

Chapitre II La régulation de la glycémie

Glycémie : concentration de glucose dans le sang
valeur proche de 1g/L

Hypoglycémie : perte de connaissance, troubles de la vue, voire coma.

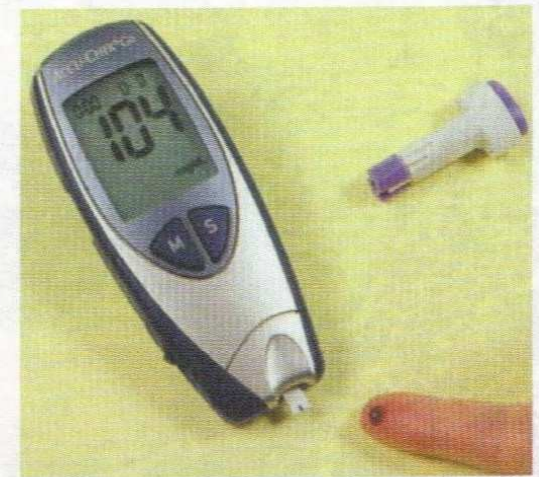
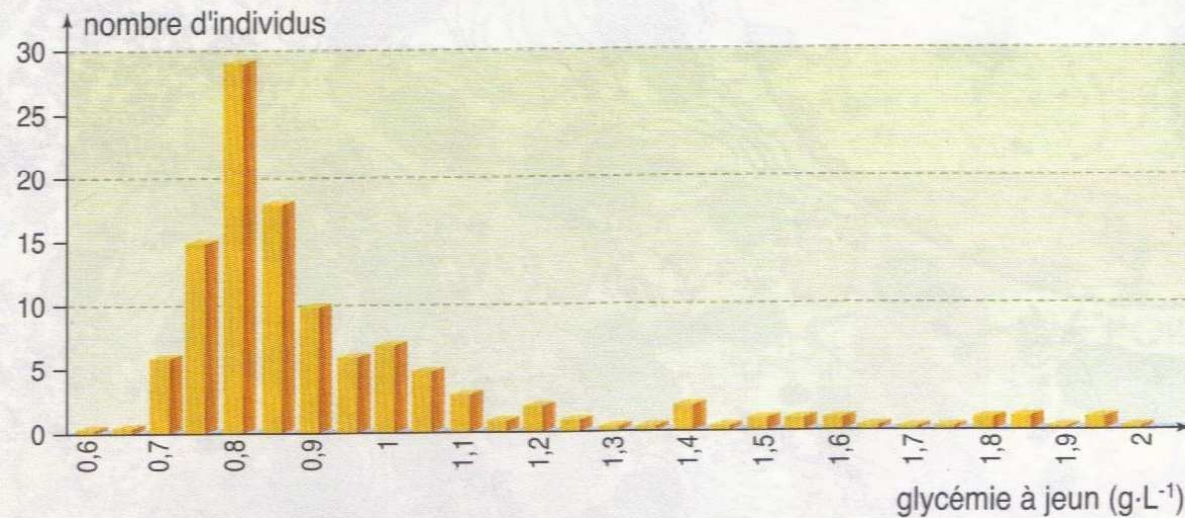
Hyperglycémie chronique : infarctus du myocarde, rétinopathie, cécité, diabète.

=> Paramètre qui doit être régulé

- I - La glycémie, une constante physiologique importante

1) La glycémie et ses variations

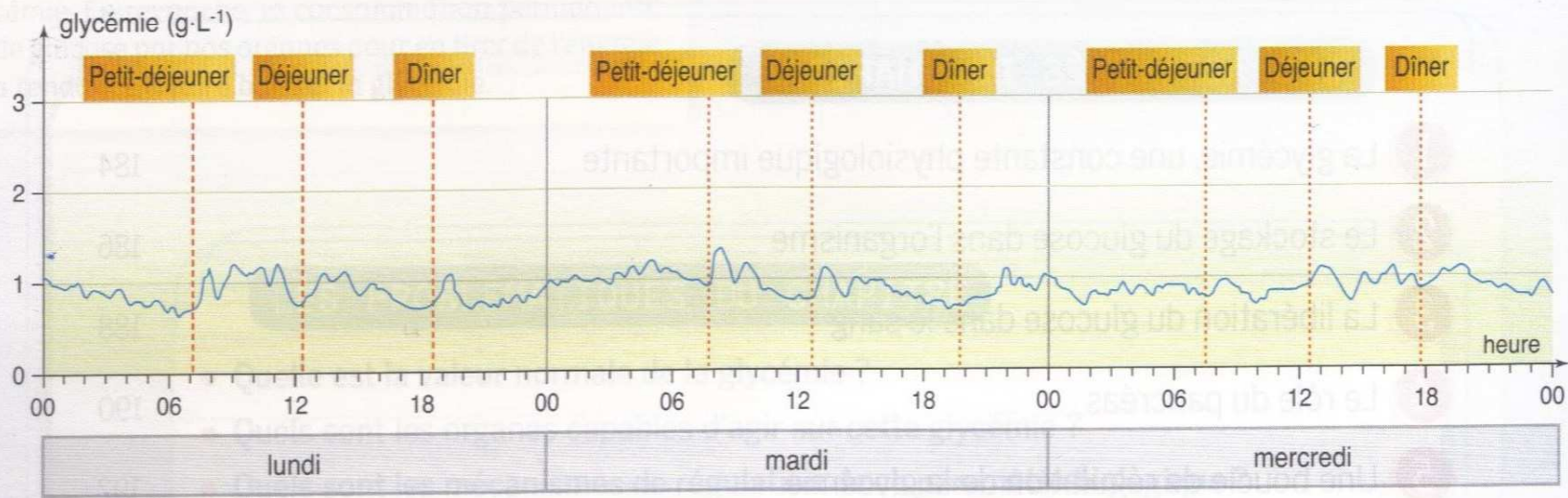
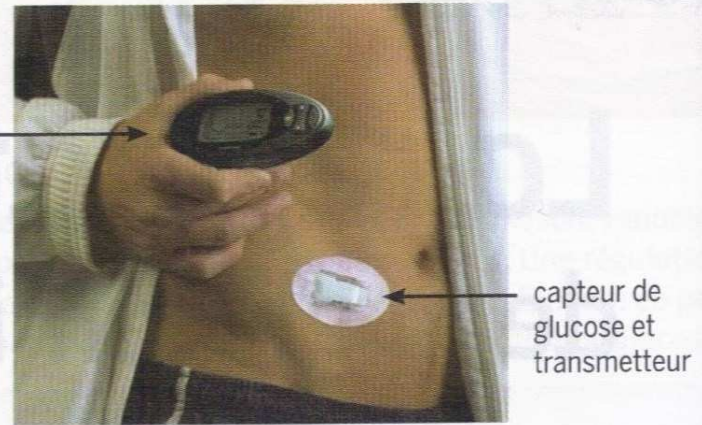
Des mesures de la glycémie à jeun ont été effectuées sur un échantillon représentatif de la population, soit 114 individus. L'histogramme *ci-dessous* présente les résultats de cette enquête.



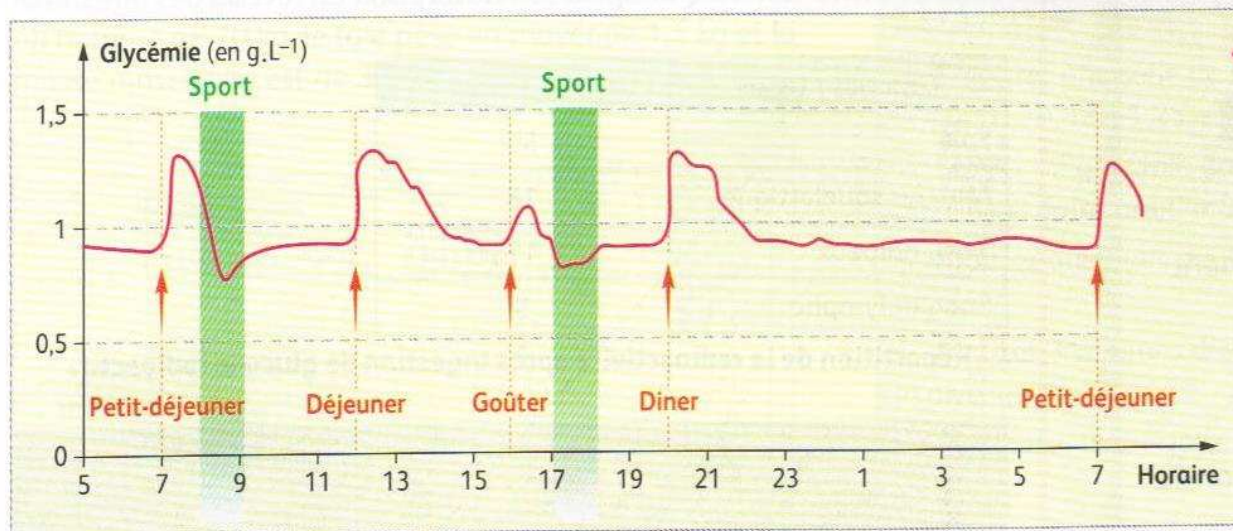
Une mesure de la glycémie (l'affichage est en $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$, il faut diviser par 100 pour avoir des $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$).

On dispose actuellement de lecteurs de glycémie performants capables d'effectuer des mesures de la glycémie en continu (une mesure toutes les dix secondes). On peut ainsi enregistrer les variations de la glycémie d'une personne tout au long de la journée. Les mesures présentées ici ont été réalisées chez un sujet ne présentant aucun trouble particulier.

Lecteur de glycémie en continu
relié à un capteur placé juste sous
la peau.



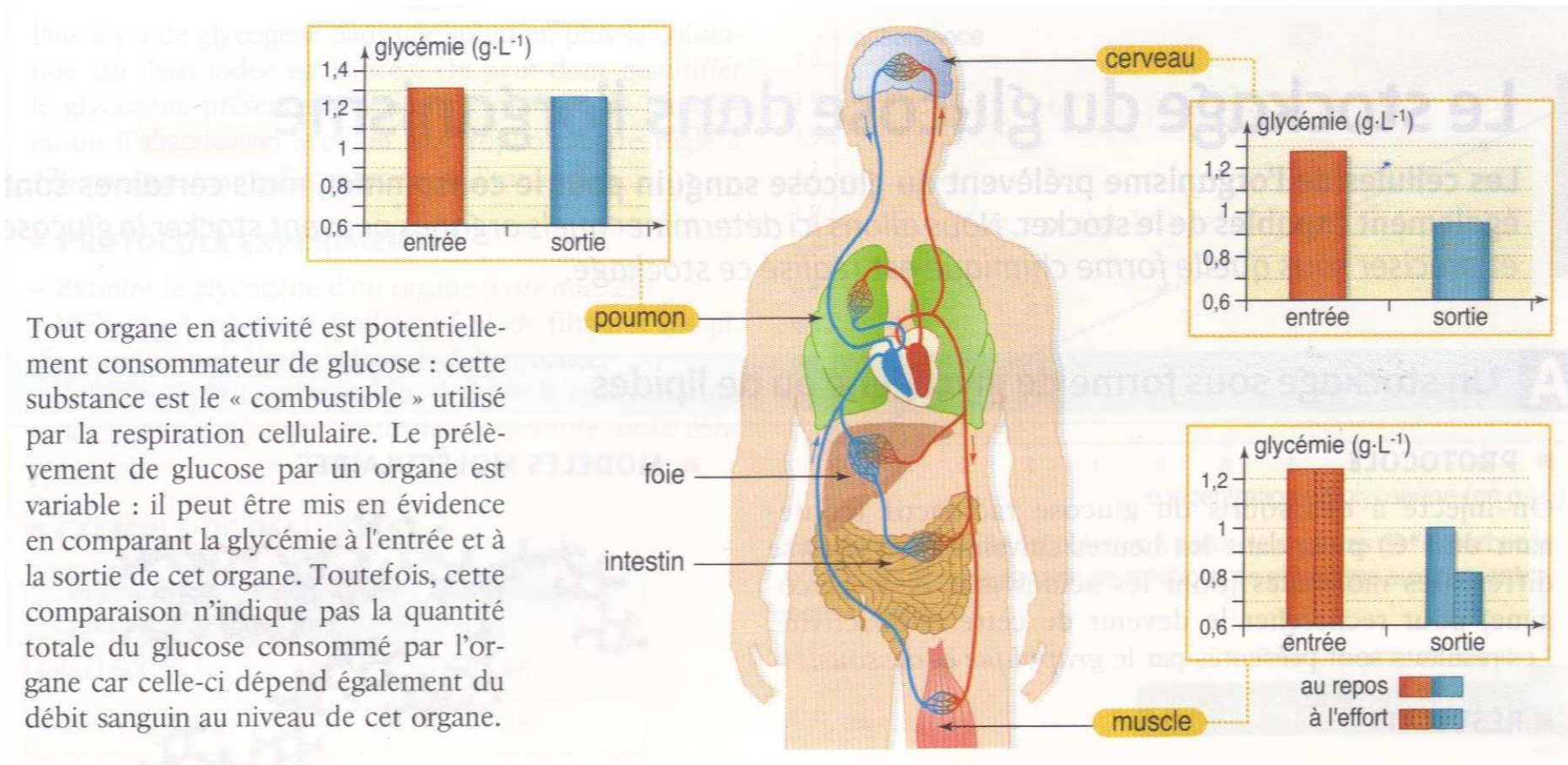
► La glycémie peut être facilement mesurée par dosage du glucose dans le sang.

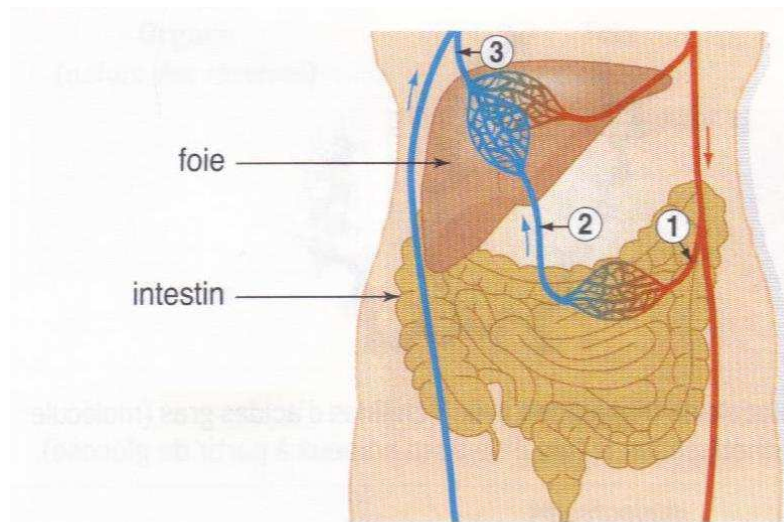


a Évolution journalière de la glycémie chez un individu en bonne santé.

- les prises alimentaires provoquent une hausse modérée de la glycémie (+ 0,2 à + 0,3 g/L)
 - le sport est associé à une baisse légère de la glycémie (- 0,2 g/L)
- => la glycémie varie tout au long de la journée et fluctue modérément autour d'une valeur proche de 1 g/L. Cette valeur définit la constante physiologique qu'est la glycémie.

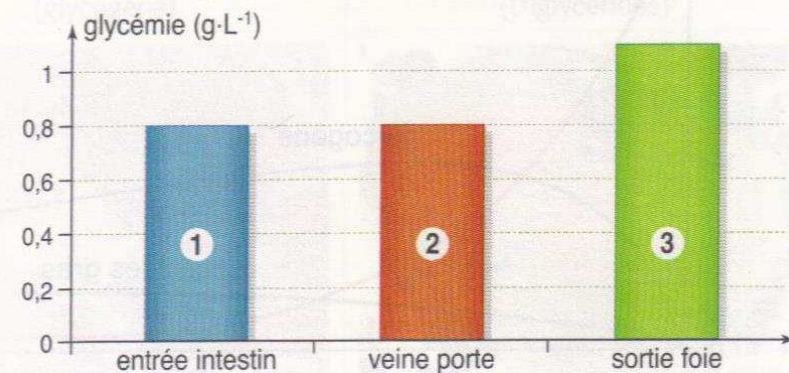
2) Des organes actifs sur la glycémie



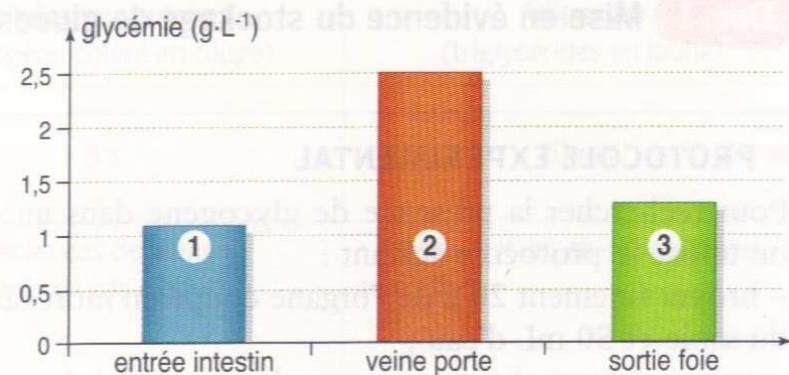


La digestion des aliments glucidiques (le pain, par exemple) produit du glucose qui pénètre dans l'organisme au niveau de la muqueuse intestinale. Le sang issu de l'intestin arrive au foie par la veine porte et le traverse avant de rejoindre la circulation générale. Des mesures de glycémie sont réalisées à l'entrée et à la sortie de ces deux organes, en période de jeûne d'une part, après un repas d'autre part.

• **Mesure de glycémie à jeun**



• **Mesure de glycémie après un repas**

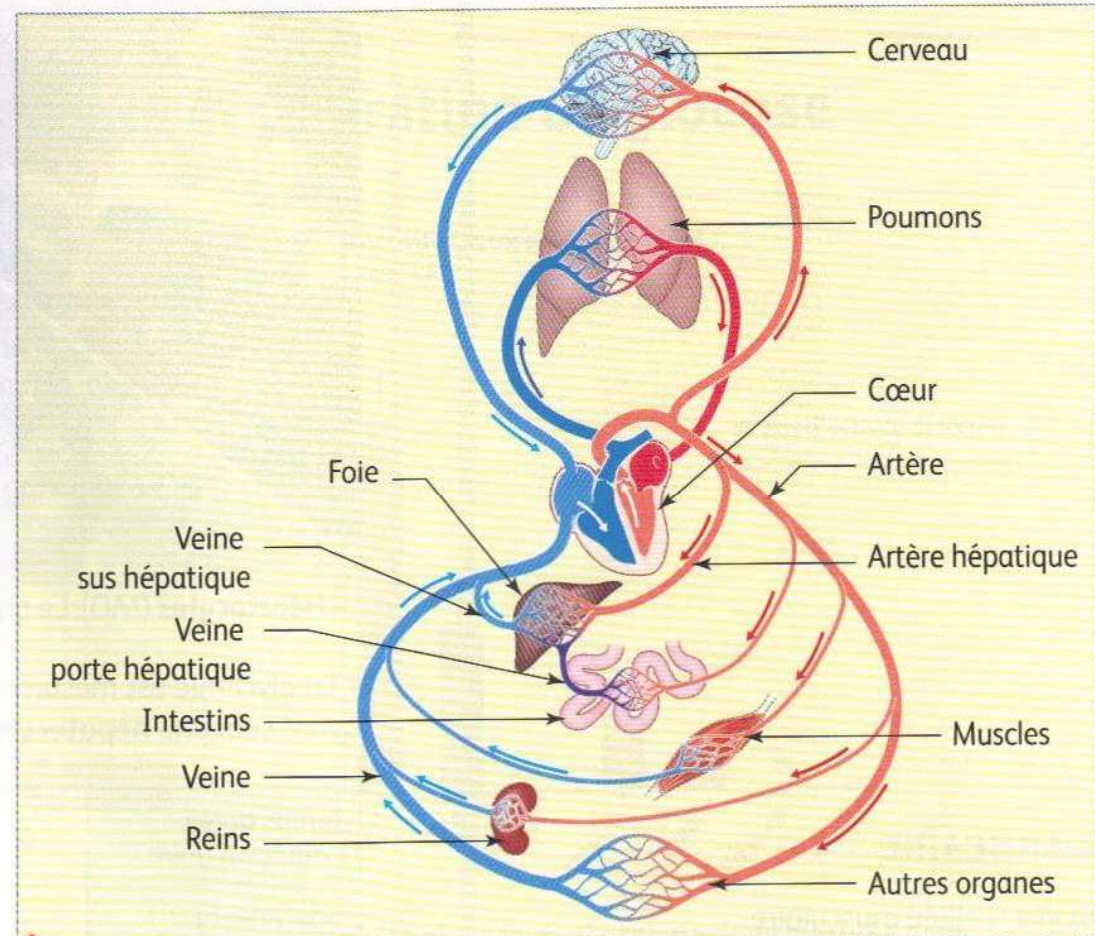


► L'organisation de la circulation sanguine au niveau du foie est particulière. Le foie reçoit du sang riche en nutriments en provenance des intestins via la veine cave et du sang riche en dioxygène via l'artère hépatique.

► La glycémie a été mesurée dans les vaisseaux arrivant et partant du foie dans différentes conditions physiologiques.

	Glycémie (en g.L ⁻¹)		
	Veine porte	Veine sus-hépatique	Artère hépatique
Après un repas	2,9	1,2	1
Après un jeûne de courte durée	0,4	0,9	1

a Variation de la glycémie dans les vaisseaux du foie.



b Organisation de la circulation sanguine.

Conclusion

La glycémie présente des variations, mais elles sont modérées et encadrent une valeur moyenne constante. Plusieurs organes interviennent pour maintenir la glycémie : suivant les cas, ils libèrent ou prélèvent du glucose dans le sang. En particulier, le foie est capable d'ajuster son action pour maintenir en permanence une valeur de la glycémie constante, ce qui permet un approvisionnement régulier de tous les organes sans excès.

Bilan

■ Apports de glucose et consommation par l'organisme varient

La digestion des glucides à grosses molécules produit du glucose qui passe dans le sang au niveau de l'intestin grêle. Cette entrée de glucose dans l'organisme est **discontinue**: forte après les repas, proche de zéro hors des périodes de digestion.

Les cellules de l'organisme puisent le glucose sanguin et l'utilisent comme **source d'énergie**. Si la consommation de certains organes (cerveau) est relativement stable, celle d'autres organes (muscles) augmente fortement à certains moments (contraction musculaire). La consommation de glucose est donc minimale lorsque l'organisme est au repos musculaire, mais jamais nulle.

■ La régulation glycémique, un impératif physiologique

Chez une personne saine, la mesure en continu de la glycémie révèle de légères **variations autour d'une valeur moyenne** proche de $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. La glycémie diminue légèrement quand les organes sont actifs, par exemple au cours d'un effort physique, et augmente tout aussi légèrement après les repas. Cette stabilité globale de la glycémie implique l'intervention de mécanismes physiologiques pour **réguler ce paramètre**.

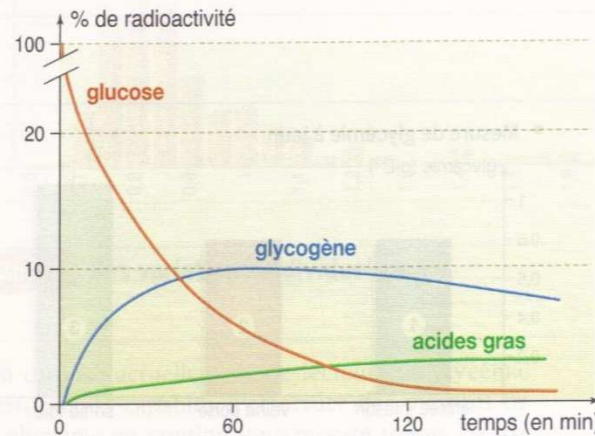
Une mauvaise régulation peut avoir de graves conséquences. L'**hypoglycémie** sévère ($< 0,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) est une situation d'urgence (convulsions, coma, voire décès) car elle affecte notamment les cellules nerveuses (le glucose est leur aliment énergétique exclusif). Le chapitre 3 présentera les risques liés aux **hyperglycémies** (les diabètes).

- II - Le stockage du glucose dans l'organisme

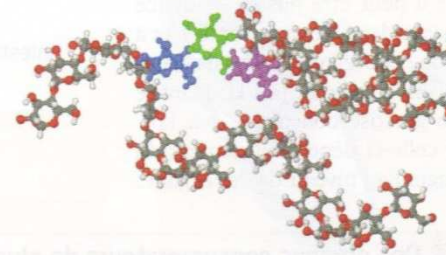
■ PROTOCOLE

On injecte à des souris du glucose radioactif (contenant du ^{14}C) puis, dans les heures suivantes, on analyse différentes molécules (dont les acides gras et le glycogène) pour rechercher le devenir de cette radioactivité. Les résultats sont présentés par le graphique ci-dessous.

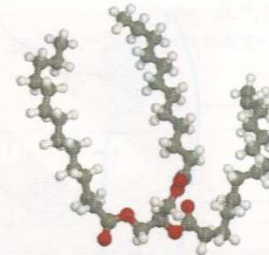
■ RÉSULTATS



■ MODÈLES MOLÉCULAIRES



Molécule de **glycogène**. 3 sous-unités de glucose sont colorées en violet, vert et bleu.

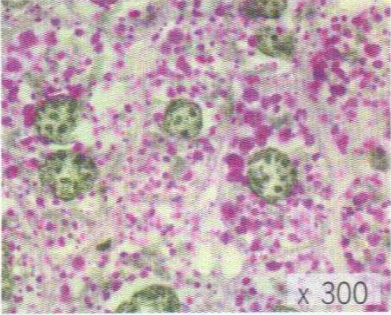

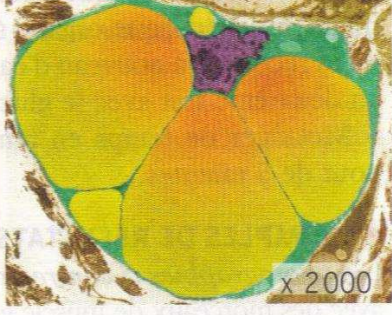


Molécule de **triglycéride** avec 3 chaînes d'**acides gras** (molécule synthétisée par le foie et le tissu adipeux à partir de glucose).

► En faisant ingérer du glucose marqué radioactivement à des patients, on peut suivre son devenir après son absorption au niveau des intestins.

Organes / tissus	Radioactivité (%)
Foie	55
Muscles squelettiques	18
Tissu adipeux	11
Sang et lymphes	5

► Répartition de la radioactivité après ingestion de glucose radioactif.

Organe (nature des réserves)	Foie (glycogène)	Muscle (glycogène)	Tissu adipeux (triglycérides)
Cellules	 x 300 Hépatocytes (glycogène coloré en violet)	 x 170 Cellules musculaires (glycogène coloré en rouge)	 x 2000 Adipocyte (triglycérides en jaune)
Délai nécessaire à la transformation en glucose utilisable par les cellules	1 min	5 s	10 min
Temps maximal pour épuiser les réserves de l'organisme	<ul style="list-style-type: none"> • 24 heures en cas de jeûne • 30 minutes en cas d'effort 	<ul style="list-style-type: none"> • 24 heures en cas de jeûne • 1 à 2 heures en cas d'effort 	<ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs jours en cas de jeûne ou d'effort

Des réserves utilisées différemment par l'organisme

L'organisme pourra puiser dans l'une ou l'autre de ces réserves en fonction de l'urgence du besoin et de la quantité de glucose demandée : un besoin urgent sera assuré par le glycogène des muscles ou du foie, un besoin important mais non immédiat sera satisfait à partir des triglycérides des tissus adipeux.

Conclusion

Le glucose circule dans le sang et peut être prélevé par les cellules pour être directement consommé. Certaines cellules peuvent également transformer ce glucose en glycogène (cellules du foie ou des muscles) ou en triglycérides (adipocytes). Ces molécules représentent une forme de stockage du glucose qui pourra être mobilisée plus tard en cas de besoin.

Bilan

Toutes les cellules de l'organisme consomment du glucose, ce qui tend à faire baisser la glycémie.

Par ailleurs, certaines cellules sont également capables de stocker sous différentes formes une partie du glucose prélevé.

Les cellules du tissu adipeux (adipocytes) produisent des molécules lipidiques (triglycérides) à partir du glucose puisé dans le sang (mécanisme biochimique de lipogenèse). Ces molécules, stockées dans le cytoplasme des adipocytes sous forme de gouttelettes, représentent la « réserve de glucose » la plus importante de l'organisme.

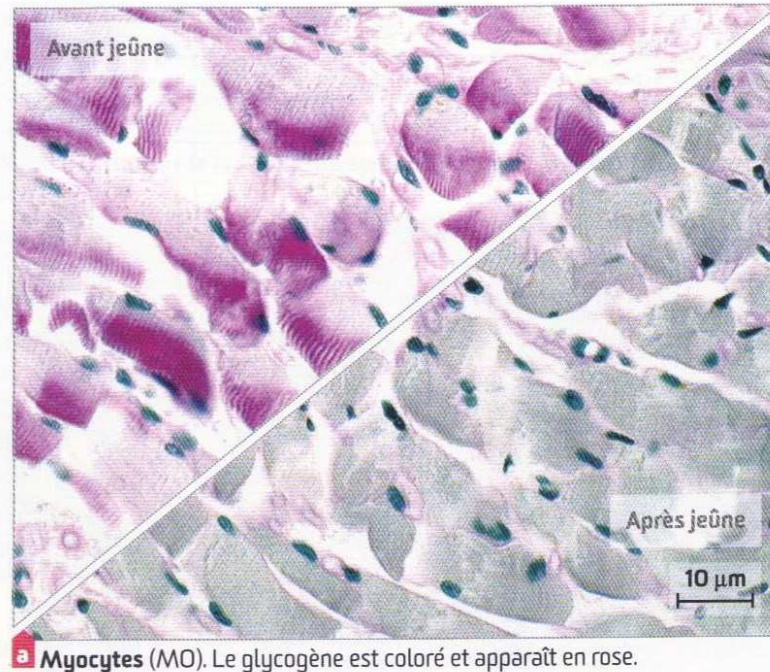
Les cellules musculaires consomment de grandes quantités de glucose pour fournir l'énergie nécessaire à la contraction. Elles en stockent également une partie sous forme de glycogène, molécule obtenue en polymérisant des molécules de glucose (glycogénogenèse).

Après son absorption au niveau de la muqueuse intestinale, le glucose d'origine alimentaire atteint le foie par la veine porte. La glycémie dans ce vaisseau est alors très supérieure aux valeurs normales habituelles. Les cellules hépatiques, ou hépatocytes, prélèvent le glucose en excès et le stockent en le polymérisant en glycogène (glycogénogenèse).

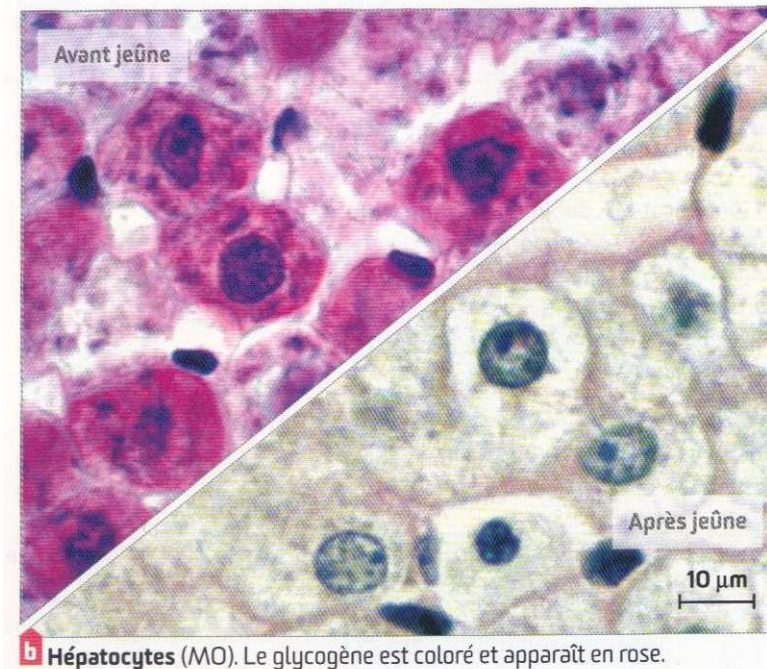
- III - La libération du glucose dans le sang

1) Une libération de glucose à partir du glycogène

La présence de glycogène dans les hépatocytes et les **myocytes** a été testée suite à un jeûne de courte durée.



Les réserves de glycogène du foie sont utilisées pour libérer du glucose dans le sang et ainsi maintenir une glycémie constante en période de jeûne.



La glycémie est mesurée au niveau d'une artère de la cuisse d'un chien ayant subi une **hépatectomie**.

Temps après l'ablation (min)	0	15	30	45	60	75
Glycémie (g.L ⁻¹)	1	0,89	0,75	0,7	0,62	0,5

c Évolution de la glycémie chez un chien hépatectomisé.

En 1855, Claude Bernard a imaginé l'expérience dite du « foie lavé » permettant de tester l'hypothèse d'une libération de glucose par le foie.

On se propose de réaliser une variante de cette expérience sur les deux principaux organes stockant du glucose sous forme de glycogène : le foie et les muscles.

RÉALISER

1. Laver un morceau de 20 g de foie de veau pour éliminer le sang.
2. Découper les 20 g de foie en petits morceaux.
3. Déposer les morceaux dans un bécher avec 100 mL d'eau distillée.
4. Tester immédiatement la présence de glucose à l'aide d'une bandelette de gluco-test.
5. Laisser à température ambiante 20 min puis refaire un test.
6. Placer les morceaux de foie dans une passoire fine et laver à l'eau du robinet pendant 5 min.
7. Transférer à nouveau les morceaux de foie dans un bécher avec 100 mL d'eau distillée.
8. Refaire les tests immédiatement et 20 min après.
9. Réaliser la même expérience en parallèle avec 20 g de viande rouge.



a Préparation pour les tests 1 et 2.

FOIE			
test 1		test 2	
juste après lavage	après 20 min	juste après lavage	après 20 min

MUSCLES			
test 1		test 2	
juste après lavage	après 20 min	juste après lavage	après 20 min

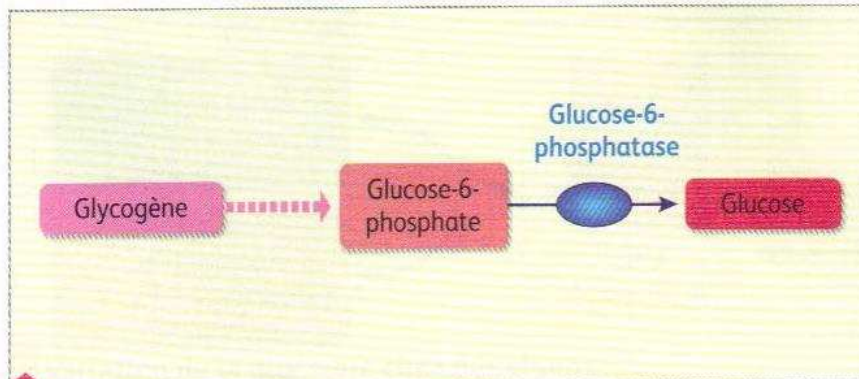
b Résultats des expériences sur le foie et les muscles.

Conclusion

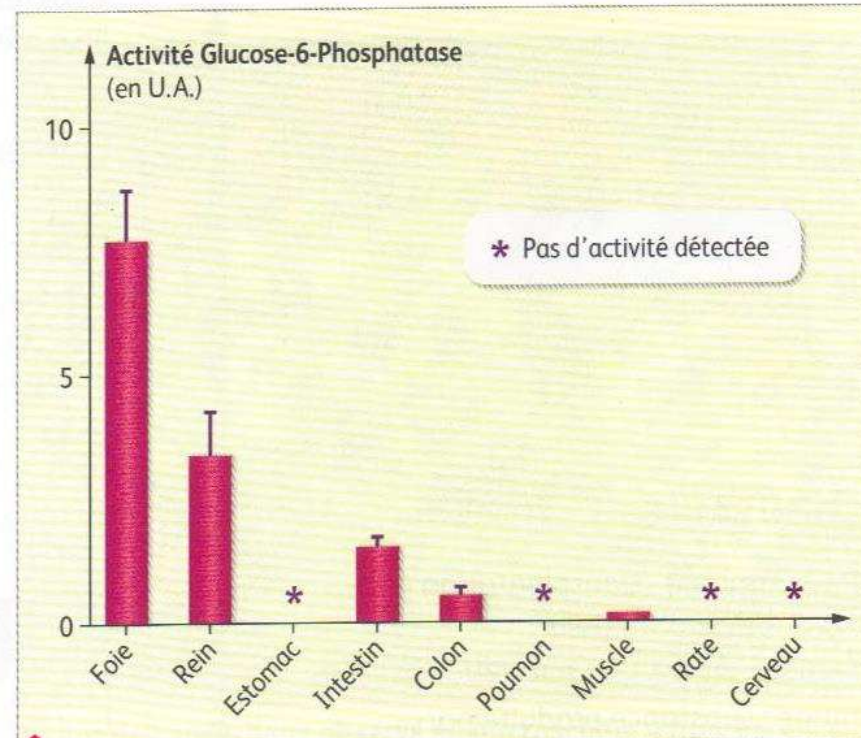
Seul le foie est capable de libérer du glucose dans le sang. Ce glucose pourra alors être prélevé par les autres organes et tissus de l'organisme. C'est pourquoi on parle de « réserve publique » de glucose pour le foie, alors que celles des muscles sont dites « privées » car utilisées par les myocytes eux-mêmes.

► L'hydrolyse du glycogène conduit à la libération de glucose-6-phosphate qui, contrairement au glucose, ne peut traverser les membranes plasmiques des cellules pour passer dans le sang. La conversion du glucose-6-phosphate en glucose nécessite l'intervention d'une enzyme la glucose-6-phosphatase.

► La présence d'une activité glucose-6-phosphatasique a été mesurée dans divers organes d'un jeune rat.

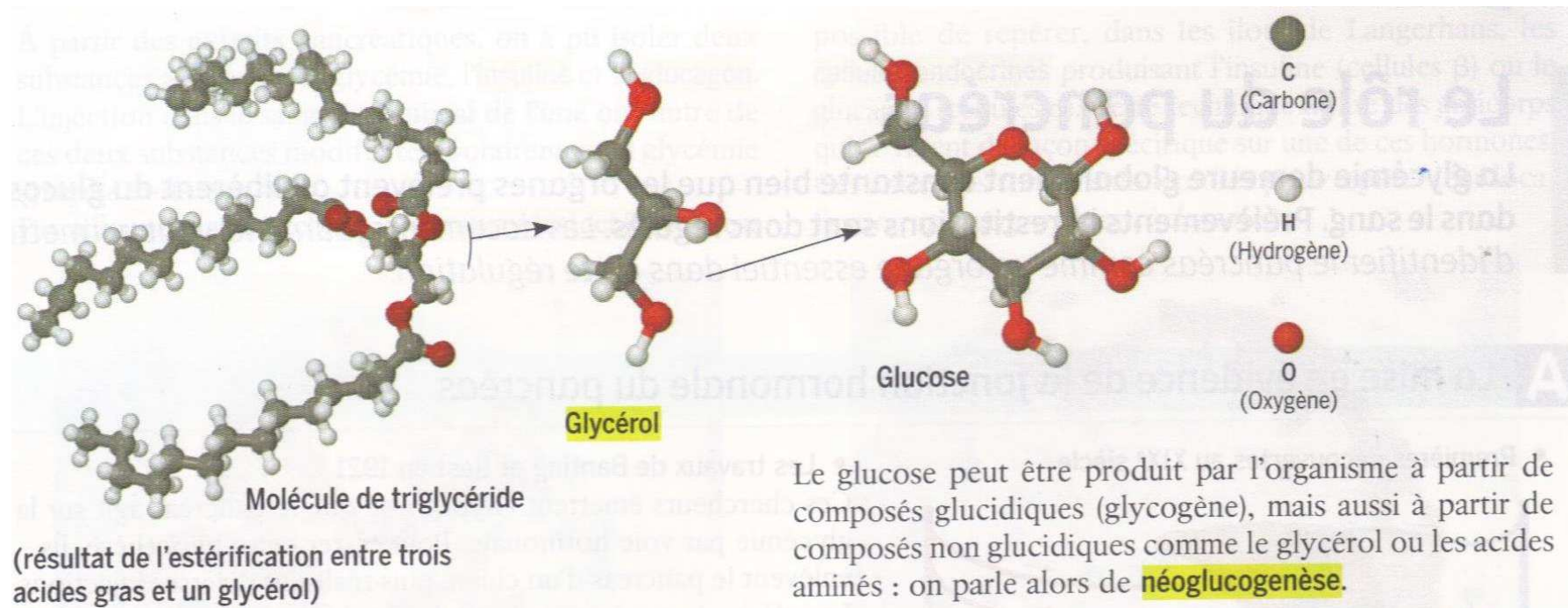


a Du glycogène au glucose.



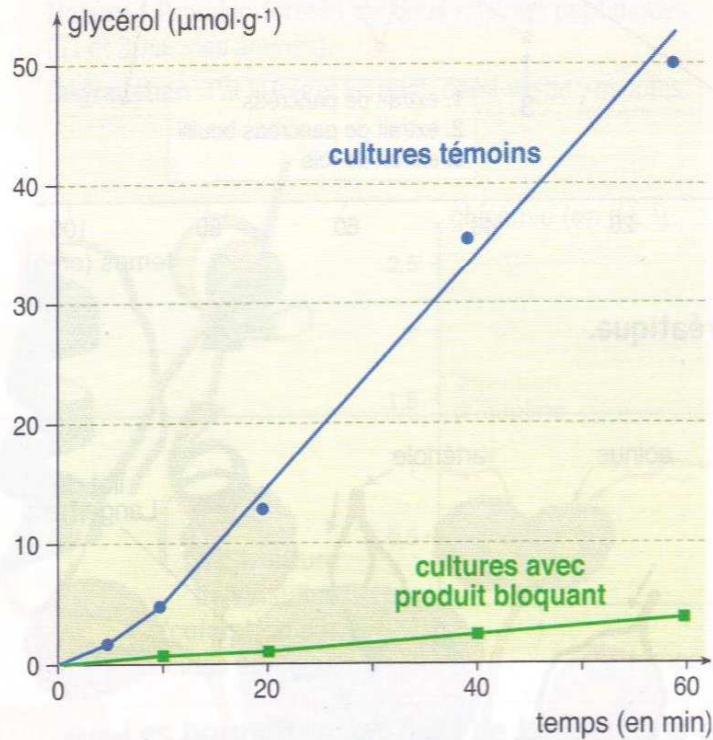
b Activité glucose-6-phosphatasique mesurée dans différents organes d'un jeune rat.

2) Une libération indirecte à partir des lipides



- **Cellules adipeuses et glycérol**

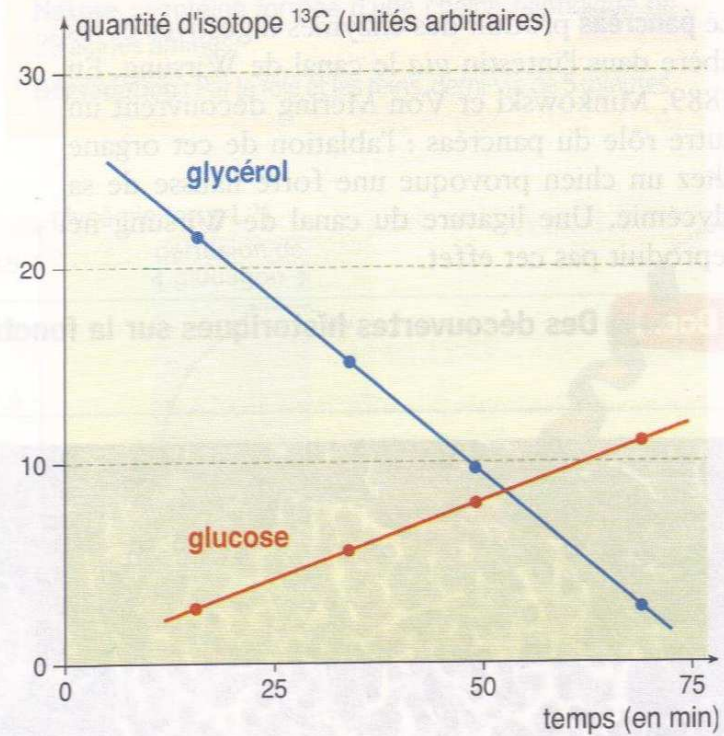
On cultive des adipocytes de rat et on mesure en parallèle la concentration en glycérol dans le milieu (cultures témoins). La même étude est faite avec des cultures auxquelles on ajoute un produit bloquant le métabolisme lipidique des cellules.



(NB : Les adipocytes ne libèrent pas directement du glucose à partir des triglycérides)

- **Cellules hépatiques et glycérol**

On perfuse des foies de rat avec un liquide physiologique contenant du glycérol marqué (grâce à l'isotope ^{13}C) puis on stoppe la perfusion au temps 0. On suit alors la concentration des molécules marquées par cet isotope (glycérol et glucose) dans les cellules hépatiques.



Conclusion

Les cellules musculaires peuvent transformer leur glycogène en glucose, mais elles ne peuvent pas le libérer dans le sang et il ne sert qu'à leur consommation propre.

Les adipocytes peuvent métaboliser les triglycérides en glycérol qui est libéré dans le sang.

Enfin, les cellules du foie peuvent produire du glucose et le libérer dans le sang. Cette production de glucose se fait à partir de leurs réserves de glycogène (glycogénolyse) ou du glycérol prélevé dans le sang (néoglucogenèse).

Bilan

L'utilisation du glucose stocké dans les adipocytes, très indirecte, suppose que les triglycérides soient transformés en glycérol (lipolyse) puis que ce glycérol, transporté par le sang jusqu'au foie, y soit enfin transformé en glucose.

Les réserves de glucose dans les cellules musculaires peuvent être facilement mobilisées en hydrolysant le glycogène (glycogénolyse) mais le glucose ainsi obtenu ne peut pas être libéré dans le sang. Les réserves en glucose d'une cellule musculaire sont donc strictement privées, inutilisables par une autre cellule.

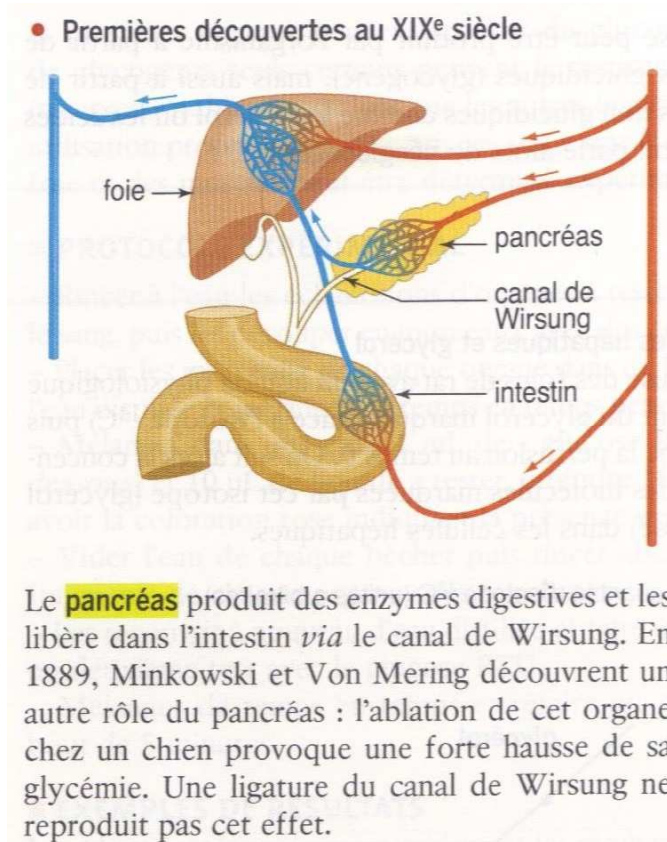
Le foie joue un rôle central dans la régulation de la glycémie car il est capable à la fois de stocker du glucose et de le libérer dans le sang, en fonction des besoins de l'organisme.

Si la glycémie dans la veine porte diminue (période de jeûne), les hépatocytes peuvent hydrolyser du glycogène (glycogénolyse) et reformer du glucose ensuite libéré dans le sang, ce qui contribue à rétablir la valeur normale de la glycémie.

Les réserves hépatiques de glycogène jouent donc un rôle tampon très important dans la régulation de la glycémie.

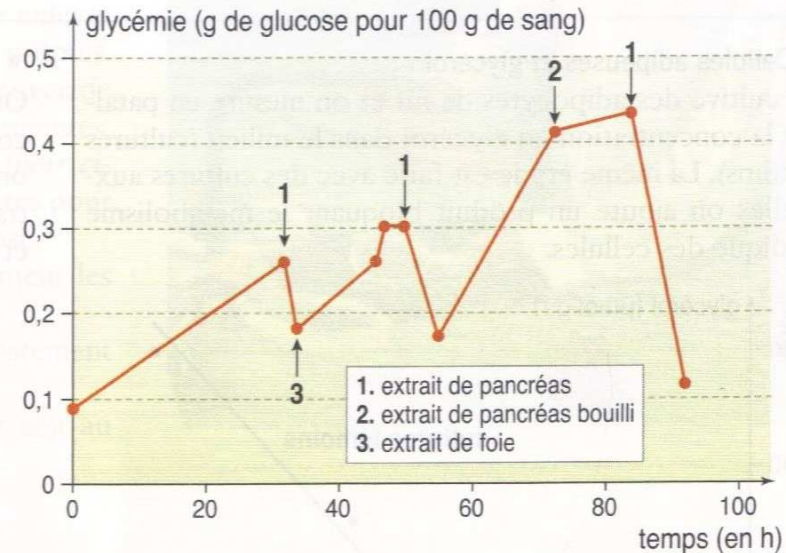
Le foie est, par ailleurs, capable de produire du glucose à partir de molécules non glucidiques : des acides aminés, du glycérol libéré par les adipocytes (on parle de néoglucogenèse).

- IV - Le rôle du pancréas

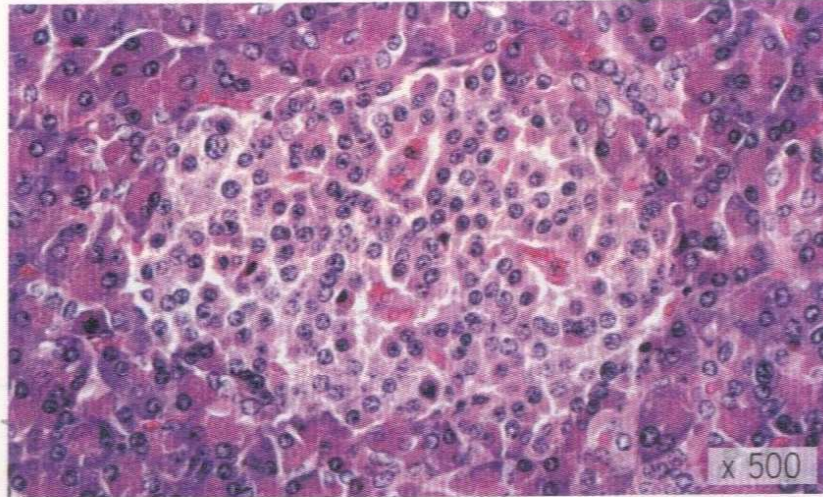


• Les travaux de Banting et Best en 1921

Ces chercheurs émettent l'hypothèse que le pancréas agit sur la glycémie par voie hormonale. Pour tester cette hypothèse, ils enlèvent le pancréas d'un chien, puis réalisent diverses injections. Les effets de ces injections sur la glycémie sont présentés par le graphique ci-dessous.



Des découvertes historiques sur la fonction pancréatique



Coupe microscopique de pancréas

Le tissu pancréatique est formé de deux types de structures: les **acinus** et les **îlots de Langerhans**.

- Un acinus est constitué de cellules glandulaires qui sécrètent des enzymes digestives dans un tube collecteur relié au canal de Wirsung.

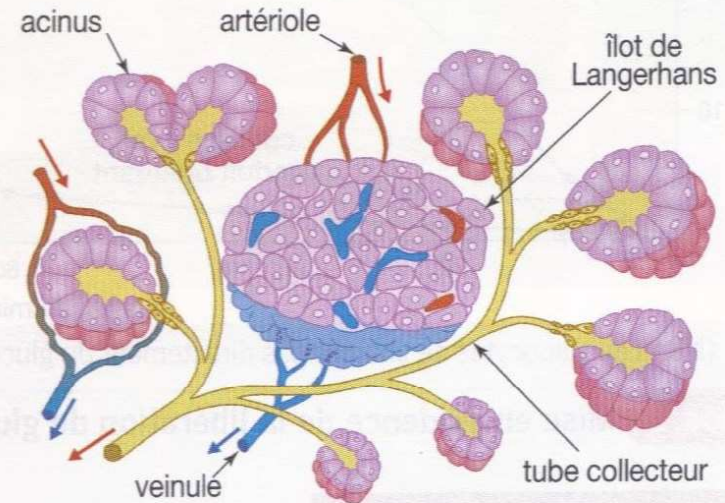


Schéma d'interprétation

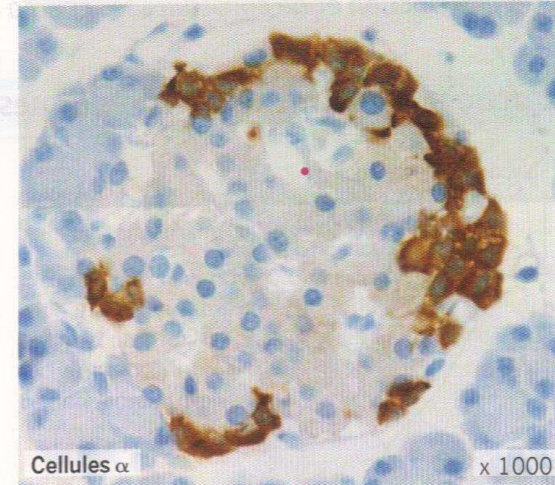
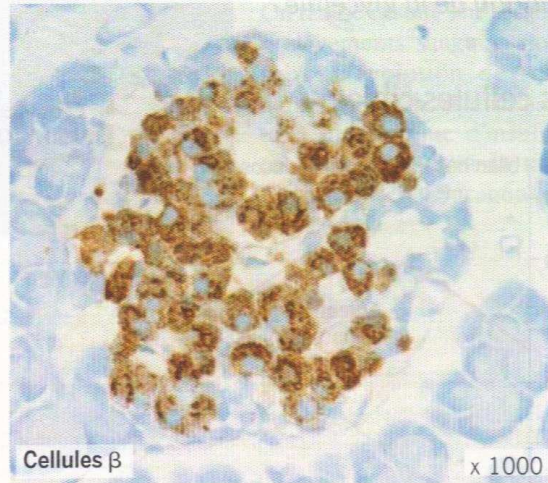
- Les îlots de Langerhans sont des amas de cellules glandulaires, les cellules insulaires, très richement vascularisés et dépourvus de canaux collecteurs.

Deux types cellulaires dans le pancréas

À partir des extraits pancréatiques, on a pu isoler deux substances actives sur la glycémie, l'insuline et le glucagon. L'injection dans le sang d'un animal de l'une ou l'autre de ces deux substances modifie temporairement la glycémie (graphe ci-dessous).

Par ailleurs, par la technique d'immunohistochimie, il est

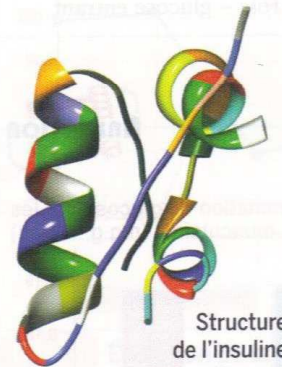
possible de repérer, dans les îlots de Langerhans, les cellules endocrines produisant l'insuline (cellules β) ou le glucagon (cellules α). Cette technique utilise des anticorps qui se fixent de façon spécifique sur une de ces hormones. Ces anticorps sont ensuite colorés pour repérer leur localisation (photographies ci-dessous).



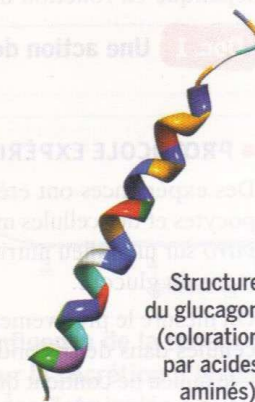
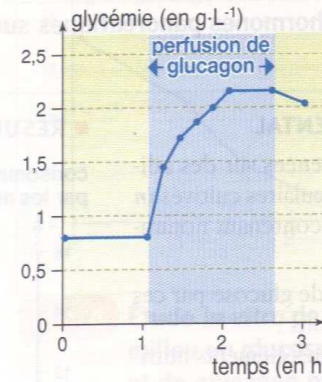
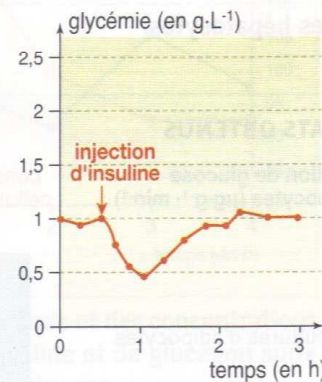
Insuline
Découverte : En 1921 par Banting et Best.
Nature : Protéine formée de deux chaînes peptidiques (21 et 30 acides aminés).
Dégradation : Par le foie et les reins, demi-vie de 5 minutes.

Glucagon
Découverte : En 1923 par Murlin et Kimball.
Nature : Protéine formée d'une chaîne peptidique de 29 acides aminés.
Dégradation : Par le foie et les reins, demi-vie de 5 minutes.

Les hormones des îlots de Langerhans et leur action



Structure de l'insuline (coloration par acides aminés).



Structure du glucagon (coloration par acides aminés).

Conclusion

Le pancréas est capable de modifier la valeur de la glycémie par l'intermédiaire d'hormones.

Si la glycémie est trop basse, il peut la faire augmenter en produisant du glucagon ; si, au contraire, la glycémie augmente, il produit de l'insuline pour la faire diminuer. Ces deux hormones sont produites par des cellules groupées en amas : les îlots de Langerhans.

A noter qu'en cas d'ablation du pancréas, c'est l'absence d'insuline qui se manifeste par une hyperglycémie.

Bilan

L'activité des différents organes est susceptible de faire varier la glycémie ; or, ce paramètre est relativement stable. Quels mécanismes de contrôle assurent cette stabilité ?

■ Mise en évidence du rôle du pancréas

L'ablation totale du pancréas est suivie d'une augmentation très forte de la glycémie. Cette glande intervient dans la régulation et son action tend globalement à abaisser la glycémie. Des injections sanguines d'extraits pancréatiques permettent, effectivement, d'abaisser la glycémie, jusqu'à une valeur normale si les doses injectées sont correctes. Le pancréas ajuste donc l'action des organes effecteurs en fonction de la glycémie. Cet ajustement est réalisé grâce à des molécules pancréatiques transportées par le sang jusqu'aux organes effecteurs : ces molécules sont des **hormones**.

■ Les cellules pancréatiques

Le pancréas contient deux types de **cellules glandulaires** : les cellules **acineuses** et les cellules **insulaires**.

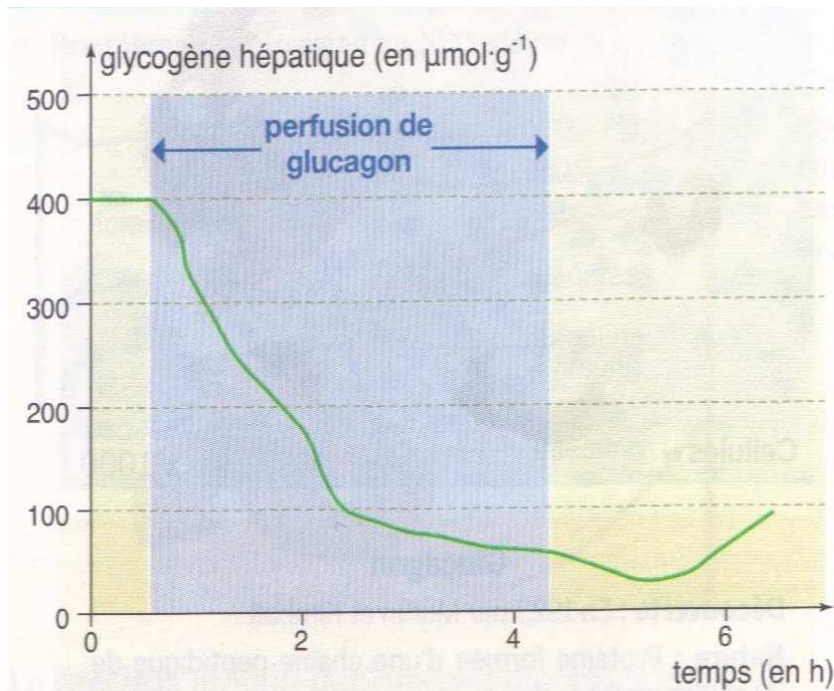
– Les **cellules acineuses** sont groupées en boules creuses (les acinus) ; elles produisent le suc pancréatique qui est libéré dans l'intestin et intervient dans la digestion.

– Les **cellules insulaires** sont groupées en amas nommés **îlots de Langerhans**. Ces îlots, très richement irrigués, sont formés de **cellules endocrines**, c'est-à-dire de cellules produisant des hormones et les libérant dans le sang. Les cellules α produisent du **glucagon** et les cellules β produisent de l'**insuline**.

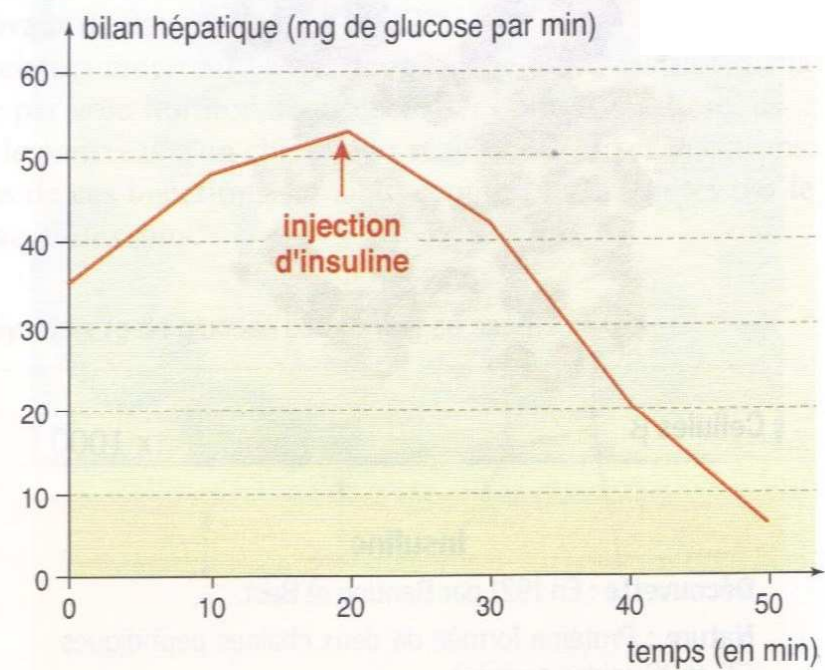
L'action des hormones

Les effets de l'insuline tendent à faire baisser la glycémie : l'insuline a un effet hypoglycémiant. Le glucagon a, lui, un effet hyperglycémiant.

- V - Une boucle de régulation de la glycémie



Des animaux à jeun ont été perfusés avec du glucagon ($2,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) : on mesure alors la quantité de glycogène hépatique en fonction du temps.



Le **bilan hépatique** (BH) est un calcul permettant d'estimer la production ou la dégradation du glycogène par le foie :
$$\text{BH} = \text{glucose sortant du foie} - \text{glucose entrant}$$

Une action des hormones pancréatiques sur les hépatocytes

■ PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Des expériences ont été menées sur des adipocytes et des cellules musculaires cultivés *in vitro* sur un milieu nutritif contenant notamment du glucose.

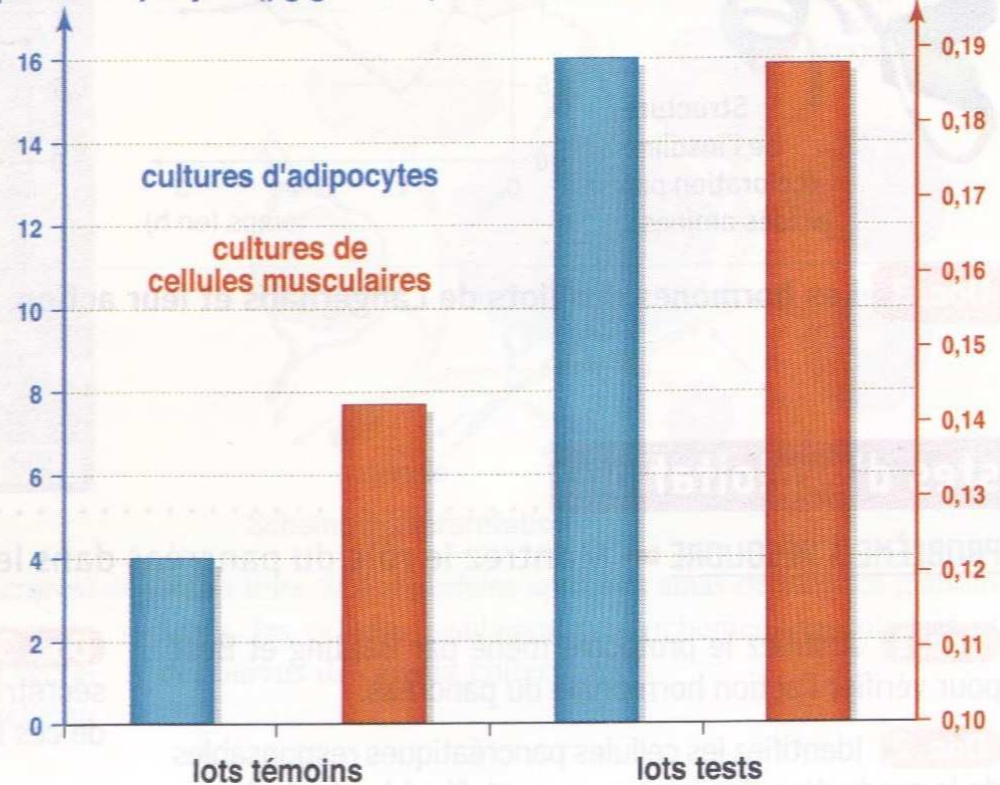
On mesure le prélèvement de glucose par ces cellules dans deux conditions :

- le milieu ne contient que des éléments nutritifs (lots témoins) ;
- on ajoute de l'insuline au milieu de culture (lots tests).

■ RÉSULTATS OBTENUS

consommation de glucose par les adipocytes ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)

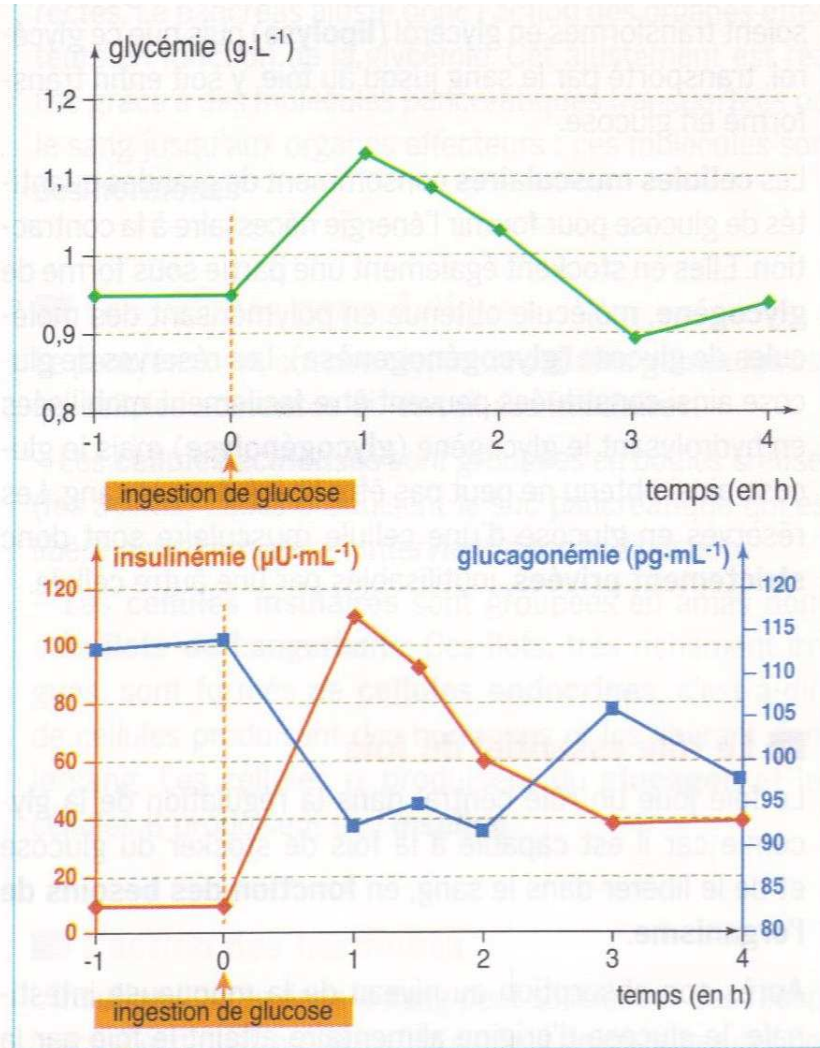
consommation de glucose par les cellules musculaires ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)



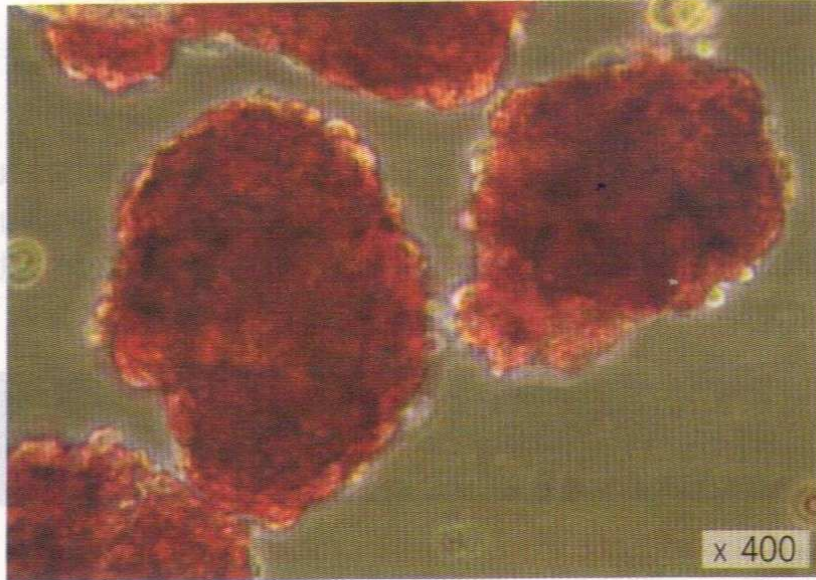
Une action de l'insuline sur les adipocytes et les cellules musculaires



Une personne à jeun depuis 12 heures (et restant au repos pendant les quatre heures de l'expérience) reçoit, par voie orale, une solution de glucose dosée à 45 g par mètre carré de sa surface corporelle. On réalise ensuite une série de prélèvements sanguins pour suivre l'évolution de trois paramètres : la glycémie, le taux plasmatique d'insuline (ou insulinémie) et le taux plasmatique de glucagon (ou glucagonémie).

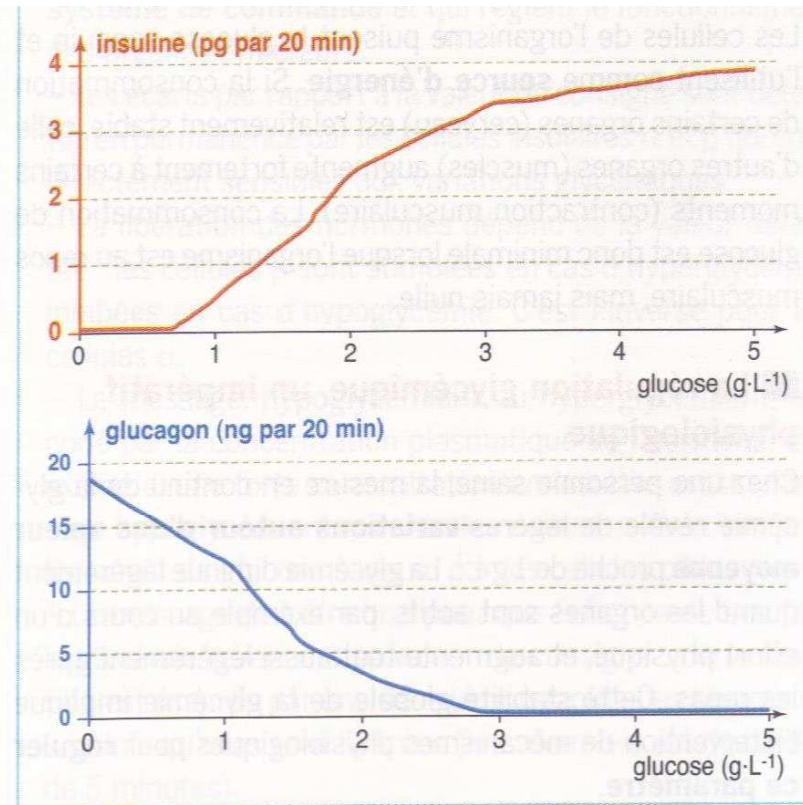


Doc. 3 Évolution de la glycémie et des concentrations plasmatiques d'insuline et de glucagon suite à une ingestion de glucose.



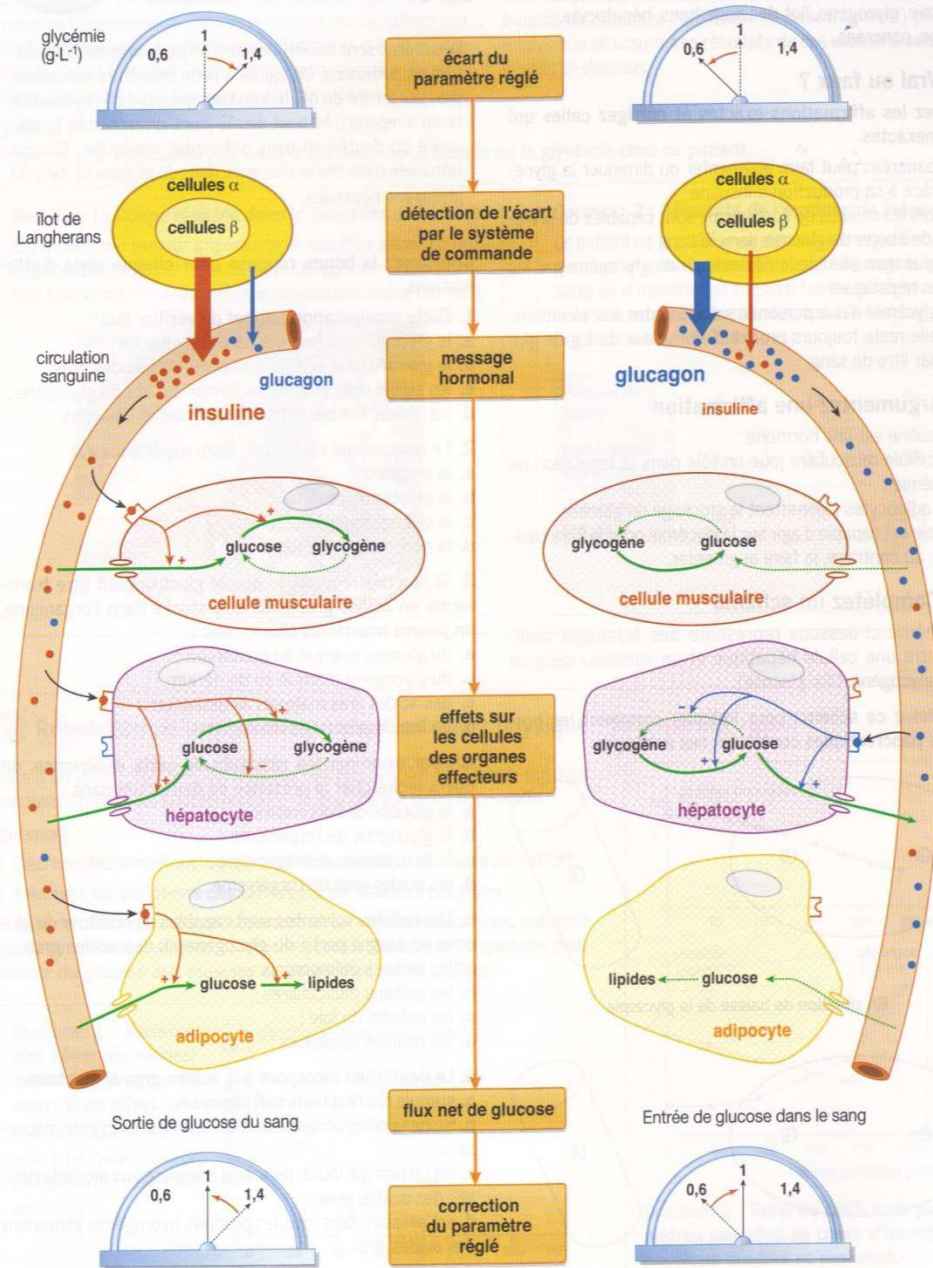
Îlots de Langerhans isolés

Des îlots de Langerhans de pancréas de rat sont isolés puis mis en culture dans un milieu dont on fait varier la concentration en glucose. Les quantités d'insuline et de glucagon libérées dans le milieu par ces îlots sont régulièrement dosées.



Doc. 4 Étude *in vitro* de l'influence de la teneur du milieu en glucose sur la sécrétion d'insuline et de glucagon par des îlots isolés.

Une boucle de régulation de la glycémie



Bilan

Une hausse de la glycémie est détectée par les îlots de Langerhans qui en réponse augmentent la sécrétion d'insuline et diminuent celle de glucagon. Ces modifications au niveau des concentrations sanguines de ces deux hormones pancréatiques provoquent différentes réponses sur leurs organes cibles : l'augmentation de l'insulinémie conduit à un stockage accru du glucose dans les organes effecteurs, tandis que la baisse de la glucagonémie s'accompagne d'un arrêt de libération de glucose par le foie.

Au contraire, une baisse de la glycémie, détectée par les îlots de Langerhans, provoque une baisse de la sécrétion d'insuline et une augmentation de celle de glucagon. Cela conduit à une diminution du stockage du glucose dans les organes effecteurs, et une augmentation de la libération du glucose par le foie.

Toutes ces modifications du métabolisme des organes effecteurs passent par une modulation de l'activité de certaines enzymes associées au métabolisme du glucose.

Hyperglycémie de stress

Entre la fin du XIX^e et le début du XX^e siècle, plusieurs expériences sur les chiens ont permis des avancées importantes dans la compréhension de la régulation de la glycémie. Cependant la glycémie « normale » mesurée par les scientifiques de l'époque variait de 0,5 g.L⁻¹ à plus de 2 g.L⁻¹. Ces grandes variations ont ainsi conduit certains d'entre eux à remettre en cause l'utilisation du chien comme modèle d'étude de la régulation de la glycémie.

QUESTION

À l'aide de vos connaissances et de l'exploitation des documents, montrez que ces variations ne correspondent pas à une glycémie « normale » mais qu'elles révèlent un mécanisme agissant sur la glycémie. Vous discuterez son rôle en tant que mécanisme de régulation de la glycémie en le comparant à celui des hormones pancréatiques.

DOCUMENT 1 Mesure de glycémie chez le chien

La glycémie est mesurée chez des chiens en bonne santé. Seule la méthode de prélèvement des échantillons de sang change d'un animal à l'autre.

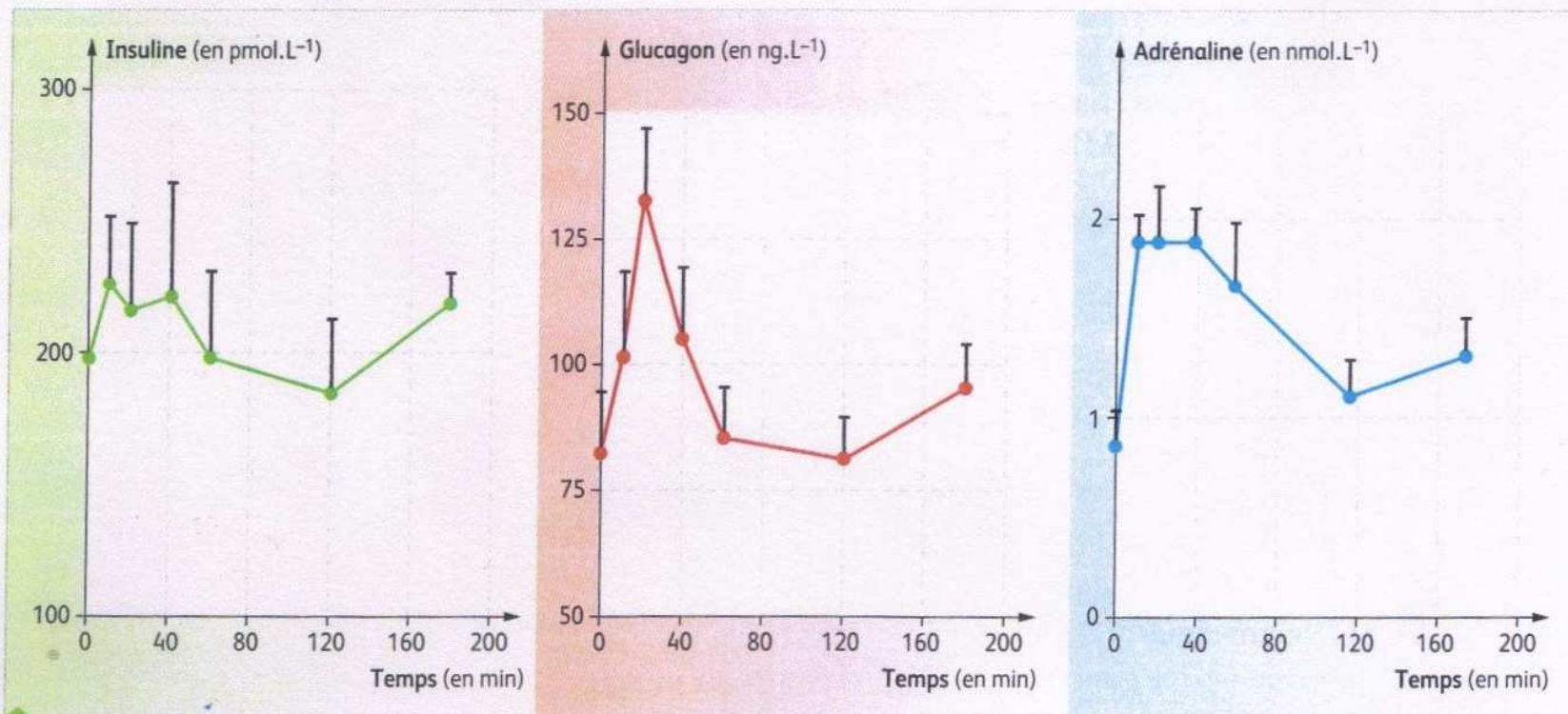
Glycémie chez des chiens suivant la méthode de prélèvement du sang.

Méthode de prélèvement du sang	Observations	Glycémie (en g.L ⁻¹)
Seringue au niveau de la veine jugulaire	Indolore et non stressant (les chiens sont habitués à ces manipulations).	0,4
Seringue au niveau de l'artère fémorale		0,5
Anesthésie à l'éther puis incision et prélèvement au niveau de la veine jugulaire	L'anesthésie provoque un stress chez l'animal.	0,8
Anesthésie à l'éther puis incision et prélèvement au niveau de la carotide		0,9

DOCUMENT 2 Stress et sécrétions hormonales

► L'état de stress correspond à un ensemble de changements physiologiques permettant à l'organisme de produire rapidement un effort intense en situation de danger (fuite,

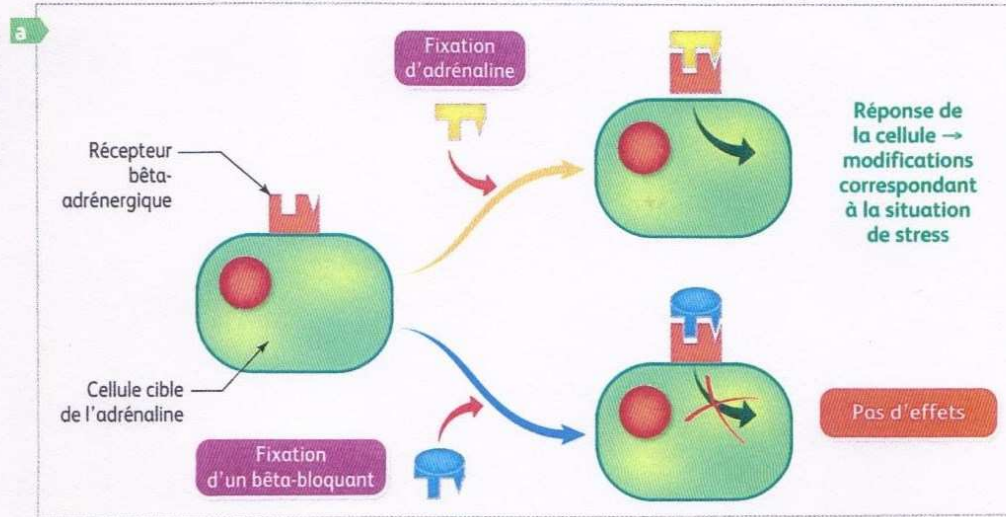
combat...). Un stress modéré peut être déclenché en injectant du carbachol chez l'animal. On mesure alors les sécrétions de diverses hormones par l'organisme.



Dosage de 3 hormones dans le sang après induction d'un stress modéré chez le chien. L'injection de carbachol a lieu à $t = 0$ min.

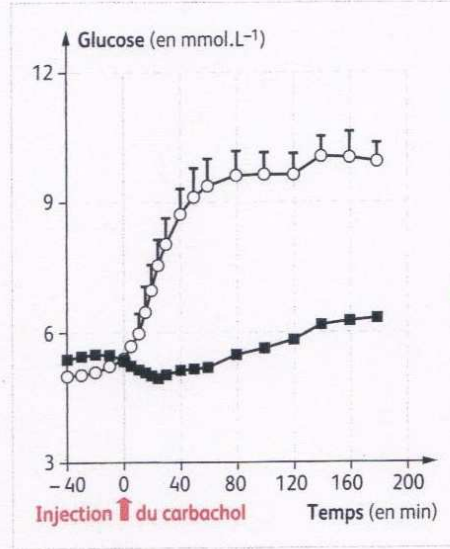
DOCUMENT 3 Cellules cibles de l'adrénaline

Conséquences de la fixation de l'adrénaline et des bêta-bloquants sur les récepteurs bêta-adrénergiques.



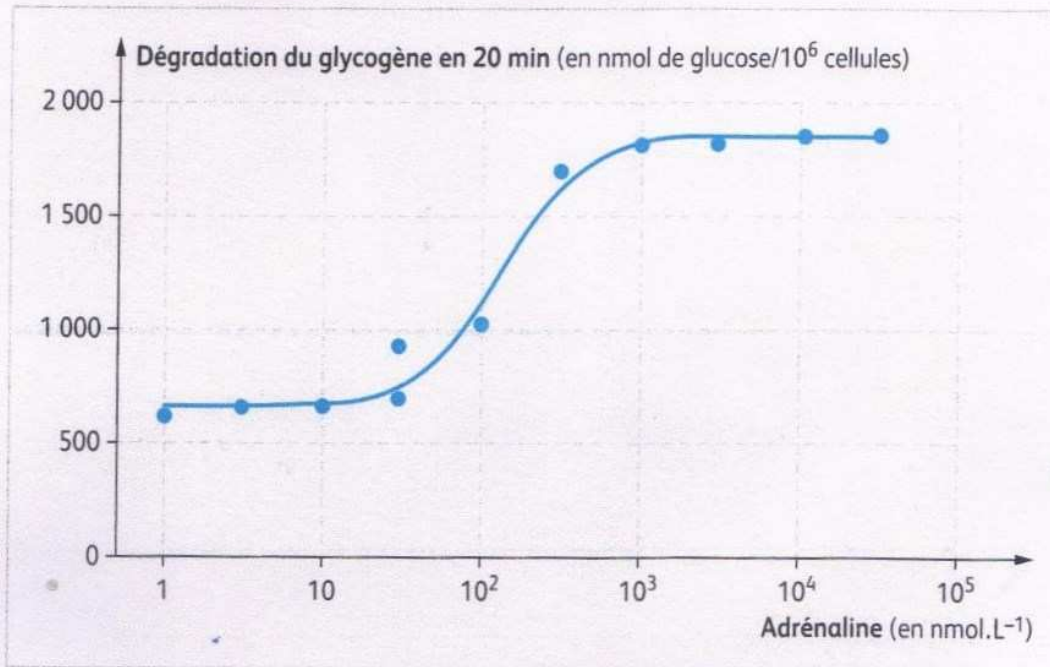
► L'adrénaline agit en se fixant sur des récepteurs spécifiques : les récepteurs bêta-adrénergiques. Ces récepteurs se trouvent au niveau de nombreux tissus : foie, muscle cardiaque, muscle strié squelettique, vaisseaux sanguins, tissus adipeux, pancréas.

► Les bêta-bloquants sont des analogues structuraux de l'adrénaline qui se fixent à la place de cette dernière sur les récepteurs bêta-adrénergiques.



Évolution de la glycémie après induction d'un stress modéré chez le chien. Les chiens sont perfusés soit avec un liquide physiologique (ronds) soit avec un liquide physiologique contenant un bêta-bloquant (carrés).

DOCUMENT 4 Effet de l'adrénaline sur le foie



Effet de l'adrénaline sur la dégradation du glycogène hépatique. Des cellules de foie isolées sont mises en présence de différentes concentrations d'adrénaline. On mesure la production de glucose à partir des réserves de glycogène.

Conclusion

On peut affirmer que les variations de glycémie observées chez les chiens ne sont donc pas normales mais induites par un stress. Le stress provoque une sécrétion d'adrénaline qui agit sur 2 organes cibles : le pancréas en stimulant la sécrétion de glucagon et le foie en stimulant la dégradation du glycogène. De plus, le glucagon sécrété agira également sur le foie pour favoriser la libération du glucose à partir du glycogène. Les effets sont synergiques.

Cependant, l'effet hyperglycémiant induit n'est pas déclenché suite à une baisse de la glycémie. Or, dans le système de régulation de la glycémie faisant intervenir l'insuline et le glucagon, c'est une variation du paramètre réglé qui déclenche une réponse pour corriger sa valeur.

Il ne s'agit donc pas ici d'un système de régulation, mais plutôt d'un mécanisme d'adaptation pour anticiper la production d'un effort intense dans une situation de danger.