

## Conclusion

*Florence Millerand, Patrícia Dias da Silva, Serge Proulx et Lorna Heaton*

La reconfiguration du travail scientifique dans le domaine de la biodiversité relève, comme nous l'avons vu, de deux mouvements intimement liés : la mise au point de dispositifs numériques favorisant la production et la circulation des connaissances et la place grandissante prise par les amateurs dans la recherche scientifique. Les technologies numériques jouent un rôle crucial dans la structuration des pratiques amateurs, entre autres par la multiplication des projets de sciences participatives. Et le recours croissant à des acteurs situés en dehors des milieux scientifiques contribue à façonner, voire à redéfinir, les pratiques de travail, par exemple, dans le cadre des projets de numérisation des grandes collections naturalistes.

Les études de cas et les analyses présentées dans cet ouvrage se trouvent au croisement de ces deux tendances. Notre posture empirique vise à ancrer l'analyse dans des études de terrain, au plus près des acteurs et de leurs pratiques. Notre perspective théorique, fondée sur une conception sociomatérielle de la connaissance, envisage la production des connaissances comme résultant de l'alignement d'un ensemble d'interactions humaines, de pratiques sociales et de dispositifs techniques qui agissent dans des contextes spécifiques. Cette double approche demande de prêter attention autant à la manière dont émergera une plateforme de sciences citoyennes, par exemple, qu'à la façon dont sa conception et ses usages contribueront à la façonner progressivement. La diversité des configurations et des contextes explorés est à l'image de la pluralité des formes d'engagement des amateurs dans le travail scientifique. Elle illustre

la multiplicité des manières dont les dispositifs numériques y sont intégrés, qu'il s'agisse de portails ou de bases de données de collections naturalistes, de plateformes de sciences participatives ou d'applications mobiles.

L'ensemble des analyses pointe vers un même constat : la nature de plus en plus distribuée du travail scientifique et son élargissement à une plus grande diversité d'acteurs qui interviennent désormais à toutes les étapes du processus de recherche. Ils mobilisent comme jamais des registres de connaissances aptes à enrichir la production et la circulation des savoirs et jamais leur rôle dans la production cognitive en biodiversité n'aura été aussi visible.

Deux grandes conclusions se dégagent des différents chapitres de l'ouvrage. La première porte sur le rôle des amateurs et les nouvelles possibilités dont ils bénéficient dans le contexte numérique. La multiplication des initiatives de sciences participatives en biodiversité a contribué à braquer les projecteurs sur les amateurs qui étaient, jusque-là, presque invisibles, le plus souvent perçus comme de « petites mains » récoltant les données demandées par les scientifiques. À ce titre, le réseau collaboratif de botanistes francophones Tela Botanica constitue un exemple emblématique en devenant un acteur incontournable dans le domaine de la botanique. Par ailleurs, les amateurs ont toujours été plus proches du terrain que les scientifiques. Les nouveaux outils numériques mis à leur disposition, notamment les téléphones cellulaires et les applications mobiles spécialisées, viennent désormais favoriser leur engagement en facilitant le recueil et la restitution rapide et automatisée des données.

Des réseaux d'amateurs se constituent à l'international et sont mis en lien par des projets ou des bases de données qu'ils ont aidé à constituer. Ils sont en même temps reliés à des groupes professionnels et à des scientifiques universitaires. Les plateformes collaboratives tablent en effet sur la combinaison des expertises et, ce faisant, elles favorisent la juxtaposition de registres d'expertise d'une manière inédite. On y observe ainsi les manifestations classiques de l'expertise fondée sur des accréditations certifiées et s'affichant en tant que source d'autorité. Ces pratiques expertes cohabitent simultanément avec des formes organisationnelles inédites, s'appuyant davantage sur le nombre des contributions que sur leur contenu ou les diplômes du contributeur. Ces formes nouvelles de coopération se servent de la force du collectif (selon un modèle du type Wikipédia). De telle manière, ces approches hybrides tirent profit de l'expertise tradition-

nellement détenue par un petit nombre, tout en faisant appel à une logique du grand nombre pour traiter des corpus importants d'informations.

L'effet structurant de ces rapprochements se traduit par l'élaboration de nouveaux modèles d'expertise chez les amateurs, appelés à acquérir le vocabulaire nécessaire à la discussion, à suivre les protocoles proposés ou, encore, à apprendre à maîtriser certains outils. Les MOOC offrent désormais la possibilité de certifier un ensemble de connaissances en dehors des institutions traditionnelles d'enseignement, sans compter l'accès décuplé à des ressources en ligne et à des savoirs partagés. De surcroît, les propriétés techniques des dispositifs offrent des fonctionnalités qui non seulement rendent visibles les contributions, mais facilitent les interactions humaines favorables à l'échange et à l'apprentissage. Les formes d'engagement des amateurs, notamment en lien avec la multiplication des projets et des modalités de participation, sont désormais largement diversifiées. Les amateurs accomplissent une diversité de tâches parfois spécialisées, aussi bien comme bénévoles dans une institution, contributeurs sur une plateforme en ligne ou membres d'un cercle de naturalistes amateurs.

Une deuxième grande conclusion concerne le travail scientifique lui-même et la façon dont il tend à se transformer. Comme champ interdisciplinaire et objet d'enjeux majeurs sur le plan sociétal, le domaine de la biodiversité se caractérise par un impératif d'accumulation de nouvelles connaissances, et de façon tout à fait pressante. Cette demande cognitive se manifeste en premier lieu par une exigence soutenue en matière de nouvelles données de terrain, afin de comparer l'état de la biodiversité dans le temps et dans l'espace. Dans un tel contexte, on comprend que l'essor des technologies numériques couplé à ce besoin de connaissances ait contribué à faire des sciences participatives une stratégie de recherche très pertinente pour le domaine.

Le rôle structurant des dispositifs numériques y apparaît de façon nette. La numérisation des collections de spécimens semble être la voie d'avenir pour les collections naturalistes, ce qui engendre des avantages manifestes pour la conservation et son exploitation scientifique. En élargissant les conditions d'accessibilité, la numérisation des collections ouvre la porte à des utilisations variées par des publics différents. Ainsi, la photographie de spécimens numérisés joue désormais un rôle fondamental dans le travail d'identification, la capacité de stockage numérique

faisant exploser les contraintes du support papier des traditionnels manuels de référence. En outre, l'équipement du naturaliste contemporain, qu'il soit amateur ou professionnel, oblige à revoir les façons de faire. Les applications mobiles offrent des fonctions d'identification automatisée qui redistribuent l'activité entre le naturaliste, le spécimen observé dans la nature et la base d'informations contenue dans le dispositif. Les amateurs, sans doute encore plus que les scientifiques, font quotidiennement face à ces dimensions sociomatérielles du travail avec les spécimens et les collections.

Ces évolutions ne se font pas sans heurts, le rapprochement entre amateurs et scientifiques pouvant susciter des frictions. La gestion de ces frictions constitue un défi majeur se situant au cœur des projets de sciences participatives aujourd'hui, dont la plupart reposent sur un principe d'inclusion qui vise à intégrer les souhaits des néophytes tout en s'assurant de respecter la rigueur de la production scientifique. Les projets de développement d'infrastructures de partage de données ne manquent pas de susciter des tensions, dans la mesure où ils doivent répondre à plusieurs objectifs et servir plusieurs publics. En biodiversité, différentes orientations guident les logiques de conception et de développement. Une première tendance centrée sur la collection de spécimens naturalistes, guidée par une finalité de recherche impliquant l'accès au spécimen lui-même – pour faire des analyses biomoléculaires, par exemple – s'oppose à une deuxième tendance centrée quant à elle sur l'inscription et l'accumulation des données d'observation, fondée sur le postulat qui veut que des observations rigoureusement consignées et validées puissent fournir des informations précieuses, en particulier pour la conservation. La manière dont les infrastructures sont construites aujourd'hui conditionne les usages de demain. Et l'on sait toute l'importance des données historiques pour la recherche en biodiversité.

La numérisation d'une collection ou la mise en place d'une initiative de sciences participatives engendre d'autres défis, au-delà de la seule dimension technique. Ces développements renvoient à des enjeux sociaux qui concernent notamment la valeur du travail dans le contexte d'un capitalisme informationnel fondé sur l'accumulation des traces des internautes et des données qu'ils produisent (ou laissent malgré eux) sur les plateformes numériques. C'est ce processus de captation et d'accumulation des traces et des données qui est au cœur de la production de la valeur

dans l'économie numérique. Cette production de valeur s'exprime par la multiplication des flux informationnels constitutifs de l'espace numérique propre à ce que nous appelions jadis la « société en réseaux ». Aujourd'hui, l'exploitation du travail des « petites mains » et des amateurs prend la forme d'une apparence de rémunération qui ne correspond pas à la juste valeur du travail réalisé.

### **Des pistes de recherches**

La décision d'explorer les reconfigurations du travail scientifique surtout par l'analyse du rôle qu'y jouent les amateurs en donne un portrait incomplet. Les scientifiques y tiennent toujours le premier rôle, structurant et important. Cet ouvrage n'a pas voulu présenter directement les pratiques et les perspectives des scientifiques sur ces questions. Nous sommes conscients que les nouvelles pratiques ont un impact certain sur celles des scientifiques. Nous n'avons pas traité non plus de la multiplicité des formes nouvelles de communication scientifique rendues possibles par les plateformes numériques. De même, les personnels professionnels de la biodiversité (constituant pourtant une catégorie importante d'agents) sont pratiquement absents de ces pages, car jusqu'ici, ils n'ont eu que peu de liens organisés avec les amateurs. Enfin, malgré leur importance pour la gestion de la biodiversité, nous n'avons pas abordé directement les questions de politiques et de gouvernance. Tous ces points sont signalés moins pour mettre en relief les manques qui caractériseraient notre approche que pour montrer que ces dimensions non examinées constituent en fait des possibilités pour la réalisation de nouvelles recherches. Outre les différentes orientations de recherche que l'on peut imaginer pour remplir ces manques, nous souhaitons conclure en évoquant quatre pistes de recherche qui pourraient être suivies dans un avenir proche.

La première piste concerne l'élargissement des aires de diffusion sociale des thématiques relatives à la biodiversité. Outre les projets de sciences participatives, une multitude de moyens de diffusion novateurs (MOOC, sites et chaînes de vulgarisation telles que YouTube, notamment) ouvrent de nouvelles perspectives de vulgarisation scientifique et permettent de sensibiliser le plus grand nombre à la science et aux technologies. Par ailleurs, les amateurs ne sont pas seulement des cibles pour la diffusion scientifique. Si, aux siècles précédents, les amateurs ont créé

leurs propres publications pour diffuser des connaissances pertinentes, la vidéo en ligne constitue aujourd'hui un univers fécond pour perpétuer la tradition. Animés par des amateurs passionnés, adeptes du journalisme scientifique, spécialistes de la vulgarisation, ces nouveaux espaces de communication scientifique rejoignent des publics numériquement importants. On assiste à l'émergence de nouveaux experts de la communication scientifique sur Internet. Reconnus pour la qualité des contenus produits, certains de ces amateurs adeptes de YouTube sont parfois à même de transformer une activité de loisir en une pratique rémunérée, grâce au financement participatif. Partie prenante de l'écosystème du Web social, ces sites ou chaînes sont souvent associés à des profils situés sur d'autres plateformes, en particulier Facebook et Twitter.

Une seconde piste de recherches à explorer dans un futur proche consisterait à nous donner les moyens de penser et d'articuler les relations entre, d'une part, les nombreux terrains locaux ou régionaux analysés dans les divers chapitres de cet ouvrage et, d'autre part, la dimension plus globale et transversale de certaines thématiques, afin de comprendre comment les éléments s'emboîtent et s'enchevêtrent de manière systémique. Par exemple, dans le cas d'infrastructures informationnelles mobilisées par les chercheurs de la biodiversité (Canadensys, eBird, Atlas of Living Australia, portail brésilien SiBBr, Système mondial d'informations sur la biodiversité [Global Biodiversity Information Facility – GBIF]), la circulation transversale d'un contexte à un autre met en relief le fait que certains projets locaux de recherche peuvent alimenter en informations de terrain tout à fait pertinentes des sites régionaux ou internationaux destinés au partage et à la réutilisation de données par des équipes de chercheurs scientifiques.

Une troisième piste concerne les bouleversements à venir sur le plan technologique, en lien avec le développement de l'intelligence artificielle et des techniques d'apprentissage machine. Les configurations technologiques étudiées dans cet ouvrage vont évoluer et se complexifier dans les prochaines années. Aux bases de données et aux infrastructures de participation se sont déjà ajoutés de puissants outils de reconnaissance automatique (sur le téléphone portable, notamment) et des protocoles de traitement automatisé ou semi-automatisé des données générées. Parce que ces technologies s'alimentent de grands volumes de données et d'un travail humain massif – deux caractéristiques communes au travail ama-

teur –, leur utilisation croissante dans les sciences de terrain comme la biodiversité s'accompagnera nécessairement d'une redéfinition des rôles et des pratiques. De nouvelles dynamiques sont à prévoir, et probablement avec elles de nouvelles formes de redistribution des tâches, compétences et formes de reconnaissance, que ce soit entre amateurs et scientifiques ou entre ces deux derniers et les dispositifs numériques.

Une quatrième piste s'ouvre sur l'explicitation des enjeux sociaux entourant la mise en œuvre de politiques d'État et internationales en matière d'accessibilité aux bases de données. Ces problématiques de l'accès sont dotées d'un fort coefficient de pertinence sociale pour les amateurs et les bénévoles. Quant aux chercheurs scientifiques, travailler sur la biodiversité suppose de s'inscrire dans une visée de promesse d'utilité environnementale. Plusieurs chercheurs ont observé et documenté l'émergence du champ scientifique de la biodiversité parallèlement à la croissance d'une demande forte des gouvernements pour contribuer à sa gestion ou à son contrôle. Ainsi, les investissements des gouvernements dans les infrastructures sont aujourd'hui la plupart du temps associés à une série de thématiques prioritaires de recherches que doivent réaliser les équipes commanditées. De leur côté, certains responsables de plateformes de partage et d'échange d'informations sur les sciences de la biodiversité donnent maintenant le feu vert à une utilisation potentiellement commerciale de ces données. Il s'agit ainsi, pour eux, de dépasser une vision strictement scientifique de la biodiversité. Des recherches restent à faire pour clarifier et expliciter les nouveaux modèles économiques qui émergent dans le domaine des droits d'utilisation des bases de données en biodiversité. Nous espérons que la lecture de cet ouvrage permettra une mise en débat des questions et des thématiques fondamentales concernant les politiques de la science. Plus généralement, nous souhaitons que la diversité des cas explorés dans ce livre constitue une invitation à poursuivre la réflexion sur la pluralité des formes d'engagement des amateurs dans le travail scientifique ainsi que sur la place des technologies numériques dans les recherches concernant la biodiversité.