

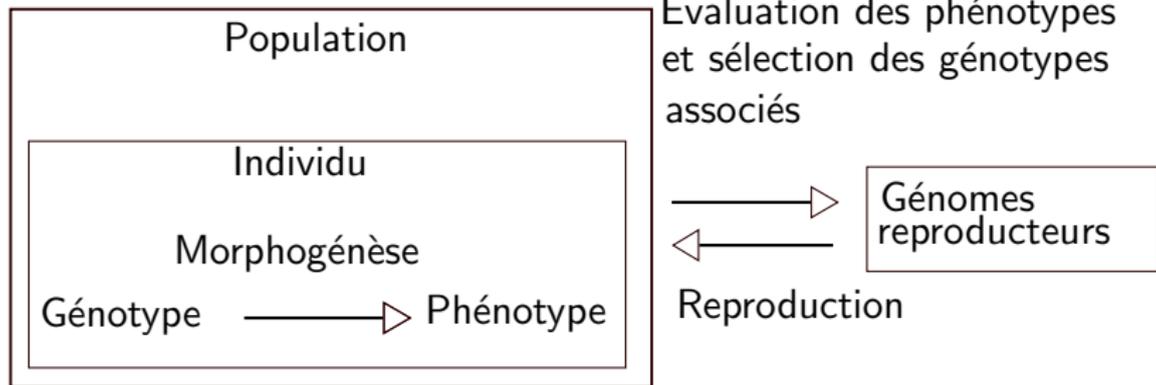
Algorithmique génétique

Igor Stéphan

UFR Sciences Angers

2015-2016

- Faire découvrir des solutions à un processus sans définir l'algorithme d'obtention
- Méthodes stochastiques d'optimisation globale
- Métaphore de la sélection naturelle : hasard et adéquation à l'environnement
- Pas besoin de comprendre les mécanismes profonds du domaine
- Être capable d'évaluer un candidat
- « métaheuristique »
 - Algorithme « Méta » : un seul algorithme pour toute une classe de problèmes
 - Principe heuristique : trouver la solution n'est pas garanti



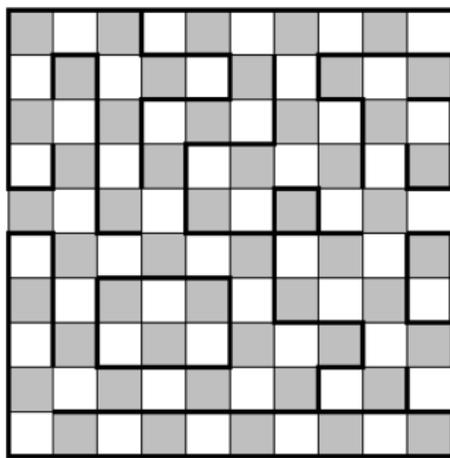
- Génome : encodage d'un individu
- Morphogénèse : interprétation du génome
- Phénotype : caractéristiques évaluables de l'individu
- Individu : Génome + Phénotype
- Évaluation des phénotypes par rapport à un objectif
- Sélection des génomes par rapport aux performances des phénotypes lors de l'évaluation
- Reproduction : mécanisme de génération d'une nouvelle population

- Les modifications du génome ne sont pas dues aux variations des contraintes sur les géniteurs
- Les modifications du génome confèrent à certains individus un taux de reproduction plus important et ces modifications tendent à s'étendre à toute la population
- Aucune rétroaction du phénotype sur le génome due à l'expérience
- Non-hérédité des caractères acquis
- Action indirecte du milieu via la reproduction (sélection des reproducteurs)
- Mémoire au niveau de la population entière
- Modifications du génome dues au hasard par croisement et mutation

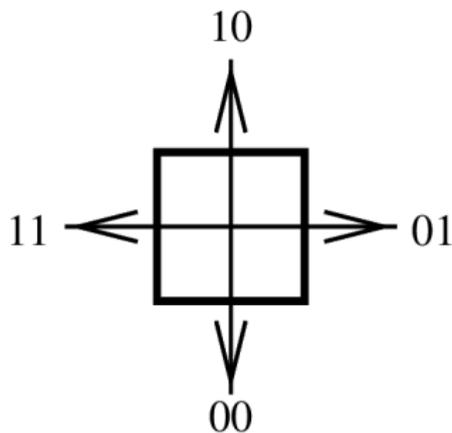
- Le génome est une séquence de symboles sur un alphabet qui code une tentative de solution
- Le génome est interprété lors de la morphogénèse en un phénotype
- Le gène (une sous séquence du génome) est l'unité sémantique de la morphogénèse
- La morphogénèse est liée au choix du codage du génome et lui confère, par le phénotype, une interprétabilité en termes de caractéristiques (physique ou comportementales)

Exemple du labyrinthe

(Exemple extrait de « L'ordinateur génétique » de J-L. Dessalles, Hermès)



- Problème : trouver le chemin le plus rapide qui entre par le bord ouest et sort par le bord est.
- Fonction d'évaluation : nombre de cases parcourues ($+\infty$ si la sortie n'est jamais atteinte)



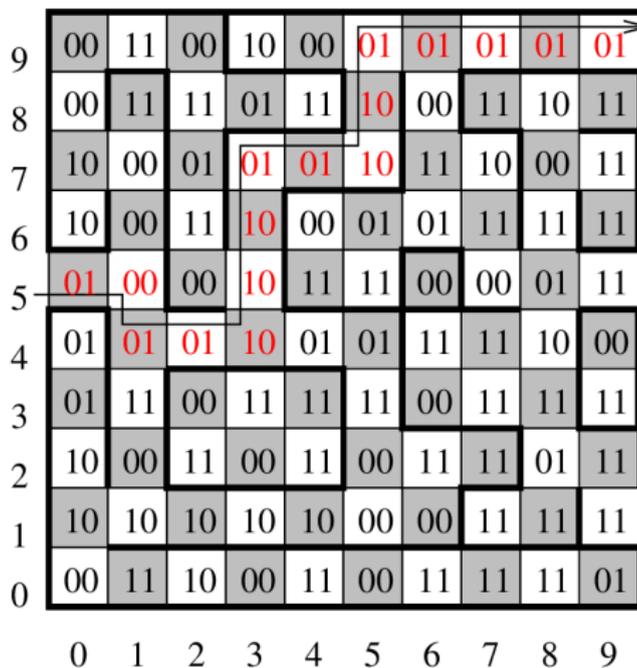
- À chaque case du damier est associée une direction
- Des gènes de taille 2 : le gène de la case (x, y) est localisée en $(10 * y + x) * 2$ et $(10 * y + x) * 2 + 1$
- Le génome est de taille 200
- Si un mouvement est impossible, un autre est tiré au hasard

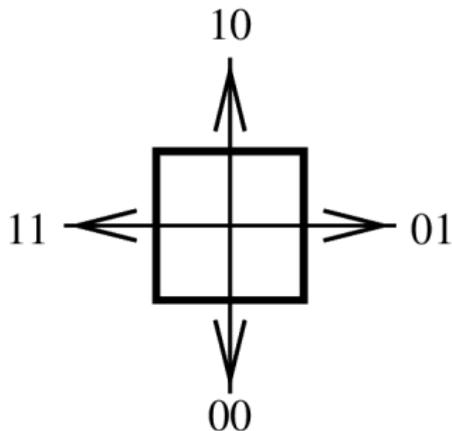
Exemple de phénotype d'évaluation ∞

9	00	11	00	10	00	11	10	10	01	10
8	00	11	11	01	11	01	00	11	10	11
7	10	00	01	11	11	11	11	10	00	11
6	10	00	11	01	00	01	01	11	11	11
5	01	11	00	11	11	11	00	00	01	11
4	01	00	11	01	01	01	11	11	10	00
3	01	11	00	11	11	11	00	11	11	11
2	10	00	11	00	11	00	11	11	01	11
1	10	10	10	10	10	00	00	11	11	11
0	00	11	10	00	11	00	11	11	11	01
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Extrait de génome et phénotype d'évaluation optimale

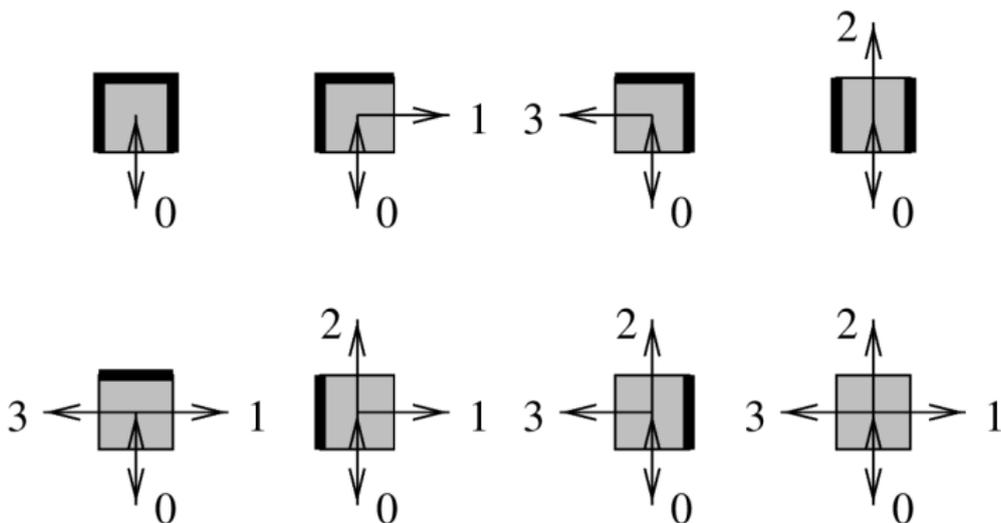
...	41		42		43		...	50		51		52		53		...
...	82	83	84	85	86	87	...	100	101	102	103	104	105	106	107	...
...	0	1	0	1	1	0	...	0	1	0	0	0	0	1	0	...





- Codage directionnel : le génome contient la liste des directions successives prises par le mobile
- Le nombre de mouvements est limité à m
- Le génome est de taille $2 * m$
- Fonction d'évaluation : $f(\phi) = (m - l(\phi)) * 10 + x_\phi$
(x_ϕ l'abscisse finale, $l(\phi)$ longueur du chemin parcouru)

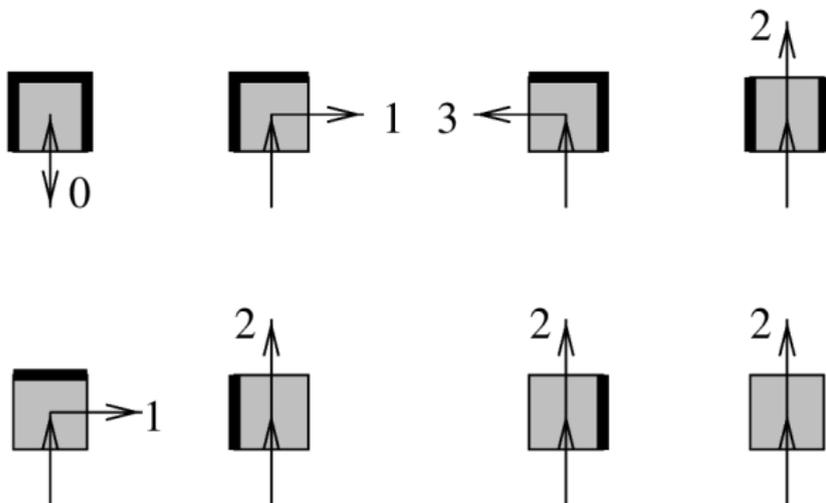
- Codage qui tient compte des murs



- Le génome est un mot de

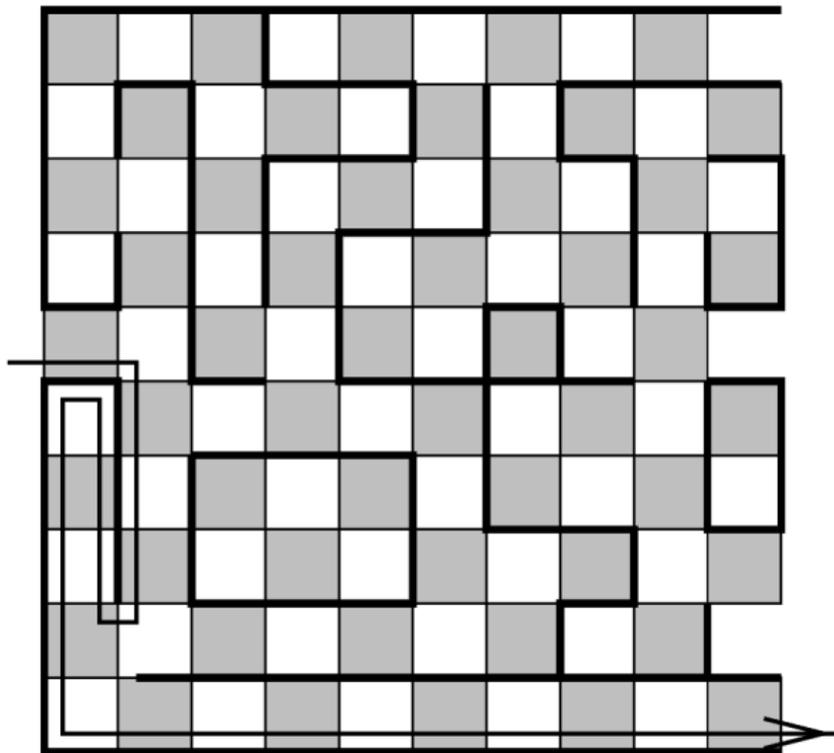
$\{0|1\}\{0|3\}\{0|2\}\{0|1|3\}\{0|1|2\}\{0|2|3\}\{0|1|2|3\}$

Exemple de génome en codage « intelligent »



- Genome 1321222

- Genome 1321222



- La fonction d'évaluation évalue le phénotype
- Le choix d'une fonction d'évaluation performante (lors d'une phase de conception) peut évoluer au court du temps par l'observation du comportement des phénotypes
- Quasi-continuité (reflet de contraintes graduelles)

- Un schéma est un ensemble de positions dans le génome
- Un schéma est viable s'il est statistiquement résistant aux croisements et mutations
- Le schéma est l'unité pertinente d'observation pour prévoir l'évolution
- Un schéma qui gagne la compétition a une sémantique due aux contraintes du problème
- Un schéma gagnant dans le cas du labyrinthe avec codage « idiot » : le bit 103 est à 0 ce qui signifie qu'en case (1, 5) les seules directions possibles sont le 10 et 00

- Intensification
 - Attribution de couples proportionnellement ou par rang
 - Système à renouvellement total ou avec préservation des meilleurs
- Exploration
 - Ne pas appauvrir trop vite la population au niveau des génomes :
 - Remplacement par similarité : un nouveau génome remplace un de ses parents ou un génome similaire
 - Prohibition de l'inceste : interdiction de se reproduire avec un parent ou un génome similaire
 - Ne pas appauvrir trop vite la population au niveau des phénotypes :
 - Favoriser ceux qui parcourent des voies inexplorées

- À partir de deux génomes, le croisement génère un nouveau génome constitué de parties (mutuellement exclusives) des génomes parents
- Le croisement est caractérisé par la fréquence des points de croisement et de leurs indices respectifs
- Le croisement nécessite la rencontre de deux génomes (sexués ou non)
- L'opérateur de croisement ne doit pas tenir compte de la sémantique
- Les points de croisement ne doivent pas être trop nombreux pour ne pas casser systématiquement des schémas
- Le croisement confère une mémoire des mutations au niveau de la population

- Une mutation fait varier aléatoirement un caractère du génome
- Une mutation est caractérisée par sa fréquence
- Une mutation aura beaucoup plus de probabilité de se répandre par le croisement conférant une plus grande adaptabilité
- Une mémoire des mutations au niveau de la population

- La parthénogénèse génère à partir d'un individu un clone identique
- La parthénogénèse confère une mémoire des mutations au niveau de la lignée
- Le croisement est plus inventif que la parthénogénèse

- Une mutation favorable (à un individu, un groupe, une population, une espèce) n'est pas nécessairement retenue
- Une mutation défavorable (à un individu, un groupe, une population, une espèce) n'est pas nécessairement éliminée
- Deux gènes différents au même endroit sont des allèles
- Un allèle triomphe dans la compétition s'il est en mesure de se répliquer plus vite que les allèles concurrentes