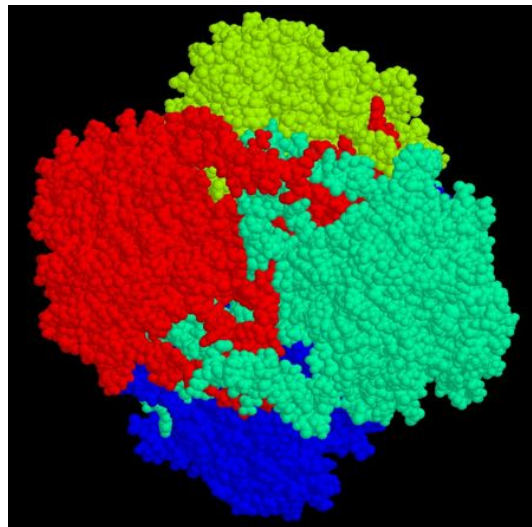


**BIOLOGIE 101-FYA**

---

# **Les réactions enzymatiques**

---



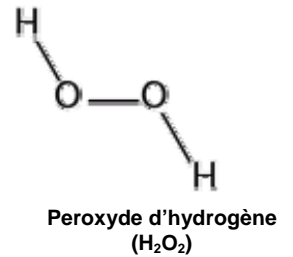
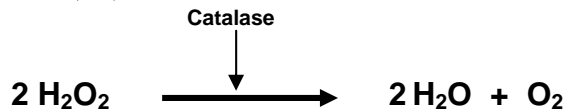
Enzyme catalase

**TRAVAUX PRATIQUES**

Département de biologie et TBE  
Cégep de Sainte-Foy

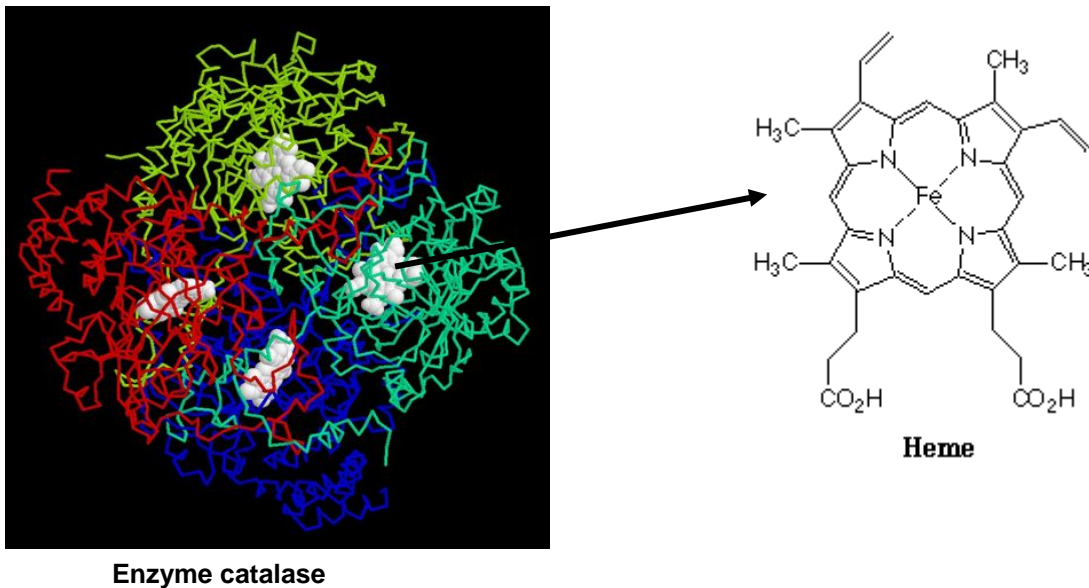
## LA CATALASE

La catalase est une enzyme que l'on retrouve chez presque tous les êtres vivants. Sa principale fonction est de transformer le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) en eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et oxygène gazeux ( $\text{O}_2$ ).



Le peroxyde d'hydrogène est un sous-produit de nombreuses réactions métaboliques. La cellule doit absolument l'éliminer au fur et à mesure qu'il se forme. Ce produit deviendrait rapidement mortel s'il s'accumulait dans la cellule. La catalase permet de le transformer rapidement en composés inoffensifs, de l'eau et de l'oxygène. Chez les eucaryotes, la catalase est particulièrement abondante dans les peroxysomes.

La catalase est une grosse protéine formée de quatre chaînes identiques d'un peu plus de 500 acides aminés. Chacune des quatre chaînes est associée à un groupement chimique non protéique appelé *hème*. L'hème est une molécule organique contenant un atome de fer.



On retrouve le même type de groupement dans d'autres protéines comme, par exemple, l'hémoglobine du sang. Le fer de l'hème joue un rôle important dans l'activité catalytique de la protéine.

La catalase est une enzyme facile à mettre en évidence. Il suffit d'ajouter du peroxyde d'hydrogène à un échantillon pour voir se dégager de l'oxygène si celui-ci contient de la catalase.

## MANIPULATIONS 1 : enzymes et catalyseurs inorganiques

Il n'y a pas que la catalase qui peut catalyser la transformation du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène gazeux. D'autres enzymes, comme les **peroxydases** peuvent aussi le faire. Même l'hémoglobine du sang (qui n'est pas une enzyme) a un pouvoir catalytique dans la transformation du peroxyde en oxygène et en eau.

Le **dioxyde de manganèse** ( $MnO_2$ ), une substance inorganique qui se présente sous la forme d'une poudre noire, peut aussi catalyser la réaction. Le  $MnO_2$  est utilisé en industrie pour catalyser de nombreuses réactions chimiques (les catalyseurs inorganiques ne sont pas aussi spécifiques que les enzymes; ils peuvent généralement catalyser un grand nombre de réactions différentes). On retrouve, par exemple, du dioxyde de manganèse sur les frottoirs des cartons d'allumettes. Le  $MnO_2$  sert à catalyser la réaction chimique qui permet d'enflammer l'allumette.

1. Numéroter deux éprouvettes (1 et 2)

2. Placer dans :

- l'éprouvette no 1 : une pincée de dioxyde de manganèse ( $MnO_2$ )
- l'éprouvette no 2 : un morceau de foie entier cru, à la température de la pièce

3. Ajouter 2 ml de  $H_2O_2$  dans chaque éprouvette.

4. Observer et évaluer le dégagement en utilisant les symboles suivants :

dégagement nul (aucune bulle)	—
dégagement léger (quelques bulles apparaissent à la surface de l'échantillon)	+
dégagement moyen (comme un Coca-Cola qu'on vient d'ouvrir)	++
dégagement important (important bouillonnement, mousse abondante)	+++

ÉPROUVETTE	1. $MnO_2$	2. FOIE ENTIER CRU
Dégagement observé		
Remarques		

Que pouvez-vous conclure de ces résultats ?

La réaction est-elle endergonique (endothermique) ou exergonique (exothermique) ?

Dans l'éprouvette 1, qu'est devenu le  $MnO_2$  ? Et la catalase dans l'éprouvette 2 ?

Ajoutez à nouveau 2 ml de  $H_2O_2$  dans chacune des éprouvettes de la manipulation précédente. Observez et évaluez le dégagement d'oxygène dans chacune des éprouvettes.

ÉPROUVETTE	1. $MnO_2$	2. FOIE ENTIER CRU
Dégagement observé		

Que pouvez-vous conclure ?

Si on jetait un cube de foie cru dans une piscine olympique remplie de peroxyde d'hydrogène, que se passerait-il ?

### MANIPULATIONS 2 : y a-t-il de la catalase dans des légumes comme les carottes ou la pomme de terre ?

1. Numéroter deux éprouvettes (3 et 4)

2. Placer dans :

- l'éprouvette no 3 : un morceau de pomme de terre à la température de la pièce
- l'éprouvette no 4 : un morceau de carotte à la température de la pièce

3. Ajouter 2 ml de  $H_2O_2$  dans chaque éprouvette.

4. Observer et évaluer le dégagement d'oxygène.

ÉPROUVETTE	3. POMME DE TERRE	4. CAROTTE
Dégagement observé		
Remarques		

Quelles conclusions pouvez-vous tirer ?

Comment se comparent ces deux résultats (éprouvette 3 et 4) avec le résultat obtenu avec le foie cru (éprouvette 2) ?

**MANIPULATIONS 3 : foie entier et foie trituré (réduit en bouillie)?**

1. Numéroté deux éprouvettes (5 et 6)
2. Placer dans :
  - l'éprouvette no 5 : un morceau de foie entier à la température de la pièce
  - l'éprouvette no 6 : une goutte de foie trituré
3. Ajouter 2 ml de  $H_2O_2$  dans chaque éprouvette.
4. Observer et comparer la vitesse de dégagement d'oxygène (plus petite, égale ou plus grande).

ÉPROUVETTE	5. FOIE ENTIER	6. FOIE TRITURÉ
Vitesse		

Comment expliquez-vous cette différence ?

**MANIPULATIONS 4 : effets d'une température élevée**

1. Numéroté quatre éprouvettes (7, 8, 9 et 10)
2. Placer dans :
  - l'éprouvette n° 7 : un morceau de foie bouilli
  - l'éprouvette n° 8 : un morceau de pomme de terre bouillie
  - l'éprouvette n° 9 : quatre gouttes de foie trituré bouilli
  - l'éprouvette n° 10 : un morceau de carotte bouillie
3. Ajouter 2 ml de  $H_2O_2$  dans chaque éprouvette.
4. Observer et évaluer le dégagement d'oxygène.

ÉPROUVETTE	7. Foie bouilli	8. P. bouillie	9. F. t. bouilli	10. C. bouillie
Dégagement observé				
Remarques				

Que pouvez-vous conclure de ces résultats ?

**Est-ce que l'effet de la chaleur sur l'enzyme est réversible ?** Pour répondre à cette question, numérotez une éprouvette (n° 11) et placez-y un morceau de foie bouilli refroidi à la température de la pièce. Ajoutez 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Quel est le résultat ? Que concluez-vous ?

### MANIPULATIONS 5 : effets du froid

1. Numéroté trois éprouvettes (12, 13 et 14)
2. Prendre l'éprouvette 12 conservée dans un b cher rempli de glace (cette éprouvette contient déjà 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Déposer immédiatement dans l'éprouvette un morceau de foie maintenu au froid sur de la glace sèche.
3. Placer dans l'éprouvette n  13 un morceau de foie cru frais à la température de la pièce.
4. Placer dans l'éprouvette n  14 un morceau de foie cru congelé ramené à la température de la pièce.
5. Ajouter 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aux éprouvettes 13 et 14.
6. Observer et évaluer le dégagement d'oxygène.

Temps écoulé	1 sec.			1 min.			5 min.		
�prouvette	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Dégagement observé									

Comment le froid agit-il sur les enzymes ?

Le froid a-t-il un effet irréversible sur les enzymes ?

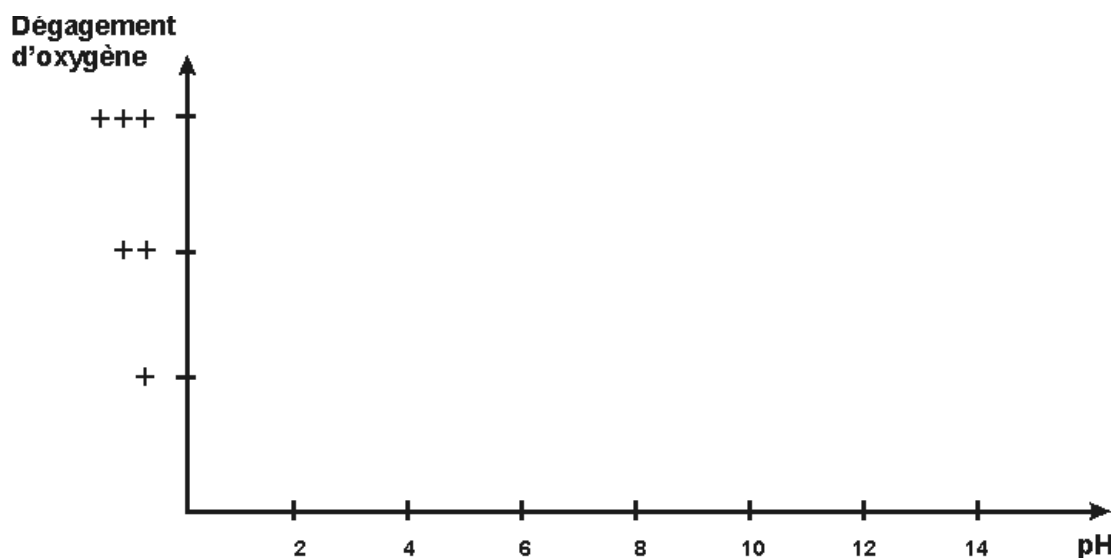
## MANIPULATIONS 6 : effets du pH

1. Numéroter sept éprouvettes (15 à 21)
2. Déposer une goutte de foie trituré au fond de chaque éprouvette.
3. Ajouter à chaque éprouvette 2 ml de tampon phosphate:
  - Éprouvette 15 : pH 1,5
  - Éprouvette 16 : pH 3
  - Éprouvette 17 : pH 5
  - Éprouvette 18 : pH 7
  - Éprouvette 19 : pH 9
  - Éprouvette 20 : pH 10
  - Éprouvette 21 : pH 12
4. **LAISSER REPOSER DIX MINUTES AVANT D'AJOUTER LE PEROXYDE**
5. Ajouter 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à chacune des éprouvettes.
6. Observer et évaluer le dégagement d'oxygène.

Éprouvette	15	16	17	18	19	20	21
pH	1,5	3	5	7	9	10	12
Dégagement observé							

Quelle conclusion pouvez-vous tirer de ces résultats ? Quel est l'effet du pH sur l'activité de l'enzyme ?

Reportez vos résultats sur le graphique ci-dessous :



À quel pH l'enzyme est-elle la plus active ?

### À la fin du laboratoire

- Videz le contenu des éprouvettes dans l'entonnoir porte filtre au-dessus du lavabo.
- Rincez à l'eau du robinet les éprouvettes ayant contenu du  $MnO_2$ , du foie trituré ou des solutions tamponnées. Jetez ces éprouvettes dans le bac à recyclage (éprouvettes 1, 6, 9 et 15 à 21).
- Rincez les autres éprouvettes à l'eau du robinet et replacez-les sur leur support sur votre table.

### EXERCICES DE RÉVISION

CHOIX MULTIPLES. (Encercler la ou les bonnes réponses.)

1. *Le peroxyde d'hydrogène :*
  - a. est un sous-produit normal du métabolisme.
  - b. est un produit artificiel.
  - c. est constitué d'azote, d'hydrogène et d'oxygène.
  - d. est une enzyme.
  - e. est un catalyseur.
2. *Qu'est-ce qui vous permet de dire que la matière vivante contient de la catalase ?*
  - a. Les réactions positives obtenues avec les substances crues
  - b. La réaction positive obtenue avec le bioxyde de manganèse
  - c. Les réactions négatives obtenues après ébullition
  - d. Les affirmations a et b
  - e. Les affirmations a, b et c
3. *L'oxygène dégagé quand la réaction est positive provient :*
  - a. de l'action de la catalase sur le peroxyde d'hydrogène.
  - b. de l'action de la chaleur sur le peroxyde d'hydrogène.
  - c. de l'action de la chaleur sur le foie.
  - d. de l'action du peroxyde d'hydrogène sur le foie.
  - e. des réactions métaboliques de l'organisme vivant.
4. *Le dioxyde de manganèse, catalyseur inorganique, est récupérable à la fin de la réaction. Quelle autre substance, de fonction analogue à celle du bioxyde de manganèse, pourriez-vous récupérer inchangée à la fin des réactions, si vous connaissiez les manipulations appropriées ?*
  - a. Le foie
  - b. L'eau
  - c. L' $H_2O_2$
  - d. La catalase

**Vrai ou faux.** Apportez les corrections nécessaires si l'énoncé est faux.

1. a. Le foie réagit avec la même intensité avant et après avoir été trituré.  
( ) \_\_\_\_\_
- b. Après ébullition, le foie, comme la pomme de terre et la carotte, réagit intensément.  
( ) \_\_\_\_\_
- c. Le foie trituré réagit beaucoup plus intensément, parce que la trituration a libéré l'enzyme contenue dans les cellules.  
( ) \_\_\_\_\_
- d. Les réactions sont absolument identiques avec la pomme de terre cuite, la carotte et le foie cuit, parce que l'ébullition a détruit l' $H_2O_2$ .  
( ) \_\_\_\_\_
- e. On n'observe aucune réaction avec la carotte cuite parce que la carotte ne contient aucune substance capable de provoquer cette réaction.  
( ) \_\_\_\_\_
- f. La température agit sur l'activité enzymatique.  
( ) \_\_\_\_\_

### **RÉPONDRE AUX QUESTIONS SUIVANTES**

1. D'après vos résultats, mentionner trois facteurs susceptibles d'influencer l'activité enzymatique.
2. Avez-vous observé un facteur ayant une influence réversible sur l'enzyme?
3. À quelle température les enzymes présentes chez l'être humain devraient-elles avoir un contrôle optimal sur les réactions chimiques ?
4. Pourquoi y a-t-il dégagement d' $O_2$  lorsque l'on met du peroxyde d'hydrogène sur une plaie ?
5. Expliquer pourquoi la réfrigération conserve les aliments.
6. Lorsque l'on coupe une pomme, une enzyme présente dans la pomme fait brunir rapidement les surfaces coupées. Pour empêcher la décoloration, il s'agit d'asperger les morceaux coupés de jus de citron. Pourquoi le jus de citron empêche-t-il la décoloration des fruits ?