

## Exercices

### 4 p240.

1. Variations de la teneur en saccharose. La teneur en saccharose des feuilles (ensoleillées et ombragées) est relativement basse en avril-mai (entre 2 et 3 % de MS suivant la localisation des feuilles), augmente entre fin-mai et fin-juin (entre 6 et 8 % de MS suivant la localisation des feuilles) et reste globalement stable jusqu'à fin septembre. Celle des feuilles supérieures ensoleillées est toujours supérieure à celle des feuilles inférieures ombragées. La différence est liée à l'exposition à la lumière des feuilles : les feuilles supérieures sont davantage exposées à l'énergie solaire, d'où une photosynthèse probablement plus active (et donc une plus grande production de MO).

2. La teneur en tanins est basse en avril dans les feuilles étudiées (moins de 1 % de MF), elle augmente régulièrement jusqu'à fin juillet (environ 2 % de MF) puis plus fortement jusqu'à fin septembre où elle dépasse les 5 % de MF).

La teneur en eau suit une évolution inverse : elle est élevée en début de saison (70 à 75 % de la MF suivant la position des feuilles) puis diminue dès la fin-mai pour passer sous les 60 % de mi-juin à la fin de la saison. La teneur est supérieure dans les feuilles ombragées.

3. Le nombre de larves de chenilles par groupe de 50 feuilles est très élevé en début de saison (mi-mai) où il est de 60 larves, puis il diminue rapidement puisque fin-mai il n'est plus que de 10. Début juillet il ne reste presque plus de larves de chenilles, et ce jusqu'en fin de saison.

Les chenilles sont phytophages : elles recherchent notamment les protéines des feuilles comme source d'azote. Or les tanins se fixent préférentiellement sur les protéines, entravant leur digestion. Comme la teneur en tanin augmente au fil de la saison, en mangeant les feuilles les chenilles voient leur digestion altérée : la consommation des feuilles diminue donc rapidement, ainsi que le nombre de chenilles (de plus si les chenilles recherchent de l'eau dans les feuilles, elles en trouvent moins du fait de la baisse de la teneur en eau). Une autre hypothèse envisageable est la transformation des chenilles en papillons une fois le stade larvaire achevé (aucune donnée ne nous permet d'écarter cette hypothèse).

### 8 p242.

On veut montrer que la présence des polyphénols est à la fois un atout et un handicap pour la production de pâte à papier. On recherche par ailleurs les problèmes que pourrait rencontrer la culture de lignées de peupliers transgéniques pauvres en lignine.

→ L'intro nous apprend que la culture des peupliers est importante pour l'industrie papetière. Le processus sommaire de fabrication est indiqué, ainsi que la présence de traitements mécaniques et chimiques lourds pour retirer la lignine, un composé polyphénolique réduisant la qualité du papier.

Le document 1 présente un peuplier parasité par du gui (hémiparasite capable de réaliser la photosynthèse, mais qui prélève la sève brute de l'arbre grâce à des suçoirs). Par conséquent, le gui diminue la productivité nette de bois (et donc celle de papier *a fortiori*).

Le document 2 détaille l'interaction entre le gui et la branche de peuplier. On apprend que certains peupliers sont plus résistants au gui en produisant des polyphénols là où le gui se développe (l'empêchant de développer son suçoir). [Il faut se méfier, l'échelle n'est pas la même sur les deux photos.] Ainsi, la production de polyphénols est un avantage pour le peuplier en empêchant le développement du gui (meilleure croissance et davantage de production de bois et donc potentiellement de papier), mais un désavantage pour la production de papier (présence de plus de composés polyphénoliques réduisant la qualité du papier).

Le document 3 nous détaille les premières étapes de la synthèse des polyphénols. On voit que la chaîne de réactions débute par la phénylalanine comme substrat. Diverses enzymes (dont 4 CL) agissent sur différentes molécules qui dérivent de Phe (4-coumarate et Ferulate) et aboutissent à la synthèse de monomères G et S, qui une fois assemblés en grand nombre aboutissent à la lignine.

Le document 4 montre l'effet de l'activité de la 4 CL sur l'accumulation de lignine dans des peupliers OGM.

Le témoin concerne des peupliers non modifiés. On voit que l'activité de la 4CL est très élevée pour le 4-coumarate (750 mol/s de produit formé/mg de protéine) et assez forte pour le ferulate (400 mol/s de produit formé/mg de protéine).

Pour deux lignées transgéniques étudiées dont l'expression du gène codant l'enzyme 4 CL est réprimée), on voit que l'activité de la 4CL est bien plus faible sur les deux substrats (4 coumarate, activité divisée par 2 ou 10 suivant la lignée ; férulate, activité divisée par 2 ou 10 suivant la lignée).

En conséquence, pour les deux lignées transgéniques, la réduction de la teneur en lignine est de 10 à 40 % par rapport au témoin (avec une plus forte réduction de la teneur en lignine pour la lignée 2, celle où l'activité de la 4 CL est la plus faible).

Toutefois, si ces lignées ont un intérêt pour l'industrie papetière (diminution des traitements retirant la lignine), elles posent aussi un problème de productivité de bois pour cette même industrie (moins de lignine signifie moins de polyphénols, donc moins de production de bois suite au développement du gui et donc de papier).

## 2 p263.

On étudie ici la linaire (vue en TP). Cette fleur, à pollinisation entomogame est visitée par différentes espèces de bourdons (à trompe courte ou longue). Il est possible d'accéder au nectar produit dans l'éperon par l'ouverture supérieure de la fleur ou bien en faisant un trou dans l'éperon pour le voler (ceci étant montré par le document 1).

1. Les étamines et le stigmate sont situés dans la partie supérieure de la fleur. Un bourdon qui entrera par cette partie pour chercher le nectar (récompense) pourra donc polliniser la fleur (service rendu). Ce n'est pas le cas lorsqu'il rentre par la partie inférieure (pas de contact avec les pièces fertiles donc pas de pollinisation) : il obtient juste la récompense sans rendre le service (et de plus la production de nectar a un coût pour la plante).

2. Le fait le plus étonnant est que *Bombus bifarius* qui est un bourdon à trompe longue est pollinisateur jusqu'à fin-juillet environ, puis qu'il devient voleur par la suite.

La quantité de nectar prélevée par *Bombus bifarius* est 7 fois supérieure avec un comportement voleur (et donc l'efficacité de la collecte est 15 fois supérieure). On peut considérer qu'il est plus rentable pour ce bourdon de voler le nectar en passant par le trou au fond de l'éperon.

3. *Bombus occidentalis* se nourrit sur d'autres fleurs que la linaire avant le 24 juillet (c'est un bourdon à trompe longue). On voit qu'avant son arrivée, ce sont des bourdons pollinisateurs (à trompe longue ou courte) qui visitent la linaire (3 espèces considérées ici, avec jusqu'à deux insectes/ espèce/ période de 5 min). Après le 28 juillet, le nombre de visites des linaires par ces bourdons pollinisateurs diminue nettement (sans totalement disparaître).

En revanche, à partir du 28 juillet, le nombre de visites par des bourdons voleurs augmente nettement (avec jusqu'à 7 visites pour *B. bifarius*/ période de 5 min). Le plus étonnant, c'est que des bourdons initialement pollinisateurs deviennent maintenant voleurs (comme *B. bifarius* et *B. flavifrons*). Ces bourdons voleurs ne polliniseront pas la fleur. L'arrivée de *Bombus occidentalis* coïncide finalement avec le début des activités voleuses des bourdons (est-ce lui qui trouve l'éperon nectarifère ?).

4. Ce bourdon doit systématiquement voler le nectar des espèces qu'il visite sans rendre le service de la pollinisation. Sans pollinisation, pas de fécondation et donc ni fruit ni graine.

Toutefois (et je peux l'assurer vu le nombre de linaires que l'on peut croiser dans la nature), la pollinisation effectuée en juillet semble suffisante pour la reproduction sexuée des linaires.

5. On peut s'attendre au même phénomène avec les myrtilles : visites des fleurs pour récolter un éventuel nectar, sans rendre le service de pollinisation induisant le même comportement chez d'autres bourdons = baisse de la production de myrtilles.

## 8 p266.

On cherche à démontrer l'importance de l'interaction entre le chêne pédonculé (producteur de nombreux glands) et les geais.

Le document 1 donne des informations sur le régime alimentaire des geais. On constate, pour le régime alimentaire étudié, qu'il se nourrit de glands, graines de céréales et autres fruits et graines, mais pas au même moment dans l'année. Les glands sont surtout consommés entre septembre et début-mars (donc à partir du moment où ils tombent au sol). Les graines de céréales ne sont consommées qu'en juillet et août (au moment des moissons), et les autres fruits et graines entre août et décembre. Le régime alimentaire varie donc au cours de l'année.

Le document 2 montre les préférences alimentaires des geais en captivité (les préférences sont données par le nombre de fruits transportés). Il semble aimer les fruits du chêne pédonculé, du chêne sessile (mais pas les fruits du hêtre commun et du chêne rouge d'Amérique). Par ailleurs, il transporte les glands mûrs et peu les non mûrs (d'où leur consommation à partir de septembre dans le document 1 puisqu'ils deviennent mûrs). Il transporte aussi surtout les glands intacts et sains.

Quand on étudie le nombre de glands transportés et la distance de dissémination, on voit que les geais peuvent transporter de 1 à 5 glands à la fois. Par ailleurs on voit que le développement de jeunes chênes est amélioré lorsqu'ils sont éloignés de l'arbre qui les a générés. On voit ici que plus le geai transporte de glands, plus il les dissémine loin (apportant un avantage pour les jeunes plantes qui germeront d'autant plus loin de l'arbre qui les a produits. Bien entendu ce raisonnement fonctionne pour les glands oubliés qui n'ont pas été mangés).

Le document 4 s'intéresse à la texture du sol et à l'enterrement des glands par les geais (pour les cacher). On constate que les geais n'enterrent que très peu les glands dans les sols lisses. En revanche ils les enterrent dans les sols rugueux, et particulièrement aux limites entre les sols lisses et rugueux. Ces limites constitueraient alors des repères pour les geais.

Le document 5 montre l'effet de la présence d'objets (brindilles disposées horizontalement ou verticalement) sur le choix d'une zone d'enterrement par les geais. Les geais peuvent retrouver 90 % des glands qu'ils ont cachés, le plus souvent à proximité d'objets repérables au sol. Les données montrent qu'ils enterrent plutôt les glands dans des parcelles avec objets plutôt que sans, et surtout des objets horizontaux (qui constitueraient là aussi des repères).

Le document 6 montre que le taux de germination des glands est plus élevé lorsqu'ils sont enterrés à 5 cm de profondeur plutôt qu'en étant déposés en surface du sol. Par ailleurs, le taux de germination est plus élevé dans une végétation plus haute (broussailles de noisetiers et prairies non fauchées).

En conclusion, les geais consomment certes les glands dans leur régime alimentaire, mais ils doivent en oublier certains qui sont cachés. Comme ils peuvent les enterrer et les disséminer loin de l'arbre qui les a produits, ils leur permettent aussi de germer. Ainsi les glands constituent des récompenses pour les geais qui se chargent de la dissémination au service de l'arbre (service rendu).