

DST « énergie et cellule vivante »

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

Un herbicide : la tentoxine

Comme tout organisme, une plante chlorophyllienne subit des agressions extérieures au cours de sa vie, par exemple par des champignons.

Certains d'entre eux produisent une molécule appelée tentoxine qui induit une chlorose : les feuilles deviennent ainsi orange puis jaunes. On constate aussi la mort assez rapide de la plante. La tentoxine est d'ailleurs utilisée comme herbicide pour l'élimination des plantes adventices (ou « mauvaises herbes »).

À partir de l'exploitation des documents et de l'utilisation des connaissances, expliquer la nouvelle couleur des feuilles des plantes traitées avec la tentoxine et justifier l'utilisation de la tentoxine en tant qu'herbicide.

Document 1 : action de la tentoxine sur les pigments photosynthétiques.

La tentoxine est responsable d'une disparition progressive de la chlorophylle à l'origine d'une chlorose.

D'après <http://www.botanic06.com>

Document 2 : quelques notions de physique sur la couleur des objets.

La couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire et de la nature chimique de sa surface qui détermine les radiations lumineuses qu'il absorbe et celles qu'il diffuse.

La couleur perçue par l'observateur de cet objet est la couleur des radiations qu'il diffuse. C'est la couleur complémentaire des radiations qu'il absorbe.

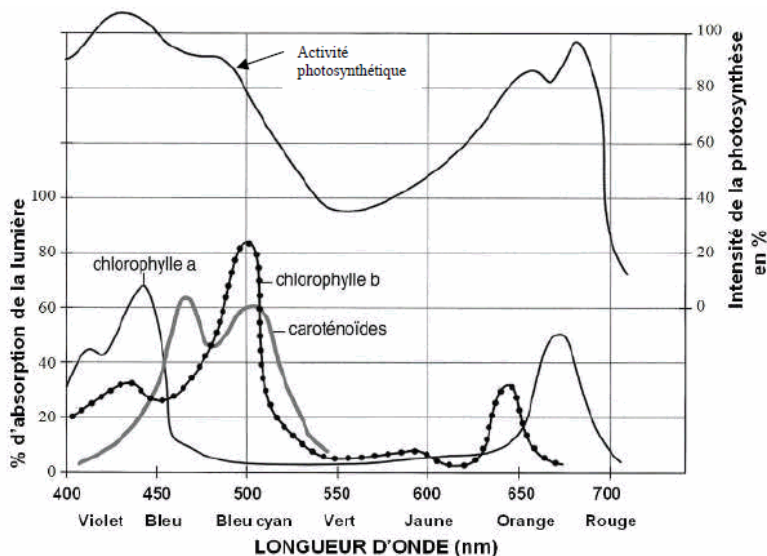
Tableau indiquant la couleur des objets en fonction des radiations absorbées.

Radiations absorbées	Bleu-vert	Jaune-vert	Jaune-orangé	Orangé	Rouge	Violet	Bleu	Bleu cyan
Couleur de l'objet	Rouge	Violet	Bleu violet	Bleu Cyan	Bleu-vert	Jaune-vert	Jaune-orangé	Orange

Ainsi, un coquelicot est rouge parce que, lorsqu'il est éclairé en lumière blanche, il absorbe le bleu et le vert et diffuse le reste donc le rouge.

Document 3 : spectre d'absorption des pigments chlorophylliens et activité photosynthétique.

D'après le Monde.fr



Document 4 : l'expérience d'Arnon et une expérience complémentaire.

Lors de la phase chimique de la photosynthèse, le cycle établi par Calvin correspond à une réduction du CO₂. Les réactions qui le constituent nécessitent de l'énergie chimique. Pour déterminer la nature de cette énergie chimique et l'origine de celle-ci, Arnon (1958) réalise les expériences ci-dessous. Il prépare, à partir de chloroplastes, des milieux contenant uniquement du stroma. Il place ces milieux dans différentes conditions puis introduit des molécules de CO₂ radioactives ¹⁴CO₂. Il mesure alors la quantité de ¹⁴CO₂ fixé.

Expérience d'Arnon :

Contenu du milieu	Quantité de CO ₂ fixé dans le stroma mesurée en coups par minute
Stroma à l'obscurité	4000
Stroma à l'obscurité mis en présence de thylakoïdes ayant séjourné précédemment à la lumière	96000
Stroma à l'obscurité mis en présence d'ATP et de transporteurs d'hydrogène réduits (RH ₂)	96000

Expérience complémentaire :

Contenu du milieu	Quantité de CO ₂ fixé dans le stroma mesurée en coups par minute
Stroma à l'obscurité mis en présence de thylakoïdes ayant séjourné précédemment à la lumière et avec de la tentoxine	4000

Correction : éléments de démarche attendus.

Double problématique à résoudre :

- On veut expliquer l'apparition d'une chlorose suite à l'utilisation de tentoxine, CAD que les feuilles perdent leur couleur verte et deviennent orange puis jaune (comme signalé dans l'énoncé) ;
- Pourquoi la tentoxine est-elle un herbicide ?

Document 1.

S : la tentoxine fait disparaître progressivement la chlorophylle, et est à l'origine de la chlorose.

I : il reste donc les autres pigments photosynthétiques accessoires : les caroténoïdes (document 3).

Document 3 mis en relation avec le document 2.

S : la couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire et de la nature chimique de sa surface qui détermine les radiations lumineuses absorbées et diffusées.

S : la couleur perçue par un observateur est la couleur des radiations diffusées.

C : le spectre d'absorption correspond aux longueurs d'ondes absorbées par les différents pigments photosynthétiques (localisés dans la membrane des thylakoïdes).

S : les chlorophylles a et b ont des pics d'absorption dans le bleu et l'orange rouge (quantifier).

S : les caroténoïdes absorbent dans le bleu / bleu cyan (quantifier).

(La corrélation avec l'activité photosynthétique semble inutile ici, puisque ne répondant pas vraiment à la problématique : **a moins de supposer que sans les pigments chlorophylliens, l'activité photosynthétique doit être affectée, puisque corrélable aux spectres d'absorption de ces pigments et aussi que la chlorophylle est nécessaire à la conversion de l'énergie chimique en énergie lumineuse**).

I : les végétaux apparaissent donc verts normalement (même si ce n'est pas indiqué dans le tableau du document 2).

I : si les chlorophylles disparaissent progressivement, il reste alors les caroténoïdes (si non dit précédemment).

C : comme ils absorbent dans le bleu, la couleur de l'objet est alors vert-jaune. Cela explique donc la chlorose.

Document 4.

S : le cycle de Calvin correspond à une réduction du CO₂. Il y a besoin d'énergie chimique pour que le cycle se réalise. Quelle en est la nature ?

S : Arnon récupère le stroma des chloroplastes, qu'il place dans différentes conditions avant d'introduire du CO₂ radioactif. Il mesure alors la quantité de CO₂ fixée dans les molécules organiques (grâce à la radioactivité).

S : stroma à l'obscurité : 4000 cpm. Peu de CO₂ fixé. (témoin négatif)

I : le stroma seul ne peut fixer le CO₂.

S : si ajout de thylakoïdes ayant séjourné à la lumière : 96 000 cpm = beaucoup de CO₂ fixé. Le cycle de Calvin a donc eu lieu.

I : nécessité des thylakoïdes pour que la fixation du CO₂ se déroule dans le stroma.

C : difficile ici de ne pas évoquer la phase photochimique qui se déroule dans la membrane des thylakoïdes.

S : si ajout d'ATP et de RH₂ seuls, résultats identiques : 96 000 cpm = beaucoup de CO₂ fixé.

I : RH₂ et ATP sont synthétisés par les thylakoïdes à la lumière (phase photochimique) et sont nécessaires à la fixation du CO₂ (phase chimique : la notion de réduction du CO₂ n'est pas forcément utile ici).

S : expérience complémentaire. Même expérience que la 2, mais avec ajout de tentoxine : 4000 cpm = presque pas de beaucoup de CO₂ fixé.

C : la tentoxine empêcherait le cycle de Calvin ne peut se produire, probablement en inhibant la synthèse d'ATP (et/ou de RH₂ : incertitude non levée). L'idée est renforcée par la disparition des chlorophylles (document 1).

Conclusion.

- Les chlorophylles étant dégradées, il ne reste plus que les caroténoïdes, d'où la couleur jaune-orangée des végétaux.
- La synthèse d'ATP (et/ou de RH₂) ne pouvant avoir lieu dans le chloroplaste (lors de la phase photochimique), le cycle de Calvin ne peut plus se réaliser : il n'y a plus synthèse de MO, d'où la mort des végétaux.

Note : la tentoxine empêche en fait la synthèse d'ATP au niveau des chloroplastes.

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des documents et issus des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
	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
	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
Aucune démarche ou démarche incohérente	Insuffisant dans les deux domaines.	1
	Rien	0