

Dans un organisme pluricellulaire, toutes les cellules possèdent le même patrimoine génétique puisqu'elles dérivent de la cellule-œuf. Cependant, on observe une grande diversité de formes et de fonctions : certaines produisent des hormones, d'autres des pigments, d'autres encore assurent la transmission d'informations nerveuses. Cette diversité fonctionnelle repose sur des différences dans le fonctionnement biochimique interne des cellules.

Comment des cellules génétiquement identiques peuvent-elles assurer des rôles aussi différents au sein de l'organisme ?

Pour répondre à cette question, nous chercherons à comprendre en quoi **l'équipement enzymatique**, c'est-à-dire l'ensemble des enzymes produites par une cellule, détermine sa **spécialisation**.

Nous verrons d'abord que, selon les enzymes présentes, un même substrat peut être transformé différemment par les cellules.

Nous montrerons ensuite qu'un type cellulaire se caractérise par un **ensemble coordonné d'enzymes** permettant d'activer des voies métaboliques particulières.

Enfin, nous établirons que les organes possèdent chacun **des profils d'expression enzymatique spécifiques**, témoignant de leur spécialisation fonctionnelle.

1. Un même substrat peut être utilisé différemment selon les enzymes exprimées :

Le document 1 montre que la **tyrosine**, un acide aminé présent dans de nombreuses cellules, peut être engagée dans des voies métaboliques différentes selon l'équipement enzymatique des cellules.

Dans la **glande thyroïde**, les cellules folliculaires produisent une enzyme spécifique, la **thyropéroxidase**, qui permet de fixer l'iode sur la tyrosine. Cette réaction constitue la première étape de la synthèse des **hormones thyroïdiennes**, stockées dans les follicules (Doc. 1A).

D'autres cellules possédant le même substrat n'utilisent pourtant pas la tyrosine de cette manière. Par exemple, certains **neurones** expriment une enzyme différente, la **tyrosine-hydroxylase**, qui catalyse la transformation de la tyrosine en **noradrénaline**, un neurotransmetteur essentiel au fonctionnement nerveux (Doc. 1B).

Enfin, les **mélanocytes** situés dans la peau expriment la **tyrosinase** (enzyme E1 dans le schéma), indispensable à la voie métabolique de la synthèse de la **mélanine**, pigment cutané (Doc. 1C).

Ainsi, un même substrat est utilisé pour produire des molécules totalement différentes selon les enzymes présentes.

L'équipement enzymatique oriente donc la fonction de chaque cellule.

2. La spécialisation d'une cellule repose sur un ensemble d'enzymes caractéristiques :

Le document 1 montre également que chaque type cellulaire exprime **plusieurs enzymes**, qui fonctionnent ensemble pour permettre une spécialisation complète.

Par exemple, les mélanocytes ne se contentent pas d'exprimer la tyrosinase : ils possèdent aussi d'autres enzymes spécifiques de la voie métabolique de la mélanine (notation E2, E3), nécessaires pour transformer progressivement la tyrosine en pigment mélanique.

De même, la production d'hormones thyroïdiennes ne dépend pas uniquement de la thyropéroxidase : elle nécessite également d'autres acteurs cellulaires impliqués dans l'iodation, la maturation et la sécrétion des hormones.

Ces exemples montrent que la spécialisation d'une cellule ne repose pas sur une seule enzyme mais sur **un véritable équipement enzymatique**, c'est-à-dire un ensemble coordonné d'enzymes permettant d'activer une voie métabolique particulière.

Chaque cellule se caractérise donc par un "profil enzymatique" qui détermine sa fonction et ses productions.

3. Les profils d'expression enzymatique varient selon les organes et reflètent leur spécialisation :

Le document 2 confirme cette idée à l'échelle des tissus et des organes.

Le tableau de profils d'expression montre que certaines enzymes sont **ubiquistes**, c'est-à-dire présentes dans presque tous les tissus, comme l'**ADN polymérase**, indispensable à la réplication cellulaire.

En revanche, d'autres enzymes présentent une expression **hautement spécifique** selon les organes :

- l'**amylase** est exprimée massivement dans les **glandes salivaires** et le **pancréas**, ce qui correspond parfaitement à son rôle dans la digestion de l'amidon ;
- la **tyrosinase** est presque exclusivement exprimée dans la **peau**, cohérente avec la présence des mélanocytes ;

- l'**hydrolase L1** est fortement exprimée dans le **cerveau**, ce qui en fait un marqueur des tissus nerveux (Doc. 2B).

Le graphique du document 2B montre d'ailleurs que l'hydrolase L1 est quasiment absente de la plupart des autres organes, ce qui confirme que **chaque organe possède un profil unique d'enzymes** correspondant aux fonctions qu'il assure.

Ainsi, la spécialisation cellulaire se retrouve à l'échelle des organes grâce à l'expression d'enzymes spécifiques, marqueurs des fonctions propres à chaque tissu.

Au terme de cette étude, on constate que la spécialisation cellulaire repose entièrement sur l'équipement enzymatique propre à chaque cellule.

Dans un premier temps, nous avons vu qu'un même substrat, comme la tyrosine, peut être engagé dans des voies métaboliques différentes selon les enzymes exprimées : c'est ainsi que certaines cellules fabriquent des hormones, d'autres des neurotransmetteurs ou des pigments.

Ensuite, nous avons montré que chaque type cellulaire ne se distingue pas par une seule enzyme mais par **un ensemble coordonné d'enzymes**, formant un véritable équipement métabolique capable d'orienter son activité et sa fonction.

Enfin, l'analyse des profils d'expression enzymatique des organes révèle que ces équipements spécifiques se retrouvent à l'échelle des tissus, chaque organe possédant des enzymes caractéristiques de sa fonction.

Ainsi, la mise en relation de ces trois constats montre que la spécialisation des cellules et des organes résulte de l'expression différentielle des gènes conduisant à des équipements enzymatiques distincts. C'est cet ensemble d'enzymes, propre à chaque type cellulaire, qui conditionne les réactions biochimiques réalisables et permet à chaque cellule d'assurer une fonction particulière au sein de l'organisme.