

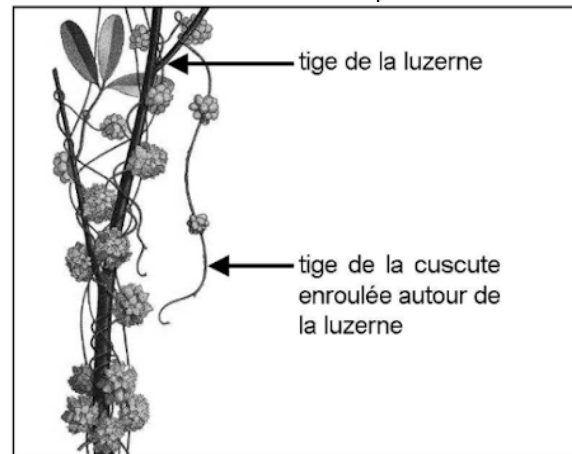
ÉNERGIE ET CELLULE VIVANTE

Un champ de luzerne parasitée par la cuscute

La cuscute (*Cuscuta campestris*) est une plante qui parasite des espèces végétales cultivées parmi lesquelles figure la luzerne (*Medicago sativa*).

Sa présence dans un champ de luzerne en réduit le rendement. Pour se débarrasser de cette plante envahissante, un agriculteur utilise un herbicide : l'amtrole, sur son champ de luzerne. Ce traitement a éliminé une grande partie de la luzerne mais a épargné la cuscute.

Dessin d'une cuscute fixée sur un plant de luzerne



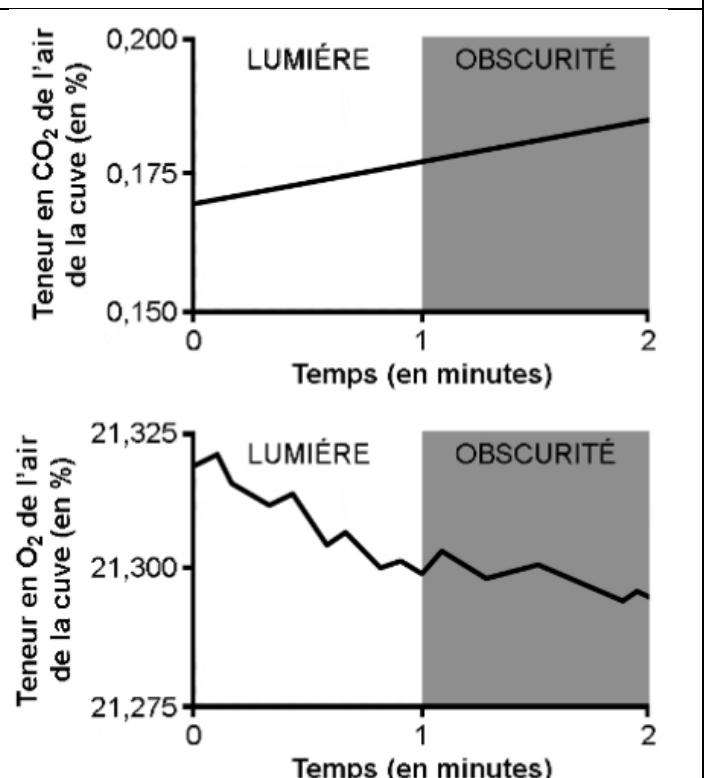
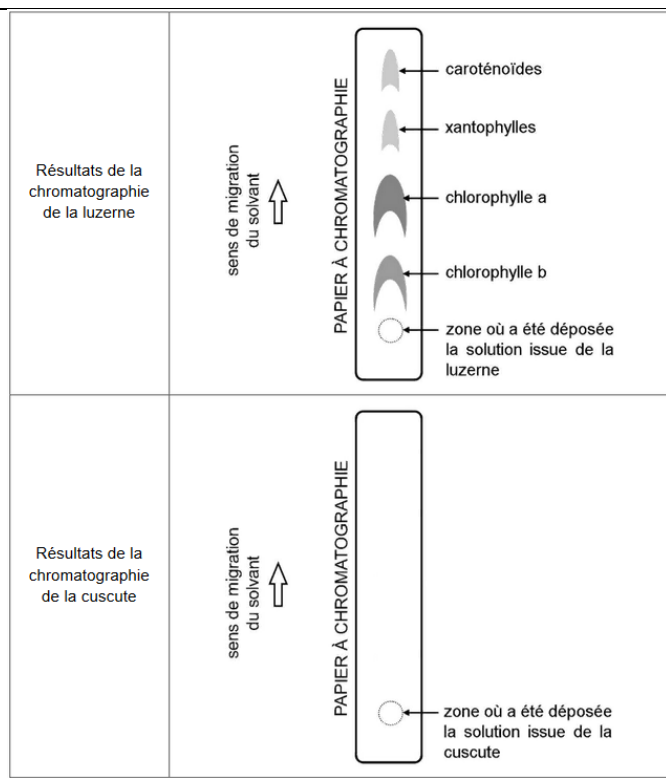
À l'aide de l'exploitation des documents proposés et de vos connaissances, identifier le métabolisme de la cuscute puis expliquer en quoi l'herbicide utilisé n'est pas adapté à la lutte contre ce parasite.

Document 1 : résultats de chromatographies

Principe de la chromatographie : on écrase un végétal afin de récupérer une goutte de solution. On dépose cette goutte sur une bande de papier à chromatographie dont on plonge l'extrémité dans un solvant. Le solvant monte alors par capillarité le long de la bande de papier, entraînant avec lui les différents pigments solubles dans le solvant. Au cours de cette migration, les différents pigments se séparent en fonction de leur degré de solubilité dans le solvant et de leur affinité pour le papier à chromatographie.

Document 2 : mesure des échanges gazeux chez la cuscute

Quelques tiges de cuscute sont détachées de la luzerne et introduites dans une cuve hermétiquement fermée reliée à un dispositif ExAO. On mesure les variations de la teneur en CO₂ et en O₂ de l'air de la cuve.

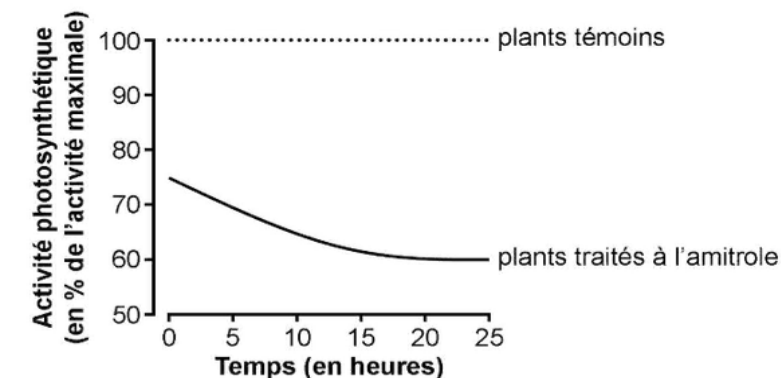


Document 3 : effets d'un herbicide, l'amirole

Document 3.a : action de l'amirole sur la photosynthèse de plants de blé

On mesure l'activité photosynthétique chez des plants de blé 2h après un traitement à l'amirole et chez des plants témoins non traités. Pendant toute la durée de l'expérience, les plants sont maintenus à la lumière.

Le blé a un métabolisme équivalent à celui de la luzerne.



Document 3.b : culture de grains de blé germés sur du papier filtre imprégné d'amirole à différentes concentrations

On mesure la taille et la concentration en chlorophylles de jeunes plants de blé douze jours après leur mise en culture.

Concentration en amirole (en mol.L ⁻¹)	Taille des jeunes plants (en mm)	Quantité de chlorophylles par plan (en µg)
0 = témoins	105,5	56,6
4.10 ⁻⁵	77,5	7,3
2.10 ⁻⁴	38,3	1,7

Sujet complet avec le document 4

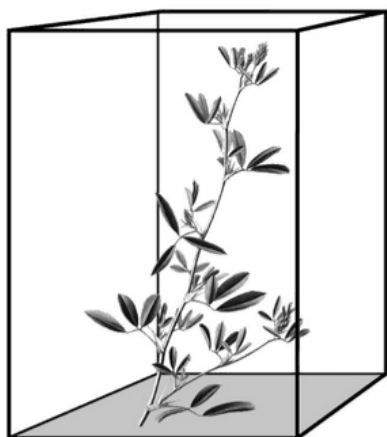
Document 4 : expérience de transfert de radioactivité

La cuscute possède de petits suçoirs qui lui permettent de prélever la sève de son hôte.

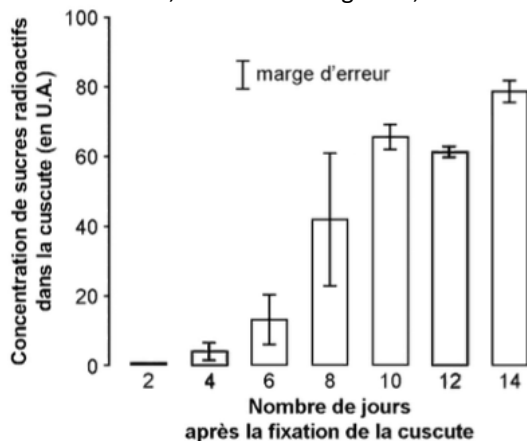
Protocole expérimental

1. On place durant plusieurs heures un plant de luzerne dans une enceinte dont l'air contient du CO₂ radioactif (¹⁴CO₂)

2. Le plant de luzerne est ensuite placé dans une enceinte dont l'air ne contient pas de CO₂ radioactif. Puis on fixe une cuscute sur la luzerne.



On évalue alors, à intervalles réguliers, la concentration de sucres radioactifs dans la cuscute fixée à la luzerne.



U.A. : unité arbitraire

Corrigé :

Introduction

La cuscute est une plante parasite d'espèces végétales comme la luzerne. Un agriculteur a utilisé un herbicide, l'amaritrole, pour éliminer la cuscute de ses champs. Ce traitement n'a eu aucun effet sur la plante parasite et a éliminé par contre une partie de la luzerne.

On cherche à comprendre pourquoi l'amaritrole n'a aucun effet sur la cuscute. Pour cela, on cherche à comprendre la particularité du métabolisme de la cuscute.

Le document 1 présente les résultats d'une chromatographie permettant de mettre en évidence les pigments présents chez les plantes.

On observe que la chromatographie effectuée avec la luzerne permet de séparer trois types de pigments : des chlorophylles a et b, des carotènes et des xanthophylles.

⇒ On sait que les chlorophylles sont des pigments qui permettent d'absorber les radiations lumineuses. De cette façon la luzerne est capable de capter de l'énergie lumineuse indispensable à la photosynthèse.

Par contre, la chromatographie effectuée avec la cuscute ne montre aucun pigment.

⇒ La cuscute ne peut donc pas capter d'énergie lumineuse et ne peut donc pas effectuer la photosynthèse.

On recherche alors le type de métabolisme énergétique de la cuscute. On peut émettre l'hypothèse que la cuscute effectue la respiration qui lui permettra alors de s'approvisionner en énergie.

Le document 2 montre les résultats des échanges gazeux chez la cuscute : on mesure les concentrations en CO₂ et en O₂ dans une enceinte renfermant des tiges de cuscute. Les mesures sont suivies par un dispositif EXAO.

On observe que la teneur en CO₂ dans l'enceinte augmente, à la lumière comme à l'obscurité, et passe de 0,170 à 0,180 %. Dans le même intervalle de temps et dans les mêmes conditions, la teneur en O₂ diminue de 21,310 à 21,290 % (environ).

⇒ On en déduit que la cuscute produit du dioxyde de carbone et consomme du dioxygène. Ces échanges gazeux sont caractéristiques de la respiration. Ainsi, la cuscute ne pouvant effectuer la photosynthèse, faute de pigment chlorophyllien, utilise comme métabolisme énergétique la respiration.

On sait maintenant que la luzerne est capable d'effectuer la photosynthèse et la cuscute ne peut pas. Ces différences de métabolisme énergétique peuvent-ils expliquer l'effet toxique de l'amaritrole sur la luzerne et non sur la cuscute ?

Le document 3 montre les effets de l'amaritrole sur des plants de blé qui servent de modèle d'étude, le blé présentant le même métabolisme que celui de la luzerne. Le blé effectue donc aussi la photosynthèse.

Lorsque que l'on étudie l'activité photosynthétique du blé en fonction du temps et en présence de lumière, on observe que des plants témoins non traités à l'amaritrole présentent une activité photosynthétique de 100%. Cette valeur sert de référence.

Par contre, en présence d'amaritrole, l'activité des plants de blé chute à 70% pour atteindre 60% au bout de 15h.

⇒ L'effet de l'amaritrole est rapide et provoque une chute de l'activité photosynthétique de 40%.

On se demande alors comment l'amaritrole provoque cette diminution d'activité de la photosynthèse.

On cultive alors des grains de blé germés sur du papier imprégné d'amaritrole à différentes concentrations. On mesure la taille des jeunes plants et on dose en parallèle les quantités de chlorophylles par plant. Un témoin sert de référence, il s'agit de grains de blé germés sur papier sans amaritrole. Les mesures sont toutes effectuées au bout de 12 jours.

On observe, par rapport au témoin, une diminution de l'ordre de 30% de la taille des plants traités avec l'amaritrole à une concentration de 4.10^{-5} mol/L et une baisse de la quantité de chlorophylle (56,6 µg chez le témoin à 7,3 µg, soit une baisse de 80%). L'augmentation de la concentration en amaritrole augmente ses effets et avec une concentration de 2.10^{-4} mol/L, la croissance est diminuée de 60% et la quantité de chlorophylle atteint la faible valeur de 1,7 µg.

⇒ On en déduit que l'amaritrole empêche la croissance des jeunes plants de blés en détruisant les molécules de chlorophylle (ou en empêchant leur synthèse).

⇒ L'amaritrole empêche donc la photosynthèse, ce qui provoque l'élimination des plantes chlorophylliennes mais pas les plantes non chlorophylliennes comme la cuscute qui effectue la respiration comme seule métabolisme énergétique.

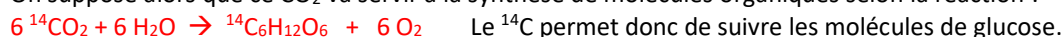
Cependant, la respiration correspond à une oxydation de molécules organiques en présence de dioxygène. La cuscute ne pouvant pas synthétiser ses propres molécules organiques, elle doit nécessairement en prélever dans son milieu.

Le document 4 est une expérience de transfert de radioactivité qui permet de suivre le devenir de molécules de CO₂ marqué au carbone 14.

On cherche à montrer que la cuscute, grâce à des suçoirs qui prélèvent la sève de son hôte, utilise les molécules organiques produites lors de la photosynthèse de la plante chlorophyllienne qu'elle parasite.

La luzerne est alors enfermée dans une enceinte contenant du ¹⁴CO₂.

⇒ On suppose alors que ce CO₂ va servir à la synthèse de molécules organiques selon la réaction :



Au bout de plusieurs heures, on met la luzerne dans une autre enceinte (dont l'air contient cette fois du CO₂ non

radioactif) et on fixe une cuscute sur le plant de luzerne.

On effectue ensuite des prélèvements de cuscute tous les deux jours et on dose la concentration en sucres radioactifs.

On observe que les concentrations en sucres radioactifs augmentent avec le temps (presque nulle à 2 jours pour atteindre 80 ua en 14 jours).

⇒ Le ^{14}C provient du $^{14}\text{CO}_2$ absorbé par la luzerne puis **fixé et incorporé lors de la phase non photochimique**. La luzerne synthétise ses propres molécules organiques qui vont aussi alimenter la cuscute. On confirme donc l'hypothèse que la cuscute utilise les produits de la photosynthèse de la luzerne.

Synthèse :

L'amtrole est une molécule toxique qui peut être utilisée comme herbicide. La cuscute est une plante parasite des champs de luzerne et on cherche donc à l'éliminer. Cependant l'amtrole n'a aucun effet sur la cuscute. En effet, l'amtrole entraîne la disparition des molécules de chlorophylle et provoque donc à terme un fort ralentissement de la croissance des plantes par diminution de leur activité photosynthétique (doc.3). Ces résultats expliquent pourquoi le champ de luzerne traité à l'amtrole dépérit. La cuscute est une plante qui n'effectue pas la photosynthèse car elle ne possède pas de pigments chlorophylliens (doc.1). Son métabolisme énergétique est la respiration. L'amtrole n'a donc aucun effet sur la cuscute.

La cuscute se nourrit des molécules organiques produits par la photosynthèse de la plante qu'elle parasite (doc.4). Par conséquent c'est une plante qui n'est pas autotrophe.