

## Les paradoxes du pollen

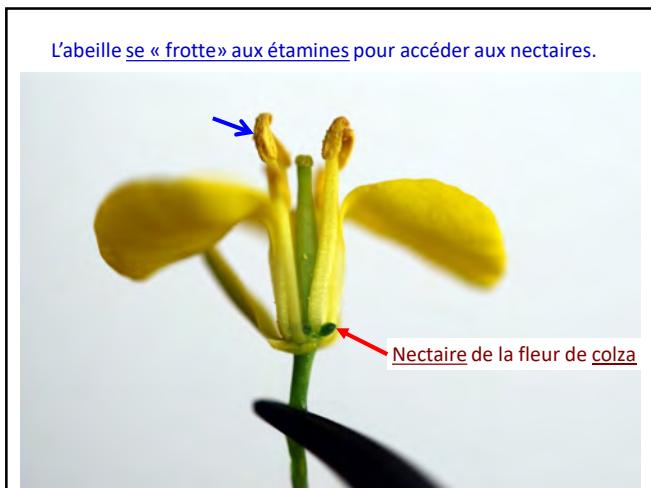
- ✓ Indispensable pour l'abeille !
- ✓ Intérêts pour l'humain ?

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

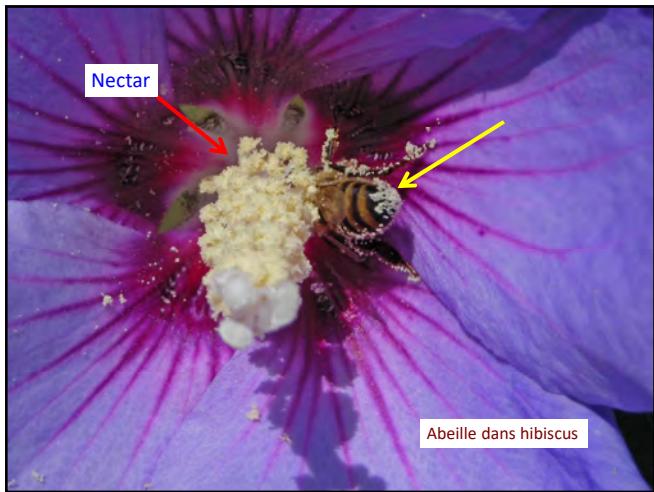
1



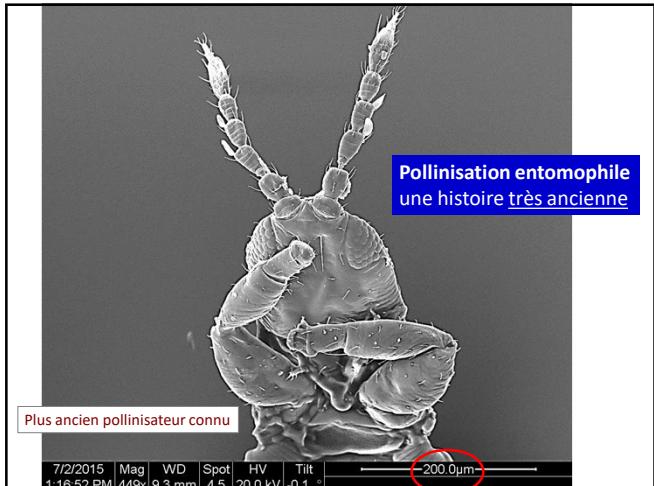
2



3



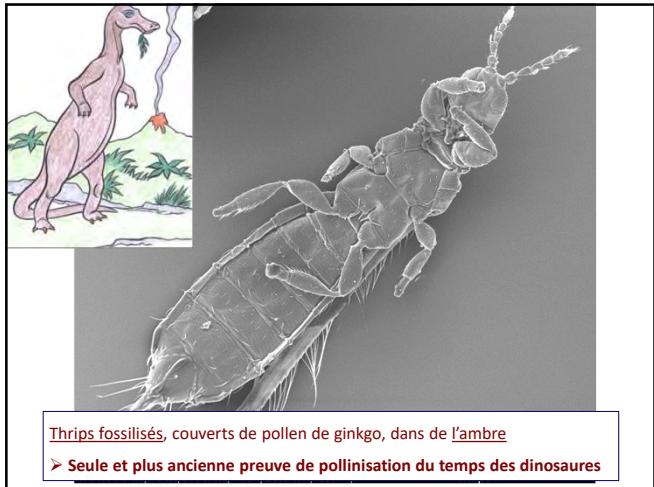
4



5



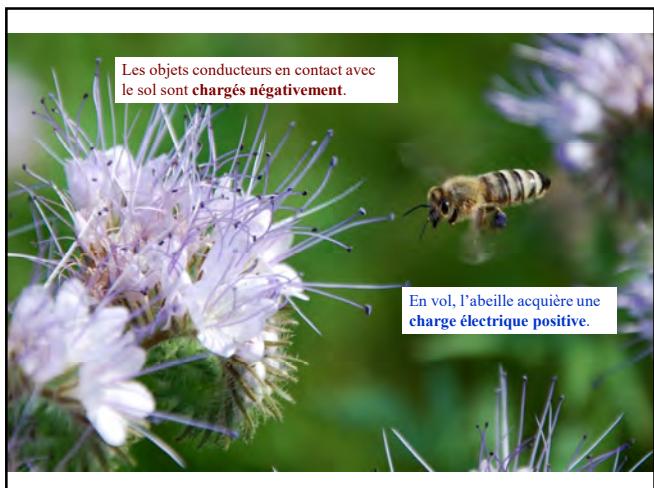
6



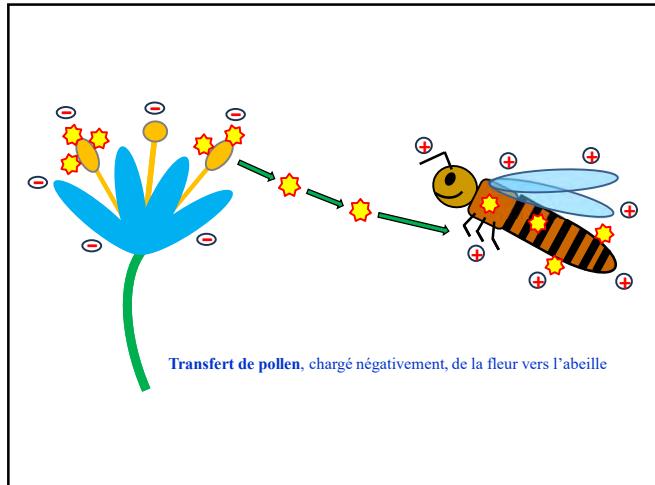
7



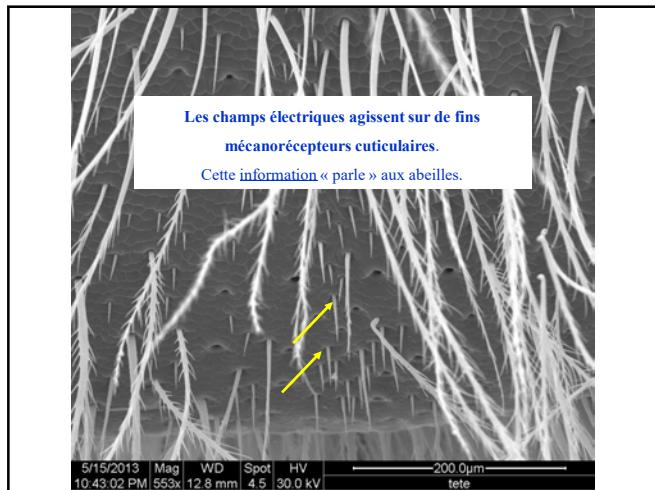
8



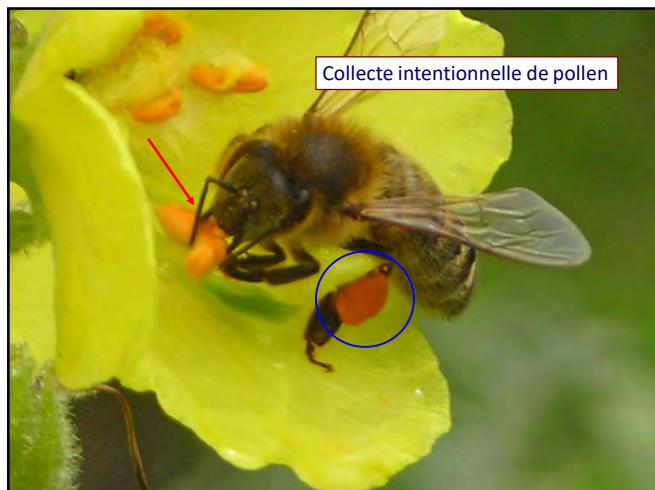
9



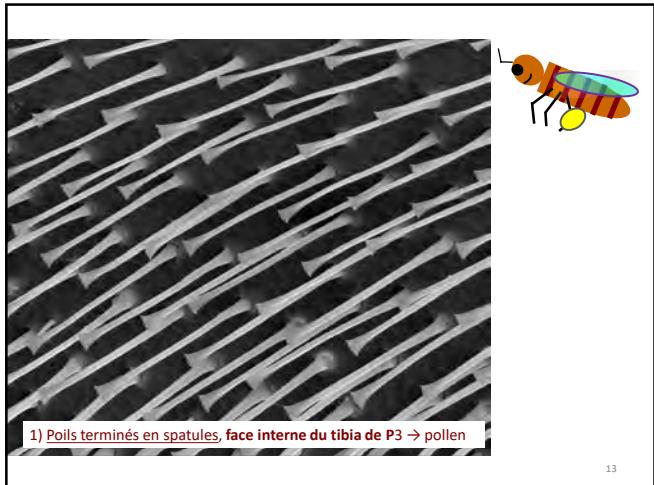
10



11



12



13

---

---

---

---

---

---



14

---

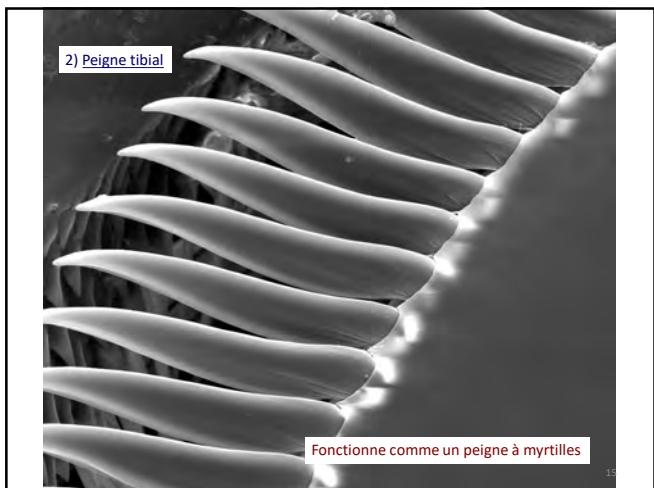
---

---

---

---

---



15

---

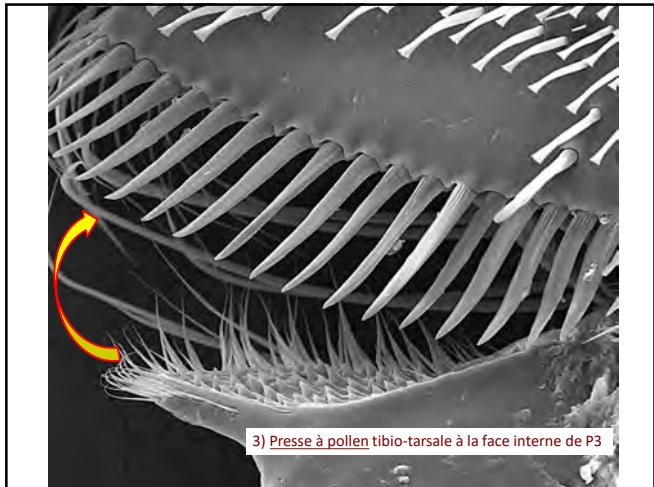
---

---

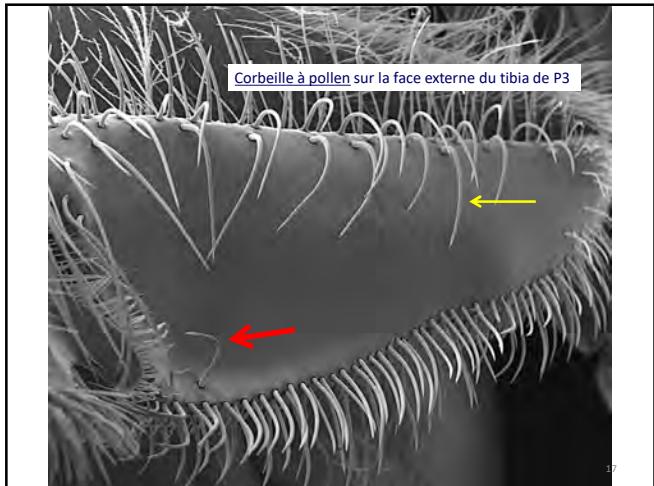
---

---

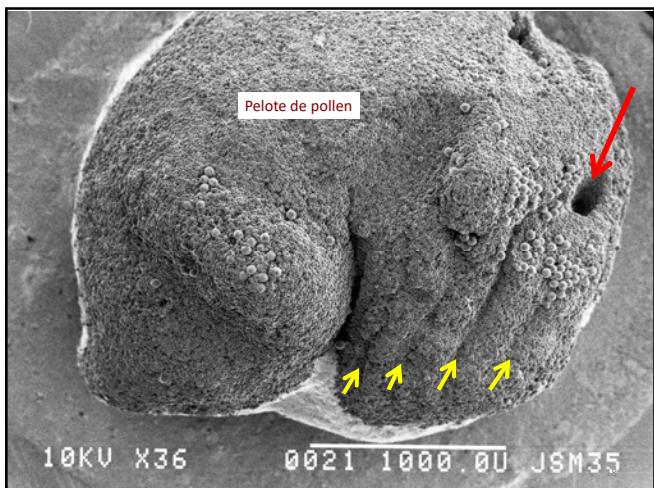
---



16



17



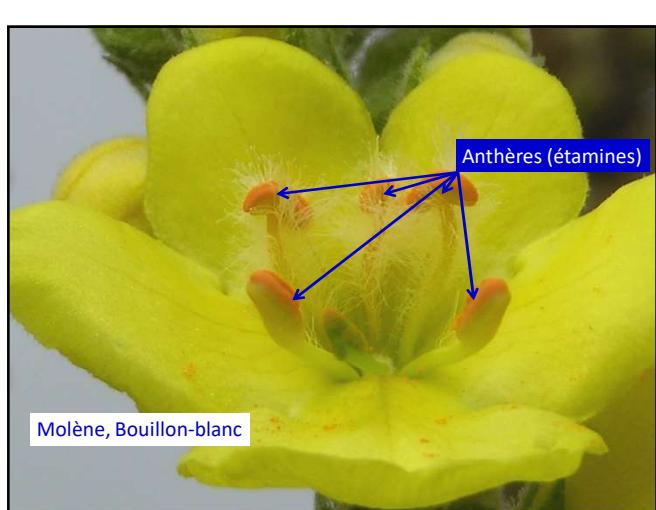
18

**Le pollen**

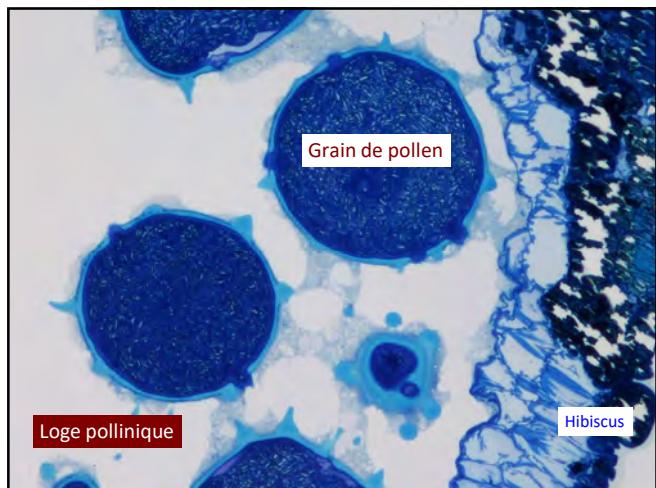
- ✓ Origine
- ✓ Rôle pour l'abeille
- ✓ Composition
- ✓ Structure
- ✓ Conservation
- ✓ Potentiels intérêts pour l'humain



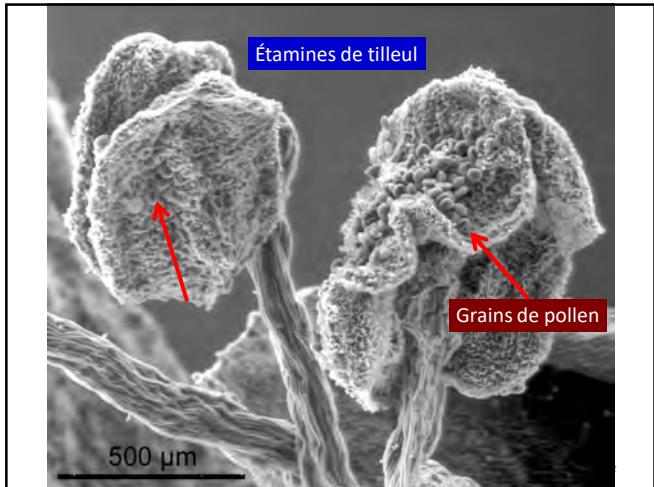
19



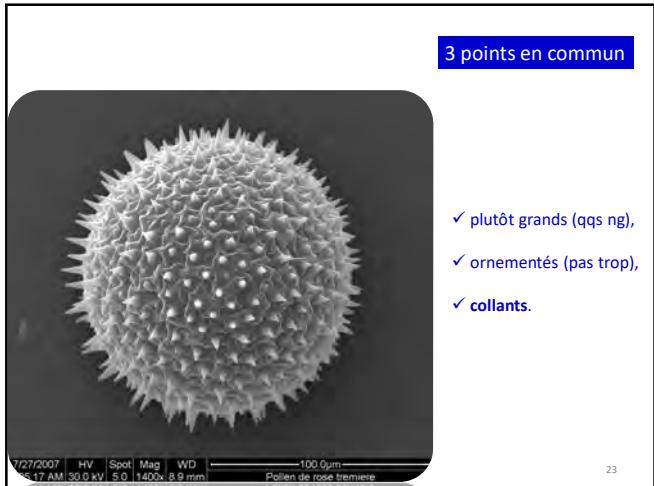
20



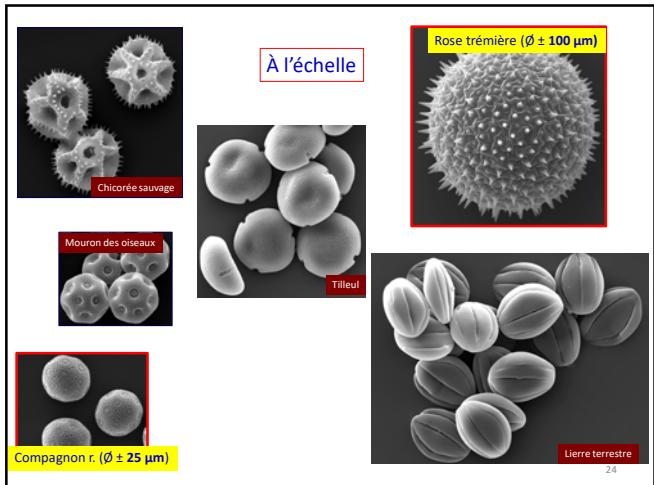
21



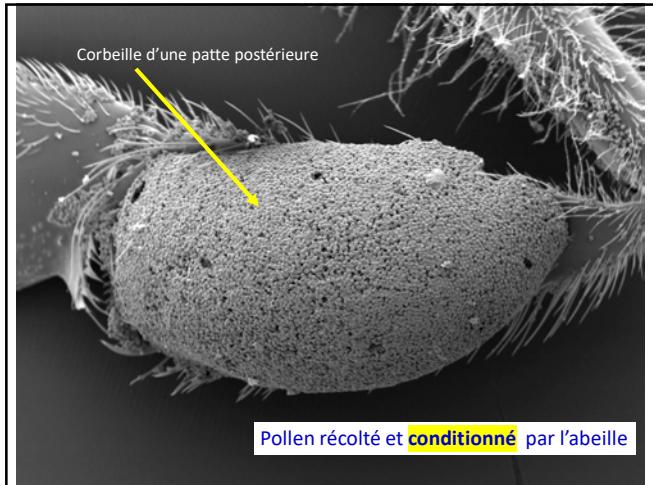
22



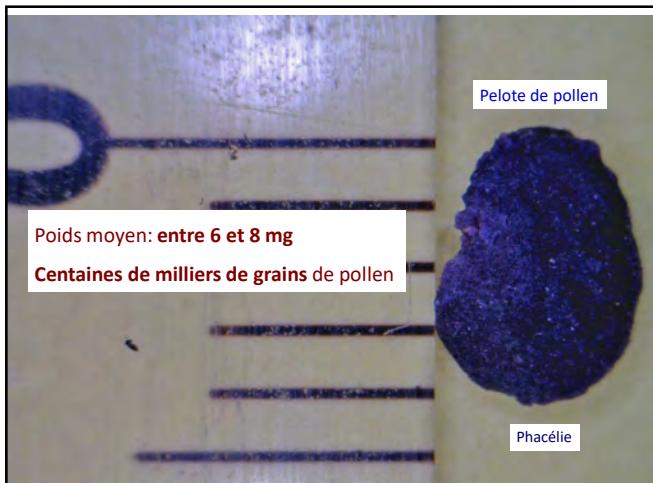
23



24



25



26



27



28

---

---

---

---

---

---



29

---

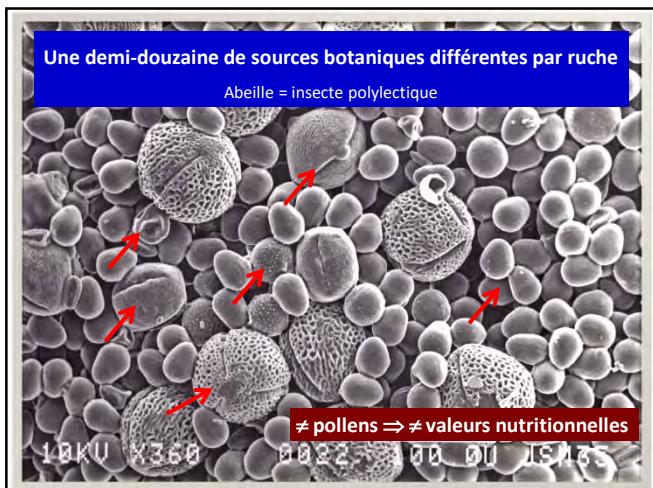
---

---

---

---

---



30

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

31



---

---

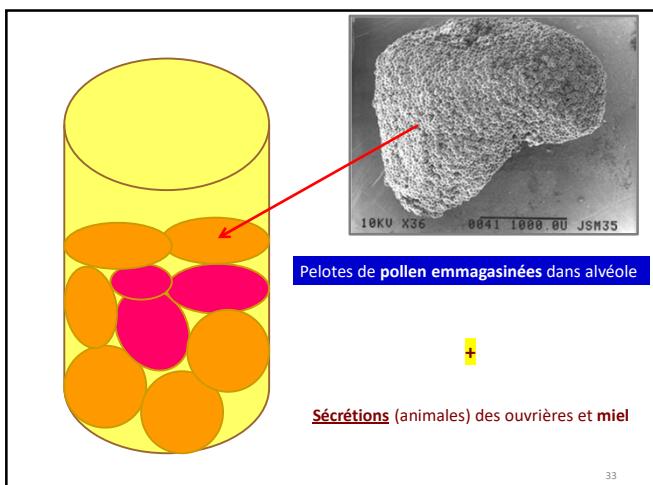
---

---

---

---

32



---

---

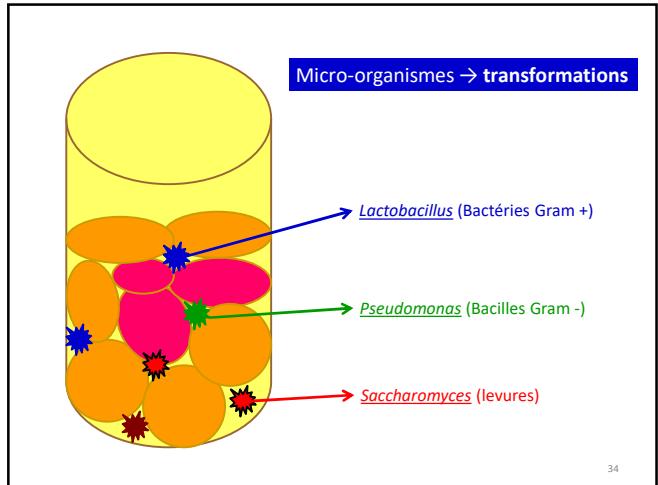
---

---

---

---

33




---

---

---

---

---

---

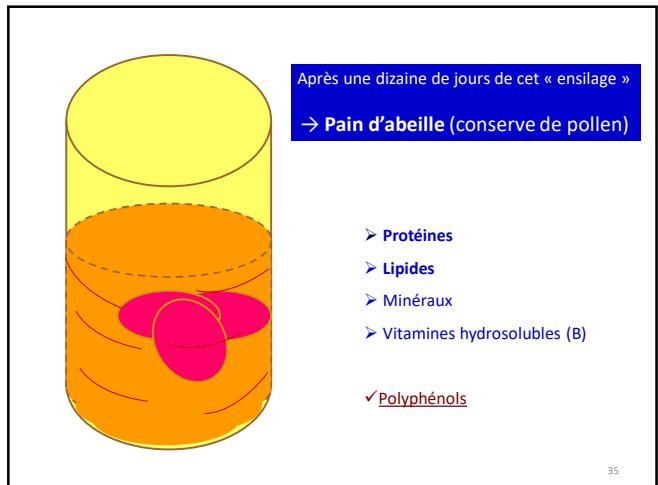
---

---

---

---

34




---

---

---

---

---

---

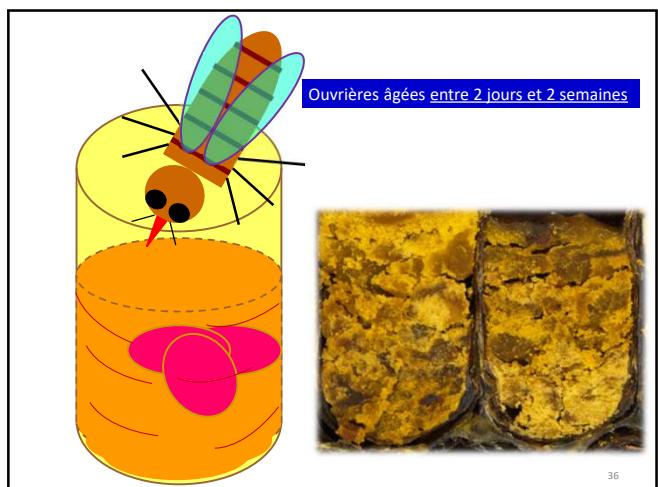
---

---

---

---

35




---

---

---

---

---

---

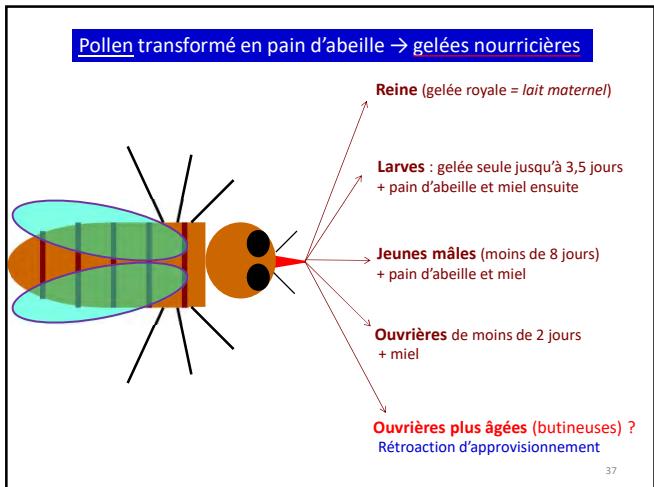
---

---

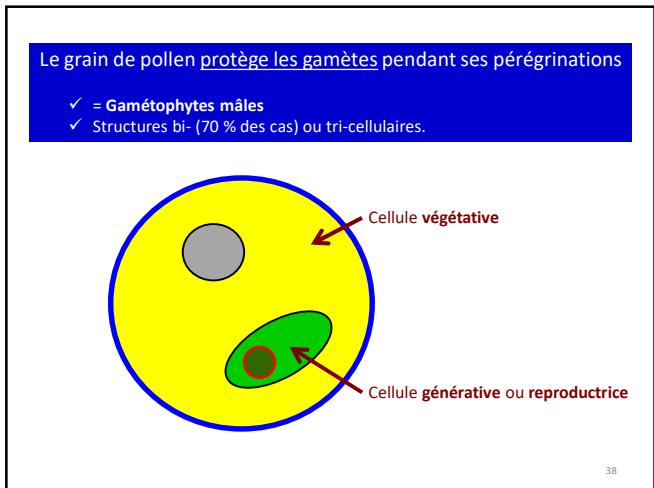
---

---

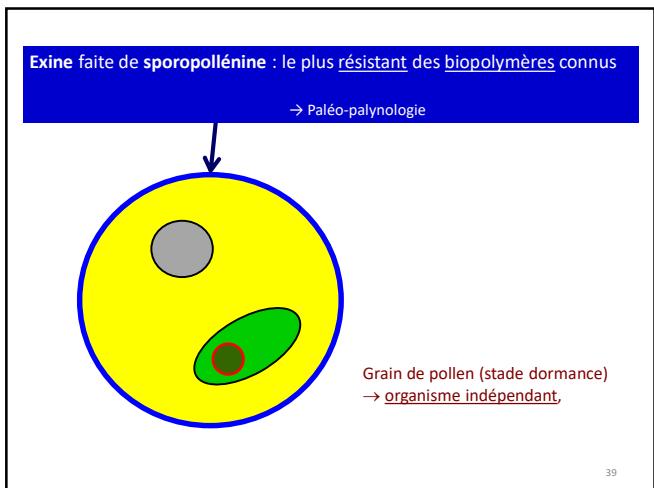
36



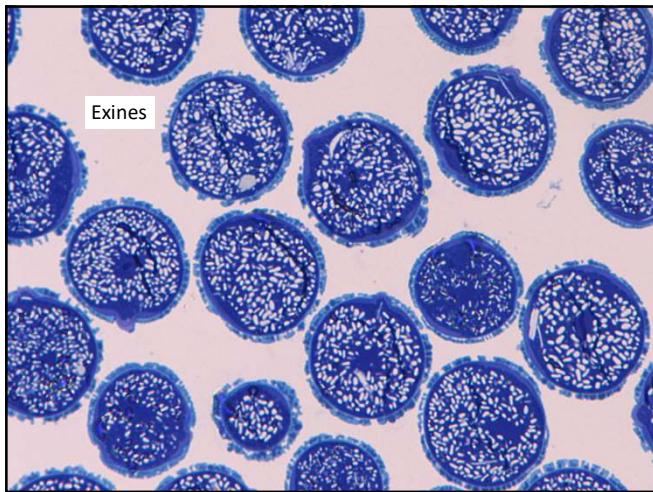
37



38



39



---

---

---

---

---

---

40



---

---

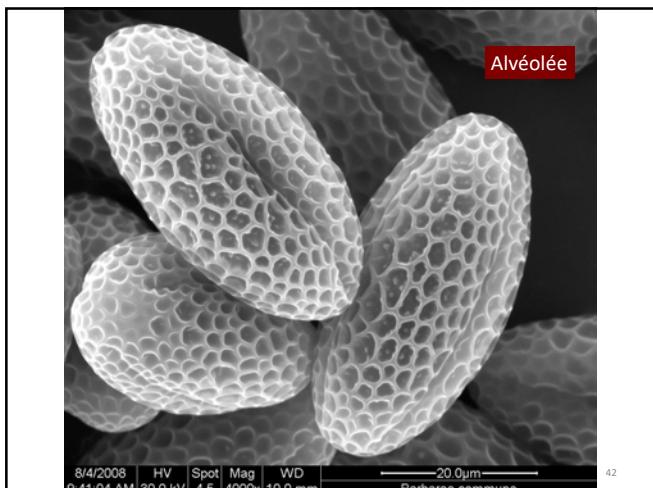
---

---

---

---

41



---

---

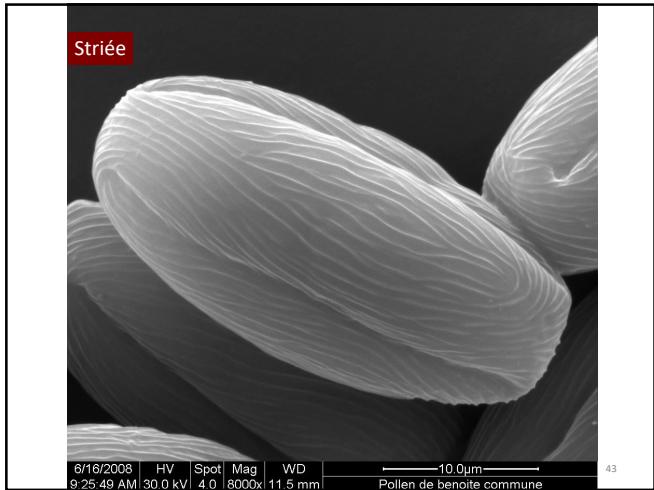
---

---

---

---

42



43

---

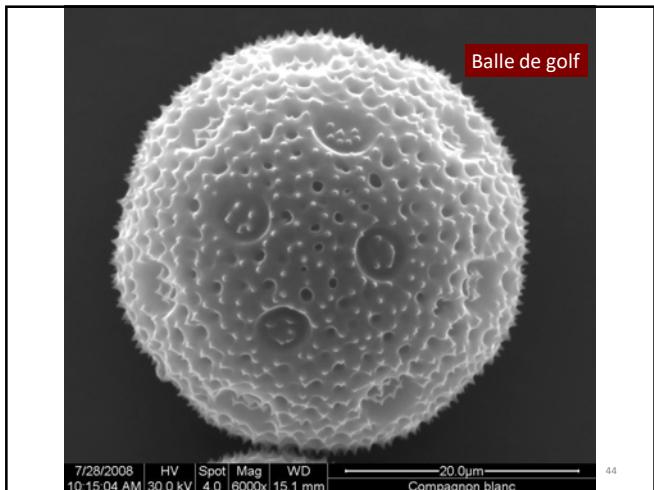
---

---

---

---

---



44

---

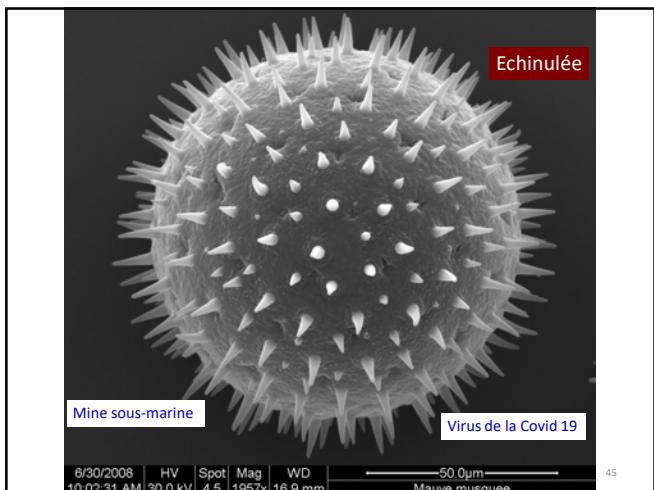
---

---

---

---

---



45

---

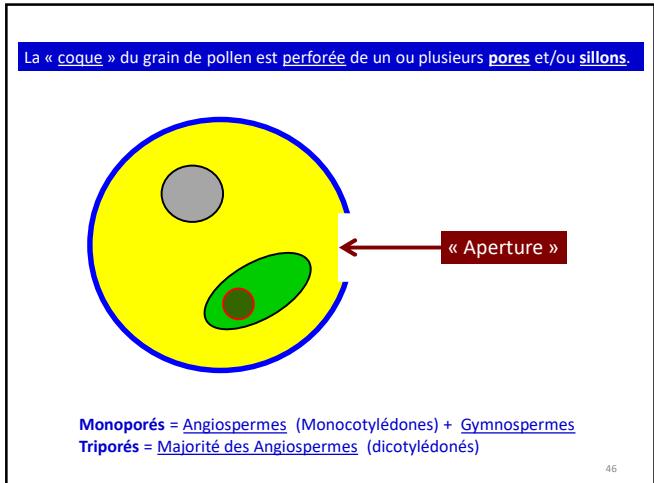
---

---

---

---

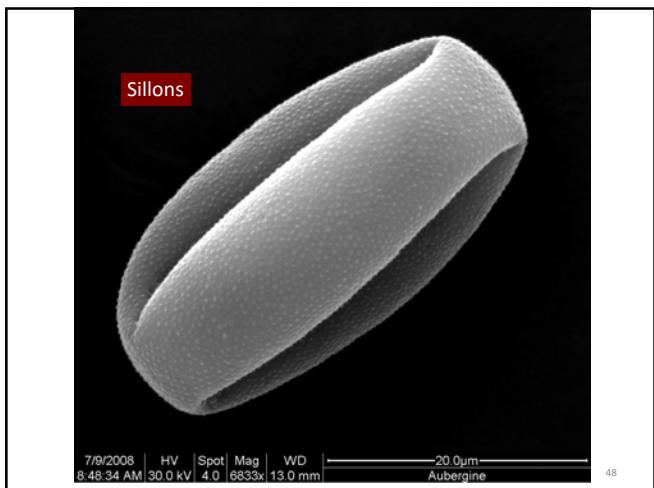
---



46



47



48




---

---

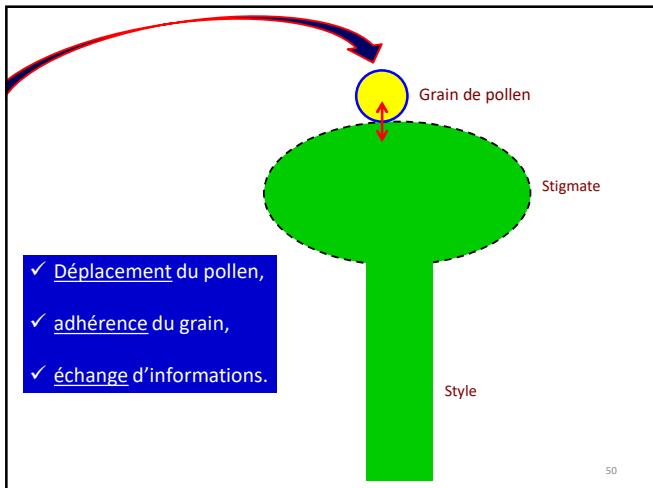
---

---

---

---

49




---

---

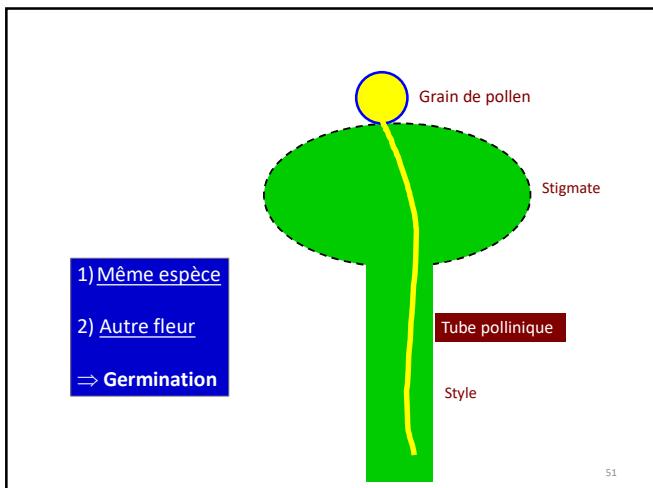
---

---

---

---

50




---

---

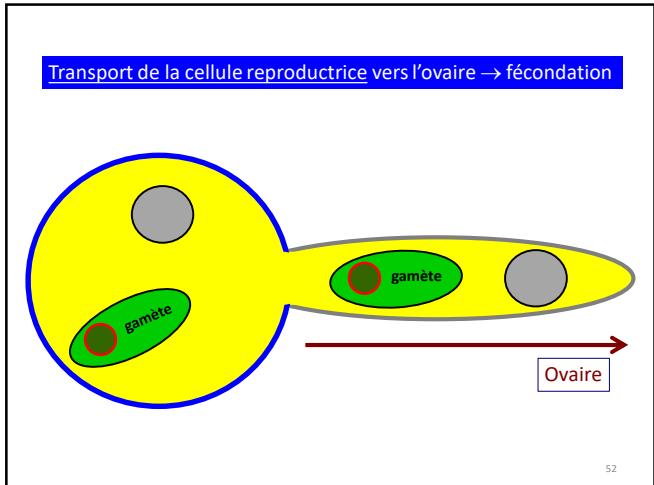
---

---

---

---

51




---



---



---



---



---

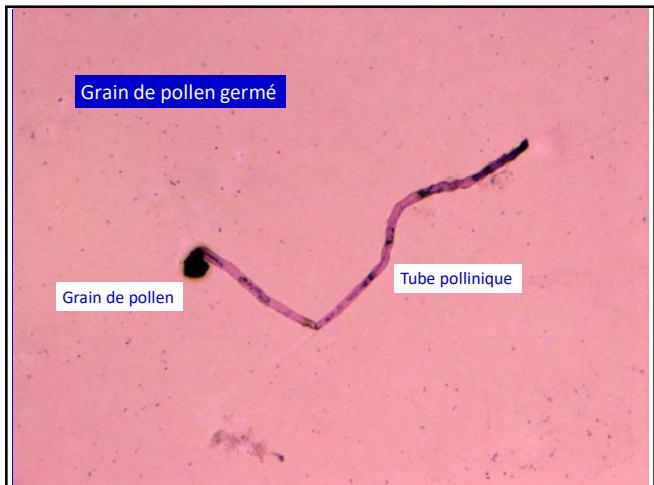


---



---

52




---



---



---



---



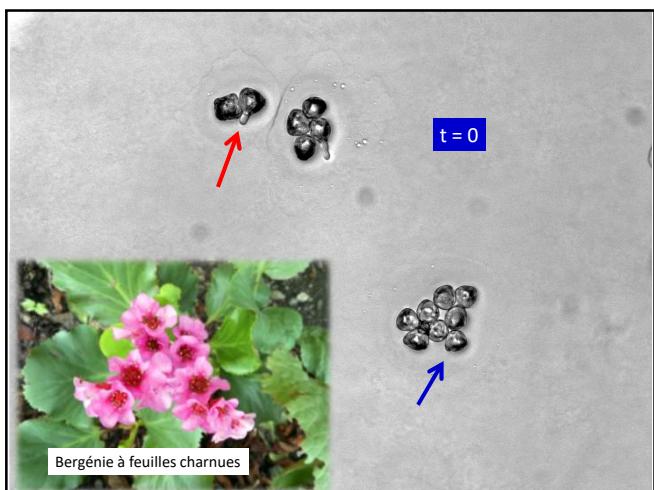
---



---



---




---



---



---



---



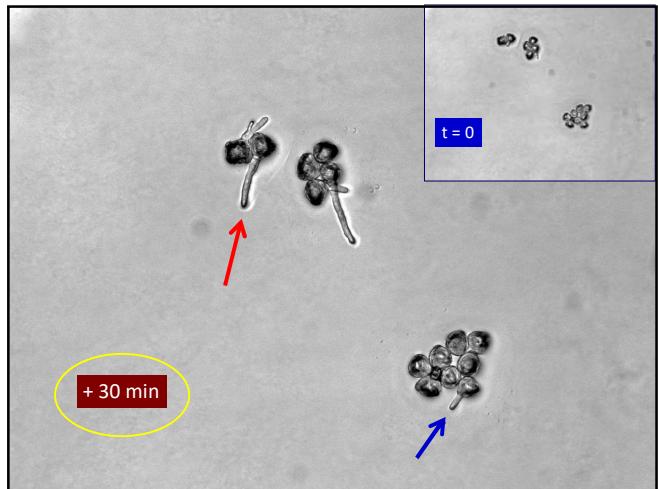
---



---



---



55

---

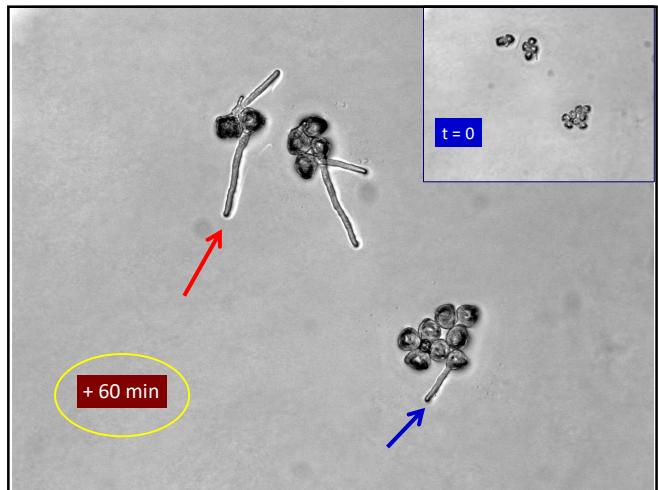
---

---

---

---

---



56

---

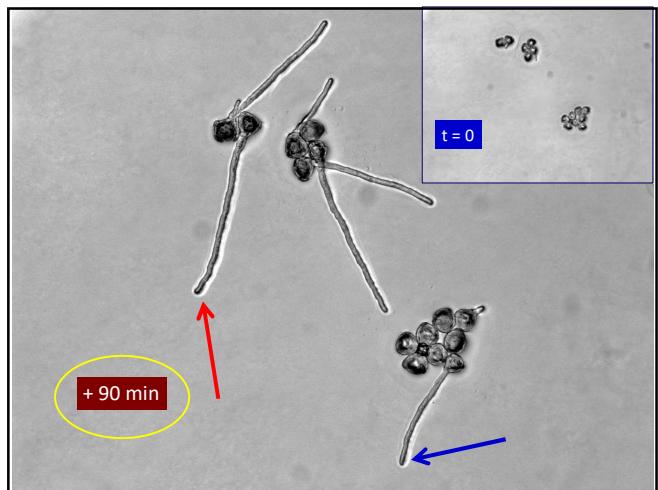
---

---

---

---

---



57

---

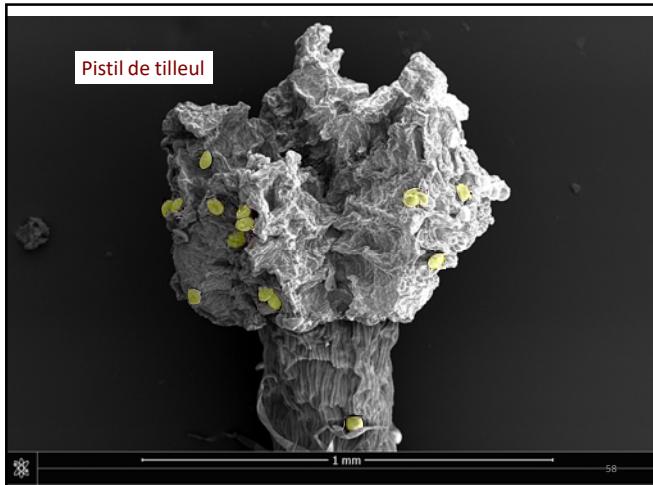
---

---

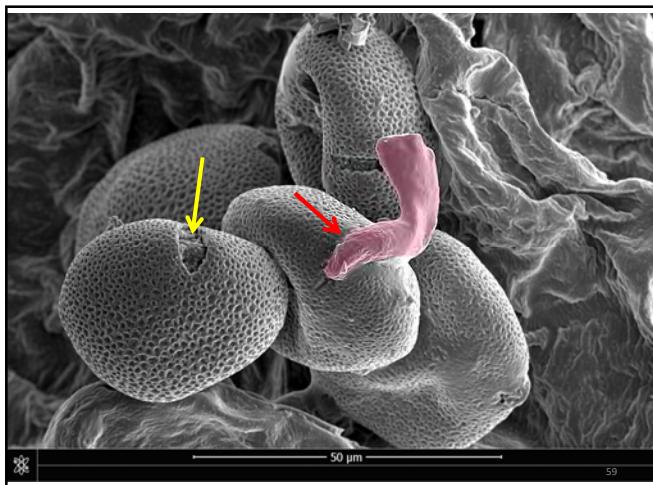
---

---

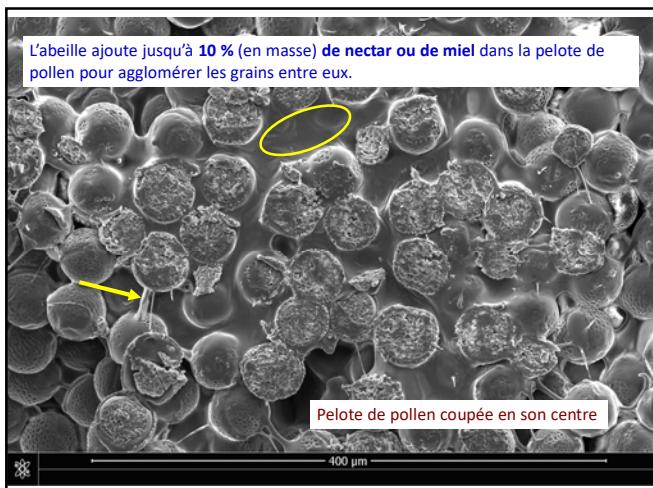
---



58



59

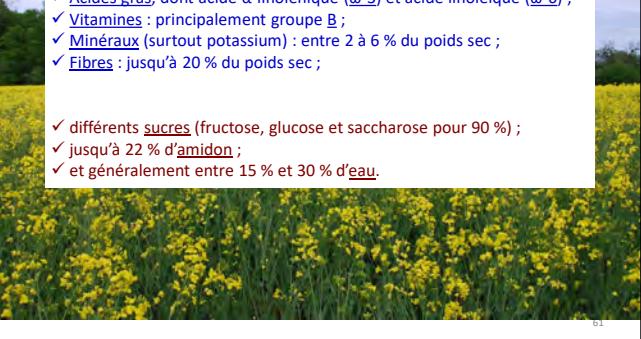


60

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

- ✓ Protéines : entre 10 et 40 % du poids sec ;
- ✓ Lipides : entre 1 et 13 % du poids sec ;
- ✓ Acides gras, dont acide  $\alpha$ -linolénique ( $\omega$ -3) et acide linoléique ( $\omega$ -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**

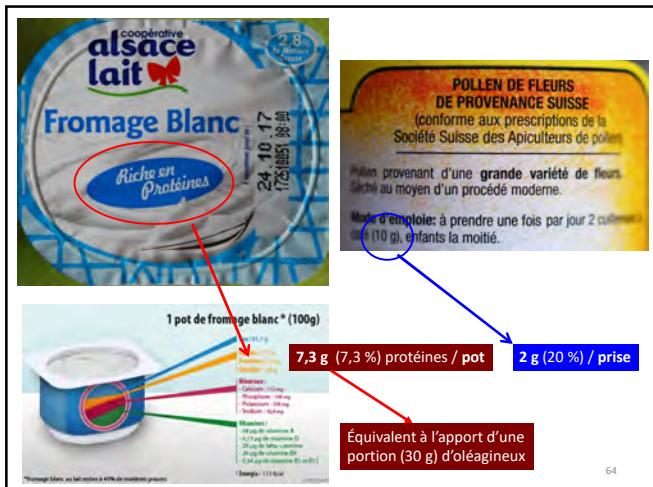
✓ Source exceptionnelle de protéines...



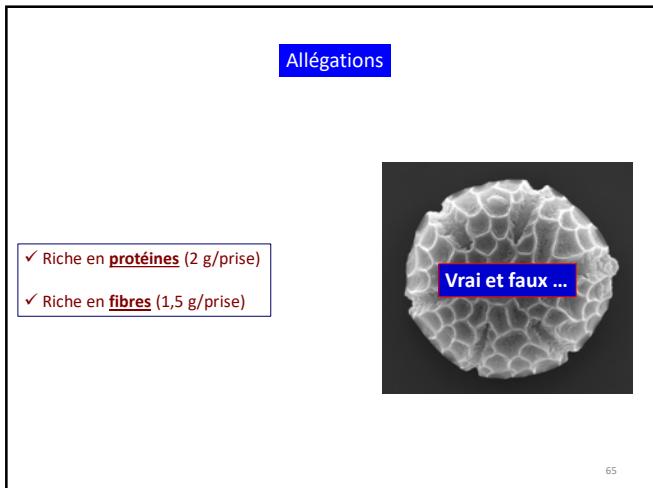
Sucres 35 % ; Protéines 20 % ; Lipides 7%

Comme viande et poisson

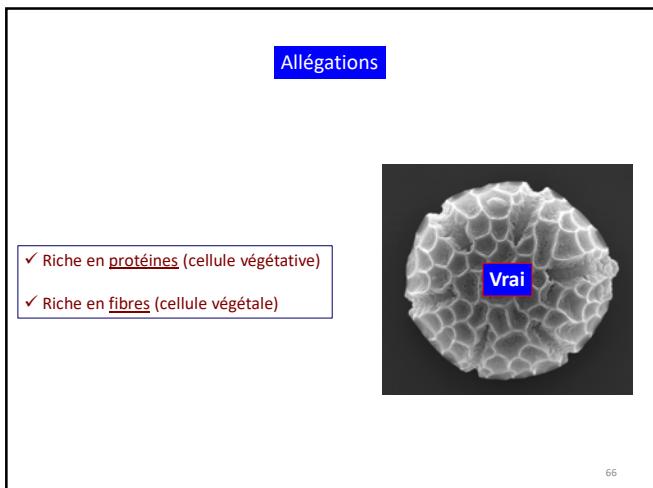
63



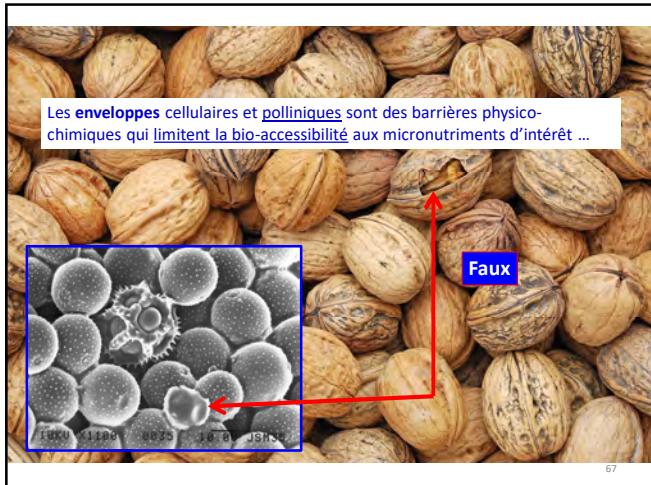
64



65



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 (*certains scarabées*)
- 2) ⇒ Percer paroi du grain de pollen avec pièces buccales (*certains 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

---

---

---

---

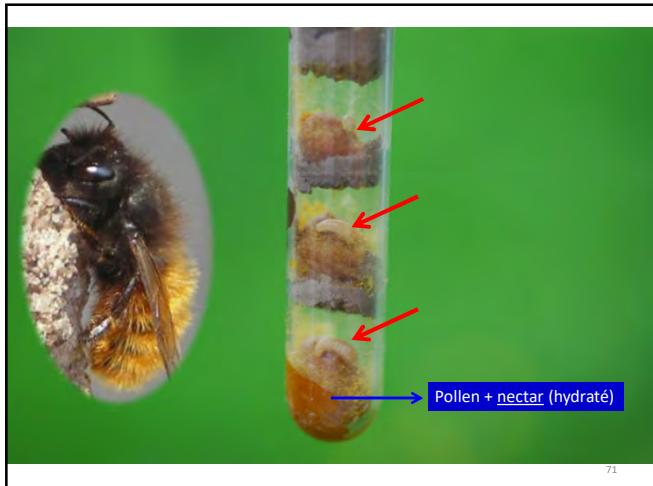
---

---

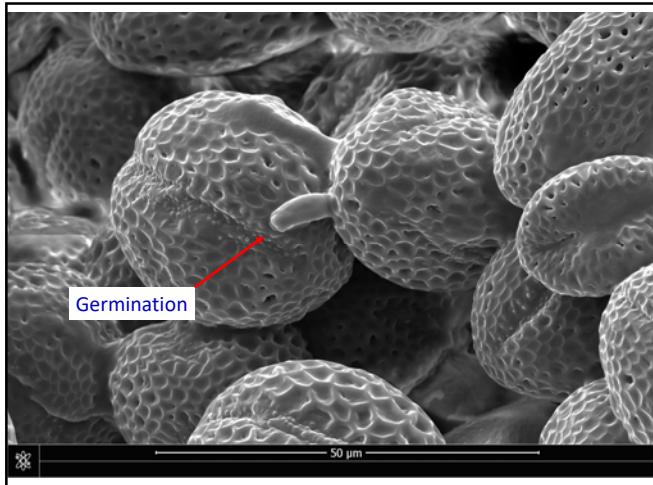
---



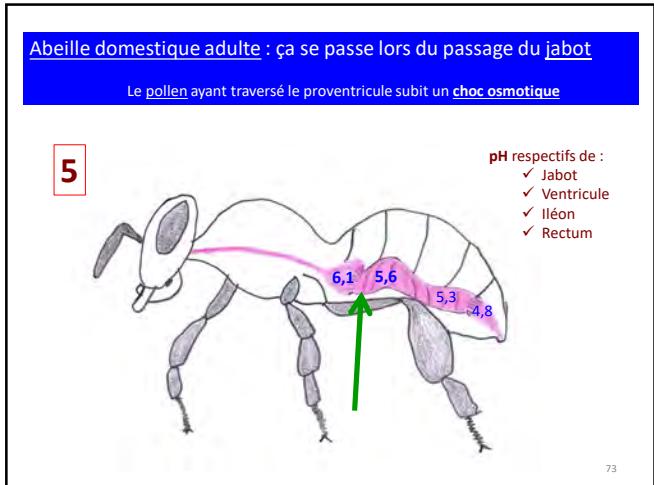
70



71



72




---



---



---



---



---

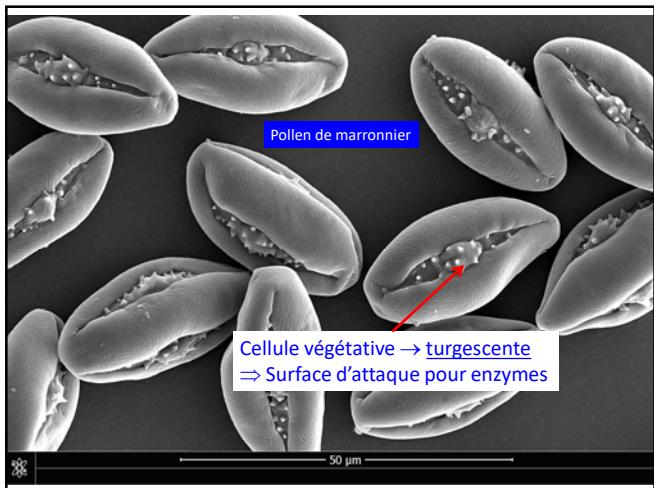


---



---

73




---



---



---



---



---

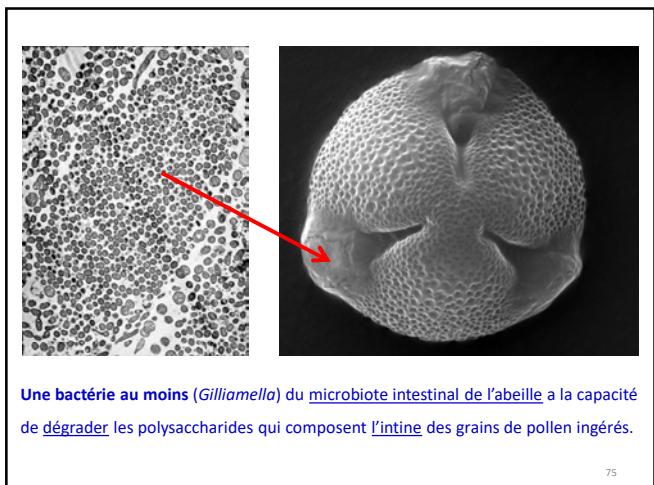


---



---

74




---



---



---



---



---



---



---

75

## La botte secrète du pollen...

76

76

---



---



---



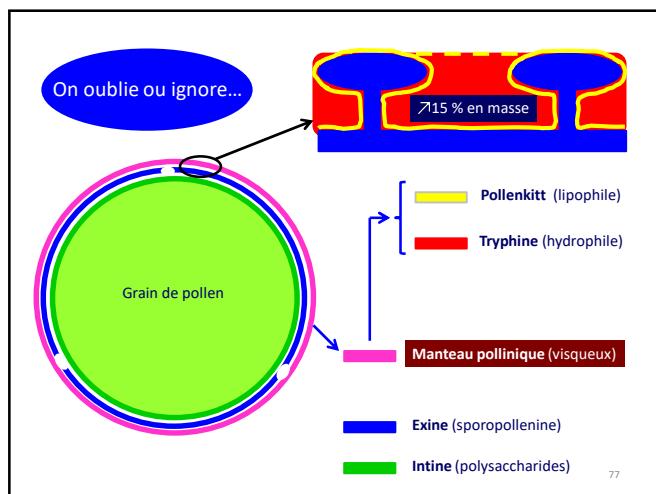
---



---



---



77

---



---



---



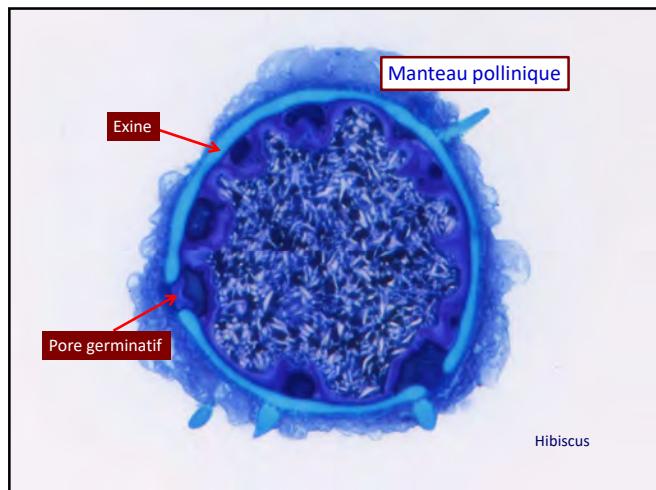
---



---



---



78

---



---



---



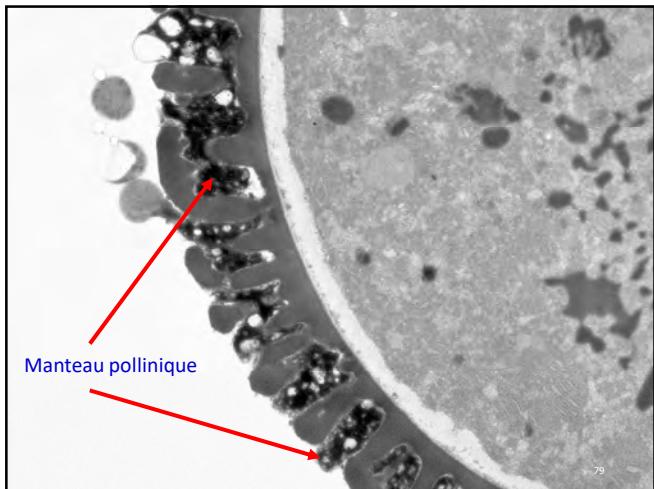
---



---



---



79

---

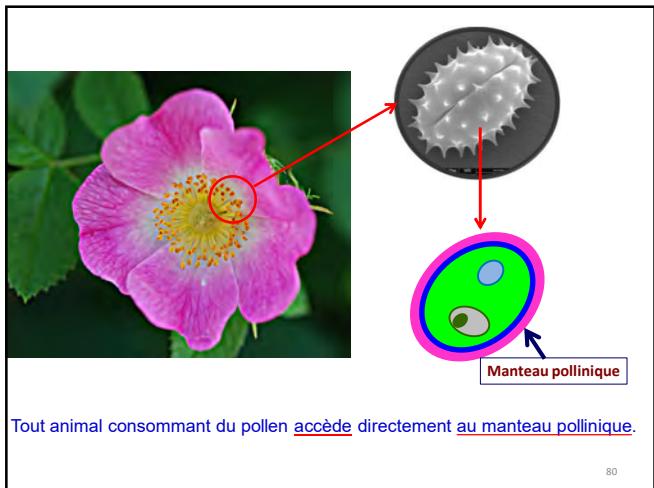
---

---

---

---

---



80

---

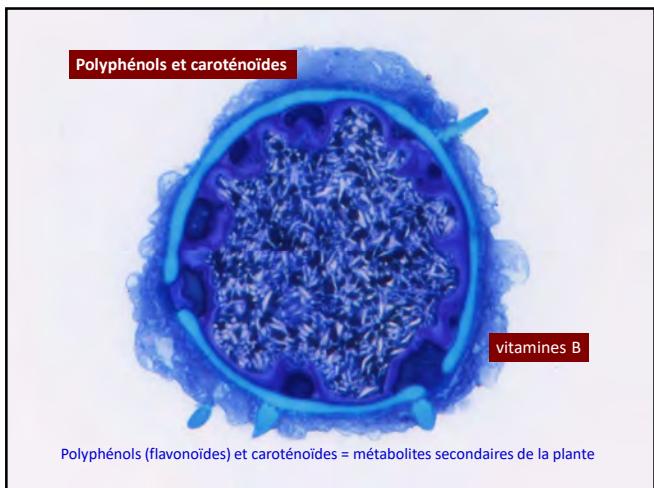
---

---

---

---

---



81

---

---

---

---

---

---



82

---

---

---

---

---

---



83

---

---

---

---

---

---



84

---

---

---

---

---

---



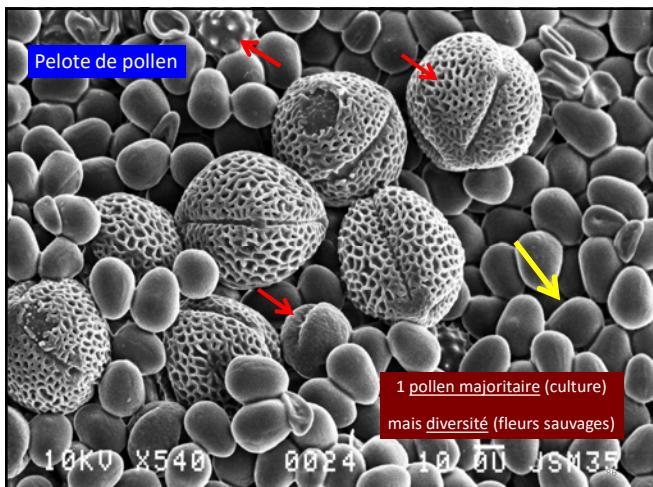
Dans le pollen, les teneurs en polyphénols, et notamment en flavonoïdes, sont :

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

(Massaux, abeilles & C<sup>e</sup>, 2012)

85

85



86

Plus le panel de couleur des pelotes de pollen est large

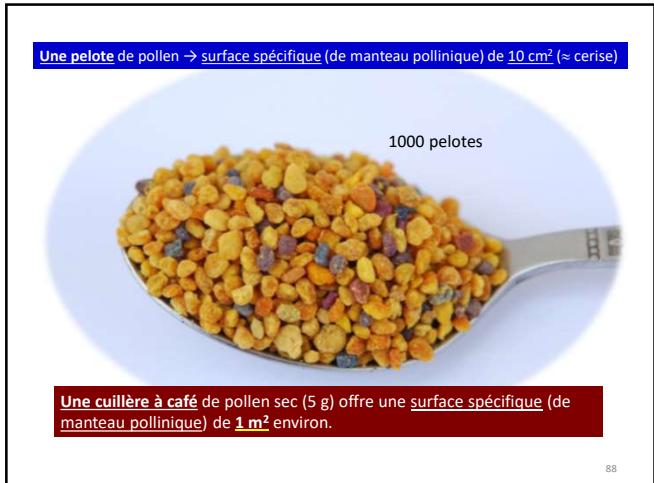
Plus on a présence de pigments antioxydants différents

= Manger simultanément différents fruits et légumes

Couleur	Composants responsables de la couleur
Jaune-orange	$\beta$ -carotène; quercétine
Vert	$\beta$ -carotène et lutéine
Mauve-bleu	Anthocyanes; résvératrol
Rouge	Lycopène

87

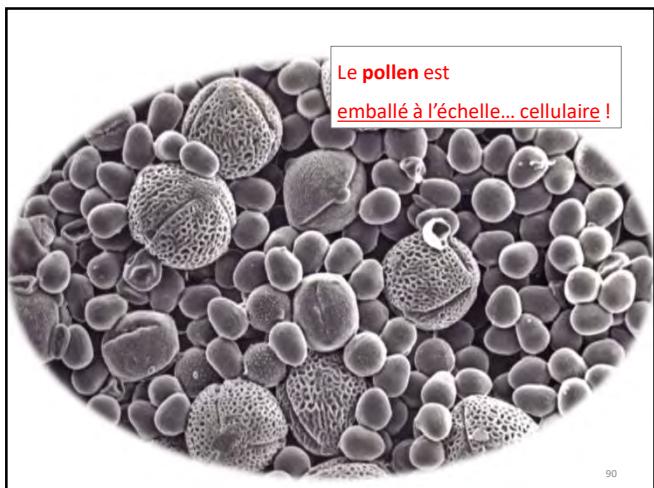
87



88



89



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 & Cie, 2012)

91

---



---



---



---



---



---



---



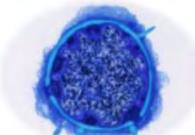
---



---

**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

---



---



---



---



---



---



---



---



---

**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

---



---



---



---



---



---



---



---



---

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.



94

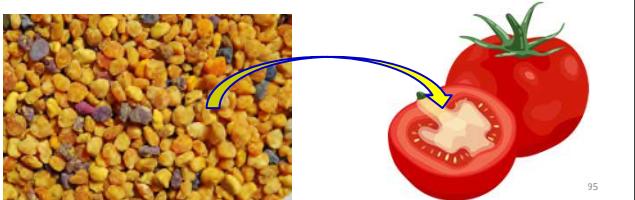
## Le marché du pollen

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

**Europe = 2<sup>e</sup> 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



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

---



---



---



---



---

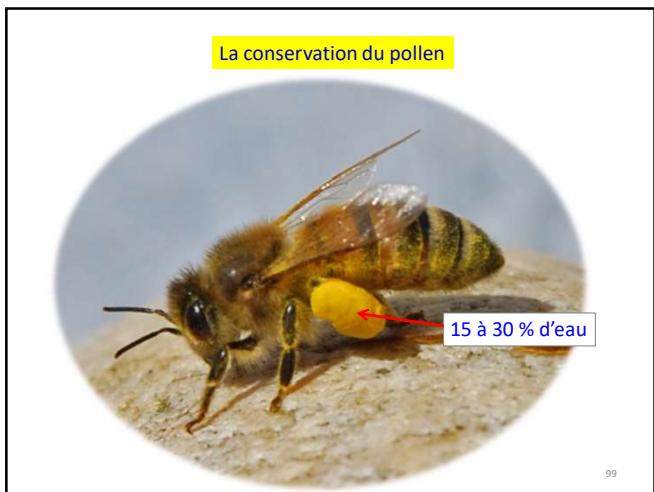


---



---

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  $\leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 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 préféablement à  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$

➤ Protéger de l'oxygène et du rayonnement solaire pendant sa conservation

101

101



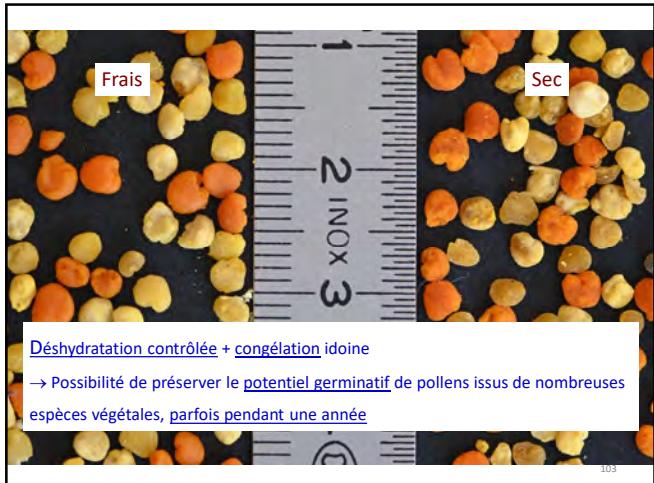
Les **phytonutriments** tels que les polyphénols et les caroténoïdes s'avèrent **stables** dans les procédés thermiques couramment appliqués dans l'industrie agro-alimentaire.

D'ailleurs, personne ne met en doute la richesse en vitamines, carotènes et surtout **polyphénols** du thé vert (**séché** !), « vendu » pour son atout santé.

C'est une question d'**optimisation du procédé de dessiccation** :

Ex. : le foin séché en grange, donc moins longtemps exposé au soleil, permet un mieux rendement fromager (les feuilles de légumineuses sont mieux préservées).

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.

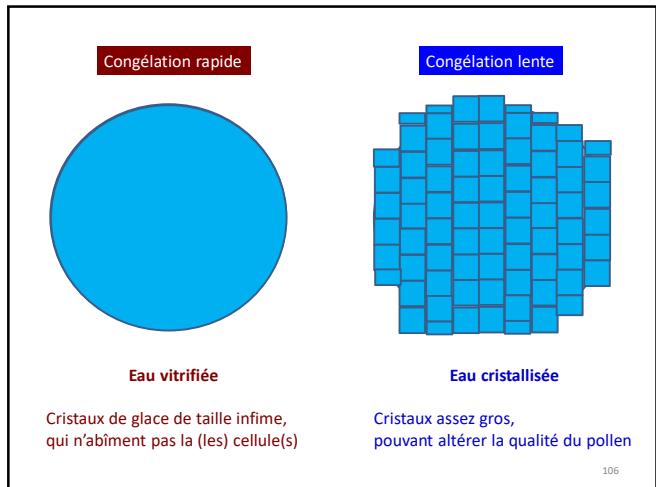
**MAIS :**

- ✓ On dénombre davantage 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.

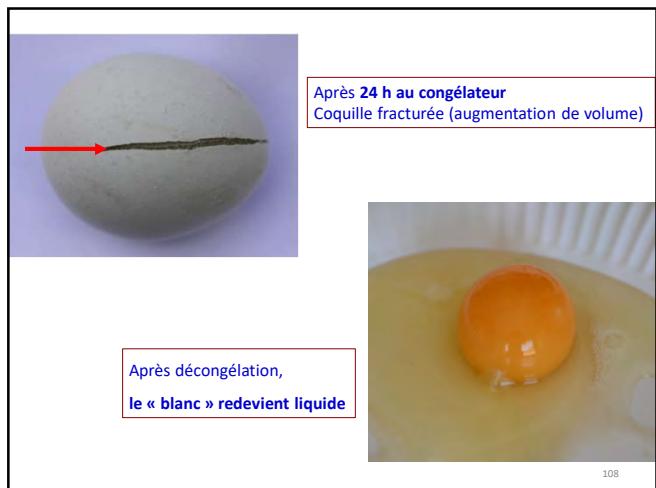
➤ Plus le pollen est riche en eau, plus il souffre de la congélation...  
Seule l'eau pure cristallise en glace: les sels et gaz dissous sont expurgés.

Pour limiter la formation de grands cristaux de glace :

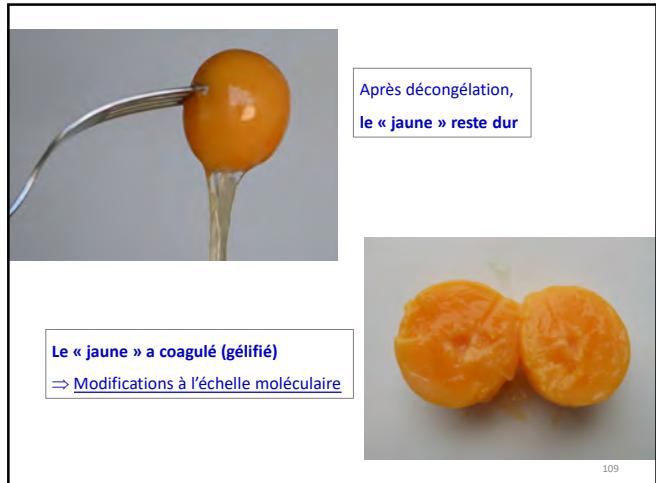
- ✓ Déshydrater préalablement le pollen jusqu'à un taux d'humidité de 5 à 6 % ;
- ✓ Congeler de petits volumes, comme cela est préconisé pour le lactosérum dans l'industrie fromagère, pour atteindre une congélation à cœur plus rapide.

107

107



108



109

---

---

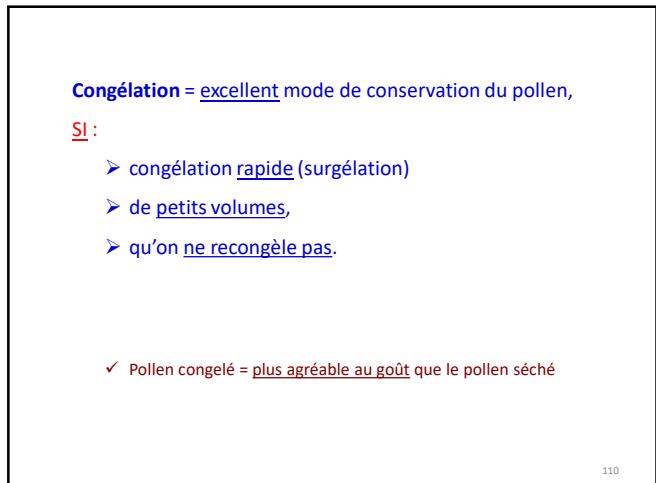
---

---

---

---

---



110

---

---

---

---

---

---

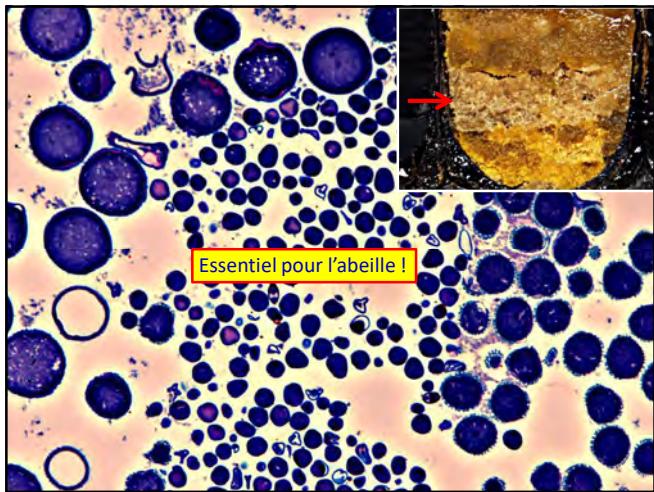
---

---

---



111



112

---

---

---

---

---

---

**Le pain d'abeille**

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

- ✓ Plus acide ( $\text{pH} = 4$ ) que le pollen en pelote
- ✓ Contient plus de glucose oxydase

2 facteurs à 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

---

---

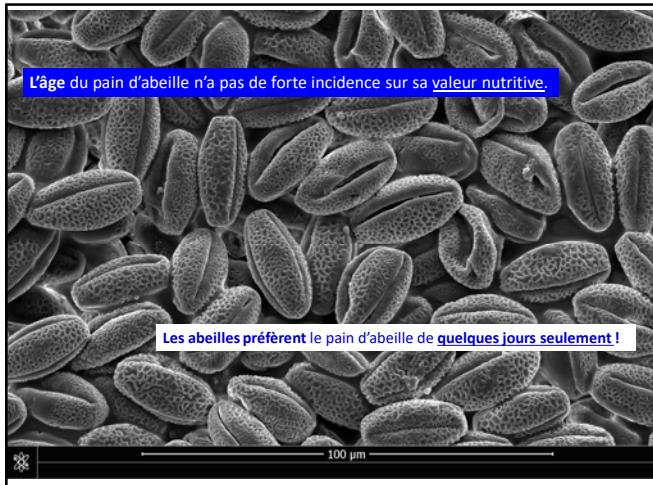
---

---

---

---

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<sup>er</sup> stade larvaire, 1 seule espèce bactérienne colonise l'intestin de la larve d'abeille.
- ✓ Au 4<sup>e</sup> 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

**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 digérée (sauf manteau pollinique).

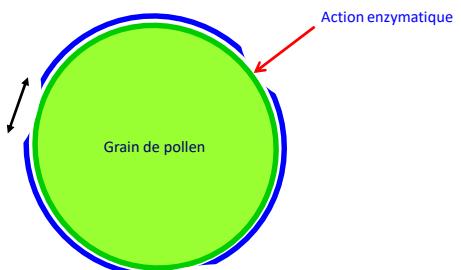
Après mise en suspension du pollen :

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

119

119

Réhydratation → gonflement



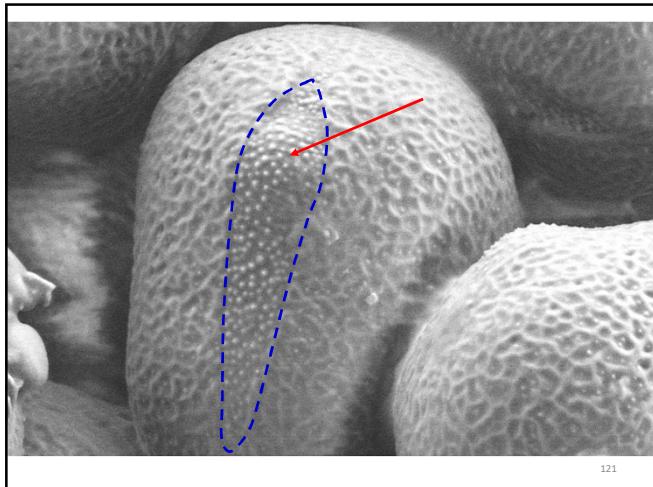
Grain de pollen

Action enzymatique

Exine (sporopollenine)  
 Intine (polysaccharides)

120

120



121

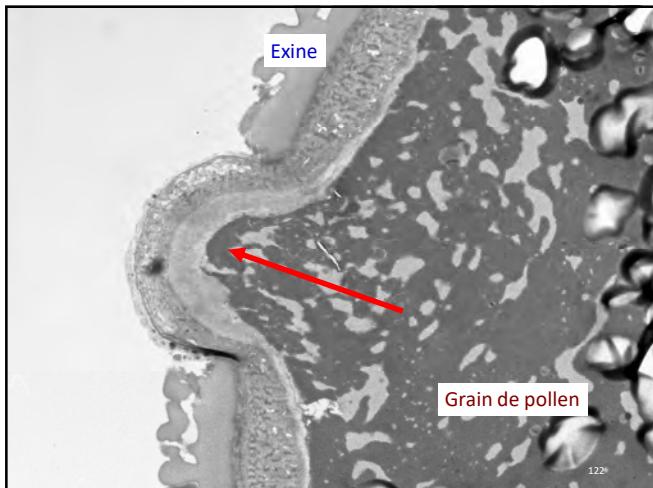
---

---

---

---

---



122

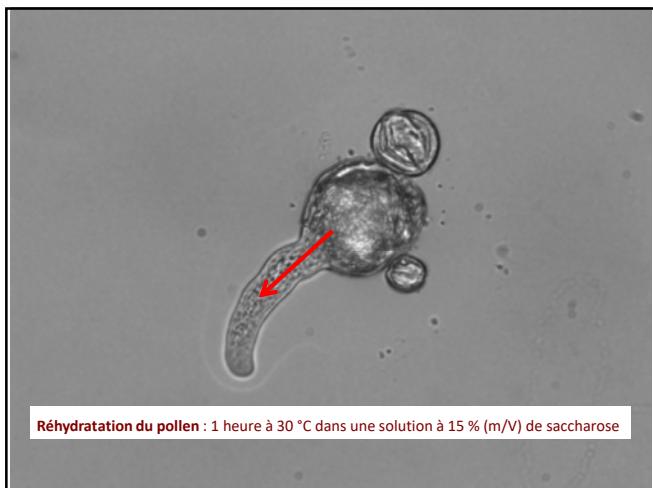
---

---

---

---

---



123

---

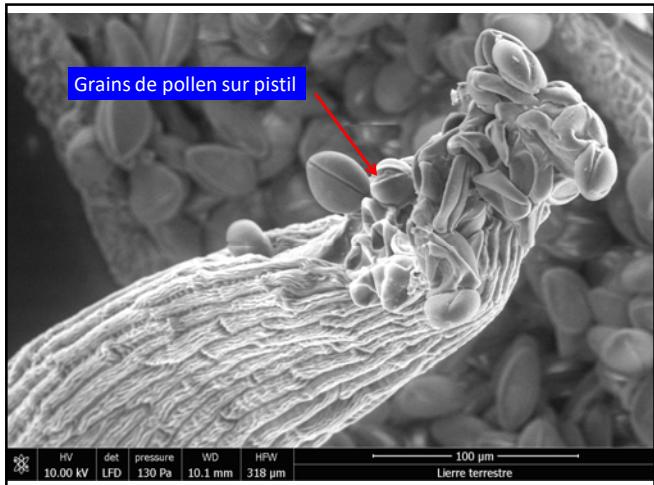
---

---

---

---

Réhydratation du pollen : 1 heure à 30 °C dans une solution à 15 % (m/V) de saccharose



124



125