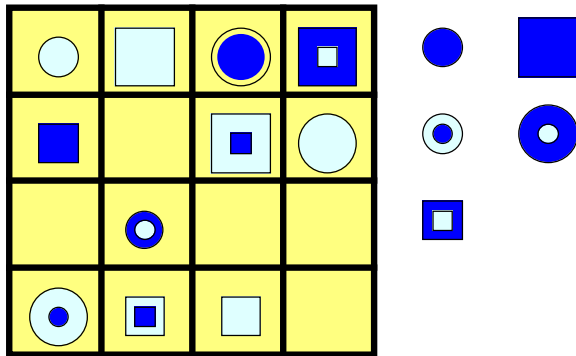


Quarto

par Pascal Havé et Mathias Hiron, lycée
Corneille de Rouen (76)

enseignant : Jean Toromanoff

chercheur : Claude Dellacherie



Compte-rendu de l'exposé par les parrains du groupe :
CLG V. Hugo

— Pour trouver la stratégie du quarto, il faut manipuler des “arbres”, et il faut surtout prendre en compte les critères de chacun des pions (troués, grands, ...). Pour l'Awélé, il faut aussi manipuler des arbres. Pour les deux, c'est souvent le joueur 1 qui gagne.

LE QUARTO

On joue sur un carré de 4 sur 4. Les pièces ont 4 critères :

- blanc ou noir
- troué ou plein
- grand ou petit
- carré ou rond.

Celui qui gagne est celui qui arrive à placer [NDLC : plutôt à aligner] 4 pièces ayant au moins 1 critère en commun.

Si on joue sur un carré de 3 sur 3, on fait les constatations suivantes (on joue avec 8 pièces, on enlève le critère du carré/rond) :

- au 1^{er} coup, 3 possibilités à cause des symétries (coin, milieu de côté et centre).
- on peut avoir plusieurs positions équivalentes (ce qui est important étant les critères et non les pièces) par les critères et par les quarts-de-tour.
- le 1^{er} joueur est toujours gagnant s'il joue intelligemment.

Quarto est un jeu de stratégie opposant deux joueurs.

Le jeu se compose :

- d'un quadrillage de 4×4 cases.
- de seize pièces différentes, définies par quatre critères. Chaque pièce est :

- Blanche ou noire.
- Ronde ou carrée.
- Grande ou petite.
- Pleine ou trouée.

Les seize pièces constituent donc toutes les possibilités d'association de ces critères.

Chaque joueur joue à tour de rôle de la manière suivante :

- Il pose une pièce sur une des cases libres du plateau.
- Il choisit ensuite parmi les pièces restantes, celle que devra jouer son adversaire.

Le gagnant est celui qui, le premier, parvient à aligner quatre pièces ayant au moins un critère en commun. L'alignement peut se faire dans toutes les directions : horizontale, verticale et diagonale. Pour les joueurs confirmés, on compte également des dispositions “en carré”.

Les premières parties sont plutôt déconcertantes. Une fois que l'on s'est habitué aux règles de jeu, plutôt inhabituelles, le problème est de trouver comment gagner.

Les premiers coups, au début, et même au bout de plusieurs parties, sont joués quasiment au hasard : on peut préparer des alignements, mais ils seront également intéressants pour l'adversaire, puisque les pièces n'appartiennent à personne.

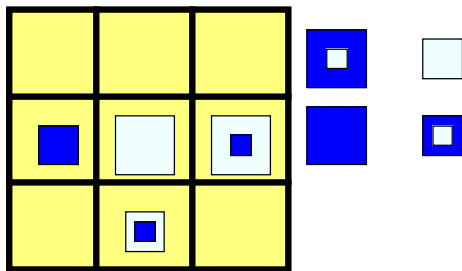
On compte alors plus sur les erreurs d'inattention de l'adversaire, que sur une véritable stratégie. Il est également très aisé, en l'absence de stratégie de la part de l'adversaire, de forcer le match nul.

L'intérêt du jeu n'est évidemment pas là, mais on peut se demander s'il est possible, dès les premiers coups, de préparer un plan.

Nous avons donc tout d'abord essayé de simplifier le jeu, pour simplifier les stratégies !

En se basant sur les mêmes principes de base (alignement de critères communs et choix de la pièce de l'adversaire), nous avons réduit les dimensions du plateau, et le nombre de pièces, en supprimant un critère.

Le tableau constitué comporte alors 3×3 cases, et 8 pièces, définies par trois critères (elles sont toutes carrées).



Bien que les parties soient très courtes, il est tout à fait possible de jouer, sans que l'issue de la partie soit évidente. Mais dans ce cas, même s'il est toujours difficile de prévoir les coups à l'avance sans papier, l'opération est tout de même faisable. Quelques astuces pouvant simplifier le travail.

D'une part, bien qu'il y ait ici 9 cases et 8 pièces, donc $9 \times 8 = 72$ possibilités de placer une première pièce, en fait, la plupart des positions sont identiques : toutes les pièces sont au départ équivalentes, puisqu'elles ne sont définies que les unes par rapport aux autres. Pour la position, il n'y a que trois possibilités : au centre, dans un coin, et sur un bord. On n'a donc que trois possibilités pour le premier coup ! (Il en est de même pour le jeu en 4×4).

Par la suite, on simplifie également la tâche en n'étudiant qu'une seule fois les possibilités après deux coups équivalents.

Au bout de cette étude, nous avons remarqué que le premier joueur peut gagner, quels que soient les coups de son adversaire. Cela ne signifie pas que le premier joueur gagne à

tous les coups, mais que s'il connaît le meilleur coup dans chaque position, l'adversaire n'a aucun recours. Ici, la stratégie n'a pas vraiment d'intérêt, puisqu'il s'agit d'apprendre quoi jouer dans chaque cas. Mais on voit que le premier coup a déjà de l'importance, et on peut espérer que ça soit le cas pour le jeu en 4×4 cases ...

Même si l'on élimine facilement de nombreuses possibilités (en supprimant les positions équivalentes ou en arrêtant l'étude d'une position, dès que l'un des coups de l'adversaire est gagnant), le nombre de possibilités est tout de même trop important pour être étudié "à la main", même à partir de parties déjà bien entamées.

Nous avons donc entrepris de réaliser un programme informatique pour réaliser cette tâche fastidieuse ... Dans ce cas, si l'on étudie simplement toutes les possibilités, même avec un ordinateur puissant, le nombre de possibilités est trop élevé, pour avoir des temps de calcul acceptables, mais surtout pour visualiser le résultat ... Les techniques décrites précédemment seront donc également programmées.

Nous avons donc réalisé le programme pour calculateur de poche HP48. Le langage utilisé est l'assembleur, ce qui permet d'utiliser au maximum les capacités de cette machine. (Ce langage nous était d'ailleurs très familier, ce qui nous a décidé dans notre choix).

En plus de la possibilité de jouer sur une calculatrice, nous avons donc réalisé un programme qui crée un arbre de possibilités, réduit au minimum.

— Une des parties les plus importantes du programme permet de reconnaître des positions équivalentes. Le procédé utilisé consiste à transformer toute position en une position type, qui sera la même quelle que soit la position de départ.

Il faut tout d'abord orienter le plateau, pour que deux positions, images l'une de l'autre

par rotations, donnent la même position type. On choisit donc arbitrairement une orientation, et ceci en fonction de la répartition des pièces (en quantité seulement, car les types de pièces seront modifiés dans l'étape suivante).

On utilise donc des considérations successives, du type : "le coin contenant le plus de pièces sera en haut à gauche". Ces conditions sont accumulées pour chaque position, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus le choix.

La deuxième étape consiste à modifier le type des pièces, tout en conservant la notion de "critères en commun" entre les pièces. On peut en effet remplacer des pièces, tant que les nouvelles ont les mêmes rapport avec les autres.

Ainsi, comme on l'a vu, la première pièce posée est quelconque par son type. Nous avons donc défini, après le choix de l'orientation, le type de la première pièce rencontrée si l'on parcourt le plateau. Si l'on numérote les pièces de 1 à 16, on définit que la 1ère pièce sera la pièce 1. La deuxième pièce est alors choisie, parmi les pièces qui ont le nombre de critères en commun avec la 1ère pièce inchangé par rapport à la position de départ. Parmi toutes les possibilités, on choisit celle dont le numéro est le plus petit. On est ainsi certain d'arriver toujours à la même position.

— L'autre partie importante du programme, un peu plus naturelle pour un joueur humain, consiste à s'arrêter dès que la position est "visiblement perdante". On ne donne par exemple pas les pièces qui permettraient à l'adversaire d'aligner 4 critères ... cela semble évident mais permet d'économiser quelques étapes par rapport à un test de fin de partie classique.

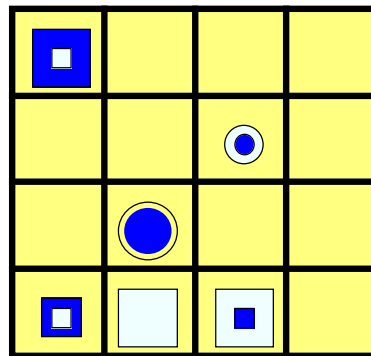
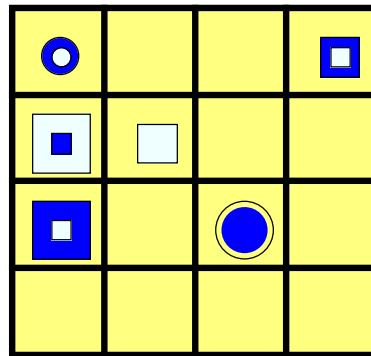
C'est d'ailleurs la partie "évolutive" du programme : une fois qu'un arbre de possibilités a été tracé, on pourra, si certaines branches sont totalement perdantes, chercher pourquoi, et, soit en tirer une stratégie pour le joueur,

soit en faire un nouveau test de fin de partie : lorsqu'une position similaire sera rencontrée, l'étude pourra s'arrêter là.

On accumule donc les routines de test, pour simplifier le résultat, et accélérer le calcul.

C'est sur cette base que l'on peut élaborer une stratégie, soit pour le joueur, soit pour faire jouer la machine.

Faute de temps, nous n'avons malheureusement pas obtenu de résultat facilement utilisable par l'homme.



Exemple de positions équivalentes.

