
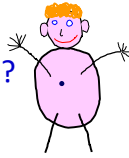
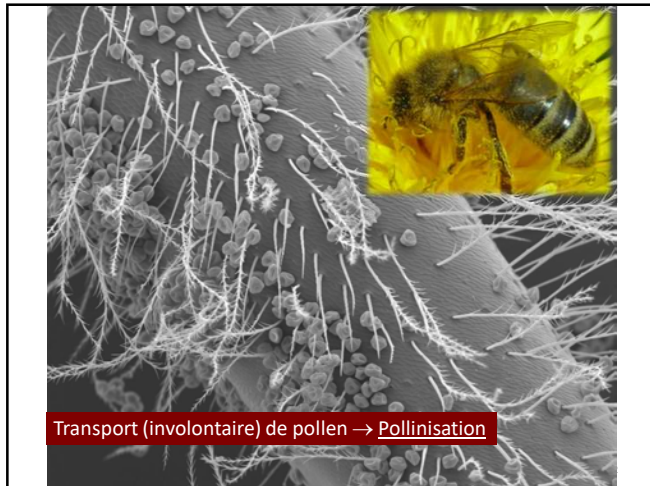


Les paradoxes du pollen

- ✓ Indispensable pour l'abeille ! 
- ✓ Intérêts pour l'humain ? 

Dr Joseph Hemmerlé Formation continue en Visio 11/01/2025

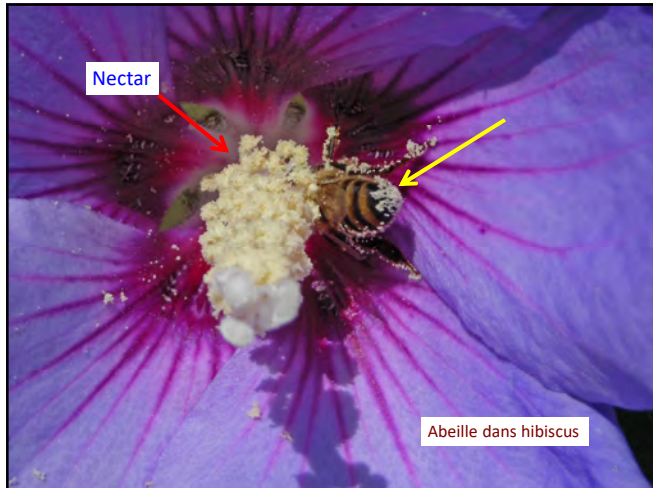
1



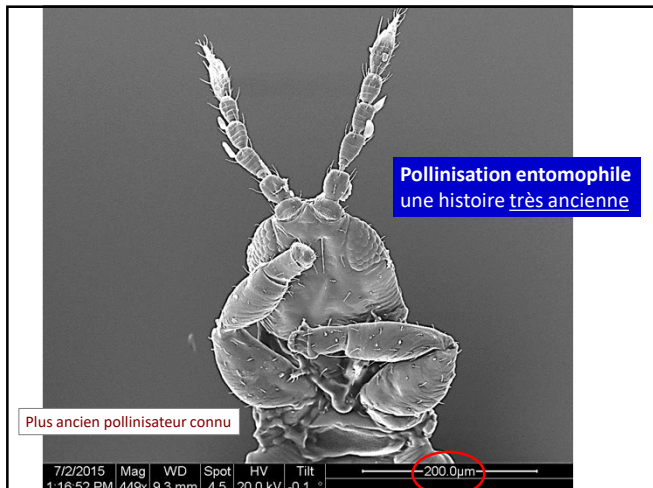
2



3



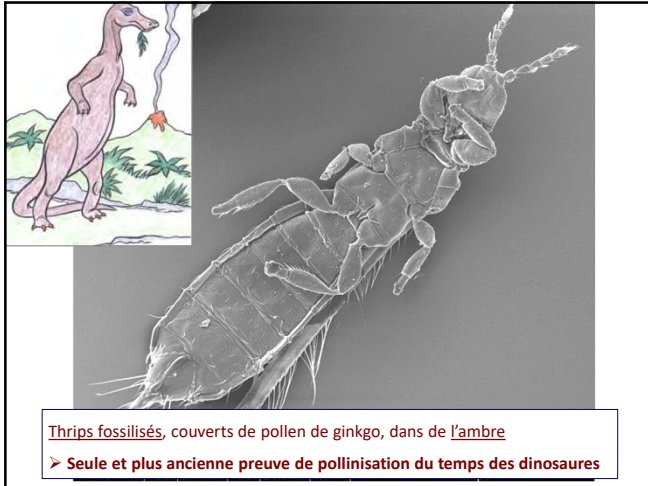
4



5



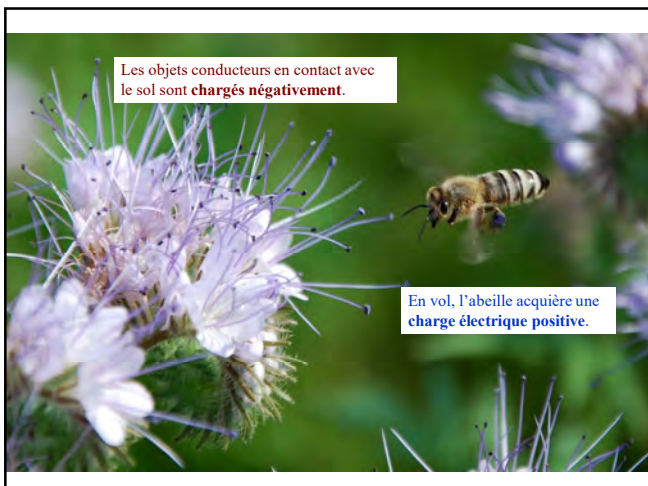
6



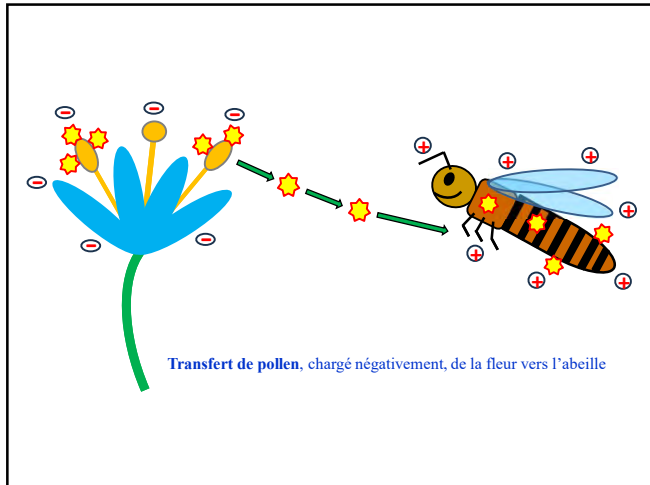
7



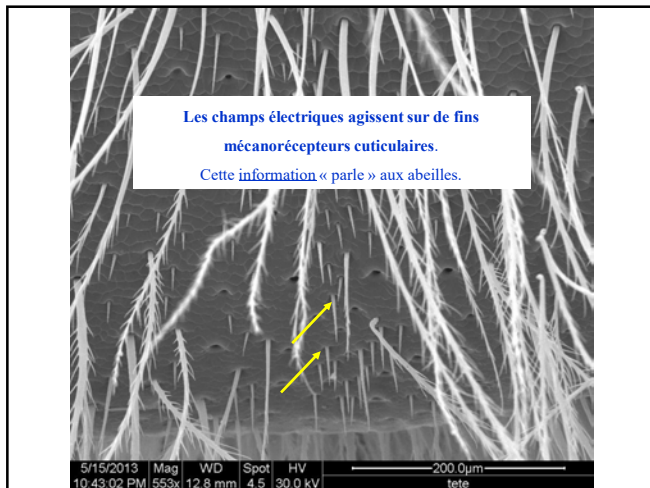
8



9



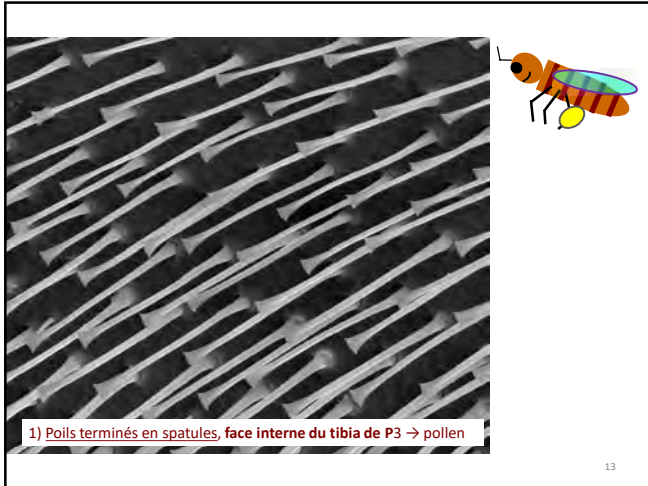
10



11



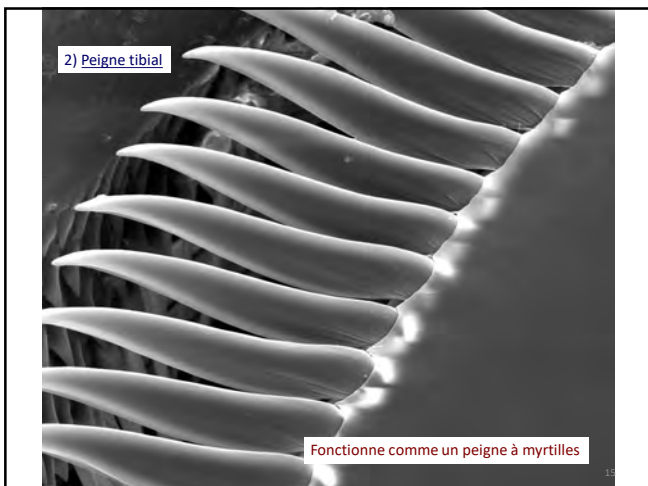
12



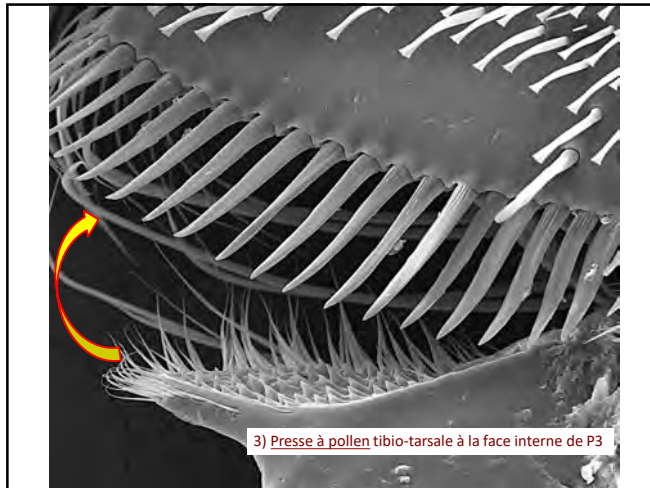
13



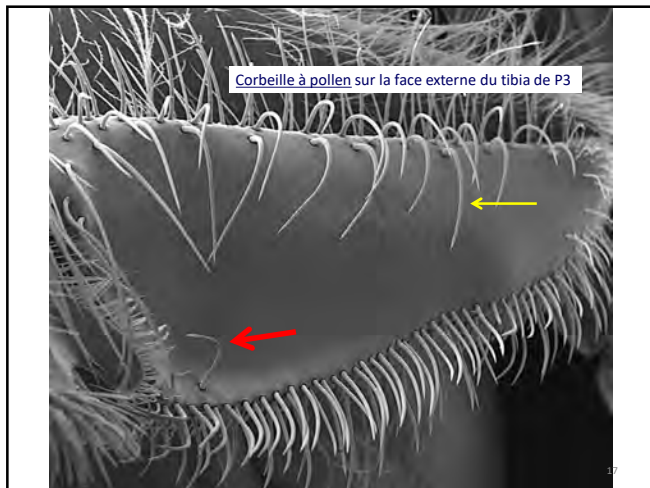
14



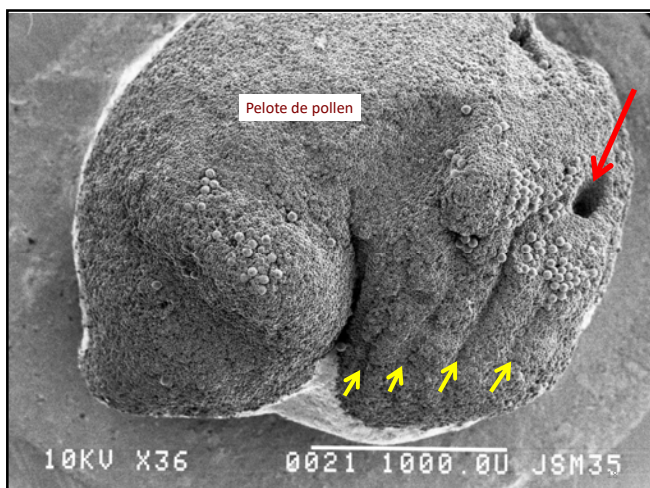
15



16



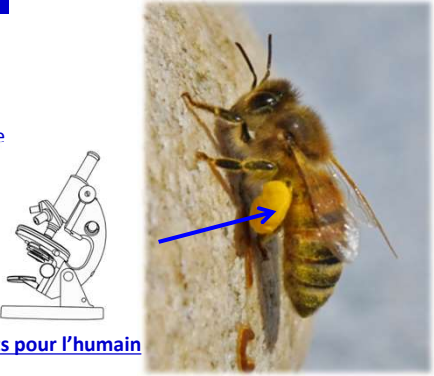
17



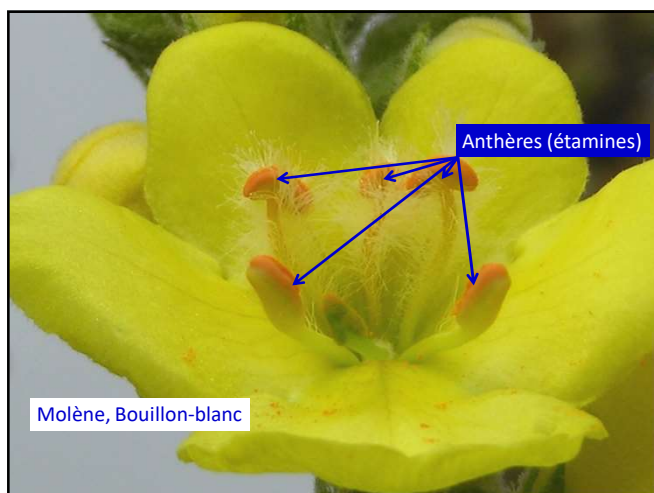
18

Le pollen

- ✓ Origine
- ✓ Rôle pour l'abeille
- ✓ Composition
- ✓ Structure
- ✓ Conservation
- ✓ Potentiels intérêts pour l'humain



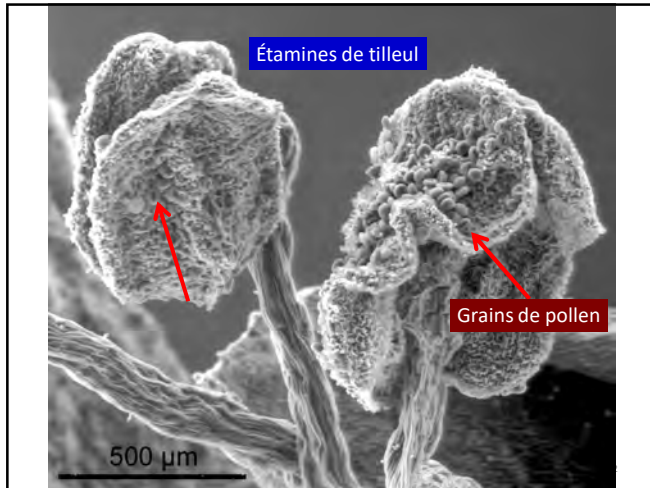
19



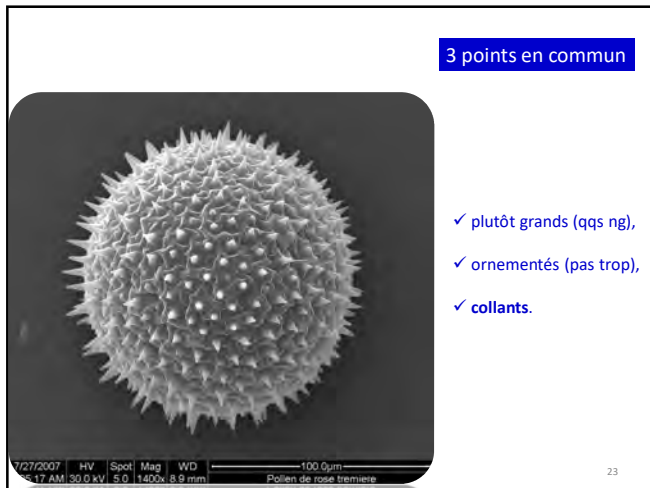
20



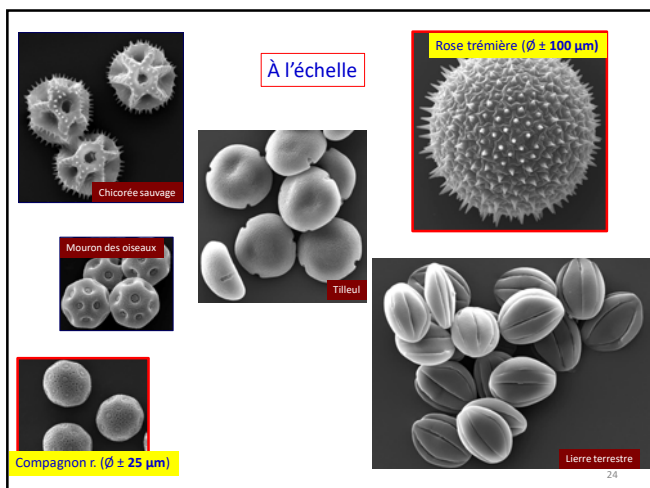
21



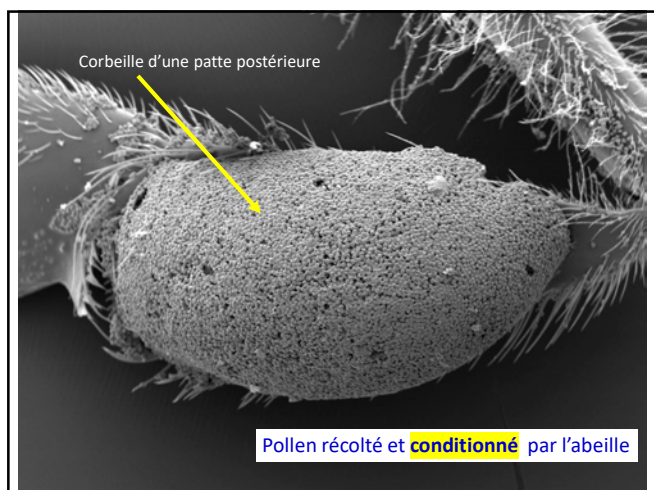
22



23



24



25



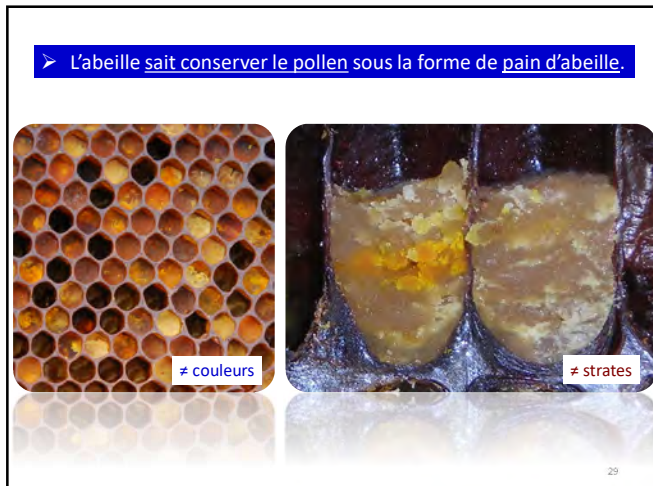
26



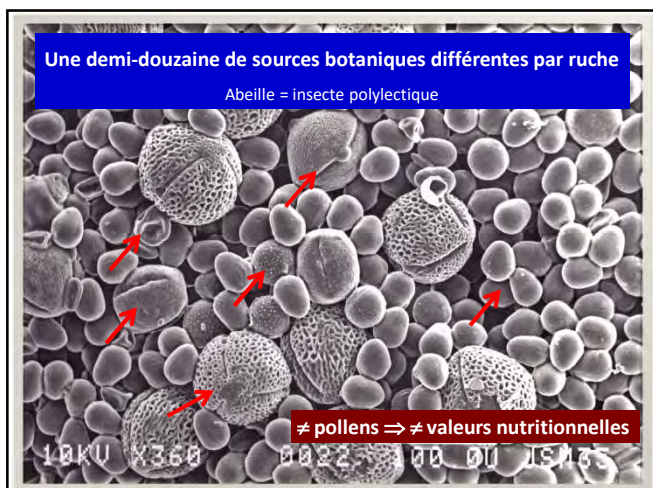
27



28



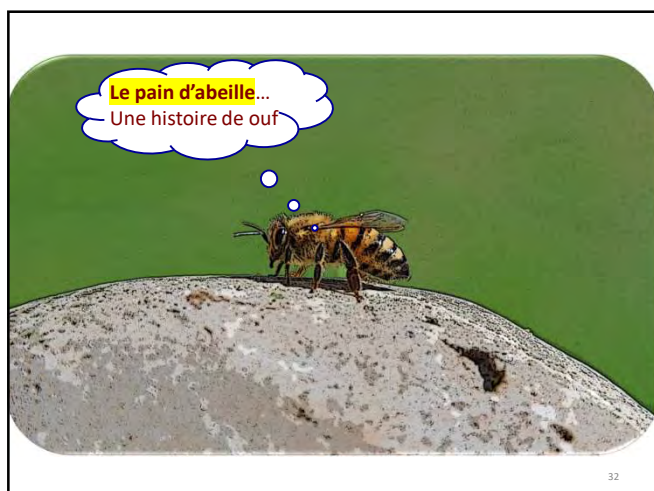
29



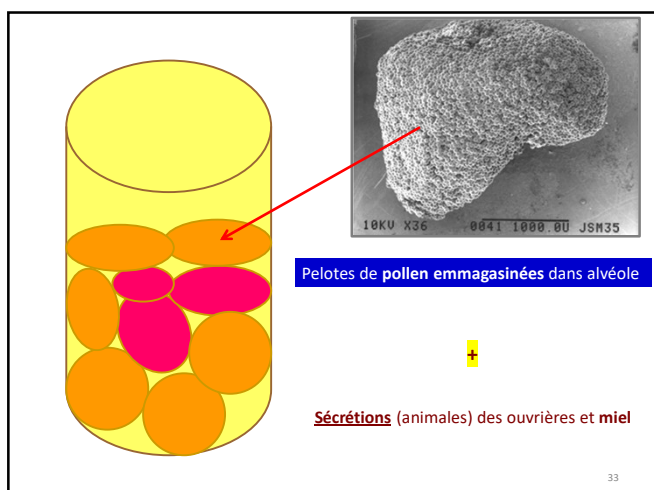
30



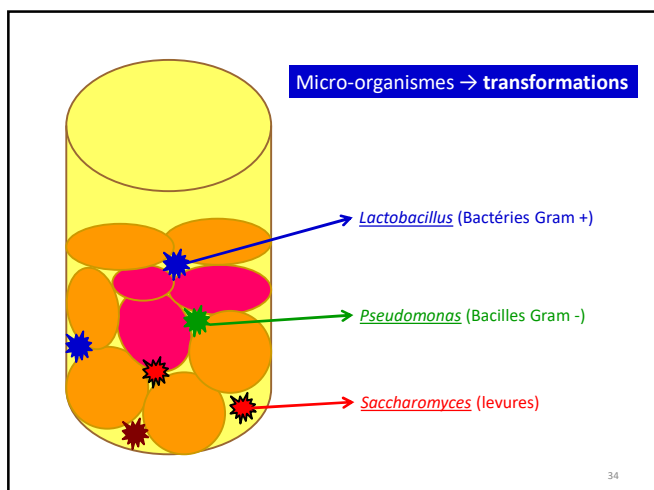
31

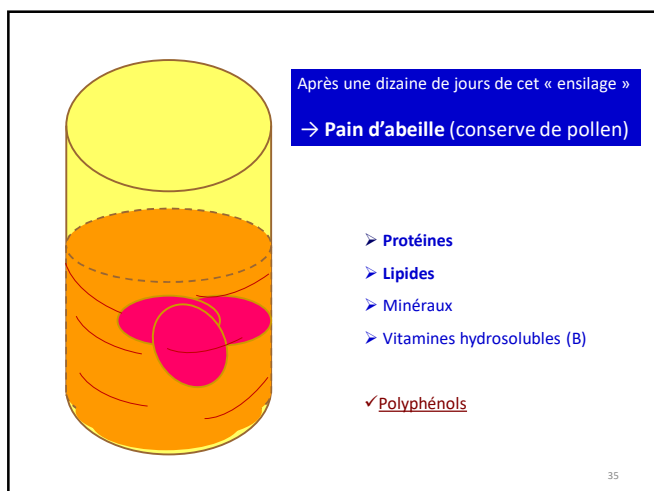


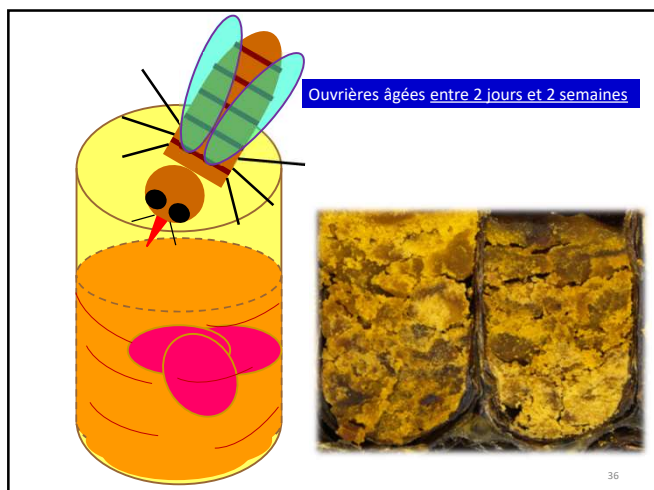
32



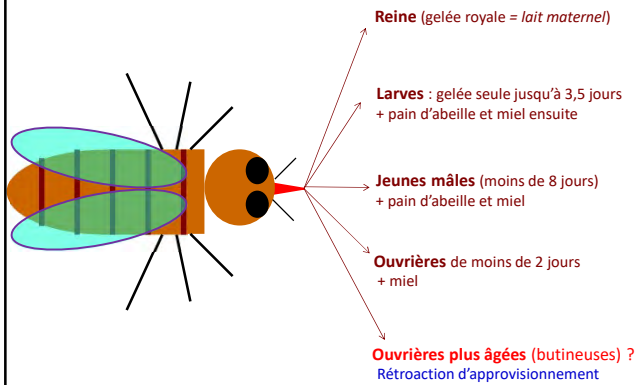
33







Pollen transformé en pain d'abeille → gelées nourricières

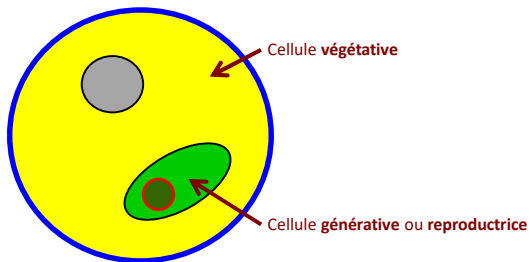


37

37

Le grain de pollen protège les gamètes pendant ses pérégrinations

- ✓ = Gamétophytes mâles
- ✓ Structures bi- (70 % des cas) ou tri-cellulaires.

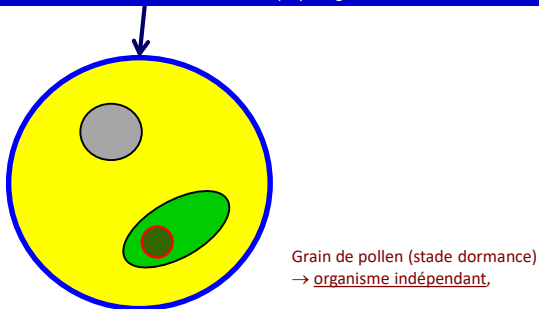


38

38

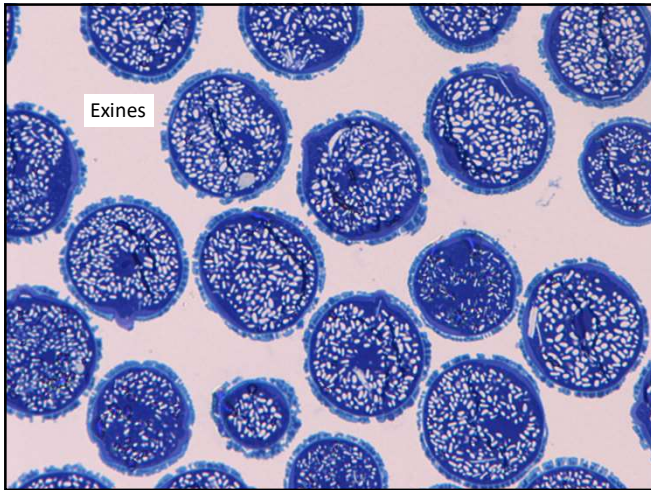
Exine faite de sporopollénine : le plus résistant des biopolymères connus

→ Paléo-palynologie

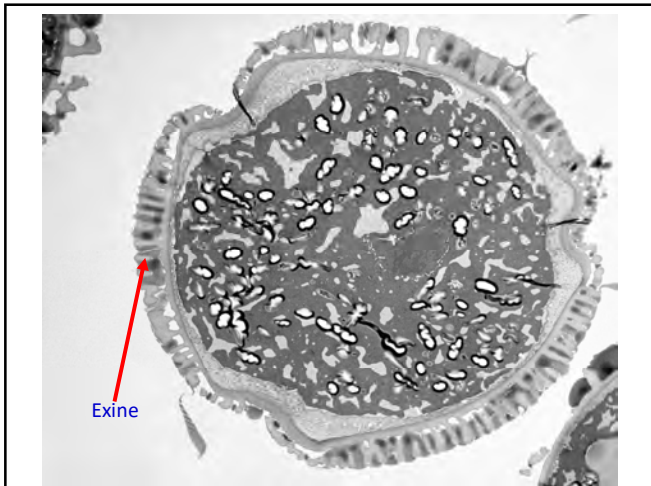


39

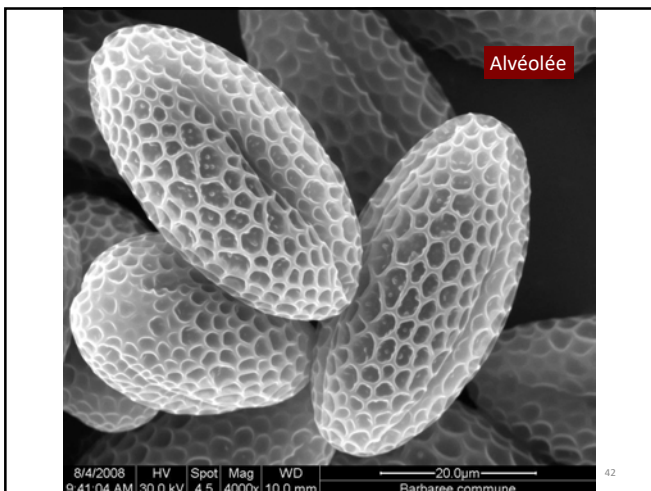
39



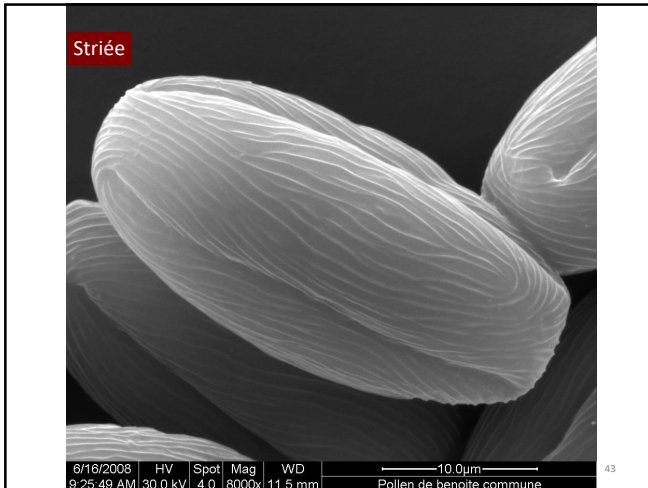
40



41



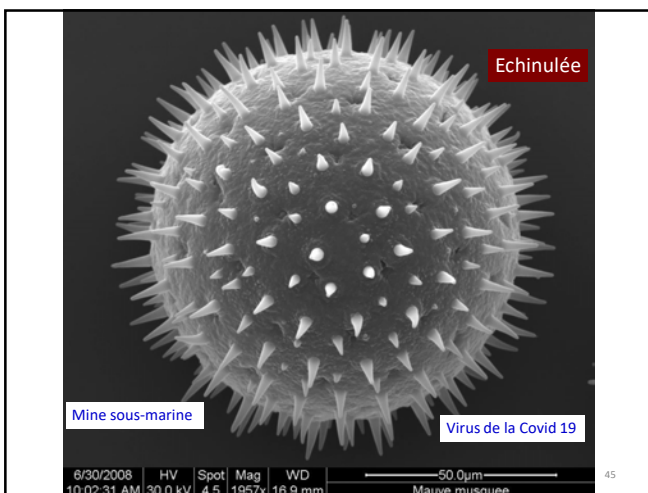
42



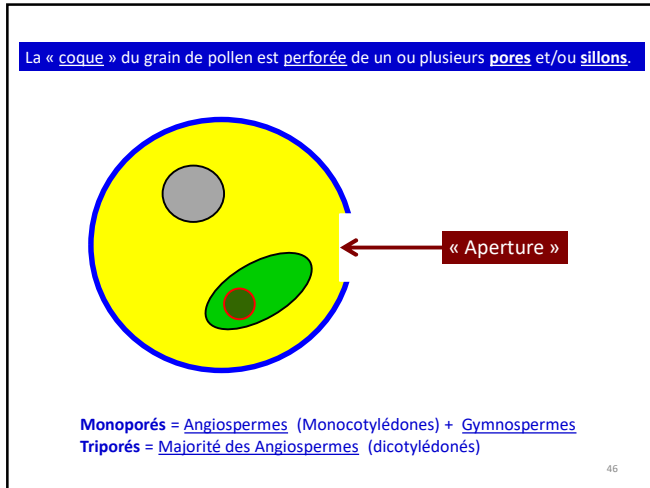
43

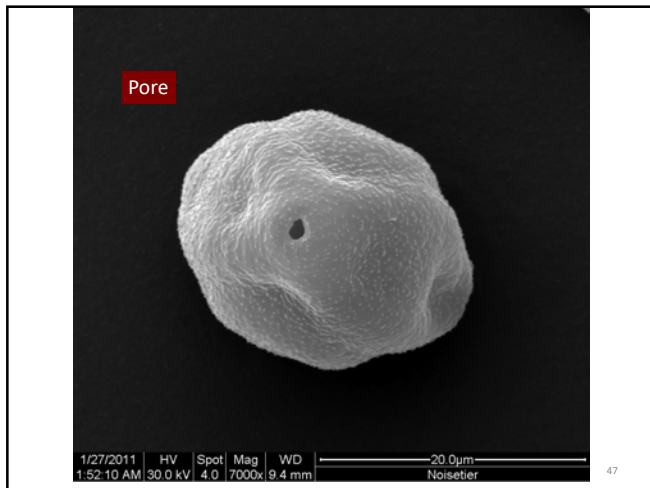


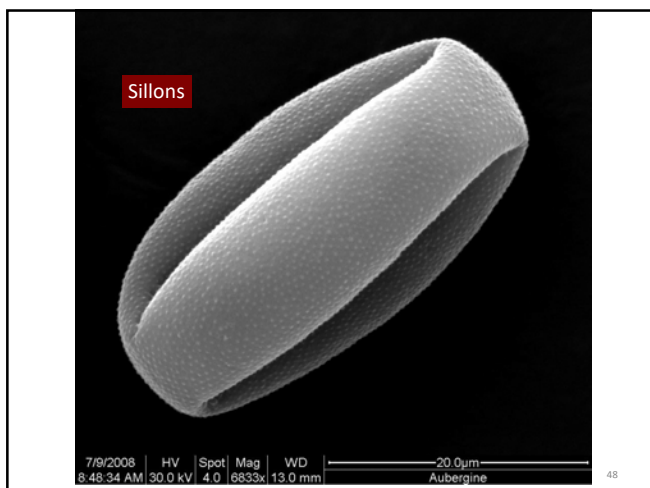
44

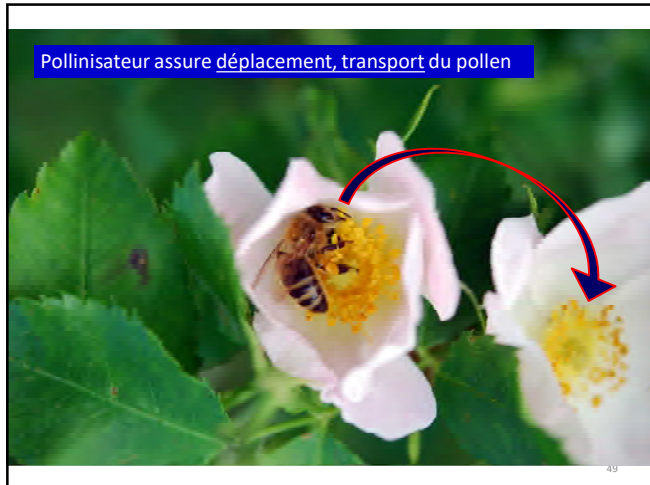


45

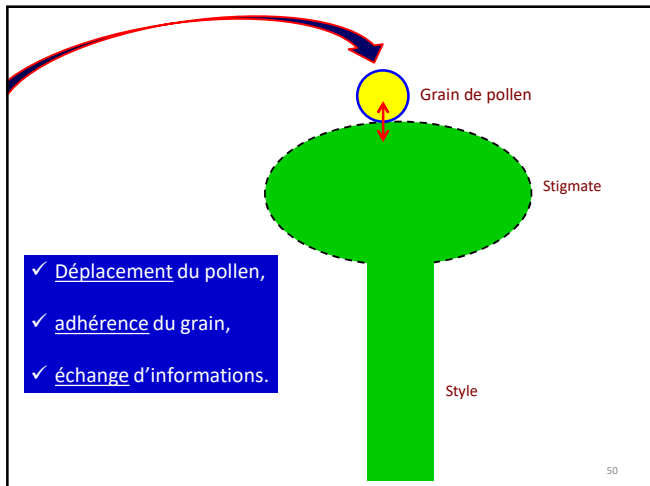




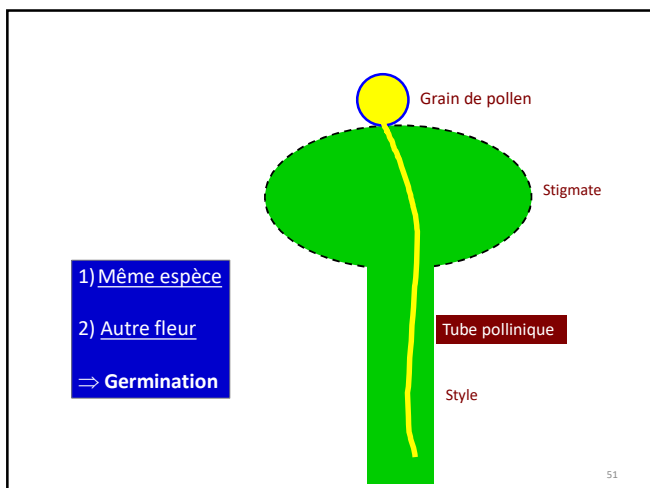




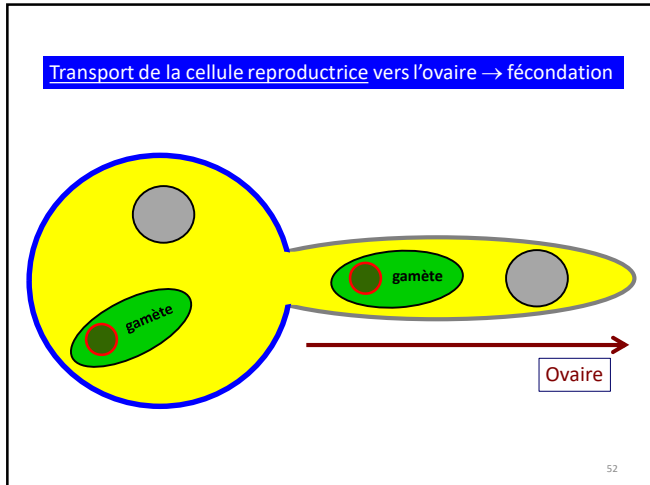
49

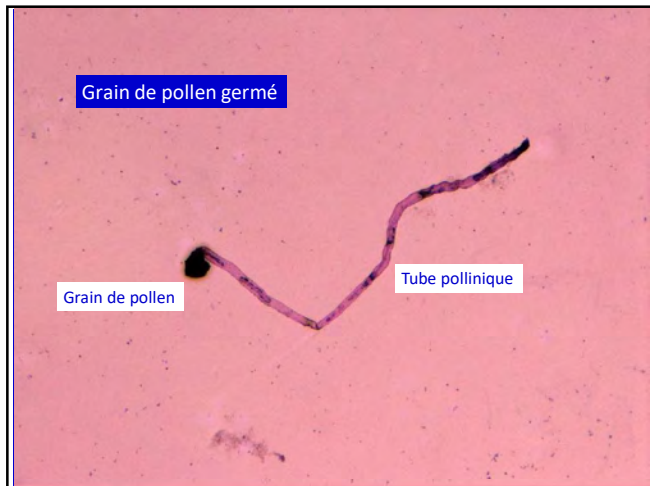


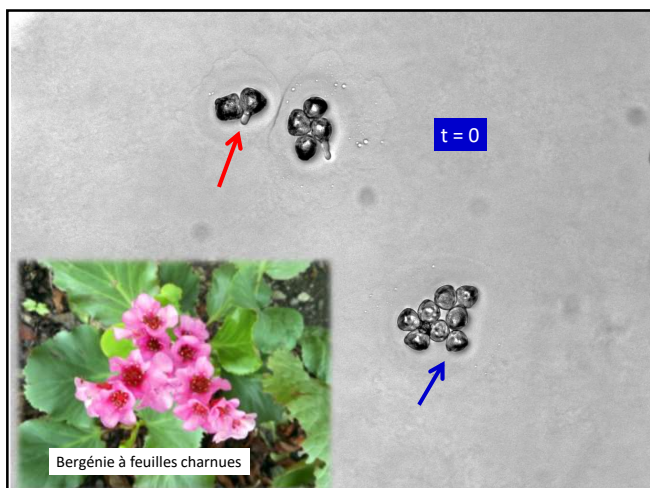
50

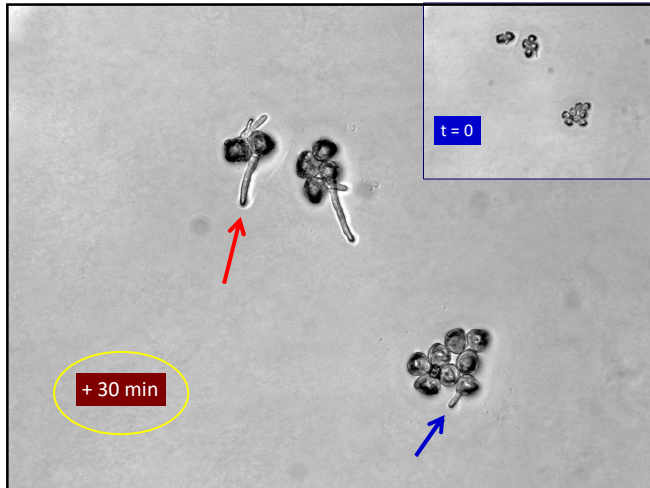


51

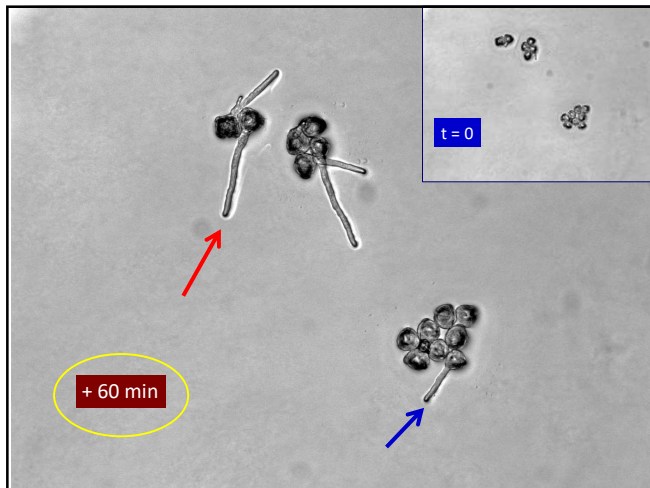




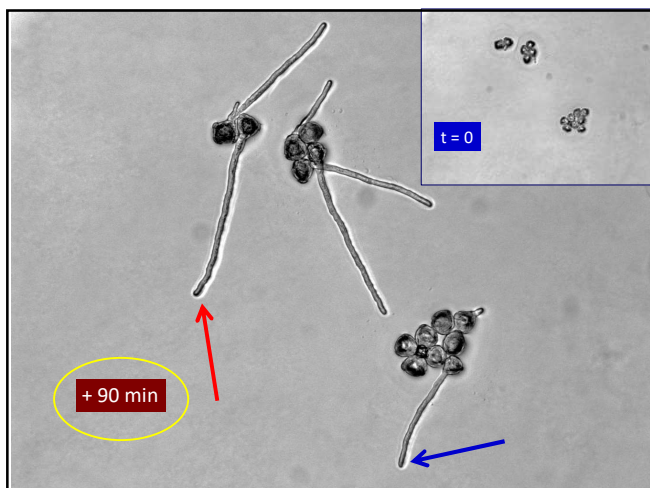




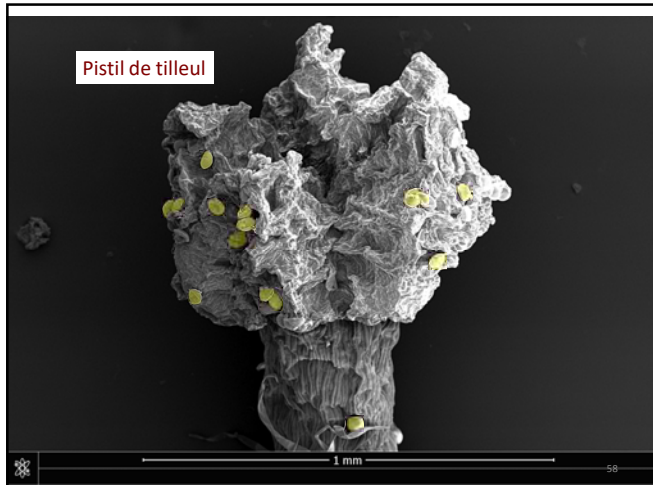
55



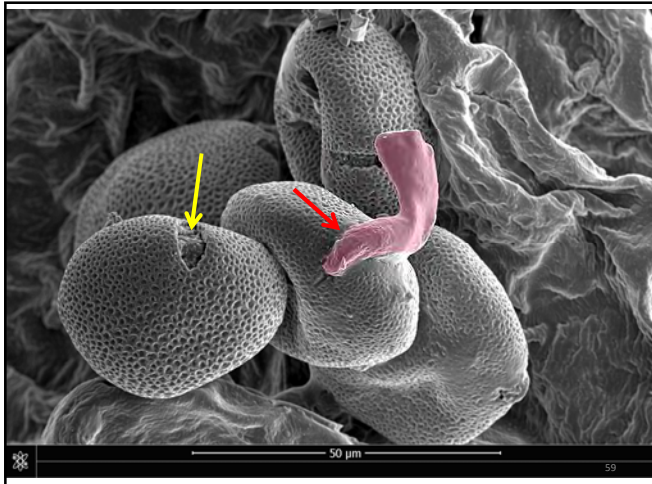
56



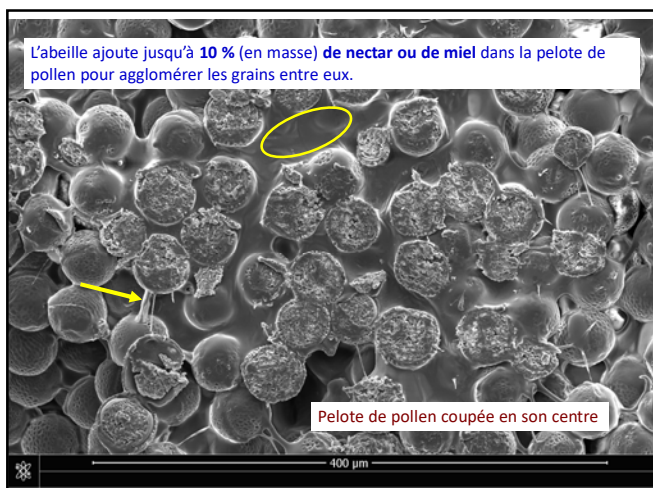
57



58



59



60

Les **pelotes de pollen frais** contiennent (*grosso modo*, car très variable) :


- ✓ **Protéines** : entre 10 et 40 % du poids sec ;
- ✓ **Lipides** : entre 1 et 13 % du poids sec ;
- ✓ **Acides gras**, dont acide α -linoléique (ω -3) et acide linoléique (ω -6) ;
- ✓ **Vitamines** : principalement groupe B ;
- ✓ **Minéraux** (surtout potassium) : entre 2 à 6 % du poids sec ;
- ✓ **Fibres** : jusqu'à 20 % du poids sec ;

- ✓ différents **sucres** (fructose, glucose et saccharose pour 90 %) ;
- ✓ jusqu'à 22 % d'**amidon** ;
- ✓ et généralement entre 15 % et 30 % d'**eau**.

61

Allégations ...

✓ Source **exceptionnelle** de **protéines...**




Sucres 35 % ; Protéines 20 % ; Lipides 7%

62

Allégation

✓ Source **exceptionnelle** de **protéines...**



Sucres 35 % ; **Protéines 20 %** ; Lipides 7%

Comme viande et poisson

63

1 pot de fromage blanc* (100g)

	Protéines	Fibres
Quantité	7,3 g	2 g
Proportion	(7,3 %)	(20 %)
Prise	pot	prise

Équivalent à l'apport d'une portion (30 g) d'oléagineux

*Fromage blanc, au lait pasteurisé à 40% de matières grasses

64

Allégations

- ✓ Riche en protéines (2 g/prise)
- ✓ Riche en fibres (1,5 g/prise)

Vrai et faux ...

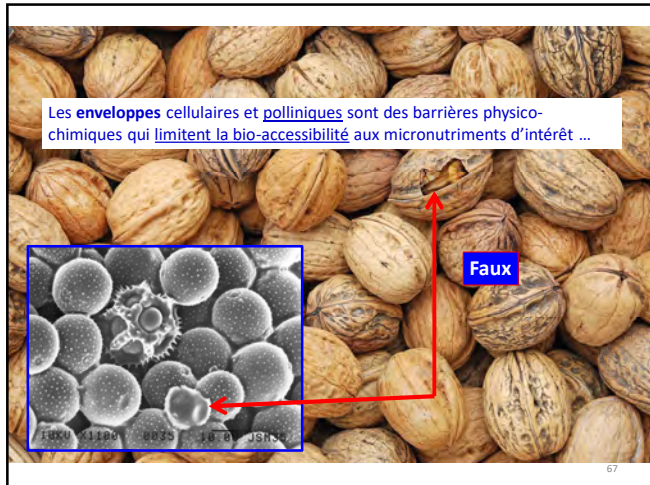
65

Allégations

- ✓ Riche en protéines (cellule végétative)
- ✓ Riche en fibres (cellule végétale)

Vrai

66



67



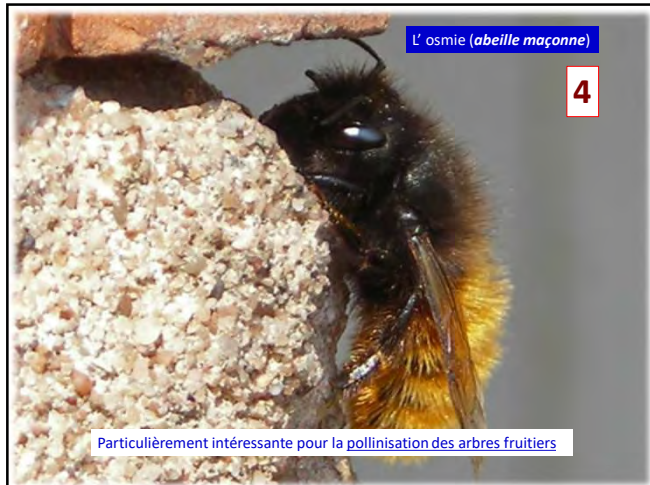
68

Comme les nutriments des grains de pollen sont encapsulés,

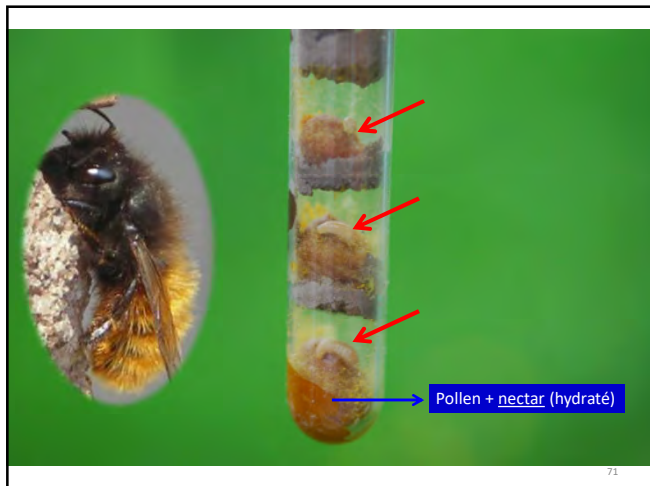
Animaux → moyens d'extraction pour accéder au contenu des grains de pollen :

- 1) ⇒ Ouvrir le grain de pollen mécaniquement (*certaines scarabées*)
- 2) ⇒ Percer paroi du grain de pollen avec pièces buccales (*certaines diptères*)
- 3) ⇒ Dissoudre paroi du grain de pollen avec des enzymes (*des collemboles*)
- 4) ⇒ Induire la germination (*abeilles solitaires*)
- 5) ⇒ Produire un choc osmotique (*abeille domestique adulte*)
- 6) ⇒ faire pénétrer des enzymes digestives

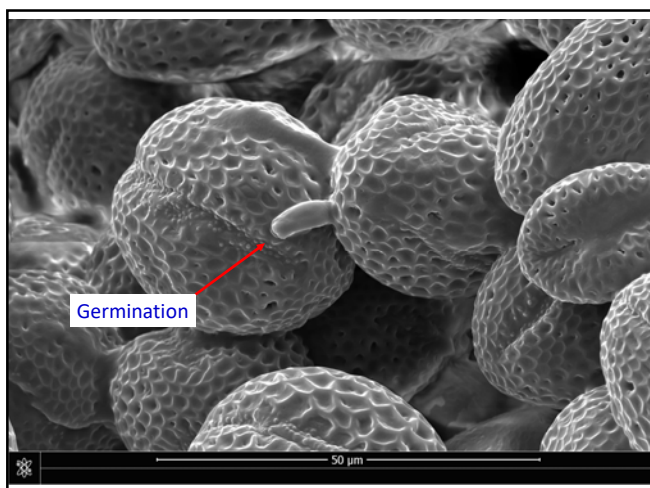
69



70



71

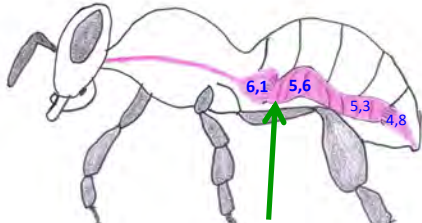


72

Abeille domestique adulte : ça se passe lors du passage du jabot

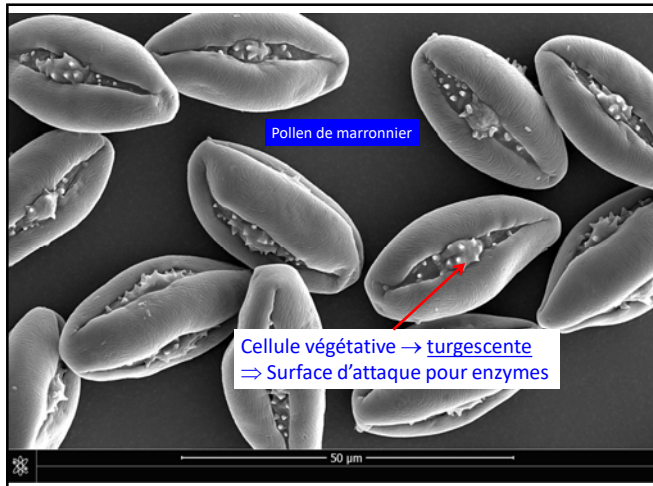
Le pollen ayant traversé le proventricule subit un choc osmotique

5

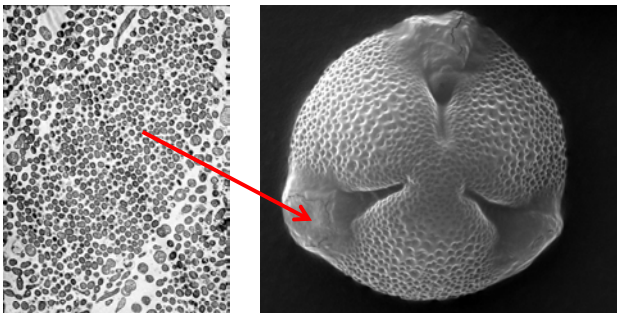


pH respectifs de :
 ✓ Jabot
 ✓ Ventricule
 ✓ Iléon
 ✓ Rectum

73



74



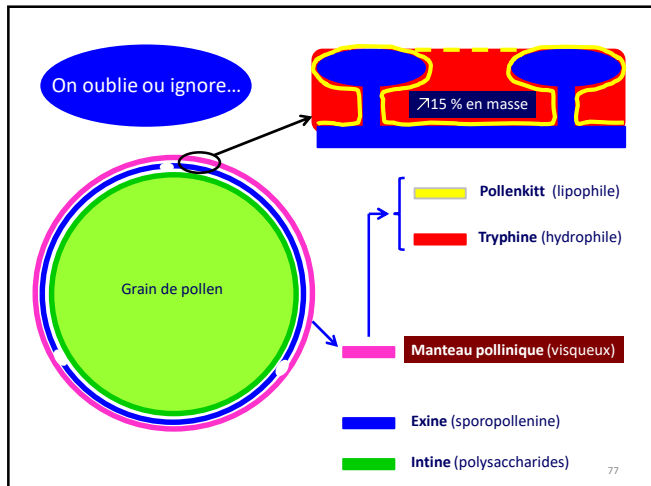
Une bactérie au moins (*Gilliamella*) du microbiote intestinal de l'abeille a la capacité de dégrader les polysaccharides qui composent l'intine des grains de pollen ingérés.

75

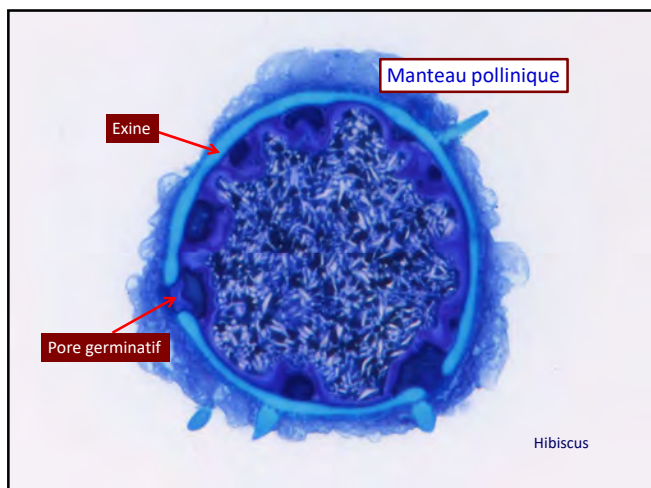
La botte secrète du pollen...

76

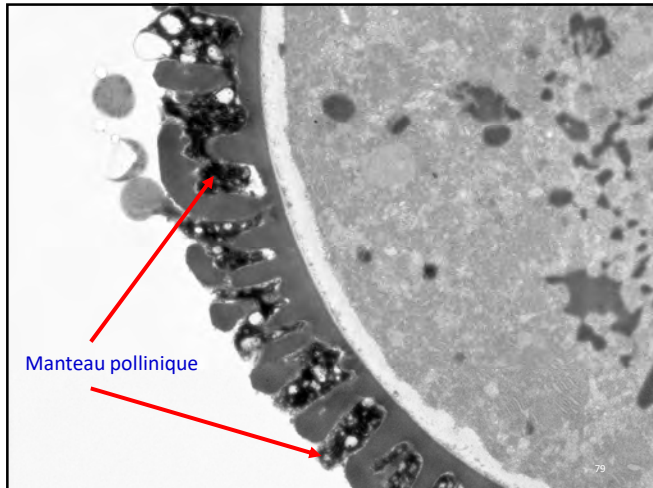
76



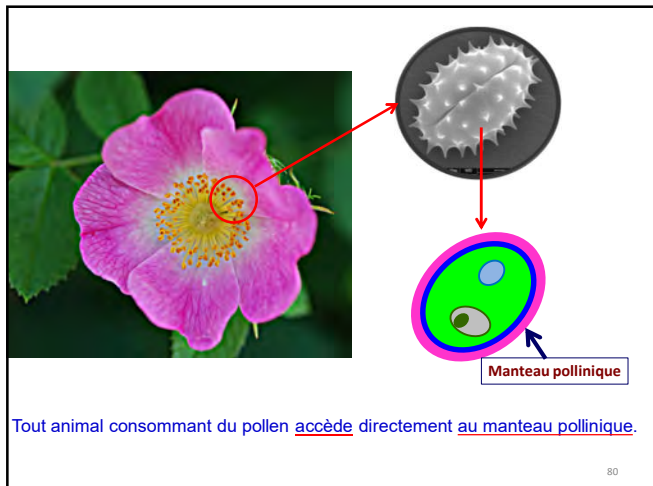
77



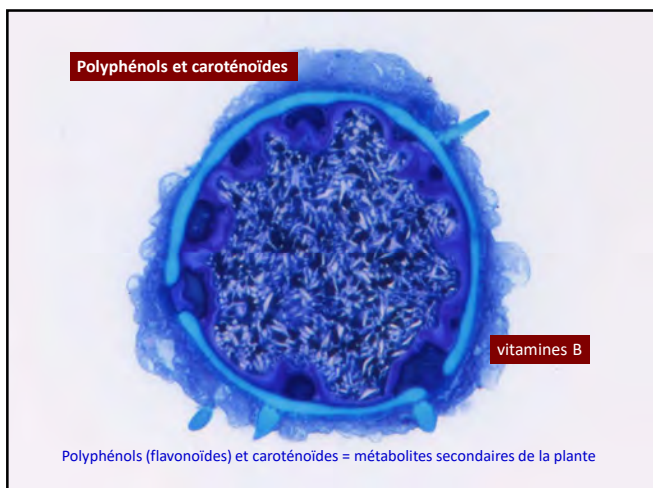
78



79



80



81



82



83



84

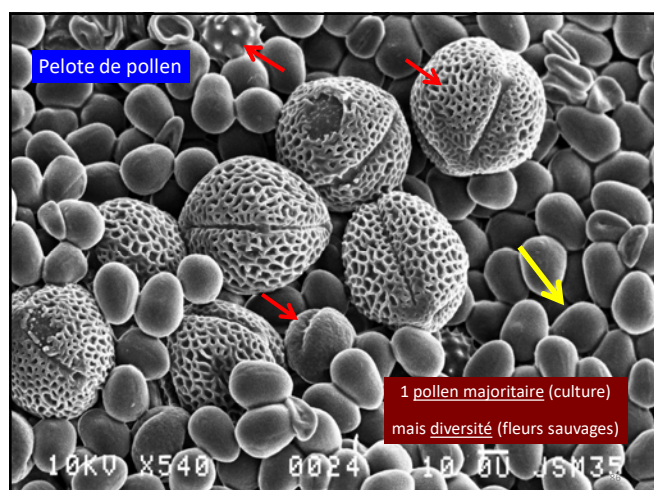


Dans le pollen, les teneurs en polyphénols, et notamment en flavonoïdes, sont :

- ✓ très élevées ;
- ✓ très variées (≈ 15 polyphénols \neq / espèce végétale) ;
- ✓ différents d'une espèce végétale à l'autre.

(Massaux, *abeilles & C^o*, 2012)

85



86

Plus le panel de couleur des pelotes de pollen est large

Plus on a présence de pigments antioxydants différents

= Manger simultanément différents fruits et légumes

Couleur	Composants responsables de la couleur
Jaune-orange	β -carotène; quercétine
Vert	β -carotène et lutéine
Mauve-bleu	Anthocyanes; resvératrol
Rouge	Lycopène

87

Une pelote de pollen → surface spécifique (de manteau pollinique) de 10 cm^2 (\approx cerise)



1000 pelotes

Une cuillère à café de pollen sec (5 g) offre une surface spécifique (de manteau pollinique) de 1 m^2 environ.


88

88



Fractionnement → 3 fois plus d'emballage pour la même quantité de fromage

89



Le pollen est emballé à l'échelle... cellulaire !

90

90



1 cuillère à café (5 g) de pollen de châtaignier contient autant de polyphénols que :

- 1,5 litre de vin rouge
- 1 litre de thé vert

(Massaux, abeilles & C^o, 2012)

91

91

Avantage nutritionnel du pollen

➤ Il se mange avec la... « peau » (manteau pollinique)!



L'épluchage des fruits et légumes est un facteur majeur de la diminution des teneurs en phytonutriments et en particulier des polyphénols et caroténoïdes.

Ex. : 50 % des polyphénols de la pomme sont concentrés dans l'épiderme (épluchure).

92

92

Les différentes offres de pollen

- Pollen de trappe frais
- Pollen séché
- Pollen congelé
- Pain d'abeille

Mais ATTENTION si allergique à des pollens

- ✓ Possible présence de pollens allergènes dans pelotes
- ✓ Capacités allergènes conservées dans pelotes de pollen
- À voir avec allergologue...

93

93

Le pollen le plus authentique, c'est clairement le **pollen de trappe frais**.

C'est l'équivalent d'un panier de fruits et légumes frais et variés. MAIS :

- Difficile si on n'est pas apiculteur,
- Très difficile hors saison apicole.



Trappe à pollen



Pollen de trappe

94

94

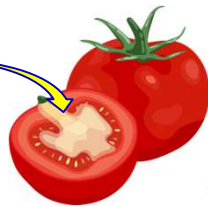
Le marché du pollen

Production mondiale de pollen : environ **1 500 tonnes par an**
Espagne (760 tonnes) = principal producteur.

Europe = 2^e marché mondial du pollen d'abeille, après l'Amérique du Nord
Allemagne, Royaume-Uni et France = plus gros consommateurs de pollen en Europe

Compléments alimentaires à base de pollen d'abeille = plus de **60 %** de la part de marché

- ✓ Homme
- ✓ Animaux d'élevage (lapins, poules, chevaux, poissons)



95

95



96



97

Pour consommer du pollen toute l'année, il faut **le conserver**.

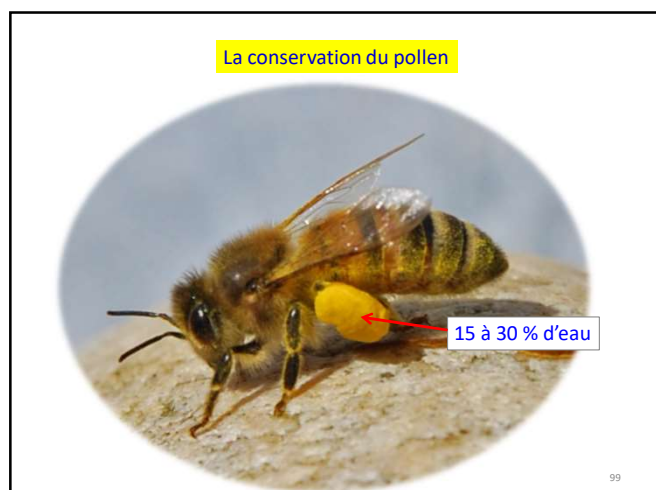
3 modes de conservation ont retenu l'attention :

- 1) La déshydratation (séchage)
- 2) La congélation
- 3) La lyophilisation (congélation + déshydratation)

➤ La lyophilisation n'a pas trouvé d'application commerciale à cause de son coût et des difficultés techniques de mise en œuvre.

98

98



99

La dessiccation

Séchage (à l'air chaud)

- ✓ Stabilisation par abaissement de l'activité de l'eau (quantité d'eau libre)
- ✓ Déshydratation à des températures ≤ 40 °C
- 4 à 8 % humidité (qu'il faudra maintenir !)

(Almeida-Muradian et coll., *J Food Composition Analysis*, 2005)

D'aucuns recommandent une phase de congélation post-séchage, pour le débarrasser d'une éventuelle infestation par des insectes

(Food and Agriculture Organisation; Agriculture NSW)

100

100

Pollen séché = offre alimentaire sûre (point de vue microbiologique)

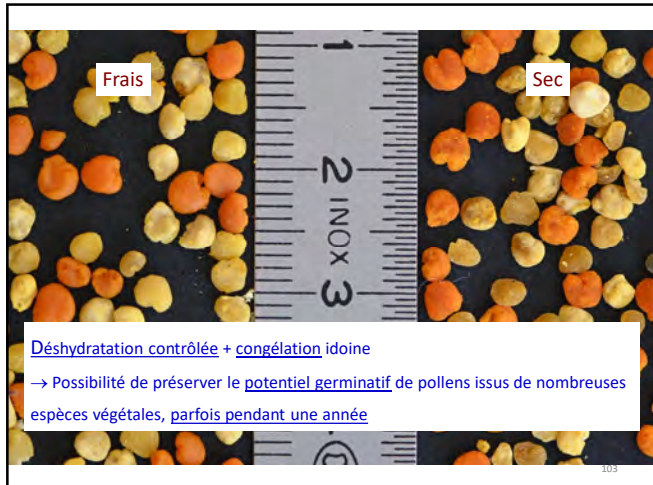
- ✓ Méthode simple et économique, accessible à tous
 - ✓ Désactivation des enzymes responsables de la dégradation du pollen
 - ✓ Inhibition de la croissance des micro-organismes
 - ✓ Stockage possible à température ambiante, mais préférablement à 4 °C
- Protéger de l'oxygène et du rayonnement solaire pendant sa conservation

101

101



102



103

La congélation

La **congélation** est un bon moyen de stabilisation et de conservation.
Les caroténoïdes et surtout les polyphénols sont stables après congélation.

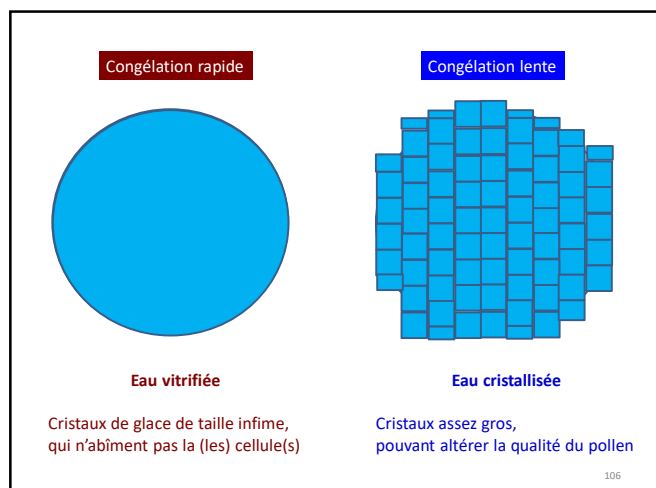
MAIS :

- ✓ On dénombre d'avantage de levures et moisissures dans le pollen congelé. La congélation stoppe la croissance des germes, mais elle ne les tue pas tous.
- ✓ De plus, il y a « congélation » et « congélation » ...

104



105



106

La surgélation : procédé industriel consistant à refroidir des aliments très rapidement. Pour cela, ils sont exposés à des températures extrêmes (entre -35°C et -196°C), pour atteindre -18°C à cœur en seulement quelques minutes.

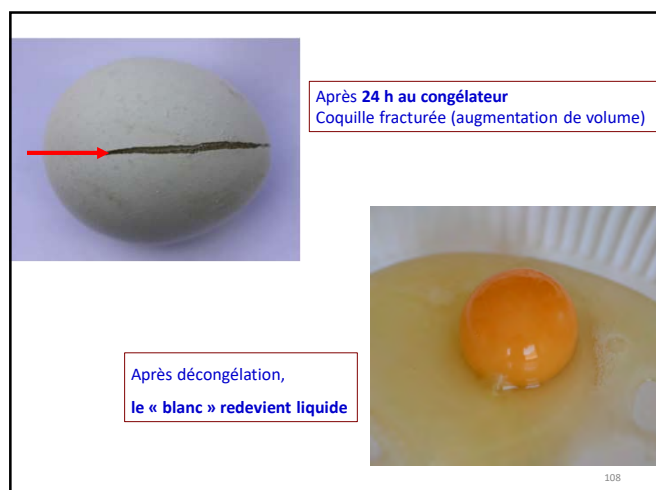
➤ Plus le pollen est riche en eau, plus il souffre de la congélation...
Seule l'eau pure cristallise en glace: les sels et gaz dissous sont expurgés.

Pour **limiter** la formation de **grands cristaux de glace** :

- ✓ Déshydrater préalablement le pollen jusqu'à un taux d'humidité de 5 à 6 % ;
- ✓ Congeler de petits volumes, comme cela est préconisé pour le lactosérum dans l'industrie fromagère, pour atteindre une congélation à cœur plus rapide.

107

107



108



109

Congélation = excellent mode de conservation du pollen,

SI :

- congélation rapide (surgélation)
- de petits volumes,
- qu'on ne recongèle pas.

✓ Pollen congelé = plus agréable au goût que le pollen séché

110

110

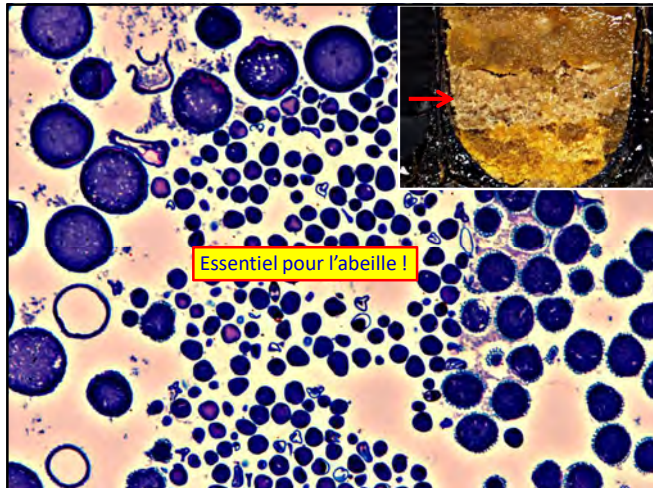
Le pain d'abeille

Fermentation (choucroute) : transformation sous l'action de micro-organismes
→ Mode de conservation

Sa consommation (humaine) s'est popularisée après la seconde Guerre mondiale.

111

111



112

Le pain d'abeille

Le pain d'abeille = **conservation humide (ensilage)**



- ✓ Plus acide (pH = 4) que le pollen en pelote
- ✓ Contient plus de glucose oxydase

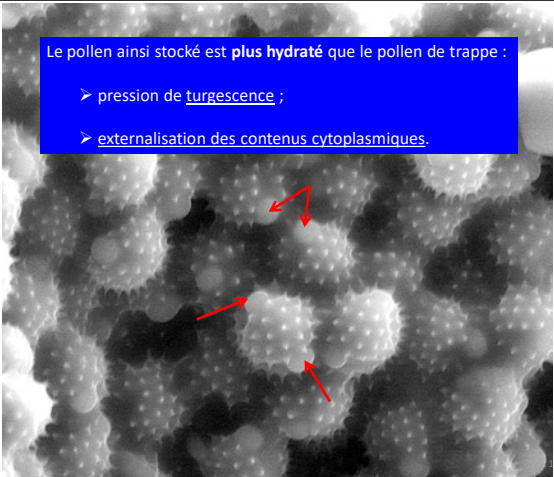
2 facteurs a l'origine des propriétés antimicrobiennes du pain d'abeille.

113

113

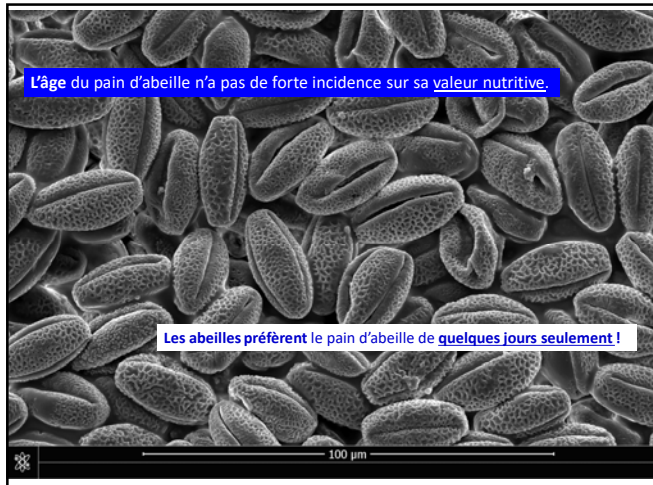
Le pollen ainsi stocké est **plus hydraté** que le pollen de trappe :

- pression de turgescence ;
- externalisation des contenus cytoplasmiques.



114

114



115

Le pollen (lacto-fermenté) **renforcerait le microbiote intestinal...**

Toutefois, les **flores intestinales** de l'abeille et de l'humain sont **très différentes**.

- ✓ Microbiote intestinal de l'abeille = **8 à 10 espèces** différentes de bactéries
- ✓ Microbiote intestinal humain = **160 espèces** différentes de bactéries

Digestibilité du pain d'abeille...

le pain d'abeille est ajouté progressivement à la bouillie larvaire !

- ✓ **Au 1^{er} stade larvaire**, 1 seule espèce bactérienne colonise l'intestin de la larve d'abeille.
- ✓ **Au 4^e stades larvaires**, 3 espèces bactériennes colonisent l'intestin de la larve d'abeille.

116

116

Pain d'abeille

➤ **Indispensable pour l'abeille !**

➤ « Utile » pour l'humain ?

- Antimicrobien ↗
- Vitamine ↗
- Digestibilité + Microbiote ~



Pain d'abeille : mode de conservation humide = **sorte d'ensilage**

Or, on trouve du « **lait de foin** » (sans ensilage) :

- ✓ Plus riche en oméga 3
- ✓ Évite formation de spores de bactéries problématiques pour la fabrication du fromage

117

117

Pollen frais : Caviar végétal

Pollen séché : Satisfaisant ; facile et pratique

Pollen congelé : Satisfaisant ; sous conditions

Pain d'abeille : Conserve de pollen pour l'abeille

Le pollen conservé au-delà de 3 ans perd jusqu'à 50 % de son activité antiradicalaire.
(Campos et coll., *J Agric Food Chem*, 2003)

118

118

À titre d'information

- Toujours commencer avec quelques pelotes (voie orale) de pollen par jour
L'allergénicité = f(masse). À voir avec allergologue, si allergie à des pollens connue.

Puis, si bien toléré : 10 – 30 grammes/jour, entre 3 cuillères à café et 3 cuillères à soupe.

Le pollen (séché ou congelé) peut être consommé régulièrement et continuellement, **préalablement délayé**, pendant 30 à 120 minutes dans un liquide (lait ou eau sucrée, à t° amb), sinon le pollen ne sera que partiellement digéré (sauf manteau pollinique).

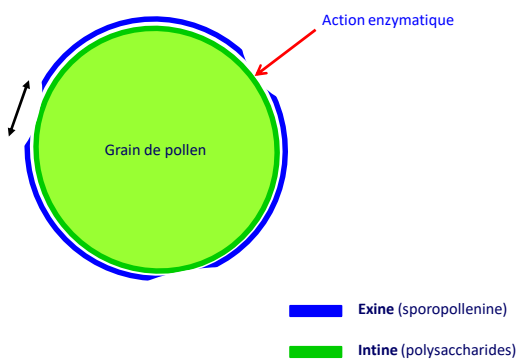
Après **mise en suspension** du pollen :

- ✓ Les polyphénols diffusent dans l'eau ;
- ✓ Les caroténoïdes diffusent dans l'huile.

119

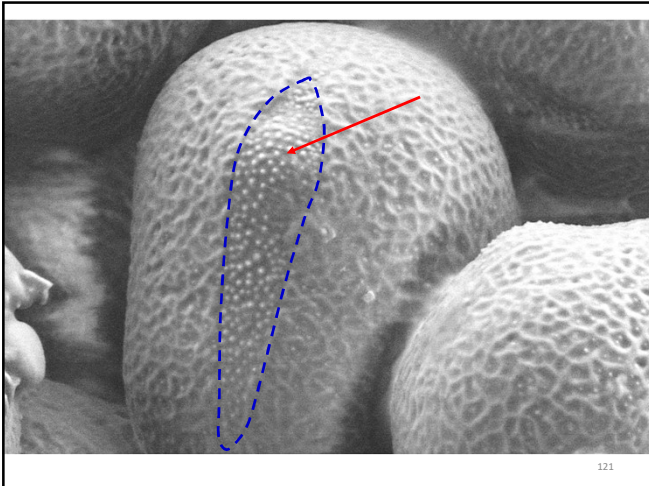
119

Réhydratation → gonflement

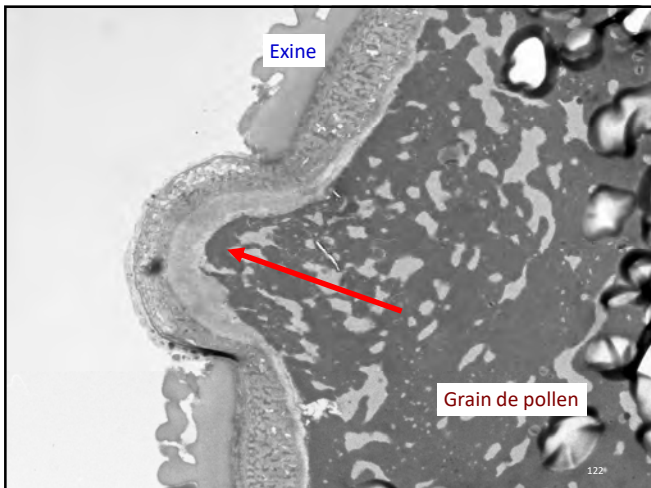


120

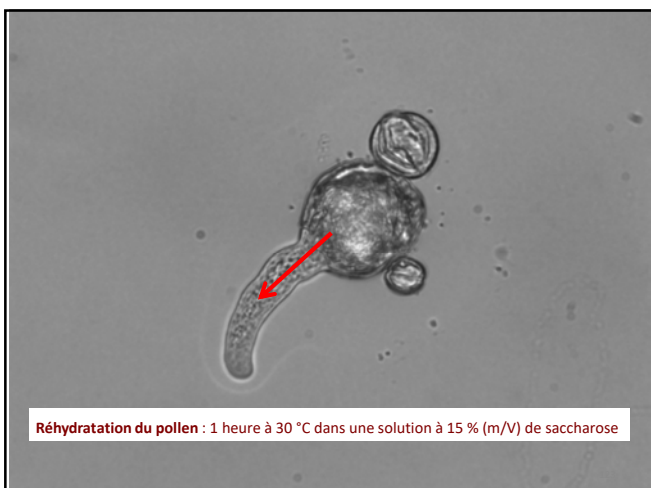
120



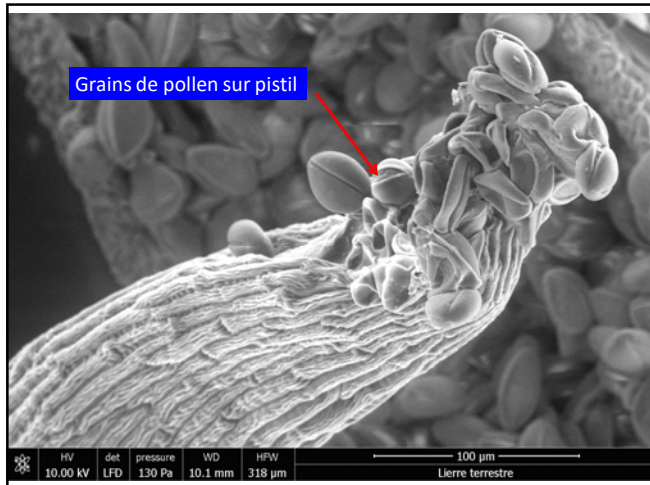
121



122



123



124



125