

# VARIABILITÉ DU PROTÉOME ENZYMATIQUE ET CONTRÔLE MÉTABOLIQUE : VERS UN MODÈLE BIOCHIMIQUE DE L'HÉTÉROISIS<sup>1</sup>

par Julie Fievet

André Gallais<sup>2</sup>. – L'hétéroisis peut être défini comme la supériorité des descendants d'un croisement par rapport au meilleur parent. Ce phénomène, décrit depuis plus de deux siècles, exploité en amélioration des espèces végétales et animales, joue aussi un rôle important dans le maintien de la variabilité génétique des espèces à fécondation croisée. Pourtant, si sur le plan génétique les mécanismes possibles sont connus (complémentation de gènes dominants favorables et superdominance), le phénomène d'hétéroisis reste toujours mal compris au niveau métabolique. Il s'agit d'expliquer comment se fait le passage du niveau des gènes au niveau des caractères.

Pour tenter de relier ces deux niveaux, le travail réalisé par Julie Fievet s'appuie sur la théorie du contrôle des flux dans des chaînes métaboliques. Dans cette théorie la relation hyperbolique entre l'activité d'une enzyme et le flux permet d'expliquer la dominance au niveau du flux malgré une additivité dans les quantités d'enzymes contrôlées par les gènes. La théorie a été généralisée à plusieurs enzymes variables, avec ou sans contraintes sur la quantité totale d'enzymes allouée à la chaîne métabolique. Il a d'abord été montré par simulation *in silico* que le flux chez les hybrides pouvait être hétérotique. La fréquence et l'ampleur de l'hétéroisis dépendent de la complémentarité des parents au niveau de la répartition des concentrations enzymatiques. De plus, la prise en compte d'une limite dans la quantité d'enzymes disponibles augmente la fréquence des cas d'hétéroisis.

Le modèle théorique proposé a été confirmé expérimentalement par une étude *in vitro* simulant la première partie de la glycolyse (cinq premières enzymes). Chaque génotype parental était représenté par un tube contenant le substrat et les enzymes impliquées en différentes proportions ; le phénotype correspondant était représenté par le flux glycolytique mesuré par spectrométrie. Les hybrides étaient obtenus par mélange du contenu des tubes des génotypes parentaux. Ce système a permis de mettre en évidence l'hétéroisis au niveau du flux. Plus précisément, l'hétéroisis est apparue d'autant plus forte que les parents que les parents avaient des flux proches et que ces flux étaient faibles. En revanche, on n'observe pas d'hétéroisis si l'un des parents au moins présente un flux proche du maximum possible, et/ou si les concentrations d'enzymes chez les parents sont peu contrastées. Le modèle a aussi été confirmé *in vivo* chez la levure *Saccharomyces cerevisiae*.

Ce travail est une contribution très originale non seulement à la compréhension du phénomène d'hétéroisis, mais de façon plus générale à la façon dont peut se faire le passage du plan des gènes au plan du phénotype pour un caractère polygénique. Pour résoudre ce problème, il faut en effet

---

<sup>1</sup> Thèse de doctorat en Sciences de l'Université Paris XI Orsay, spécialité : Sciences de la Vie, soutenue le 6 avril 2004, 112 pages.

<sup>2</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur à l'Institut national agronomique Paris-Grignon (Génétique et Amélioration des Plantes), INRA, Station de Génétique végétale, Ferme du Moulon, 91190 Gif-sur-Yvette. Courriel : [gallais@moulon.inra.fr](mailto:gallais@moulon.inra.fr)

## PUBLICATIONS

---

trouver des fonctions d'intégration des effets des gènes. La démarche par l'étude des flux métaboliques est une tentative dans ce sens.