

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**  
**E4 CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE : SCIENCES**

Toutes options

*Durée : 120 minutes*

---

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

*Les candidats traiteront chaque partie sur des feuilles séparées*

---

Le sujet comporte 10 pages

---

**PARTIE 1 : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE..... 10 points**  
**PARTIE 2 : SCIENCES PHYSIQUES..... 10 points**

*Les annexes A et B sont à rendre avec la copie après avoir été numérotées*

---

**Thème : La betterave sucrière**

**PREMIERE PARTIE : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE (10 points)**

La betterave est une plante cultivée dans le nord de la France - en particulier dans la Somme - pour extraire le sucre qu'elle produit grâce à la photosynthèse et qu'elle accumule dans sa racine. (**document 1**).  
Le **document 2** présente les caractéristiques de la Pégomyie ou mouche de la betterave, qui la parasite.

La Pégomye est un insecte de l'ordre des Diptères.

1. Justifier, à l'aide de la clé de détermination (**document 3**), l'appartenance de la mouche de la betterave à l'ordre des « Diptères ».
2. Légender la photo de l'**annexe A** (à rendre avec la copie) en indiquant les caractéristiques des insectes et celles des diptères (distinguer les deux types de caractéristiques en plaçant les légendes de part et d'autre du schéma).
3. Indiquer les caractéristiques d'un parasite à partir de cet exemple.
4. Le **document 4** montre les conditions climatiques dans la Somme en 2012. A l'aide des **documents 2 et 4**, justifier le fait que la Pégomyie a fait l'objet de surveillance cette année là.
5. En s'appuyant sur les **documents 1 et 2**, expliquer que l'on cherche à limiter le développement de la Pégomyie pour favoriser la production de sucre par la betterave.

6. Des produits insecticides peuvent être utilisés contre la Pégomyie pour limiter son développement. Pour la protection humaine et celle de l'environnement, il est conseillé de limiter l'utilisation de tels produits. Indiquer les risques potentiels de ce type de produits utilisés à dose élevée.

On extrait le sucre (saccharose) de la racine de la betterave pour la consommation humaine.

7. En vous appuyant sur le **document 5** et vos connaissances, justifier la phrase : « Consommés de temps en temps et en quantité raisonnable, les produits sucrés sont compatibles avec un bon état nutritionnel » (Site Manger-Bouger).
8. Cette phrase représente une recommandation nutritionnelle. Présenter deux autres recommandations et les justifier.

## DEUXIEME PARTIE : PHYSIQUE-CHIMIE (10 points)

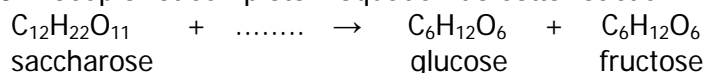
Une partie du sucre de table (saccharose) est tirée de la betterave sucrière. Un bref aperçu du procédé industriel qui permet cette production est donné dans le **document 6**.

### 1. Le saccharose

1.1 Citer l'appellation scientifique de la famille des sucres.

1.2 Au cours de la production du saccharose, au contact de l'eau, et sous certaines conditions de milieu, celui-ci peut se transformer en glucose et en fructose. Nommer cette transformation.

1.3 Recopier et compléter l'équation de cette réaction :



2. **Qualité de la matière première.** Afin de vérifier la teneur en saccharose du jus obtenu par pressage des cossettes, le technicien du laboratoire de l'usine de transformation va effectuer un dosage de celui-ci. Le pourcentage massique attendu doit être compris entre 10 et 15 %. Le protocole de ce dosage est donné au **document 7**.

2.1 Dosage acido-basique de la solution  $S_1$  d'acide lactique.

2.1.1 Ecrire l'équation de la réaction acido-basique support du dosage sachant que l'acide lactique noté AH est transformé en ion  $A^-$ .

2.1.2 En utilisant la courbe donnée en **annexe B** (à rendre avec la copie), déterminer le volume  $V_{\text{Beq}}$  d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Faire figurer sur la courbe les constructions qui ont servi à cette détermination.

2.1.3 En s'appuyant sur la réaction support du dosage, montrer que la concentration molaire  $C_A$  de la solution d'acide lactique diluée à déterminer a pour expression :  $C_A = \frac{C_B \times V_{\text{Beq}}}{V_A}$

2.1.4 Calculer la valeur de  $C_A$ .

2.2 Détermination de la teneur en saccharose du jus.

2.2.1 Calculer la concentration molaire  $C$  de la solution  $S$  en acide lactique.

2.2.2 L'acide lactique obtenu par fermentation a une concentration double de celle du saccharose. Montrer que la concentration en saccharose du jus sucré est :  $C_S = 0,24 \text{ mol.L}^{-1}$ .

2.2.3 En déduire la concentration massique  $C_m$  en saccharose.  $C_m = C_S \times M$  où  $M$  est la masse molaire du saccharose.  
On donne  $M = 342 \text{ g.mol}^{-1}$

2.2.4 En s'appuyant sur le tableau du **document 8**, dire si la teneur en saccharose du jus extrait est conforme à la valeur attendue.

3. **Production du sucre.** On dispose d'une tonne (1 000 kg) de jus à 10 % en masse de saccharose, à la température  $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Afin d'évaporer une partie de son eau et de concentrer ce jus, on le porte à la température  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  en un premier temps. En s'appuyant sur les données du **document 9**,

3.1 Calculer la valeur de l'énergie thermique  $Q$  nécessaire pour cela.

3.2 Cette énergie est apportée par combustion de gaz naturel (méthane), calculer la masse de ce gaz qu'il faut brûler pour cela.

3.3 Cette usine produit également du bioéthanol à partir du saccharose, indiquer quel est, en termes de développement durable, l'intérêt de remplacer le gaz naturel par le bioéthanol pour produire l'énergie thermique nécessaire à la production de saccharose.

## DOCUMENT 1

### La betterave



(source : <http://actumonc.free.fr/Dossiers/sucreb/sucre1.htm>)

## DOCUMENT 2

### La mouche de la betterave (*Pegomyia silacea*)

(D'après <http://www.quick-agro.fr>)

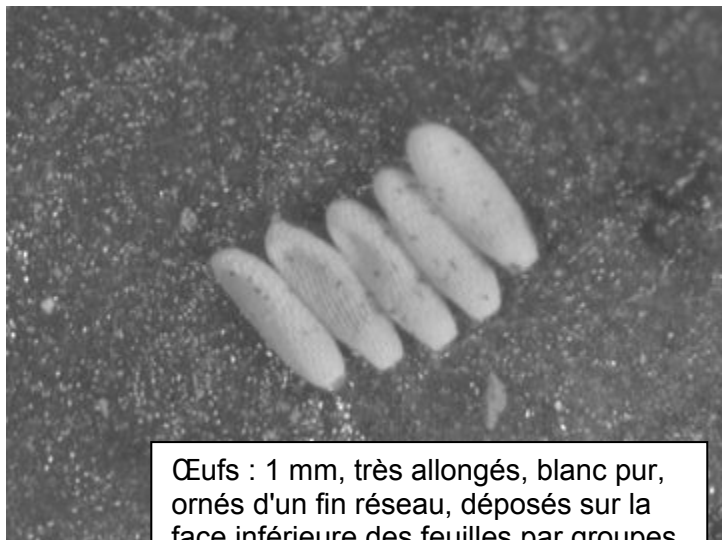
Les larves de couleur blanche apparaissent sur les feuilles en mai juin et attaquent la plante.

#### Symptômes :

- Au niveau des tissus détruits, apparition de taches translucides qui se dessèchent en brunissant.
- Les plantules meurent et les plantes développées s'affaiblissent, surtout lorsque les conditions de culture sont défavorables.

#### Développement :

- Nombreuses plantes-hôtes dont principalement les Betteraves sucrière et fourragère, mais aussi choux, Colza, Céleri, Carotte etc ... ainsi que de nombreuses adventices.
- Les fluctuations de population sont énormes et varient suivant les conditions climatiques et les agents biotiques.  
La Pégomyie est peu nuisible si le mois de mai est pluvieux et froid. En été, la sécheresse et la chaleur sont des facteurs limitants (létaux pour les larves et les œufs).  
L'hibernation a lieu dans le sol à l'état de pupes.
- L'adulte se nourrit de nectar, et de la sève s'écoulant des blessures.
- La fécondité est de l'ordre de 70 à 80 œufs dont la durée d'évolution est de 4 à 6 jours. L'éclosion est massive dès que la température s'élève.  
La durée de développement de la larve est de 15 jours avec 3 stades. En forme d'asticot, elle est longue de 6 à 8 mm, elle est de couleur blanc verdâtre. L'avant est pointu et laisse voir 2 crochets buccaux sombres. Elle possède des stigmates antérieurs avec 6 à 8 digitations.  
La pupes de couleur brun rouge est longue de 8 mm.
- Ce ravageur produit 3 générations par an.
- L'adulte de 1ère génération apparaît de mi-avril à fin mai et se déplace par temps chaud et sec. Il s'abrite sous les feuilles par temps pluvieux et froid. L'accouplement et la ponte ont lieu de début mai à fin juin. La femelle pond 3 à 8 œufs groupés par cycles successifs de 8 à 10 jours.
- La larve traverse l'enveloppe de l'œuf (chorion) en son point de contact avec la feuille et pénètre directement dans celle-ci. Elle creuse une galerie étroite entre les 2 épidermes. Les galeries des larves issues du même groupe d'œufs fusionnent.
- La nymphe se forme dans le sol à une profondeur variable suivant l'humidité.
- L'adulte de 2e génération apparaît vers la fin du mois de juin ou le début de juillet.
- Nympheose vers mi-août.  
L'adulte de 3e génération pond de début août à fin septembre.
- Les larves migrent au sol à partir de mi-août.
- La pupes entre en diapause en septembre.



Œufs : 1 mm, très allongés, blanc pur, ornés d'un fin réseau, déposés sur la face inférieure des feuilles par groupes de 3 à 6

Photos ©Coutin R. / OPIE

#### Dégâts :

- Les dégâts les plus graves sont dus aux larves de 1ère génération.
- Lorsque la betterave a dépassé le stade 6 (feuilles vraies), sa sensibilité est très réduite et les interventions ne sont plus nécessaires.

## DOCUMENT 3

### Petite clé pour les Insectes ailés (anciennement sous-classe des Ptérygotes)

**-A-Ailes étalées de chaque côté du corps ou relevées et appliquées l'une contre l'autre au repos mais jamais repliées en arrière sur l'abdomen; les ailes antérieures ne recouvrent jamais les postérieures :**

- A1 : présence d'appendices abdominaux en nombre impair : .....Ordre des Ephéméroptères  
A2 : présence d'appendices abdominaux en nombre pair : .....Ordre des Odonatoptères

**-B-Ailes au repos repliées en arrière sur l'abdomen :**

**B1 : 2 paires d'ailes :**

**B1-1 : Ailes antérieures entièrement durcies :**

**B1-11 : Ailes antérieures recouvrant la presque totalité de l'abdomen :**

**B1-110 : Ailes antérieures souvent épaisses (=élytres<sup>II</sup>); ailes postérieures repliées transversalement sous les élytres : .....Ordre des Coléoptères**

**B1-111 : Ailes antérieures moins nettement épaissies; ailes postérieures repliées longitudinalement**

⊗pattes postérieures adaptées au saut ..... Ordre des Orthoptères

⊗pattes postérieures non adaptées au saut :

≡cerques abdominaux bien développés pluri-articulés .....Ordre des Dictyoptères

≡cerques courts; aspect de brindille ..... Ordre des Phasmoptères

**B1-12 : Ailes antérieures plus courtes que la moitié du corps :**

**B1-120 : cerques en pinces.....Ordre des Dermaptères**

**B1-121 : pas de cerques.....voir Coléoptères famille des Staphylinides**

**B1-2 : Ailes antérieures présentant une partie durcie et une partie membraneuse; un rostre (sorte de petite aiguille sous la tête).....Ordre des Hémiptères-Hétéroptères**

**B1-3 : Ailes antérieures entièrement membraneuses :**

**B1-31 : un rostre**

**B1-310 : pièces buccales dans le rostre.....Ordre des Hémiptères-Homoptères**

**B1-311 : pièces buccales à l'extrémité du rostre; ailes de grande taille souvent tachetées**

..... Ordre des Mécoptères

**B1-32 : pas de rostre**

**B1-320 : trompe suceuse-lécheuses enroulée en spirale; ailes à écailles colorées**

..... Ordre des Lépidoptères

**B1-321 : trompe non enroulée en spirale; ailes poilues.....Ordre des Trichoptères**

**B1-322 : pas de trompe**

⊗cerques terminaux; ailes postérieures plus grandes que les antérieures...Ordre des Plécoptères

⊗pas de cerques

≡4 ailes de même surface

-ailes opaques .....Ordre des Mégaloptères

-ailes transparentes avec nombreuses nervures.....Ordre des Névroptères

≡ailes postérieures plus petites réunies en vol aux ailes antérieures par une rangée de crochets

(Attention apparemment 1 seule paire d'ailes !) .....Ordre des Hyménoptères ("Guêpes, Abeilles")

≡pattes postérieures adaptées au saut .....voir Ordre des Orthoptères

**B2 : 1 seule paire d'ailes :**

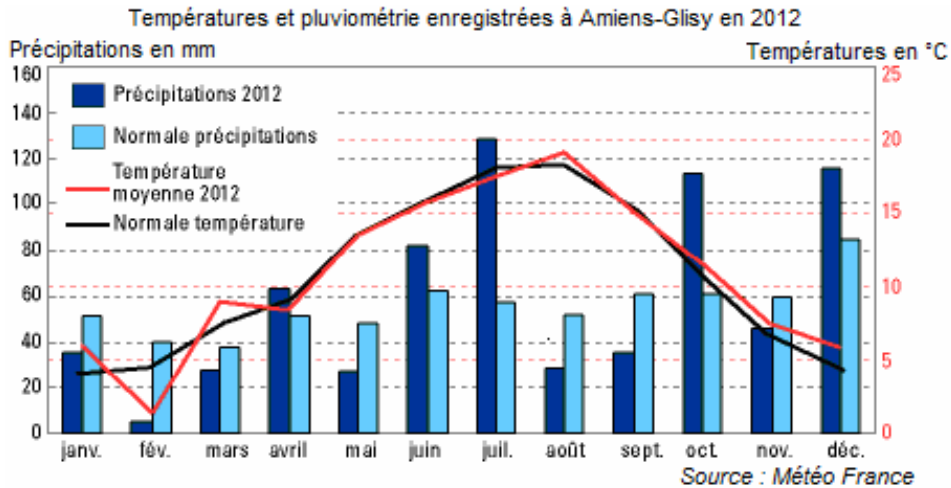
**B2-1 : Ailes membraneuses + 1 paire de balanciers ..... Ordre des Diptères**

**B2-2 : Ailes transformées en élytres et soudées.....voir Ordre des Coléoptères**

**-C-Absence d'ailes : voir autre clé**

D'après "Ecologie. Approche scientifique et pratique, 5e édition"

## DOCUMENT 4



## DOCUMENT 5

### **Glucides complexes et glucides simples**

(source : <http://www.mangerbouger.fr>)

#### **Définition des glucides alimentaires**

La famille des glucides alimentaires présente une grande diversité structurale et fonctionnelle. Ce sont des composants organiques formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Leur structure varie des sucres simples (monosaccharides comme le glucose ou le fructose ou disaccharides comme le saccharose) aux polymères plus complexes (tels que l'amidon) en passant par les oligosaccharides comportant 3 à 10 unités monomériques, et les polysaccharides (tels que les fibres alimentaires) dont le degré de polymérisation dépasse 10.

#### **Recommandation**

Pour les glucides, l'objectif du PNNS (Programme national nutrition santé) est d'en augmenter la consommation afin qu'ils contribuent à plus de 50 % des apports énergétiques journaliers :

- en favorisant la consommation des aliments sources d'amidon (les féculents) ;
- en réduisant de 25 % la consommation actuelle de sucres simples, essentiellement sous forme de glucides simples ajoutés contenus dans les boissons sucrées, les friandises, les desserts lactés, la plupart des biscuits, les viennoiseries, le chocolat, etc. ;
- en augmentant de 50 % la consommation de fibres (contenues dans les fruits, les légumes et les féculents, en particulier les légumes secs et les produits céréaliers complets).

#### **Rôles des glucides dans l'incidence de certaines pathologies**

Une consommation excessive de sucres simples, notamment de saccharose, a des conséquences défavorables sur l'équilibre nutritionnel et sur la santé. En revanche, une consommation insuffisante de glucides complexes et de fibres est associée à un risque plus élevé de certaines pathologies. La consommation excessive de sucres simples, et notamment de saccharose, peut favoriser le déséquilibre entre apports et dépenses énergétiques et augmenter le risque d'obésité. Cette consommation excessive est un facteur de risque reconnu de carie dentaire, quand l'hygiène bucco-dentaire est insuffisante. Elle peut également diminuer la densité nutritionnelle en micronutriments (quantité de vitamines et minéraux pour 100 kcal) de la ration alimentaire. En effet, la consommation de saccharose contribue à fournir des calories « vides » (qui ne s'accompagnent pas d'apports en vitamines et minéraux).

En revanche, plusieurs études de cohorte ont montré une corrélation inverse entre amidon, sucres complexes, fibres (essentiellement des glucides indigestibles) et athérosclérose. Récemment, plusieurs études prospectives ont montré qu'une alimentation à teneur élevée en fibres, riche en céréales complètes, de faible index glycémique, ou riche en fibres provenant de fruits et légumes, est associée à une réduction du risque cardiovasculaire et de diabète. Une alimentation enrichie en fibres alimentaires végétales, surtout celles solubles et visqueuses, en particulier les bêta-glucanes (son d'avoine), les pectines, le psyllium, induit une baisse de 5 à 10 % du cholestérol LDL en moyenne.

## DOCUMENT 6

### Etapes de la production du sucre à partir de la betterave

#### Etape 1 : lavage

Dès leur arrivée dans la sucrerie, les betteraves sont lavées pour les débarrasser de la terre, des pierres, de l'herbe ou de tout autre déchet indésirable.

#### Etape 2 : découpage, extraction et purification

Une fois lavées, les betteraves sont découpées en fines lamelles appelées « cossettes ». Ces cossettes sont ensuite pressées. Il en résulte un jus sucré (solution aqueuse de saccharose). Ce jus est ensuite débarrassé, par des procédés physico-chimiques, de toutes ses impuretés.

#### Etape 3 : évaporation et cristallisation

L'évaporation consiste à porter le jus de sucre filtré à ébullition dans des chaudières. Le dégagement de vapeur d'eau conduit à la concentration du jus sous forme d'un sirop très concentré en saccharose.

#### Etape 4 : le séchage et le conditionnement

Ce jus concentré subit d'autres concentrations, le saccharose est récupéré, humide. Il est ensuite essoré, séché et conditionné pour être commercialisé.

## DOCUMENT 7

### Dosage du saccharose contenu dans le jus sucré obtenu après extraction

- Le jus est tout d'abord transformé, par voie fermentaire, en une solution d'acide lactique appelée S.
- Cette solution est ensuite **diluée exactement 16 fois**, on obtient alors une solution diluée d'acide lactique nommée S<sub>1</sub>.
- Un volume V<sub>A</sub> = 20,0 mL de cette solution d'acide lactique S<sub>1</sub> est titré par une solution d'hydroxyde de sodium (Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>) de concentration C<sub>B</sub> = 5,00 × 10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>.
- Le dosage est suivi par pH-métrie. L'**annexe B** (à rendre avec la copie) présente le graphe pH=f(V<sub>B</sub>) d'évolution du pH au cours du dosage.

## DOCUMENT 8

### Concentration massique en fonction du pourcentage massique de solutions sucrées

pourcentage massique (%)	concentration massique (g/L)
10,0	79,87
10,5	85,0
10,9	90,13
11,4	95,26
12,4	105,52
12,9	110,65
13,0	112,90
13,8	120,91

## DOCUMENT 9

### Echauffement du jus sucré

Données :

- Expression de l'énergie thermique échangée lors d'un échauffement d'un corps de masse m, de capacité thermique c, de la température t<sub>1</sub> à la température t<sub>2</sub> : Q = m × c × (t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>).
- valeur de la capacité thermique du jus : c = 4,11 × 10<sup>3</sup> kJ.kg<sup>-1</sup>.
- Pouvoir calorifique du gaz naturel (méthane) : PCI = 50 × 10<sup>6</sup> J.kg<sup>-1</sup> (la combustion d'un kg de ce gaz fournit une énergie thermique de 50 × 10<sup>6</sup> J).



**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

**Prénoms :**

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE A (à compléter et à rendre avec la copie)**

N° ne rien inscrire

Caractéristiques des insectes

Caractéristiques des diptères



**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

**Prénoms :**

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE B** (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

--	--

graphe  $\text{pH} = f(V_B)$

