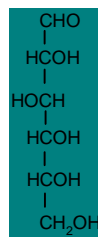


# RECUEIL D'EXERCICES DE BIOCHIMIE

## 2. Les glucides

### 2.2. Glycolyse, glycogénèse, glycogénolyse, gluconéogénèse et cycle de l'acide citrique



Université du Québec à  
Montréal

**2.2. Glycolyse, glycogénèse, glycogénolyse, gluconéogenèse et cycle de l'acide citrique.**

**2-5 : La transformation du glucose en éthanol permet la formation de combien de : ATP, NADH, FADH<sub>2</sub>?**

[Réponse](#)

**2-6 : Quelle enzyme de la glycolyse catalyse chacune des réactions suivantes?**

- A) fructose 6-phosphate + ATP → fructose 1,6-diphosphate + ADP
- B) pyruvate + CO<sub>2</sub> + ATP → OAA + ADP + Pi
- C) glucose 6-phosphate + H<sub>2</sub>O → glucose + Pi
- D) PEP + ADP → pyruvate + ATP
- E) fructose 1,6-diphosphate + H<sub>2</sub>O → fructose 6-phosphate + Pi
- F) glucose + ATP → glucose 6-phosphate + ADP
- G) OAA + GTP → PEP + CO<sub>2</sub> + GDP

**Choix :**

- 1) pyruvate carboxylase
- 2) PEP carboxykinase
- 3) pyruvate kinase
- 4) PFK
- 5) fructose diphosphatase
- 6) hexokinase
- 7) glucose 6-phosphatase

[Réponse](#)

**2-7 : En partant du glucose, quel est le rendement énergétique (en équivalent d'ATP) pour l'hydrolyse complète d'une molécule de glucose en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O?**

[Réponse](#)

**2-8 : En partant du glycogène, quel est le rendement énergétique (en équivalent d'ATP) pour l'hydrolyse complète d'une molécule de glucose en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O?**

[Réponse](#)

**2-9 : Quel est le coût énergétique (en %) pour la mise en réserve d'une molécule de glucose sous forme de glycogène pour ensuite la dégrader complètement en CO<sub>2</sub>?**

[Réponse](#)

**2-10 : Dans les cellules du cerveau, quel est le rendement énergétique :**

- A) de la dégradation d'une molécule d'acétyl-CoA?**
- B) d'une molécule de glucose?**

[Réponse](#)

**2-11 : Quel est le rendement énergétique pour la combustion d'une molécule de lactate (produite au niveau du muscle) en considérant la gluconéogenèse et la combustion finale en CO<sub>2</sub> par le muscle squelettique (en présence d'O<sub>2</sub>)?**

[Réponse](#)

**2-12 : La réaction nette du catabolisme d'une molécule de sucrose en acétyl-CoA permet la formation de combien de NADH et d'ATP?**

[Réponse](#)

**2-13 : Quel est le mécanisme d'action du glucagon et quel est l'organe cible?**

[Réponse](#)

**2-14 : De quelle façon la caféine agit-elle pour stimuler la glycogénolyse?**

[Réponse](#)

**2-15 : Quels sont les deux points majeurs de régulation de la gluconéogenèse et quelles sont les quatre principales enzymes spécifiques à cette voie de l'anabolisme?**

[Réponse](#)

**2-16 : Expliquer le rôle et le mode de régulation du fructose 2,6-biphosphate chez les cellules animales.**

[Réponse](#)

**2-17 : Expliquer la cascade d'événements liés à une augmentation du glucose sanguin.**

[Réponse](#)

**2-18 : Expliquer le mécanisme impliqué dans la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie.**

[Réponse](#)

**2-19 : Expliquer les mécanismes de régulation de la pyruvate déshydrogénase.**

[Réponse](#)

**2-20 : Supposons que vous venez de fabriquer du vin et que la concentration en éthanol est de 10% (10 g d'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  par 100 mL). Quelle concentration molaire de glucose (ou d'équivalent glucose) était nécessaire pour produire cette quantité d'éthanol?**

[Réponse](#)

**2-21 : Quelle est l'utilité de la voie du glyoxylate chez les procaryotes aérobies et les végétaux?**

[Réponse](#)

**2-22 : De quelle voie métabolique est-il question dans les énoncés suivants?**

- A) Voie métabolique à partir de laquelle l'acide pyruvique et l'acide lactique formés dans le muscle lors de la glycolyse peuvent être reconvertis en glucose (ou en glycogène).
- B) Situé dans la mitochondrie, c'est le processus par lequel l'énergie provenant de la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène (formation de l'eau) est transférée à l'ATP.
- C) Retrouvée chez certains microorganismes, c'est la voie par laquelle l'acide pyruvique est transformé en éthanol.
- D) Elle permet la dégradation du glycogène.
- E) Elle permet la synthèse du glycogène.
- F) C'est la voie métabolique par laquelle les végétaux incorporent le CO<sub>2</sub> dans des composés organiques.
- G) Retrouvée chez les procaryotes aérobies et chez les végétaux, cette voie permet l'utilisation de l'acétate pour la synthèse des dérivés à quatre atomes de carbone (malate, oxaloacétate).
- H) Située dans la mitochondrie, cette voie métabolique utilise des fragments dérivés de la dégradation des glucides, des protéines et des lipides pour produire du gaz carbonique, de l'hydrogène et de l'ATP.
- I) Voie métabolique à partir de laquelle le glucose est dégradé pour former deux molécules d'acide pyruvique (en présence d'oxygène) ou deux molécules d'acide lactique (en absence d'oxygène).
- J) Cette voie permet aux cellules de métaboliser le glucose 6-phosphate sans utiliser les voies de la glycolyse. Cette voie fournit les sucres nécessaires à la synthèse des nucléotides et du NADPH nécessaire à plusieurs réactions enzymatiques.

**Choix :**

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| 1) glycolyse       | 6) cycle de Calvin              |
| 2) glycogénolyse   | 7) phosphorylation oxydative    |
| 3) glycogénogenèse | 8) voie des pentoses-phosphates |
| 4) gluconéogenèse  | 9) fermentation alcoolique      |
| 5) cycle de Krebs  | 10) voie du glyoxylate          |

[Réponse](#)

**2-5 :**

Glycolyse (glucose  $\rightarrow$  2 pyruvate) : 2 ATP + 2 NADH  
Fermentation alcoolique (2 pyruvate  $\rightarrow$  éthanol) : -2 NADH

---

Bilan 2 ATP

**2-6 :**

A(2), B(7), C(4), D(1), E(5), F(6), G(3).

**2-7 :**

Glycolyse (glucose  $\rightarrow$  2 pyruvate) : 2 ATP + 2 NADH  
Pyruvate déshydrogénase  
(2 pyruvate  $\rightarrow$  2 acétyl-CoA) : 2 NADH  
Cycle de Krebs (2 acétyl-CoA  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) 6 NADH + 2 FADH<sub>2</sub> + 2 ATP

---

Bilan 10 NADH + 2 FADH<sub>2</sub> + 4 ATP

10 NADH X 3 = 30 ATP  
2 FADH<sub>2</sub> X 2 = 4 ATP  
4 ATP  

---

38 ATP

**2-8 :**

Glycogénolyse (glycogène  $\rightarrow$  glucose 6-P) : 0  
Glycolyse (glucose 6-P  $\rightarrow$  2 pyruvate) : 3 ATP + 2 NADH  
Pyruvate déshydrogénase  
(2 pyruvate  $\rightarrow$  2 acétyl-CoA) : 2 NADH  
Cycle de Krebs (2 acétyl-CoA  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) 6 NADH + 2 FADH<sub>2</sub> + 2 ATP

---

Bilan 10 NADH + 2 FADH<sub>2</sub> + 5 ATP

10 NADH X 3 = 30 ATP  
2 FADH<sub>2</sub> X 2 = 4 ATP  
5 ATP  

---

39 ATP (au lieu de 38)

### 2-9 :

Glycogénèse

glucose → glucose 6-P :	-1 ATP
glucose 6-P → UDP-glucose :	-1 UTP (= -1 ATP)
UDP-glucose → glycogène :	0
<hr/>	
Bilan	-2 ATP

Il coûte 2 ATP pour mettre le glucose en réserve et 39 ATP peuvent être récupéré. Le coût énergétique est donc de 2/39 ou 5%.

### 2-10 :

- A) Il y aura toujours production de 3 NADH, 1 FADH<sub>2</sub> et 1 ATP (GTP) par le cycle de Krebs (mitochondrie). Il y aura donc toujours 12 ATP de produit.
- B) Pour le catabolisme du glucose, les 2 NADH produits durant la glycolyse cytoplasmique devront être transportés par la navette du glycérol phosphate et généreront seulement 2 ATP (au lieu de 3 ATP généré par le NADH mitochondrial). Donc avec 2 ATP en moins on aura 36 ATP/molécule de glucose.

### 2-11 :

Gluconéogenèse (2 lactate → 1 glucose) : -6 ATP

Glucose → CO<sub>2</sub> : 36 ATP (transport NADH par la navette glycérol phosphate)

Donc pour 1 lactate (1/2 glucose) : 18 ATP – 3 ATP

Rendement énergétique = 15 ATP

### 2-12 :

Sucrose → fructose + glucose

Glucose + ATP → glucose 6-P → fructose 6-P → glycolyse

Fructose + ATP → fructose 6-P → glycolyse

Donne 2 fructose 6-P

2 fructose 6-P → 4 pyruvate + 4 ATP + 4 NADH

4 pyruvate → acétyl-CoA + 4 NADH

Donc 4 ATP et 8 NADH

### 2-13 :

Le glucagon agit au niveau du foie en se liant à un récepteur qui stimulera la production de l'AMPc. Ce produit active une protéine kinase qui agira à deux niveaux. En premier lieu, cette kinase inactivera la glycogène synthase par phosphorylation. En deuxième lieu, elle activera la glycogène phosphorylase. Cette dernière enzyme permet la libération de glucose 6-P à partir du glycogène. Ce dernier sera transformé en glucose 6-P puis en glucose et libéré dans la circulation sanguine.

### 2-14 :

Lorsque le glucagon n'occupe plus son récepteur, il y a arrêt de production de l'AMPc. L'AMPc encore présent dans la cellule est normalement dégradé par une phosphodiesterase, ce qui inactive la protéine kinase et la cascade de phosphorylation menant à la libération du glucose. La caféine inhibe la phosphodiesterase et permet donc au AMPc de stimuler la glycogénolyse.

### 2-15 :

Les deux points majeurs de régulation consistent en une stimulation de la pyruvate carboxylase mitochondriale et de la fructose 1,6-biphosphatase. Ces deux enzymes ainsi que la phosphoénol pyruvate carboxylase et la glucose 6-phosphatase sont les principales enzymes spécifiques à l'anabolisme du glucose.

### 2-16 :

Le fructose 2,6-biphosphate est impliqué dans le contrôle de la glycolyse vers la voie du catabolisme ou de l'anabolisme. Lorsque sa concentration est élevée, le catabolisme est favorisé en activant la phosphofructokinase et en inhibant la fructose 1,6-biphosphatase.

### 2-17 :

Le glucose sanguin stimule la production d'insuline par le pancréas. L'insuline stimulera le transport du glucose vers les cellules du foie et des muscles squelettiques. L'insuline stimulera la glycogène synthase pour favoriser l'entreposage du glucose sous forme de glycogène (glycogénèse).

### 2-18 :

Lors du transport des électrons par la chaîne de transporteurs, il y a trois sites permettant le pompage de protons dans l'espace intermembranaire. Les protons ne peuvent pas revenir dans la matrice mitochondriales sans passer par le complexe ATPase. Le gradient de protons ainsi créé est une force permettant la synthèse d'ATP à partir d'ADP et de Pi par cette ATPase



**2-19** :

La pyruvate déshydrogénase sera inhibée par phosphorylation. Lorsque la concentration de NADH, d'ATP ou d'acétyl-CoA est élevée, il y a activation de la pyruvate déshydrogénase kinase qui procède à la phosphorylation et, donc, l'inactivation de la pyruvate déshydrogénase.

**2-20** :

10 g / 100 mL d'éthanol = 100 g / L

P.M. éthanol = 46 g/mole

$$\frac{100 \text{ g/L}}{46 \text{ g/mole}} = 2,18 \text{ M}$$

1 glucose → 2 éthanol

Il faut donc un concentration initiale de 1,09 M en glucose pour obtenir une concentration en éthanol de 10%.

**2-21** :

Elle permet d'utiliser l'acétate, sous forme d'acétyl-CoA, pour la synthèse des dérivés en C<sub>4</sub> (malate, oxaloacétate). Cette voie fournit également des intermédiaires du cycle de Krebs et alimente la gluconéogenèse (oxaloacétate).

**2-22** :

A(4), B(7), C(9), D(2), E(3), F(6), G(10), H(5), I(1), J(8).