

Des enzymes par milliers

Expérience

Nous allons nous occuper d'[enzymes](#) que l'on trouve dans notre environnement quotidien. C'est le cas en particulier de nombreuses protéases, [enzymes](#) qui dégradent les protéines. On les utilise dans les lessives pour faire disparaître les taches organiques ou dans des produits pour nettoyer les lentilles de contact. Nous les utiliserons pour dégrader une protéine d'approvisionnement aisé : la gélatine alimentaire, extraite du cartilage des animaux de boucherie. Les protéases découpent les molécules de protéines de même que les amylases découpent les molécules d'amidon (voir [enzymes 1](#)).

Protéases des lessives

La plupart du temps, la présence d'[enzymes](#) est indiquée sur l'emballage. Si ce n'est pas le cas, le test proposé permettra de le savoir. On pourra comparer l'efficacité de diverses lessives par référence avec celle des protéases utilisées pour la déprotéinisation des lentilles de contact.

Délayer 2 cuillerées à café de lessive en poudre avec un demi verre d'eau. Laisser se déposer les particules solides au fond et récupérer du liquide avec un compte-gouttes ou une seringue.

Protéases des comprimés de déprotéinisation

On peut se procurer chez les opticiens des comprimés d'Ultrazyme (système Oxycsept, Allergan S.A.) contenant 0.4 mg de subtilisine, enzyme bactérienne, ou des comprimés Hydrocare Fizzy du même fabricant contenant 10 mg de papaïne, enzyme extraite du latex du papayer, arbre tropical. Dissoudre un comprimé d'enzyme dans 10 ml d'eau (2 cuillères à soupe).

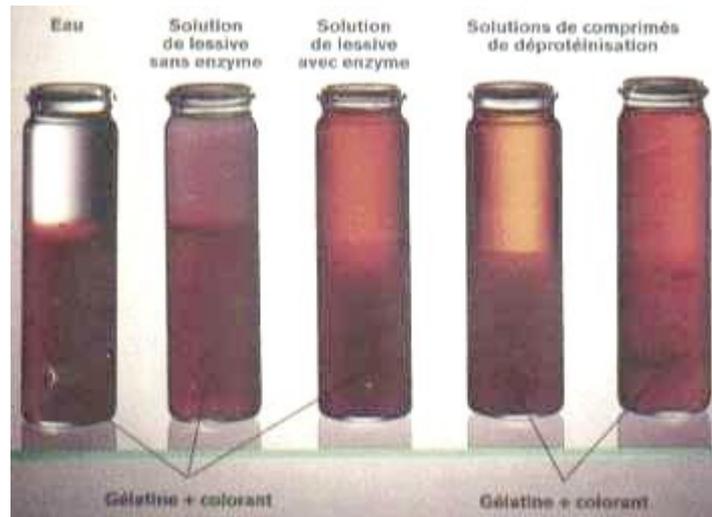
Mise en évidence de l'activité

Porter à ébullition un demi verre d'eau (environ 50 ml). Arrêter le chauffage et mettre dans l'eau bouillante une plaquette d'environ 2 g de gélatine alimentaire découpée en petits morceaux. Bien mélanger jusqu'à dissolution complète. Laisser refroidir jusqu'à ce que la casserole puisse être touchée sans se brûler. Ajouter alors quelques gouttes de colorant alimentaire ou d'éosine aqueuse jusqu'à donner une teinte rouge foncé au liquide. Répartir alors le liquide dans des petits tubes ou, à défaut, dans des corps de seringue de 10 ml (en pharmacie) dépourvus de leur piston mais munis d'une aiguille qui servira à les piquer verticalement dans un bloc de polystyrène ou de pâte à modeler. Verser le liquide sur les 2/3 de la hauteur dans chaque tube et laisser reposer au réfrigérateur jusqu'à la prise de la gélatine en gel.

Compléter chaque tube avec une solution d'enzyme différente et réaliser aussi un tube dans lequel de l'eau remplacera l'enzyme : il servira de référence. On pourra ainsi comparer les effets des différentes [enzymes](#) et, éventuellement, détecter leur présence ou leur absence dans les lessives.

Résultats

Sous l'action des protéases, la gélatine est détruite et l'on verra l'interface entre solution d'enzyme et gélatine descendre d'autant plus bas qu'il y a plus d'enzyme et qu'elle est plus efficace. En même temps, le colorant est libéré et on obtient une coloration de la phase liquide supérieure d'autant plus intense que l'enzyme est plus efficace. S'il n'y a pas d'enzyme, il n'y aura aucune différence avec le tube contenant de l'eau. Il faut quelques heures pour que les différences soient bien visibles car, ici, les [enzymes](#) doivent attaquer un substrat solide ce qui n'est pas le cas dans les cellules ou tout se passe en milieu liquide.



La découverte des [enzymes](#), ces extraordinaires catalyseurs biologiques qui permettent le fonctionnement cellulaire, fut un moment clé de l'histoire de la biologie. Étant donné que chaque enzyme ne catalyse, en général, qu'une seule réaction du métabolisme, identifier une nouvelle enzyme équivaut à identifier une des nombreuses réactions chimiques qui sont simultanément à l'œuvre dans chaque cellule. Cette approche devait s'avérer extrêmement féconde puisqu'elle permit, dans un premier temps, de décrypter l'ensemble des réactions dites du métabolisme intermédiaire. Ces réactions permettent aux cellules d'obtenir l'énergie dont elles ont besoin pour leurs activités (synthèses, transports, mouvements etc.) en dégradant des molécules comme les sucres ou les graisses véritables "réservoirs énergétiques".

A ces découvertes sont attachés les noms de nombreux prix Nobel comme O. Meyerhof (1922), O. Warburg (1931), A. Szent-Györgi (1937), C.F. Cori, G.T. Cori et B. Houssay (1947), H. Krebs (1953). Le développement de techniques performantes comme l'ultracentrifugation, la cristallographie par rayons X, la chromatographie et l'électrophorèse dues à d'autres grands chercheurs, prix Nobel également pour la plupart (mais on ne peut les citer tous), permit, dans les années 60, d'élucider la constitution chimique complète et la forme dans l'espace des [enzymes](#). Cette avancée permit de confirmer le modèle proposé par E. Fischer de la clé et de la serrure. Enfin, la jonction put être réalisée entre la génétique et les [enzymes](#) lorsque G. Beadle et E. Tatum (prix Nobel 1958) montrèrent que chaque enzyme était codée par un gène selon le principe "un gène, une enzyme" : ainsi, le programme génétique contenu dans les chromosomes de chaque cellule s'exprime sous forme d'[enzymes](#) (mais aussi d'autres protéines). En quelque sorte, le répertoire des protéines codées par les gènes explique la diversité des espèces vivantes.

En 1965, trois chercheurs français, A. Lwoff, J. Monod et F. Jacob obtenaient le prix Nobel pour leurs recherches sur la manière dont la production des [enzymes](#) est réglée au niveau des gènes. En 1969, pour la première fois, une enzyme put être synthétisée artificiellement prouvant ainsi définitivement, s'il en était besoin, que les êtres vivants obéissent aux lois ordinaires de la chimie.

Plus récemment, la découverte des [enzymes](#) de restriction (W. Aber, D. Nathan et H. Smith, prix Nobel 1978) s'est révélée riche de conséquences : on peut désormais découper un seul gène pour l'introduire dans un autre organisme et établir des cartes d'identité génétique très précises utilisées notamment dans le domaine de la police scientifique, des recherches en paternité et des maladies génétiques. Le projet "Génome Humain" dont l'objectif est d'élucider l'ensemble de l'information génétique humaine en dépend.

En 1990, une enzyme appelée ADN-polymérase fut élue "molécule de l'année". Grâce à elle, une nouvelle technique, la polymérisation en chaîne (PCR), a été inventée. Elle permet, à partir d'un échantillon cellulaire microscopique, d'amplifier l'ADN dans des proportions suffisantes pour réaliser son analyse. Ainsi, par exemple, on peut établir la carte d'identité génétique d'un individu à partir d'un bulbe pileux d'un seul cheveu en couplant l'utilisation de la PCR et des [enzymes](#) de restriction.

Nos connaissances sur les [enzymes](#) sont désormais immenses et on en a purifié et analysé plus de 3000. Elles sont au cœur du fonctionnement des organismes vivants car elles rendent possible l'ensemble des réactions chimiques qui caractérisent le fonctionnement de toute cellule vivante. Sans [enzymes](#), il n'y aurait pas de vie. De plus, elles sont présentes dans de nombreux secteurs économiques car elles constituent des outils biochimiques de premier choix dans des domaines aussi divers que le traitement des papiers et des peaux, la production industrielle de sucre à partir du maïs, l'amélioration de l'efficacité des lessives (les célèbres "[enzymes](#) glutons" !), les médicaments, les réactifs pour la médecine (voir les bandelettes de détection du glucose utilisées dans nos expériences et basées sur deux réactions enzymatiques couplées) et la recherche etc. On commence même à fabriquer des [enzymes](#) artificielles qui répondent à un cahier des charges précis quant à leurs conditions d'action. C'est ainsi, par exemple, qu'ont été développées des [enzymes](#) pour les lessives qui résistent à des températures élevées alors que la plupart des [enzymes](#) naturelles sont détruites aux hautes températures. Enfin, le génie génétique permet la production d'[enzymes](#) et de médicaments de toutes sortes par des microorganismes et ouvre la voie à la thérapie génétique : en effet, les maladies génétiques sont dues à une erreur dans un gène qui aboutit à une protéine anormale, le plus souvent une enzyme. Réussir à faire produire par les cellules d'un malade l'enzyme normale permettrait de rétablir le fonctionnement normal et donc de supprimer les signes de la maladie.