

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 **8** pages

PARTIE 1 : BIOLOGIE-ÉCOLOGIE..... 10 points

PARTIE 2 : PHYSIQUE-CHIMIE 10 points

L'annexe est à rendre avec la copie après avoir été numérotée

SUJET

Thème : De la production de tomates à leur utilisation

PARTIE 1 : Biologie - écologie

La tomate est un fruit charnu et tendre dont la production en France représente environ 600 000 tonnes. La consommation de tomates par habitant est en moyenne de 12 kg par an. Disponible toute l'année grâce aux différents modes de production, la tomate se prête à de nombreuses préparations.

En vous appuyant sur les **documents 1 et 2** :

1. Indiquer en quoi la tomate est un aliment diététique qui présente de nombreux atouts nutritionnels.
2. Montrer que certaines préparations à base de tomates comme le ketchup (**document 2**) peuvent conserver certains de ces atouts mais être aussi discutées sur le plan de la santé.

La production de tomates est sous l'influence du climat.

Le **document 3** regroupe les températures requises pour différentes phases de développement d'un pied de tomate et le **document 4** fournit des données climatiques pour deux stations : Lille et Perpignan.

3. Déterminer, en justifiant votre réponse, quelle station entre Lille et Perpignan est la plus favorable pour la production de tomates en vous basant sur les températures moyennes.

Afin de limiter l'influence du climat, la culture de tomates sous serre s'est largement développée. (**Document 5**)

4. Indiquer l'intérêt de ce type de production sous serre pour alimenter le marché français.
5. Montrer que cette culture a aussi des conséquences sur le plan environnemental.

Le **document 6** montre l'intérêt d'introduire des bourdons sous serre pour la production de tomates.

6. Expliquer le rôle des bourdons dans la production des tomates.
7. Relever les éléments qui expliquent pourquoi l'horticulteur utilise les bourdons plutôt que les abeilles.

PARTIE 2 : Physique-chimie

Un petit atelier de production est spécialisé dans la préparation de purée de tomates. Le procédé de fabrication comprend une série d'étapes, après nettoyage et broyage des fruits : particulièrement la concentration du jus pour obtenir la purée, le conditionnement et la stérilisation.

Les quatre parties suivantes sont indépendantes.

1- Préparation de la purée de tomates

Après broyage des pulpes de tomates, une partie de l'eau contenue dans le jus est éliminée afin d'obtenir une préparation plus épaisse. Cette opération est réalisée dans un appareil appelé concentrateur dont un extrait d'un catalogue est donné dans le **document 7**.

Il faut traiter 360 kg de jus de tomates par jour. Dans cet exercice, il va s'agir à l'aide des données du **document 7**, et en utilisant vos connaissances et les données fournies, d'indiquer quel est le broyeur dont le coût horaire d'utilisation est le plus économique.

Afin de répondre à cette question :

1.1 Montrer que les durées de fonctionnement de chacun des deux appareils pour traiter 360 kg de jus de tomates sont respectivement de 12 h et 7,2 h.

1.2 Calculer, en kilowattheure (kW.h), les énergies E_1 et E_2 consommées par chacun des deux concentrateurs pour effectuer cette tâche.

1.3 Calculer le coût de cette opération pour les deux appareils et répondre à la question posée.

Données : $E = P \times \Delta t$ où P est la puissance absorbée par un appareil et Δt est sa durée de fonctionnement.

Le prix du kilowattheure est : 0,10 €.

2- Désinfection aux UV

L'atelier de production a investi dans l'achat d'un dispositif de désinfection des tomates aux radiations ultraviolettes dites : UV.

La stérilisation aux UV a pour objectif de détruire les bactéries et les champignons qui se trouvent à l'état naturel en surface de la tomate. Les tomates seront ainsi exposées pendant quelques secondes aux UV. Cette irradiation s'effectue grâce à des lampes UV.

2.1 Compléter le spectre des ondes électromagnétiques fourni en **Annexe** (à rendre avec la copie après avoir été numérotée), deux réponses sont attendues.

2.2 La fréquence de la radiation UV utilisée est $f_{UV} = 5 \times 10^{15}$ Hz. Celle d'un rayonnement infrarouge IR est : $f_{IR} = 0,2 \times 10^{15}$ Hz. Les rayonnements UV sont utilisés pour la désinfection car ils sont porteurs de plus d'énergie que les rayonnements IR. En utilisant une relation que l'on citera, justifier cette affirmation.

3- La consommation de la purée de tomates

La purée de tomates est utilisée en cuisine. C'est un aliment acide, son acidité est exprimée en grammes d'acide citrique ($C_6O_7H_8$) pour 100 g de produit. Pour la purée couramment vendue en France cette acidité est de l'ordre de : 15 g d'acide citrique pour 100 g de purée.

3.1 Montrer que la quantité de matière (ou nombre de moles) $n_{C_6O_7H_8}$ d'acide citrique qui serait présent dans 100 g de purée a une valeur voisine de : 0,08 mol.

Donnée : masse molaire de l'acide citrique : $M = 192 \text{ g.mol}^{-1}$.

3.2 L'acidité est due à la présence d'ions H^+ . On montre que le nombre de moles des ions H^+ dans la purée de tomate, notée : $n_{H^+} = 3 \times n_{C_6O_7H_8}$. Calculer n_{H^+} .

3.3 Un chimiste cuisinier utilise 100 g de purée de tomate pour préparer un plat, mais il veut réduire l'acidité de sa préparation. Il sait que les ions HCO_3^- réagissent avec les ions H^+ pour donner de l'eau et du dioxyde de carbone.

a) Écrire l'équation chimique de la réaction des ions H^+ sur les ions HCO_3^- .

b) Les ions HCO_3^- sont présents dans le bicarbonate de sodium $NaHCO_3$, calculer la masse molaire du bicarbonate de sodium

Données : Masses molaire en g/mol : Na : 23 C : 12 H : 1 O : 16

c) Le plat préparé contient environ 0,24 moles d'ions H^+ . De l'équation chimique de neutralisation on tire que : $n_{NaHCO_3} = n_{H^+}$. Calculer le nombre de cuillers à café de bicarbonate de sodium qui seront nécessaires pour neutraliser la moitié de l'acidité.

Données : masse d'une cuiller à café de bicarbonate de sodium : 5 g.

4- Les sucres de la tomate

La présence de sucres dans les tomates présente un intérêt d'un point de vue culinaire. Au cours de la préparation de sauce bolognaise par exemple, une réaction de combinaison entre les sucres de la tomate et les protéines de la viande, appelée réaction de Maillard, développe des arômes agréables. Les sucres présents dans la tomate sont essentiellement le glucose et le fructose.

4.1 Indiquer à quelle famille de biomolécules appartiennent le glucose et le fructose.

4.2 La réaction de Maillard met en jeu le groupe carbonyle de ces molécules. Sur l'**Annexe (à rendre avec la copie)**, entourer et nommer les groupements fonctionnels sur la molécule de fructose et de glucose.

DOCUMENT 1

Valeurs nutritionnelles de la tomate et du ketchup

Teneur en eau de la tomate : 93 à 95 %

Le ketchup est un condiment populaire, habituellement élaboré à partir de sauce tomate, de vinaigre et de sucre. Il est possible de faire son ketchup maison.

Informations nutritionnelles			
Tomates rouges ▾			
Valeur pour 100 grammes			
Calories 18			
Lipides 0,2 g			
Acides gras saturés 0 g			
Acides gras poly-insaturés 0,1 g			
Acides gras mono-insaturés 0 g			
Cholestérol 0 mg			
Sodium 5 mg			
Potassium 237 mg			
Glucides 3,9 g			
Fibres alimentaires 1,2 g			
Sucres 2,6 g			
Protéines 0,9 g			
Vitamine A	833 IU	Vitamine C	13,7 mg
Calcium	10 mg	Fer	0,3 mg
Vitamine D	0 IU	Vitamine B6	0,1 mg
Vitamine B ₁₂	0 µg	Magnésium	11 mg

Informations nutritionnelles			
Ketchup			
Valeur pour 100 grammes			
Calories 112			
Lipides 0,2 g			
Acides gras saturés 0,1 g			
Acides gras poly-insaturés 0,1 g			
Acides gras mono-insaturés 0,1 g			
Cholestérol 0 mg			
Sodium 907 mg			
Potassium 315 mg			
Glucides 26 g			
Fibres alimentaires 0,3 g			
Sucres 22 g			
Protéines 1,3 g			
Vitamine A	513 IU	Vitamine C	4,1 mg
Calcium	16 mg	Fer	0,4 mg
Vitamine D	0 IU	Vitamine B6	0,2 mg
Vitamine B ₁₂	0 µg	Magnésium	15 mg

DOCUMENT 2

Le ketchup: un condiment bon pour la santé?

<https://docteurbonnebouffe.com/ketchup-ami-ou-ennemi/>

Le ketchup est fait essentiellement à partir de tomates dont les principaux atouts nutritionnels sont sa richesse en vitamine C et en lycopène, un caroténoïde (un pigment naturel) qui donne cette fameuse couleur rouge aux tomates. Celui-ci a l'avantage d'être un puissant anti-oxydant : il permettrait de limiter, en effet, le processus de formation de radicaux libres qui accélèrent le vieillissement des cellules et le développement de cellules malignes – d'où son action dans la prévention des maladies cardio-vasculaires et de certains cancers... Autre point positif : le ketchup contient, en règle générale, peu de graisses et apporte un faible nombre de calories (environ 110 calories pour 100 grammes), ce qui en fait un condiment moins calorique que la mayonnaise ou la sauce américaine.

Enfin, les ketchups ne contiennent pas de conservateur additionnel conformément à la législation qui interdit la présence de conservateurs dans le ketchup (la présence de conservateurs est d'ailleurs rendue inutile grâce à la présence notamment du vinaigre), ni de colorant car la tomate comporte naturellement des colorants : le fameux lycopène.

DOCUMENT 3

Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate

Phases	Températures (°C)		
	Minimales	Optimales	Maximales
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Développement de la couleur rouge	10	20-24	30

D'après La culture de la tomate Agromisa Foundation, 2005

DOCUMENT 4

Données climatiques (Températures) de deux stations : Perpignan et Lille

Les chiffres correspondent à des mesures de la température moyenne, minimale et maximale, mensuelle effectuées dans deux villes de France métropolitaine sur plusieurs années.

TABLE CLIMATIQUE PERPIGNAN

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	7.8	8.7	11.4	13.9	17.2	20.9	23.8	23.6	20.9	16.2	11.9	8.8
Température minimale moyenne (°C)	3.8	4.6	7.1	9.3	12.6	16.1	18.7	18.7	16.5	12.1	8	5.2
Température maximale (°C)	11.8	12.8	15.8	18.6	21.9	25.8	28.9	28.5	25.3	20.3	15.8	12.5

TABLE CLIMATIQUE LILLE

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	2.8	3.4	6.2	9.3	12.6	15.4	17.1	17.3	15.2	11	6.6	3.6
Température minimale moyenne (°C)	0.4	0.6	2.5	5.1	8.1	10.7	12.4	12.6	10.9	7.5	4	1.4
Température maximale (°C)	5.2	6.2	10	13.5	17.1	20.2	21.9	22.1	19.6	14.5	9.3	5.9

DOCUMENT 5

Des tomates (...) au bon goût d'effet de serre

<https://www.bastamag.net/Des-tomates-bretonnes-au-bon-gout>

La Bretagne n'élève pas seulement des cochons et des volailles. Elle est aussi la première région française productrice de tomates : 200 000 tonnes y sont ramassées chaque année. Une « prouesse » qui nécessite une grande consommation d'énergie et multiplie les émissions de CO₂.

Douze kilos : c'est la quantité moyenne de tomates que mangent les Français chaque année. Avis aux fans de ce fruit-légume originaire d'Amérique du Sud, s'ils veulent en manger 12 mois par an : de novembre à mai, les tomates sont importées, essentiellement du Maroc et d'Espagne, où le soleil brille plus chaudement (...) Les premières tomates cultivées en France arrivent du Sud-Est à la mi-février. À partir du mois de mars apparaissent sur les étals des tomates de Bretagne, première région productrice de l'Hexagone.

Les tomates hors-sol poussent dans la laine de verre

Pour devancer le printemps, on les fait passer du plein air aux serres chauffées. Et de la terre à la laine. « *On avait beaucoup de problèmes de maladies, liées au sol, témoigne un producteur breton. Du coup, on a décidé de se passer de sol. Les tomates poussent désormais dans de la laine de roche et/ou de verre, ou plus souvent dans la fibre de coco. On leur amène au goutte-à-goutte tout ce qu'il leur faut en éléments nutritifs et en eau.* »

Le « boom » des tomates en Bretagne, terre traditionnelle de production légumière a commencé au début des années 1990. (...) La Bretagne devrait cette année produire environ 200 000 tonnes de tomates, sur 600 000 au total en France. Mais le « hors-saison » coûte cher : les dépenses énergétiques (chauffage essentiellement, mais aussi éclairage et irrigation) représentent 30 % des coûts directs de production. Pour une exploitation de deux hectares de serres (surface moyenne dans l'Ouest), cela représente entre 280 000 et 340 000 euros par an ! Pour produire un kilo de tomates, il faut dépenser 13 kWh. Soit la consommation quotidienne d'une famille de quatre personnes dans une maison bien isolée.

« *Des aliments produits localement mais "hors-saison" sous serre chauffée pourront consommer plus d'énergie et rejeter plus de gaz à effet de serre que des produits importés de pays où ils sont cultivés en plein air, même en incluant le transport* », précise l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) dans un avis publié en avril dernier. Pour réduire les coûts, quelques systèmes de cogénération, alimentés au gaz naturel, ont été mis en place. Ils permettent de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Une partie du CO₂ libéré est réinjecté dans les serres. Mais ces systèmes « *restent compliqués à mettre en œuvre* », selon le CERAFEL, premier groupement breton de producteurs de légumes. « *Et les coûts de rachat par EDF de l'électricité produite ne sont pas, pour l'instant, très intéressants pour les producteurs.* »

DOCUMENT 6

les bourdons volent au secours de l'horticulture.

Les bourdons sont de bons pollinisateurs. Depuis une dizaine d'années, l'horticulture sous abri les utilise pour la pollinisation des cultures (tomates, poivrons, melons ...). En plaçant des ruches au milieu des serres, l'horticulteur s'épargne le fastidieux travail de la pollinisation mécanique. Le document qui suit explique pourquoi l'horticulteur utilise le bourdon plutôt que l'abeille.

Utilisation du bourdon en horticulture


Les bourdons sont des pollinisateurs plus efficaces que les abeilles. Leur plus grande taille leur permet de butiner plus de plantes par visite, plus de fleurs par minute (en moyenne 20 à 30) et de mieux atteindre le pistil et les étamines. Le climat a également moins d'influence sur leur comportement que sur celui des autres insectes pollinisateurs. Les bourdons sont actifs à de basses températures (à 5 °C, ils butinent encore) et à faible intensité lumineuse. Par contre, ils sont moins actifs pendant des chaleurs extrêmes. La pluie, le vent et le temps nuageux ont peu d'influence sur leur comportement. Les abeilles,

au contraire, ne butinent pas à des températures inférieures à 10 °C, ni par temps pluvieux ou nuageux ni lors des tempêtes de force 7 ou plus. Enfin, les bourdons pollinisateurs introduits en cultures, ne s'envolent pas en masse à l'extérieur, pendant l'ouverture des ouvrants des serres, à la recherche de meilleure source de nourriture. Ceci provient du fait que les bourdons ne peuvent pas communiquer entre eux comme le font les abeilles qui s'informent de la présence de meilleure nourriture à l'extérieur.

D'après : « Notice technique Koppert »

DOCUMENT 7

Extrait d'un catalogue de matériel d'industrie agroalimentaire concernant des concentrateurs

	Concentrateur N°1	Concentrateur N°2	
	Caractéristiques (lues sur la plaque signalétique)		
	Capacité de traitement : 30 kg à l'heure	Capacité de traitement : 50 kg à l'heure	
45 kW	400 V/230 V	60 kW	400 V/230 V
50 Hz		50 Hz	

NOM :

EXAMEN :

(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Date de naissance :

Centre d'épreuve :

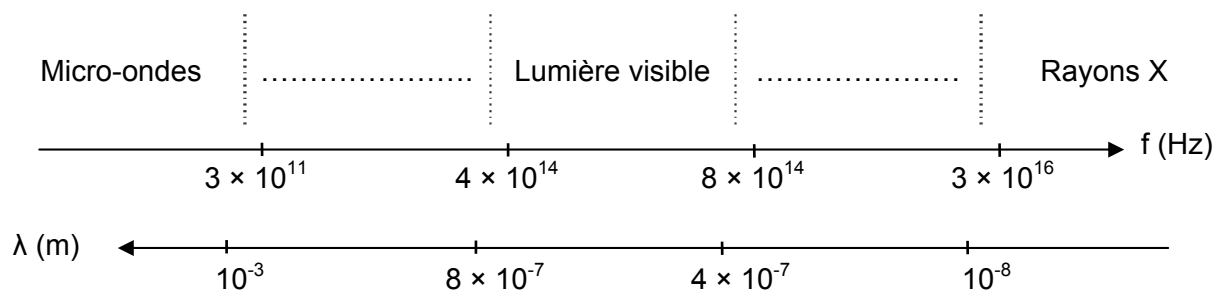
Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE (à compléter, numéroté et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Question 2.1 : Compléter le spectre des ondes électromagnétiques, deux réponses sont attendues.



Extrait du spectre des ondes électromagnétiques
f est la fréquence et λ la longueur d'onde

Question 4.2 : Entourer et nommer le groupement fonctionnel contenant le groupe carbonyle sur la molécule de fructose et sur celle de glucose.

Le glucose	Le fructose
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $
Nom du groupement fonctionnel contenant le groupe carbonyle présent dans cette molécule :	
.....