

DST « énergie et cellule vivante »

2^{ème} PARTIE – Ex.2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances. 5 pts.

La diminution des réserves de carburants fossiles rend nécessaire le développement de nouvelles sources d'énergies, notamment, la production de biocarburants. Actuellement ceux-ci peuvent être produits à partir de la culture de certaines espèces : soja, moutarde, palmier à huile mais aussi algues vertes unicellulaires.

À partir de la mise en relation des données des documents et des connaissances, montrer que certaines molécules organiques produites lors de la photosynthèse peuvent être à l'origine des biocarburants. Justifier par ailleurs les conditions de culture à privilégier par les industriels pour obtenir une production optimale de biocarburants.

Document 1 : conditions de cultures d'algues vertes

Des algues vertes unicellulaires dotées de chloroplastes sont cultivées dans différents milieux. Le premier jour (J0) et le 7^e jour (J7), on mesure à l'aide d'un spectrophotomètre l'absorbance de la lumière des suspensions d'algues.

Absorbance en unités arbitraires	A la lumière		A l'obscurité	
	Milieu avec ajout de CO ₂	Milieu sans ajout de CO ₂	Milieu avec ajout de CO ₂	Milieu sans ajout de CO ₂
J0	0,05	0,05	0,05	0,05
J7	0,62	0,15	0,05	0,05

L'absorbance est la mesure de l'absorption d'un faisceau lumineux par la suspension d'algues. Cette valeur est proportionnelle à l'abondance des algues.

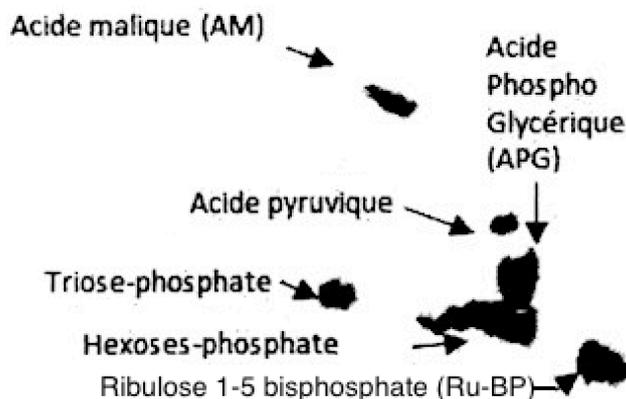
D'après <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/culturedecellules/chlorelles.htm>

Document 2 : expérience historique de Calvin

Des algues vertes unicellulaires sont placées dans un bioréacteur éclairé contenant un milieu nutritif adéquat. On leur fournit du CO₂ radioactif.

Résultats de l'expérience de Calvin : des chromatographies sont réalisées à partir des constituants des algues puis leur radioactivité est révélée.

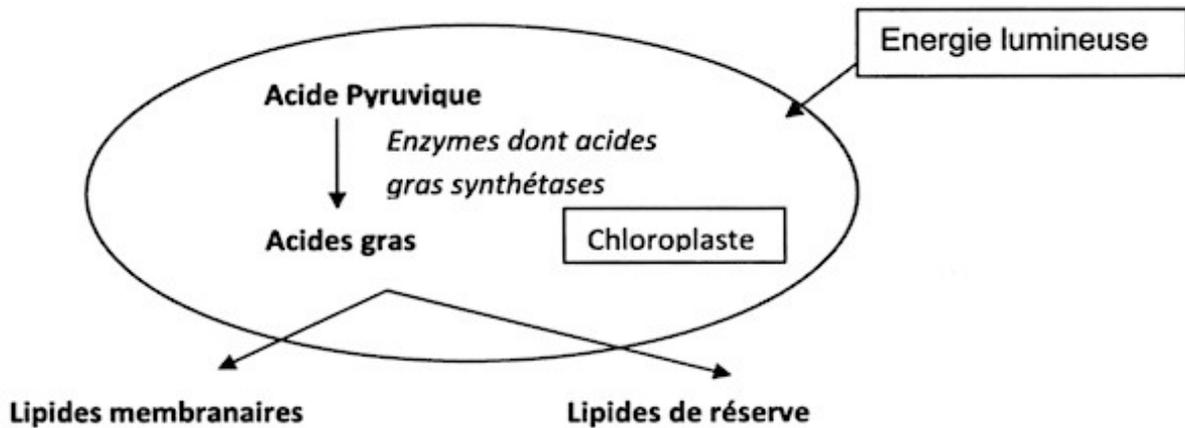
Le chromatogramme ci-dessous montre les composés radioactifs obtenus, lorsque les algues sont mises en contact avec le CO₂ radioactif durant 5 secondes. Tous ces composés radioactifs sont des molécules organiques.



D'après <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/culturedecellules/chlorelles.htm>

Document 3 : synthèse des lipides dans les cellules chlorophylliennes

Dans le chloroplaste éclairé, de petites molécules sont d'abord produites et la synthèse d'acides gras se réalise grâce à des acides gras synthétases (enzymes du chloroplaste). Les acides gras entrent dans la constitution de lipides soit membranaires, soit de réserve.



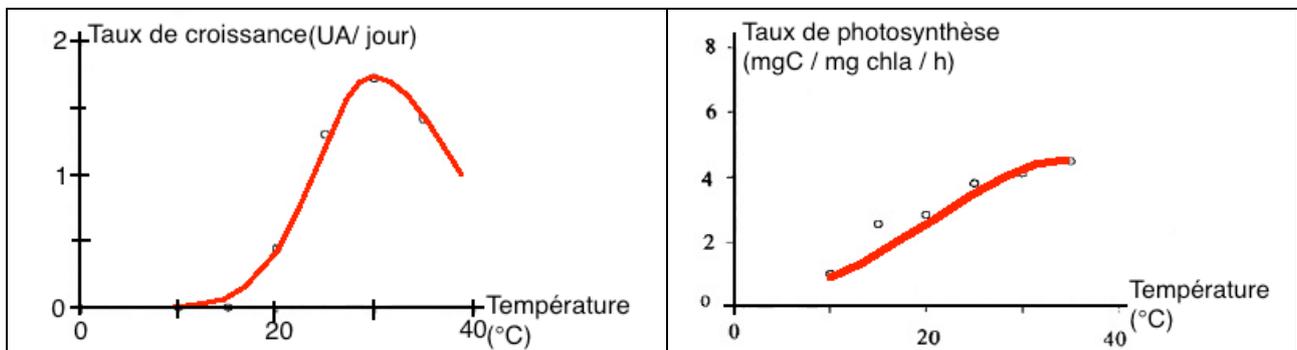
Les algues unicellulaires cultivées dans des milieux appropriés accumulent de grandes quantités de lipides de réserve. Ils sont extraits, puis leur raffinage permet de produire des biocarburants.

D'après « dossier pour la science » N° 73 Octobre-Décembre 2011 et « Biofutur: un carburant à base d'huile d'algue » 14 Avril 2004.

Document 4 : taux de croissance et de photosynthèse d'algues unicellulaires photosynthétiques (*Scenedesmus crassus*) en fonction de la température.

Le taux de croissance de la population d'algues unicellulaires (exprimé en UA/ jour) est proportionnel à leur multiplication dans le milieu de culture.

Le taux de photosynthèse a été mesuré en masse (mg) de Carbone assimilé par mg de chlorophylle a et par heure (mg C.mg chla⁻¹.h⁻¹).



D'après l'article de M. Derraz, A. Dauta, J. Capblancq, M. Abassi (1995)

Correction

Pbtq. On veut montrer que certaines molécules organiques produites lors de la photosynthèse peuvent être à l'origine de biocarburants. Par ailleurs, on va rechercher quelles sont les conditions de culture les plus favorables pour obtenir une production optimale.

Attention : il s'agit ci-dessous des éléments attendus. La démarche (non exposée ici) peut varier, mais il faut qu'elle soit construite, logique, cohérente et rigoureuse. Elle doit au minimum contenir les éléments suivants :

Notions tirées des documents :

- **Document 1.** On cultive des algues vertes unicellulaires chlorophylliennes sous diverses conditions (lumière ou obscurité, CO₂ ou non). On regarde comment évolue la population d'algues au bout de 7 jours par mesure de l'absorbance.
- A la lumière avec CO₂, l'absorbance de la solution augmente à J7 (x 12) : les algues se sont multipliées.
- A la lumière sans CO₂, l'absorbance de la solution n'augmente que très peu à J7 (x 3) : les algues ne se sont que très peu multipliées. Le CO₂ est nécessaire à l'accroissement de la population.
- A l'obscurité avec ou sans CO₂, l'absorbance de la solution ne varie pas à J7 : les algues ne se sont pas multipliées. La lumière est donc nécessaire à leur multiplication.
- Les algues sont chlorophylliennes : elles font la photosynthèse. Elles nécessitent lumière et CO₂ pour synthétiser leur MO (synthèse d'énergie chimique à partir d'énergie lumineuse) et donc se multiplier.
- **Document 2.** Des algues unicellulaires sont éclairées, cultivées en milieu adéquat et on leur fournit du CO₂ radioactif. On fait ensuite une chromatographie révélant la radioactivité issue du C radioactif (5 s).
- On remarque la présence de plusieurs « taches » radioactives correspondant à des molécules organiques : C5P2 (Ru-BP), C3P, APG qui sont des molécules du cycle de Benson-Calvin réalisé dans le stroma chloroplastique (phase chimique de la photosynthèse), et d'autres molécules comme l'acide malique et l'acide pyruvique.
- La synthèse de molécules organiques à partir du CO₂ (incorporé et réduit) dans le cycle de BC permet donc la synthèse d'autres molécules comme l'acide malique et l'acide pyruvique.
- *Note : dans cet exercice il n'est pas forcément utile de développer le cycle de BC (C5P2 en tant qu'accepteur du CO₂, synthèse d'APG puis de C3P).*
- **Document 3.** On étudie la synthèse des lipides dans les cellules chlorophylliennes. On remarque qu'à partir de l'acide pyruvique synthétisé à partir du cycle de BC, des enzymes dont des acides gras synthétases peuvent synthétiser des acides gras qui entrent dans la constitution de lipides soit membranaires, soit de réserve.
- Les lipides de réserve sont extraits, puis leur raffinage permet de produire des biocarburants.
- **Document 4.** On étudie le taux de croissance et de photosynthèse d'algues unicellulaires photosynthétiques (*Scenedesmus crassus*) en fonction de la température.
- Le taux de croissance de la population des algues est proportionnel à leur multiplication dans le milieu de culture. On constate que le taux de croissance varie suivant la température, et qu'il atteint un maximum pour 30°C (entre 1,5 et 2 UA/jour).
- Le taux de photosynthèse augmente avec la température (pour les valeurs mesurées). Il atteint son maximum au-delà d'une trentaine de degrés (entre 4 et 5 mg C.mg chla⁻¹.h⁻¹).
- Il est donc préférable, pour obtenir un maximum de matière organique permettant la synthèse de lipides, de cultiver les algues à 30°C (meilleures croissance et photosynthèse).

Notions de cours (déjà indiquées en cours de démarche) :

- La photosynthèse a lieu dans le chloroplaste à partir d'E. lumineuse et de matière minérale (dont CO₂).
- Elle est constituée de deux phases interdépendantes : photochimique et chimique.
- La synthèse de molécules organiques à partir du CO₂ (phase chimique) se déroule dans le stroma chloroplastique (et nécessite les RH₂ et ATP produits lors de la phase photochimique).

Conclusion. Les algues unicellulaires éclairées, et en présence de CO₂ effectuent la photosynthèse. A partir des deux phases photosynthétiques, de la MO est produite lors de la phase chimique (cycle de BC). Cette matière organique issue du cycle permet la synthèse de lipides dans le chloroplastes, dont des lipides de réserves qui pourront être transformés en biocarburants.

Si l'on veut optimiser cette production, il faut augmenter la masse d'algue et le taux de photosynthèse, et préférer cultiver les algues à 30°C.

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des docs et des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	4
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	3
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
Aucune démarche ou démarche incohérente	Insuffisant dans les deux domaines.	1
Aucune démarche ou démarche incohérente	Rien	0