

Partie 2:

LA REPRODUCTION CHEZ LES PLANTES

Pour assurer la continuité de l'espèce et sa dispersion, comme chez les animaux, les plantes se reproduisent. Cette reproduction se fait par voie sexuée ou asexuée.

La reproduction sexuée est caractérisée par l'intervention des cellules reproductrices ou gamètes, qui s'unissent lors de la fécondation.

La reproduction asexuée (Multiplication végétative) : ne nécessite pas l'intervention des gamètes, elle se fait par simple division cellulaire.

- Comment se fait la reproduction chez les plantes?
- Quels sont les organes impliqués dans la reproduction des plantes?
- Comment se fait la modification génétique des espèces? quels sont les avantages et les inconvénients de cette modification?
- Quels sont les critères essentiels utilisés pour classer les plantes?

Chapitre 1

La reproduction sexuée chez les plantes à fleurs

Introduction: les plantes à fleurs sont des plantes qui produisent des fleurs, qui constituent les organes reproducteurs de ces organismes.

Parmi les plantes à fleurs, certains ont des graines enfermées à l'intérieur de l'ovaire qui donnera le fruit, ce sont les angiospermes comme l'oranger, pommiers, oliviers... D'autres ont des graines nues, ce sont les gymnospermes, comme le pin, le cèdre...

- Quelles sont les organes qui assurent la reproduction chez les plantes à fleurs?
- Quelles sont les étapes de la gamétopénie, la fécondation et la formation des graines chez les plantes à fleurs?
- Quelles sont les étapes de la germination de la graine?

I- La reproduction sexuée des angiospermes

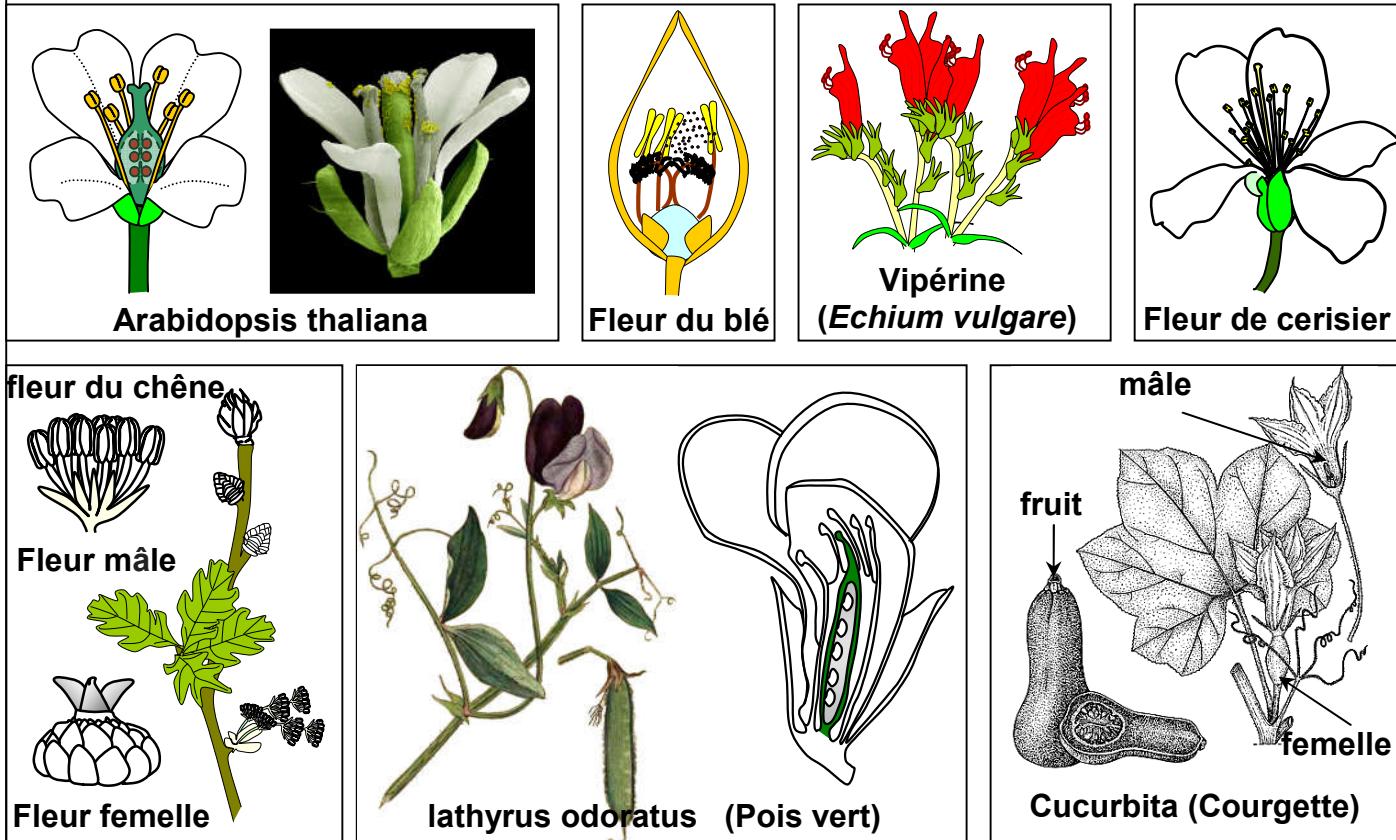
Les angiospermes, constituent une grande variété de plantes, dont les graines sont enfermées à l'intérieur du fruit. Elles comprennent 200000 à 250000 espèces.

① Organisation de la fleur chez les angiospermes

a- Observation de types distincts de fleurs : (voir document 1)

Document 1 : une grande variation des plantes à fleurs

Identifier et comparer les différentes variétés de fleurs incluses dans le document. Que peut-on conclure de ces observations ?



Les angiospermes, présentent une grande diversité biologique. Une diversité dans la couleur, la forme, le nombre et le positionnement des organes floraux.

On distingue :

- ★ Des plantes à fleurs simples (orange), ou à fleurs composée on (Inflorescence) comme le tournesol.
- ★ Des plantes à fleurs Bisexuées : la fleur porte en même temps les organes mâle et femelle (fleur d'oranger).
- ★ Des plantes à fleurs unisexuées, La fleur porte soit les organes mâles ou les organes femelles, et on distingue dans ce cas:
 - Des plantes unisexuées dioïques: les fleurs mâles et fleurs femelles portées par deux plantes différentes (palmier dattier, Kiwi).
 - Des plantes unisexuées monoïques : les fleurs mâles et fleurs femelles portées par la même plantes (courgette, maïs).

Malgré la diversité de la forme extérieure, la couleur, les fleurs des angiospermes se caractérise par une constance de leurs organes reproducteurs.

b- Observation et dissection d'une fleur : (voir document 2)

Document 2: Observation des différents organes d'une fleur

La figure ci-contre, montre l'organisation générale d'une fleur.

1) Légender cette figure.
2) Déterminer et définir les différents constituants de la fleur.

The diagram illustrates a flower with the following numbered labels:

- 1 : le pistil, 2 : l'étamine, 3 : le pétale, 4 : le sépale, 5 : le pédoncule,
- 6 : la tige, 7 : l'anthère, 8 : le filet, 9 : l'étamine, 10 : le stigmate,
- 11 : le style, 12 : l'ovaire, 13 : le pistil.

1) La légende:

- 1 : le pistil, 2 : l'étamine, 3 : le pétale, 4 : le sépale, 5 : le pédoncule,
6 : la tige, 7 : l'anthère, 8 : le filet, 9 : l'étamine, 10 : le stigmate,
11 : le style, 12 : l'ovaire, 13 : le pistil.

2) Une fleur typique d'angiosperme comporte:

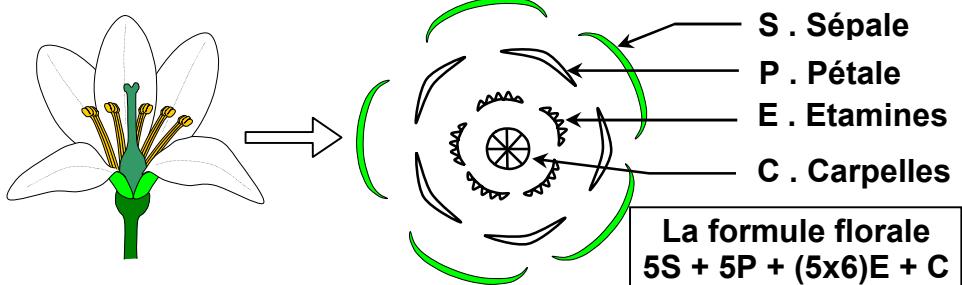
- ★ Des organes protecteurs (Périanthe): qui sont les sépales, dont l'ensemble constitue le calice, et les pétales dont l'ensemble constitue la corolle.
- ★ Des organes reproducteurs, qui sont :
 - ✓ Les organes mâles : ce sont les étamines dont l'ensemble constitue l'androcée.
 - ✓ Les organes femelles : c'est le pistil ou le gynécée, qui est formé d'un stigmate, d'un style et d'un ovaire. L'ovaire peut être formé d'une ou plusieurs chambres appelées carpelles, qui contiennent un ou plusieurs ovules.

c- Le diagramme floral et la formule florale:

Les pièces florales sont représentées par des cercles concentriques. Ainsi on peut décrire la structure de la fleur d'une espèce donnée par un schéma dit diagramme floral, et une formule dite formule florale. Comme l'indique la figure du document 3.

Document 3 : Le diagramme floral

La figure ci-contre, présente le diagramme floral, et la formule florale d'une fleur.



Le diagramme floral est donc une représentation schématique d'une coupe transversale d'une fleur qui passerait par toutes les pièces florales.

La formule florale décrit d'une manière simplifiée la composition d'une fleur en chiffres, lettres et symboles.

② Organisation de l'appareil reproducteur chez les angiospermes

a- L'androcée est l'appareil reproducteur mâle (Voir document 4)

Document 4 : L'androcée ; organe reproducteur mâle

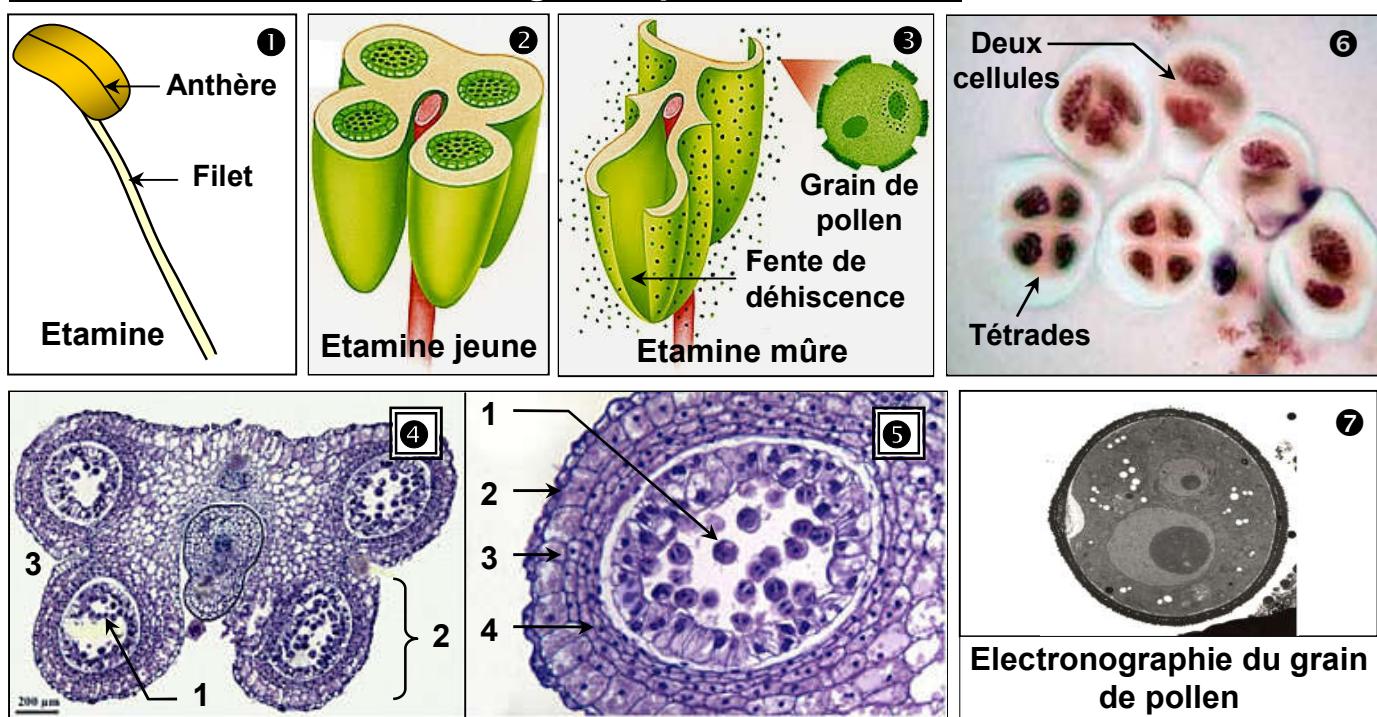


Figure 1 : Etamine, Figure 2 : coupe transversale d'une jeune anthère, Figure 3 : coupe transversale d'anthère mûre, Figure 4 : observation microscopique d'une coupe transversale d'anthère, Figure 5 : observation microscopique d'une coupe transversale d'un sac pollinique, Figure 6 : observation des cellules souches des grains de pollen.

A partir des données de ce document :

- 1) Annoter convenablement les figures de ce document.
- 2) décrire les constituants de l'organe reproducteur mâle, et du grain du pollen.
- 3) décrire les étapes de la formation des grains de pollen.

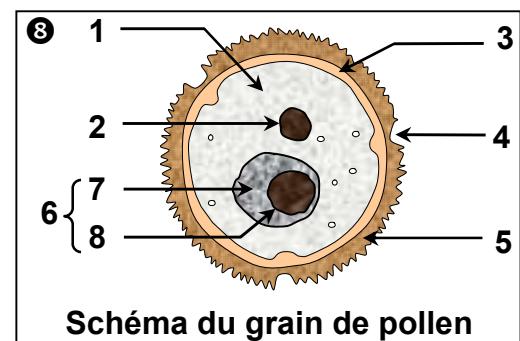


Schéma du grain de pollen

1) Annotation des figures du document :

La figure ④: 1= Cellules souches des grains de pollen, 2= Sac pollinique, 3= fente de déhiscence.

La figure ⑤: 1= Grain de pollen, 2= Epiderme, 3= Assise mécanique, 4= Assise nourricière.

La figure ⑧: 1= Cytoplasme, 2= Noyau végétatif, 3= Intine, 4= Pore, 5= Exine (membrane épaisse), 6= Cellule reproductrice, 7= Cytoplasme, 8= noyau reproducteur.

2) L'étamine est l'organe reproducteur mâle. elle présente une partie allongée : le filet portant une masse renflée : l'anthère. Ce dernier porte des fentes longitudinales qui partagent l'anthère en loges.

La coupe transversale de l'anthère montre que cette dernière est formée de deux lobes renfermant des loges qui sont des sacs polliniques.

Pendant le stade de maturation, les cellules de l'assise mécanique se contractent provoquant ainsi l'ouverture des fentes de déhiscence, ce qui projette les grains de pollen : c'est la dissémination.

3) Les étapes de la formation des grains de pollen:

★ Le grain de pollen à une forme spécifique. Il est constitué de deux cellules : une de grande taille appelé cellule végétatif, qui renferme une cellule de petite taille appelé cellule reproductrice ou génératrice. L'ensemble est entouré de deux membranes : une externe : l'Exine, parsemé de pores. Et une interne dite l'Intine.

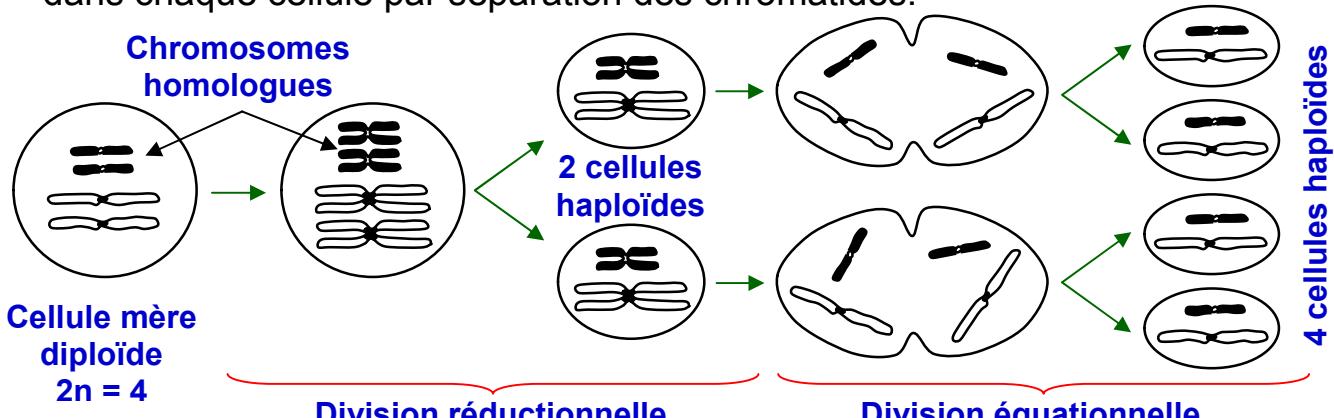
★ Rôle de la méiose dans la genèse du grain de pollen:

A l'intérieur de chaque sac pollinique, existe les cellules mères des grains de pollen. Ces cellules comportent des chromosomes homologues (Présentant deux exemplaires de chaque chromosome), on dit des cellules diploïdes ($2n$). Ces cellules subissent une réduction chromatique ou méiose, pour donner quatre cellules haploïdes (n) (Un seul exemplaire de chaque cellule). (Voir document 5)

Document 5 : Les étapes de la méiose

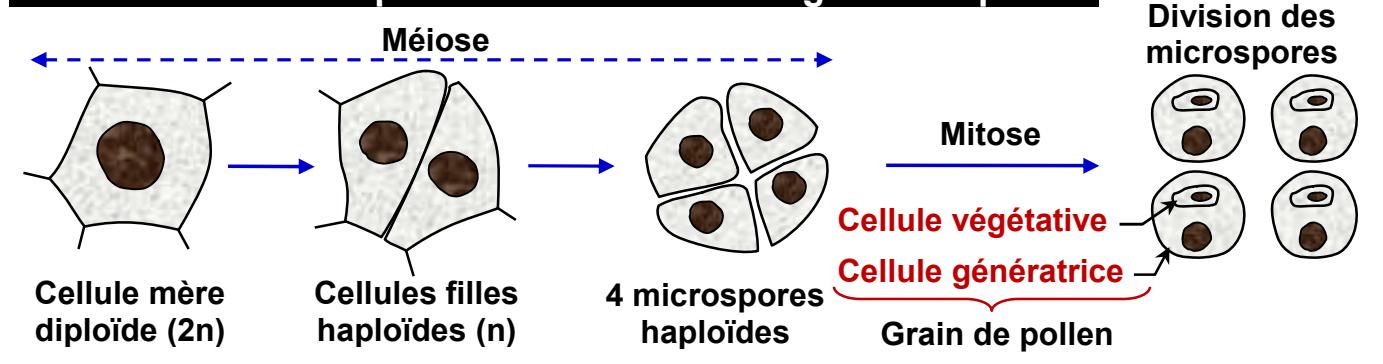
Dans une jeune anthère chaque cellule mère diploïde subit une méiose, qui comporte deux divisions :

- **Une division réductionnelle:** divise par deux le nombre de chromosomes. Ceux-ci passent de $2n$ à n par séparation des chromosomes homologues.
- **Une division équationnelle:** maintient le même nombre de chromosomes dans chaque cellule par séparation des chromatides.



★ Les étapes de la formation des grains de pollen: (Voir document 6)

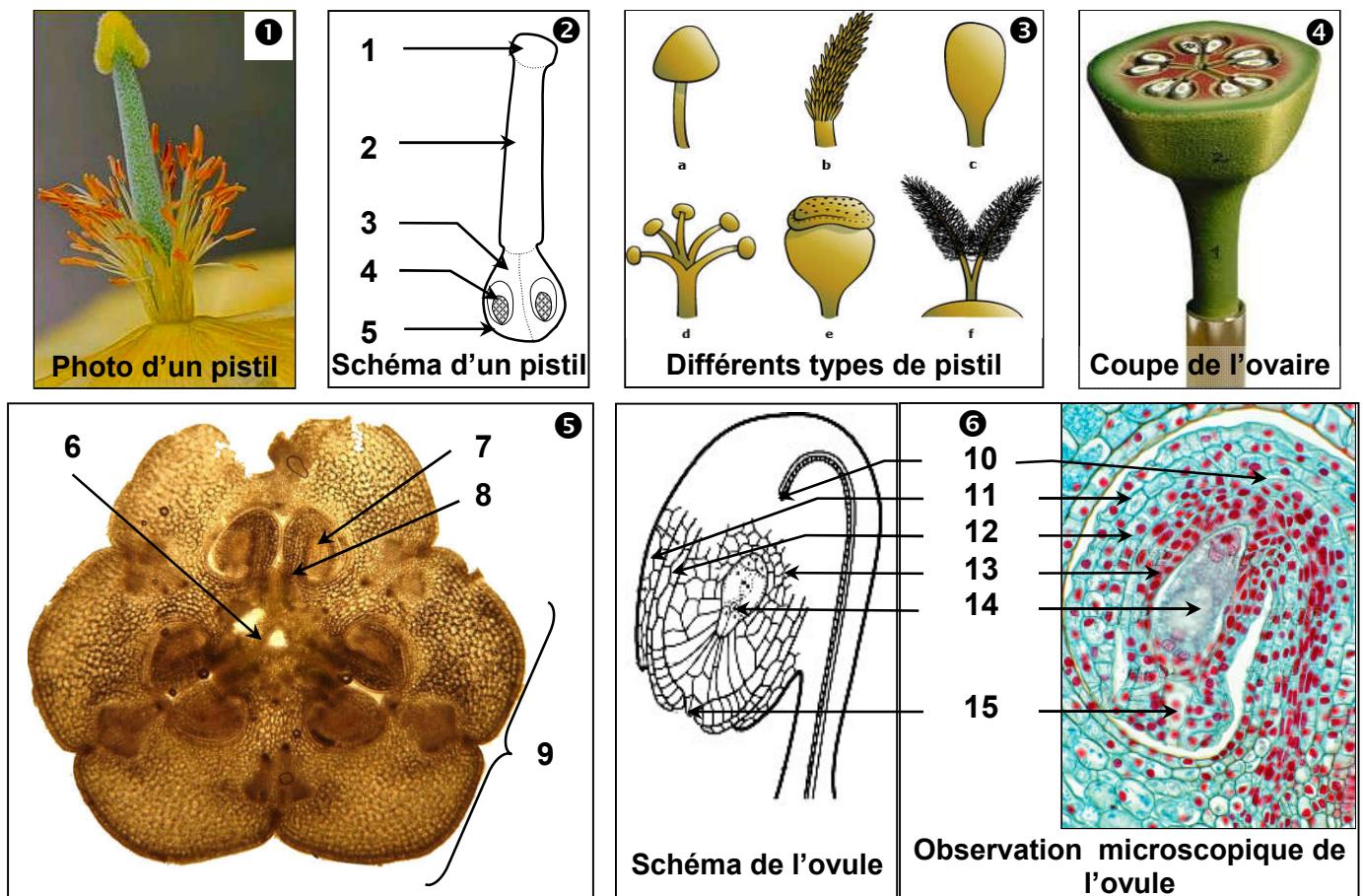
Document 6: Les étapes de la formation des grains de pollen



Au niveau du jeune sac pollinique, des cellules mères diploïdes subissent une méiose pour donner quatre cellules filles haploïdes (n) ou microspores. Ces cellules haploïdes constituent l'équivalent des microspores, qui restent groupées en tétrades. Chaque microspore subit une seule mitose pour aboutir à la formation du grain de pollen formé de deux cellules haploïdes : une cellule végétative à l'intérieur de laquelle se trouve une cellule reproductrice. De ce fait le grain de pollen est qualifié de gamétophyte mâle.

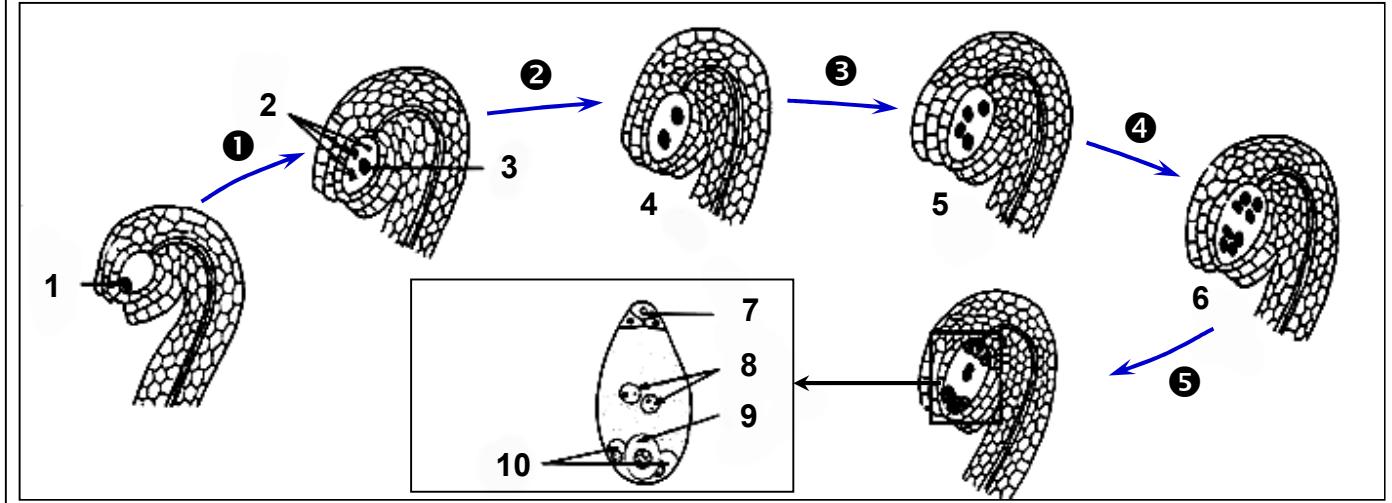
b- Le gynécée est l'appareil reproducteur femelle (Voir document 7)

Document 7 : Le gynécée est l'appareil reproducteur femelle



- 1) Donner les noms des différents constituants des figures de ce document.
- 2) Décrire de quoi est constitué le pistil, l'ovaire et l'ovule.
- 3) Annoter le document 8, puis en vous aidant des données de ce document, décrire les étapes de formation du sac embryonnaire.

Document 8 : les étapes de formation du sac embryonnaire



1) Les noms des différents constituants des figures du document 7:

La figure ②: 1= stigmate, 2= style, 3= carpelle, 4= ovule, 5= ovaire

La figure ⑤: 6= placenta, 7= ovule, 8= funicule 9= carpelle

La figure ⑥: 10= Chalaze, 11= tégument externe, 12= tégument interne, 13= nucelle, 14= sac embryonnaire, 15= micropyle

2) Décrire le pistil, l'ovaire et l'ovule:

- Le pistil (gynécée) est constitué de trois parties: le stigmate, le style et l'ovaire.
- L'ovaire est formé d'un ou plusieurs carpelles. Chaque carpelle est une enveloppe protectrice du pistil définissant une cavité contenant un ou plusieurs ovules.
- L'ovule est un organe qui renferme le gamétophyte femelle. C'est un macrosporange. Le gamétophyte femelle des angiospermes s'appelle « sac embryonnaire ». Il contient le gamète femelle: l'oosphère.

L'ovule montre les structures suivantes :

- Placenta: Partie de l'ovaire à laquelle sont fixés les ovules, directement ou par l'intermédiaire d'un funicule.
- Funicule : Zone intermédiaire entre le placenta et l'ovule.
- Les téguments (Secondine et Primine): deux enveloppes de l'ovule.
- Micropyle : Ouverture dans les téguments de l'ovule.
- La chalaze : Base d'attache du nucelle aux téguments de l'ovule, par où pénètrent les sucs nourriciers.
- Nucelle : le tissu qui constitue la partie centrale de l'ovule.
- Le sac embryonnaire: C'est le gamétophyte femelle.

3) Les étapes de formation du sac embryonnaire:

★ Annotation du document 7:

1= cellule mère du sac embryonnaire, 2= 3 spores qui dégénèrent, 3= mégaspore, 4= 1^{ère} mitose, 5= 2^{ème} mitose, 6= 3^{ème} mitose, 7= 3 antipodes, 8= 2 noyaux de la cellule centrale, 9= oosphère, 10= 2 synergides.

①= La méiose, ②+③+④= des mitoses, ⑤= La formation du sac embryonnaire.

★ Les étapes de formation du sac embryonnaire:

Au sein du nucelle, une cellule mère diploïde ($2n$) subit une méiose et donne 4 cellules haploïdes (n) dont 3 dégénèrent. La cellule restante est une mégaspore (macrospores). La mégaspore subit 3 mitoses successives pour donner 8 noyaux répartis en 7 cellules formant le sac embryonnaire.

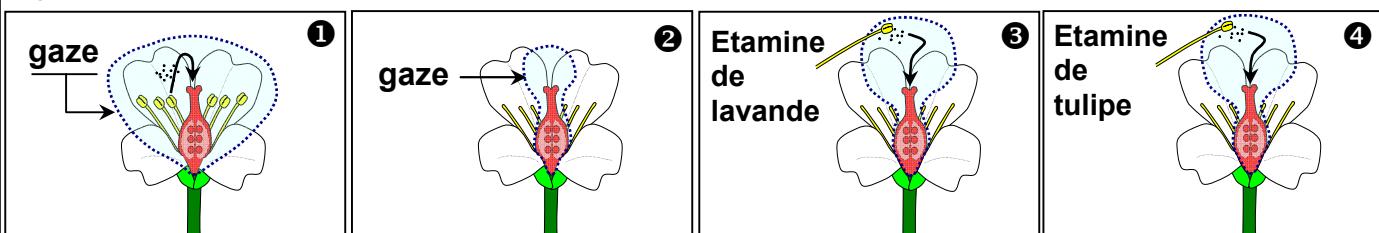
Ainsi le sac embryonnaire mature est formé d'une cellule centrale à 2 noyaux; 3 cellules dites cellules antipodes au pôle chalazien; 2 synergides en plus du gamète femelle c'est-à-dire l'oosphère au pôle micropylaire.

③ La pollinisation et son intérêt agricole

a- La pollinisation (Voir document 9)

Document 9 : Transformation de la fleur en fruit et graine

Pour comprendre le rôle du grain du pollen, on choisit des fleurs de jeune pied de lavande ①, ② et ③, sur les quelles on réalise les expériences illustrées sur les figures ci-dessous:



① : La fleur est à l'état normal, qu'on protège avec une gaze (une étoffe légère, faite de fil de coton). Le pistil se transforme en fruit contenant des graines.

② : On recouvre le pistil par une gaze, on supprime les étamines avant la maturation. Le pistil ne se transforme pas en fruit contenant des graines.

③ : On recouvre le pistil par une gaze, on enlève les étamines avant leur maturation, on saupoudre le pistil avec des graines de pollen appartenant à une autre lavande, le pistil se transforme en fruit contenant des graines.

④ : On saupoudre le pistil avec des graines de pollen appartenant à une tulipe, le pistil ne se transforme pas en fruit contenant des graines.

A partir de l'analyse des résultats de ces expériences déduisez :

- 1) le phénomène mis en évidence
- 2) l'importance de ce phénomène dans la formation du fruit.
- 3) Les différents types de pollinisation

1) Pour la lavande ① et ③, le pistil s'est transformé en fruit mûrs avec des graines, alors que celui de la lavande ② et ④, dégénère.
Le phénomène mis en évidence par ces expériences est la pollinisation.

2) La pollinisation correspond au transport des grains de pollen des étamines d'une fleur sur les stigmates du pistil de la même fleur ou d'une autre fleur de la même espèce. C'est un phénomène indispensable pour que le pistil se transforme en fruit contenant des graines.

3) On distingue différents types de pollinisation :

- **La pollinisation directe ou autopollinisation:** C'est quand les grains de pollen d'une fleur arrivent sur le pistil de la même fleur. C'est le cas de la fleur ❶.
- **La pollinisation croisée :** C'est le transfert des grains de pollen d'une fleur sur une autre fleur de la même espèce. C'est le cas de la fleur ❷.

Remarque : La pollinisation croisée est obligatoire pour les fleurs unisexuées. Elle peut être aussi nécessaire pour les fleurs bisexuées dans le cas où:

- ✓ La disposition des étamines est inconveniente à celle du pistil.
- ✓ La non simultanéité de la maturation des étamines et du pistil.

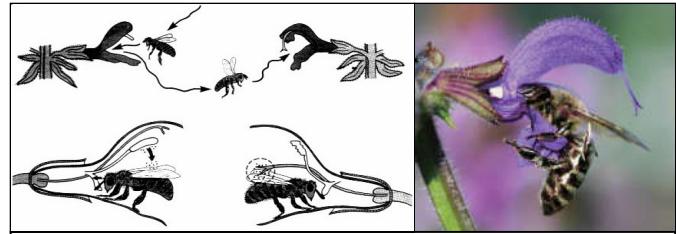
b- Les facteurs de pollinisation (Voir document 10)

Document 10 : Les facteurs de pollinisation

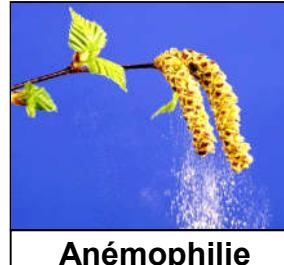
A maturité, le sac pollinique s'ouvre par les fentes de déhiscence et libère les grains de pollen. Ces derniers vont être transportés depuis les étamines vers le pistil. Ce processus fait intervenir des agents pollinisateurs. Les figures ci-dessous, illustrent quelques facteurs de pollinisation.

- Entomophile: Pollinisation assurée par les insectes.
- Ornithophile: Pollinisation assurée par les oiseaux
- Anémophile: Pollinisation assurée par le vent ou l'eau.
- Chiroptérophile: Pollinisation assurée par les chauves souris.

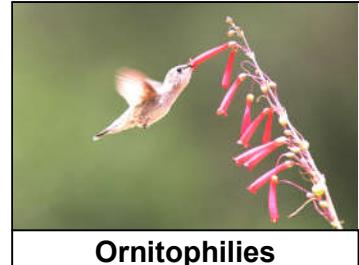
Déterminez d'après ces figures, les facteurs de la pollinisation.



Entomophilie: Chez la sauge (*salvia officinalis*)



Anémophilie



Ornitophilie



Pollinisation par l'Homme



Cheiroptérophilie

La pollinisation peut être favorisée par divers agents pollinisateurs: Le vent et les insectes sont considérés comme les facteurs fondamentaux de la pollinisation. Mais l'eau, l'Homme et d'autres animaux tels que les oiseaux et les chauves souris, interviennent dans la pollinisation.

c- L'intérêt agricole de pollinisation (Voir document 11)

Document 11 : L'importance agricole de la pollinisation

Le tableau ci-dessous montre les résultats de la production de différents fruits, en deux situations différentes : en présence et en absence d'abeilles.

		Oranger	Amandier	Tournesol	Lavande
Quantité de fruit (Kg)	En présence d'abeilles	100	10.5	300	110
	En absence d'abeilles	40	0.15	100	100

Document 11 : Suite

- 1) Comparer les résultats obtenus, puis déduire le rôle que jouent les abeilles dans ce cas.
- 2) Quel est le type de phénomène représenté par cette expérience ?
- 3) Que peut-on déduire ?

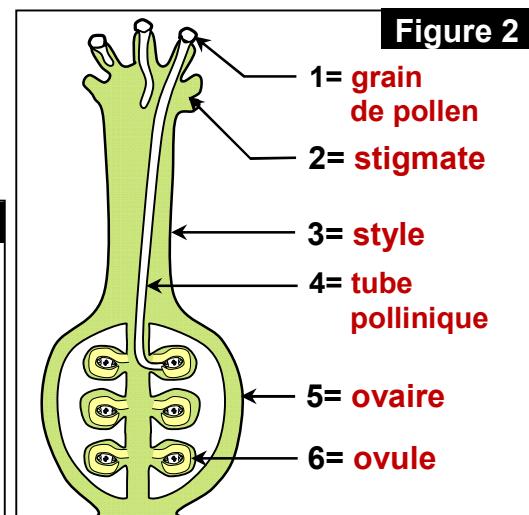
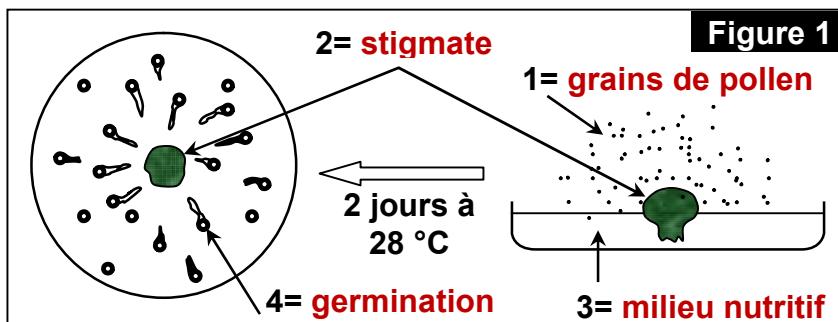
- 1) On constate que la production des fruits en présence d'abeilles est plus importante qu'en absence de ces insectes.
Les abeilles jouent un rôle de facteur pollinisateur.
- 2) Il s'agit d'une pollinisation indirecte ou croisée.
- 3) On déduit que la pollinisation augmente le rendement des cultures.

④ La germination du grain du pollen (Voir document 12)

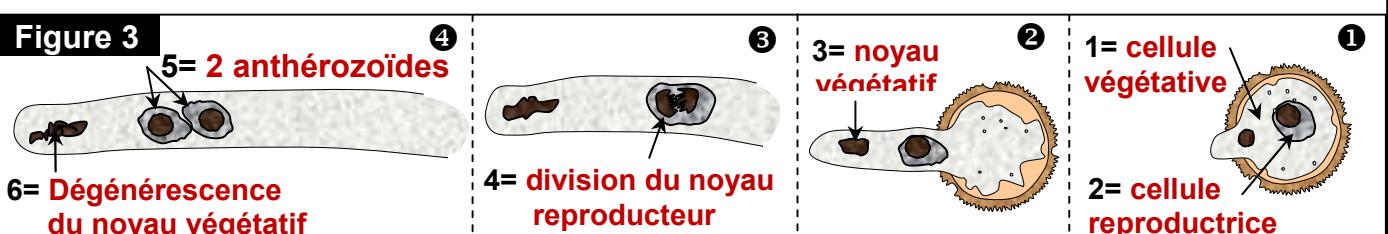
Document 12 : Expérience de germination du grain de pollen (Molisch 1889)

Dans une boîte de pétri, on prépare une solution nutritive à partir de 10 g de sucre, 2g de gélatine et 100cm³ d'eau. On met au milieu de la boîte un fragment de pistil, puis on saupoudre cette boîte de pétri avec des grains de pollen. La boîte est placée à une température de 18°C pendant deux jours. Les résultats obtenus sont indiqués sur la figure 1.

- 1) Décrire le changement que les grains de pollen ont subit après 2 jours.
- 2) Déduire le facteur responsable de ces changements observés.



L'observation microscopique a permis de suivre la pénétration du tube pollinique et son allongement jusqu'à l'ovule. Ce phénomène est illustré par le schéma de la figure 2. La figure 3 illustre les transformations que subissent les grains de pollen lors de leur germination.



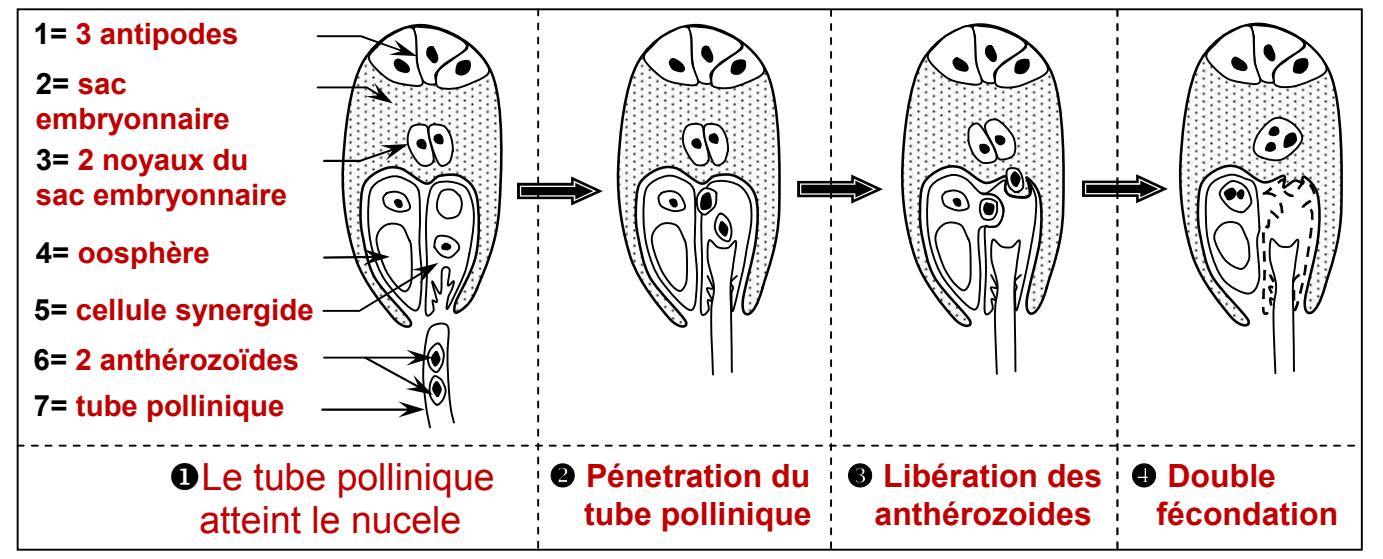
- 3) Annotez ces schémas puis en vous aidant de ces documents décrivez les différentes étapes de la germination du grain de pollen.

- 1) On constate que les grains de pollen émettent des prolongements appelés tubes polliniques, et que ces tubes sont orientés vers le stigmate.
- 2) La croissance orientée des tubes polliniques est provoquée par la sécrétion d'une substance chimique par le stigmate. On parle de chimiotropisme.
- 3) Juste après son chute sur le stigmate, le grain de pollen subit plusieurs changements :
 - ✓ Il se fixe au stigmate grâce à une substance gluante (qui colle).
 - ✓ Il se réhydrate et passe en vie active, puis il germe en donnant un tube pollinique qui est un prolongement de la cellule végétative.
 - ✓ Le tube pollinique croît en traversant le style jusqu'à atteindre le sac embryonnaire où se trouve l'oosphère.
 - ✓ Durant la croissance du tube pollinique, le noyau végétatif reste à l'extrémité du tube poursuivi par la cellule reproductrice qui subit une mitose et donne deux cellules haploïdes, ce sont les gamètes mâles ou anthérozoïdes.
 - ✓ Lorsque le tube pollinique se rapproche de l'ovule, le noyau végétatif dégénère.

⑤ La double fécondation (Voir document 13)

Document 13 : La double fécondation chez les angiospermes

Le schéma suivant illustre la double fécondation chez les angiospermes.
En se basant sur ce schéma, expliquez l'appellation « double fécondation ».



Arrivé au micropyle, le tube pollinique s'insinue entre les cellules du nucelle et atteint le sac embryonnaire, il franchit ce sac et décharge les deux gamètes mâles:

- Un gamète mâle fusionne avec l'oosphère pour donner un œuf ou zygote principal diploïde ($2n$).
- L'autre gamète mâle fusionne avec les deux noyaux haploïdes du sac embryonnaire pour former le zygote accessoire triploïde ($3n$).

C'est pour ça qu'on parle chez les angiospermes de double fécondation.

⑥ La formation de la graine et du fruit (Voir document 14)

Document 14 : formation de la graine et du fruit

Les figures suivantes montrent les transformations que subit la fleur après la fécondation.

Annotez les figures du document puis commentez-les en décrivant les étapes de formation de la graine

Figure 1

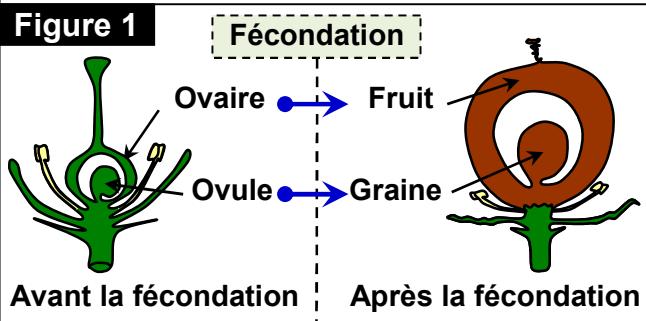
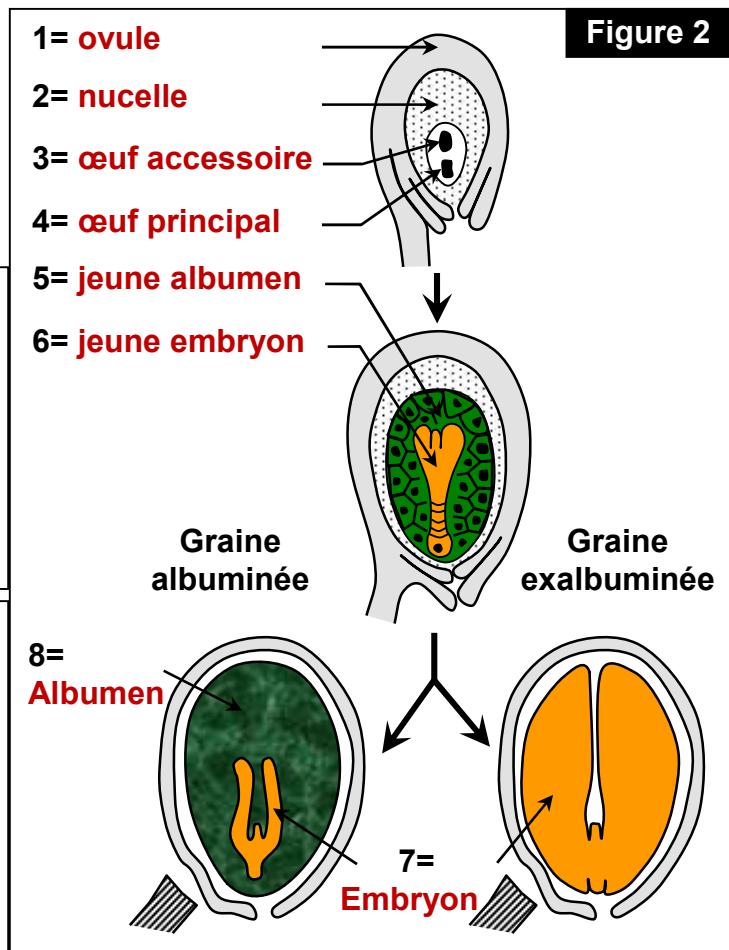


Figure 3

Déshydratation de la graine chez le maïs:

Jours après floraison	21	42	63	77	91
Masse d'eau g/50 graines	8	10.5	8	6.3	4.4



- ★ D'après la figure 1, on constate qu'après la fécondation, l'ovaire se transforme en fruit, et le ou les ovules évoluent vers la constitution d'une ou de plusieurs graines.
- ★ D'après la figure 2, les synergides et les antipodes dégénèrent alors que les deux œufs se développent :
 - ✓ L'œuf principal subit des divisions cellulaires et donne un embryon qui montre une ébauche de la racine (la radicule), une ébauche de bourgeon terminal (la gemmule) et une ébauche du ou des cotylédons (tigelle).
 - ✓ L'œuf accessoire se divise et donne un tissu à rôle nourricier, l'albumen.
- ★ On constate deux types de graine selon l'évolution de l'embryon et l'albumen :
 - ✓ Soit l'albumen se développe aux dépens du nucelle, ce dernier disparaît progressivement jusqu'à ce que l'albumen remplisse presque entièrement la graine. On parle de graines albuminées (le coquelicot, le ricin...etc.).
 - ✓ Soit les réserves sont accumulées dans les cotylédons, on assiste donc à la disparition du nucelle et de l'albumen. On parle de graines exalbuminées (le haricot, le pois, la fève...etc.).

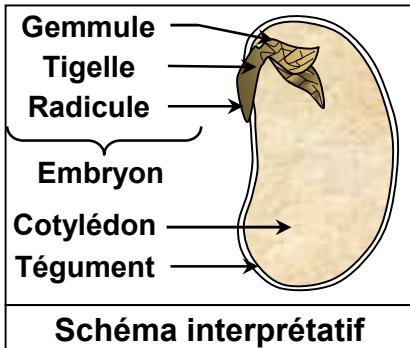
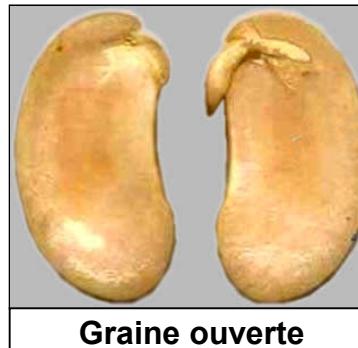
- ★ L'embryon mature s'entoure de réserves, il est protégé par des téguments.
- L'ensemble se déhydrate et forme une graine qui entre en vie ralenti. Ainsi la graine est une forme de dissémination et de résistance.

⑦ La germination de la graine chez les angiospermes

a- La structure d'une graine (voir document 15)

Document 15 : la structure d'une graine (exemple : graine d'haricot)

Mettre des graines d'haricot dans un récipient contenant de l'eau pour quelques heures. Les graines gonflent, et les téguments s'assouplissent de façon qu'ils soient facilement déchirables. Enlever délicatement les téguments et observer.



Graine ouverte

Schéma interprétatif

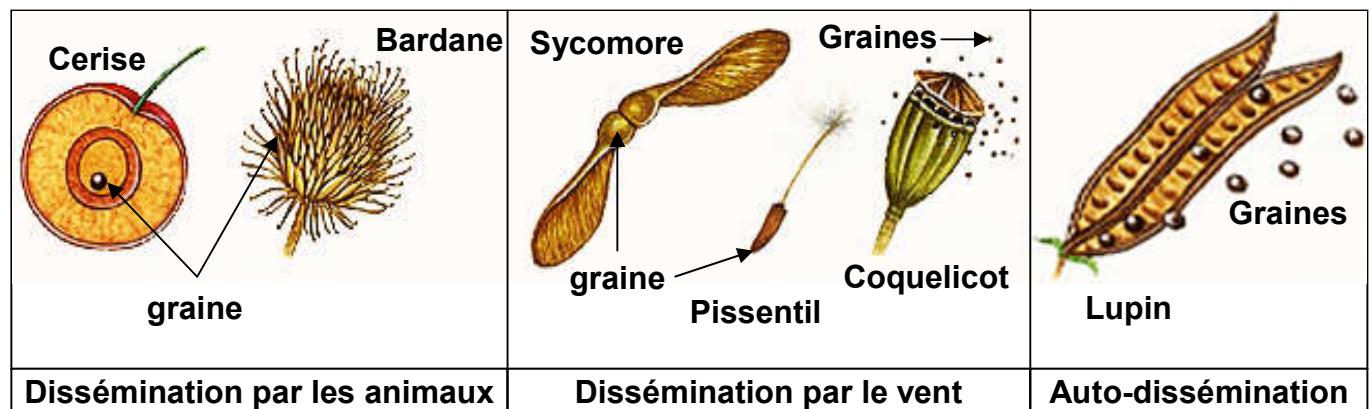
La graine est composée de trois parties : les téguments, l'embryon (formé de gemmule, tigelle et radicule), et les cotylédons. On peut dire que la graine est un embryon de plante entouré de réserves nutritives, et qui est en état de dormance, en attendant les conditions favorables pour germer.

b- La dissémination des graines (voir document 16)

Document 16 : La dissémination des graines

Les plantes sont immobiles, mais certaines semences peuvent parcourir de longues distances.

La figure ci-dessous, montre quelques aspects de la dissémination des graines.



En utilisant les données présentées sur cette figure, déterminer les caractéristiques de la graine pour chaque type de dissémination.

Les végétaux utilisent différents modes de dissémination de leurs graines pour atteindre des milieux favorables au développement des futures pousses.

- ★ **La dissémination anémochore :** Ce transport est assuré par le vent, dans ce cas les graines sont souvent ailées et légères.
- ★ **La dissémination zoochorie :** elle est assurée par les animaux, surtout lorsque les graines ont une structure qui permet de coller au corps de l'animal.

- ★ **La dissémination hydrochore :** elle est assurée par l'eau, surtout pour les espèces aquatiques et littorales.
- ★ **L'auto-dissémination :** La dissémination des graines se fait par un mécanisme propre à l'espèce.

c- Les conditions de germination des graines (voir document 17)

Document 17 : Les conditions de germination des graines

Pour mettre en évidence les conditions indispensables à la germination, on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : Dans une boîte de pétri on met du coton et des graines de haricot. Puis on suit la germination de ces graines dans des conditions différentes.

Le tableau ci-contre (figure 1) montre les conditions et les résultats de cette expérience.

Figure 1

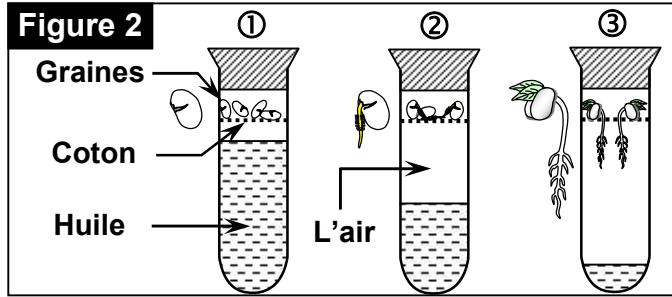
Les conditions du milieu		L'état des graines
La température (°C)	L'état du coton	
20	Imbibé d'eau	Germination
20	Sec	Pas de germination
6	Imbibé d'eau	Pas de germination

1) Que peut-on déduire à partir de l'analyse de ce tableau ?

Expérience 2 : Dans 3 tubes à essais (①, ② et ③) remplis d'huile à des niveaux différents, on met en haut du tube du coton imbibé d'eau contenant des graines de haricot, puis on ferme les trois tubes.

Après quelques semaines on obtient les résultats indiqués sur la figure 2:

- 2) Analysez les résultats obtenus.
- 3) Comment expliquez ces résultats ?
- 4) En se basant sur les résultats des deux expériences, déduisez les conditions de germination.



- 1) Dans la même température (20 °C), la germination des graines ne se produit que si le coton est imbibé d'eau.
Mais pour une faible température, la germination ne se produit pas même en présence d'eau.
On peut déduire de cette analyse que la germination ne se fait que si le milieu est humide, et dans une température déterminée.
- 2) On constate que la germination ne se produit pas dans le tube ①, se produit d'une manière faible dans le tube ②, et se produit d'une manière importante dans le tube ③.
- 3) On peut expliquer ces résultats par la quantité d'air contenue dans chaque tube. Plus la quantité d'air est grande, plus la germination est importante.
- 4) La germination des graines est conditionnée par des facteurs externes à savoir l'humidité, la température, l'air (l'oxygène)

d- Les manifestations physiologiques de la germination (voir document 18)

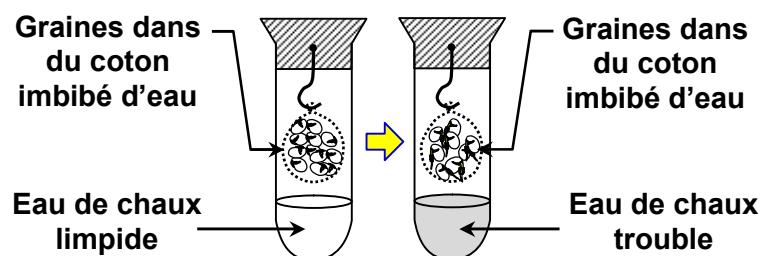
Document 18 : Les manifestations physiologique de la germination

La germination des graines se manifeste par la reprise de la vie active qui se traduit par un ensemble de changements physiologiques. Pour démontrer le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active, on procède aux expériences suivantes :

Expérience 1 : On place des graines de haricot, selon les conditions expérimentales énoncées dans la figure 1.

- Que pouvez-vous conclure de l'analyse des résultats obtenus ?

Figure 1



Expérience 2 : On prend des graines dans différentes périodes de germination (1h, 2j et 3j), on enlève les embryons et on garde l'albumen qu'on écrase en présence d'eau. Après filtration des solutions obtenues. Sur ces solutions on réalise des tests avec l'eau iodée et la liqueur de Fehling. La figure 2 indique les résultats obtenus.

- En se basant sur le degré de coloration des réactifs utilisés, indiquez sur la figure 2 le taux d'amidon et de glucose dans l'albumen de chaque graine en utilisant les symboles + et -.
- Comment peut-on expliquer ces résultats ?

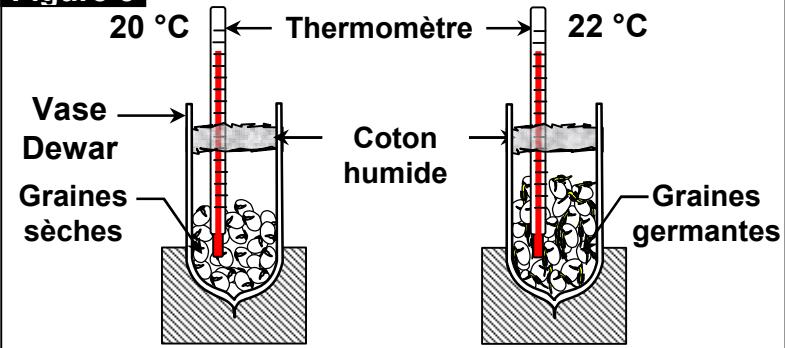
Figure 2			
Les étapes de la germination	1h	2j	3j
Test avec l'eau iodée	Coloration bleu très foncée	Coloration bleu foncée	Coloration bleu claire
Quantité d'amidon	+++	++	+
Test avec la liqueur de Fehling + réchauffement	Absence de dépôt rouge	Dépôt rouge - brique	Dépôt rouge - brique foncée
Quantité de glucose	-	++	+++

+++ présence importante, ++ modérée, + faible, - absence

Des graines (germantes ou sèches) sont placées dans un vase Dewar (Qui fournit une très bonne isolation thermique) et on mesure la température.

- Que montre la mesure de température dans les deux vases ?

Figure 3



- En utilisant les réponses des questions précédentes et tes connaissances, expliquer les phénomènes physiologiques accompagnant la germination des graines.

- 1) On constate que l'eau de chaux devient trouble après germination. Cela ne peut être expliqué que par le dégagement du dioxyde de carbone lors de la germination. On conclut donc que la germination se manifeste par la reprise de la vie qui se traduit par la respiratoires.
 - 2) Voir le tableau de la figure 2.
 - 3) A partir du 2^{ème} jour, on constate l'apparition du glucose au dépend de l'amidon. Donc au cours de la germination, l'amidon se transforme en glucose en présence d'eau. C'est l'hydrolyse de l'amidon, qui se déroule selon la réaction chimique suivante:



- 4) D'après la figure 3, on constate que la germination est accompagnée par un dégagement de température. Cela ne peut être expliqué que par l'oxydation du glucose pour produire l'énergie nécessaire à la germination. Cette oxydation se déroule selon la réaction chimique suivante:



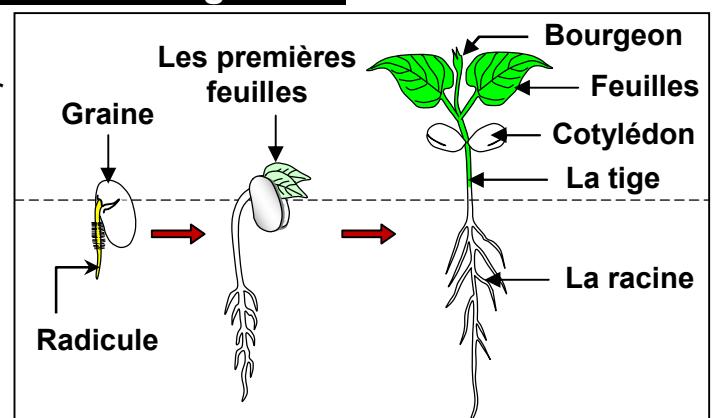
- 5) Lorsque les conditions sont favorables (O_2 ; humidité ; T°), la graine germe, elle passe ainsi de la vie ralentie à la vie active.
La germination se déclenche par l'hydratation de l'embryon. L'augmentation de la température active l'hydrolyse des réserves nutritives (l'amidon) et les réactions de la respiration cellulaire (Oxydation du glucose).
L'embryon passe par une phase hétérotrophe, pour donner une nouvelle plante autotrophe.

e- Les étapes de la germination des graines (voir document 19)

Document 19 : Les étapes de la germination des graines

Suivre les étapes de germination d'une graine peut se faire en mettant à germer des graines d'haricot dans un milieu convenable. Les résultats de cet étude est illustré par le schéma ci-contre.

A partir de ce schéma décrire les étapes de la germination d'une graine.



Lorsque les conditions sont favorables, la graine germe selon les étapes suivantes :

- Hydratation de la graine suivie d'une déchirure de l'écorce et sortie de la radicule qui se dirige vers le sol.

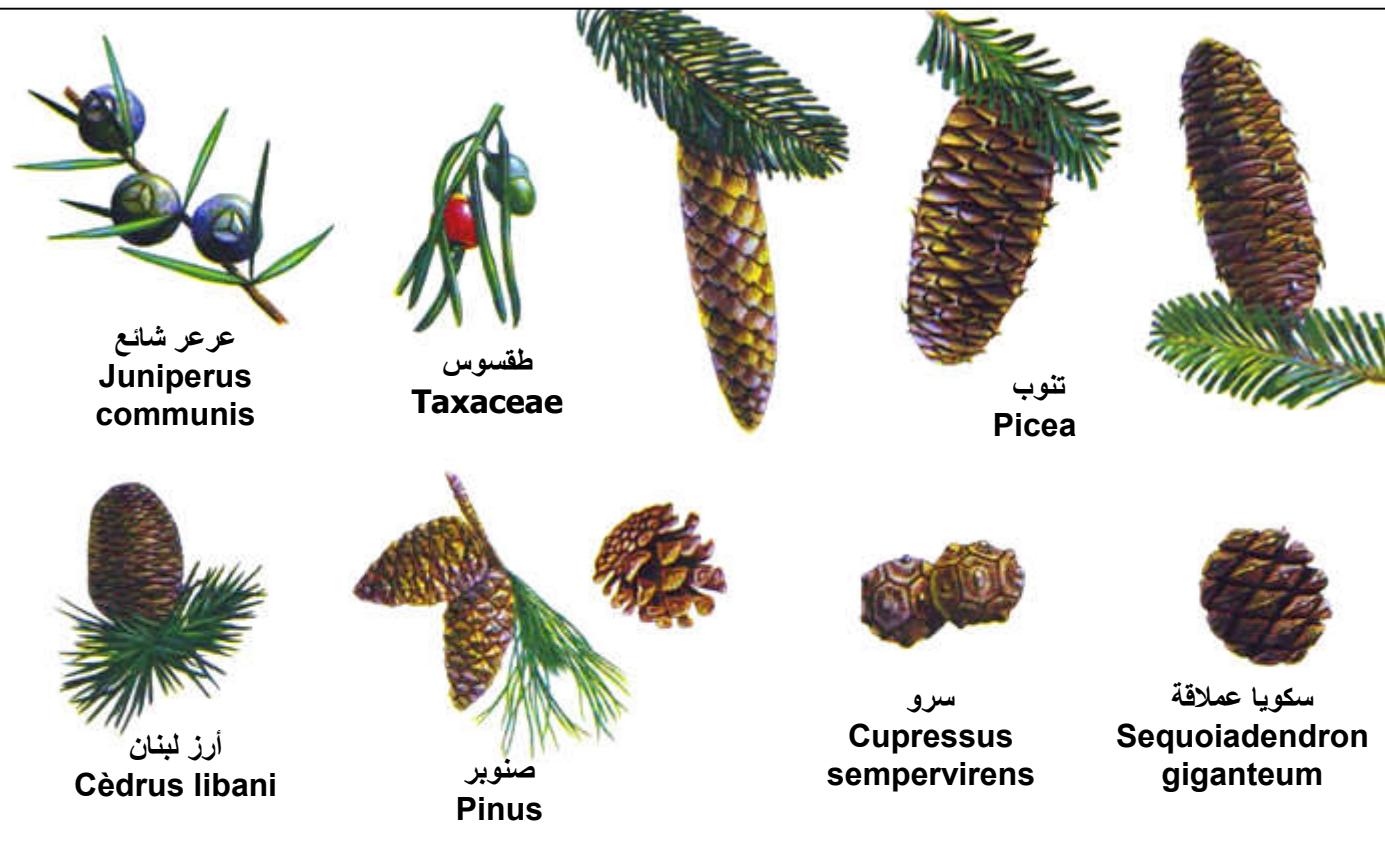
- Les cotylédons sortent de la graine et s'élèvent du sol, provoquant l'élongation de la tigelle et l'apparition de la plantule.
- Chute des téguments protecteurs et apparition des premières feuilles.
- Fanaison des cotylédons (Par épuisement des réserves).
- Elongation du reste des éléments et leur développement.

II - La reproduction sexuée des gymnospermes

Les gymnospermes, constituent un ensemble de plantes peu représentées actuellement sur terre, dont les graines sont non enfermées à l'intérieur du fruit. Elles comprennent 700 espèces environ (voir document 20).

Document 20 : Principaux types de fruit et feuilles chez gymnospermes

Les figures suivantes, représentent quelques types de fruits ainsi que les types de feuilles chez des gymnospermes. Précisez les principales caractéristiques végétatives des gymnospermes.



La majorité des gymnospermes sont des arbres à feuilles en aiguilles ou en écailles vertes persistantes, leurs fruits sont généralement sous forme d'un cône, ainsi que leurs organes reproducteurs mâles et femelles, on parle donc de conifères. Les conifères forment le groupe principal des gymnospermes (500 espèces des 700).

- Comment les cônes mâles et femelles interviennent dans la reproduction ?
- Comment se fait la pollinisation et la fécondation ?
- Comment se fait la formation et la germination de la graine ?

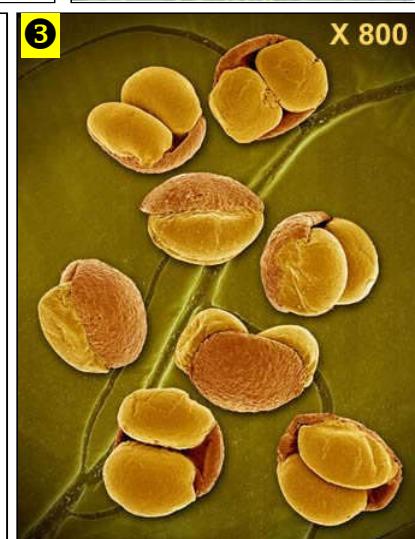
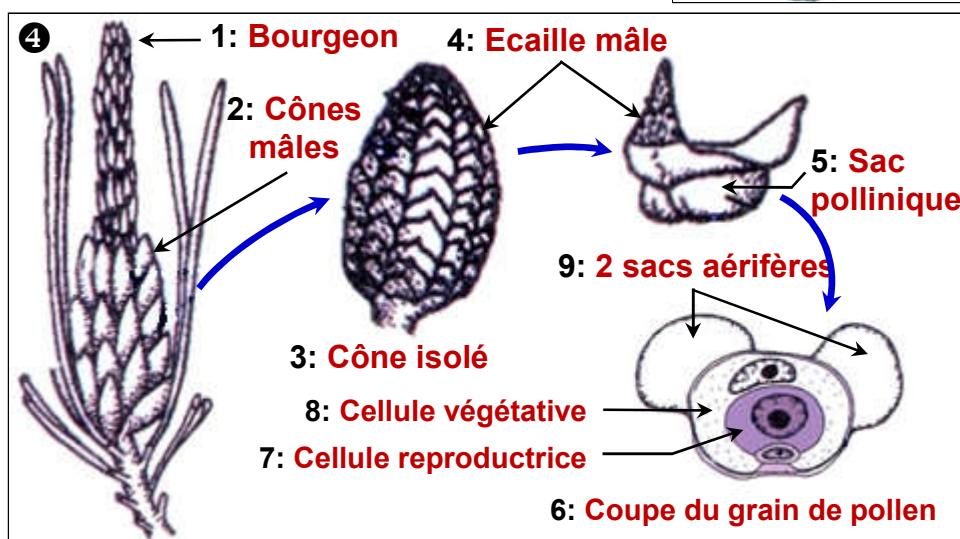
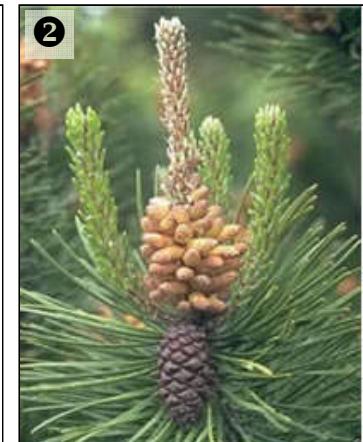
① Organisation de l'appareil reproducteur des gymnospermes

a- L'appareil reproducteur mâle: (Exemple le pin) (Voir document 21)

Document 21 : Les organes reproducteurs mâles du pin

- ① : Cônes et feuilles du pin
- ② : Cône mâle du pin
- ③ : Observation microscopique des grains de pollen chez le pin.
- ④ : Schémas des organes reproducteurs mâles du pin.

Annoter le document, puis à partir des données de ce document, tirer les caractéristiques du pin, et décrire les organes reproducteurs mâles du pin.

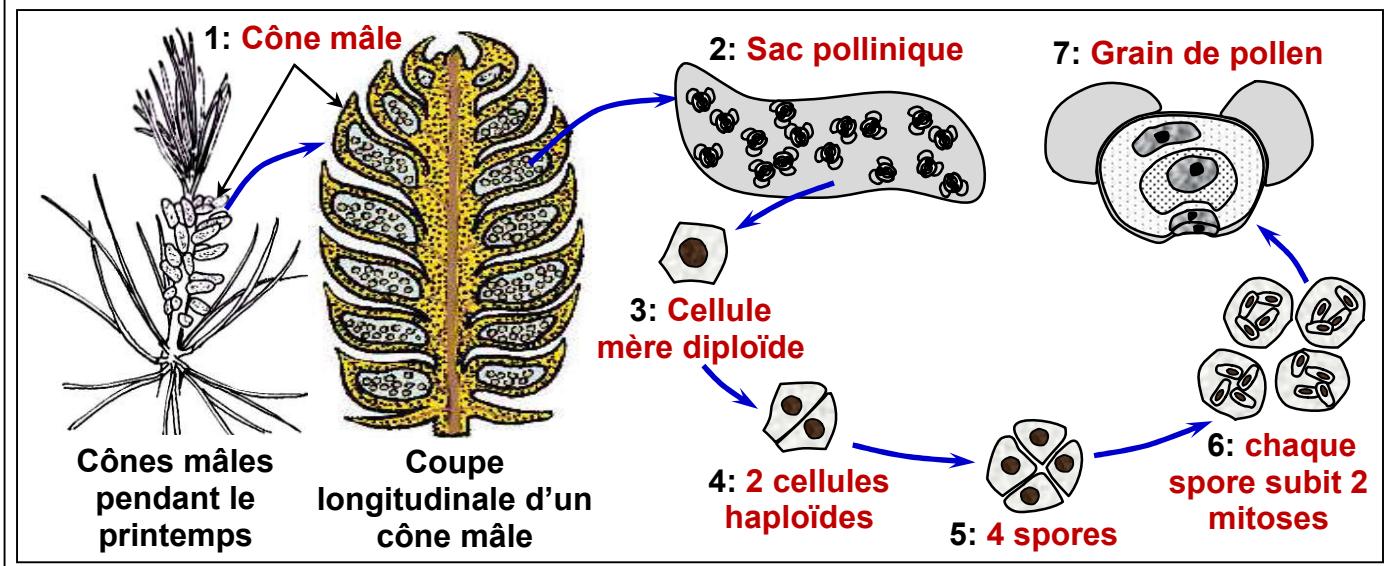


- ★ Le pin est une plante unisexuée monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et fleurs femelles sont portées par la même plantes. Elle a des feuilles doubles en aiguille et des fleurs sous forme de cônes.
- ★ Chez le pin, les fleurs mâles forment de petits cônes groupés en épis à la base de certaines pousses de l'année. Et on constate que:
 - Chaque cône mâle est constitué d'un certain nombre d'écailles organisées autour d'un axe.
 - Chaque écaille porte sur sa face inférieure deux microsporanges (sacs polliniques) qui contiennent les grains de pollen.
 - Chaque écaille peut être considérée comme une étamine. Le cône tout entier est donc une fleur mâle unisexuée.
 - A l'intérieur des sacs polliniques se forment des grains de pollen. Chaque grain est constitué de deux cellules une végétative et une reproductrice, deux cellules prothalliennes, en plus de deux ballonnets (sacs aérifère) qui facilite sa dissémination par le vent.

b- Les étapes de la formation du grain de pollen: (Voir document 22)

Document 22 : Les étapes de la formation du grain de pollen chez le pin

Le schéma ci-dessous représente les étapes de la formation d'un grain de pollen chez le pin. Annoter ce schéma, puis décrire les étapes de la formation des grains de pollen.



Au niveau du sac pollinique, la cellule mère diploïde ($2n$) subit une méiose, ce qui donne 4 cellules haploïdes (n); ce sont des microspores. Chaque microspore subit deux mitose successives et engendre quatre cellules qui entourées par l'intine et l'exine, vont constituer le grain de pollen mûr.

c- L'appareil reproducteur femelle: (Exemple le pin) (Voir document 23)

Document 23 : Les organes reproducteurs femelles du pin

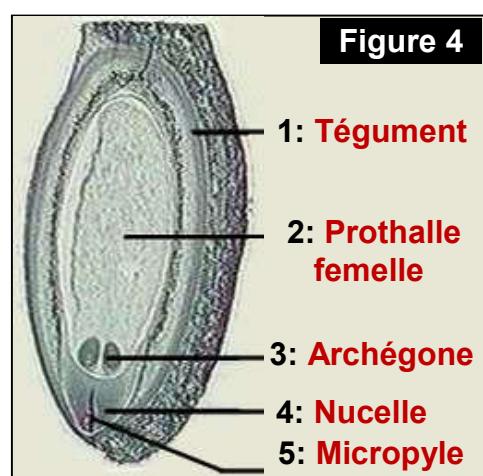
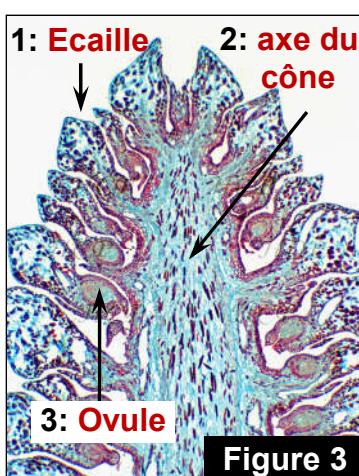
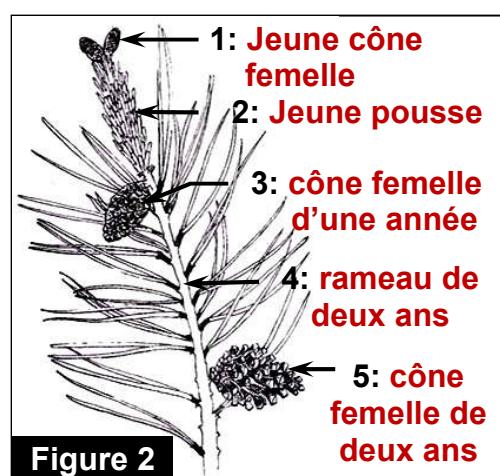
Les figures ci-dessous présentent la structure des organes reproducteurs femelles chez le pin.

La figure 1: Cône femelle du pin avant la pollinisation.

La figure 2: Rameau du pin portant des cônes femelles.

La figure 3: Coupé longitudinal d'un cône femelle du pin.

La figure 4: Coupé longitudinal d'un ovule du pin.



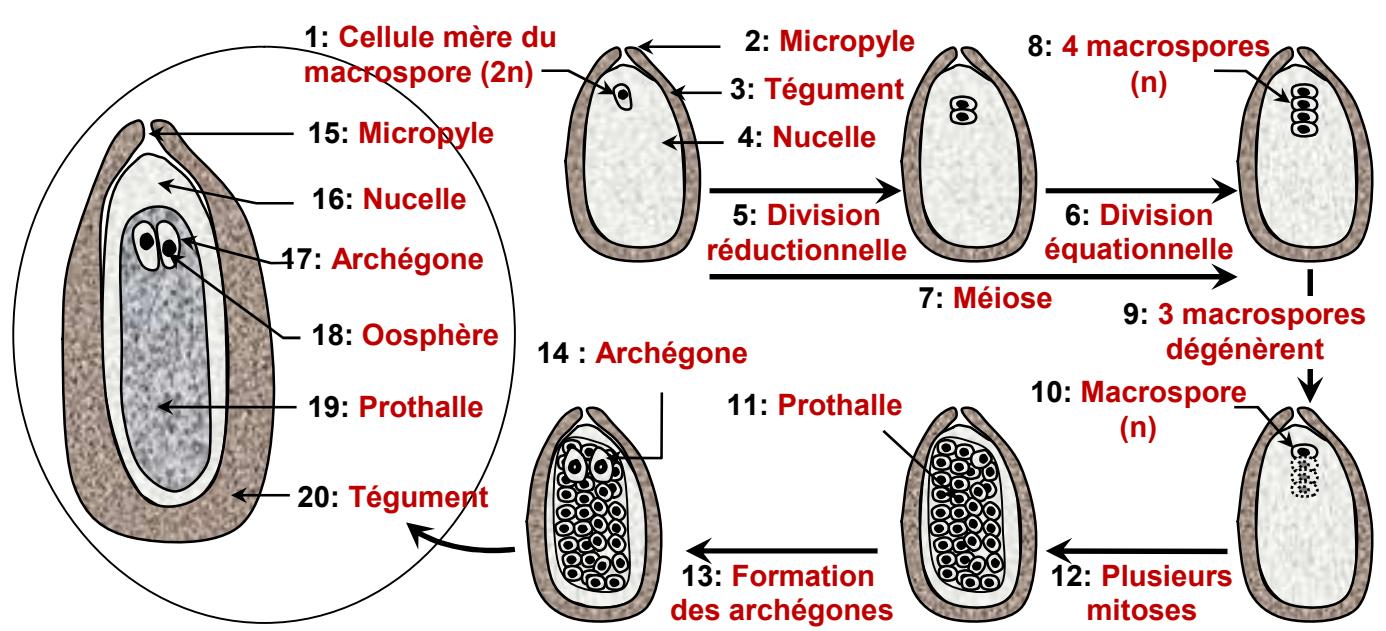
Annoter les figures représentées sur le document puis identifier les différents organes de l'appareil reproducteur femelle.

- ✓ Chez le pin, l'appareil reproducteur femelle est représenté par des cônes développés au sommet des pousses de l'année. Les cônes femelles persistent plusieurs années sur les rameaux.
- ✓ Le cône femelle est formé de plusieurs écailles serrées autour d'un axe. Sur la face de chaque écaille se trouve une bractée, et sur sa face supérieur se trouve deux ovules contenant le gamétophyte femelle, on parle d'écaille ovulifère. Le cône femelle a besoin d'environ 4 ans pour devenir mature et ainsi libérer les graines.
- ✓ L'écaille ovulifère et la bractée qui se trouve au dessous, sont considérée comme étant une fleur unisexuée.
- ✓ L'ovule de la première année est entouré d'un tégument qui laisse à son sommet un orifice étroit appelé micropyle.
- ✓ A l'intérieur de l'ovule on distingue une masse cellulaire périphérique, c'est le macrosporange ou nucelle, qui entoure une seconde masse cellulaire qui est le prothalle femelle ou endosperme.
- ✓ Au sommet de l'endosperme se forment 2 à 3 archégones (gamétophyte femelle) contenant chacun une oosphère.

d- Les étapes de la formation de l'endosperme: (Voir document 24)

Document 24: Les étapes de la formation de l'endosperme (prothalle)

La figure ci-dessous est une représentation schématique de la formation d'un prothalle femelle chez le pin.



Annoter la figure représentée sur le document puis dégager les étapes de la formation de l'endosperme (Prothalle) chez le pin.

- ✓ Au cours de la première année une cellule diploïde ($2n$) au sein de l'ovule subit une méiose et donne quatre cellules haploïdes (n) ou macrospores, dont 3 dégénèrent. La macrospore restante s'accroît et forme un mégaspor.

- ✓ La mégasporre se développe au sein du nucelle par mitose et donne le prothalle femelle ou endosperme. A ce stade la croissance s'arrête pour reprendre l'année suivante.
- ✓ Le développement de l'endosperme reprend durant la deuxième année. Ainsi apparaissent au pole micropylaire, 2 à 3 archégones dont chacun contient une oosphère (gamète femelle).

② De la pollinisation à la germination des graines

a- La pollinisation et la germination du pollen: (Voir document 25)

Document 25: La pollinisation et la germination du grain de pollen

Grâce aux ballonnets, les grains de pollen des gymnospermes sont transportés par le vent jusqu'aux cônes femelles qui sont encore ouvertes et aptes à la réception des grains de pollen.

Les figures suivantes illustrent la structure de l'ovule pendant la germination du grain de pollen.

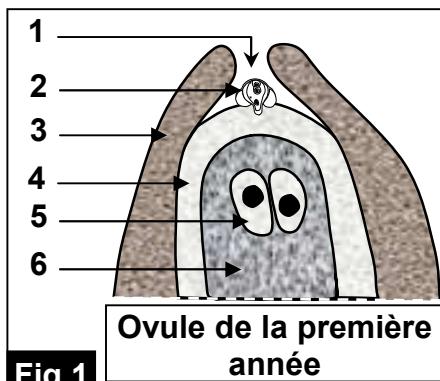


Fig 1

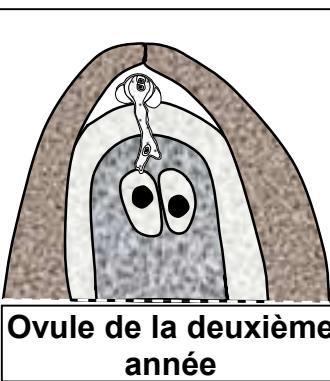


Fig 2

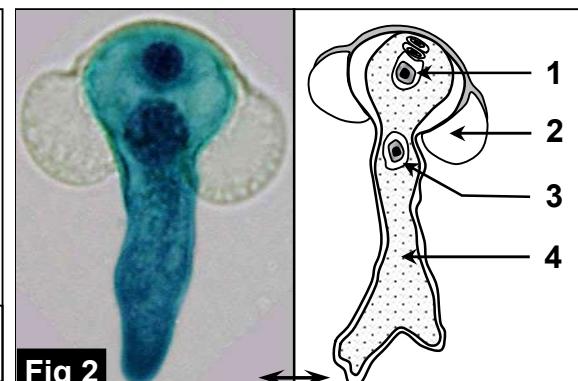


Fig 2

Annotez ces figures puis décrire les transformations que subit le grain de pollen.

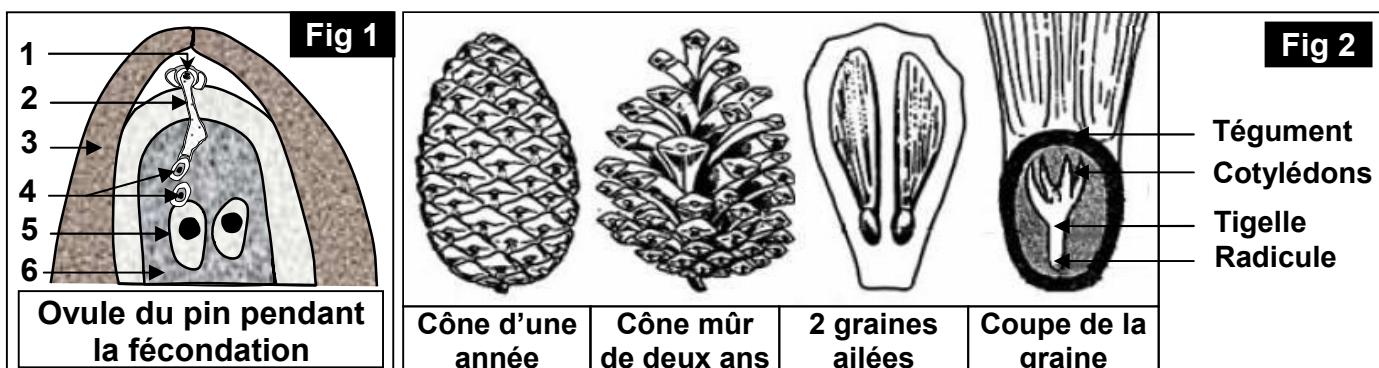
★ Annotation:

- ✓ Fig 1: structure de l'ovule pendant la germination du pollen : 1= micropyle, 2= grain de pollen, 3= tégument, 4= nucelle, 5= oosphère, 6= prothalle.
- ✓ Fig 2: Grain de pollen en germination: 1= cellule anthéridiale, 2= ballonnet, 3= cellule végétative, 4= tube pollinique.
- ★ La germination du grain de pollen s'étale sur deux ans successifs avec un arrêt pendant l'hiver :
 - ✓ Durant la première année : Les grains de pollen disséminés par le vent, pénètrent entre les écailles écartées des cônes femelles. Ils sont captés par un liquide sécrété par le nucelle des ovules. Après la pollinisation, les écailles femelles se ferment, les grains de pollen commencent à germer en formant un tube pollinique à partir de la cellule végétative, alors que les deux cellules prothalliennes dégénèrent. La cellule anthéridiale reste en place et se divise en une cellule socle (cellule basale) et une cellule reproductrice. A ce stade la germination s'arrête.
 - ✓ Durant la deuxième année : le tube pollinique reprend sa croissance et s'allonge vers l'archégone, et pénètre à travers le nucelle jusqu'à une oosphère. La cellule reproductrice se divise donnant naissance à deux anthérozoïdes.

b- La fécondation et la formation des graines: (Voir document 26)

Document 26: La fécondation et la formation de la graine

Les figures suivantes illustrent l'évolution du zygote après fécondation chez les gymnospermes.



Annotez ces figures puis décrire les étapes de la fécondation et l'évolution du zygote après fécondation.

★ Annotation:

Fig 1: l'ovule pendant la fécondation : 1= grain de pollen, 2= tube pollinique, 3= tégument, 4= 2 anthérozoïdes, 5= oosphère, 6= prothalle.

★ Lorsqu'un tube pollinique atteint le col de l'archégone, son extrémité s'ouvre et libère les deux anthérozoïdes, l'un féconde le gamète femelle qui devient un zygote (œuf diploïde $2n$) et l'autre dégénère.

Dans certains cas, plusieurs oosphères sont fécondées en donnant naissance à plusieurs embryons, mais un seul embryon arrive au stade de maturité, les autres dégénèrent.

Le zygote se développe au sein du gamétophyte femelle et un embryon se différencie en plantule. Cette différenciation est accompagnée par l'accumulation des réserves nutritives : le zygote est ainsi transformé en graine ailée.

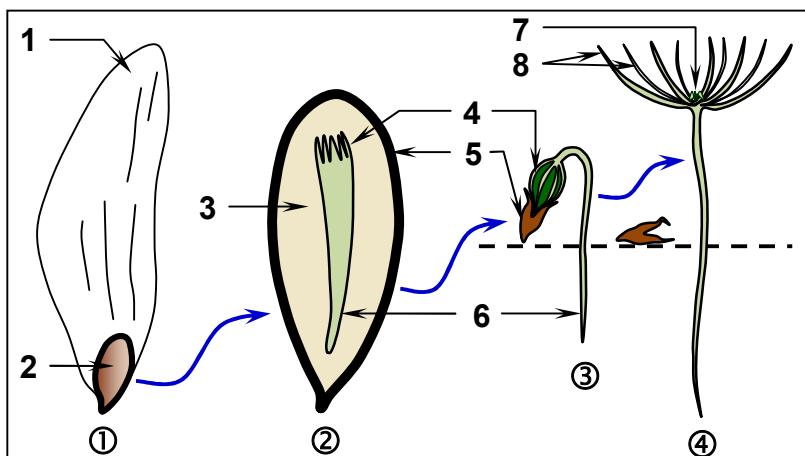
L'écartement des écailles des cônes femelles libère les graines dont la dissémination par le vent est favorisée par une aile.

c- La germination de la graine: (Voir document 27)

Document 27: La germination de la graine du pin

Le document ci contre montre une graine du pin et quelques étapes de sa germination.

- 1) Légendez cette figure en donnant à chaque numéro le nom qui convient.
- 2) Décrire les étapes de la germination de la graine des gymnospermes.



1) La légende :

- 1 : aile, 2 : graine, 3 : gamétophyte femelle transformé en réserves
- 4 : cotylédons, 5 : tégument, 6 : radicule, 7 : bourgeon, 8 : cotylédons.
- ① : Graine ailée de pin, ② : coupe d'une graine, ③ : germination de la graine,
- ④ : jeune plantule de pin.

2) Les étapes de la germination :

L'initialisation de la germination de la graine aura lieu à la suite d'absorption d'eau qui imbibé les téguments. Ce qui déclenche des transformations métaboliques aboutissant à la digestion des réserves nutritives, libérant ainsi des substances nutritives utilisables par l'embryon en développement.

La croissance de la radicelle permet à la plantule de se fixer au sol, ensuite la tige surgit traversant le sol et étalant ses feuilles. C'est ainsi que la germination de la graine donne naissance à une nouvelle plante feuillée.

Document 28: Evaluation

Complète le texte ci-dessous avec les termes suivants : pédoncule, grains de pollen, mâles, sépales, ovules et pétales, reproduction.

Les pièces florales servant à la **reproduction** sont insérées sur le réceptacle rattaché au **pédoncule**.

La protection est assurée par les **sépales** formant le calice et par les **pétales** formant la corolle.

Parmi les pièces reproductrices, on distingue les étamines qui sont les organes reproducteurs **mâles** et le pistil qui est l'organe reproducteur femelle.

Chaque étamine est constituée d'un filet se terminant par une anthère contenant les **grains de pollen** (eux-mêmes contenant les cellules reproductrices mâles).

Le pistil comprend une partie renflée, ou ovaire surmontée par un style terminé par un stigmate. L'ovaire contient un ou plusieurs **ovules** (= cellules reproductrices femelles).