

## Sous-Concept 2 : LA REGULATION DE LA GLYCEMIE (5H)

**SITUATION PROBLEME :** Les cellules de l'organisme humain vivent dans un milieu liquide appelé milieu intérieur. Ce milieu intérieur présente des caractéristiques physiques (volume, température) et des caractéristiques chimiques (teneur en glucose, concentration en sels minéraux, teneur en eau, pH...). Ce milieu intérieur est soumis à des variations liées aux échanges avec le milieu extérieur : prises d'aliments, d'eau, jeûne, pertes d'eau et de sels minéraux, consommation liée à un exercice physique. L'autonomie de l'organisme humain exige le maintien de la stabilité de son milieu intérieur (homéostasie) : il doit préserver la stabilité des concentrations des constituants physico-chimiques de ce milieu.

La régulation de la glycémie participe au maintien de l'homéostasie.

**PROBLEMES SCIENTIFIQUES A RESOUDRE :** QUELS SONT LES MECANISMES DE LA REGULATION DE LA GLYCEMIE ?

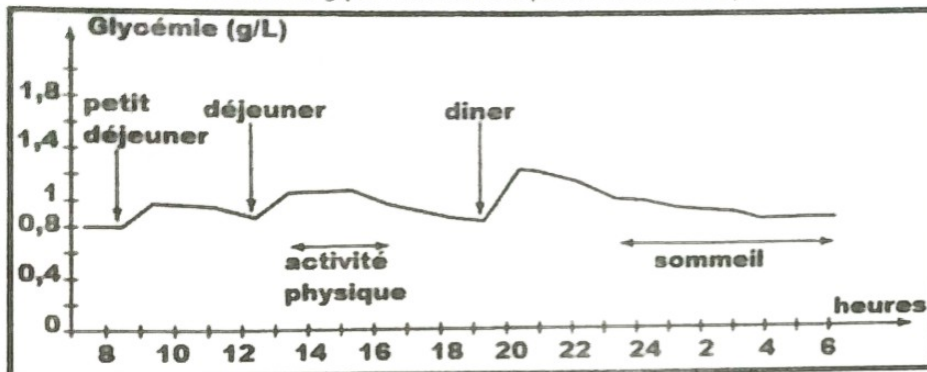
QUELLES SONT LES CAUSES ET CARACTERISTIQUES DU DIABETE ?

**PROBLEME :** QUELS SONT LES MECANISMES DE LA REGULATION DE LA GLYCEMIE ?

**SOUS PROBLEME :** QU'EST CE QUE LA GLYCEMIE ?

**ACTIVITE 1 :**

**Document 1 :** Variation de la glycémie chez une personne normale pendant 24 heures



Consigne :

A partir du document 1 :

1 - Définis la glycémie et indique sa valeur moyenne chez une personne saine.

2 - Décris l'évolution de la glycémie chez une personne saine au cours de la journée.

3 - Trouve des arguments qui montrent l'existence de mécanismes de régulation.

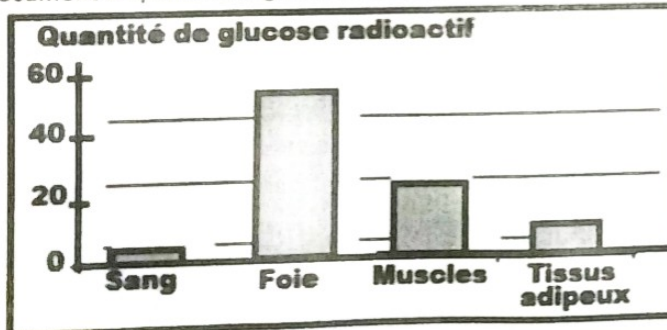
4- L'existence d'un mécanisme de régulation sous entend l'existence d'organes de stockage et la libération du glucose.

Propose un organe qui pourrait jouer ce rôle dans l'organisme.

**SOUS-PROBLEME :** QUELS SONT LES ORGANES EFFECTEURS DE LA REGULATION DE LA GLYCEMIE ?

**ACTIVITE 2 :**

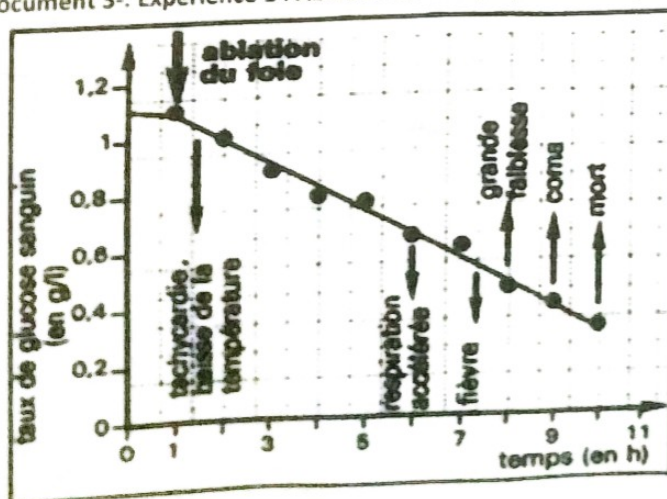
**Document 2 :** quantité de glucose radioactif 2 heures après l'ingestion, dans différents organes (en % de la dose ingérée).



Consigne :

Déduis de l'analyse du document 2, les organes les organes effecteurs de la régulation de la glycémie.

**Document 3-: Expérience 1 : Ablation du foie (hépatectomie) chez un chien :**



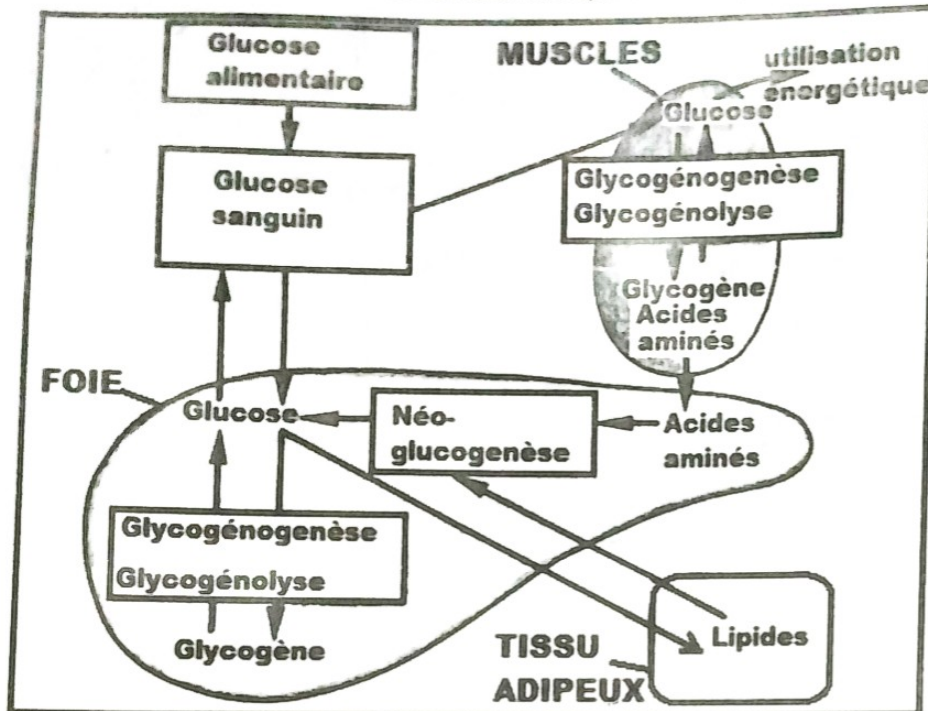
**Expérience 2 :** En 1855, Claude Bernard réalise une expérience demeurée célèbre ; il décrit cette expérience dite du foie lavé en ces termes : « J'ai choisi un chien adulte, vigoureux et bien portant qui depuis plusieurs jours était nourri de viande ; je le sacrifiai 7h après un repas copieux de tripes. Aussitôt, le foie fut enlevé, et cet organe fut soumis à un lavage continu par la veine porte...

...Je laissai ce foie soumis à ce lavage continu pendant 40 min ; j'avais constaté au début de l'expérience que l'eau colorée en rouge qui jaillissait par les veines hépatiques était sucrée ; je constatai en fin d'expérience que l'eau, parfaitement incolore qui sortait, ne renfermait plus aucune trace de sucre 9

J'abandonnai dans un vase ce foie à température ambiante et, revenu 24 heures après, je constatai que cet organe que j'avais laissé la veille complètement vide de sucre

s'en trouvait pourvu très abondamment ». Claude Bernard Conclut ainsi : « Cette expérience prouve que dans un foie frais à l'état physiologique, c'est-à-dire en fonction, il y a deux substances :  
 - Le sucre, très soluble dans l'eau, emporté par lavage ;  
 - Une autre matière, assez peu soluble dans l'eau ; c'est cette dernière substance qui, dans le foie abandonné à lui-même, se change peu à peu en sucre ». Claude Bernard appelle cette substance la « matière glycogène ».

Document 4 : Formes de réserves et les mécanismes permettant le passage d'une forme à une autre



Consigne :

- 1- Trouve des arguments dans l'expérience 1 du document 3 qui montrent que le foie intervient dans la régulation de la glycémie.
- 2- Dégage de l'analyse des résultats de l'expérience 2 du document 3, les rôles du foie dans la régulation de la glycémie mis en évidence.
- 3- A partir du Document 4 :
  - a)- Précise les formes de réserves du glucose.
  - b)- Définis les termes suivants : glycogénolyse, glycogénogenèse, lipogenèse, lipogénolyse, néoglucogenèse.
  - c)- Indique les organes dans les quels ont lieu ces réactions biochimiques.

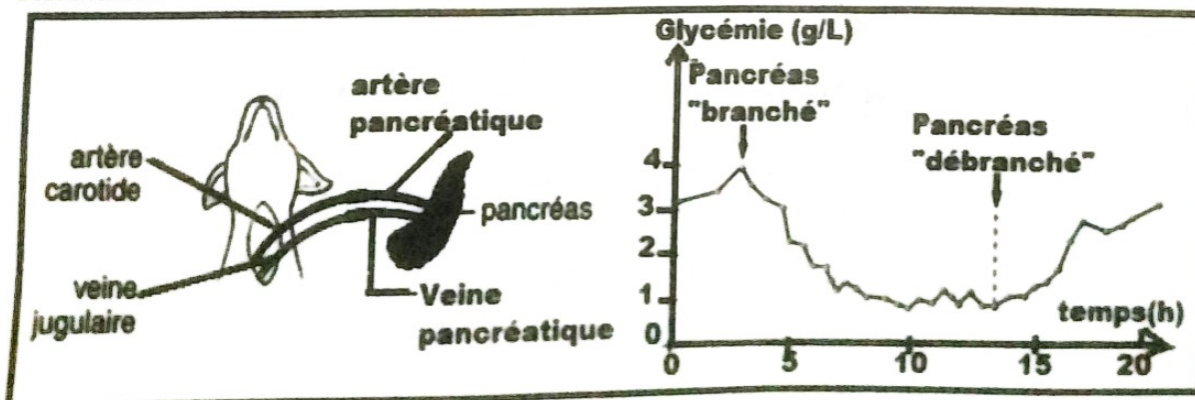
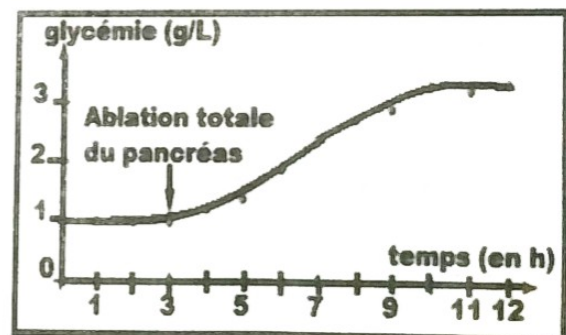
**SOUS-PROBLEME : QUEL EST LE ROLE DU PANCREAS DANS LA REGULATION DE LA GLYCEMIE?**

### ACTIVITE 3 :

Document 5 :

**Expérience 1 :** Expérience historique d'ablation du pancréas : Sur un lot de chiens, on réalise une ablation du pancréas et on mesure leur glycémie en fonction du temps après un repas riche en glucose. Les résultats sont consignés dans le graphique ci contre

**Expérience 2 :** Greffe d'un pancréas après ablation : Chez un chien pancréatectomisé depuis quelques heures, on « installe » un pancréas en le raccordant à la circulation sanguine de la région du cou (l'artère pancréatique reçoit le sang de l'artère carotide, et la veine pancréatique « se jette » dans la veine jugulaire). Chez un chien ainsi opéré, des prélèvements sanguins répétés permettent de suivre l'évolution de la glycémie pendant toute la durée de l'expérience. Après quelques heures, le pancréas est « débranché ».



Document 6 : Le pancréas est une glande qui possède une double structure : Des structures plus ou moins arrondies, formées de cellules jointives disposées autour d'une lumière centrale :

\*- les acini (au singulier : un **acinus**). Ils représentent 98% de la masse du pancréas.

\*- Des structures arrondies, plus grosses que les acini, mais nettement moins nombreuses, les **îlots de Langerhans** (2% de la masse pancréatique). Ils renferment 2 sortes de cellules, les cellules  $\beta$  au centre et les cellules  $\alpha$  à la périphérie.

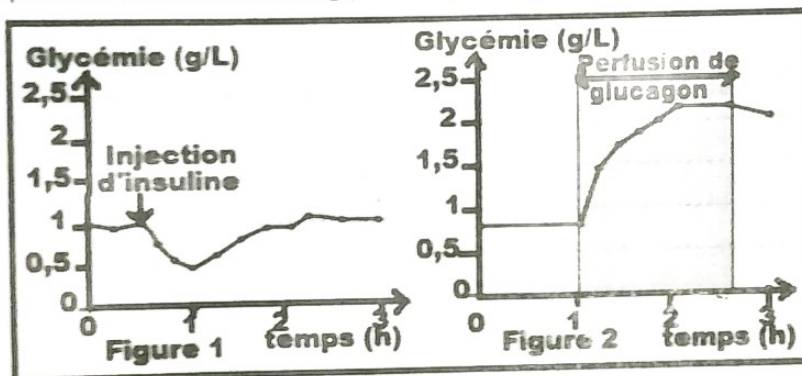
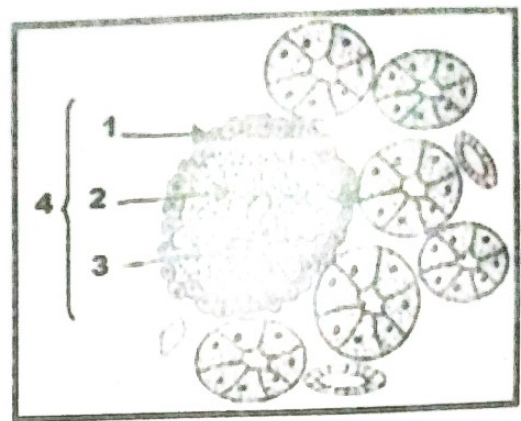
Document 7 :

**Expérience 1** : La destruction sélective des îlots de Langerhans par l'alloxane entraîne une hyperglycémie sévère mais pas de troubles digestifs.

**Expérience 2** : A partir des extraits pancréatiques, on a pu isoler deux substances : 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.

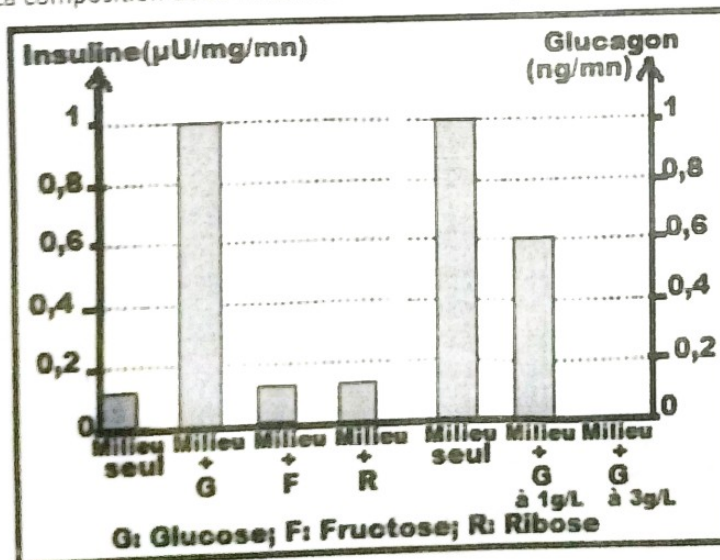
**Expérience 3** : La technique d'immunofluorescence permet le repérage des cellules  $\beta$  et des cellules  $\alpha$  : Des anticorps fluorescents « anti-insuline » sont injectés dans l'organisme, on constate qu'ils se fixent au niveau du pancréas sur les cellules bêta  $\beta$ . Des anticorps fluorescents « anti-glucagon » sont injectés dans l'organisme on constate qu'ils se fixent au niveau du pancréas sur les cellules alpha  $\alpha$ .

**Expérience 4** : Evolution de la glycémie après l'injection d'insuline et à la suite d'une perfusion de glucagon.



Document 8 : Des îlots de Langerhans sont isolés et mis en culture dans un milieu nutritif.

La composition de ce milieu est alors modifiée pour regarder l'effet sur les concentrations en insuline et glucagon.



Consigne :

- 1-Précise rôle du pancréas qui se dégage de l'analyse des résultats de l'expérience 1 du doc.5 ?
- 2-A partir de l'analyse du graphe de l'expérience 2 du document 5, indique le mode d'action du pancréas sur la glycémie.
- 3-A partir du document 6, Décris avec tes propres mots la structure du pancréas et identifie les structures désignées par des chiffres sur la figure y afférente.
- 4-A partir du document 7,
  - a)-Déduis de l'analyse des résultats de l'expérience 1, la structure pancréatique qui intervient dans la glycémie.
  - b)-Quelle précision apportent les résultats de l'expérience 2 sur le mode d'action du pancréas sur la

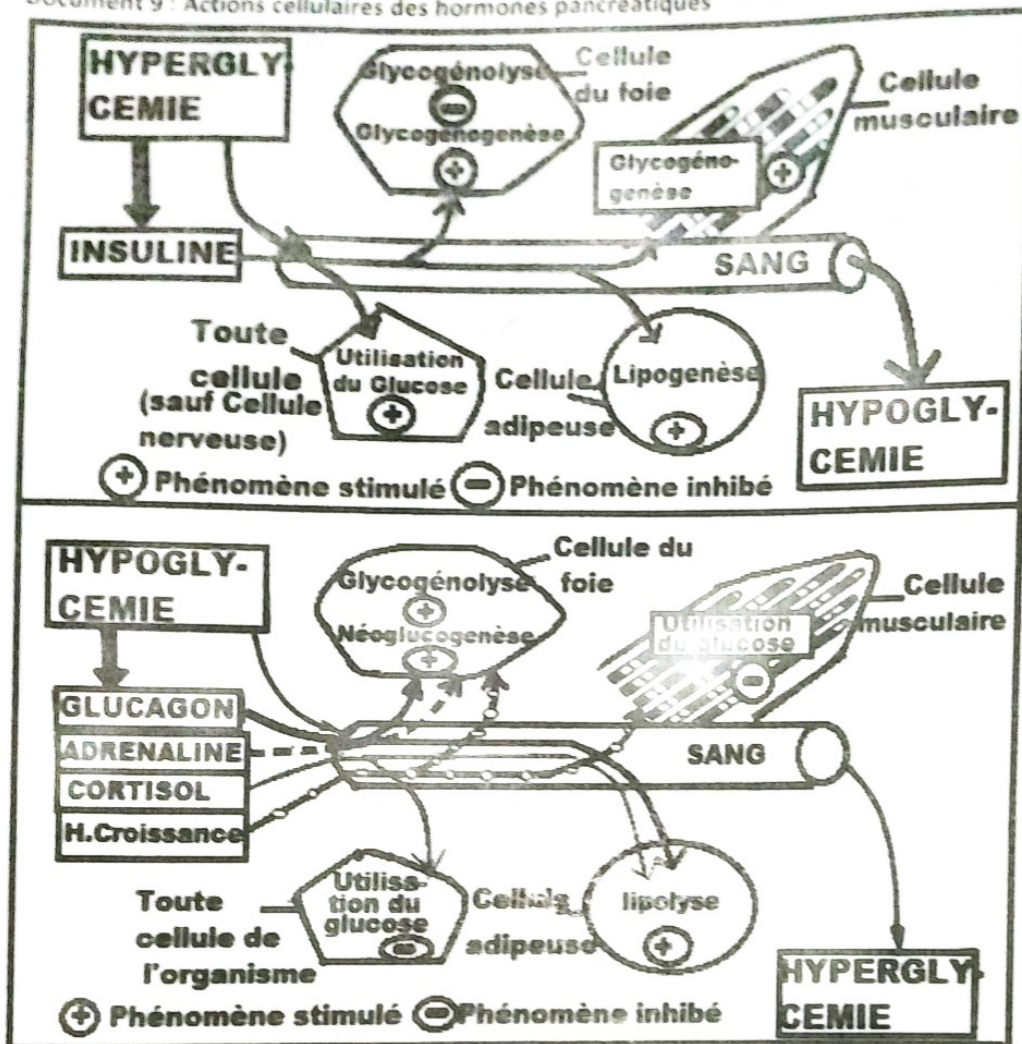
glycémie ?

- c)-A partir de l'analyse des résultats de l'expérience 3 nomme les cellules pancréatiques qui sécrètent chacune des hormones pancréatiques intervenant dans la régulation de la glycémie.
- d) - Dégage de l'analyse des graphes des figures de l'expérience 4, les rôles des hormones pancréatiques sur la glycémie.
- 5- A partir de l'analyse du graphe du Doc.8, explique comment le pancréas « sait » qu'il doit sécréter du glucagon ou de l'insuline.

Sous-Problème : QUELS SONT LES ORGANES CIBLES ET LES EFFETS BIOLOGIQUES DES HORMONES PANCRÉATIQUES ?

#### ACTIVITÉ 4 :

Document 9 : Actions cellulaires des hormones pancréatiques



Consigne :

1- A partir du document 9,

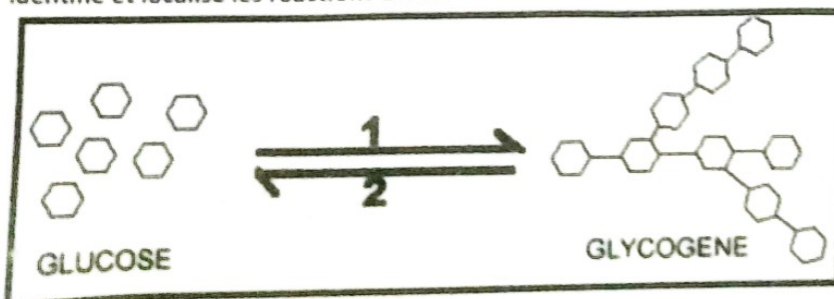
a)- explique les effets biologiques de chacune des hormones pancréatiques sur chaque cellule cible.

b)- Cite d'autres hormones intervenant dans la régulation de la glycémie et précise leur (s) action (s) respective (s).

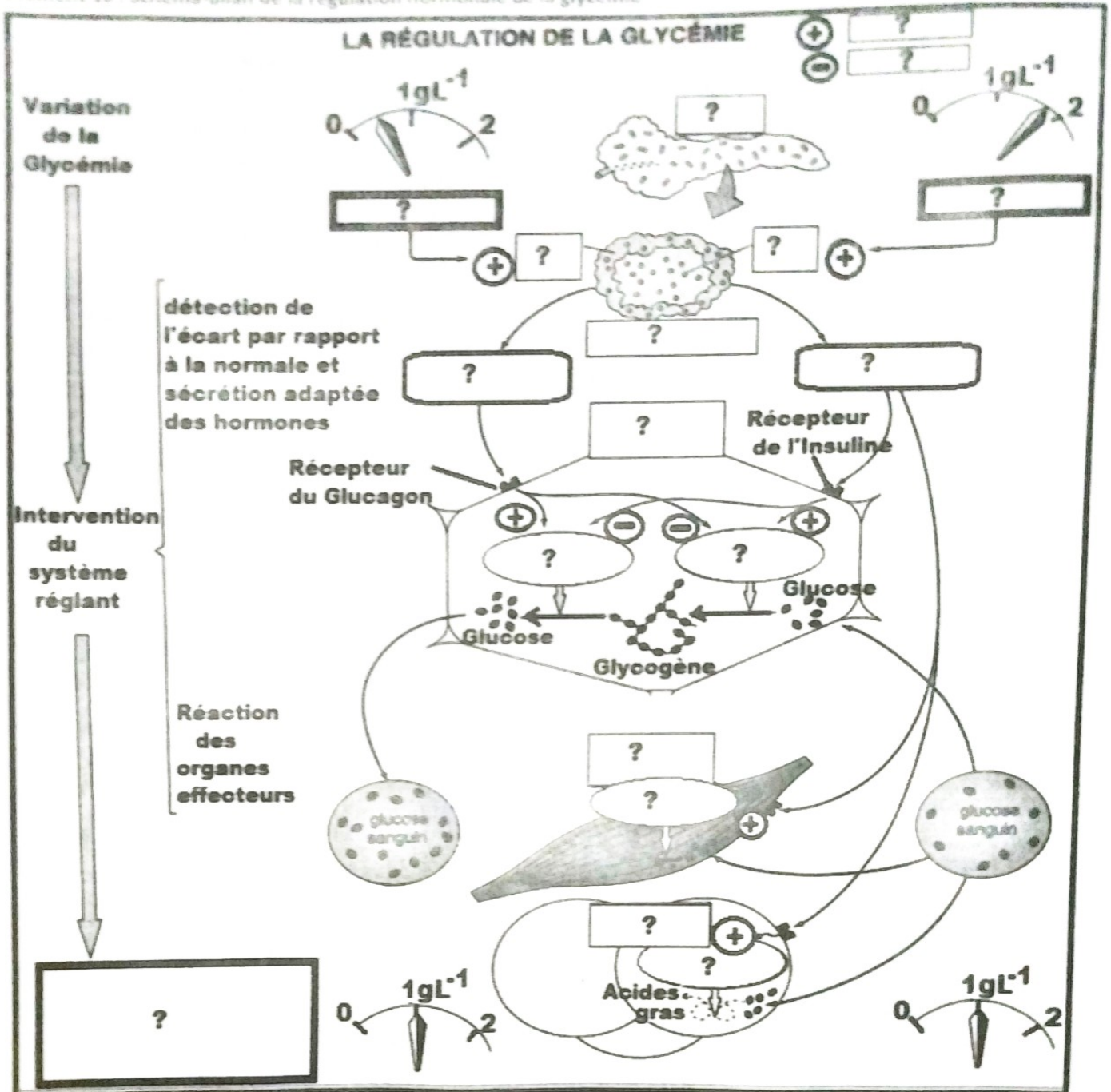
c)- Une hormone pour agir sur sa cellule cible doit se fixer sur des récepteurs spécifiques.

Formule une hypothèse permettant d'expliquer pourquoi le neurone n'est pas une cible des hormones pancréatiques.

3- L'équation suivante illustre la polymérisation et dépolymérisation du glycogène, identifie et localise les réactions 1 et 2.



Document 10 : Schéma-bilan de la régulation hormonale de la glycémie



Consigne :

« Il est possible de définir un système régulé comme un ensemble de mécanismes capables de maintenir une variable à une valeur constante en compensant les modifications de cette variable par des effets inverses de ceux de la variation d'origine. La variable à réguler est fixée à une certaine valeur, ou point de consigne. Toute modification de cette dernière est détectée par un capteur (...) dont le rôle est de comparer la valeur instantanée à la valeur attendue du point de consigne. S'il n'y a pas concordance entre les deux valeurs, un signal est émis vers un effecteur qui modifie la valeur de la variable en sens opposé à la variation d'origine. En effet, une variable ne peut être régulée qu'à la seule condition qu'une variation dans un sens soit compensée par une variation dans l'autre sens. »

1 - Complète le document 10 en remplaçant les points d'interrogation par les mots et expressions qui conviennent puis identifie : la valeur constante, la variable à réguler, les capteurs, les signaux, les effecteurs.

2 - En utilisant le document 10 complété répond aux questions suivantes :

a) - Après un repas riche en glucide ou lors du jeûne la glycémie est maintenue constante chez une personne en bonne santé.

Rédige un court paragraphe expliquant comment la glycémie est maintenue constante dans chacune des situations sus mentionnées

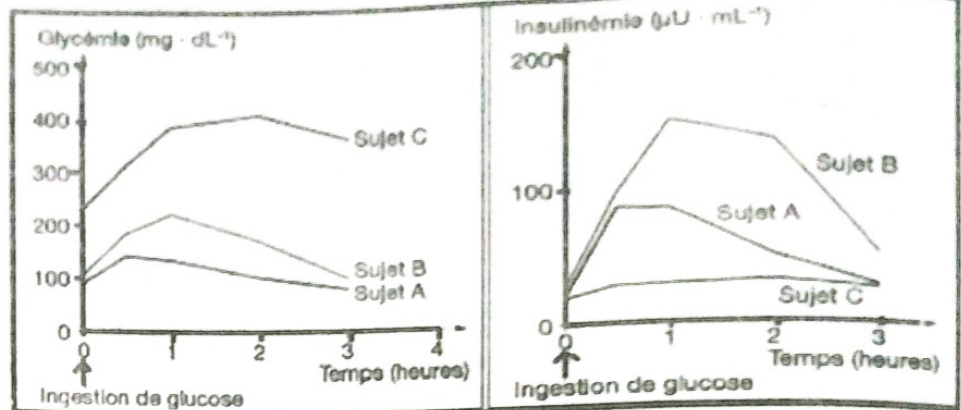
b) - Explique pourquoi la glycémie est qualifiée d'un système autorégulé.

c) - Chez certaines personnes ce système de régulation est défectueux. Cite quelques causes probables de ce dysfonctionnement.

# PROBLEME : QUELLES SONT LES CAUSES ET CARACTERISTIQUES DES DIABETES ?

## ACTIVITES :

**Document 11 :** Le médecin mesure l'évolution de la glycémie et de l'insulinémie chez trois individus suites à l'ingestion de 75 g de glucose (épreuve d'hyperglycémie provoquée). Il conclut que le sujet A est normal, que sujet B est diabétique non insulino-dépendant (type 2) et que sujet C est diabétique insulino-dépendant (type 1).



**Document 12 :** Oumou une lycéenne de 18 ans souffrant de diabète écrit à sa petite amie.

« Mon bilan sanguin effectué à l'hôpital a révélé une hyperglycémie, mais une insulinémie normale. Je suis donc diabétique. Je tiens cette maladie de ma mère. Dans ces derniers temps j'ai remarqué des signes qui m'ont inquiété :

- Depuis 4 mois, j'ai perdu 3,5kg alors que mon appétit ne cesse d'augmenter.
- J'ai tout le temps soif, je bois beaucoup d'eau et par conséquent j'urine beaucoup.
- J'ai des difficultés à digérer (je ne sais pas si ça peut être lié au diabète ou si cela vient du fait que je bois tellement d'eau que mon estomac a du mal à digérer...).
- Par moment, j'ai l'esprit embrouillé, un peu dans le flou, du mal à me concentrer...
- Je ressens une fatigue chronique.

Et, pour info, mon arrière-grand-mère faisait du diabète (et en est même morte... !)

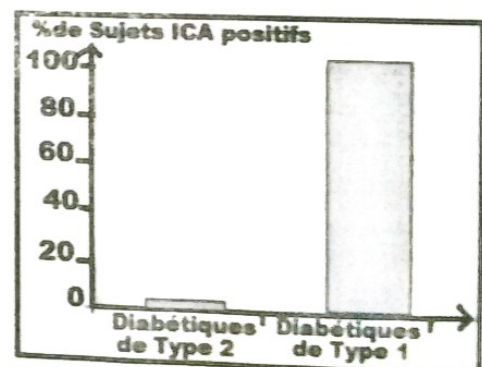
J'ai entendu dire que le diabète ne se soignait pas. Est-ce vrai ? J'ai un peu peur. »

## Document 13 : Origine du diabète

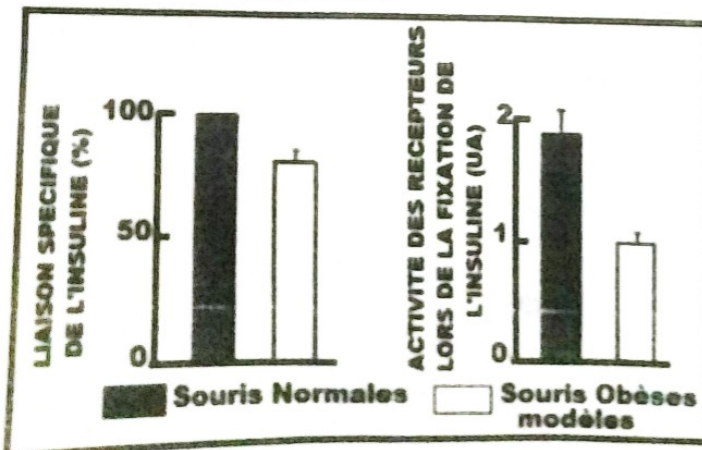
**Expérience 1 :** Résultats d'autopsies réalisées sur des individus **Expérience 2 :** On a recherché chez des patients Non diabétiques ou atteints de diabète de type 1 ou 2 diabétiques nouvellement diagnostiqués ceux

| Phénotype         | Masse totale du Pancréas | Masse du Pancréas Endocrine | Masse de cellules Endocrines |            |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
|                   |                          |                             | Cellules β                   | Cellules α |
| Non Diabétique    | 82 g                     | 1 395 mg                    | 850 mg                       | 225 mg     |
| Diabète de Type 1 | 40 g                     | 413 mg                      | 0 mg                         | 150 mg     |
| Diabète de Type 2 | 75 g                     | 1 445 mg                    | 825 mg                       | 375 mg     |

présentant des anticorps spécifiques des cellules des îlots (ICA pour isletcellantibody).



**Expérience 3 :** Les récepteurs à insuline sont extraits à partir de cellules musculaires squelettiques de souris normales ou obèses modèles. On mesure la capacité des récepteurs à se lier à l'insuline et leur activité suite à la fixation de cette hormone.



Consigne :

- 1-En utilisant le document 11,
  - a)- Trouve les arguments qui ont permis au médecin de tirer ses conclusions.
  - b)- Propose une (des) hypothèse(s) qui permettrait(en)t d'expliquer l'hyperglycémie observée chez chacun des deux patients diabétiques (B et C).
  - c)- Définis le terme diabète et cite les types de diabète en justifiant les qualificatif d'insulino-dépendant et de non insulino-dépendant.

2-En utilisant le document 12,

- a)- Cite les caractéristiques du diabète de Oumou.
- b)- Sachant que le diabète de type 2 affecte plutôt les

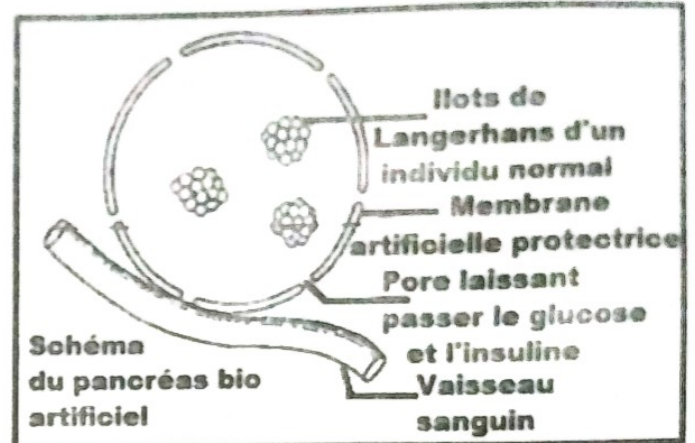
individus âgés de plus de 50 ans, identifie le type de diabète de Oumou.

c)- En utilisant tes connaissances montre que Oumou ne doit pas autant s'inquiéter.

3 - Analyser les résultats de chacune des expériences du document 13 et préciser la cause physiologique de chaque type de diabète.

4 - En utilisant tes connaissances sur la régulation de la glycémie et le schéma du pancréas bio artificiel, explique pourquoi le pancréas bio artificiel assure une meilleure régulation de la glycémie que l'injection répétée d'insuline.

5 - A partir de tous ces documents, montre que les diabètes 1 et 2 sont des conséquences du dysfonctionnement du système de régulation de la glycémie.



Sous- Problème : QUELS SONT LES FACTEURS FAVORISANT L'APPARITION DU DIABETE DE TYPE 2 ?

#### ACTIVITE 6 :

Document 14 : Des facteurs favorisant le diabète de type 2

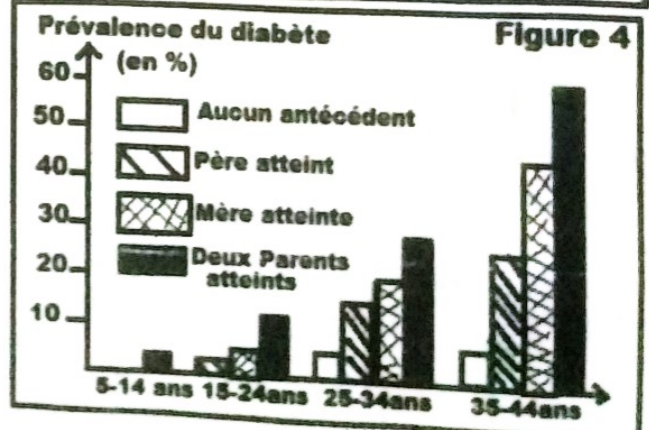
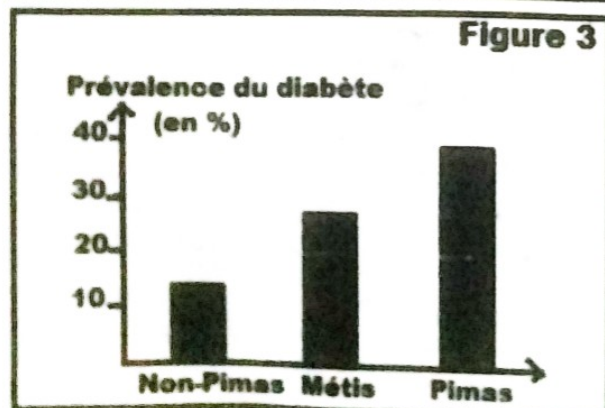
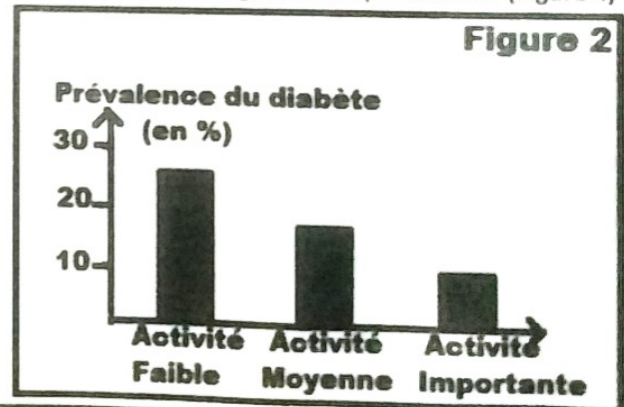
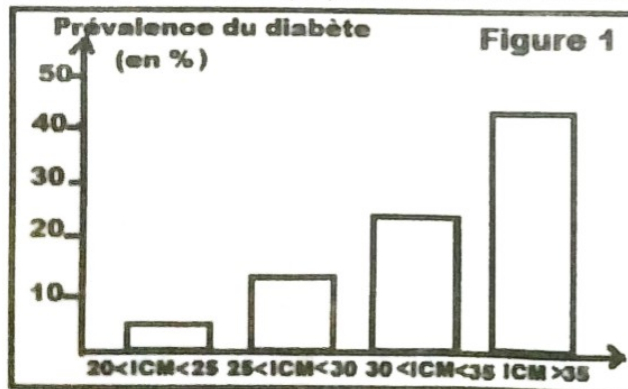
Plusieurs études épidémiologiques sont menées chez les Indiens Pima, une communauté restée génétiquement isolée des populations voisines pendant des siècles et présentant naturellement une forte prévalence (pourcentage d'individus atteints, tous cas confondus) du diabète de type 2.

**Expérience 1 :** Dans un premier temps, la population adulte est répartie selon son indice de masse corporelle (IMC) calculé en divisant la masse de l'individu (en kg) par sa taille (en m) élevée au carré. Sont considérés comme obèses les hommes dont l'IMC est supérieur à 25. (Figure 1)

**Expérience 2 :** Dans un deuxième temps, on isole une partie de la population présentant la même fourchette d'IMC et on compare la prévalence du diabète de type 2 selon le degré d'activité physique. La population est classée en trois sous-groupes. (Figure 2)

**Expérience 3 :** Dans un troisième temps, on isole également une partie de la population présentant la même fourchette d'IMC et on étudie la prévalence du diabète de type 2 chez les Indiens Pima de souche pure et chez les métis de première génération en la comparant à celle de la population nord-américaine voisine. (Figure 3)

**Expérience 4 :** Enfin, dans un dernier temps, la prévalence du diabète de type 2 est étudiée par tranche d'âge en comparant les individus qui possèdent ou non des antécédents génétiques à la génération précédente. (Figure 4)



Consigne :

Analyse ces données du document 14 et Conclue quant aux facteurs favorisant l'apparition du diabète de type 2.