

De l'agent réactif tropique à l'agent réactif pulsionnel (AP)

Au départ : le forçage instinctif d'un état somatique interne

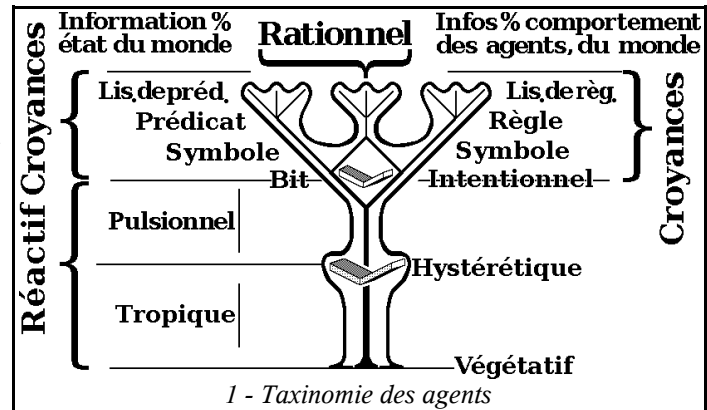
Nous construisons, couche après couche, la structure de nos agents, car elle détermine leur comportement. Après la cellule végétative, nous avons construit l'agent tropique, qui ne possède pas d'état interne, mais qui peut gérer des états externes (les états du mobilier du monde en relation avec leur support).

Des états hystérétiques¹

Avant de rentrer dans le vif du sujet, précisons la notion d'étape hystérétique. Elle marque l'introduction de la mémoire au sein de l'agent.

Le passage de l'agent réactif tropique à l'agent réactif pulsionnel (AP) est déterminé l'introduction d'états hystérétiques au sein de l'agent. Par définition, un agent hystérétique possède au moins un état interne, qui peut être forcé, et qui ensuite sert de mémoire, i.e. qui dure dans le temps, ce qui oriente le traitement de l'information effectué par l'agent.

Note : ce forçage de l'état interne de l'agent peut être raisonné ou instinctif, i.e. il peut être volontaire ou non.



Un double aspect somatique : un forçage instinctif d'un état corporel

Ce passage de l'agent réactif tropique à l'agent réactif pulsionnel est doublement somatique. D'abord, les états internes forcés sont somatiques car ce sont des états du corps : faim, soif, chaud, froid, besoin de sel, de glucose... Et ensuite cette opération est aussi somatique, car chez l'être vivant, elle est effectuée par des réflexes instinctifs qui court-circuitent le cerveau car ils ne dépendent pas du néo-cortex ; au sein d'un agent, elle est effectuée par une machine interne qui est parfois cachée dans une boîte noire : l'utilisateur ne soulève pas toujours le capot de la mécanique. Car, quand un agent a faim, il le constate, mais il ne peut l'anticiper : en général, il ne voit pas sa jauge d'énergie !

Importance du niveau d'énergie dans ce scénario de vie artificielle

Dans nos précédentes simulations d'agent tropique, nous avons déjà remplacé la nourriture diffuse par de petits stocks ponctuels posés sur certaines cases. Ceci a induit chez les agents un comportement causal car ils devaient, à partir de ce moment, faire le geste de manger pour absorber la nourriture.

Chez l'agent pulsionnel, à nouveau nous retrouvons la contrainte de la nourriture : elle est directement en relation avec le niveau d'énergie de l'être, qui correspond à un état interne à l'agent. Il peut donc être testé. Le défaut de réserve d'énergie induit dans le corps l'état interne de faim, qui constitue un état interne pulsionnel.

Quels sont les rôles et effets de ces états ?

Des états finalistes

Ces états internes sont interprétés comme des buts par la logique interne causale de l'agent qui, selon sa complexité, génère des stratégies ou des tactiques afin de les satisfaire. Ainsi les procès effectués par les agents sont sous-tendus par des buts, ils deviennent finalistes et peuvent être considérés comme des actions.

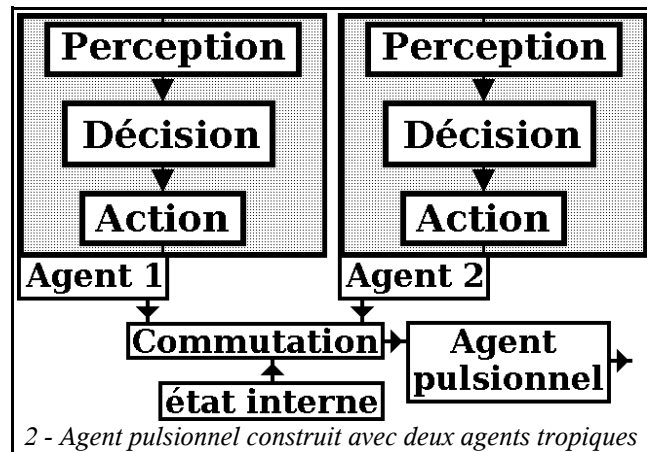
¹ Du grec *husterein*, être en retard. Se dit d'un système où on introduit une dimension mémoire.

L'agent pulsionnel : N agents tropiques en parallèle, commutés par des états internes

Nous avons déjà présenté cette considération dans le chapitre à propos des agents tropiques et nous l'illustrerons par deux exemples dans ce chapitre : l'agent pulsionnel peut être vu comme plusieurs agents tropiques montés en parallèle et commutés par un drapeau, un des états internes de l'agent.

Un agent au comportement séquentiel

La construction d'un agent pulsionnel est basée sur des agents tropiques dont le comportement est réactif : chacun d'eux réagit dans l'instant au percept qu'il reçoit en appliquant immédiatement une règle qui énonce quelle action faire. Donc, à priori, ce mode de fonctionnement n'est pas inscrit dans la durée. Cependant, ces règles conditions-action sont causales, elles peuvent porter sur un ou des états internes. Ceci induit deux aspects : le fonctionnement de l'agent est rééclairé par les états internes, et il peut ainsi s'inscrire dans la durée.



Rééclairage du traitement en fonction de l'état interne

Les règles conditions-action de l'agent sont causales. Leur tête de règle peut porter sur une combinaison logiques de conditions, parmi lesquelles se trouvent justement un ou des états internes. Alors on peut très bien imaginer un mode de fonctionnement contrasté : le traitement effectué par l'agent est rééclairé en fonction de son état interne. Toutes les règles qui traitent un domaine donné (faim soif chaud froid énergie position orientation...) testent le drapeau correspondant, et selon la réponse reçue, orientent le comportement de l'agent vers des fonctionnements opposés.

Inscription dans la durée des états internes

Les règles des agents réactifs sont totalement rééclairées par des états internes qui peuvent très bien s'inscrire dans la durée. Dans la réalité quotidienne la plupart de ces variables sont souvent le résultat d'un processus d'accumulation, de sommation : la réserve d'énergie s'accumule en mangeant, pour se désaltérer le chameau boit longuement, pour se chauffer le reptile demeure au soleil, et pour rallier un autre lieu l'Homo ergaster devait marcher des kilomètres...

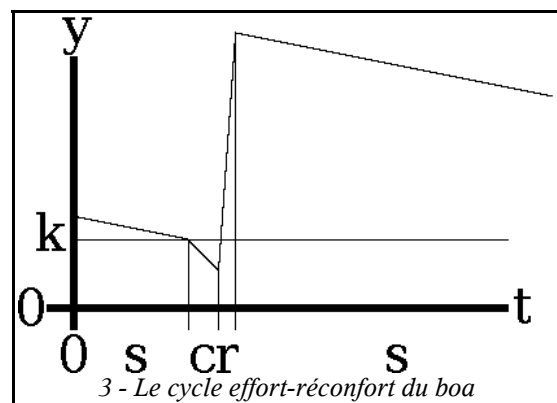
En conséquence, les comportements des agents pulsionnels, quand ils sont commutés par des états internes basés sur l'accumulation, peuvent eux aussi s'inscrire dans la durée.

Application 1 : le cycle effort/réconfort

Tout d'abord, commençons par l'étude d'un exemple très simple d'agent pulsionnel : le cycle action/repos ou encore effort/réconfort. Il est basé sur la gestion d'un unique état : l'énergie interne.

À la fin de la sieste (période s), quand le niveau d'énergie interne descend au-dessous du seuil d'alerte k , l'agent doit chercher à manger. Il devient un cueilleur, il se lève pour aller gagner sa croûte, il part arpenter le monde afin de trouver sa pitance. Sa dépense d'énergie croît (période c).

Quand il trouve de la nourriture, il mange jusqu'à être rassasié (période r), puis il reste sur place et fait la sieste (période s). Pendant ce temps, il ne fait que maintenir son potentiel vital. À chaque instant cette tâche consomme un peu de sa réserve d'énergie interne. Cette sieste dure jusqu'à ce qu'il ait faim à nouveau.



Application 2 : deux exemples d'alternateur

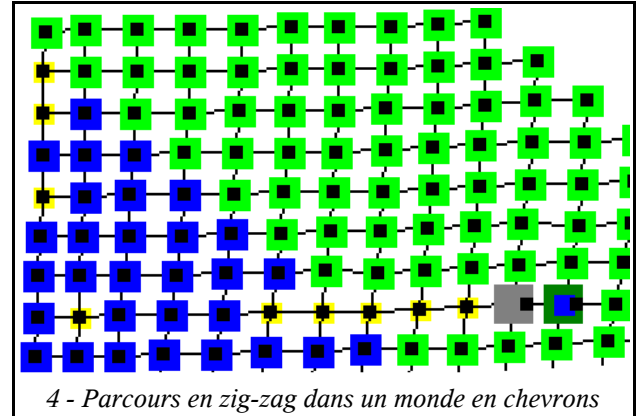
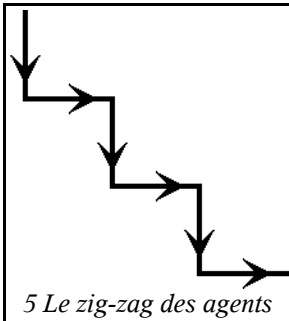
Ensuite continuons par l'étude de deux exemples binaires d'agent pulsionnel : l'alternateur. Ce dernier est basé sur la gestion de deux états internes : le niveau de la réserve d'eau et celui de l'énergie.

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

Nous avons considéré que l'agent tropique constitue la brique de base de l'agent pulsionnel, car ce dernier peut être vu comme N agents tropiques en montés en parallèle. Pour illustrer le cas N=2 nous pouvons prendre l'exemple typique de l'alternateur illustré dans deux implémentations différentes : *le monde en chevrons* et *l'alternateur eau/nourriture*.

Agent simple dans un monde complexe en chevrons

Le monde en chevrons est construit de façon un peu complexe, en répartissant les cases de nourriture (vert) et d'eau (bleu) autour de la diagonale nord-ouest/sud-est.

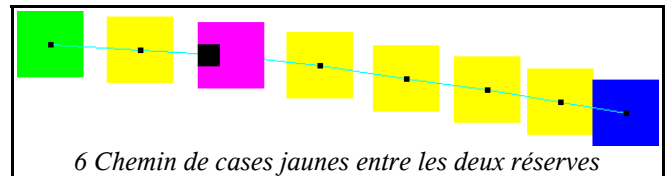


Dans l'illustration ci-dessus, initialement, l'agent est positionné en haut à gauche, et il part vers le bas pour boire les cases bleues. Ensuite il marche à l'est pour aller manger les cases vertes. Puis il repartira plein sud pour boire... Finalement, il décrit le parcours en zig-zag représenté par le schéma de gauche.

Ce monde complexe correspond à un agent pulsionnel très simple, fabriqué en assemblant deux fonctionnements tropiques élémentaires : *tourner à droite et marcher vers le sud*, et *tourner à gauche et marcher vers l'est*.

Cas d'un monde simple pour un agent complexe : l'alternateur

Le monde de l'alternateur est construit de façon simple en reliant un stock de nourriture (vert) à une réserve d'eau (bleu) au moyen d'un chemin de cases jaunes. L'agent magenta oscille entre les deux réserves pour absorber alternativement de l'eau et de la nourriture.



Ce monde simple correspond à un agent pulsionnel plus complexe, fabriqué en assemblant deux fonctionnements tropiques simples : *faire demi-tour et marcher à l'est pour aller chercher de l'eau*, et *faire demi-tour et marcher à l'ouest vers la nourriture*.

Conclusion :

Quelle représentation du monde pour un agent pulsionnel ?

Si on généralise les exemples précédents, on tire des conclusions qu'on peut étendre et prolonger : un agent pulsionnel peut avoir des états internes, sur un ou quelques bits, mais pas au-delà. Il ne peut posséder de représentation explicite du monde, par exemple sous la forme attribut-valeur (eau-est ; nourriture-ouest). Par contre il peut disposer de représentation implicite du monde dans ses règles. Exemple : *si j'ai soif je vais à l'est*.

Perspective à terme : en couches progressives vers les agents intentionnels

Partis de la base simple des agents tropiques, nous disposons d'un outil formel pour nous lancer dans une démarche constructive déterministe : en libérant progressivement les contraintes imposées par le cadre initial, nous avons modifié la structure interne du monde et de ses êtres.

À terme, ceci a donné naissance à différentes formes d'activités chez les agents. Ainsi, au moyen de ce mécano nous construisons notre agent en couches concentriques. Au fil de notre progression, nous avons fabriqué des agents tropiques puis pulsionnels. Nous finirons le cours en évoquant des agents intentionnels, dont certains sont beaucoup plus puissants et plus complexes car finalistes et cognitifs.

Annoncer la double transition de l'intentionnalité

Dans les chapitres suivants nous quittons les agents réactifs pour ceux qui sont intentionnels. À la lumière de ce polycopié sur les agents réactifs, disons que la transition vers l'intentionnalité repose sur une double étape :

L'agent intentionnel

D'abord le forçage des états internes devient explicite et volontaire : l'agent décide en fonction de ses états internes et de sa perception de l'extérieur.

L'agent Croyances Désirs Intentions (Agent CDI)

Ces explications rapides sont données à titre indicatif, elles seront détaillées par la suite.

L'agent Croyances : Agent C

Ensuite ces états internes deviennent plus nombreux en taille et en contenus. Ils ne se limitent plus à quelques bits et s'ils représentent encore un état neuronal interne, ils peuvent aussi mémoriser l'état du monde et/ou les règles pour le transformer. L'agent tient ces informations pour vraies, ce sont ses croyances.

L'agent Désir : Agent D

L'agent est finaliste/téléologique : il possède des états internes qui constituent des buts qui ensuite sous-tendent ses actions.

L'agent Intention : Agent I

L'agent planifie pour satisfaire ses buts ; ainsi il génère un planning de ses actions, qu'il stocke dans sa liste d'intentions : il a l'intention de les exécuter.