

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

CNIDARIA :

INSTALLATION ROBOTIQUE INTERACTIVE D'IMMERSION

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN COMMUNICATION

PAR

JEAN-AMBROISE VESAC

JANVIER 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire 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.01-2006). 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.»

AVANT-PROPOS

Elle anime le vide de ses mouvements itératifs et enserre le temps de ses anneaux cycliques.

Je remercie Louis-Claude Paquin, Professeur de l'École des médias de l'Université du Québec à Montréal, pour avoir dirigé mon projet de recherche ainsi que Jean-François Renaud, Professeur de l'école des médias de l'Université du Québec à Montréal, et Nicolas Reeves, Professeur de l'École de design de l'Université du Québec à Montréal pour avoir accepté d'évaluer mon mémoire-crédation.

Je remercie Jean Décarie, Professeur de l'École des médias de l'Université du Québec à Montréal, pour ses enseignements et pour m'avoir invité à participer au groupe de recherche *Vitamin Beziehungen* ; Jean-Pierre Boyer, Professeur de l'École des médias de l'Université du Québec à Montréal, pour ses enseignements et pour m'avoir confié la production de l'aspect sonore de son projet *Totem de l'humanité*, au sein du Laboratoire de technologie interactive (LTI) ; Simon-Pierre Gourd, Professeur de l'École des médias de l'Université du Québec à Montréal, pour m'avoir invité à participer au groupe de recherche en algorithmie musicale et interactive, Pierre-L Harvey, Professeur au département de communication sociale et publique de l'Université du Québec à Montréal, pour ses enseignements et pour m'avoir fait participer aux recherches du Laboratoire de communautique appliquée (LCA).

Je remercie Pierre Grou, Attaché d'administration, Dany Beaupré, Animateur pédagogique, Pierre Mercure et Claude Lortie du Laboratoire de communication, pour leur confiance et leur soutien.

Je remercie Louise Poissant, Professeur de l'école des arts visuels et médiatiques de l'Université du Québec à Montréal, et le Centre interuniversitaire des arts médiatiques (CIAM) pour leur soutien financier au projet ; Marc Fournel et le PARC du Vidéographe pour m'avoir accueilli dans leur atelier de travail.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	v
RÉSUMÉ	vi
CHAPITRE I	
THEORIE	
1.1 Le concept d'écocybernétique	1
1.2 La genèse de la créature.....	4
1.3 L'ontologie de <i>Cnidaria</i>	6
1.4 L'écologie algorithmique	10
1.5 Les comportements individuels et collectifs	12
1.6 L'esthétique	13
CHAPITRE II	
JOURNAL D'UNE DÉMARCHE.....	
2.1 Prototype numéro 1.....	16
2.2 Prototype numéro 2.....	17
2.3 Prototype numéro 3.....	18
2.4 Prototype numéro 4.....	19
2.5 Prototype numéro 5.....	22

CONCLUSION..... 24

RÉFÉRENCES..... 26

ANNEXE – DVD

DESSINS

EXPLICATION DE L'ALGORITHME : INTERACTION

EXPLICATION DE LA COMPLEXITÉ DE GROUPE : COLONIE

PROTOTYPE NUMÉRO 1

PROTOTYPE NUMÉRO 2

PROTOTYPE NUMÉRO 3

PROTOTYPE NUMÉRO 4

PROTOTYPE NUMÉRO 5

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Une parabole cubique.....	7
1.2	Un filtre résonnant.....	11

RÉSUMÉ

Le projet porte sur la communication homme-machine. Homme et machine sont pris comme deux espaces cognitifs distincts, naturel et artificiel. Quelle perception ont-ils l'un de l'autre ? Comment interagissent-ils ? L'expression sonore constitue un point commun aux deux *espèces*. *Cnidaria* est une installation robotique interactive et immersive. Une communauté de robots occupent un territoire public. Le public peut interagir avec l'installation et entrer dans la représentation en usant d'un langage rudimentaire. Le spectacle se crée par la dynamique entre les interacteurs et un système informatique autonome et génératif.

CHAPITRE I THÉORIE

1.1 Le concept d'écocybernétique

Le concept d'écocybernétique exprime une approche de la création médiatique inspirée de la biologie. C'est un mélange de modèles biologiques (naturels) et cybernétiques (artificiels). L'écocybernétique simule la vie dans un dialogue entre information et matière. Des systèmes de contrôle sont intégrés à l'environnement. L'écocybernétique est une métaphore qui considère la pensée comme un système vivant, tout comme le cerveau. L'information qui découle de l'activité du cerveau est également vivante et ainsi doit s'adapter et évoluer pour survivre, rester pertinente. L'information et son interprétation sont sensibles au milieu écologique et au contexte socio-culturel d'interprétation et forment le paradigme de communication qu'aborde notre projet. Pour exprimer cette conception de l'information *vivante*, sa médiatisation doit être émergente. Ce n'est pas la forme du sujet qui est prise comme représentation mais son énergie.

La mécanique est profondément inscrite dans notre culture occidentale. Nous avons un rapport fonctionnel avec l'outil. La fonction ne se sépare pas de son déterminisme. La machine n'a pas *d'être*; seule la tâche qu'elle accomplit existe. Cette vision n'est pas étrangère à nous-même. Si l'on me demande qui je suis, je parle de ce que je fais! De la même manière, le design électromécanique est généralement interprété au niveau causal, plus rarement iconique. Par manque de contenu ou de langage, l'art technologique tend à se prendre lui-même comme discours. Le sujet esthétique se déplace. Ce n'est plus le *quoi* ou le *pourquoi* mais le *comment* qui fait lieu de discours.

Contrairement à l'objet d'art prenant son sens dans notre culture. *Cnidaria* génère ses formes d'expression à l'exemple du vivant qui engendre ses propres représentations. Même si les robots ont l'apparence de méduses, le projet *Cnidaria* n'imité pas un objet existant, mais devient le sujet d'un spectacle nouveau et présente comme œuvre l'exploration de techniques d'intelligence artificielle à des

fins de spectacle. *Cnidaria* s'imprègne de l'environnement, dont elle extrait des fragments qu'elle interprète et auxquels elle ajoute sa signification.

C'est la définition de l'art interactif qui est remise en cause; la machine n'est plus au service de l'homme. Tout se passe dans la relation à l'oeuvre, qui est inversée. L'oeuvre n'est plus uniquement dans notre univers; nous faisons partie de l'univers de l'oeuvre, qui a sa vie propre. On pénètre dans l'univers immersif d'une population de robots, d'une colonie de méduses.

La réalité dans son infini insaisissable est porteuse du sens et de l'essence du Verbe. L'information est un processus émergent de cette complexité. La Beauté s'exprime par ces lois, partout disponibles, comme autant de champs cosmiques nous traversant. Créer une oeuvre équivaut, dans un tel contexte, à développer un microcosme et à y laisser se développer les formes spontanées de son énergie. Un effacement personnel est requis dans cet accompagnement.

Les données collectées par les senseurs dans le contexte d'une galerie sont exponentielles et se présentent comme une parabole cubique. Nos perceptions sont de nature exponentielle. L'ouïe en est un bon exemple. En effet, nous sommes adaptés à d'énormes différences de puissance sonore, ce qui nous permet de percevoir aussi bien un chuchotement qu'un marteau piqueur. La zone de confort sensoriel est d'amplitude moyenne et nécessite de grandes dynamiques de puissance, car nous percevons mieux les hauts contrastes. Nous avons aussi une grande habileté à percevoir les imperfections. Comme une tache nous fait oublier le mur qu'elle souille. Nous reconnaissons aisément les variations et les écarts dans une suite répétitive. De la même manière, les senseurs ont une courbe de sensibilité cubique. Les données recueillies se présentent comme une parabole cubique. Il y a une étroite zone de stabilité où l'écart entre les valeurs est faible, coincé entre deux falaises.

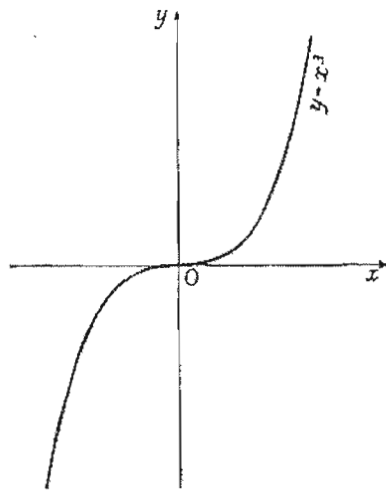


Fig. 8 Cubical parabola

Figure 1.1 : une parabole cubique

La perception est le résultat d'un effort organisationnel cognitif qui catégorise les phénomènes perçus pour être ensuite capable d'anticiper les événements à venir. Notre faculté de saisir les comportements et de comprendre un état intérieur par ses signes extérieurs provient, selon moi, de facultés héritées de la chasse que l'on appelle parfois culture. *Cnidaria* interroge cette faculté culturelle d'interprétation de nos perceptions, qui nous permet d'apprécier une *œuvre*. La culture est un guide à l'extérieur duquel les phénomènes sont inconnus.

Cnidaria se place dans un courant artistique dont Ken Rinaldo fait partie. Rinaldo utilise l'intelligence artificielle afin de donner un comportement *vivant* à son installation *Autopoiesis*¹. Le système de Rinaldo utilise un langage minimal pour communiquer des fréquences sonores sinusoïdales. Le système réagit à la présence du public et évolue en conséquence. Les automates sont construits à l'aide de branches d'arbres, afin de tirer parti de la flexibilité et de la résistance de ce matériau. *Cnidaria* se distingue par l'importance donnée à l'aspect sonore et à l'algorithme de génération sonore, la technologie complètement embarquée, la reconnaissance et l'interaction vocales.

¹ <http://www.ylem.org/artists/kriminaldo/emergent1.html>

1.2 La genèse de la créature

Cnidaria est un projet de recherche artistique qui fait la synthèse de plusieurs de mes préoccupations. L'installation interactive combine intelligence artificielle, robot-sculpture et environnement sonore immersif. *Cnidaria* questionne notre aptitude à décoder les comportements d'espèces artificielles différentes de nous et notre habilité à entrer en contact avec elles. À un certain point, l'expérience *cnidarienne* stimule la réflexion sur les relations inter-espèces ou entre des groupes sociaux différents.

Pour que deux espèces communiquent ensemble, elles doivent partager un canal de communication physique et perceptible et un langage formé de codes interprétables. S'il n'y a pas de disposition commune, l'information doit être traduite afin de correspondre aux caractéristiques de chaque espèce. L'environnement est un médium dynamique où chaque élément a un impact global. Edward Lorenz appelle cela l'effet papillon. Donc, deux espèces vivant dans le même environnement s'influencent, même inconsciemment. Elles se stimulent sans pour autant communiquer. Ces stimulations se confondent, dans l'environnement, à l'ambiance générale.

La communication est l'interprétation de signes codifiés aux caractéristiques communes. Si le développement cognitif n'a pas eu lieu dans le même environnement, la compréhension, qui est basée sur une expérience préalable et sur le partage de références, n'est pas possible, à moins d'une grande ouverture à l'autre et d'une bonne capacité d'adaptation. Les histoires peuvent se raconter, mais leurs interprétations varient. La communication implique plusieurs niveaux de contact dont la disponibilité et la complicité.

Cnidaria met les interacteurs dans une situation qui les incite à interagir. Dans une situation extraordinaire, les codes de conduite changent. Le danger potentiel libère la communication interpersonnelle de la contingence sociale. C'est la solidarité des temps de crise. La dynamique de groupe devient plus souple et plus créative pour réussir à contrôler la situation. Ce n'est pas une mise en scène que l'on retrouve à l'opéra.

La conception des machines a pris comme inspiration le modèle biologique des cnidaires et plus particulièrement des méduses. Leur signification ambiguë, chargée de maléfices et de beauté, me fascine. Elles existent depuis 700 millions d'années, ce qui les classe parmi les organismes pluricellulaires les plus anciens. Elles sont constituées à 98 % d'eau et leur forme leur permet de glisser sur les ondes marines sans que les variations de pression ne les écrasent. Elles possèdent des

statocystes qui leur permettent de maintenir leur assiette dans l'eau. Ces statocystes sont des organes maintenant l'équilibre, sortes d'oreilles archaïques formées de minuscules poches d'eau et de grains de sable. En transposant ces extraordinaires organes de l'univers aquatique au monde terrestre, les ondes deviennent des sons et la communication est alors possible.

Le visiteur est immergé dans un champ de méduses artificielles. Il est entouré par une colonie de robots. C'est la rencontre de deux sociétés, hommes et machines, ne partageant pas le même univers sensoriel, mais ayant un canal de communication sonore commun et disposant d'un code simple : *allo*. Le jeu commence. Le visiteur peut interagir avec les méduses, s'il en comprend les codes. Pour cela, il lui faut les observer pour reconnaître leur langage de robot. L'interacteur est invité à considérer ces machines comme des animaux artificiels. Comme un enfant peut confondre un jouet pour un être. En cela, *Cnidaria* questionne les limites de nos représentations et la flexibilité des catégories qui la composent. Notre capacité à reconnaître le vivant peut nous servir à considérer la nature comme un grand tout vivant, où l'homme n'occupe plus la place centrale. En effet, *Cnidaria* dénonce la vision anthropocentrique de notre société, qui ignore la diversité et l'interdépendance des écosystèmes vivants ainsi que le droit à la vie.

Mon projet de recherche est empreint et animé de ma préoccupation pour l'écologie. Il prend à contre-pied les principes de compétition dans la sélection naturelle (théorie de l'évolution) et de lutte pour la survie où le plus fort gagne. Ce principe est très utilisé comme justification aux inégalités socio-économiques. *Cnidaria* part d'une vision systémique du vivant et présente un modèle où la survie (individuelle) est remplacée par la coexistence et la coopération. L'exemple du poisson clown et de l'anémone de mer est notre modèle. Ces deux espèces échangent des services. Les tentacules empoisonnées de l'anémone procurent un habitat sécuritaire au poisson-clown qui est immunisé contre leur venin. En retour, l'anémone se nourrit des restes du repas de son hôte. Le projet reprend ce modèle dans une métaphore simple : l'anémone représente la machinerie et le poisson clown, l'interacteur.

1.3 L'ontologie de *cnidaria*

L'ontologie de *Cnidaria* est celle d'un être communicant. Sa raison d'être est d'attiser la curiosité et de divertir. Bien qu'elle puisse servir de robot de compagnie, elle n'a aucune utilité pratique. Comme machine, *Cnidaria* provient de la tradition des objets surréalistes. Cependant, la manifestation artistique n'est plus la représentation d'une forme dans un objet, mais se situe dans les processus d'émergence. On ne représente plus, on produit des générateurs de représentations. Le travail artistique se concentre donc sur le fonctionnement de ces processus générateurs, là où s'inscrit son ontologie.

Qui sommes-nous ? Cette question est toujours présente dans le travail d'interprétation artistique de nos réalités, dans ses méandres. Les approches artistiques actuelles ont été bouleversées par les avancées des sciences de la vie. La compréhension de la réalité à changer et de ce que nous croyons être aussi. Actuellement, les scientifiques enfantent des créatures médicinales dont l'existence nous bouscule. La science a chassé l'Homme du centre de l'univers pour le placer à la périphérie du réel, à l'intérieur d'un monde multiple et complexe, correspondant au rythme de nos vies économiques. Les biotechnologies se développent, repoussant les frontières du vivant et du naturel. Notre culture, par le travail des artistes, cherche des représentations acceptables de ces changements pour permettre leur assimilation idéologique. Les nanotechnologies nous révèlent des univers sans lien perceptuel avec le nôtre et dont la logique est étrangère à notre culture. La culture cherche de nouveaux modèles afin d'accepter ces nouvelles réalités. Nous sommes en contact avec des systèmes informatiques, chimiques ou biologiques ne pouvant pas être perçus par nos sens. Le lieu de représentation n'est plus visible, il est à l'intérieur des choses, dans leur génétique. Ce n'est plus la contemplation d'un paysage créé par *Dieu*, mais bien un paysage qui s'auto-construit dans la jonction de ses énergies et dans sa relation à l'environnement. L'artiste ne modifie plus les apparences, mais bien l'ossature interne, la structure de la réalité. L'action de l'interacteur ou de l'artiste s'inscrit dans la genèse de l'objet de la représentation.

Les approches ont changé. L'artiste ne travaille plus les apparences d'une réalité inaccessible et inconnue comme nous la présente la caverne de Platon. L'artiste crée avec l'énergie de la structure interne des choses. Ses actions ont des répercussions probables sur les apparences mais non déterminées. Cette approche change donc l'inconscience et l'indétermination du geste créateur.

De manière classique, l'artiste peut inscrire ses émotions et ses pensées dans le style de l'œuvre, son sujet ou ses médiums. Aujourd'hui, il a la possibilité d'inscrire des intentions à la genèse du sujet de la représentation. La structure de son œuvre finale, s'il y en a une, est probable mais inconnue, les

résultats de son contact à l'environnement sont imprévisibles. Nous vivons des réalités multiples et simultanées, alors que l'acceptation socialement raisonnable est souvent univoque. Où est le point de passage ?

Enfin, le public ne se contente plus de contempler le paysage ou la vie d'un autre. Il veut vivre de nouveaux états de conscience, de nouvelles expériences. Il veut se surpasser, se surprendre.

Cnidaria est une robot-sculpture autonome qui ne dépend que de son alimentation électrique. Elle accorde son comportement à l'environnement auquel elle est sensible. Son architecture est de type modulaire, avec des fonctions et des sous-fonctions rattachées à une séquence d'exécution principale (une colonne vertébrale) structurant le cycle des processus indépendants. La durée globale d'exécution varie dépendamment des modules. Le résultat des fonctions est rapporté dans une mémoire globale disponible à toutes les autres fonctions du programme. *Cnidaria* possède ainsi une mémoire où elle sauvegarde des informations provenant de ses perceptions. Elle discerne des éléments sonores constituant la base d'un langage primitif. Ce code a une fonction d'excitation qui la stimule. Elle a aussi, en quelque sorte, connaissance de son corps par la mesure de l'amplitude de ses mouvements. Son enveloppe physique a un impact sur ses processus internes. Bien qu'elle ne possède qu'une connaissance limitée d'elle-même, elle se représente comme étant plus ou moins calme ou agitée.

L'automate se représente ses états émotifs par des positions sur une échelle de valeurs numériques composée de seize points. Cet axe est la colonne vertébrale, la cohérence du système et organise les états intérieurs les uns par rapport aux autres, en réponse à l'environnement. Les mécanismes de perception de l'automate y sont compilés. Les événements réels y sont rapportés. L'automate est capable de se situer par rapport aux événements extérieurs et d'y adapter son comportement grâce à une échelle de valeurs abstraite sur laquelle est basée son comportement.

Pour doter l'automate d'un algorithme simulant une activité autonome, j'ai choisi le modèle de programmation génétique (PG). Ce modèle copie les mécanismes de sélection naturelle. Les spécimens qui sont le mieux adaptés aux conditions de leur environnement sont sélectionnés pour la reproduction. Leurs caractéristiques génétiques deviennent alors proportionnellement plus influentes dans l'ensemble de la population. D'une génération à l'autre, les informations génétiques se mélangent pour former de nouvelles combinaisons. Ce modèle est particulièrement bien adapté aux contraintes des oeuvres médiatiques, qui requièrent constance, redondance et rupture pour être intéressantes. Il est prévisible mais varié. Il génère plusieurs variations du même thème. Les événements comportent des similarités. Ils sont familiers, tout en étant différents. Cette caractéristique permet de s'adresser à l'attention du

spectateur. Pour attirer son attention, il faut surprendre. La surprise arrive d'une rupture de rythme, d'une incongruité. Attention, pour ne pas effrayer le visiteur, il faut se garder de rebondissements trop nombreux. Une forme trop libre provoque un sentiment d'insécurité chez les non-initiés. Je ne suis pas personnellement de cet avis, mais je suis forcé de constater que le modernisme n'est pas intégré dans la culture populaire.

L'algorithme est constitué d'un point de référence interactif, *fitness*, que l'on appelle aussi fonction de référence. Cette fonction détermine l'objectif que le système doit atteindre. Ce point est déterminé par l'interaction du système avec l'environnement et lui permet de s'y adapter. La fonction d'évaluation donne le résultat, le *score*, la pertinence, de chaque individu par rapport aux objectifs. La fonction de ventilation des résultats (distribution) distribue les individus sur un axe proportionnellement à leur score; les meilleurs individus prennent plus de place sur cet axe et auront donc plus de chances de se faire sélectionner pour la reproduction. La fonction de sélection utilise une échelle stochastique. Le premier point de l'échelle est tiré au hasard et comme les barreaux d'une échelle, les sélections suivantes se font à intervalle régulier.

Le point de référence correspond à la somme, sur une échelle de seize valeurs, des stimulus provenant des organes de perception de l'automate : la reconnaissance vocale et l'équilibre. Il est stimulé par l'environnement ou par l'automate lui-même. Cette échelle de valeurs représente l'état intérieur de l'automate et génère son comportement : 0 = neutre, 1-5 = calme, 6-10 = éveillé, 11-15 = agité. La banque de sons a les mêmes catégories.

L'activité globale est le signe vital le plus aisément reconnaissable par l'interacteur. Le caractère supposé de l'automate dirige l'amplitude et la fréquence des mouvements et des sons. Une grande activité correspond à un état agité. À l'inverse, le peu d'activité correspond à un état de repos, de calme. En définitive, quand il n'est pas stimulé, l'automate est calme. À l'inverse, quand l'interacteur le stimule par le mouvement (toucher) ou la voix (Allo!), l'automate s'énerve. Il devient plus dynamique.

La fonction d'évaluation compare les échantillons avec le point de référence. Chaque échantillon obtient un pointage (score) qui mesure sa proximité au point de référence. Les échantillons sont ensuite classés par leur pointage, du meilleur au moins bon.

Puis, on redistribue cet ensemble sur une échelle de 120 positions où chaque échantillon prend le nombre de positions correspondant à son pointage. Le premier échantillon obtient les 15 premières

positions, le second, les 14 suivantes et ainsi de suite. Ils occupent le nombre de positions correspondant à la probabilité de leur sélection. L'échelle des échantillons possède 120 positions.

$$15 + 14 + 13 + 12 + 11 + 10 + 9 + 8 + 7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 + 0 = 120$$

Enfin, la sélection des échantillons s'effectue par la comparaison de l'échelle des échantillons à une échelle linéaire à écart fixe de 16 positions. Les échantillons situés au croisement de ces deux échelles seront retenus. On commence par une position au hasard entre 0 et 15, à l'intérieur du premier échantillon, puis on fait des sauts réguliers de 7 positions ($15 / 2$ arrondi) jusqu'au dépassement du maximum de positions. Le premier échantillon a donc 100% de chances d'être sélectionné, le second presque autant, le suivant un peu moins et de moins en moins. La probabilité de sélection de chaque pointage : 1=15/15=100.00%, 2=14/15=93.33%, 3=13/15=86.66%, 4=12/15=80.00%, 5=11/15=73.33%, 6=10/15=66.66%, 7=9/15=60.00%, 8=8/15=53.33%, 9=7/15=46.66%, 10=6/15=40.00%, 11=5/15=33.33%, 12=4/15=26.66%, 13=3/15=20.00%, 14=2/15=13.33%, 15=1/15=6.66%, 16=0/15=00,00%. L'algorithme génère des suites cohérentes de valeurs en rapport à l'objectif, le point de référence.

La spécificité de cette méthode est de prendre les échantillons ayant les meilleurs pointages ainsi que certains en ayant de moins bons. Ce modèle permet d'amener de la diversité et de la surprise dans une séquence automatisée. Il agit comme un filtre résonant qui renforce une gamme de fréquences déterminées.

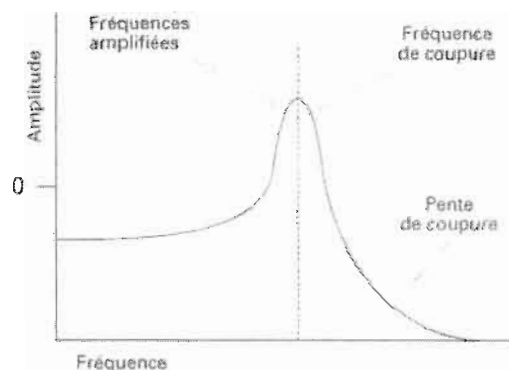


Figure 1.2 : Un filtre résonant

1.4 L'écologie algorithmique

L'algorithme principal a un cycle d'exécution répétitif comme une boucle qui tourne à l'infini, chaque fois différente, toujours semblable. Il s'agit du mécanisme de prise de décision soutenant l'identité du robot. Varela définit la propriété de génération, l'*autopoiesis*, comme un système qui contient une structure interne lui permettant de garder son homéostasie². Il génère, à son gré, des formes d'expression uniques n'existant qu'en lui. Bien que l'algorithme ne génère qu'un nombre fini de combinaisons, le grand nombre de possibilités rend les limites du système respectables. Il y a 1024 combinaisons possibles. Il y a quatre banques de seize sons. Chaque son peut être individuellement distribué aux seize positions possibles, soit $16 \cdot 16 \cdot 4 = 1024$.

L'algorithme ordonne les actions de l'automate dans le temps, selon la situation. En effet, il interprète son environnement et décide alors de son comportement. L'algorithme et l'environnement sont reliés par une interface, la structure physique du robot. Cette interface combine les fonctions de perception et d'expression. Elle est dotée de senseurs de lumière, d'accélération et de reconnaissance sonore qui recueillent les données de l'environnement et rendent le comportement de l'algorithme visible par l'entremise de ses expressions sonores et de ses mouvements.

Le comportement doit être cohérent pour être reconnaissable. La relation entre la réaction et les circonstances doit être claire. Une certaine simplicité est nécessaire pour que des comportements caricaturaux soient perçus. Les mêmes types de réponses doivent correspondre aux mêmes stimulations. L'interacteur ne voit que la surface, le résultat. La manifestation est la seule manière de percevoir l'état du système.

L'algorithme, globalement, repose sur l'équilibre entre deux boucles de rétroaction, l'une positive et l'autre négative. Le processus interne a un mouvement itératif négatif ajoutant des valeurs négatives à chaque cycle, ce qui a comme conséquence de donner au système une tendance lourde à retourner et à se stabiliser autour de zéro. À l'inverse, l'interface physique et les processus d'analyse des données ont une courbe d'excitation exponentielle positive. Le système a donc une réponse dynamique aux stimuli externes. Juxtaposés, ces deux mouvements opposés se contrebalancent et forment un système quasi-stable. Le comportement de l'algorithme est exponentiel dans les extrêmes

² Humberto R. Maturana & Francisco J. Varela. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, p. 48. «A living system is an homeostatic system whose homeostatic organization has its own organization as the variable that it maintains constant through the production and functioning of the *components* that specify it, and is defined as a unit of interactions by this very organization. »

et linéaire dans les valeurs moyennes. Cette configuration crée un comportement calme dans les valeurs faibles, assurant la cohérence immersive de l'espace narratif, alors que la réactivité dynamique à l'interaction apporte changement et diversité aux formes narratives. Le comportement de l'algorithme est initialement calme. Les stimuli l'excitent et entraînent une expression plus vive. Dans pareil cas, sa séquence d'exécution est plus rapide. En absence de stimulation, le robot retourne à son calme initial. Zéro.

Pour assurer l'équilibre et réguler le comportement de l'automate, la calibration du système est critique. Il faut limiter sa perception de l'environnement pour qu'il ne soit pas trop sensible et instable. En effet, l'environnement est insaisissable ; sa définition comprend une infinité de paramètres. Afin de composer un univers mesurable et compréhensible, il est donc nécessaire d'occulter une grande partie du réel et de réduire ses perceptions à des paramètres limités, soit la lumière, certains codes sonores et le mouvement.

Pour obtenir des informations cohérentes des senseurs, il faut réduire le bruit et amplifier le signal. La calibration de la sensibilité des senseurs permet au système d'être optimisé pour le registre du phénomène perçu et d'offrir une lecture détaillée des fluctuations. La filtration permet de limiter l'impact d'erreurs et le bruit électrique dans un circuit. On utilise typiquement un filtre passe bas qui ne laisse passer que les basses fréquences.

Le robot ne considère pas l'environnement dans son entier. Les données sont filtrées par la configuration matérielle de son interface. La sensibilité des senseurs est réduite. Le microphone d'analyse a un rayon de captation limité, ce qui réduit les parasites. Le programme ré-échantillonne les données (lumière et mouvement) sur une échelle moins précise pour éliminer les variations infimes et le *bruit*. Le ré-échantillonnage des valeurs permet de réduire le bruit en réduisant la définition du signal. Le signal est lissé en réduisant la définition, le nombre de points possibles entre le minimum et le maximum.

L'environnement de *Cnidaria* se compose des éléments d'une salle d'exposition, soit la lumière, l'espace sonore et les interacteurs. La luminosité affecte son fonctionnement interne en servant de générateur stochastique. L'automate est donc différent le jour et la nuit. L'acoustique affecte la reconnaissance sonore. Le niveau de bruit ambiant, comme le bruit blanc de la ventilation, voile les données et fausse l'analyse. Les sons ponctuels sont parfois malencontreusement confondus et reconnus comme des signaux. Enfin, les courants d'air, même infimes, donnent à la sculpture de l'automate des mouvements qui le stimulent.

Mais ce n'est pas tout, le robot est aussi autonome. Il peut se passer de stimulation extérieure car il est en lui-même un générateur de représentations, l'autopoïesis. La proximité des mécanismes d'expression et de perception forme un arc de réinjection des actions du robot sur lui-même. Il s'auto-stimule.

1.5 Les comportements individuels et collectifs

L'on peut distinguer deux types de comportements. Le comportement de l'individu dans son environnement (la bête dans tous ses états) et le comportement de la colonie (l'ensemble des individus). Ces deux niveaux se confondent, l'individu étant le plus petit dénominateur commun du groupe. La dynamique de groupe est importante dans la compréhension et dans l'appréciation du projet. En effet, l'ensemble des individus interconnectés forme un réseau social artificiel. De cette organisation ou *intelligence artificielle* émerge de nouveaux comportements. Nous allons donc traiter ici du comportement de l'individu et de la colonie face à l'environnement.

C'est à travers le langage et la culture que l'humain perçoit et comprend son environnement. Dans les limites de ses moyens cognitifs, l'Homme crée son univers. À l'extérieur de ses limites, il n'existe rien. Les mots et ce qu'ils évoquent lui permettent de se saisir du néant. Le verbe et les interrogations qu'il provoque nous conduisent à la connaissance du monde. Devant l'inconnu, l'Homme s'interroge, échange des observations, communique de manière verbale et non verbale ce qu'il ressent et comprend. Il est donc naturel pour l'Homme d'interagir verbalement et cette aptitude peut optimiser l'interaction homme-machine, grâce à un module de reconnaissance vocale.

L'espèce humaine a développé une subtilité de langage inégalée, pouvant saisir des réalités abstraites, inexistantes, impossibles. Les mots contiennent une ou plusieurs significations propres qui varient selon le contexte culturel d'interprétation et l'environnement. Les informations contextuelles sur l'état émotif passent par un canal de communication non-verbale. Dans une situation nouvelle, qui n'a pas de référence historique vécue, les individus s'entraident en partageant leur point de vue. Les différentes attitudes des visiteurs, l'observation, la confrontation, l'exploration tactile et kinesthésique (...), apportent au groupe une richesse d'interprétation qu'une seule personne ne peut pas avoir. La vitesse de compréhension du mécanisme, de ce qui se passe là-dessous, cette situation de découverte est l'un des uniques moments où l'on peut s'adresser à un inconnu, sans être soupçonné de mauvaises intentions.

Chaque automate est doté d'un système de reconnaissance vocale configurable pour réagir à des commandes pré-enregistrées. Ces codes de contrôle peuvent être uniques et s'adresser à un individu ou communs et faire réagir l'ensemble des automates. Pour compléter l'infrastructure de communication émetteur-récepteur, chaque automate possède une banque d'échantillons sonores qui constitue son vocable d'expression. Le vocabulaire de base est caricatural : le cri strident sans modulation, le cri strident avec modulation, un son rond à variations de hauteur et de rythmes semblable à une mélodie, les ondulations lentes. La commande *allo!* permet aux automates de se stimuler en déclenchant l'excitation. *Allo!* veut littéralement dire : je veux prendre contact. La structure communicationnelle de la colonie propage la stimulation d'un individu à l'ensemble du groupe. Les robots bavardent et s'excitent, pris dans une boucle infinie. Cette sensibilité commune crée la cohésion du groupe.

Un langage rudimentaire, des mécanismes de perception identiques et la volonté symbolique de communiquer unissent les automates pour former une colonie. La colonie est un système complexe. Chaque automate possède un algorithme interactif qui génère ses propres stimulations internes. Les automates sont donc tous autonomes et différents à l'intérieur de la colonie. Cette configuration provoque l'émergence de formes spontanées de régulation dans la circulation de l'information, qui est l'expression même de *Cnidaria*. Cette représentation de l'expressivité est la matière *malléable* du projet.

1.6 L'esthétique

Plusieurs aspects de la production possèdent une esthétique. Il s'agit du comportement, de l'expression sonore et de l'aspect visuel.

Le comportement est un ensemble de signes et de codes faisant état de la disposition psychique et émotive intérieure. Le comportement est une réponse à l'environnement, à un changement. Pour être remarqué, il doit se distinguer des activités normales de l'automate comme une rupture de continuité, un changement de rythme, d'intensité ou de registre. Pour être significatif, le comportement doit correspondre à l'apparition d'un changement significatif dans l'environnement ou dans la relation avec l'environnement. Un comportement est décrit comme normal quand il est une réponse prévisible et cohérente.

Le comportement de *Cnidaria* varie sur une échelle linéaire allant de très calme à très agité. Partant de la référence avec l'agitation de la surface de l'eau et des vagues, les signes extérieurs sont

de type ondulatoire. Le comportement s'exprime dans la vitesse, l'amplitude et la complexité dans les mouvements, le son et la lumière. Le trait de caractère le plus marqué est la capacité d'adaptation d'un être constitué à 95% de son environnement. Sa physiologie amortit les variations et lui permet de retrouver son calme rapidement après un saut d'humeur.

Tous les individus ont des comportements différents. En effet, le comportement est le résultat de l'effet combiné de facteurs différents comme l'émotivité, la raison et la condition physique. Dans une même catégorie de comportements, plusieurs styles se distinguent, par exemple le comique, le déprimé, le patient ou le violent.

L'esthétique sonore s'inspire de la voix humaine et d'une espèce imaginaire d'oiseau aquatique. Elle se veut originale tout en respectant l'audition humaine afin d'être agréable et de communiquer de l'émotion. Les matériaux sonores sont générés par des algorithmes *génétiques* basés sur le même modèle que les méduses. Ils combinent des variations de rythme et d'oscillation sonore avec des déplacements de fréquences. En effet, les émotions telles que trembler de peur ou éclater de rire, sont des phénomènes contenant une oscillation forte et des variations de hauteur marquées. Les timbres sonores évoquent un univers fantaisiste. Les sons sont rudimentaires et comportent des silences pour former un ensemble parfois harmonique. Une densité trop forte à l'intérieur de chaque élément individuel engendre une densité globale chaotique.

Mon approche de l'esthétique visuelle est simple : j'essaie d'être authentique et de ne pas trop me poser de questions. Je me concentre pour être à l'écoute de mes intuitions. Avec la matière, il n'y a pas moyen de défaire ce qui a été fait. Il faut poser le bon geste. En cas d'erreurs, il ne faut pas chercher à les cacher, cela empirerait. J'aborde volontiers le terme d'art brut. Travailler le latex liquide est un véritable jeu. Cette matière a des propriétés esthétiques et dynamiques très intéressantes. Le latex peut être texturé, coloré, moulé pour développer des enveloppes de recouvrement d'apparence organique aux propriétés élastiques.

La recherche plastique est centrée sur la souplesse, le dynamisme et la transparence. Les matières utilisées sont la fibre plastique, le latex et un peu de métal. Ces matières aident la disparition métaphorique de l'objet dans son environnement. L'objet n'existe pas de lui-même, mais se révèle par ses réverbérations et sa résistance. *Cnidaria* se sert de l'effacement comme existence esthétique. Comme une méduse dans l'eau, elle s'adapte, se déforme, filtre, glisse.

La structure de l'automate est un équilibre dynamique qui exprime les processus informatiques internes. Différents modules s'organisent autour d'un axe vertical directeur. La relation entre les

parties est souple. Cette souplesse exprime la vie en ce qu'elle a de changeant et d'instable. L'extérieur est mobile et l'intérieur est stable. L'axe central est une *colonne vertébrale* assurant la stabilité de la structure. Les mouvements donnés aux parties extérieures se répartissent de l'extérieur vers l'intérieur à l'ensemble du robot.

Il existe des critères esthétiques intrinsèques aux arts technologiques : la simplicité, la finesse, la robustesse et l'unité de la forme et du fonctionnement. J'ai donc choisi d'explorer la transparence et la souplesse qui, je crois, répondent à ces exigences. La transparence laisse voir uniquement l'expression, dans le lieu intime où s'opère l'art : l'esprit. Car c'est dans l'esprit que l'art existe. Il puise sa matière dans ce qui nous habite : l'information.

L'information est la forme et la limite de la forme. Ce qui n'est pas compris dans ce qu'elle contient n'existe pas. Les mécanismes intérieurs de l'automate n'existent pas quand ils ne sont pas visibles. Autrement dit, il pourrait y avoir n'importe quoi dans la boîte à surprise. Il faut éviter le bavardage et réduire le nombre d'éléments au strict minimum nécessaire pour soutenir l'expression. Une forme dépouillée a un grand pouvoir d'évocation parce que le sens de l'objet n'est pas circonscrit et qu'il laisse place à l'interprétation de la part de l'interacteur, qui peut alors se projeter dans la forme.

Une oeuvre d'art doit transcender la réalité du visiteur en le menant à se dépasser dans un ailleurs poétique. Le visiteur doit se sentir dépossédé de lui-même. Pour cela, il ne doit plus être en mesure d'analyser la situation dans laquelle il se trouve. La proposition artistique doit dépasser le raisonnement et déjouer l'anticipation. Le sentiment de présence doit être fort.

CHAPITRE II JOURNAL D'UNE DÉMARCHE

La recherche d'une démarche personnelle à travers la matérialisation d'intuitions communicationnelles sous une forme robotique ouverte et interactive conduit parfois à un lieu commun.

2.1 Prototype numéro 1

R3Z est le premier prototype de robot-sculpture musicale d'une série de cinq. Les propriétés de la matière plastique ressemblent, par leur souplesse, aux fonctions de régulation d'un réseau de neurones. Captée par des senseurs et utilisée dans un programme informatique de performance sonore, cette propriété plastique simule un réseau neuronal. Le programme informatique utilise une interface physique afin de générer et de réguler des impulsions. La structure de cette interface musicale amortit les mouvements. En régulant les mouvements, l'interprétation du jeu musical est détournée, les habitudes sont déjouées. De nouvelles formes sonores inusitées et incongrues sont alors possibles. L'interprétation devient subjective. R3Z génère des données dénuées de présupposé musical.

Cette robot-sculpture ressemble à un neurone. Elle possède cinq dendrites au bout desquelles sont placées les entrées et sorties du système. L'entrée du système est un senseur mesurant la stabilité de la dendrite, un interrupteur au mercure. La sortie est un moteur rotatif désaxé transférant son mouvement à la dendrite. Le mouvement de chacune des dendrites est mesuré. Le mouvement des moteurs se transmet au senseur par le matériau plastique sur lequel ils sont fixés. L'élasticité du matériau amortit les stimulations faibles comme un filtre et répartit les mouvements puissants dans toute la robot-sculpture comme un réseau neuronal. Ainsi, le mouvement puissant d'une dendrite va

stimuler les autres entrées. Après un déséquilibre provoquant une activation des moteurs, la robot-sculpture retourne progressivement à la stabilité. Le système a les propriétés d'un régulateur et aplanit les données en répartissant les stimulations dans le temps et l'espace, ce qui lui donne des similitudes avec les réseaux de neurones. Voir DVD.

Les mêmes données, les impulsions émises par les senseurs, sont interprétées de différentes manières afin de former une composition sur plusieurs niveaux. Les impulsions sont traduites intégralement en son percussif. Les cinq entrées affectent la même grosse-caisse pour obtenir une base rythmique dense. Indépendamment, chacune des entrées possède un son unique, clair et bref. La vitesse et les intervalles sont analysés et traités pour être cohérents musicalement. La grande variabilité des données pose des difficultés d'organisation. Par exemple, dans le contexte d'une installation, les écarts de données peuvent être fort grands en raison des moments d'inaction causés par l'absence d'interacteurs. Alors que, normalement, quand un interacteur joue, les écarts varient de quelques dizaines de secondes à quelques millièmes de secondes. L'étalonnage des temps d'entrée ne peut être linéaire. L'algorithme de composition doit être en mesure de s'adapter à de telles données.

2.2 Prototype numéro 2

Le second prototype est une installation immersive appelant la participation du public. À cette fin, la méduse fut surdimensionnée pour contenir plusieurs interacteurs dans ses voiles et filaments synthétiques. Des projections vidéo d'images fantasmagiques coloraient le blanc laiteux de cette espace intérieur médusal. Suspendus au corps central, quatre tentacules lumineuses, membres sensibles de la bête, attendent l'interacteur. Les tentacules sont conçues sur le même principe que le premier prototype. Elles conjuguent entrée et sortie en un même point. Toutefois, ce dispositif s'inspire du scorpion, qui détecte la présence d'intrus grâce à des poils captant les vibrations du sol. Un microphone piézo-électrique, sur lequel est soudée une corde métallique de guitare, transforme les vibrations et les sons en courant électrique. Ce courant électrique est ensuite converti en données (note et vitesse) MIDI par un module de percussion électronique. La correspondance des entrées (senseurs) et sorties (notes) permet d'identifier les événements. À chaque tentacule correspond une famille de sons typiques, traités de manières à obtenir plusieurs variations. L'intensité de l'activité détermine l'échantillon qui est joué. Le déclenchement de la note est déterminé par le seuil d'amplitude du signal. Dans ces conditions, la calibration des données est cruciale. Une filtration limite la quantité de données afin de dégager une sensibilité musicale convaincante. Voir DVD.

L'approche musicale est similaire au premier prototype. Là encore, deux couches sonores se superposent. La première provient directement du geste de l'interacteur. Les microphones captent des sons qui sont rediffusés dans les hauts-parleurs pour permettre à l'interacteur de percevoir son action dans le paysage sonore. La seconde couche sonore est générée en réponse au comportement de l'interacteur, tel qu'analysé par le système. L'interacteur pose donc des gestes sans mesurer toutes leur portée. Cette indétermination se retrouve constamment dans mes travaux.

Du point de vue musical, la structure rythmique n'est pas assez forte pour soutenir l'écoute. Le déploiement est trop immédiat, ce qui ne laisse aucune place à la surprise. La correspondance est trop littérale. Ce point peut être amélioré en raffinant la sensibilité des entrées et en modulant la filtration de la sortie afin d'optimiser l'équilibre dynamique du système. Encore ici, la superposition de couches d'échantillons sonores au spectre harmonique trop riche, crée un effet de rideau (noise) appauvrissant la composition d'ensemble. Chaque niveau étant trop complexe, l'unité d'ensemble est diminuée.

2.3 Prototype numéro 3

Le troisième prototype reprend le concept d'interface collective en y rajoutant la notion de multitude, puisée du modèle de la programmation agent. Pour préciser cette notion, nous parlons de la propriété d'émergence des systèmes complexes. L'action conjointe de nombreux agents permet d'effectuer des tâches complexes. Chaque agent ne connaît que quelques instructions simples; c'est véritablement de leur interaction qu'émergent des comportements de groupe complexes. Ce modèle a l'énorme avantage d'être simple et rapide à prototyper.

Encore une fois, la même démarche s'applique. L'automate est centré autour d'un membre artificiel comprenant le couple émetteur-récepteur, micro piézo-électrique d'entrée et haut-parleur de sortie intégré à la robot-sculpture. Le moteur désaxé du premier prototype est réutilisé et le microphone provient du second prototype.

L'installation est composée de trois agents, trois méduses. Chacune est connectée à un programme identique. Ce programme convertit les fréquences en notes MIDI, en arrondissant les valeurs. Ces notes sont enregistrées dans un séquenceur afin d'être ensuite rejouées. Le séquenceur enregistre et rejoue alternativement sur une durée de cinq secondes. Les notes MIDI sont rejouées par un module de synthèse par saturation de phase (PAF~). Pour augmenter la variété sonore, la hauteur des fréquences d'entrée est utilisée pour moduler la synthèse de sortie. Les trois méduses ont été typées

pour leur donner un caractère singulier et ce, en réglant le niveau de sensibilité du micro et en filtrant les sorties. L'une d'elles est plus grave, l'autre, plus aigu et une plus puissante et sourde à la fois.

Les méduses s'enregistrent entre elles et forment ainsi une boucle de rétroaction positive, un système itératif. Voir DVD. Au-delà d'un certain seuil d'énervement, le système s'emballe, ce qui conduit à une phase de pulsation commune ! Des formes sonores émergent de l'interaction des trois agents. Merveilleux. Quand il n'y a pas de stimulation, l'installation est presque silencieuse.

Comme toujours, j'ajuste le système à un point entre équilibre et déséquilibre. L'analyse des notes jouées permet de détecter les phases de répétition, qui sont en quelque sorte un état stable. Quand un tel état advient, les moteurs sont activés et brisent ainsi l'équilibre. L'activation des moteurs est l'objectif à atteindre pour les interacteurs qui veulent jouer. Ils chantent, frottent, grattent et très rapidement interpellent les méduses : « Parles-moi ! ». Un constat s'impose, les humains se servent du langage pour interagir avec le monde. Ils le comprennent à travers leur culture et communiquent à l'aide de symboles. Le prochain prototype en tiendra compte.

Ce prototype est très convaincant, simple et efficace. Cela dit, un changement technologique s'est imposé pour trois raisons. Premièrement, la mise en place du système était trop complexe à cause des nombreux branchements; il fallait le simplifier. Deuxièmement, la puissance de calcul de l'ordinateur utilisé était disproportionnée par rapport à la simplicité des processus requis; un microcontrôleur suffit. Enfin, il est paradoxal de parler d'agents autonomes quand ceux-ci sont les parties d'un même programme!

2.4 Prototype numéro 4

Le quatrième prototype est construit autour d'un microcontrôleur à programmation embarquée. Le BasicStamp a été choisi pour sa simplicité de programmation et la disponibilité de modules externes compatibles. La réputation de la compagnie Parallax assure un approvisionnement fiable et une documentation accessible aux débutants.

Progressivement, par des séries de tests, la peur et l'ignorance se dissipent. La première étape d'apprentissage, hautement symbolique, est un «HELLO WORLD !». Avec la technologie BasicStamp, cela équivaut à faire clignoter une LED. En effet, la spécificité de cette technologie est

d'être proche de la machine et de l'électronique avec une programmation de bas niveau. Cet apprentissage apporte une connaissance profonde de l'informatique et contribue à sa démystification.

Une seconde étape importante est la construction du premier bouton-poussoir, qui révèle deux aspects essentiels. Premièrement, que la mise à la masse est obligatoire pour nettoyer le bruit parasite d'une entrée. Deuxièmement, que le programme d'un BasicStamp ne peut faire qu'une seule chose à la fois. Pendant que le BasicStamp sonde l'entrée du bouton pour connaître son état, il ne peut rien faire d'autre ! C'est la paralysie... Il y a deux solutions : soit on sonde le plus souvent possible l'entrée en espérant ne pas manquer d'événements, soit on rajoute à l'entrée une mémoire électrique (un condensateur) qui prolonge de quelques secondes son état logique. Cet exemple démontre que les solutions sont à la fois électromécaniques et informatiques.

Cnidaria est constitué de différents modules : reconnaissance vocale, interrupteur tilt, lecteur d'échantillons sonores, enregistreur sonore et contrôleur de charge pour moteur DC. Chaque module est testé et implémenté un après l'autre, pour limiter les erreurs. La démarche est relativement simple. Elle revient à piloter différents modules à partir du contrôleur. Pour cela, il suffit de connaître le protocole de communication machine, la communication sérielle. Il faut s'assurer de la bonne connexion physique des machines dans les deux sens et synchroniser leur vitesse de communication (baud rate).

Pour les modules, l'interaction sonore est prise en charge par le module de reconnaissance vocale. Le fonctionnement consiste à comparer ce qui est dit en l'échantillonnant avec un modèle pré-programmé. La reconnaissance est effectuée par un réseau de neurones. Pour créer un modèle, il faut entraîner le réseau de neurones à le reconnaître. Pour cela, il faut enregistrer à deux reprises le même message, si possible dans le contexte final d'analyse. Le programme va comparer les deux échantillons qui ne devront être ni trop différents, ni trop semblables. Si tel est le cas, le modèle créé est prêt fonctionner. Même s'il peut contenir plusieurs modèles, le module ne peut reconnaître qu'un groupe de syllabes (mot) à la fois. Reconnaître plusieurs mots demande de scénariser leur enchaînement logique; dans le cas contraire, on risquerait de ne jamais rien trouver à dire. La scénarisation d'une suite de mots me semble artificielle. Je préfère donc ne reconnaître qu'un seul mot, le simple «Allo !». Ce mot exprime parfaitement la rencontre. À chaque mot reconnu, le module envoie au microcontrôleur un message sériel. Le moteur DC est alors activé et l'hélice tourne, ce qui permet à l'interacteur de constater son influence et facilite ainsi l'interaction.

Pour la méduse, la détection de l'inclinaison est vitale pour garder l'équilibre. L'automate prend en compte son mouvement. Un interrupteur au mercure est utilisé pour mesurer le mouvement et l'agitation du mobile. Il ouvre ou ferme le circuit dépendamment de l'inclinaison, ce qui active l'hélice. L'interaction physique avec ce prototype n'est pas évidente, car son apparente fragilité n'incite pas le toucher.

L'automate s'exprime par le son. Le module *Quadravox* de lecture d'échantillons sonores contient deux minutes de contenu audio de basse résolution. Soixante et quatre échantillons distincts ont été enregistrés dans cette mémoire à partir d'un ordinateur. Il suffit d'appeler le numéro de l'échantillon pour que le module le joue. La sortie audio, de niveau ligne, est connectée à un amplificateur de sortie.

L'automate enregistre et rejoue des échantillons sonores. Ce comportement mimétique de la méduse symbolise notre ressemblance et notre fusion à l'environnement. Le module *SoundApp* est un enregistreur audio de basse résolution très rudimentaire. Il peut enregistrer jusqu'à deux minutes d'audio. Il a la même fonction de réinjection sonore que dans le troisième prototype.

La forme extérieure du prototype est complètement dénudée. Son apparence est brute malgré la technologie déployée. Seul le montage électronique exprime un certain choix esthétique : sa forme globale est carrée et la couleur des câbles codifie et identifie les connexions.

C'est à cette étape que je présente mon prototype à Louis Bec et à Marcin Sobieszczanski. Leurs commentaires se résument à une exclamation de Louis Bec : « Mais c'est un objet ! ». La réalité me rattrapait et je pesais le poids de ma matière. Cette rencontre réoriente alors mes perspectives sur l'art sensualiste et sur l'interactivité. L'art existe aux travers de nos perceptions, exprime Marcin Sobieszczanski. Et me voici dans un processus d'épuration minimaliste! Le constat est cinglant, la matérialisation de l'objet doit être remplacé par un sujet immatériel. Bec demande : « Que veux-tu faire ? ». Je réponds : « Un champ de méduses ». Bec renchérit : « Un espace médusal ! ». Il s'agissait de donner les propriétés perceptuelles d'une espèce animale à une installation spatiale. Brillant! Me voici arrivé à mon dernier prototype.

2.5 Prototype numéro 5

À ce stade de développement, je ne peux plus changer de projet, malgré mes nouvelles perspectives. Il faut continuer le projet en le rendant plus convaincant. Je décide de donner à l'automate une apparence plus réaliste, plus fidèle à celle de la méduse. L'immatérialité s'exprime dans la transparence de la matière, sorte de dématérialisation symbolique de l'objet. Ne connaissant pas de matière organique pouvant servir à la fois d'enveloppe et de structure, les matières plastiques au latex sont utilisées à cette fin. Les composantes électroniques restent visibles. Elles sont rattachées à l'axe central vertical. L'enveloppe est faite d'un rideau de fibres plastiques disposées en couches autour de cet axe. Ces fibres brillent et créent un jeu de lumière et une présence discrète. La tête de la méduse a été modelée en terre pour être ensuite thermoformée en pvc. Très résistante, cette partie a un fini industriel qui la distingue du reste de l'ensemble.

Pour donner un aspect plus organique à la robot-sculpture, la tête est recouverte de tentacules et de voilettes de latex qui se mélangent aux fibres plastiques. Ce matériel est trop lourd et mériterait d'être animé par des moteurs. De la peinture phosphorescente a été ajoutée au latex pour lui donner un aspect fantomatique dans l'obscurité et rappeler le modèle biologique de la méduse. La robot-sculpture est faite pour être exposée dans un espace sombre. La couleur de la lumière qu'elle dégage est d'un vert phosphorescent. Les plaquettes électroniques sont dans la même gamme de tons.

La créature comporte plusieurs moyens d'expression qui symbolisent ses rapports à l'environnement ainsi que son état intérieur. Les voyants lumineux (DEL) sont les témoins de la fonctionnalité des circuits électroniques. Elles clignotent et passent du vert au rouge, d'une opération à l'autre. Elles permettent de connaître le processus en cours. Elles sont donc un repère temporel et participent également au détail visuel.

Des fils blancs sont accrochés à la tige de plastique pour en accentuer les mouvements. Les vibrations les font onduler. La finesse des fils trahit le moindre glissement d'air, même imperceptible. Ils expriment la légèreté et la suspension. Les nœuds qui se forment après une nuit d'activité témoignent de l'ouvrage du temps. L'extrémité des fibres plastiques forme une voie lactée de petits points brillants, ponctuation visuelle flottante.

Le mouvement est indispensable pour animer un objet et lui donner un comportement. Dans le cas d'une méduse, il est naturel de chercher à la faire onduler. Quatre servo-moteurs et une tige de plastique constituent le dispositif symbolisant les voiles flottant dans l'eau. Les moteurs sont placés au point cardinaux d'un cercle de métal rigide. La tige de latex, plusieurs fois plus grande que le diamètre

du cercle, est fixée aux moteurs à distances égales. Les servo-moteurs sont conçus pour se placer et conserver une position précise, de zéro à cent quatre-vingts degrés. La torsion exercée par la rotation du moteur courbe la tige. La synchronisation des moteurs donne à la tige le mouvement d'une onde sinusoïdale. Ce dispositif symbolise la fluidité de l'eau, son environnement. Son mouvement est composé de trois phases correspondant à son comportement. La phase nulle est sans mouvement et sa forme est plate. La phase d'excitation, lorsqu'il y a reconnaissance d'un mot, crée une ondulation maximale. Enfin, la phase normale est calquée sur le modèle biologique. Sa forme s'ajuste constamment afin de garder son équilibre. La position des moteurs est déterminée par son assiette globale.

Les automates émettent des sons qui nous interpellent par leur présence et leur émotivité. Les vibrations rapides et les changements de hauteur chatouillent les oreilles. Vif, à mi-chemin entre la mélodie et le langage, le chant de la méduse ressemble au chant d'un oiseau aquatique. Les échantillons les plus calmes et atmosphériques campent le paysage sonore. Plutôt doux et ronds, ils forment une ambiance homogène. Les bruits mécaniques de l'intérieur de l'automate se mêlent à l'univers sonore médusal. Les sons fonctionnels du module de reconnaissance vocale émettent un BIP sonore pour marquer les analyses positives. Ce son pur et dur est une référence à la machine et fait acte de sa soumission. Il nous ramène au niveau fonctionnel de l'objet. Cette confirmation de commande nous encourage à interagir. D'un autre côté, ce BIP est également la preuve des dysfonctionnements, car les erreurs ne sont pas rares. D'ailleurs, il ne faut peut-être pas parler d'erreurs d'analyse mais plutôt d'événements sonores semblables. On devrait alors considérer ce module comme un générateur stochastique dont on peut calibrer les probabilités. Toujours est-il que la reconnaissance de «Allo!» fonctionne convenablement et demeure joviale.

Pratico-pratique, la robot-sculpture se démonte en quatre parties pour le transport : la tête, l'enveloppe, le corps et l'alimentation électriques. La qualité des composants est importante pour la fiabilité du montage électronique. De bons connecteurs, rapides et solides, assurent un temps de montage court, une quinzaine de minutes, en plus de faciliter une réparation éventuelle. Les informations à ce sujet sont difficiles à trouver, le jargon est complexe et les fournisseurs ne vendent souvent que par correspondance et en grande quantité.

CONCLUSION

Ma compréhension des médias interactifs s'est développée de manière plus structurée pour devenir plus critique grâce à une démarche de création plus méthodique et à la maîtrise des techniques de production. La réalisation est devenue pour moi un travail plus rationnel et moins émotif, ce qui me permet de mieux évaluer la pertinence d'un projet dans ses objectifs de communication. Cette expérience m'amène à questionner l'esthétique de la programmation invisible réservée aux initiés. Elle est la démonstration du snobisme et de la stérilité artistique des approches axées sur la technologie. En effet, les efforts qui ne sont dirigés que vers le but fonctionnel de l'objet, sans atteinte d'un symbolisme quelconque, donnent des résultats décevants.

J'ai rencontré Marc Fournel, alors directeur de la production du Vidéographe. Marc m'a introduit à la communauté des arts médiatiques et m'a permis de me développer comme artiste professionnel. Maintenant, je déploie des efforts afin de consolider la pratique et le développement des médias interactifs. Notre communauté est petite et doit devenir une industrie pour permettre à ses intervenants de gagner leur vie.

Ma relation au domaine et les opportunités d'enseignement qui m'ont été offertes m'ont permis d'explicitier et d'approfondir mes connaissances. Ma curiosité m'a mené sur un long chemin d'apprentissage ardu. Cette expérience m'a apporté une expertise reposant sur une précieuse diversité. Je connais les joies de l'accompagnement dans une démarche d'apprentissage. Ces moments sont marquants. On y rencontre des personnes dans une rare situation de questionnement et de fragilité. On se rapproche afin de les aider à se développer, à trouver leur démarche. Je sais mon style d'intervention trop directif, mais je ne peux retenir mes idées.

Après avoir passé de nombreuses heures à programmer ou à résoudre des problèmes, l'écriture me semble moins ennuyeuse, un moindre mal. C'est peut-être un terrain de création fertile et je vais désormais m'y attarder. La curiosité technique va devoir se restreindre et laisser place à ce qui me préoccupe depuis toujours : trouver une voie de dépassement. J'ai besoin de retourner à mes racines, la solitude et la peur, la concentration et l'espoir.

À trop déshabiller la vie, on devient une dépouille. C'est pour ne pas perdre ma chaleur que je m'enveloppe de poésie. Je laisse aux autres cyniques ma place à la table routière. Des cadavres encore tièdes y sont servis. Je n'ai plus faim de cette pensée innovante, fumée noire. Je cherche ailleurs au risque de m'y perdre, de me diluer dans la mer. Au bout du quai, un millier d'horizons m'attendent. Et je construis déjà le bateau.

RÉFÉRENCES

Esthétique :

<http://www.paul-brown.com/WORDS/EMERGENT.HTM>

<http://www.generativeart.com/>

<http://www.soban-art.com/>

http://www.gene-sis.net/artists_borland.html

<http://www.siggraph.org/artdesign/gallery/S00/interactive/thumbnail14.html>

<http://www.ecoartspace.org/>

<http://www.ekac.org/Essay.html>

http://www.gene-sis.net/artists_borland.html

<http://www.greenmuseum.org/c/ecovention/brine.html>

<http://www.ieor.berkeley.edu/~goldberg/art/infiltrate/>

<http://www.arch.kth.se/a-url/featuredprojects/10.htm>

<http://www.arch.kth.se/a-url/interspace.htm>

<http://www.raaf.org/>

<http://polypedal.berkeley.edu/linkpages/them.html#anchor11351164>

<http://www.exploratorium.edu/complexity/Complexicon.html>

<http://www.ylcm.org/artists/kriminalde/emergent1.html>

<http://artnetweb.com/wortzel/robotic.html>

<http://www.kinetic-art.org>

<http://www.rolandfuhrmann.de/>

<http://www.hiroyamagata.com>

<http://www.soda.co.uk/explore/jellyfish.htm>

http://jsteinkamp.com/html/art_documentation.htm

Robotique :

<http://mitpress2.mit.edu/e-journals/LEA/AUTHORS/KLEIN/klein.html>

<http://www.toysfinder.com/aquaroid/jellyfish.html>

<http://www.informatics.sussex.ac.uk/interact/people/samw.htm>

<http://www.arttec.net/ArtProjects/GeorgeStone/BodyBags.html>

<http://www.arttec.net/ArtProjects/Milton/MiltonLED.html>

<http://brucecannon.org/>

Programmation :

<http://www.genetic-programming.org/>

<http://www.generation5.org>

L'oreille primitive :

<http://www.uqtr.ca/musique/cours/notes/MIT1035/TM05Orcille/M05Orcille.htm>

Cubical Parabola :

<http://mathworld.wolfram.com/CubicalParabola.html>

Autopoiesis :

<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/t.quick/autopoiesis.html>

<http://www.enolagaia.com/index.html>

Les Cnidaires :

HTTP://SIMULIUM.BIO.UOQTAWA.CA/BIO2525/NOTES/LES_CNIDAIRES.HTM

<HTTP://OURWORLD.COMUSERVE.COM/HOMEPAGES/BMLSS/ANEMONEL.HTM>

<HTTP://WWW.UCIHS.UCLEDU/BIOCHEM/STEELE/DEFAULT.HTML>

<HTTP://WWW.BIOLOGYOFNATURE.COM/ARTICLE1016.HTML>

Gorgons :

<http://www.pantheon.org/articles/g/gorgons.html>