

MODELISATION DE LA DERIVE GENETIQUE

Introduction intuitive à la dérive génétique

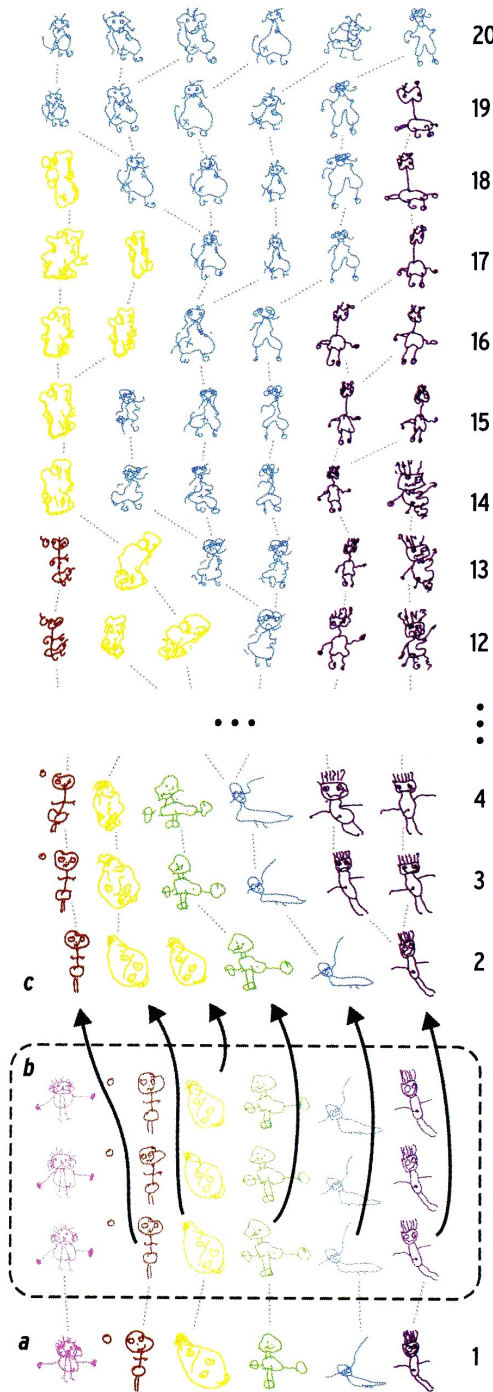
Pour se familiariser avec la notion de dérive génétique, suivons *Dérive Graphique* (voir la figure), une expérience artistique réalisée par le designer Léo Lescop, selon un protocole de création participative mêlant erreurs et hasard. Au départ, six petits bonshommes issus de la main de six enfants de trois ans (a). Simulons maintenant une reproduction strictement clonale, c'est-à-dire sans échange de caractères entre individus, en demandant à des adultes de recopier trois fois, très vite et de mémoire, chaque petit bonhomme. Cette étape introduit une variation, du fait des erreurs de copie, qui simule la mutation. Nous obtenons ainsi 18 descendants (b).

Cependant, la vie est rude, les ressources sont limitées, et seuls six individus parviennent à l'âge adulte pour produire leur propre descendance. Nous négligeons ici la sélection naturelle pour mieux percevoir les seules conséquences du hasard, en supposant que la couleur n'influe en rien sur les chances de reproduction des bonshommes. Choisissons donc au hasard (les flèches noires), parmi les 18 copies, les 6 survivants, les parents de la génération suivante (c).

On remarque que certaines couleurs peuvent ne pas être choisies: dès la deuxième génération, la lignée rose disparaît. Plus généralement, sous le seul effet du hasard, les proportions respectives des différentes couleurs fluctuent au cours des générations successives: c'est la dérive génétique.

Répetons l'expérience et observons les seuls effets des mutations et de la dérive (c, la figure se lit de bas en haut). À la 20^e génération, tous les individus sont bleus. Leurs formes sont distinctes (à cause des mutations), mais tous descendent d'un ancêtre unique ayant vécu à la 12^e génération. La « victoire » des bleus ne pouvait pas être prédite *a priori*, puisque, à la première génération, chaque couleur avait la même probabilité de l'emporter.

De même que la main recopie les dessins avec une certaine maladresse, la machinerie cellulaire



réplique l'ADN en introduisant des mutations. Des portions d'ADN sont modifiées, se dupliquent, d'autres se perdent. Ces mutations, quand elles n'influent pas sur la survie ou la reproduction des organismes (quand elles sont neutres), peuvent disparaître ou bien se fixer, à l'instar de la couleur bleue dans l'expérience.

Parfois, une mutation améliore la *fitness* (la performance évolutive) de son porteur. Sa probabilité de fixation est alors supérieure à celle d'une mutation neutre. Mais le hasard, la dérive, continue à agir et peut conduire à la disparition d'une telle mutation. Plus souvent, les mutations ont des effets négatifs sur l'hôte. Leur probabilité de fixation est alors inférieure. Pour autant, ces mutations délétères peuvent aussi se fixer sous l'effet de la dérive. Ainsi, la sélection naturelle peut tirer la population dans un sens, mais la dérive introduit du chaos, du bruit.

Essayons de préciser les conséquences d'un paramètre fondamental, la taille de la population (six individus dans l'expérience), sur les contributions respectives de la dérive génétique et de la sélection naturelle. Imaginons une expérience plus réaliste, avec cette fois 600 bonshommes, à raison de 100 pour chacune des six couleurs. Nous produisons 1800 (600 × 3) « bébés » et en choisissons 600 pour la génération suivante. La perte d'une couleur en une seule génération est cette fois très improbable. L'événement se produira, mais beaucoup plus tard. De fait, le hasard a d'autant moins d'influence sur l'évolution des fréquences alléliques (ici, les différentes couleurs) que les populations sont grandes. Ainsi, dans une petite population, la dérive génétique domine la sélection: les mutations délétères peuvent se fixer et les mutations avantageuses peuvent être perdues. À l'inverse, dans une grande population, la sélection devient plus efficace.

La vidéo de *Dérive graphique* est visible sur le site : <http://bit.ly/PLS-LESCOP>