

## Réf.16 Contrôle des flux de glucose, source essentielle d'énergie des cellules musculaires

Pour assurer leurs besoins énergétiques les cellules musculaires consomment principalement du glucose qu'elles oxydent grâce à la respiration cellulaire ou à la fermentation lactique.

**Question :** A l'aide des documents, montrer comment les muscles sont approvisionnés de façon appropriée en fonction de leur besoin et expliquer comment l'organisme régule la glycémie.

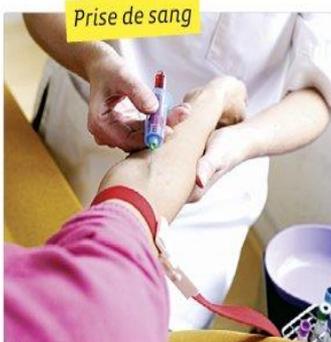
### I L'approvisionnement des cellules musculaires en glucose

#### Document 1 La glycémie, un paramètre sanguin surveillé

La glycémie est la concentration de glucose dans le plasma sanguin. Elle peut être mesurée au laboratoire d'analyse médicale à partir d'une prise de sang chez un sujet à jeun.

#### Document 2 Effets sur l'organisme d'une glycémie anormale

### La glycémie, un paramètre du milieu intérieur



#### Résultats d'analyse médicale

LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES

Pharmacien biologiste : M<sup>me</sup> Durand  
Médecin prescripteur : M<sup>me</sup> Dupond

#### B I O C H I M I E

		Valeurs de référence	Résultats antérieurs
GLYCÉMIE À JEUN	0,95 g/L 5,27 mmol/L	0,70 à 1,10 3,88 à 6,11	0,89
ASPECT DU SÉRUM	Limpide		
CHOLESTÉROL TOTAL	2,44 g/L	1,40 à 2,00	2,44
CHOLESTÉROL HDL	0,37 g/L	sup. à 0,54	0,37
RAPPORT CHOL. TOTAL/HDL	6,59		
TRIGLYCÉRIDES	3,11 g/L	0,50 à 1,50	2,63

#### Hyperglycémie (glycémie > 1,1 g.L<sup>-1</sup>)

##### Effets à court terme

Fatigue, sensation de faim et de soif, urines abondantes.

##### Effets à long terme

Lésions aux reins, aux yeux, maladies cardio-vasculaires, atteintes des nerfs, -gangrène, décès prématuré.

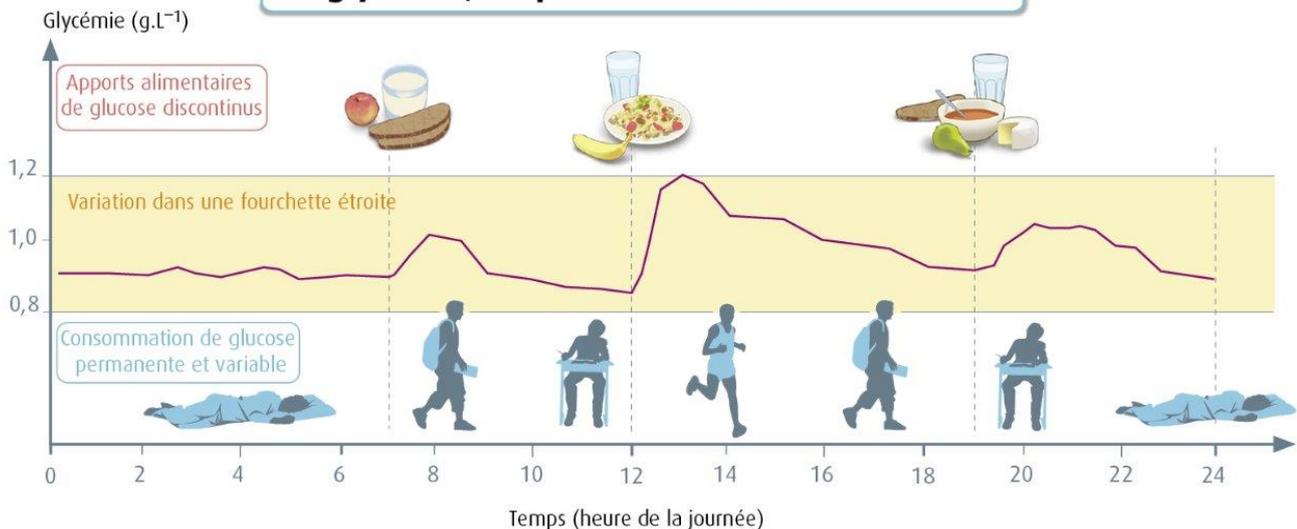
#### Hypoglycémie (glycémie < 0,7 g.L<sup>-1</sup>)

##### Effets à court terme

- Hypoglycémie modérée: fatigue, faim, malaise.
- Hypoglycémie importante: perte de connaissance, coma.

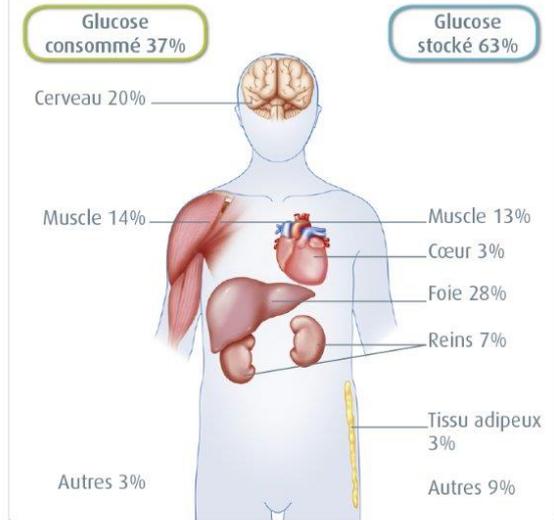
### Doc .3 Les variations de la glycémie au cours d'une journée

### La glycémie, un paramètre du milieu intérieur



### Doc. 4 Consommation et stockage du glucose

Devenir de 100 g de glucose ingéré

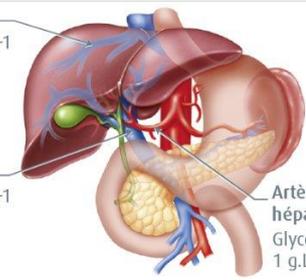


### Doc.5 Glycémie dans les vaisseaux sanguins hépatiques



Veine sus-hépatique

Glycémie à jeun : 0,95 g.L<sup>-1</sup>  
 Glycémie après un repas  
 - 30 min : 1,25 g.L<sup>-1</sup>  
 - 3h : 0,95 g.L<sup>-1</sup>



Veine porte hépatique

Glycémie à jeun : 0,10 g.L<sup>-1</sup>  
 Glycémie après un repas  
 - 30 min : 2,85 g.L<sup>-1</sup>  
 - 3h : 0,20 g.L<sup>-1</sup>

Artère hépatique  
 Glycémie 1 g.L<sup>-1</sup>

Le foie est le plus gros organe des viscères (~1,4 kg chez l'adulte). Il possède une double irrigation, artérielle et veineuse. Par la veine porte hépatique (80% du débit), il reçoit du sang qui a déjà irrigué l'intestin, la rate et le pancréas. Par l'artère hépatique (20% du débit), il reçoit du sang en provenance de l'aorte. Le sang quitte le foie par les veines sus-hépatiques qui rejoignent la veine cave inférieure.

### L'expérience du foie lavé Claude Bernard 1855 => TP

<https://www.youtube.com/watch?v=6IA3aTlrYJQ>



## II La régulation des flux de glucose et le maintien de la glycémie

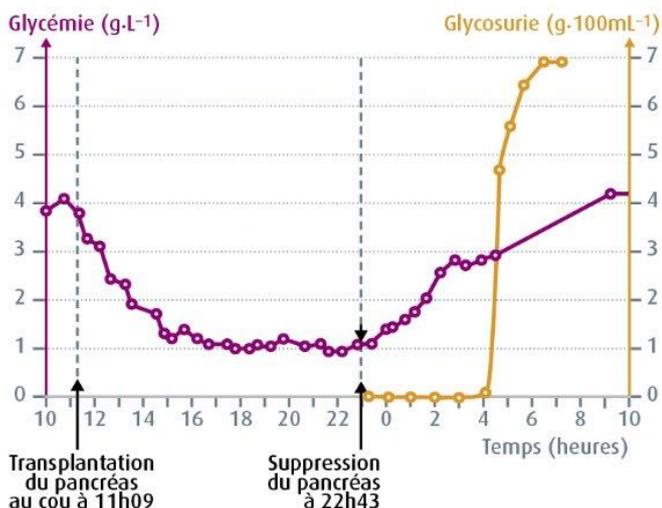
### Doc.6 Une conséquence de l'ablation du pancréas

« En 1890, deux physiologistes allemands, Mering et Minkowski, étudient le rôle des enzymes digestives -sécrétées par le pancréas. Ils réalisent chez un chien la première ablation totale de pancréas (ou pancréatectomie). Des résultats inattendus attirent leur attention. L'animal urine abondamment (on parle de polyurie). De plus, ses urines attirent les mouches, du fait de la présence anormale de glucose (glycosurie). La pancréatectomie totale provoque un amaigrissement, un affai-

blissement puis la mort de l'animal au bout d'un mois. La glycosurie traduit une hyperglycémie. En effet, on sait aujourd'hui que les reins laissent d'abord filtrer le glucose plasmatique dans l'urine en formation, puis le réabsorbent grâce à des transporteurs. Si la concentration de ces transporteurs est saturée, le glucose n'est pas réabsorbé et est excrété dans l'urine.

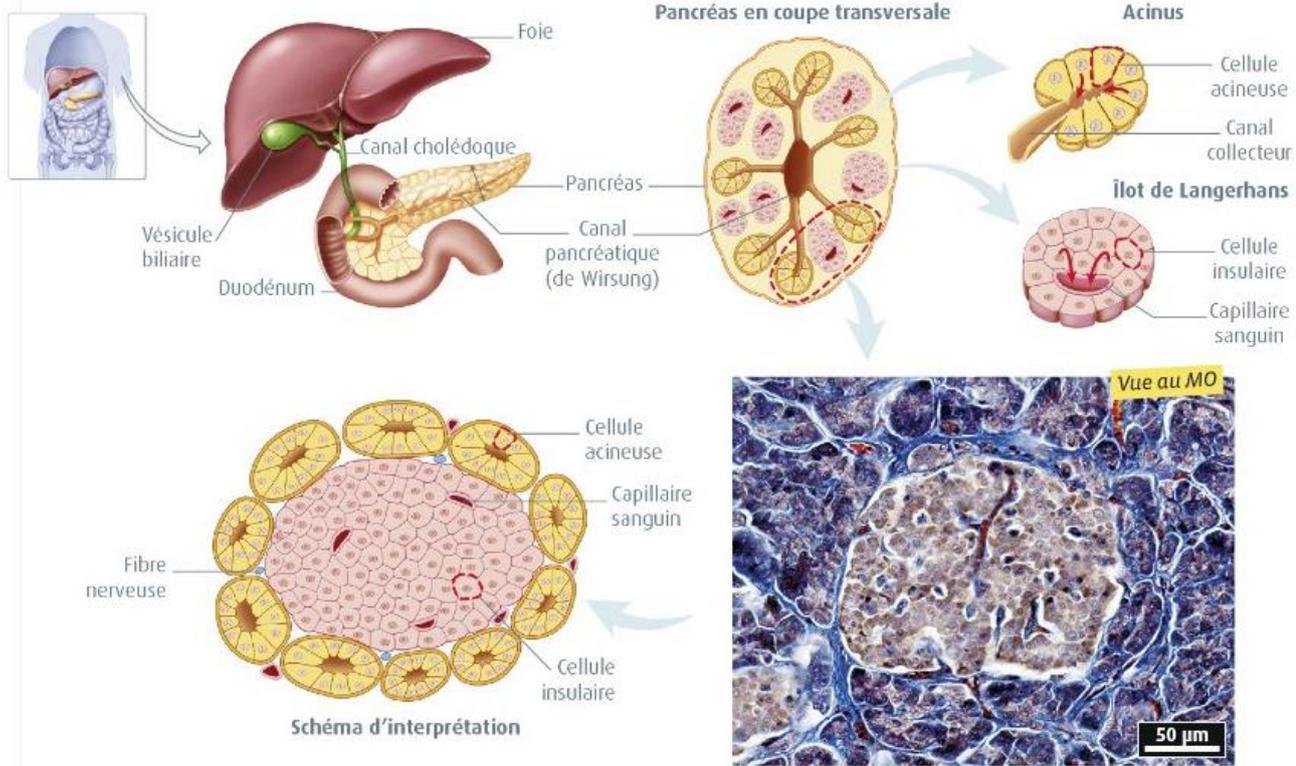
D'après Rémi Cadet, *L'invention de la physiologie*, Belin-Pour la Science, 2008

### Doc.7 : L'expérience de Hédon



**L'expérience de Hédon.** En 1894, Emmanuel Hédon réalise chez le chien une pancréatectomie totale, puis il transpose une partie du pancréas sous la peau de l'animal en reconnectant les vaisseaux sanguins. Après 11 heures, il pratique l'ablation du greffon. La glycémie est suivie pendant toute la durée de l'expérience et la glycosurie est mesurée après l'ablation du greffon.

## Doc.8 L'organisation du pancréas à l'échelle tissulaire



**2 L'organisation du pancréas à l'échelle tissulaire.** Le pancréas est formé de deux tissus. Le tissu majoritaire (98% du volume -du pancréas chez les mammifères) est constitué de cellules sécrétrices d'enzymes digestives, organisées en acini autour d'un réseau de -canaux pancréatiques. Les sécrétions digestives sont libérées dans le duodénum par le canal de Wirsung. Le tissu minoritaire (2%) -correspond à des amas cellulaires compacts et sub-sphériques richement irrigués et innervés, les îlots de Langerhans. Dès 1900, les îlots -de Langerhans ont été identifiés comme participant au métabolisme du glucose. En effet, des anomalies à leur niveau était associées à -certains troubles de la glycémie (diabètes).

=> Rechercher sur une coupe de pancréas les îlots de Langerhans au microscope optique  
Faire une capture d'image, légendé et insérer votre résultats dans votre cours.

### Complétez les légendes

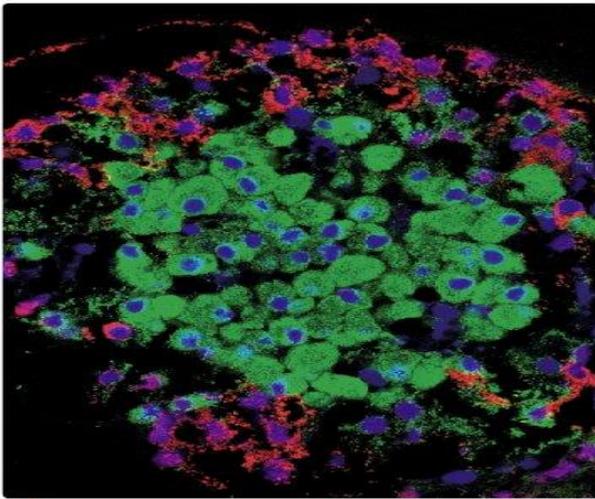
<p>Schéma d'interprétation</p>	<p>Cellule acineuse → Fonction .....</p> <p>⇒ Production .....</p> <p>Rôle dans .....</p>
	<p>Ilot de .....</p> <p>Fonction .....</p> <p>⇒ Production .....</p> <p>.....</p> <p>Rôle dans .....</p>

## Doc.9 Les deux hormones pancréatiques

<p><b>Insuline</b></p> <p>Chaîne A</p> <p>Chaîne B</p>	<p><b>Découverte:</b> en 1921 par Banting et son nom du latin <i>insula</i> (île).</p> <p><b>Nature et structure:</b> protéine constituée de 2 chaînes polypeptidiques entre elles: une chaîne A de 21 acides aminés et une chaîne B de 30 acides aminés.</p> <p><b>Métabolisme:</b> demi-vie plasmatique de 4 à 5 minutes, inactivation par le foie et les reins.</p>
--	--

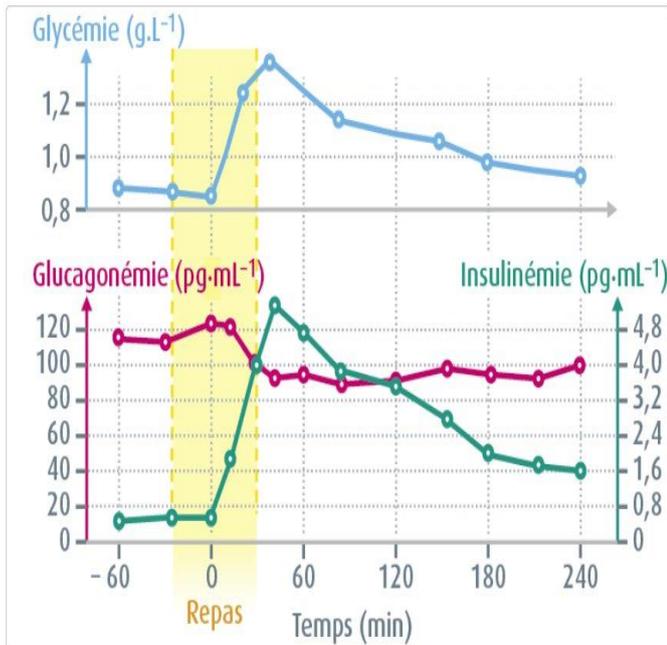
<p><b>Glucagon</b></p>	<p><b>Découverte:</b> en 1923 par Kimball et Murlin.</p> <p><b>Nature et structure:</b> polypeptide composé de 29 acides aminés.</p> <p><b>Métabolisme:</b> demi-vie plasmatique de 3 à 6 minutes, inactivation par le foie et les reins.</p>
------------------------	---

**Doc.10 Coupe dans un îlot de Langerhans**



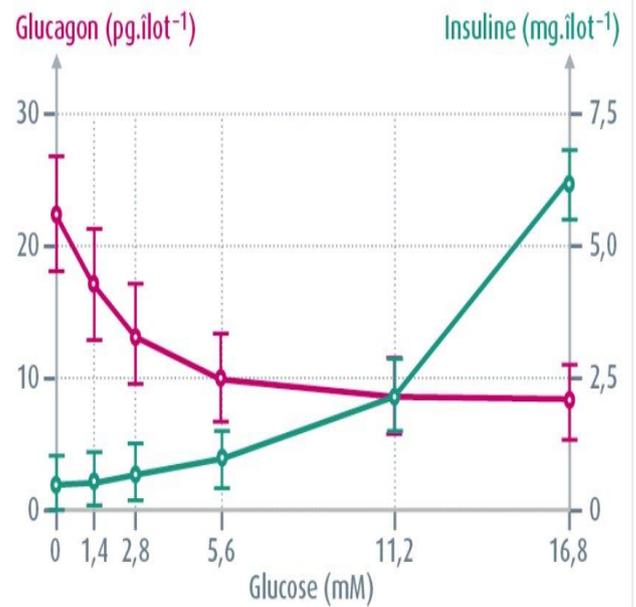
**4 Coupe histologique dans un îlot de Langerhans.** La coupe a été incubée en présence d'anticorps associés à un composé fluorescent : vert pour les anticorps anti-insuline, rouge pour les anticorps anti-glucagon et bleu pour des anticorps se fixant au niveau du noyau des cellules. Les cellules sécrétrices d'insuline (80% des cellules des îlots) sont appelées cellules  $\beta$  et les cellules sécrétrices de glucagon (15 à 20%) sont nommées cellules  $\alpha$ .

**Doc.11 Variations des concentrations plasmatiques en insuline et en glucagon après un repas**



**5** Variations des concentrations plasmatiques en insuline et -glucagon après un repas riche en glucides.

**Doc.12 Effet du glucose sur la sécrétion d'insuline et de glucagon par des îlots de Langerhans isolés de rat**



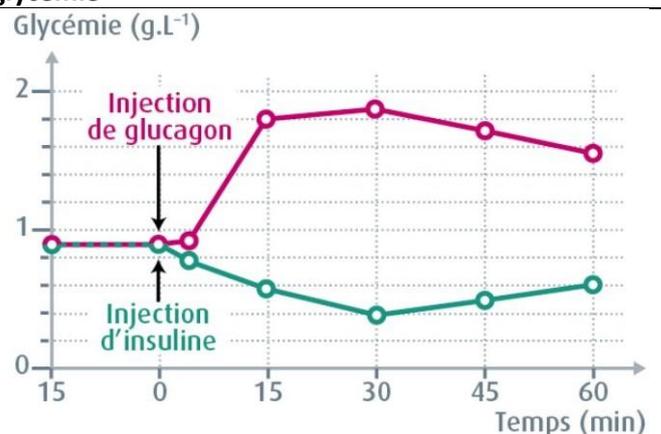
**6** Effet du glucose sur la sécrétion d'insuline et de glucagon par -des îlots de Langerhans isolés de rat.

**Doc.13 Cellules cibles des hormones pancréatiques**

Type de cellule	Radioactivité après injection	
	Insuline	Glucagon
Hépatocyte (foie)	+++	+++
Myocyte (muscle)	+++	-
Adipocyte (graisse)	+++	-
Neurone	-	-
Autres cellules	+	-

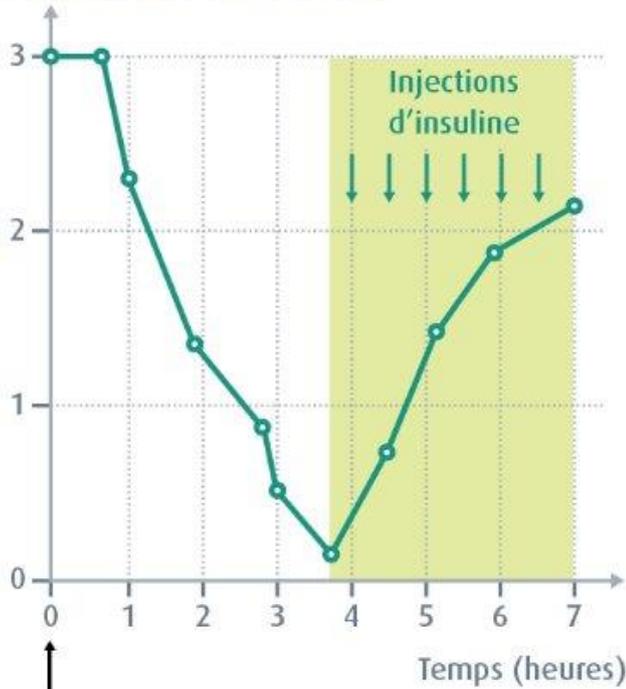
**5 Résultats d'une expérience de marquage radioactif de l'insuline et du glucagon.** De l'insuline ou du glucagon radioactifs sont injectés chez un cobaye. Cinq minutes après l'injection, la radioactivité est localisée à l'échelle cellulaire.

**Doc.14 Effets des hormones pancréatiques sur la glycémie**



**Doc.15 Effet de l'injection d'insuline sur la teneur en glycogène du foie**

Teneur du foie en glycogène (% de la masse de foie frais)

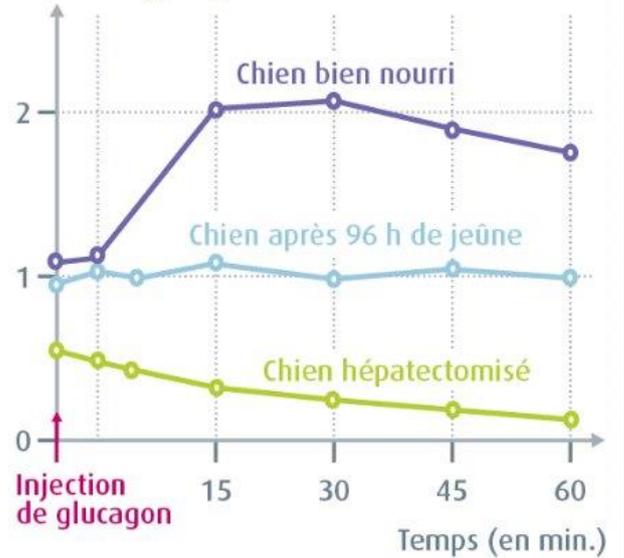


Ablation du pancréas

**3 Effets de l'injection d'insuline sur la teneur du foie en glycogène.** Des injections répétées d'insuline sont effectuées sur un chien pancréatectomisé et le glycogène est dosé sur des fragments de tissu hépatique.

**Doc.16 Effets de l'injection de glucagon sur la glycémie**

Glycémie (g·L<sup>-1</sup>)



**4 Effets de l'injection de glucagon sur la glycémie.** On compare l'évolution de la glycémie suite à une injection de glucagon chez un chien bien nourri, un chien après 96 heures de jeûne (le glycogène hépatique est alors épuisé) et un chien hépatectomisé.

**Effet de l'insuline et du glucagon à l'échelle cellulaire => effet sur les hépatocytes**

⊕ Activation

⊖ Inhibition

Enzymes

