiversité halieutique en planification stratégique portuaire en Guinée. *Vertigo*, 19(3), 1-32.

- Diallo, M., Kourouma, D. L., Mandjee, R. S. et Waub, J.-P. (2019b). Évaluation de scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime. *Les Cahiers du GERAD*, (G-2019-77). <https://www.gerad.ca/fr/papers/G-2019-77>
- Dicko, M., Diawara, B., Tangara, B., Jamin, J.-Y., Rougier, J.-E. et Bah, S (2020). Une approche participative pour améliorer la maintenance du réseau et la gestion de l'eau dans un périmètre irrigué au Mali. *Irrig. and Drain.* 69(1), 139-147
- Direction générale de la protection civile (DGPC). (2021). *Tremblement de terre*. Rapport de situation No. 3. DGPC.
- Doucet, M. et Dumais, L. (2015). La recherche-action collaborative, une activité dialogique pour produire des connaissances. Dans Les chercheurs ignorants (éd.), *Les recherches-actions collaboratives : Une révolution de la connaissance* (p.75-84). Presses de l'EHESP.
- Doucet, M., Pratt, H., Dzhenganin, M. et Read, J. (2022). Nothing About Us Without Us: Using Participatory Action Research (PAR) and arts-based methods as empowerment and social justice tools in doing research with youth 'aging out' of care. *Child Abuse & Neglect*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2021.105358>
- Dubois J.-L., Mahieu F.-R. et Poussard, A. (2002). La durabilité sociale comme composante du développement humain durable ? Développement : vers un nouveau paradigme. *Cahiers du GRATICE*, 1(20), 95-110.
- Dufumier, M. (2006). Diversité des exploitations agricoles et pluriactivité des agriculteurs dans le Tiers Monde. *Cahiers agricultures*, 15(6). Doi : [10.1684/agr.2006.0028](https://doi.org/10.1684/agr.2006.0028)
- Dumais, L. (2011). La recherche partenariale au Québec : tendances et tensions au sein de l'université. *SociologieS*, 3747, 1-19.
- Eckstein, D., Hutflits, M.-L. et Wings, M. (2019). *Global climate risk index 2019 who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2017 and 1998 to 2017*. Germanwatch e.V. https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/Global%20Climate%20Risk%20Index%202019_2.pdf
- Eelderink, M., Vervoort, J. M. et van Laerhoven, F. (2020). Using participatory action research to operationalize critical systems thinking in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 25(1). <https://doi.org/10.5751/ES-11369-250116>
- Egerer, M., Fouch, N., Anderson, E. C. et Clarke, M. (2020). Socio-ecological connectivity differs in magnitude and direction across urban landscapes. *Scientific reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61230-9>
- Eilks, I., Ralle, B. (2002). Participatory action research. In B. Ralle et I. Eilks (Eds.), *Research in chemical education – What does it mean? Proceedings of the 16th symposium on chemical education at the University of Dortmund* (pp. 87-98). Shaker

- El Hage Hassan, H., Charbel, L. et Touchart, L. (2018). Modélisation de l'érosion hydrique à l'échelle du bassin versant du Mhaydssé. Békaa-Liban. *Vertigo*, 18(1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.19804>
- El Mokaddem, A. et Bencheikroun, F. (2016). La conservation des ressources en eau par la mise en œuvre de paiements pour services environnementaux dans un bassin versant. *Revue des sciences de l'eau*, 29(2). <https://doi.org/10.7202/1036543ar>
- Élie, J. R. (dir.). (2008). *Participation, décentralisation, collectivités territoriales en Haïti. La problématique*. Imprimeur II.
- Émile, E. S. (dir.). (2017). *Haïti a choisi de devenir un pays pauvre. Les vingt raisons qui le prouvent*. Les presses de l'Université Quisqueya.
- Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) (2007). *Stratégie pour l'Allègement de la Pression sur les Ressources Ligneuses Nationales par la Demande en Combustibles* [Rapport]. ESMAP.
- Faculté d'agronomie et de médecine vétérinaire et Groupe de recherche et d'échanges technologiques (FAMV et GRET) (1990). *Manuel d'agronomie tropicale appliquée à l'agriculture haïtienne*. Gret
- Fahlberg, A. (2023). Decolonizing Sociology Through Collaboration, Co - Learning and Action: A Case for Participatory Action Research 1. *In Sociological Forum*, 38(1). Doi : [10.1111/sof.12867](https://doi.org/10.1111/sof.12867)
- Falkenmark, M., Wang-Erlandsson, L. et Rockström, J. (2019). Understanding of water resilience in the Anthropocene. *Journal of Hydrology X*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2018.100009>
- Fauret, P., Ouattar, A., Gabé N'Goran, A., Koffi Yao, J., Coulibaly, B., Calas, B. et Courtin, F. (2018). Dynamiques territoriales en périphérie des Parcs Nationaux de Taï et de la Comoé (Côte d'Ivoire). *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 2(2), 373-402.
- Farinós Dasí, J. (2009). Le défi, le besoin et le mythe de la participation à la planification du développement territorial durable : à la recherche d'une gouvernance territoriale efficace. *L'information géographique*, 2(2). <https://doi.org/10.3917/lig.732.0089>
- Faye, V. M., Mbow, C. et Thiam, A. (2016). Évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol entre 1973 et 2010 dans la zone agropastorale du lac de Guiers (Sénégal). *Vertigo*, 16(1), 2-14.
- Faye, B., Dome, T., Diop, C., Ndiaye, D., Ndiaye, A. et Faye, G. (2018). Dynamique et détection des changements des unités d'occupation du sol du Nord de l'estuaire du Saloum de 1973 à 2014. *Revue Marocaine de Géomorphologie*, (2), 79-96
- Féret, S. et Douguet, J.-M. (2001). Agriculture durable et agriculture raisonnée. Quels principes et quelles pratiques pour la soutenabilité du développement en agriculture ? *Natures Sciences Sociétés*, 9(1), 58-64.
- Ferreira, C. (2006). Practicality, positionality, and emancipation: Reflections on participatory action research with a watershed partnership. *Systemic Practice and Action Research*, 19. DOI [10.1007/s11213-006-9044-2](https://doi.org/10.1007/s11213-006-9044-2)

- Fernandez, B.-E. (1997). *Stratégies pour le renforcement de l'aménagement des bassins versants de montagne en zone tropicale* : XI congrès Forestier Mondial.
- Fleurant, M.-M. (2020). Les changements climatiques à Haïti : pour la résilience socio-écologique des populations par l'adaptation dans le domaine de l'agriculture. Possibilités et limites du droit interne et international [Thèse de doctorat, Université Laval].
<https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/66597/1/36257.pdf>
- Florida D. et Redon, M. (2019). L'espace rural haïtien en mutation: du déclin de la caféiculture au développement de l'économie informelle dans la Chaîne des Cahos. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, 72(279). <https://doi.org/10.4000/com.9974>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective of social-ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16 (3), 253-267.
- Fomoa-Adenet, M. et Rieutort, L. (2008). Territoires ruraux insulaires et développement durable. *Études caribéennes*, 11. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.3454>
- Fonds international de développement agricole (FIDA). (2016). *L'avantage des savoirs traditionnels. Les savoirs des peuples autochtones dans les stratégies d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets*. FIDA.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1985). *IXe Congrès forestier mondial Mexico*. <http://www.fao.org/3/r1340f/r1340f00.htm#Contents>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1992). *Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification* : Cahier FAO conservation 21.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1996). *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Technical report of a major global cooperative effort coordinated by the Forest Resources Assessment 1990 Project. FAO.
<http://www.fao.org/3/w0015e/W0015E00.htm#TOC>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) et Banque mondiale. (2001). *Systèmes de production agricole et pauvreté*. Résumé. Améliorer les moyens d'existence des agriculteurs dans un monde en changement. FAO. <http://www.fao.org/3/a-ac349f.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2004). *Rapport sur les marchés des produits. 20003-2004*. <http://www.fao.org/3/y5117f/y5117f00.htm#Contents>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2005a). *Agriculture et développement rural durables (ADRD) et Bonnes pratiques agricoles (BPA)*. Comité de l'agriculture dix-neuvième session. http://www.fao.org/3/J4236f/j4236f00.htm#P38_2322
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2005b). *Politiques de développement agricole: concepts et expériences. Politiques foncières. Matériel conceptuel et technique*. FAO.
<https://www.fao.org/3/y5673f/Y5673F07.htm#ch5>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). *Gestion intégrée d'agriculture et d'élevage*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2010). *Les répercussions du changement climatique sur la sécurité alimentaire et la gestion des ressources naturelles en Afrique*. Vingt-sixième conférence régionale pour l'Afrique. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2011a). *L'état des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Gérer les systèmes en danger*. Rapport de synthèse. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2011b). *La pratique de la gestion durable des terres : Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne*. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2012). *La crise alimentaire et nutritionnelle du sahel : L'urgence d'appuyer la résilience des populations vulnérables*. Cadre stratégique de réponse régionale. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). *Les systèmes ingénieux du patrimoine agricole mondial*. Comité de l'agriculture. FAO. <http://www.fao.org/3/a-mk971f.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015a). *Évaluation des ressources forestières mondiales 2015 : Comment les forêts de la planète changent-elles ?* FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015b). *Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, Mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2015b). Promouvoir l'agroforesterie dans les politiques publiques. Guide pour les décideurs. <https://www.fao.org/3/i3182f/i3182f.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2015d). *Lutte contre la dégradation des terres pour la sécurité alimentaire et services écosystémiques des sols en Europe et en Asie centrale – Année internationale des sols 2015*. Trente-neuvième session. Commission européenne d'agriculture. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016a). *La situation de l'alimentation et de l'agriculture*. Changements climatiques, agriculture et sécurité alimentaire. L'action de la FAO face au changement climatique SOFA [Infographie]. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016a). *Adapter l'agriculture au changement climatique*. Changements climatiques, agriculture et sécurité alimentaire. L'action de la FAO face au changement climatique, Adaptation [Infographie]. FAO
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). *L'action de la FAO face au changement climatique*. Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques. <http://www.fao.org/3/i8037f/i8037f.pdf>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018a). *L'action de la FAO face au changement climatique*. Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques. FAO. <http://www.fao.org/3/CA2607FR/ca2607fr.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018b). *Les 10 éléments de l'agroécologie*. Guider la transition vers des systèmes alimentaires et agricoles durables. FAO. <https://www.fao.org/3/i9037fr/i9037FR.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018c). *Renforcer les politiques sectorielles pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition. Changement climatique*. Note d'orientation politique. FAO. <http://www.fao.org/3/i7217FR/i7217fr.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019a). *Vers une Gestion Durable des Terres (GDT)- Une collection des bonnes pratiques en Tunisie*. FAO. https://boris.unibe.ch/127236/1/jendoubi_2019_BP-Tunisie.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019b). Forêts et systèmes agrosylvopastoraux des terres arides : l'eau au cœur de la question. *Unasylva*, 1(70), 29-38.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable* [Rapport]. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692fr>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021a, février). Forêts et systèmes agrosylvo-pastoraux des zones arides. Dans *Gestion Durable des Forêts (GDF) Boîte à outils*. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/dryland-forests-agrosilvopastoral-systems/basic-knowledge/fr/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021b). *Stratégie de réponse : Contribution au plan de réponse humanitaire (2021-2022) pour la période de janvier-décembre 2021* [Rapport]. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Réorienter les politiques alimentaires et agricoles pour rendre l'alimentation saine plus abordable* [Rapport]. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639fr>
- Fortin, M.-J., Alberio, M. et Rezelman, A. (2017). *La recherche partenariale à l'UQAR : les formes en action*. Compte rendu de la journée d'étude organisée par le GRIDEQ et le CRDT-UQAR. GRIDEQ. <http://chairerp.uqam.ca/fichier/document/Recherche-Partenariaile-UQAR.pdf>
- Flotemersch, J. E., Leibowitz, S. G., Hill, R. A., Stoddard, J. L., Thoms, M. C. et Tharme, R. E. (2016). A watershed integrity definition and assessment approach to support strategic management of watersheds. *River Research and Applications*, 32(7). <https://doi.org/10.1002/rra.2978>
- Flores, S. S. et Medeiros, R. M. V. (2018). La dimension territoriale du développement durable. *Confins* 1(38). <https://doi.org/10.4000/confins.15992>
- Freire, P. (1971). *Pedagogy of the Oppressed*. Harmondsworth Middlesex: Pinguin Books.

- Freire, P. (1972). *Cultural Action for Freedom*. Herder & Herder.
- Gallopín, G. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(1) 293-303.
- Gallopín, G. (2007). *Workshop "Formal Approache to Vulnerability" Potsdam Institute for Climate Impact Research*. PowerPoint. https://www.pik-potsdam.de/en/output/projects/projects-archive/favaia/presentations_vul_ws/gallopín.pdf
- Gangbazo, G. (2004). *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concepts et application*. Environnement Québec.
- Gangbazo, G. (2006). *La gestion intégrée de l'eau par bassin versant « fonctionne » -t-elle vraiment ? Résultats d'une enquête mondiale et quelques enseignements pour le Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau.
- Gangbazo, G. (2009). *Bottin des experts qui œuvrent dans des domaines utiles pour les organismes de bassin versant*. Québec : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/35838>
- Gaubí, I., Chaabani, A., Ben Mammou, A. et Hamza, M. H. (2017). A gis-based soil erosion prediction using the revised universal soil loss equation (rusle) (lebna watershed, cap bon, tunisia). *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 86(1). <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2684-3>
- Gardi, C., Angelini, M., Barcelo, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonca Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muniz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodriguez, M.I., Vargas, R. et Ravina da Silva, M. (eds) (2015). *Soil Atlas of Latin America and the Caribbean, European Commission – Publications Office of the European Union*. Luxembourg. <https://www.fao.org/3/i3794fr/i3794FR.pdf>
- Gebretsadik, Z. M. (2014). Watershed degradation and the growing risk of erosion in hawassa-zuria district, southern Ethiopia. *Journal of Flood Risk Management*, 7(2). <https://doi.org/10.1111/jfr3.12033>
- Gélineau, L. (2007). C'est en cherchant qu'on devient ... : recherche-action participative, conscientisation et construction identitaire. *Convergence*, XL (1-2), 133-142.
- Gélineau, L., Dufour, É. et Bélisle, M. (2012). Quand recherche-action participative et pratiques AVEC se conjuguent : enjeux de définition et d'équilibre des savoirs. *Recherches qualitatives – hors série*, 13, 35-54.
- Gentes, I. et Vergara-Castro, J. (2015). Gouvernance environnementale en Haïti. Le défi d'assurer la diversité écologique parmi beaucoup d'intérêts. *En Revista Espacios Transnacionales*, 4,112-124.

- GEO HAÏTI (2010). *État et perspectives de l'environnement*. Rapport réalisé avec le soutien financier du Programme des Nations Unies pour l'Environnement et l'appui du Ministère de l'Environnement d'Haïti avec l'aide technique de l'Université Quisqueya.
[http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO_Haiti2010\(web\).pdf](http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO_Haiti2010(web).pdf)
- German, L. A, Mazengia, W., Charamila, S., Taye, H., Nyangas, S., Tanui, J., Ayele, S. et Stroud, A., (2007). *Action Research: An Approach for Generating Methodological Innovations for Improved Impact from Agricultural Development and Natural Resource Management*. AHI Methods Guide EI.
<http://apps.worldagroforestry.org/programmes/african-highlands/pdfs/mgs/Methods%20Guide%20E1.pdf>
- German, L. A., Tiani, A., Daoudi, A., Maravanyika, T. M., Chuma, E., Jum, C., Nemarundwe, N., Ontita, E. et Yitamben, G. (2012). *L'application de la recherche-action participative à l'adaptation aux changements climatiques en Afrique* [Étude]. CRDI
- Germain, E. (dir.). (2019). *Pourquoi Haïti peut réussir. Un essai d'économie politique*. C3 Éditions.
- Gheraout, R., Zeggane, H. et Remini, B. (2020). Dynamique du transport solide dans le bassin versant de l'Oued Isser au droit du barrage de Koudiat Acerdoune (Nord Algérie). *La Houille Blanche*, 4.
<https://doi.org/10.1051/lhb/2020038>
- Gichuki, L., Brouwer, R., Davies, J., Vidal, A., Kuzee, M., Magero, C., Walter, S., Lara, P., Oragbade, C. et Gilbey, B. (2019). *Réhabilitation des terres et restauration des paysages. Convergence des politiques entre restauration des paysages forestiers et neutralité en matière de dégradation des terres* [Document thématique]. UICN
- Guay, J.-F. (2016). *Contributions méthodologiques à la modélisation intégrée pour la planification du territoire et de l'environnement* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel.
<http://archipel.uqam.ca/id/eprint/8822>
- Guay, J.-F. et Waaub, J.-P. (2019). SOMERSET-P: a GIS-based/MCDA platform for strategic planning scenarios' ranking and decision-making in conflictual socioecosystem. *Euro Journal on Decision Processes*, 7(3-4). <https://doi.org/10.1007/s40070-019-00106-4>
- Guy, B., Feldman, T., Cain, C., Leesman, L. et Hood, C. (2020). Defining and navigating 'action' in a Participatory Action Research project. *Educational Action Research*, 28(1).
<https://doi.org/10.1080/09650792.2019.1675524>
- Global Water Partnership (GWP) et Réseau international des organismes de bassin (RIOB). (2009). *Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par Bassin*. GWP et RIOB.
<https://www.riob.org/IMG/pdf/GWP-RIOBManuelDeGIREparBassin.pdf>
- Gobin, A., Hien, L. T. T., Hai, L. T., Linh, P. H., Thang, N. N. et Vinh, P. Q. (2020). Adaptation to land degradation in southeast vietnam. *Land*, 9(302). <https://doi.org/10.3390/LAND9090302>
- Godrie, B., Boucher, M., Bissonnette, S., Chaput, P., Flores, J., Dupéré, S., Gélinau, L., Piroton, F. et Bandini, A. (2020). Injustices épistémiques et recherche participative: un agenda de recherche à la croisée de l'université et des communautés. *International Journal of Community Research and Engagement*, 13(1). <http://dx.doi.org/10.5130/ijcre.v13i1.7110>

- Gonzalez-laporte, C. (2014). Recherche-action participative, collaborative, intervention... Quelles explications ? [Rapport de recherche]. Labex Item, HAL open science.
- Goujon, M. (2017). Pauvreté, environnement et développement. *Revue quart monde* 2(242), 50-54.
- Gouvernement de la République d'Haïti (2006). *Loi fixant l'organisation et le fonctionnement de la collectivité municipale, dite commune ou municipalité*. Gouvernement de la République d'Haïti.
- Gouvernement de la République d'Haïti (2010). *Analyse des menaces naturelles multiples en Haïti (MULTI-MENHAS)*. Gouvernement de la République d'Haïti.
- Gouvernement de la République d'Haïti (2017). *Projet de loi portant révision du décret du 1er février 2006 fixant l'organisation et le fonctionnement de la collectivité municipale dite commune ou municipalité*. Gouvernement de la République d'Haïti.
- Gouvernement de la République d'Haïti (2022). Plan national d'adaptation au changement climatique. Gouvernement de la République d'Haïti.
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/PNA_HAITI.pdf
- Greenwatch, (2017). *Global climate risk index 2017 - Who suffers most from extreme weather events? Weather-related Loss Events in 2015 and 1996 to 2015*. Germanwatch e.V.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2001). Impacts, adaptation et vulnérabilité [Rapport technique]. Contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques. GIEC.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGII_TAR_full_report-2.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques Conséquences, adaptation et vulnérabilité* [Résumé technique]. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-fr.pdf>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014) : *Changements climatiques 2014* [Rapport de synthèse]. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2021). Influence humaine sur le système climatique. Dans *Changement climatique 2021, la base des sciences physiques* (p. 423-551). Contribution du Groupe de travail I à la sixième évaluation rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter03.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2022a). Impacts, adaptation et vulnérabilité [Rapport technique]. Contribution du Groupe de travail II au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques. GIEC.
https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2022b). *Mitigation des changements climatiques*. [Rapport d'évaluation]. Contribution du Groupe de travail III au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques. GIEC. https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf
- Gunderson, L.-H. (2000). Ecological Resilience - In Theory and Application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(5), 425-439.
- Guy-Romain, K. K., Mpakam, H. G., Ndonwy, S. A., Bopda, S. L. D. et Ekodeck, G. E. (2009). Gestion intégrée des ressources en eau et objectifs du millénaire pour le développement en Afrique : cas du Cameroun. *Vertigo*, 7(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.2319>
- Habou, Z. A., Boubacar, M. K. et Adam, T. (2016). Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique: défis et perspectives. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3). <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.28>
- Hammill, A., Bizikova, L., Dekens, J. et McCandless, M. (2013). *Comparative analysis of climate change vulnerability assessments: Lessons from Tunisia and Indonesia*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
- Handmer, J. W. et Dovers, S. (2009) A typology of resilience: rethinking institutions for sustainable development. In Schipper, E.L.F and Burton, I (eds), *The Earthscan reader on adaptation to climate change*. Earthscan
- Heck, I. et Godrie, B. (2020). Intégrer des savoirs locaux non scientifiques des femmes et des hommes dans la recherche (éviter les injustices épistémiques). Dans Piron, F. (dir.), *Guide décolonisé et pluriversel de formation à la recherche en sciences sociales et humaines* (module 4). Projet soutenu par l'APSOHA, l'ASBC et le CIRAM de l'Université Laval. <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/projetthese/chapter/integrer-des-savoirs-locaux-non-scientifiques-dans-une-these/>
- High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE) (2012). *Sécurité alimentaire et changement climatique. Un rapport du groupe de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition*. HLPE
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface. *Global environmental change*, 21, 198-208.
- Hoang, K.H. (2007). *Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant. Le cas du bassin versant de la rivière Càu (Viêt-nam)* [Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke]. <http://espace.inrs.ca/id/eprint/1635/1/T000448.pdf>
- Hongoh, V., Maybury, D., Levesque, J., Fazil, A., Otten, A., Turgeon, P., Waddell, L. et Ogden, N. H. (2021). Aide multicritère à la décision pour l'évaluation du risque de transmission de la COVID-19 dans les lieux de rassemblement. *RMTC*, 47(11). <https://doi.org/10.14745/ccdr.v47i11a02f>
- Holter, I. M. et Schwartz-Barcott, D. (1993). Action research: What is it? How has it been used and how can it be used in nursing? *Journal of Advanced Nursing*, 18(2), 298-304.

- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Hountondji, P.J. (1994). *Les Savoirs endogènes : Pistes pour une recherche*. Codesria.
- Houkpe J. B., Laibi, R. A., Plagbeto, H. A. et Kelome, N. C. (2020). Caractérisation de la dynamique de l'occupation du sol autour du lac Ahémé dans le bassin versant du Mono-Couffo au Sud Bénin. *Afrique SCIENCE*, 17(6), 165-177.
- Hütz-Adams, F. et Schneeweiß, A. (2018). *Prix dans la chaîne de valeur du cacao – causes et effets* [Rapport]. GIZ.
- Ilboudo, A., Soulama, S., Hien, E. et Zombre, P. (2020). Perceptions paysannes de la dégradation des ressources naturelles des bas-fonds en zone soudano-sahélienne : cas du sous bassin versant du Nakanbé-Dem au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(3).
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.19>
- Institut haïtien de statistique et d'informatique (IHSI). (2015). *Population totale, population de 18 ans et plus ménages et densités estimés en 2015*. IHSI.
- Institut de la francophonie pour le développement durable (IFDD). (2022). *La recherche et l'innovation au service du développement durable*. Programme de recherche et d'innovation de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) et l'Union européenne (UE). IFDD
- International Alert et Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (2015). *La recherche-action participative : une méthode pour rétablir les liens sociaux fracturés. Leçons d'un projet en république démocratique du Congo*. International Alert
- International Conference on Water and the Environment (ICWE). (1992). *Conférence internationale sur l'eau et l'environnement : Le développement dans la perspective du 21ème siècle*. Déclaration de Dublin et rapport de la conférence. ICWE. <https://www.ircwash.org/sites/default/files/71-ICWE92-13393.pdf>
- Jean-Denis, S., Jean-Pierre, D., Mutel, M., Duchaufour, H., Langlais, C., Fernandes, P., Alphonse, M.-E. et Malézieux, É. (2014). Évolution de la structure d'un système agroforestier en relation avec le cycle de vie familial : cas du jardin de case en Haïti. *Bois et forêts des tropiques*, 3 (321), 7-19.
- Jean, B. (2008). Le développement territorial : une discipline émergente. Dans Massicotte, G. (dir.), *Science du territoire : perspectives québécoises* (p. 283-313). Presses de l'Université du Québec.
- Joerin, F., Rey, M.-C., Desthieux, G. et Nembrini, A. (2001) Information et participation pour l'aménagement du territoire. Rôle des instruments d'aide à la décision. *Revue internationale de géomatique*, 11(3-4),7-30.
- Jones, J. H., Ready, E. et Pisor, A. C. (2021). Want climate-change adaptation? evolutionary theory can help. *American Journal of Human Biology*, 33(4), 1-17

- Joseph, C. et Saffache, P. (2018). L'importance des écosystèmes forestiers et les enjeux de la déforestation dans la lutte contre le changement climatique en Haïti. Cas des mangroves du Parc des Trois Baies, des forêts des massifs de la Selle et de la Hotte. *Haïti Perspectives*, 6(4), 21-31.
- Joseph, C., Dolique, F. et Saffache, P. (2019). Impacts des activités anthropiques sur les écosystèmes littoraux et marins : les mangroves du Parc National des Trois Baies (Haïti) étudiées à partir d'images LANDSAT. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 1(1). <https://doi.org/10.4000/com.9904>
- Joseph, C., Nizigiyimana, A., Rival, J. R., Drieux, É., Sinitambirivoutin, M., Dion, P. Mbodj, A. et Bernoux, M. (2022). *État des lieux des politiques, études et projets relatifs à l'adaptation des secteurs agricoles aux changements climatiques en Haïti*: Rapport produit dans le cadre de la mise en oeuvre du projet Sécurité alimentaire: une agriculture adaptée (SAGA). FAO. <https://doi.org/10.4060/cb.9866fr>
- Jouve, P. (1988). Quelques réflexions sur la spécificité et l'identification des systèmes agraires. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 20, 5-16
- Jouve, P. (1992). Le diagnostic du milieu rural. *De la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu*. CNEARC.
- Jouve, P. (2010). Pratiques et stratégies d'adaptation des agriculteurs aux aléas climatiques en Afrique subsaharienne. *Grain de sel*, 49, 15-16.
- Karl, T. R., Meehl, G. A., Miller, C. D., Hassol, S. J., Waple, A. M. et Murray, W. L. (2008). *Weather and climate extremes in a changing climate. US Climate Change Science Program. Synthesis and Assessment Product 3.3. Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. <https://www.climatecommunication.org/wp-content/uploads/2012/01/climateextremes.pdf>
- Kauling, M. F., Fernandes, V., Limont, M. et Dziedzic, M. (2018). Evaluating sustainable territorial development with built capital indicators. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais*, 50(1). <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180437>
- Kemmis, S. et Mc Taggart, R. (1988). *The action research planner*. Deakin University Press.
- Kemmis, S. et McTaggart, R. (2000). Participatory action research: Communicative Action and the Public Sphere. In Denzin, NK and Lincoln, YS (editors), *The Sage handbook of qualitative research* (p. 559-604). Sage Publications.
- Kemmis, S. et McTaggart, R. (2008). Participatory action research: Communicative Action and the Public Sphere. In Denzin, NK and Lincoln, YS (editors), *Stratégies of Qualitative Inquiry* (p. 271-329). Sage Publications.
- Kinnebrew, E., Molander, C. K., Wilcox Warren, S., Horner, C. E., Izzo, V. M., Lewins, S. A. Maden, B. et Méndez, V. E. (2023). Tradeoffs of a rising agroecological practice: addressing uncertainty around tarping with participatory action research and mixed methods. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(3). <https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2146254>

- Kindon, S., Pain, R. et Kesby, M. (2007). *Participatory action research approaches and methods: Connecting people, participation and place*. Routledge
- Koffi, K. J. (2014). Résilience et sociétés : Concepts et applications. *Éthique et économique/Ethics and economics*, 11(1), 1-15.
- Kosmowski, F. (2018). Soil water management practices (terraces) helped to mitigate the 2015 drought in Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.025>
- Kpedenou, K. D., Boukpepsi, T. et Tchamie, T. T. K. (2016). Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (Sud-est Togo) à l'aide de l'imagerie satellitaire landsat. *Revue des Sciences de l'Environnement, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales* (Université de Lomé), 13 : 137-156.
- Kpedenou, K. D., Drabo, O., Ouoba, P.A., Da, C. E. D. et Tchamie, T. T. K. (2017). Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire Ouatchi au sud-est Togo entre 1958 et 2015. *Cahiers du Cerleshs*, 31(55), 203-228.
- Kumar, P., Fürst, C. et Joshi, P. K. (2021). Socio-ecological systems (SEs) -Identification and spatial mapping in the Central Himalaya. *Sustainability*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147525>
- Larbodière, L., Davies, J., Schmidt, R., Magero, C., Vidal, A., Arroyo Schnelle, A., Bucher, P., Maginnis, S., Cox, N., Hasinger, O., Abhilash, P.C., Conner, N., Westerberg, V. et Costa, L. (2020). *Notre terrain d'entente : rétablir la santé des terres pour une agriculture durable*. UICN. 978-2-8317-2072-2 (PDF). <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.10.fr>
- Lagadeuc, Y. et Chenorkian, R. (2009). Les systèmes socio-écologiques : vers une approche spatiale et temporelle. *Natures Sciences Sociétés* 17. <https://doi.org/10.1051/nss/2009032>
- Laganier, R., Villalba, B. et Zuideau, B. (2002). Le développement durable face au territoire éléments pour une recherche pluridisciplinaire. *Développement durable et territoires*, 1(774). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.774>
- Lamara, H. (2009). Les deux piliers de la construction territoriale : coordination des acteurs et ressources territoriales. *Développement durable et territoires*, 2004. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8208>
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P. S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P. S., Richards, J. F., Skanes, H., Stefan, W., Stone, G. D., Svedin, U., Velkamp, T. et Vogel, C., Xu, J. (2001). The causes of land-use land cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261- 169.
- Laporte-Riou, L., Montal, MDR., Couix, N., Lasseur, J. (2018). *Agrosylvo- pastoralisme : Définition*. Dictionnaire d'Agroécologie. <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/agro-sylvo-pastoralisme/>
- Lardon, S. et Piveteau, V. (2005). Méthodologie de diagnostic pour le projet de territoire : une approche par les modèles spatiaux. *Géocarrefour*, 80(2). <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.980>

- Lau, E. et Body, A. (2020). Community alliances and participatory action research as a mechanism for re-politicising social action for students in higher education. *Educational Action Research*, 1-17.
- Laurent, F., Leturcq, G., Mello, I., Corbonnois, J. et Verдум, R. (2011). La diffusion du semis direct au Brésil, diversité des pratiques et logiques territoriales : l'exemple de la région d'Itaipu au Paraná. *Confins* (12), 1-20.
- Laville, B. (2013). Vingt ans après Rio, quelle viabilité pour le « foyer de l'humanité »? *Vraiment durable*, 3. <https://doi.org/10.3917/vdur.003.0023>
- Lazzeri, Y. et Mouhoud, E.M. (2010). Prospective territoriale en terre de développement durable : une application à la région Guadeloupe. *Études caribéennes*, 16. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.10998>
- Lemire, L., Charest, É. et Martel, G. (2000). *La planification stratégique des ressources humaines : Théories et applications dans les administrations publiques du XXI^e siècle*. Les presses de l'Université du Québec.
- Lescuyer, G. et Locatelli, B. (1999). Rôle et valeur des forêts tropicales dans le changement climatique. *Bois et forêts des tropiques*, 260(2), 1-14.
- Levard, L., Bertrand, M. et Masse, P. (2019). *Mémento pour l'évaluation de l'agroécologie. Méthodes pour évaluer ses effets et les conditions de son développement*. [Mémento méthodologique]. GTAE-AgroParisTech-CIRAD-IRD. <https://www.cariassociation.org/Publications/Memento-pour-l-evaluation-de-l-agroecologie>
- Levesque, B. (2001). *Le partenariat : une tendance lourde de la nouvelle gouvernance à l'ère de la mondialisation. Enjeux et défis pour les entreprises publiques et d'économie sociale* (0104). Les Cahiers du CRISES.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2: 34-36.
- Lilin, C. (2014). Innovations techniques et managériales à Gros Morne: Un héritage de Madian Salagnac. Field Actions Science Reports. Field Actions Science Reports, Special Issue, 9. <http://journals.openedition.org/factsreports/2816>
- Liniger, H., Van Lynden, G., Nachtergaele, F. et Schwilch, G. (2008). *Un questionnaire pour la cartographie de la dégradation et de la gestion durable des terres*. CDE/WOCAT, FAO/LADA, ISRIC.
- Limaye, S. D. (2019). Watershed management for sustainable water supply and food security. *International Journal of Hydrology*, 3(1). <https://doi.org/10.15406/ijh.2019.03.00153>
- Liu, M. (1992). Présentation de la recherche-action : définition, déroulement et résultats. *Revue Internationale de Systémique*, 6(4), 293-311.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A.N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C.L., Schneider, S.H. et Taylor, W.W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844), 1513-1516.

- Livingston, W. et Perkins, A. (2018). Participatory action research (par) research: critical methodological considerations. *Drugs and Alcohol Today*, 18(1). <https://doi.org/10.1108/DAT-08-2017-0035>
- Longtin, D. et Fontan, J. M. (2010). *Revue de la littérature : le croisement des savoirs et des pratiques et les incubateurs technologiques de coopératives populaires* [Rapport thématique]. Les Cahiers du CRISES : Collection Études Théoriques.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. et Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365-2407.
- Lucien, G. (2010). Considérations sur la saison cyclonique dévastatrice de septembre 2008 en Haïti : De l'importance des actions majeures dans une perspective de durabilité. *Études caribéennes*, 17. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.4851>
- Luczak, A. et Just, M. (2021). Sustainable development of territorial units: MCDM approach with optimal tail selection. *Ecological Modelling*, 457. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109674>
- Lucantoni, D., Mottet, A., Bicksler, A., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, É., López-Ridaura, S., Gemill-Herren, B., Bezner Kerr, R., Sourisseau, J.-M., Petersen, P., Chotte, J.-L., Loconto, A. et Tiftonell, P. (2021). Évaluation des transitions vers des systèmes agricoles et alimentaires durables: un outil pour l'évaluation des performances agroécologiques (TAPE). *Revue AE&S*, 11(1), 1-19.
- Lumanji Mbunga, L. et Mukonki Mayekela, P. (2017). Utilisation d'une méthode multicritère d'aide à la décision pour le choix d'une structure de données dans un problème de gestion. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20(2), 711-723.
- Maertens, L. et Stork, A. (2018). Qui déforeste en Haïti? Pour un nouveau regard sur le charbon de bois et la déforestation. *La Vie des idées*, 1-8.
- Magnan, A. (2010). Dossier Adaptation aux changements climatiques. Questions de recherche autour de l'adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*, 18, 329-333.
- Magnan, A. (2013). Éviter la maladaptation au changement climatique. *IDDRI Policy Briefs*, 8(13), 1-3.
- Magnan, A. K., Schipper, E. L. F., Burkett, M., Bharwani, S., Burton, I., Eriksen, S., Gemenne, F. et Ziervogel, G. (2016). Addressing the risk of maladaptation to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(5), 646-665.
- Magrini, M.-B, Triboulet, P. et Bedoussac, L. (2013). Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. Une étude ex-ante sur l'acceptabilité de cultures associées blé dur-légumineuses. *Économie rurale*, 338. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4145>
- Mainuri, Z. G. et Owino, J. O. (2014). Linking landforms and land use to land degradation in the Middle River Njoro Watershed. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(2), 1-10.
- Maiter, S., Simich, L., Jacobson, N. et Wise, J. (2008). Reciprocity. An ethic for community-based participatory action research. *Action research*, 6(3), 305-325.

- Makak, R. N., Sanou, P., Touré, I., Tchindjang, M. et Makak, J. S. (2018). Analyse diachronique de l'occupation des terres pour la conception d'une base de données géo-référencées de suivi des dynamiques territoriales dans la commune rurale de Koumbia au Burkina Faso. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo-RIFFEAC*, 10, 23-35.
- Malaval, C., Jouy, L., Desvignes, P., Carpy-Goulard, F. et Dumont, A. (2011). Quelles sont les pratiques agricoles les plus « durables » ? Essai de caractérisation des systèmes de cultures. *Sciences Eaux & Territoires*, 1(1). <https://doi.org/10.3917/set.004.0008>
- Mama, V.J. et Oloukoi, J. (2003). Évaluation de la précision des traitements analogues des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. *Téledétection*, 3(5), 429-441.
- Mareschal, B. (2013). *PROMETHEE METHODS*. Visual PROMETHEE 1.4 Manuel. VP Solutions. <http://www.promethee-gaia.net/FR/academic-edition.html>
- Mareschal, B. (2015). *Les Outils d'Aide Multicritère à la Décision en Santé Publique. Approches PROMETHEE & GAIA. Théorie et concepts de base - exemples simples*. Présentation à l'Atelier du 10 mars 2015 à Montréal
- Mareschal, B. (2018). *PROMETHEE-GAIA. Aide à la décision multicritère. Logiciel Visual PROMETHEE*. Communication, Tanger Rabat.
- Mardy, Z. (2018). *Lutte contre la dégradation et pour la résilience du bassin versant de la rivière Mulet* [Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal]. Archipel. <https://archipel.uqam.ca/12142/1/M15846.pdf>
- Mardy, Z., Weissenberger, S. et Waaub, J.-P. (2020). Analyse des pratiques agricoles dans le bassin versant de la rivière Mulet (Roche-à-Bateau, Haïti) et de leur impact sur la dégradation du milieu et les conditions de vie des communautés. *Études caribéennes*, 45(46). <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.18313>
- Martel, J.-M. et Rousseau A. (1993). *Cadre de référence d'une démarche multicritère de gestion intégrée des ressources en milieu forestier*. Sous-comité socio-économique de la gestion intégrée des ressources. Doc. Tech.
- Martin, C. et Legret, M. (2005). *La méthode multicritère ELECTRE III. Définitions, principe et exemple d'application à la gestion des eaux pluviales en milieu urbain*. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées. https://www.ifsttar.fr/collections/BLPCpdfs/blpc__258-259_29-46.pdf
- Martin, S. B., Burbach, J. H., Benitez, L. L. et Ramiz, I. (2019). Participatory Action Research and Co-Researching as a Tool for Situating Youth Knowledge at the Centre of Research. *London Review of Education*, 17(3). <https://doi.org/10.18546/LRE.17.3.05>
- Mas, J.-F. (1999). Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 20(1), 139-152.
- Matti, S. et Ögmundardóttir, H. (2021). Local knowledge of emerging hazards: instability above an icelandic glacier. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102187>

- Mayrand, K. (1999). *Gestion intégrée des ressources en eau : modèles étrangers et expériences récentes*. Série sur les enjeux internationaux de l'eau, volume 2. Ministère des relations internationales.
- Maystre, L. Y., Pictet, J. et Simos, J. (1994). *Méthodes multicritères ELECTRE. Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Maystre, L.Y. et Bollinger, D. (1999). *Aide à la négociation multicritère. Pratiques et conseil*. Presse polytechniques et universitaire Romandes.
- Mazoyer, M. et Roudart, L. (1997). *Histoire des agricultures du monde*. Seuil édition
- Mazour, M. (1991). Les facteurs de risque de l'érosion en nappe dans le bassin-versant de l'Oued Isser Tlemcen, Algérie. *Bull Réseau Érosion*, 12(3), 300-313.
- Mazzucato, V. et Niemeijer, D. (2001). *Le Sahel: Une dégradation des terres exagérée, un potentiel paysan sous-estimé*. International Institute for Environment and Development.
- Merkel, A. (2023, 22 mai). Climat: Haïti. Dans *Climate-Data*. <https://fr.climate-data.org/location/3571/>
- Méral, P., Andriamahefazafy, F., Castella, J. C., Neang, M., Serpantié, G. et Tiftonell, P. (2022). Intégrer la notion de service écosystémique dans les politiques et les pratiques agricoles des pays du Sud. *Cahiers Agricultures*, 31, 9. <https://doi.org/10.1051/cagri/2022005>
- Mérat, P. J. (2012). *Les catastrophes naturelles, un accélérateur de la pauvreté : le cas d'Haïti. La caraïbe un espace pluriel*. Karthala.
- Mérat, P. J. (2019). Être pauvre en Haïti. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 279(1). <https://doi.org/10.4000/com.9806>
- Mézié, N. et Damus, O. (2021). Se mèt kò ki veye kò (chacun doit protéger farouchement son corps) : représentations et thérapeutiques de la pandémie de covid-19 en haïti. *Études caribéennes*, 49. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.22299>
- McNiff, J. et Whitehead, J. (2006). *All you need to know about action research*. Sage.
- Medeiros, E. (2021). The territorial dimension of the United Nations sustainable development goals. *Area*, 53(2). <https://doi.org/10.1111/area.12681>
- Meerow, S., Newell, J. P. et Stults, M. (2016). Defining urban resilience: a review. *Landscape and Urban Planning*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Mekonnen, M., Abeje, T. et Addisu, S. (2021). Integrated watershed management on soil quality, crop productivity and climate change adaptation, dry highland of Northeast Ethiopia. *Agricultural Systems*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102964>
- Melalih, A. et Mazour, M. (2021). Analysis of water and soil conservation techniques at the Ain Sefra arid watershed (Ksour mountains, southwest Algeria). *Environmental Monitoring and Assessment*, 193: 33. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08842-w>

- Méndez, V. E., Caswell, M., Gliessman, S. R. et Cohen, R. (2017). Integrating agroecology and participatory action research (PAR): lessons from Central America. *Sustainability*, 9(5). [doi:10.3390/su9050705](https://doi.org/10.3390/su9050705)
- Mengistu, F. et Assefa, E. (2019). Farmers' decision to adopt watershed management practices in gibe basin, southwest Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(4). <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.08.006>
- Merceron, T. et Yelkouni, M. (2012). Savoirs traditionnels et gestion de l'environnement en Haïti : pour une approche intégrée. *Déchets Sciences et Techniques*, 62, 42-47.
- Merceron, T. (dir.). (2011). *Les mécanismes de gestion de l'environnement en Haïti : Pour une intégration des pratiques traditionnelles*. Édition universitaires européennes.
- Mertens, F., Fillion, M., Saint-Charles, J., Mongeau, P., Távora, R., José Sousa Passos, C. et Mergler, D. (2015). The role of strong-tie social networks in mediating food security of fish resources by a traditional riverine community in the Brazilian Amazon. *Ecology and Society* 20(3). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07483-200318>
- Mertens F., Tavora, R., Nakano, E.Y. et Castilhos, Z. C. (2017) Information sources, awareness and preventive health behaviors in a population at risk of Arsenic exposure: The role of gender and social networks. *PLoS ONE* 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186130>
- Merten, J., Stiegler, C., Hennings, N., Purnama, E. S., Röhl, A., Agusta, H., Dippold, M. A., Fehrmann, L., Gunawan, D., Hölscher, D., Knohl, A., Kückes, J., Otten, F., Zemp, D. C., and Faust, H (2020). Flooding and land use change in Jambi Province, Sumatra: integrating local knowledge and scientific inquiry. *Ecology and Society*, 25(3). <https://doi.org/10.5751/ES-11678-250314>
- Meyer, M. A., Hendricks, M., Newman, G. D., Masterson, J. H., Cooper, J. T., Sansom, G., ... et Cousins, T. (2018). Participatory action research: Tools for disaster resilience education *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 9(4-5). <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-02-2017-0015>
- Michel, C. (2016, 2 juin). Plus d'un an après leur inscription, les candidats locaux doutent encore de la tenue de leur élection. *Le Nouvelliste*. <https://lenouvelliste.com/article/159424/plus-dun-an-apres-leur-inscription-les-candidats-locaux-doutent-encore-de-la-tenue-de-leur-election>
- Milleville, P. (1987). Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Les cahiers de la Recherche Développement*, 16, 3-7.
- Milleville, P. (1999). *Techniques des agronomes, pratiques des agriculteurs. L'innovation en agriculture : questions de méthodes et terrains d'observation*. IRD édition
- Ministère de la justice (1984). *Code rural François Duvalier*. Ministère de la justice. <https://archive.org/stream/coderuraldrfran01hait#page/n5/mode/2up>

- Ministère de l'agriculture des ressources naturelles et du développement rural (MARNDR). (2000). *Actes de l'atelier de concertation interministérielle pour la gestion des bassins versants*. Ateliers réalisés par le MARNDR en collaboration avec le MPCE et le MICT, avec l'appui financier de la coopération Française et du PNUD.
http://ciat.bach.anaphore.org/file/misc/142_Atelier_concertation_interministerielle_BV.pdf
- Ministère de l'agriculture des ressources naturelles et du développement rural d'Haïti (MARNDR). (2010). *Plan national d'investissement agricole*. MARNDR.
- Ministère de l'agriculture des ressources naturelles et du développement rural (MARNDR). (2016). *Plan national d'investissement agricole (PNIA 2016-2021)*. MARNDR.
https://www.gafspfund.org/sites/default/files/inline-files/7.%20Haiti_Investment%20Plan.pdf
- Ministère de l'agriculture des ressources naturelles et du développement rural d'Haïti (MARNDR). (2020, 15 mars). Composante aménagement des bassins versants et foresterie. Dans *infrastructures rurales*. <http://agriculture.gouv.ht/view/01/>
- Ministère de l'environnement (MDE). (2006). *Programme Changements Climatiques République d'Haïti. Plan d'action national d'adaptation (PANA)*. MDE
- Ministère de l'environnement (MDE). (2009). *Plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN-LCD)*. MDE
- Ministère de l'environnement (MDE) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUD). (2011). *Analyse du Cadre légal et institutionnel relatif à la gestion durable des terres*. Rapport réalisé avec l'appui du FEM. MDE et PNUD.
- Ministère de l'environnement (MDE). (2015). *Programme aligné d'action national de Lutte contre la Désertification*. MDE.
- Ministère de l'environnement (MDE). (2016). *Cinquième rapport national de la République d'Haïti sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique*. MDE.
- Ministère de l'environnement (MDE). (2020). *Projet d'évaluation des besoins en technologies (EBT)*. Rapport sur l'identification et la hiérarchisation des technologies. MDE.
- Ministère de l'Intérieur et des Collectivités territoriales (MICT) et Ministère de la Planification et de la Coopération externe (MPCE). (2019). *Plan national de gestion des risques de désastre République d'Haïti 2019 – 2030*. MICT/MPCE.
- Ministère de la Planification et de la Coopération externe (MPCE). (1997). *Éléments de problématique départementale du sud*. Rapport réalisé avec l'appui du programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). MPCE
- Ministère de la planification et de la coopération externe (MPCE). (2017). *Évaluation des besoins post catastrophes pour le cyclone Mathieu [Rapport]*. MPCE.

- Miranda, G. M. (2017). *Gestion intégrée des ressources en eau dans les pays fédéraux : Les cas suisse et brésilien* [Thèse de doctorat, : Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité. [http : //serval.unil.ch \(BIB_F420D024DD8C\)](http://serval.unil.ch (BIB_F420D024DD8C))
- Mirchooli, F., Sadeghi, S. H., Darvishan, A. K. et Strobl, J. (2021). Multi-dimensional assessment of watershed condition using a newly developed barometer of sustainability. *Science of The Total Environment*, 791. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148389>
- Mitchell, B. (2005). Integrated water resource management, institutional arrangements, and land-use planning. *Environment & Planning A*, 37(8), 1335–1352.
- Mngumi, L. E. (2021). Socio-ecological resilience to climate change effects in peri-urban areas: insights from the Pugu and Kazimzumbwi forest reserves of Dar es Salaam, Tanzania. *Geojournal*, 86(1). <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10071-9>
- Moges, D. M. et Bhat, H. G. (2020). Watershed degradation and management practices in north-western highland Ethiopia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08628-0>
- Montenegro, L. et Hack, J. (2020). A socio-ecological system analysis of multilevel water governance in Nicaragua. *Water*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/w12061676>
- Morrisette, J. (2013). Recherche-action et recherche collaborative : quel rapport aux savoirs et à la production de savoirs ? *Nouvelles pratiques sociales*, 25(2). <https://doi.org/10.7202/1020820ar>
- Morsli, B., Habi, M., Meddi, M., Baudu, M. et Blais, J.-F. (2013). Dynamique de l'érosion en zone méditerranéenne algérienne : facteurs explicatifs de variation du ruissèlement et de l'érosion sous différentes occupations du sol. *Revue des sciences de l'eau*, 26(2). <https://doi.org/10.7202/1016061ar>
- Morsli, B., Mazour, M., Mededjel, N., Hamoudi, A. et Roose, E. (2004). Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissèlement et d'érosion sur les versants semi-arides du nord-ouest de l'Algérie. *Sécheresse*, 15 (1), 96-104.
- Moumni, H., Sebari, K. et Hammani, A. (2019). Gestion intégrée des ressources en eau et adaptation aux changements climatiques. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7(3), 472-480
- Nadeau, M. B., Hénault-Ethier, L., Felix, J. R, Michel, G. et Monette, M. (2018). Restauration des paysages forestiers et agroforestiers jumelée à la valorisation des déchets organiques en Haïti pour le développement durable d'une économie verte résiliente aux changements climatiques. *Haïti Perspectives*, 6(4), 33-42.
- Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Press, Dordrecht.
- Nasri, S., Lamachère, J.-M., Albergel, J. et Mailhot, A. (2004). Impact des banquettes sur le ruissèlement d'un petit bassin versant. *Revue des sciences de l'eau*, 17(2). <https://doi.org/10.7202/705534ar>

- Narcy J.-P. (1998). La problématique action research/recherche-action et le travail coopératif. *ASp*, 19(22), 2-8.
- Nations Unies (2001). *Le semis direct : potentiel et limites pour une Agriculture durable en Afrique du nord*. Commission économique pour l'Afrique [Document technique]. Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord (CDSR).
<file:///C:/Users/ee191019/Downloads/mrabet2001.pdf>
- Nations Unies (2004). *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. United Nations International Strategy for Disaster Reduction*. Nations Unies ISDR
- Nations Unies (2015). Objectifs de développement durable. Dans *contexte du programme de développement durable*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/biodiversity/>
- Nations Unies (2019). Rapport du Secrétaire général sur les progrès des ODD 2019. Édition spéciale. Nations Unies.
file:///C:/Users/user/Downloads/SpecialReport_of_the_SG_on_SDG_Progress_2019.pdf
- Nations Unies (2020a). Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Dans *Décennie internationale d'action « L'eau, source de vie », 2005-2015*.
<https://www.un.org/fr/waterforlifedecade/themes/management.shtml>
- Nations Unies (2020b). *Projet d'adaptation basée sur les écosystèmes* [Fiche de projet].
file:///C:/Users/ee191019/Downloads/UNDP-HT-Resilience_ProjetABE_202006.pdf
- Nelson, D. R., Adger, W. N. et Brown, K. (2007). Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework. *Annual Review of the Environment and Resources*, 32, 395-419.
- NDGain (2016). *ND-GAIN Country Index*. University of Notre-dame.
<https://gain.nd.edu/ourwork/country-index/rankings/>
- Noblet, M. et Weissenberger, S. (2016). *Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières – Une perspective globale : Notions de Vulnérabilité, d'adaptation et de résilience*. UVED. http://www8.umoncton.ca/umcm-climat/uved/grain/3_1_notions_de_vulnerabilite_d_adaptation_et_de_resilience
- Noblet, M. et Weissenberger, S. (2017.). *La résilience climatique dans une perspective systémique – réflexions inspirées par l'œuvre de Pierre Dansereau Sebastian*. UQAM et CURAPP-ESS
- Noffke, S. (2002). Action Research: Towards the next generation. Dans C. Day, J. Elliott, B. Somekh et R. Winter (dir.), *Theory and Practice in Action research: Some International Perspectives* (p. 13-26). Oxford, Symposium Books.
- Nugraheni, I. L., Suyatna, A. et Setiawan, A. (2021). The classification of the level of land degradation as the flood cause in some sub-watersheds at Pesawaran Regency, Lampung. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1796 (1). doi:10.1088/1742-6596/1796/1/012065
- Nugroho, K., Carden, F. et Antlov, H. (2018). *Local knowledge matters. Power, context and policy making*. Bristol University Press. doi:10.2307/jctv3hvc26.6

- O'Brien, K., Eriksen, S., Schjolden, A. et Nygaard, L. (2004). *What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research*. Blindem, Center for International Climate and Environmental Research – Oslo.
- O'Brien, K., Hayward, B. et Berkes, F. (2009). Rethinking social contracts: building resilience in a changing climate. *Ecology and Society*, 14(2), 1-18
- Ouedraogo, S. J., Zounrana, P., Botoni, E., Compaore, F. V., Ouedraogo, J. C., Bonzi, M. et Bationo, B. A., Kiema, A. (2012). Bonnes pratiques agro-sylvo- pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso [Document technique]. CILSS.
http://portails.cilss.bf:8500/documents/1_BonnesPratiques_AgroSylvoPastorales.pdf
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). (2021). *Examens de l'OCDE sur la gouvernance publique : Haïti : Renforcer l'administration pour une gouvernance publique résiliente et durable, Examens de l'OCDE sur la gouvernance publique*. OCDE.
<https://doi.org/10.1787/f826ac45-fr>
- Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). (2008). *Savoirs locaux et développement durable*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/search/ca7fcc5c-d5b6-44dd-99ec-bbf48480fcdb>
- Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). (2017). *Savoirs locaux, objectifs globaux*. Systèmes des savoirs locaux et autochtones. UNESCO.
- Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). (2021, 5 février). Savoirs traditionnels. Dans *Glossaire*. <http://uis.unesco.org/fr/glossary-term/savoirs-traditionnels>
- Organisation météorologique mondiale (OMM) (2005). *Le climat et la dégradation des sols*. OMM.
- Orlove, B. (2009). The past, the present and some possible futures of adaptation. In W. N. Adger, I. Lorenzoni et K. O'Brien (eds), *Adapting to climate change. Thresholds, Values, Governance* (p. 131-163). Cambridge University Press.
- Oxfam (2021). *L'agroécologie. Démarche, pratiques et moyens d'action*. Oxfam.
<https://oxfamfrance.cmail20.com/t/ViewEmail/t/E3432C9F6C24F1DF/0B46CBC04106388BB3138EAD4DECE712>
- Palomo, L. E. et Hernández-Flores, A. (2019). Application of the ostrom framework in the analysis of a social-ecological system with multiple resources in a marine protected area. *Peerj*, 7.
<https://doi.org/10.7717/peerj.7374>
- Panda, S. R., Barik, K. K. et Mishra, S. P. (2020). Watershed management of joda-barbil mining area, Odisha, India: a geospatial approach. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(31).
<https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i3130995>
- Paquin, G. B. (2003). La recherche-action participative, un outil pour le changement social, loisir et Société. *Society and Leisure*, 26(1). <https://doi.org/10.1080/07053436.2003.10707617>

- Parra, C. et Moulaert, F. (2011). La nature de la durabilité sociale : vers une lecture socioculturelle du développement territorial durable. *Développement durable et territoires*, 2(2). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8970>
- Pathumporn, J. et Nakapaksin, S. (2015). Participatory action research model for sustainable community based tourism development. *International Journal of Business and Administrative Studies*, 1(3), 89-93.
- Pasiecznik, N. et Reij, C. (2021). *Restauration des terres arides de l'Afrique*. Tropenbos International, Ede.
- Pastel, A., et Saffache, P. (2021). Le plan de prévention des risques naturels (PPRN): frein ou catalyseur de l'adaptation des territoires insulaires au changement climatique? Exemple de Saint-Martin suite à l'ouragan Irma. *Études caribéennes*, 48, 1-19.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. et McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, 11(5), 1633-1644.
- Perez-Benitez, V., Gemar, G. et Hernández, M. (2021). Multi-criteria analysis for business location decisions. *Mathematics*, 9(20), 2615. <https://doi.org/10.3390/math9202615>
- Pinton, F. et Grenand, P. (2007). Savoirs traditionnels, populations locales et ressources globalisées. Dans C. Aubertin, F. Pinton et V. Boisvert(dir), *Les marchés de la biodiversité* (P.165-194). IRD.
- Plante, S., Chouinard, O. et Martin, G. (2011). Gouvernance participative par l'engagement citoyen à l'heure des changements climatiques. *Territoire en mouvement*, 1(11). <https://doi.org/10.4000/tem.1234>
- Plante, S., Boisjoly, J. et Guillemot, J. (2006). Gestion intégrée des îles habitées de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec) et développement territorial : l'expérience de la mise en œuvre d'un comité de gestion intégrée à l'Isle-aux-Coudres. *Vertigo*, 7(3). <https://doi.org/10.4000/vertigo.209>
- Plante, S., Vasseur, L. et Santos Silva, J. (2018). Adaptation des communautés côtières aux effets des changements climatiques sous l'angle de la résilience : lier la gouvernance locale au développement durable. *Vertigo*, 18(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.22079>
- Pontius Jr, R. G. (2000). Comparison of categorical maps. *Photogramm. Eng. Remote Sens*, 66, 1011-1016.
- Prades, J.A., Loulou, R. et Waaub, J.-P. (1998). *Stratégies de gestion des gaz à effet de Serre. Le cas des transports urbains*. Presse de l'Université du Québec.
- Prévil, C., Thériault, M. et Rouffignat, J. (2003). Analyse multicritère et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel? *Cahiers de géographie du Québec*, 47(130). <https://doi.org/10.7202/007968ar>
- Previl, C., St-Onge, B. et Waaub, J.-P. (2004). Aide au processus décisionnel pour la gestion par bassin versant au Québec : étude de cas et principaux enjeux. *Cahiers de Géographie du Québec*, 48(134), 209 -238.

- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (2019). *Au-delà des revenus, des moyennes et du temps présent : les inégalités de développement humain au XXI^e*. Rapport sur le développement humain. PNUD.
- Programme des Nations Unies pour le développement - Haïti (PNUD). (2021, 9 février). Communiqués. <https://www.ht.undp.org/content/haïti/fr/home/presscenter/pressreleases.html>
- Proulx, M.-U. (2008). 40 ans de planification territoriale au Québec. Dans M. Gauthier, M. Gariépy et Trépanier, M.O. (dir.), *Renouveler l'aménagement et l'urbanisme. Planification territoriale, débat public et développement durable*. Les Presses de l'Université de Montréal. <https://books.openedition.org/pum/14053>
- Proulx, M.-U. (2014). Saisir la pratique québécoise de planification territoriale. Dans M. Robitaille et M.U. Proulx (édit.), *Sciences du territoire II* (p. 365-385). Les Presses de l'Université du Québec.
- Proulx, M.-U. et Prémont, M.-C. (2019). *La politique territoriale au Québec. 50 ans d'audace, d'hésitations et d'impuissance*. Les presses de l'Université du Québec.
- Raimond, C., Breton, C., Abouya, A. et Moussa, A. (2010). Planification territoriale et accès aux ressources naturelles. Retour sur la démarche participative des opérations de sécurisation foncière dans le Nord Cameroun. *Annales de géographie*, 6(6). <https://doi.org/10.3917/ag.676.0639>
- Ram, B. (2021). Watershed development and management in arid western Rajasthan. *Journal of Global Resources*, 7(1). <https://doi.org/10.46587/JGR.2021.v07i01.010>
- Raza, H. (2018). Participatory action research: working beyond disaster toward prevention. *Natural hazards*, 91(1), 117-131.
- Reason, P. et Bradbury, H. (2001). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practice*. Sage.
- Reason, P. et Bradbury, H. (Eds.). (2006). *Handbook of action research*. Concise paperback. Sage.
- Reason, P. (2006). Choice and quality in action research practice. *Journal of Management Inquiry*, 15(2), 187-203.
- Reddy, V. R., Saharawat, Y. S. et George, B. (2017). Watershed management in south asia: a synoptic review. *Journal of Hydrology*, 551. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.05.043>
- Rebai, H., Raclot, D. et Ben Ouezdou, H. (2013). Efficacité des aménagements de lutte contre le ravinement : cas du bassin versant d'El Hnach (Tunisie). *Hydrological Sciences Journal*, 58 (7), 1532-1541.
- Régis, G. et Roy, A.-L (1999). *Manuel pratique de conservation des sols d'Haïti*. L'imprimeur II.
- Renaud, L. (2020). Modélisation du processus de la recherche participative. *Communiquer. Revue de communication sociale et publique*, (30), 89-104.

- Richardson, G. R. A. et Otero, J. (2012). *Outils d'aménagement locaux pour l'adaptation aux changements climatiques*. Gouvernement du Canada.
<https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/files/landuse-f.pdf>
- Roberge, D. (2018). La pertinence des savoirs écologiques traditionnels dans la lutte scientifique pour la préservation de l'environnement. *Archives l'interdisciplinaire*, 14.
<https://ieds.ulaval.ca/publications/linterdisciplinaire/archives/news/la-pertinence-des-savoirs-ecologiques-traditionnels-dans-la-lutte-scientifique-pour-la-preservation/>
- Rondeau, D. (2016). La place des savoirs locaux (endogènes) dans la cité globale. Essai de justification. Dans Piron, F., Regulus, S., Sophie, M., et Madiba, D. (dir.), *Justice cognitive, libre accès et savoirs locaux. Pour une science ouverte juste, au service du développement local durable*.
<https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/justicecognitive1/>
- Roose, E. (1994). *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)*. Bulletin pédologique de la FAO. FAO
- Roose, E. (1999). Évolution historique des stratégies de lutte antiérosive. Vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols : (GCES). *Bulletin réseau érosion*, 1(19), 11-25.
- Roose, E. et Mazour, M., (2002). Influence de la couverture végétale sur le ruissèlement et l'érosion des sols sur parcelles d'érosion dans les bassins versants du nord-ouest de l'Algérie. *Réseau érosion*, 21(13), 320-330.
- Roose, E. (2004). Évolution historique des stratégies de lutte antiérosive--Vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 15(1), 9-18.
- Roose, E., Duchaufour, H. et De Noni, G. (2012). *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles* [Document technique]. IRD
- Roose, E., Zougmore, R., Stroosnijder, L., Dugué, P. et Bouzou-Moussa, I. (2015). Techniques traditionnelles de restauration de la productivité des sols dégradés en régions semi-arides d'Afrique occidentale. Dans E. Roose (dir.), *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : contribution à l'agroécologie* (p. 399-420). IRD
- Rosillon, F. (2006). *Analyse contextuelle en matière de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) en Haïti* [Document thématique]. Protos.
- Rosillon, F. (2014). La gestion intégrée de l'eau en réponse aux besoins des haïtiens et à la protection des écosystèmes. *Haïti perspectives*, 3(1), 1-7.
- Roué, M. (2012). Histoire et épistémologie des savoirs locaux et autochtones. *Revue d'ethnoécologie*, 1.
<https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.813>
- Roy, B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Economica
- Roy, B. et Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritère à la décision : méthodes et cas*. Economica.

- Roy, M. et Prévost, P. (2013). La recherche-action : origines, caractéristiques et implications de son utilisation dans les sciences de la gestion. *Recherches qualitatives*, 32(2), 129-151.
- Roy, V., Damant, D., Chbat, M., Johnson, H. et Gervais, L. (2016). Points de vue des participantes et des intervenantes sur le développement d'un devis d'évaluation d'un programme pour les femmes exerçant de la violence. *Recherches qualitatives*, 35(1), 101-124.
- Saffache, P. (2001). De la dégradation à la restauration des sols : utilisation de méthodes traditionnelles et modernes en Haïti. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 43(1), 102-106.
- Saffache, P. (2006). Le milieu marin haïtien : chronique d'une catastrophe Écologique. *Études caribéennes*, 5. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.267>
- Sako, N., Beltrando, G., Atta, K.-L., N'da, H.-D. et Brou, T. (2013). Dynamique forestière et pression urbaine dans le parc national du Banco (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Vertigo*, 13(2), 1-23.
- Salmon, B. (2021). Futurs résilients et adaptés : le rôle des imaginaires communs pour s'adapter aux changements climatiques. *Communication & langages*, 210. <https://doi.org/10.3917/comla1.210.0147>
- Samoura, K. (2011). *Contributions méthodologiques à l'évaluation environnementale stratégique de l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical : cas du Konkouré, en Guinée* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel. <https://archipel.uqam.ca/3787/1/D2104.pdf>
- Saint-Fleur, W. et Previl, R. (2020). Cartographie des concepts société et forêt tropicale: une perspective de ces cinq dernières années. *Geografia em Atos*, 3(18), 61-77. DOI : <https://doi.org/10.35416/geoatos.v3i18.7107>
- Saint-Fleur, W., Sais, A. C., Norder, L. A. C., Dambrós, C. et Hérald, M. (2022). Analyse de la gestion des agroécosystèmes par des agriculteurs du Haut-Limbé. *Revista NERA*, 25(62). DOI:[10.47946/rnera.v0i62.8559](https://doi.org/10.47946/rnera.v0i62.8559)
- Savadogo, M., Somda, J., Seynou, O., Zabré, S. et Nianogo, A. J. (2011). *Catalogue de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au Burkina Faso* [Document technique]. UICN
- Seghieri, J. et Harmand, J. M. (2019). *Agroforesterie et services écosystémiques en zone tropicale*. éditions Quae
- Scaramuzza, P., Micijevic, E. et Chander, G. (2004). SLC gap-filled products phase one methodology. Landsat Technical Notes, 5. <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-7-slc-gap-filled-products-phase-one-methodology>
- Schipper, E. L. F. (2009). Meeting at the crossroads? Exploring the linkages between climate change adaptation and disaster risk reduction. *Climate and Development*, 1(1), 16-30.
- Shi, L., Lamb, Z., Qiu, X., Cai, H. et Vale, L. (2018). Promises and perils of collective land tenure in promoting urban resilience: learning from china's urban villages. *Habitat International*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.04.006>

- Shi, L. (2020). From progressive cities to resilient cities: lessons from history for new debates in equitable adaptation to climate change. *Urban Affairs Review*, 1-38.
<https://doi.org/10.1177/1078087419910827>
- Stuart, K. (2020). Problematic participation: reflections on the process and outcomes of participatory action research into educational inequalities. *Educational Action Research*, 30(3), 342-356.
- Sildor, E. (2002). *Aménagement du bassin versant de la Côte des Arcadins*. Rapport du centre d'application en télédétection et systèmes d'informations géographiques de l'Université Quisqueya. CATESIG.
- Silva, S., de Oliveira Neto, S. N., Leite, H. G., de Alcântara, A. E. M., de Oliveira Neto, R. R. et de Souza, G. S. A. (2020). Productivity estimate using regression and artificial neural networks in small familiar areas with agrosilvopastoral systems. *Agroforestry Systems: Agroforest Syst*, 94(6).
<https://doi.org/10.1007/s10457-020-00526-1>
- Singh, B. et Cohen, M. (2014). *Adaptation aux changements climatiques. Le cas d'Haïti. Rapports de recherche OXFAM*. Université de Montréal/OXFAM América. https://s3.amazonaws.com/oxfam-us/www/static/media/files/Haiti-Climate-Change-Research-Report_French-Final-2014.pdf
- Singh, S., Jaiswal, D. K., Krishna, R., Mukherjee, A. et Verma, J. P. (2020). Restoration of degraded lands through bioenergy plantations. *Restoration Ecology*, 28(2). <https://doi.org/10.1111/rec.13095>
- Sissoko, F., Diarra, S. et Traore, M. (2020). Le semis direct sous couverture végétale: une opportunité de mise en place rapide du cotonnier en culture pluviale au Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(3). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.7>
- Sjafrie, N. D. M., Rahmadi, P., Kurniawan, F. et Supriyadi, I. H. (2021). Socio-ecological system perspective of seagrass ecosystem in wakatobi. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, 744(1), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012078>
- Smadi, A. et Abrika, B. (2018). La résilience territoriale comme facteur d'émergence d'une destination touristique durable. Cas du barrage de Taksebt (Tizi-Ouzou, Algérie). *Études caribéennes*, 2.
<https://doi.org/10.4000/>
- Smit, B. et Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.
- Smolikowski, B. (1993). La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) une nouvelle stratégie de lutte antiérosive en Haïti. Cas du transect Petite rivière de Nippes-Salagnac-Aquin dans le sud d'Haïti. *Cah. Orstom, sér. Pédol*, 28(2), 229-252.
- Smucker, G. R., Bannister, M., D'Agnes, H., Gossin, Y., Portnoff, M., Timyan, J., Tobias, S. et Toussaint, J.R. (2006). *Vulnérabilité Environnementale en Haïti. Conclusions et recommandations* [Document thématique]. USAID.

- Speedlin, S., Haberstroh, S., Townsend, C., Prasath, P. et McVay, K. (2021). Participatory action research: strategies for implementation in counseling outcome research. *Journal of Professional Counseling: Practice, Theory & Research*, 49 (1), 21-33.
<https://doi.org/10.1080/15566382.2021.1949210>
- Stern, T. (2019). Participatory action research and the challenges of knowledge democracy. *Educational Action Research*, 27(3), 435-451.
- Stringer, E. (1996). *Action Research: a Handbook for Practitioners*. Sage.
- Soucy-Gonthier, N., Marceau, D., Delage, M., Cogliastro, A., Domon, G. et Bouchard, A. (2003). *Détection de l'évolution des superficies forestières en Montérégie entre juin 1999 et Août 2002 à partir d'images satellitaires Landsat – TM*. Rapport présenté à l'agence forestière de la Montérégie (AFM). Département de géographie, Université de Montréal.
- Subrahmanyam, S. (2015). Effective climate change adaptation strategies for biodiversity conservation. *Frontiers in Environmental Science*, 3(32). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00032>
- Susman, G. (1983) Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective. In: Morgan, G (Ed), *Beyond Method: Strategies for Social Research* (p. 95-113). Sage.
- Systèmes Agraires Caribéens et Alternatives de développement (SACAD) et Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV). (1993). *Paysans, systèmes et crise : Travaux sur l'agraire haïtien : Dynamique de l'exploitation paysanne* (Tome 3). S.A.C.A.D et F.A.M.V
- Tabariés M. (2005). *Les apports du GREMI à l'analyse territoriale de l'innovation ou 20 ans de recherche sur les milieux innovateurs*. Cahiers de la MSH. Centre National de la Recherche Scientifique.
- Taibi, B. et Waaub, J.-P. (2015). L'approche multicritère et la prise de décision dans les entreprises publiques, le cas de l'Algérie. *Les Cahiers du GERAD*, 3-17
- Temple, L., Boyer, J., Briend, A. et Daméus, A. (2014). Les conditions socio-économiques de l'innovation agro-écologique pour la sécurisation alimentaire dans les jardins agroforestiers en Haïti. *Field Actions Science Reports*, 9, 1-9. <http://journals.openedition.org/factsreports/2817>
- Tchindjang, M., Njombissie, P.-I., Kamga, A., Nyemeck, M.M.L. et Chiewouo, K.I.F. (2015). La contribution de l'évaluation du Paysage à la sécurité alimentaire en zone sahélienne : le cas de Bogo dans l'Extrême Nord du Cameroun. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 5(1), 35-53.
- The economics of land degradation (ELD) and United Nations environment programme (UNEP). (2015). *L'économie de la dégradation des terres en Afrique: les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais* [Document thématique]. Eld Initiative.
- Tolsdorf, Y. et Markic, S. (2018). Participatory action research in university chemistry teacher training. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(4), 89-108.

- Torrents-Ticó, M, Fernández-Llamazares, Á., Burgas, D. et Cabeza, M. (2021). Convergences and divergences between scientific and indigenous and local knowledge contribute to inform carnivore conservation. *Ambio*, 50(5). <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01443-4>
- Torquebiau, E. (2017). Climate-smart agriculture: pour une agriculture climato-compatible. *Cahiers Agricultures*, 26(6). <https://doi.org/10.1051/cagri/2017048>
- Tourneux, H. (2019). Les savoirs locaux : comment les découvrir et comment les transmettre. Dans Dili-Palai, C. (dir), *Savoirs locaux, savoirs endogènes : entre crises et valeurs* (p. 15-29). Editions du Schabel. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02377229/document>
- Touré, A. A., Tidjani, A. D., Rajot, J.-L., Bouet, C., Garba, Z., Marticorena, B. et Ambouta, K. J.-M. (2018). Quantification des flux d'érosion éolienne au cours d'une transition champ-jachère au Sahel (Banizoumbou, Niger). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 12. <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.4000/physio-geo.6287>
- Toussaint, J. R. (2012). *Évaluation environnementale et des changements climatiques. Pour la préparation du programme d'options stratégiques pour le Pays 2013-2018 du FIDA* (3217-HT) [Rapport]. Fida. https://www.agroforesterie-bassinsversants.ht/IMG/pdf/toussaint_2010.pdf
- Touzri, A. (2007). *Développement local, acteurs et action collective. Les minorités issues de l'immigration et les dispositifs de revitalisation urbaine dans la commune bruxelloise de Molenbeek-Saint-Jean* [Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain]. <http://pul.uclouvain.be/livre/?GCOI=29303100705940>
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. et Schiller, A. (2003). Science and technology for sustainable development special feature: a framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the US National Academy of Sciences* 100 (14), 8074-8079.
- Tran, T. A. (2011). Pour qu'une recherche soit recherche-action : Leçons dégagées d'une recherche. *Synergies chine*, 1(6), 83 - 93.
- Trottier, J. (2012). *L'avènement de la gestion intégrée des ressources en eau*. Dans Brun, A. et Lasserre, F. (dir.), *Gestion de l'eau : approche territoriale et institutionnelle*. Presses de l'Université du Québec
- Tymian, J. C. et Toussaint, J. R. (2006). Vulnérabilité et priorisation des bassins versants. Dans Smucker, G. R., Bannister, M., D'Agnes, H., Gossin, Y., Portnoff, M. et Tobias, Scot, *Vulnérabilité environnementale en Haïti, conclusions et recommandations* (p. 62-103). USAID
- Udvarhelyi, É. T. (2020). Participatory action research as political education. *Action Learning: Research and Practice*, 17(1), 24-33.
- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2021a). *Haïti: Tempête tropicale Elsa*. Rapport de situation No. 1. OCHA.

- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2021b). *Haïti : Tremblement de terre*. Rapport de situation. 4. OCHA.
- Vall, E., Koutou, M., Blanchard, M., Coulibaly, K., Diallo, M. A. et Andrieu, N. (2012). Contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification écologique des systèmes agrosylvopastoraux : le cas du Mali-Sud. In *Partenariat, modélisation, expérimentations : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ?* Cirad. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00718613/document>
- Vaughn, L. M. et Jacquez, F. (2020). Participatory research methods—Choice points in the research process. *Journal of Participatory Research Methods*, 1(1). <https://doi.org/10.35844/001c.13244>
- Vazquez, M. L., Waaub, J.-P. et Ilinca, A. (2013). Territorial intelligence modelling for energy development (TIMED) – a case study for the Baie-des-Sables (Canada) wind farm. *Int. J. Multicriteria Decision Making*, 3(2/3), 236-255.
- Verisk Maplecroft (2016). *Climate Change Vulnerability Index 2016*. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/verisk%20index.pdf>
- Vernet, J. (1998). La situation actuelle des bassins versants d'Haïti. Dans Haïti Econet, *La gestion de l'environnement en Haïti. Réalités et perspectives* (p. 93-101). PNUD.
- Viguié, V. (2022). Les liens entre adaptation et atténuation : quand s'adapter aggrave le changement climatique. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 106. <https://doi.org/10.3917/re1.106.0072>
- Villar, C. et David, M. (2014). *La résilience, un outil pour les territoires*. Séminaire IT-GO Rosko. http://wikiresilience.developpement-durable.gouv.fr/images/c/c6/VILLAR_DAVID_article_completV4.pdf
- Vital, R. (2018). Lutte contre les changements climatiques en Haïti : des pistes pour comprendre la complexité du problème. *Haïti Perspectives*, 6(4), 17-19.
- Vissac B. et Hentgen, A. 1979. *Présentation du Département de recherches sur les systèmes agraires et le développement*. Inra Doc. Dép. Sad.
- Waaub, J.-P. (2012). *Aide multicritère à la décision comme outil de mise en œuvre de l'évaluation environnementale*. École d'été SIFÉE-IEPE, 17 juin au 21 juin 2012 à Montréal. SIFÉE-IEPE.
- Waaub, J.-P. (2022). *Évaluation environnementale (GEO8271)* [Note de cours]. Département de géographie, UQAM
- Wani, S. P. et Garg, K. K. (2009). *Watershed Management Concept and Principles*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)
- Watene, K. et Yap, M. (2015). Culture and sustainable development: Indigenous contributions. *Journal of Global Ethics*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/17449626.2015.1010099>

- Watrianthos, R., Ritonga, W. A., Rengganis, A., Wanto, A. et Indrawan, M. I. (2021). Implementation of promethee-gaia method for lecturer performance evaluation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012067>
- Weissenberger, S. (2018). Haïti : vulnérabilité, résilience et changements climatiques. *Haïti Perspectives*, 6(3), 19-26.
- Weissenberger, S. (2022). Repenser la zone côtière dans l'optique des changements climatiques. Dans Géomatique (p. 11-16). *Revue de l'ordre des arpenteurs-géomètres du Québec*, 48(3), 1-36.
- Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A. et Esty, D. C. (2020). *Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental.
- Wolancho, K. W. (2015). Evaluating watershed management activities of campaign work in southern nations, nationalities and peoples' regional state of Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 4(6). <https://doi.org/10.1186/s40068-015-0029-y>
- Wu, W. (2014). The Generalized Difference Vegetation Index (GDVI) for dryland characterization. *Remote Sensing*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/rs6021211>.
- Yamagishi, K., Sañosa, A. R., de Ocampo, M., et Ocampo, L. (2021). Strategic marketing initiatives for small co-operative enterprises generated from swot-tows analysis and evaluated with promethee-gaia. *Journal of Co-Operative Organization and Management*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2021.100149>
- Yameogo, A., Some, Y. S. C., Sirima, A. B. et Da, D. E. C. (2020). Occupation des terres et érosion des sols dans le bassin versant supérieur de la Sissili, Burkina Faso. *Afrique Science*, 17(5), 43-56.
- Ye, J. et Chen, T.-Y. (2022). Pythagorean fuzzy sets combined with the promethee method for the selection of cotton woven fabric. *Journal of Natural Fibers*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2072993>
- Yohannes, H., Soromessa, T., Argaw, M. et Dewan, A. (2021). Impact of landscape pattern changes on hydrological ecosystem services in the Beressa watershed of the Blue Nile Basin in Ethiopia. *Science of The Total Environment*, 793. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148559>
- Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C. et Bauer, M. E. (2005). Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote sensing of environment*, 98 (2-3), 317-328
- Zaouaq, K. (2020). Les savoirs traditionnels au Maroc: un levier d'adaptation aux changements climatiques en agriculture. *Journal d'Economie, de Management, d'Environnement et de Droit*, 3(3), 88-97.
- Zerome, M., Traore, K., Famanta, M., Maiga, B. S., Samake, O. et Togo, M. A. (2019). Effets de l'aménagement en courbe de niveau avec différentes doses de fertilisation sur les rendements du sorgho dans les localités de Kolokani et de Diéma au Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(3), 1547-1557.

- Zhu, Z. (2017). Change detection using landsat time series: A review of frequencies, preprocessing, algorithms, and applications. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 370-384.
- Zida, W.-A., Bationo, B.-A., Waaub, J.-P. (2019). Effects of land-use practices on woody plant cover dynamics in Sahelian agrosystems in Burkina Faso since the 1970s–1980s droughts. *Sustainability*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/su11215908>
- Zida, W. A., Traoré, F., Bationo, B. A., Waaub, J.-P. (2020). Dynamics of woody plant cover in the Sahelian agroecosystems of the northern region of Burkina Faso since the 1970s–1980s droughts. *Canadian Journal of Forest Research*, 50(7). <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0247>
- Zida, W. A. (2020). *Dynamique du couvert végétal forestiers des agrosystèmes sahéliens du nord du Burkina Faso après les sécheresses des années 1970-1980 : Implication des pratiques d'aménagement des terres* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel. <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/13705>
- Zuindeau, B. (2002). Le développement durable territorial : enjeux et perspectives. In *Colloque développement local, développement régional, développement durable : quelles gouvernances*. CLERSE-IFR