

CHAPITRE

5

La morphologie des végétaux et ses variations

Manuel, pages 85 à 100

• Objectifs généraux du chapitre

Chez les végétaux, le phénotype morphologique (ou port du végétal) est le résultat de l'expression de son génotype, lui-même contrôlé en partie par les facteurs de l'environnement. Différentes espèces végétales, ayant donc des génotypes différents, pourront répondre de la même manière face à des variations d'un même facteur de l'environnement et présenter le même type de port.

Inversement, des individus d'une même espèce, placés dans des conditions différentes de milieu, présentent des ports différents.

• Pré-requis

- Les caractères d'une espèce sont le résultat de l'expression de son programme génétique (classe de Troisième).
- Les conditions de vie peuvent modifier certains caractères (classe de Troisième).
- Les gènes du développement peuvent être modifiés par des mutations ce qui entraîne des modifications du plan d'organisation des êtres vivants (classe de Seconde).

• Découpage du chapitre, choix des activités pratiques proposées

TP 1

Ce premier TP permet à l'élève de comprendre l'organisation générale des végétaux et les différents ports qu'il rencontrera, ou qu'il a rencontrés, lors de la sortie sur le terrain. Il ne s'agit pas de faire un inventaire exhaustif mais de montrer la diversité morphologique des végétaux.

TP 2

Il s'agit de montrer à l'élève la relation entre le phénotype et le génotype en s'appuyant sur ses connaissances des classes de Troisième et de Seconde. Ainsi, l'étude

de certaines mutations affectant les gènes contrôlant la morphogenèse, avec les exemples du Maïs ou d'*Arabidopsis*, montre que toute modification du génotype entraîne des changements dans le phénotype. Le phénotype morphologique ou port du végétal est donc placé sous le contrôle du génotype.

TP 3

À l'aide d'expérimentations, on met en évidence l'action des facteurs de l'environnement sur le port des végétaux. L'influence de la lumière sur la croissance d'une germination, comme celle du Pois, permet de montrer qu'un facteur de l'environnement peut modifier la morphogenèse. L'expression du génotype est donc modifiée par des facteurs externes. Enfin plusieurs espèces végétales ayant des génotypes différents, placées dans des conditions de vie où un même facteur environnemental varie, peuvent répondre de la même façon (mêmes ports). L'élève est ainsi amené à comprendre la relation entre l'expression du génotype et les facteurs de l'environnement du végétal. Le phénotype résulte de l'expression du génotype qui peut être modifiée par les facteurs externes.

Les *Documents pour mieux comprendre* peuvent être utilisés en cours afin de préciser les différents ports arborescents (conifères et feuillus), de discuter des relations information génétique-caryotype et morphologie du végétal, et d'observer comment différents facteurs (environnement, génétique ou intervention humaine) peuvent modifier le port des végétaux.

Autre démarche possible

Après avoir défini les différents ports des végétaux (TP 1) on peut observer des modifications de ces ports (TP 3 et Documents pour mieux comprendre) et rechercher comment ces ports ont été modifiés.

TP 1

À chaque espèce, sa morphologie

Manuel, pages 86 et 87

• Intentions pédagogiques

→ Objectifs notionnels

- Une plante possède un appareil aérien et un appareil souterrain.
- L'allure générale ou la silhouette du végétal définit son port.
- Selon les espèces, on distingue les ports herbacés, buissonnants et arborescents.

→ Objectifs méthodologiques

- Saisir des données et les mettre en relation.
- Élaborer une synthèse (tableau comparatif des différents ports).

• Commentaires des documents proposés

1 Organisation d'une plante à fleur

L'objectif de ce document est de montrer les grands éléments caractéristiques d'un végétal comme la Morelle, ce qui permet de réinvestir les connaissances acquises sur le terrain. Il n'est pas utile dans ce cas d'étudier dans le détail les ramifications du végétal.

2 Diversité morphologique des végétaux

Documents 2 a et 2 b : Le Crocus et le Lamier sont deux exemples de plantes ayant un port ne dépassant pas quelques dizaines de centimètres avec une tige feuillée souple et verte.

Documents 2 c et 2 d : Le Noisetier et l'Azalée ont des ports qui atteignent 2 à 3 m avec des tiges rigides ligneuses qui partent d'un même point et qui donnent ainsi l'allure caractéristique des ports buissonnants.

Documents 2 e et 2 f : Pour le résineux (Pin) ou pour le feuillu (Chêne) la hauteur dépasse la dizaine de mètres avec un tronc ramifié, ce qui est caractéristique du port arborescent.

Le document pour mieux comprendre 1, p. 93 permettra en cours d'approfondir les différences entre le port d'un feuillu et celui d'un résineux.

• Correction de l'exploitation

Document 1

1 = tige, 2 = racine, 3 = feuille, 4 = bourgeon axillaire, 5 = bourgeon terminal, 6 = fruits, 7 = bourgeon terminal.

Document 2

a. Tableau comparatif

Espèces	Taille	Présence d'une tige	Présence d'un tronc	Ramification
Crocus	10 cm	1	Non	Non
Lamier	30 cm	1	Non	Non
Azalée	1 à 2 m	Plusieurs	Non	À la base
Noisetier	1 à 3 m	Plusieurs	Non	À la base
Pin	15 à 20 m	1	Oui	Sur le tronc
Chêne	25 à 45 m	1	Oui	Sur le tronc

b. Caractéristiques des ports

Port herbacé : tige feuillée verte et souple, ne dépassant pas les 30 cm.

Port buissonnant : tige ramifiée dès sa base ne dépassant pas les cinq mètres.

Port arborescent : tronc ramifié (houppier) dépassant la dizaine de mètres.

**ACTIVITÉ
COMPLÉMENTAIRE**

Pour la morphologie de la plante (Document 1) on peut réaliser le même travail à partir d'une plante échantillonnée en grand nombre le jour de la sortie sur le terrain.

TP 2
Morphologie d'un végétal et information génétique

Manuel, pages 88 et 89

• Intentions pédagogiques
→ Objectif notionnel

– Le port du végétal est sous contrôle du génotype.

→ Objectif méthodologique

– Adopter une démarche explicative en référence aux connaissances acquises en classe de Seconde, sur les gènes du développement.

• Commentaires des documents proposés
1 Mutations et morphologie du Maïs

Pour étudier ces documents, on s'appuiera sur les connaissances de la classe de Seconde à propos des gènes du développement où l'élève a vu qu'une mutation de l'un de ces gènes entraîne une modification du plan d'organisation de l'être vivant.

Ici, il s'agit de montrer que, chez les végétaux, certaines mutations vont modifier le port du végétal. Le port du végétal est bien sous le contrôle du génotype.

Document 1a : Les trois photographies montrent l'influence des mutations « *Tespod* » sur la morphologie de l'appareil aérien du maïs. Ces mutations entraînent un changement sur la position des feuilles par rapport à l'axe de la tige (tombantes, dressées, horizontales...), sur la position des fleurs (fleurs mâles en haut de la tige absentes chez le mutant M1) et des épis.

Document 1b : Les deux photographies montrent l'influence d'une mutation d'un gène situé sur le chromosome 5 qui entraîne un plus grand développement de racines (avec un plus grand nombre de phytomères = successions d'éléments identiques à la base de la plante), une augmentation du diamètre des racines et de leur direction de croissance.

Remarque : Sources des documents

Les mutations concernant les pieds de Maïs sont décrites sur le site de l'INRA Poitou-Charentes (<http://www.Poitou-charentes.inra.fr/w3pchar/vgapf/hebert/morpho.htm>).

Vous trouverez toutes indications sur les recherches actuelles concernant le Maïs pour éviter les phénomènes de verse.

2 Mise en place des feuilles chez l'« Arabette des dames »

Arabidopsis est une petite plante commune dont le génome a été très étudié et notamment les gènes du développement. Ainsi, les mutations de certains de ces gènes ont montré leur rôle dans les cellules méristématiques des bourgeons. Le dessin à gauche montre la vue d'ensemble de la plante et la photographie de droite permet de situer sur un jeune plant l'apex du bourgeon terminal.

Les trois mutants montrent l'influence des mutations sur la morphologie de ces plantes.

INFORMATION COMPLÉMENTAIRE

« Le méristème caulinaire assure deux fonctions indispensables : conserver son intégrité au cours de la vie végétative et assurer la production de nouveaux organes selon un plan précis.

Le méristème apical d'*Arabidopsis* est l'un des plus connus. Il mesure 50 µm de diamètre et ne contient qu'une centaine de cellules. Le méristème est une structure en équilibre dynamique formée de plusieurs domaines traversés par un flux de cellules. Le nombre de cellules produites par mitose doit être égal au nombre de cellules « sortantes » recrutées par l'organogenèse.

Pour élucider les bases génétiques des mécanismes, les chercheurs ont étudié des mutants dont la production des feuilles et des organes floraux est perturbée.

Pour étudier les gènes impliqués dans le maintien du méristème, ils se sont intéressés aux mutants *shootmeristemless* (*stm*). Ces mutants présentent un début de développement embryonnaire normal, mais ils sont incapables de produire et/ou de conserver un méristème caulinaire. La protéine codée par le gène *STM* contient une séquence en acides aminés particulière, impliquée dans le développement de divers organismes tels que la Souris, l'Homme, la Drosophile ou les Levures. Les protéines qui contiennent ce motif ou homéodomaine se fixent à l'ADN et régulent la transcription de gènes cibles : elles allument ou éteignent certaines activités génétiques.

Chez les plantes, le premier gène codant une protéine à homéodomaine et identifié est le gène *KNOTTED1*. Il s'exprime dans la zone centrale du méristème apical. La suppression de ce gène chez le Tabac provoque la formation de méristèmes surnuméraires sur les feuilles.

Les mutants *wuschel* (*wus*) sont eux incapables de conserver leur méristème apical, ce qui se traduit par un retard de la formation des feuilles et l'apparition d'ébauches foliaires dans la zone centrale où normalement les cellules demeurent indifférenciées. »

D'après *L'architecture des plantes*, Marianne Delarue et Jean Traas,
Dossier *Pour la Science*, Janvier 2000.

L'étude de la génétique des plants d'*Arabidopsis* est bien décrite dans le dossier et permet de comprendre comment l'architecture de la plante se met en place tout au long de sa vie à partir de tissus indifférenciés : les méristèmes.

L'ouvrage *Biologie du développement* de L. WOLPERT, Éditions Dunod aborde sommairement mais très clairement ce thème. Le chapitre 7 développe tous les aspects cellulaires et génétiques au niveau des méristèmes (racinaires, caulinaires et floraux).

• Correction de l'exploitation

Document 1

- a. Les mutations entraînent des modifications de la morphologie aérienne et souterraine des plantes de Maïs : l'information génétique contrôle bien le port du végétal.
- b. Le phénotype B montre un plus grand développement de l'appareil racinaire et donc un meilleur ancrage au sol, ce qui permet de mieux lutter contre la « verse » des plants.

Document 2

La formation des feuilles est modifiée par les mutations de trois gènes (absence d'apex, changement de position des feuilles ou formation de plusieurs apex). La morphogenèse est donc sous le contrôle des gènes qui s'expriment dans les cellules du bourgeon apical.

TP 3

Variations morphologiques et environnement

Manuel, pages 90 et 91

• Intentions pédagogiques

→ Objectifs notionnels

- Les facteurs de l'environnement peuvent modifier la morphologie des végétaux.
- Au sein d'une même espèce, l'expression du génotype, responsable du phénotype (port), peut être modifiée par des facteurs externes.
- On observe le même type de réponse phénotypique pour des espèces différentes et donc des génotypes différents lorsque ces espèces sont soumises à des conditions environnementales semblables.

→ Objectifs méthodologiques

- Mettre en relation des données.
- Concevoir un protocole expérimental.
- Réaliser techniquement.

• Commentaires des documents proposés

1 Une espèce, des ports différents

Ce document montre une même espèce de Chêne pédonculé dans deux situations différentes, isolée ou en futaie (la photographie prise au début du printemps permet de mieux voir la forme du houppier). On observe une modification du port qui est très ramifié, en boule, dans le cas des espèces isolées et qui est, par contre, très élané avec un tronc plus grand et un houppier moins ramifié dans le cas des Chênes en futaie.

Seule la situation des arbres peut être responsable de ces différences de port et les élèves peuvent rechercher l'ensemble des facteurs qui pourraient intervenir (lumière, eau, alimentation au niveau du sol...).

2 Des espèces différentes, un port semblable

Ce document présente une espèce de Cyprès et une espèce de Sapin placées dans les mêmes conditions de vent. Les Cyprès et les Sapins des régions ventées voient leur port modifié de la même façon, avec un développement privilégié dans le sens du vent (acquisition du port dit « en drapeau » et phénomène d'anémomorphose).

Deux espèces différentes, donc deux génotypes différents, répondent de la même façon à une même variation d'un facteur de l'environnement.

INFORMATION COMPLÉMENTAIRE

Chez les plantes ligneuses et vivaces – cas du Sapin ou du Cyprès –, le port est déterminé par le développement ou le non-développement de certains bourgeons axillaires.

Ainsi, la mise en place du port arborescent est due à la combinaison de la dominance apicale (acrotonie) et de la dominance des bourgeons axillaires tournés vers le sol au niveau des différentes ramifications (hypotonie).

Dans le cas de l'anémomorphose, les bourgeons axillaires exposés au vent (froid et sec en montagne, chargé d'embruns près des côtes...) sont grillés. Les autres bourgeons, protégés, peuvent alors développer le port en drapeau caractéristique.

3 Influence de la lumière sur la croissance de germination de Pois

Ce document donne un exemple de protocole expérimental permettant de vérifier l'influence de la lumière sur la morphogenèse d'un végétal (Pois).

Ce facteur a dû être cité comme pouvant être responsable des modifications du port du chêne du document 1.

Pour le Pois placé à l'obscurité, on observe un allongement de la tige (deux fois plus longue 12,5 cm au lieu de 6,2 cm à la lumière) avec des entre-nœuds qui mesurent jusqu'à 5,5 cm au lieu de 1 cm pour la plante placée à la lumière.

La lumière agit donc sur la morphogenèse des végétaux.

• Correction de l'exploitation

Document 1

a. Le Chêne isolé présente une silhouette beaucoup plus volumineuse que le Chêne dans une futaie où la silhouette est plus élancée.

b. La réduction de l'éclairement dû à la présence de plusieurs Chênes semble être responsable du changement de port de ces chênes.

Document 2

Les résultats de l'expérience montrent que l'absence de lumière provoque un étiolement de la plante (moins de feuilles, allongement de la tige, non synthèse de chlorophylle...). Ceci confirme l'hypothèse émise dans l'exploitation du document 1b.

Documents pour mieux comprendre

Manuel, pages 93 à 95

1 La morphologie des arbres

Conifères et feuillus présentent des points communs :
 – tronc non ramifié sur quelques mètres puis présence de branches formant le houppier ;
 – présence de lignine qui permet de rigidifier et d'avoir un port dressé ;

Et des différences :

– les conifères possèdent des aiguilles à la place des feuilles. Ces aiguilles sont souvent persistantes en hiver mais il existe des conifères perdant leurs aiguilles (mélèze) ou des feuillus gardant leurs feuilles (laurier) ;
 – les fruits des conifères sont des cônes (pomme de pin) et se développent sur plusieurs années alors que les fruits des feuillus se développent sur 1 an et possèdent toujours une ou des graines à l'intérieur.

2 Espèce végétale et caryotype

L'information génétique est portée par les chromosomes dont le nombre est déterminé pour chaque espèce. Cependant, deux espèces différentes peuvent posséder le même nombre de chromosomes mais pas la même information génétique. La correspondance entre caryotype, formule chromosomique et port doit donc être discutée.

Espèce	Caryotype
Arabidopsis	$2n = 10$
Blé ou <i>Triticum compactum</i> (p. 95 exercice 4)	$2n = 14$
Pois	$2n = 14$
Pétunia (photographie B)	$2n = 14$
Canne à sucre (photographie A)	$2n = 92$

3 Modification du port selon le milieu dans lequel se trouve le végétal

L'accommodation du pissenlit placé dans deux lieux différents (montagne et plaine) montre que ce phénomène n'est pas lié à des mutations car l'information génétique d'origine n'est pas modifiée : les deux moitiés d'un même plant de pissenlit possèdent la même information génétique. Les changements de ports sont dus uniquement aux facteurs de l'environnement.

4 Morphologie du Blé et influence de l'évolution du génotype

Le croisement des plants de Blés a permis de modifier le nombre de chromosomes ($2n$, $4n$, $6n$) et l'on observe en même temps une modification des caractéristiques morphologiques des épis (présence ou absence de « barbille »).

La polyploïdie chez les végétaux est courante alors qu'elle est très rare chez les animaux. Il y a en effet une régulation du génome qui est beaucoup plus souple chez les végétaux et qui permet, comme dans le cas du Blé, de modifier les caractéristiques morphologiques du végétal.

Dans l'article de *Pour La Science* de Mars 1981 (M. Feldman et E. Sears) sur les ressources génétiques naturelles du Blé, on apprend comment les lignées sauvages du Blé se sont transformées pour aboutir aux diverses variétés actuelles.

Des chercheurs ont réussi à fabriquer des espèces amphiploïdes, c'est-à-dire à fusionner des génomes entiers d'espèces sauvages et à doubler ensuite le nombre de chromosomes jusqu'à l'obtention de souches fertiles hexaploïdes ou octoploïdes.

5 Port du Pommier et influence de l'Homme

Le port du végétal peut être modifié par l'action de l'Homme qui peut tailler les branches et favoriser le développement de telle ou telle branche. L'acquisition du port en espalier chez le pommier en est un exemple frappant.

La taille des bourgeons apicaux supprime l'inhibition apicale et ainsi les bourgeons latéraux se développent. Ceci est lié à une modification des hormones végétales (voir chapitre 7) qui agissent sur le développement des cellules méristématiques. Ainsi par des tailles successives on modifie le port du végétal pour l'adapter aux attentes de l'Homme.

Autres exemples possibles : les Bonzaïs.

Corrigés des exercices

Manuel, pages 98 à 100

Restitution des connaissances

1. Du génotype au phénotype

Les mutations sont des arguments permettant de montrer que le génotype contrôle le port des végétaux (cas du Maïs ou d'Arabidopsis).

2. L'appareil végétatif des végétaux

On doit retrouver l'appareil racinaire et l'appareil aérien avec tige, feuille, ramifications, bourgeons axillaire et principal.

3. Des modifications morphologiques

Les modifications morphologiques peuvent être dues :

- soit à des facteurs externes ;
- soit à des modifications du génotype (mutation) ;
- soit à l'action de l'Homme (taille).

Application des connaissances

5. Port d'un végétal et facteurs environnementaux

1. Le Pin en situation abrité possède un houppier régulier et bien arrondi avec des branches qui se développent dans toutes les directions.

Le Pin en situation ventée possède au contraire un port en drapeau avec des branches qui se développent dans le sens du vent.

2. L'expression du génotype responsable du phénotype peut être modifiée par des facteurs externes comme le vent. Les facteurs de l'environnement sont donc responsables d'une modification du phénotype des végétaux : on parle de plasticité du phénotype.

6. Taille des végétaux et contrôle génétique

Chez le Pois, on observe que l'augmentation de croissance entre les nœuds d'une tige est liée à la présence d'une substance (l'acide gibbérellique).

La synthèse de cette substance est sous le contrôle d'un gène.

La mutation de ce dernier chez *Pisum nana*, responsable de l'absence d'acide gibbérellique, montre que le génotype contrôle bien le port de la plante et donc son phénotype.

7. L'Androsace helvétique

1. L'Androsace helvétique est une plante qui vit dans des conditions de vie très rigoureuses (hiver long et rude, faible température, vent violent...). La morphologie de la plante montre qu'elle répond à l'ensemble de ces facteurs :

- longue racine pivotante permettant de mieux résister à l'arrachage de la plante ;
- axe aérien ramifié en boule pour mieux résister au vent et d'être plus isolé du froid ;
- feuilles imbriquées hérissées de poils pour mieux s'isoler du froid ;
- floraison de juin à août au moment où les conditions de reproduction sont possibles (meilleure température et moins de vent).

2. Les facteurs de l'environnement semblent donc jouer un rôle important sur la modification de la morphologie de ce végétal. Ceci permet donc d'illustrer à nouveau la plasticité du phénotype en relation ici avec les facteurs externes.

8. Interactions entre la morphologie et les conditions de vie d'un végétal

1. Tableau comparatif

	PIED A	PIED A
Tige	Tige ramifiée	Tige grêle
Feuilles	Sans tache	Avec taches rouilles
Fleurs	Bien développées	Peu développées

2. L'origine des variations observées sur le plant B semble liée à la présence des taches rouilles dues à un champignon. Un facteur externe, ici biologique, peut donc modifier le phénotype.

9. Action des facteurs de l'environnement sur l'expression du génotype

1. On distingue des feuilles allongées en lanière et des feuilles courtes en forme de cœur.

2. Les feuilles en lanières se situent dans l'eau alors que les feuilles en forme de cœur se trouvent dans l'air.

3. Le milieu de vie (aquatique ou aérien) pourrait donc modifier l'expression du génotype car, pour ce plant de Sagittaire, les cellules à l'origine de ces feuilles ont la même information génétique et l'expression des gènes serait modifiée selon le milieu.