

Agents réactifs tropiques

Rappel : notre base de départ

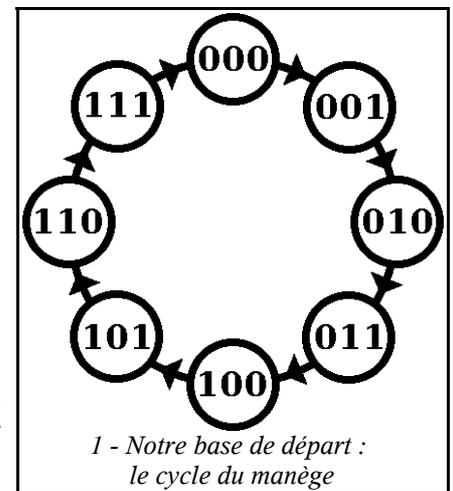
À l'issue de notre travail précédent *Passer du système formel à l'agent situé* nous disposons d'un agent situé qui tourne sur manège.

Nous avons introduit le monde :

Le monde est constitué de l'agent figuré par un pion ; et de son support, un espace 1D qui se reboucle sur lui-même ; ex : le cycle du manège.

Nous avons introduit la notion de procès

L'agent est seul sur le support, il fait varier sa relation au support. À ce stade, cette opération ne constitue pas encore une action mais s'appelle plutôt un procès. On la décrit seulement comme un changement de la position du pion sur le support.



Nous avons introduit l'énergie

Le pion est posé sur un support où l'énergie est distribuée de façon diffuse. Convenons que dans notre modélisation, l'agent l'assimile proportionnellement à sa vitesse de déplacement : pour assimiler l'oxygène dissout dans l'eau, à la manière de certains poissons (requins, thons, etc.), il doit toujours être en mouvement.

Nous avons introduit la vie artificielle

À chaque fin de cycle, l'être se reproduit

La survie de l'être, dépend de sa reproduction. Elle dépend donc indirectement de son déplacement au sein du milieu.

Exemple 1 : ce fonctionnement peut être illustré par le cycle graine-cellule : $C \rightarrow G \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow C$: la cellule disparaît pour donner naissance à une cellule qui grandit ou point de donner une graine.

Exemple 2 : ce fonctionnement peut être illustré par le cycle classique de l'agent qui tourne dans un manège octogonal : $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 0$. Quand l'agent arrive à sa taille maximale 7, il disparaît et donne naissance à l'état 0, ce qui correspond à une graine qui recommence le cycle et grandit progressivement.

Conclusion : le procès devient action

Dans un paragraphe précédent nous avons déjà décrit la notion de procès : à chaque étape du cycle, le pion change sa position sur le support. Puis, après avoir introduit la vie artificielle dans notre simulation, nous pouvons maintenant ajouter qu'il est sous-tendu par une finalité. Donc, de *procès* il devient *action*. Ainsi, dans notre présentation, nous pouvons employer un verbe plus connoté. Au lieu de dire que l'agent change de lieu, nous disons qu'il bouge.

Bilan : comme base de départ, nous disposons d'un agent réactif

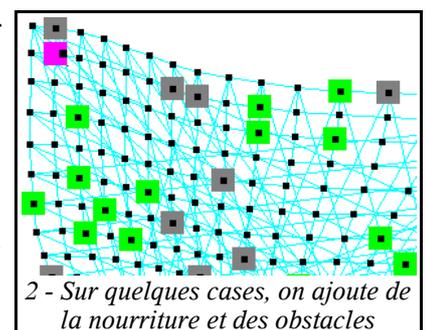
Ainsi nous avons construit un agent réactif. Il ne force pas d'état interne, et il ne possède pas d'état externe car il ne dispose pas de capteur pour les tester : il vit dans l'instant *hic et nunc*¹.

Agents réactifs tropiques dans un espace 1D : introduction d'une causalité discrète

À partir de notre base initiale, construisons maintenant notre un agent réactif tropique.

Introduction du parallélisme

Dans le monde, nous introduisons son mobilier. Ce sont des objets que nous posons sur les lieux du support. Leur taille est celle d'une case, et ils sont constitués de différentes matières. Ainsi, dans notre modélisation, à la suite de



1 La locution latine *Hic et nunc* se traduit par *ici et maintenant*.

l'agent, nous introduirons progressivement des cases socles, des obstacles, de l'eau, de la nourriture... Chacun de ces objets est donc typé, mais au sein d'une même classe, les instances sont équivalentes, donc indifférentiables.

Exemple ci-avant, à droite : dans un monde posé sur une structure de graphe, on remarque l'agent en magenta. Sur chaque lieu, on remarque les petites cases vides (carré noir). Celles contenant de la nourriture sont en vert, et les obstacles en gris.

Donc, dans notre modèle, nous introduisons de nouveaux objets...

Les objets que nous introduisons sur les lieux bloquent l'agent

L'agent se déplace sur les cases du graphe. Mais, le long de ce parcours, il rencontre une matière que nous appelons *Obstacle*.



3 L'agent (le pion) vient butter contre l'obstacle carré gris.



4 Si le pion franchit l'obstacle, alors il ne touche plus au support.

L'agent ne peut pas le franchir en le chevauchant car ceci entraînerait la relation $Sur(Agent, Obstacle)$, mais cette relation est impossible dans le modèle, car l'agent ne serait plus en relation avec le support. Or nous avons introduit le mobilier du monde en précisant que les éléments du mobilier sont en relation avec le support. Donc ce mouvement est impossible.

L'agent ne peut pas contourner l'obstacle en passant à côté de lui sur la même case. En effet, nous avons introduit le mobilier du monde en disant : on ne place qu'un meuble par case et qu'une case pour soutenir un meuble. Donc ce mouvement de contournement est impossible car dans ce cas l'agent et l'obstacle seraient en relation avec le support.

Finalement nous constatons que l'obstacle bloque le passage de l'agent.

Rappel : limite de profondeur des interactions

Les interactions, mises à part celles relevant du domaine audio (ou parfois visuel), sont limitées à l'horizon proche, qui lui-même est souvent limité à une profondeur unaire. Ainsi nous déduisons que l'obstacle bloque l'agent au moment où il veut passer.

Introduction du sens : l'agent repart dans l'autre sens

Quand l'agent rencontre un obstacle, la seule adaptation qu'il lui reste est de repartir dans l'autre sens. À ce stade, nous devons définir un sens à un agent, afin qu'il puisse faire demi-tour. Nous savons que quand l'agent est tourné dans le sens des abscisses croissantes son déplacement peut se décrire par cette règle :

$Sur (Agent, Case_n) \rightarrow Sur (Agent, Case_{n+1})$.

Une fois qu'il a fait demi-tour, le résultat obtenu est le dual de la règle précédente et peut se décrire au moyen de celle-ci :

$Sur (Agent, Case_n) \rightarrow Sur (Agent, Case_{n-1})$.

Note : quand un agent est représenté par un carré, son sens est donné par un petit carré noir qui pointe dans la direction du déplacement.

Introduction de la finalité

Nous avons écrit que le système est sous tendu par les lois de l'énergie introduites au début de ce chapitre. Il doit absorber/collecter plus d'énergie qu'il n'en dépense, et comme il capte son énergie en se déplaçant, quand il rencontre un obstacle, il doit immédiatement repartir dans l'autre sens.

Intervention du concepteur : introduction de règles de causalité

Quand on introduit des obstacles dans le système, le concepteur doit écrire les règles de conduite en conséquence. Alors il rajoute une règle qui dit que si l'agent rencontre un obstacle, il fait demi-tour.

Conclusion : du procès à l'action

Procès, but et action d'un agent réactif

Nous avons vu que l'agent effectue un procès au moyen de ses actionneurs, il change l'ordre du monde : il fait varier sa relation à son support, ou change la relation qu'un autre objet entretient avec le monde. Selon des critères

épistémologiques, nous ne pouvons appeler cette opération une action que si le procès qu'elle effectue est finaliste, i.e. sous-tendu par un but.

Or, par définition, l'agent réactif n'est pas explicitement téléologique², il n'entretient pas de but puisqu'en son sein, aucune mémorisation de cette sorte n'est effectivement implémentée. Cependant, on peut employer le terme d'*action* pour décrire ses actes, à condition que cet être agisse implicitement pour un but, i.e. si on pense que le procès qu'il effectue est sous-tendu par une finalité implicite, indirecte.

Par exemple, ce but apparaît indirectement dans le cadre de la vie artificielle (VA) où les agents sont en position de survie ou de compétition sur un support. Ce but peut apparaître très indirectement dans le design de simples agents réactifs juste parce que leur concepteur sous-tend leur organisation vers un objectif ou un simple souci d'efficacité. Par exemple si un être se tourne vers la nourriture et la mange, il peut très bien présenter la structure d'un simple agent réactif, mais dans ce cas, on considère sans l'ombre d'un doute, que son organisation est sous-tendue par le désir de manger. Dans ce cas, un tel système est sous-tendu par une finalité qui est induite indirectement par le *designer*. Alors les procès que l'agent effectue deviennent des actions.

Ainsi, dans certaines conditions, cet être non-intentionnel possède déjà un sens, une sémantique et on peut considérer son procès comme une action.

En conclusion, quand nous travaillons avec des agents réactifs conçus de façon cohérente, nous pouvons considérer qu'au moyen de leurs actionneurs, ils effectuent des actions.

Agents réactifs tropiques dans un espace 2D : une démarche causale riche

Introduction : la finalité demeure, mais le concepteur introduit des règles plus complexes

Le fait de passer en 2D n'introduit rien de nouveau, sauf une grande souplesse et diversité des fonctionnements.

Le système reste sous-tendu par les lois de l'énergie que nous avons introduites au début de ce chapitre. La finalité demeure la même, mais le concepteur introduit des règles plus complexes. Il doit écrire les règles de conduite qui expliquent ce que l'agent doit faire en présence d'obstacles dans le système. Voici un exemple de règles conditionnelles qui permettent de guider un agent au milieu d'un monde 2D parsemé d'obstacles.

Si RienDevant	alors avance()	break;
Si ObstacleDevant et pas ObstacleAGauche	alors tourneàgauche().	break;
Si ObstacleDevant et ObstacleAGauche et pas ObstacleADroite	alors tourneàdroite().	break;
Si ObstacleDevant et ObstacleAGauche et ObstacleADroite	alors faisdemitour().	break;

Introduction d'une grande richesse

Introduction du parallélisme

On peut introduire beaucoup d'obstacles.

Les objets que nous introduisons sur les lieux bloquent l'agent

Les obstacles bloquent plus ou moins le passage :

- Trop d'obstacles enferment l'agent.
- Un nombre moyen d'obstacles débouche sur un chemin une frontière.
- Quand il reste quelques obstacles, on peut les contourner. Avec la 2D et le mobilier du monde, une autre attitude, un autre comportement apparaissent : les agents peuvent circuler au milieu des obstacles.

Introduction d'états externes :

Généralisation de la notion de sens : l'agent tourne dans plusieurs directions

Tout d'abord, dans un monde 1D nous avons introduit un sens (croissant ou décroissant) et le verbe correspondant : faire demi-tour. Ensuite, dans un monde 2D nous introduisons un sens qui prend plusieurs directions.

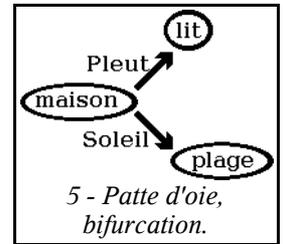
Nous travaillons avec des agents tropiques, qui par nature, ne possèdent pas d'état interne, cependant nous réussissons à en obtenir en utilisant un autre moyen, un biais différent. Par exemple, quand nous prenons le sens d'un agent, nous attribuons à ce dernier un prédicat, qui est défini par la relation *agent ↔ monde*, et nous lui faisons jouer le rôle d'un état. Exemple : Cap(est) - (le cap de l'agent est à l'Est). Mais en fait, cet état est codé extérieurement : il constitue un état externe.

2 Téléologique : finaliste ; orienté, sous-tendu vers un but.

Introduction d'états externes chez les agents tropiques

En dotant les agents tropiques de capteurs, on introduit dans le système différents états externes : la direction de l'agent, sa position par rapport à un repère.

Ainsi munis de ces repères, les agents tropiques, qui sont dotés de causalité, peuvent les tester. Ceci permet de générer, à un niveau local, une patte d'oie, i.e. une bifurcation, une croisée des chemins ou encore un delta. Et plus globalement, on obtient un parcours de graphe.



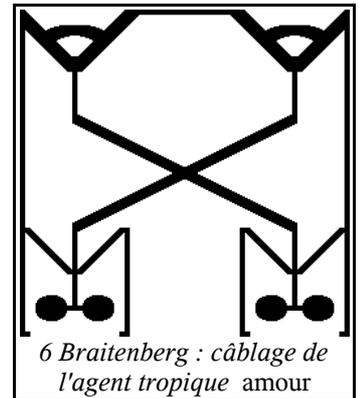
Introduction des marqueurs drapeaux externes

Le concepteur peut encore introduire une seconde forme d'état : des drapeaux qu'il pose dans le monde. Ensuite, il les force et les lit, à la manière de la machine de Turing. Ainsi il met en place une programmation séquentielle. Donc il obtient des agents qui parcourent des trajets et effectuent un travail à plus ou moins long terme. Ce faisant, il procède un peu comme une machine de Turing qui déroule un programme long et conséquent.

Introduire l'influence à distance

Les agents tropiques, sont tellement simples que leur registre de fonctionnement est limité. De façon générale, en programmation multi-agents, il s'avère difficile de leur faire exécuter un traitement séquentiel d'envergure. De même, chez des agents situés, on peine à donner de l'ampleur aux trajectoires qu'ils parcourent.

Cependant, dans un premier temps, nous avons vu montré comment utiliser des états ou des marqueurs externes pour générer avec les agents tropiques, des parcours complexes. Maintenant, à la lumière des travaux de Braitenberg, étudions comment l'utilisation de champs scalaires ou vectoriels peut, elle aussi, générer des cheminements intéressants avec des agents situés munis de deux capteurs et de deux actionneurs de mouvements.

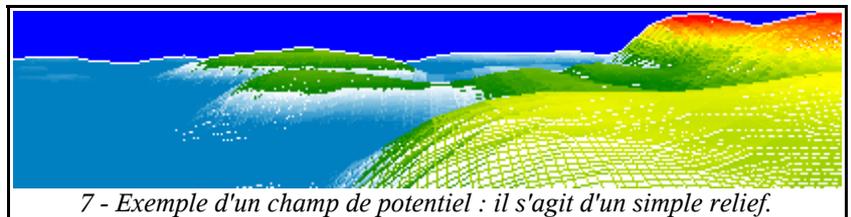


L'illustration ci-contre présente un véhicule de Braitenberg orienté vers le haut. Sur sa face avant, on remarque deux capteurs/senseurs de vision, symbolisés par deux yeux. Sur sa face arrière, sont dessinés deux actionneurs/effcteurs de mouvements, symbolisés par deux hélices vues de dessus. Au milieu de l'agent, une circuiterie interconnecte les capteurs aux effecteurs et détermine le comportement de l'agent en réponse aux sollicitations extérieures.

Cas 1 : la source du champ est passive ou statique

La source qui émet ou est analysée est passive ou statique : elle demeure constante et n'est pas émise par quelque agent qui veut communiquer.

Dans ce paragraphe, nous traiterons deux exemples : celui d'un champ de potentiel, et le cas d'une source de lumière.



Dans son approche, Braitenberg distingue 3 démarches différentes, nous développerons principalement les deux premières *amour* et *haine*, et plus rarement la dernière : l'attitude *tempérée* ou *médiane*.

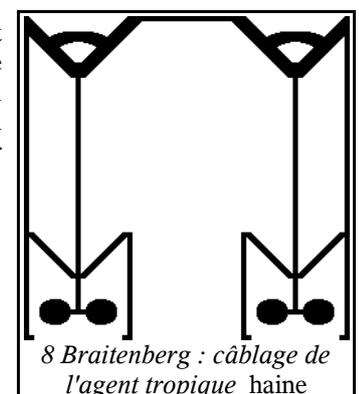
Attitude *amour* :

Dans l'agent tropique *amour* le câblage *capteur* → *actionneur* est croisé : le capteur gauche active l'actionneur droit et réciproquement, le capteur droit active l'effecteur gauche. Un tel véhicule, mis en présence d'une source de lumière, se tourne et progresse vers elle. En effet, s'il advient que sa direction s'éloigne de la source, et par exemple s'infléchisse vers la gauche, son capteur droit reçoit plus de lumière, et, en réaction, augmente l'activation du moteur gauche, ce qui corrige la trajectoire. Évidemment, on peut effectuer le raisonnement dual en permutant les termes *gauche* et *droite* dans l'énoncé.

Le véhicule *amour*, placé dans un champ de potentiel, i.e. sur une colline, est capable de monter un gradient³ au prix d'une adaptation. Son câblage demeure croisé, mais l'activation des actionneurs se fait par des capteurs de position : plus la roue est levée plus elle active son effecteur, plus elle est baissée plus cette activation diminue.

Attitude *haine* (ou encore *crainte*) :

Dans l'agent tropique *haine* le câblage *capteur*-*actionneur* est direct : le capteur droit active l'actionneur droit et pareillement du côté gauche. Un tel véhicule, mis en présence d'une source de lumière, s'en détourne et la fuit. En effet, s'il advient que sa direction s'éloigne de l'axe de fuite de la source, et par exemple s'infléchisse vers la gauche, son capteur gauche reçoit plus de lumière, et, en réaction, augmente l'activation du moteur gauche, ce qui corrige la trajectoire. Évidemment, on peut effectuer le raisonnement dual en permutant les termes *gauche* et *droite* dans l'énoncé.



3 Monté de gradient : Hill climbing, soit en français grimper de colline.

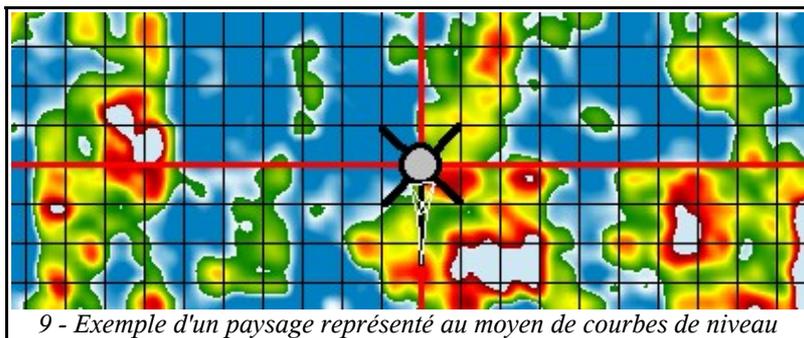
Le véhicule *haine*, placé dans un champ de potentiel, i.e. sur une colline, descend les gradients au prix d'une adaptation. Son câblage demeure droit, mais l'activation des actionneurs se fait par des capteurs de position : plus une roue est levée plus elle active son effecteur, plus elle est baissée moins elle l'alimente.

Attitude tempérée, médiane

Dans une démarche de vie artificielle, l'action des agents est sous-tendue par la recherche de nourriture. Alors le modélisateur cherche à simuler les migrations saisonnières des chasseurs-cueilleurs, qui parcourent le domaine à la recherche de ressources épisodiques et périssables.

Dans un champ de potentiel, i.e. dans un monde 2D en relief, le parcours à potentiel constant (suivre les courbes de niveau), induit chez les agents des trajectoires amples. Pour ce type de déplacement, à la manière des dahus, les agents sont de deux natures : dextrogyres⁴ ou lévogyres⁵.

Le câblage de ces véhicules est différentiel mais demeure simple. Prenons le cas d'un agent dextrogyre se déplaçant autour d'un monticule. Il tourne donc dans le sens horaire. Si le niveau des roues avant dépasse celui des roues arrières, il faut accélérer la roue droite et donc ralentir la roue gauche. Le raisonnement dual est valable si le véhicule plonge. De même, il est transposable pour l'agent lévogyre et pour un déplacement dans une cuvette. Il faut cependant préciser que, pour les véhicules tempérés comme pour les dahus, les changements de milieu ou de sens de rotation sont problématiques !

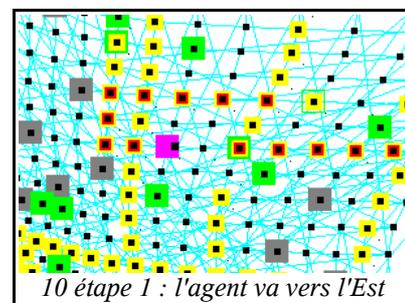


9 - Exemple d'un paysage représenté au moyen de courbes de niveau

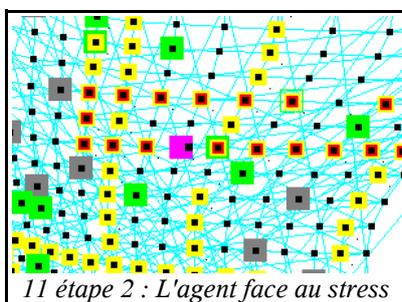
Cas 2 : un réseau de marques de phéromones (insectes sociaux)

Maintenant nous changeons de domaine et passons au cas où la source analysée est dynamique : elle évolue progressivement au fil du temps. L'exemple typique est celui du réseau de phéromones des insectes sociaux : d'un côté, il s'évapore un peu à chaque instant, mais de l'autre, il se renforce en fonction des contributions des individus.

Ici encore, on retrouve les deux démarches *amour* et *haine*.



10 étape 1 : l'agent va vers l'Est



11 étape 2 : L'agent face au stress

Attitude *amour* :

Les insectes remontent les champs de potentiel, i.e. la piste de phéromones pour retourner vers un point focus : le nid ou la source de nourriture.

Attitude *haine* :

S'il s'agit d'une attitude de haine envers une phéromone agréable, l'insecte fuit la source. Il peut descendre un champ de potentiel, un gradient le long de la piste de phéromone pour fuir le point focus, le nid, afin d'explorer le domaine, et chercher d'une nouvelle source pérenne de nourriture.

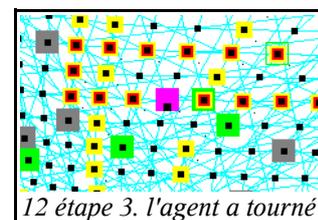
S'il s'agit d'une phéromone désagréable, par exemple, une phéromone de stress, l'insecte qui rencontre une montée soudaine de son gradient doit s'alerter, et détourner son chemin afin de fuir le danger.

Étudions les trois étapes de l'exemple illustré ici :

À l'étape 1, L'agent, de couleur magenta est au centre de l'image. Le petit carré noir de droite indique sa direction : il est tourné vers l'Est. Devant lui, un petit rectangle noir figure un lieu vide ; donc il avance.

À l'étape 2, il se trouve face à une case qui contient une hormone rouge, marqueuse de stress : donc il décide de tourner.

À l'étape 3, il a tourné vers le Sud. Ainsi il s'est détourné de ce chemin marqué dangereux par une phéromone de stress.



12 étape 3. l'agent a tourné

Cas 3 - source active : le son

Maintenant nous passons à une source dynamique : la pression acoustique ou tout simplement le son. Il permet deux attitudes : d'abord l'écholocalisation, et ensuite la communication .

L'écholocalisation

4 Qui tourne vers la droite (dextre = droite).

5 Qui tourne vers la gauche (left = gauche).

Elle permet le contact audio entre deux personnes, ou entre le groupe et son leader. Celui qui entend, écoute, peut localiser la position de l'émetteur. L'application typique de cette faculté est le rassemblement des membres du groupe autour du meneur (patriarche, matriarche).

La communication (l'échange de données)

Selon un protocole riche, la source qui est active et dynamique fluctue rapidement dans le temps. Ainsi sa modulation porte de l'information : Elle émet des données et sert à communiquer des informations ou des états d'âme, mais en fait nous ne pouvons la traiter ici car elle concerne les agents intentionnels.

Remarque :

En écholocalisation au moyen du son, nous retrouvons les trois attitudes de Braitenberg : amour, haine et l'attitude médiane.

Attitude 1 de Braitenberg : *amour* :

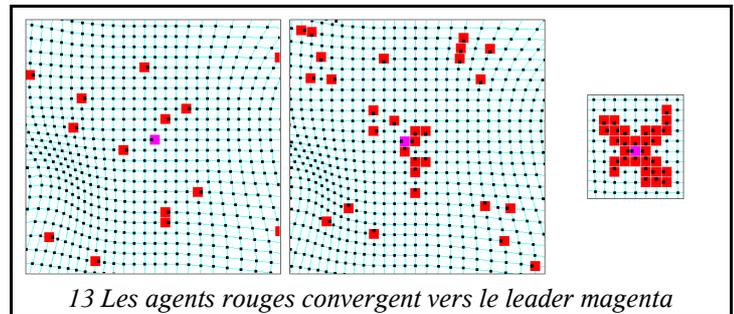
Exemple 1 - Des agents opportunistes :

L'écholocalisation permet aux membres du groupe de se tourner vers la source de bruit, puis de converger vers elle. Regardons l'image ci-contre.

À gauche, les agents rouges d'un groupe sont répartis autour de leur leader de couleur magenta.

Au milieu, ils se tournent vers la source audio et convergent vers elle.

À droite, à la fin du processus, les agents ont convergé vers la source et se retrouvent maintenant agglutinés à elle.

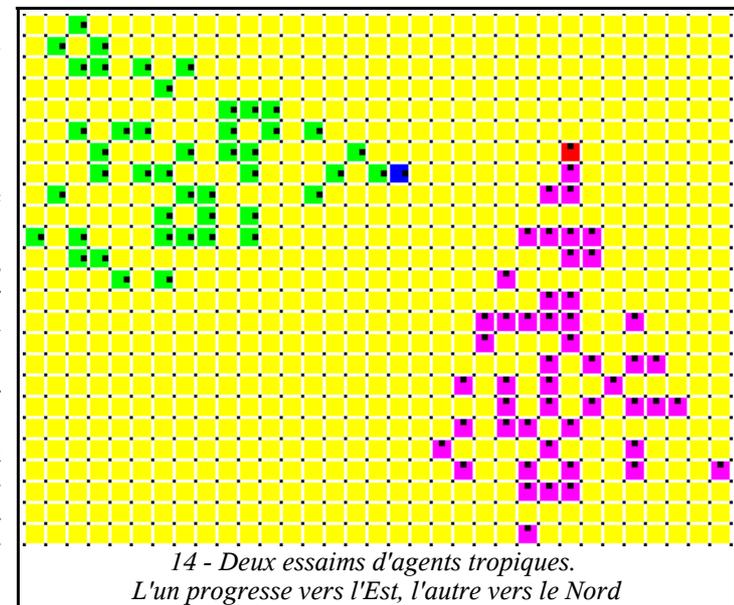


Exemple 2 : deux essaims d'agents

L'écholocalisation permet aux membres du groupe de se positionner par rapport au leader.

Dans l'image ci-contre on observe deux essaims d'agents tropiques. Les agents verts suivent le leader bleu qui chemine vers l'Est. Ceux en magenta suivent le leader rouge qui progresse vers le Nord.

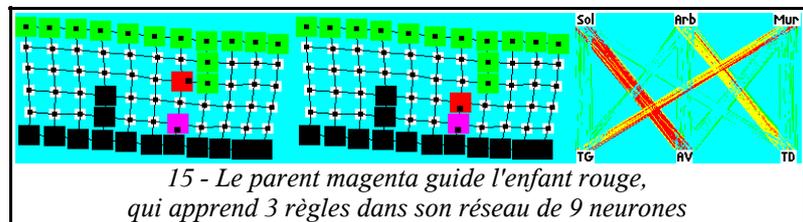
L'algorithme de positionnement des agents par rapport à leur leader reste le même que dans les exemples précédents, mais comme ce dernier est en mouvement, les agents sont derrière lui et restent positionnés dans un quadrant dont le sommet est tenu par le meneur. Ainsi on obtient cette forme particulière d'essaim.



Exemple 3 : éducation par l'exemple

L'écholocalisation permet à l'enfant rouge de se tourner vers son parent magenta, qui le guide le long d'un parcours. Ainsi on obtient, on peut simuler un apprentissage par l'exemple du geste.

Dans la situation de gauche, l'enfant voit devant lui une case verte (un arbre). Pour suivre son parent qui l'appelle, il va tourner à droite et renforcer le neurone *arbre* → *tourne-Droite*.



Attitude 2 de Braitenberg : *haine* :

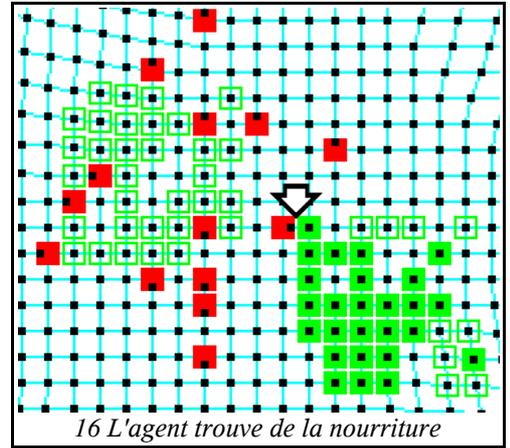
Exemple 1 :

C'est l'exemple classique de l'alerte. Il consiste à fuir le prédateur.

Exemple 2 : La diaspora (ci-contre)

Les agents rouges ont mangé toute l'herbe, alors ils passent en phase de recherche de nourriture, et se répartissent dans tout l'espace. Pour ce faire, ils sont bruyants et chacun s'éloigne des autres en fuyant toute source de bruit.

L'agent rouge marqué par la flèche noire a trouvé de la nourriture (verte). Il va appeler ses collègues qui vont rattriquer.



Attitude 3 de Braitenberg : tempérée, médiane

Exemple 1 :

Dans le cours, nous avons déjà évoqué ces parcours à potentiel constant, qui consistent à suivre les courbes de niveau. (Pour l'instant, nous n'avons pas retenu d'illustration intéressante).

Exemple 2 :

Les enfants jouent en zone protégée, sous la protection des parents. Pour ne pas s'éloigner du groupe, ils se déplacent à potentiel constant, sans jamais descendre au-dessous d'un potentiel minimal de sécurité : ils restent à portée de voix.

Exemple 3 :

À limite d'un territoire (tessellation de Voronoï/Dirichlet) de jeune mâles devenus matures, viennent de se faire bannir du groupe. Leur seule solution : circuler aux confins des territoires des mâles dominants, se faufiler entre les marquages de propriété que les grands mâles ont laissés.

L'agent tropique : brique de base de l'agent pulsionnel

Nous pouvons encore considérer l'agent tropique comme la brique de base de l'agent pulsionnel, car il peut être vu comme un ou plusieurs agents tropiques montés en parallèle. Cette considération est développée plus longuement dans le chapitre consacré aux agents réactifs pulsionnels.

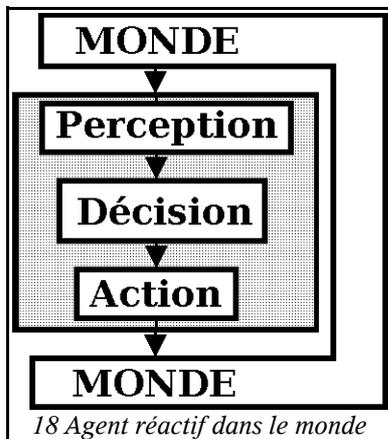
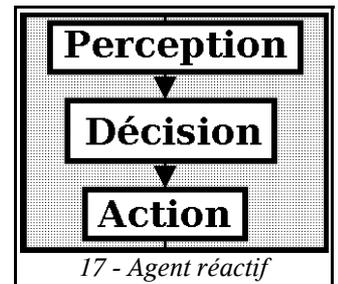
Première définition intuitive : l'agent tropique réactif vu comme un être réactif *hic & nunc*

Partant des systèmes formels, nous avons construits progressivement des agents réactifs tropiques et nous avons constaté leur fonctionnement. Maintenant commençons à tirer des conclusions et à caractériser leur synoptique et leur architecture.

Dans un premier temps, nous commençons avec une définition facile et intuitive de leur comportement basée sur le terme réactif vu comme un acte instinctif réflexe.

L'entité réactive agit selon le schéma *stimuli* → *réponse*

Utilisons les critères de la psychologie expérimentale, pour décrire, définir le comportement des êtres réactifs. L'entité réactive est behavioriste (comportementaliste). Elle agit selon le schéma *stimuli* → *réponse*.



Présentation d'un agent réactif situé

En situation dans le monde, l'entité réactive réagit. Pour chaque situation, elle effectue une action : à chaque unité élémentaire de temps, elle perçoit son environnement, et en fonction de ce(s) stimulus(i) elle répond, elle agit : au moyen d'un réflexe, elle effectue le geste adapté, en activant un ou des actionneur(s).

L'agent situé possède des capteurs pour percevoir l'environnement où il se tient. Au vu des stimulations qu'il perçoit, il analyse la situation et décide quelle action effectuer.

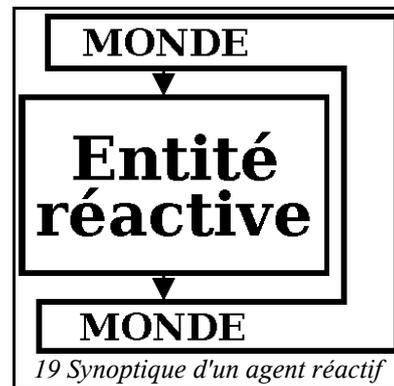
Finalement on obtient le synoptique, ci-dessous, à droite, qui représente l'entité réagissant dans le monde.

L'agent réactif vit dans l'immédiat : il est inconséquent

L'agent réactif vit dans l'instant, pour chaque situation perçue, il effectue une action réflexe, qui n'est pas inscrite dans la durée : il ne se retourne pas sur son passé, ni ne se projette dans le futur, il ne déroule pas de séquence thématique sur plusieurs étapes : il vit seulement au jour le jour.

Comportement = Σ (stimuli → réponse)

Ainsi, selon un point de vue macroscopique, le comportement d'un être réactif demeure pointilliste : il est constitué de l'ensemble de chaque réponse instantanée fournie à chaque stimulus perçu.

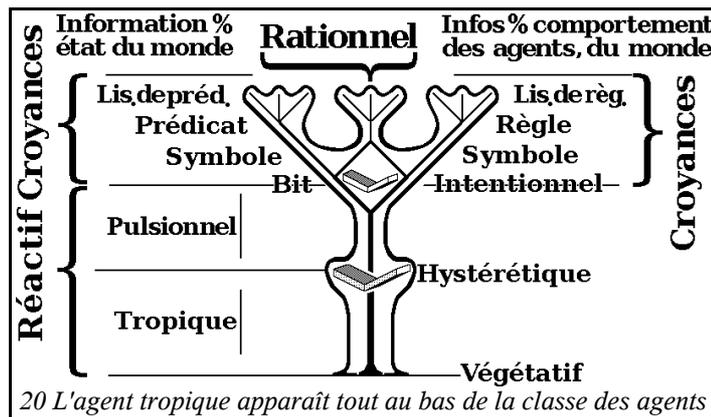


Seconde définition : il ne possède pas d'état interne, mais peut avoir des états externes

Par définition, un agent hystérétique possède des états internes.

Par définition toujours, un agent réactif tropique n'en possède pas. Alors, dans la taxinomie des agents, il apparaît tout en bas, au-dessous de la ligne des agents hystérétiques.

Cependant, à la lumière des définitions du cours et de celles qui vont venir après, nous posons qu'il peut posséder des états externes provenant de sa relation au monde (position, direction...) et des marqueurs qu'il place dans le monde (position du mobilier du monde).



Conclusion : l'intérêt de l'agent tropique est qu'il est simple

D'abord, malgré sa simplicité, en marquant le mobilier du monde, il peut exécuter des traitements séquentiels conséquents.

Ensuite, il sert de base à l'agent pulsionnel, puis à l'agent intentionnel.

Finalement, quand nous créerons nos premiers systèmes capables de simuler, les agents CDI mis-en-oeuvre commenceront d'imaginer en utilisant des agent tropiques, à cause de leur simplicité.

Transition vers l'agent pulsionnel, puis vers l'agent intentionnel

Par définition l'agent pulsionnel possède un ou des états somatiques internes. Par exemple nous pouvons évoquer les simulations où l'agent oscille entre la faim et soif ; ou entre chaud et froid. C'est pourquoi, dans la taxinomie des agents, il apparaît, au-dessus de la frontière des agent hystérétiques.

On qualifie ces états de *somatiques* car ils sont positionnés par les pulsions, i.e. par un traitement réflexe provenant du corps de l'être (sôma en grec) sur lequel la réflexion n'a pas de prise.

Par la suite, quand ils seront gérés par un traitement de l'information effectué volontairement par l'être, nous passerons aux agents intentionnels.