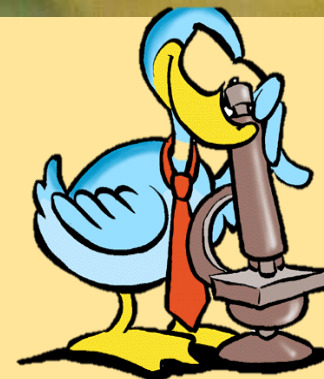
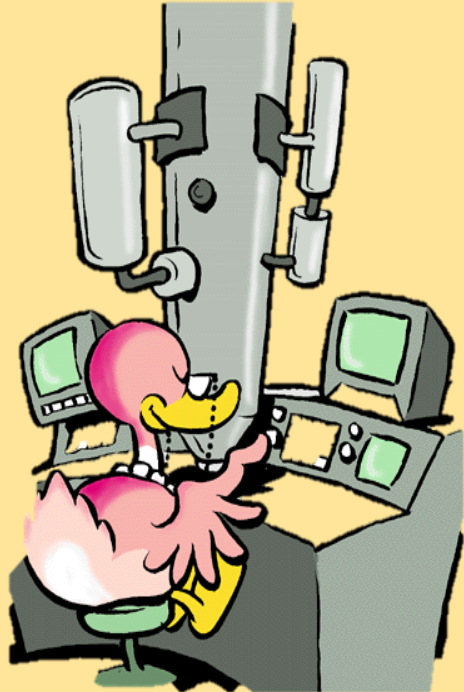


# L'APICULTURE VUE AU MICROSCOPE



# DIFFERENTS MODES D'OBSERVATION

Observation macroscopique

Jusqu'à 1 mm ou 0,5 mm = limite de l'acuité visuelle



augmentée par un objectif macro monté sur un appareil photo



**Loupe grossissement = 6 X**



**Loupe binoculaire** oculaire X 10 et X2 < objectif < X 4

**= 20 X < grossissement < 40 X**



**Microscope optique** oculaire X10 et X10 < objectif < X100

**= 100 X < grossissement < 1 000 X**



**Microscope électronique (1930)** à balayage MEB

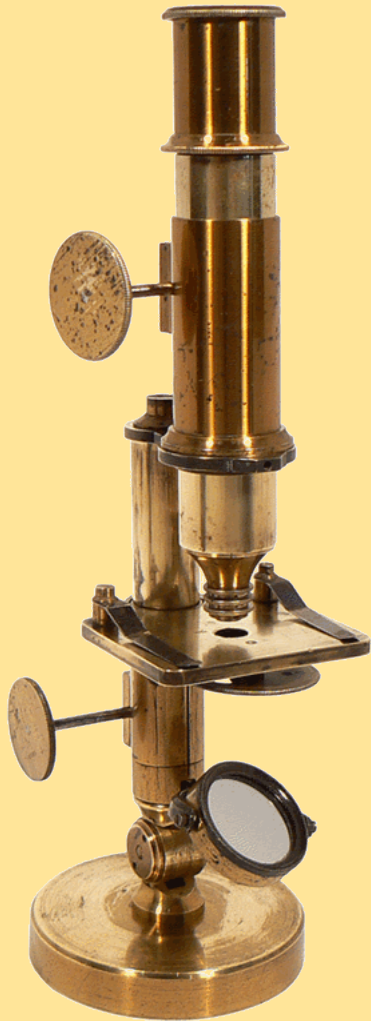
ou à transmission MET

**= grossissement 2 000 000 X**



# *Loupe binoculaire XVI ième siècle*

## *Microscope XVII ième siècle*



**Utilisation de la lumière:  
microscope photonique**

**2 lentilles: objectif x100 et  
oculaire x10**



# *Microscope optique*

- ❖ Des techniques permettent de s'approcher de la résolution de  $0,2\mu\text{m}$  qui est la limite de diffraction de la lumière → utilisation d'un objectif à immersion (huile).
- ❖ Le microscope optique permet de visualiser des objets vivants (bactéries, levures, champignons microscopiques, organismes unicellulaires) ou fixés (coupes de tissus) à l'échelle cellulaire.
- ❖ Les objets illuminés deviennent très clairs et il est souvent nécessaire de procéder à des colorations des tissus afin de les observer.

En 1909 l'anglais Arthur E Smith a publié un livre intitulé « **Nature through Microscope & Camera** » qui présentait des photos de microphotographie qu'il avait réalisé en assemblant un microscope et un appareil photo.

Il utilisait une chambre photographique et prenait ses photos sur des plaques sensibles de 20x25cm, le fait de faire la mise au point sur le microscope lui imposait des temps de poses de plusieurs minutes

Grossissements pouvant atteindre 2000 X

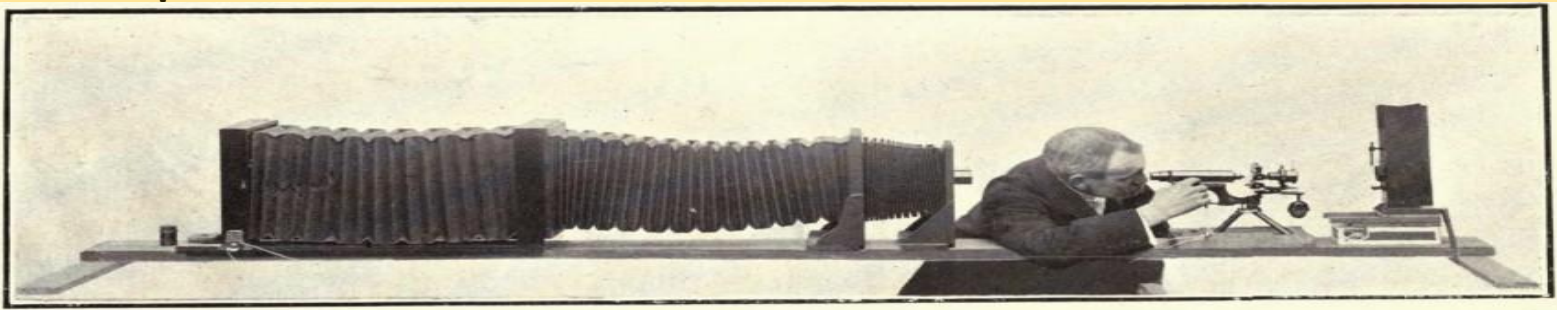


FIG. 7.  
MR. SMITH FOCUSING THE OBJECT IN THE MICROSCOPE.

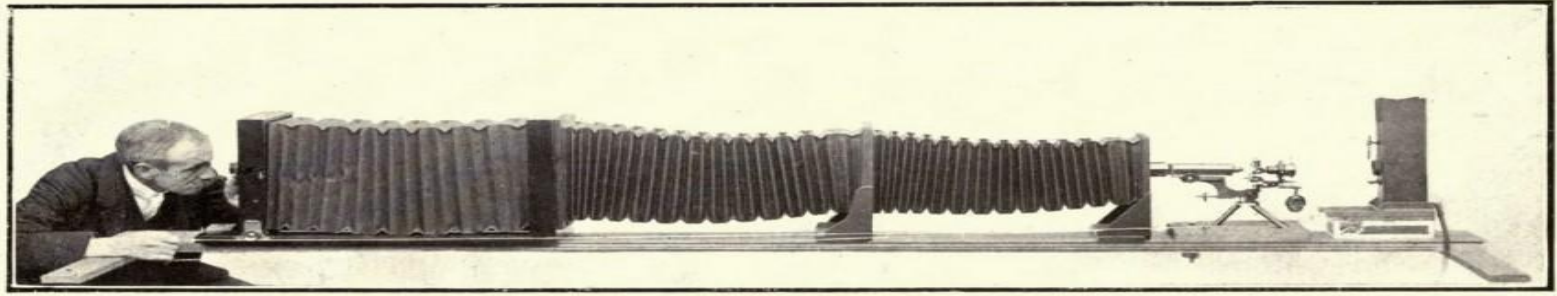
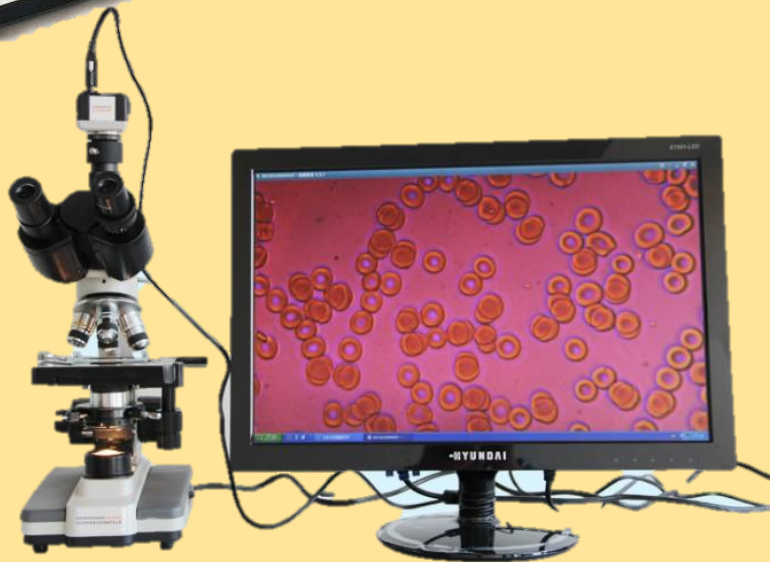


FIG. 8.  
MR. SMITH FOCUSING ON THE CAMERA SCREEN.

*(to face page 37-*

# MICROSCOPE OPTIQUE – PHOTONIQUE - ELECTRIQUE



# **MICROSCOPE ELECTRONIQUE (1930)**

Résolution = 0,2 nm

Grossissement = 100.000 X



06/05/2015



L'apiculture vue au microscope AAVO

# MET

Les électrons traversent l'échantillon

# MEB

Les électrons balayent la surface et sont réfléchis

→ vue en 3D

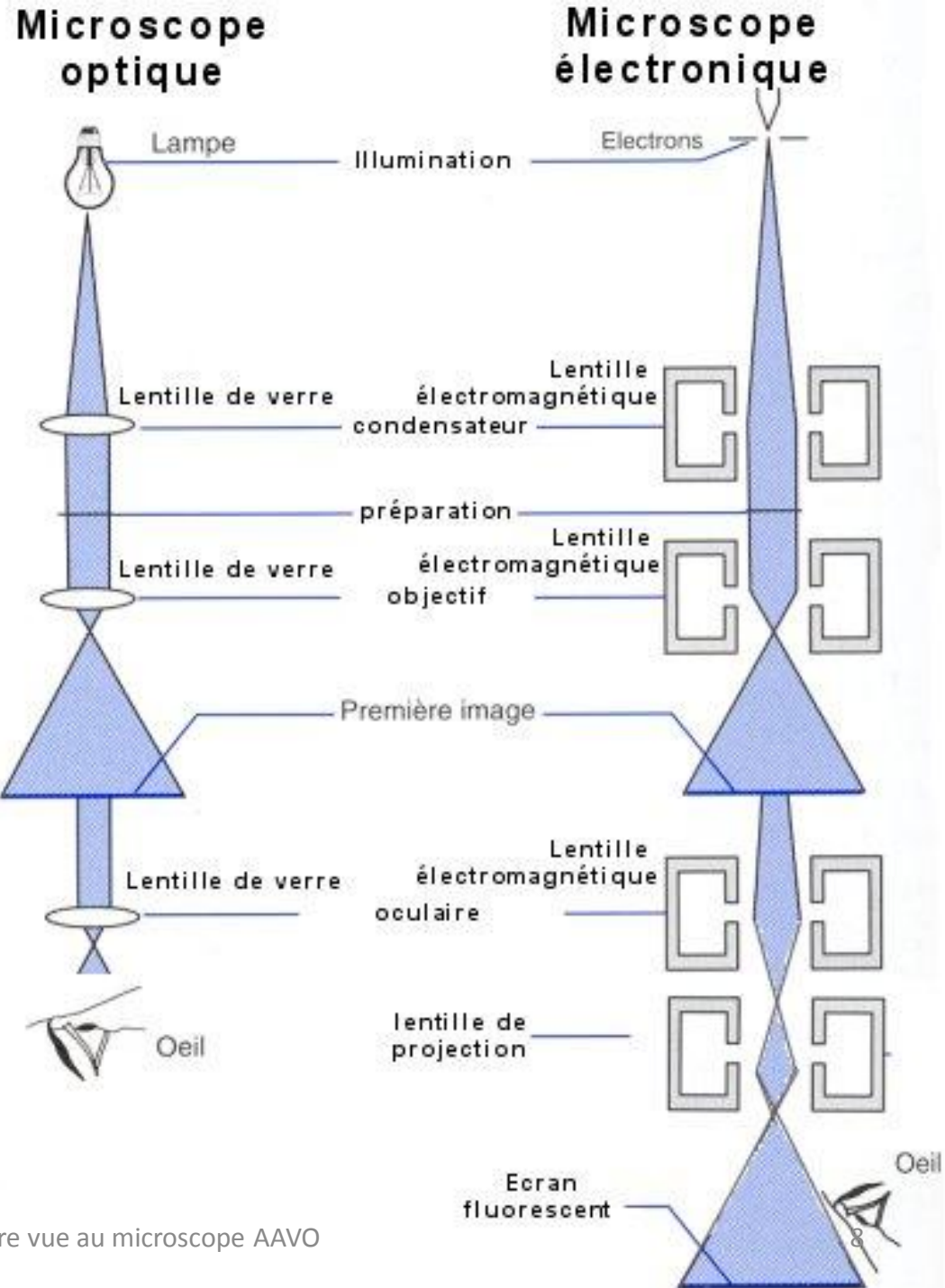
Les électrons sont facilement absorbés par la matière

→ vide d'air

L'œil ne perçoit pas les électrons

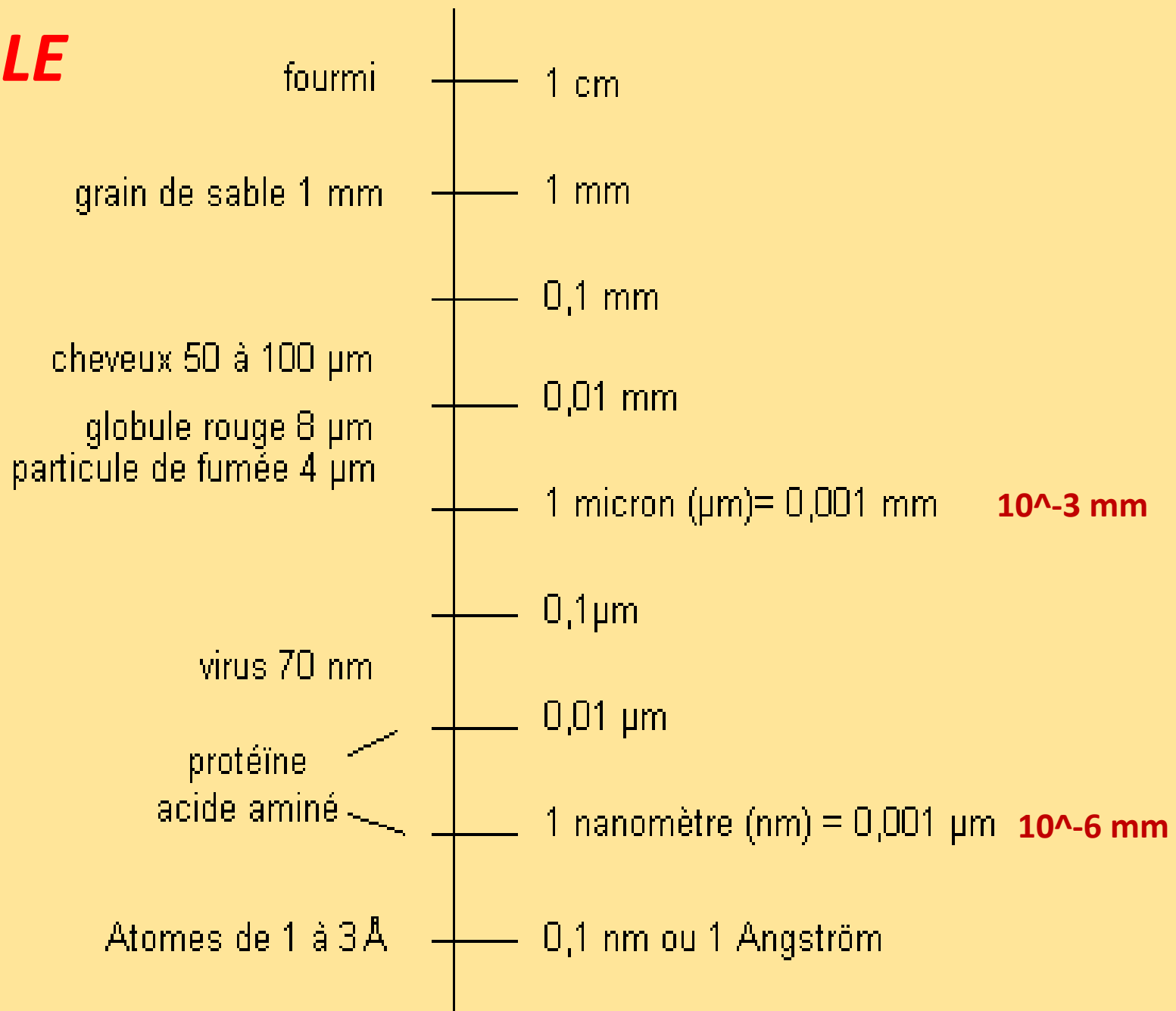
→ projection sur écran fluorescent

06/05/2015





# ECHELLE



## ***Les débuts de l'observation de l'abeille au microscope optique***

**Marcello Malpighi (1628-1694) physicien, anatomiste, physiologiste et microscopiste italien.**

**→ traité sur l'anatomie des insectes où il décrit les tubes de Malpighi, qui ont une fonction d'épuration comme le rein chez l'homme.**

**Anton von Leeuwenhoek (1632-1723) naturaliste hollandais,**

**→ développa la conception du microscope.**

**En 1673, il envoya sa première lettre à la *Royal Society of London* sur ses observations sur le dard des abeilles et sa tête, et en particulier sa bouche.**

**Robert Hooke (1635-1703) célèbre pour son livre *Micrographie*.**

**Si l'invention du microscope composé de lentilles multiples reviendrait à Zacharias Janssen en 1590, Robert Hooke y a décrit l'aiguillon de l'abeille.**

# APIS MELLIFERA



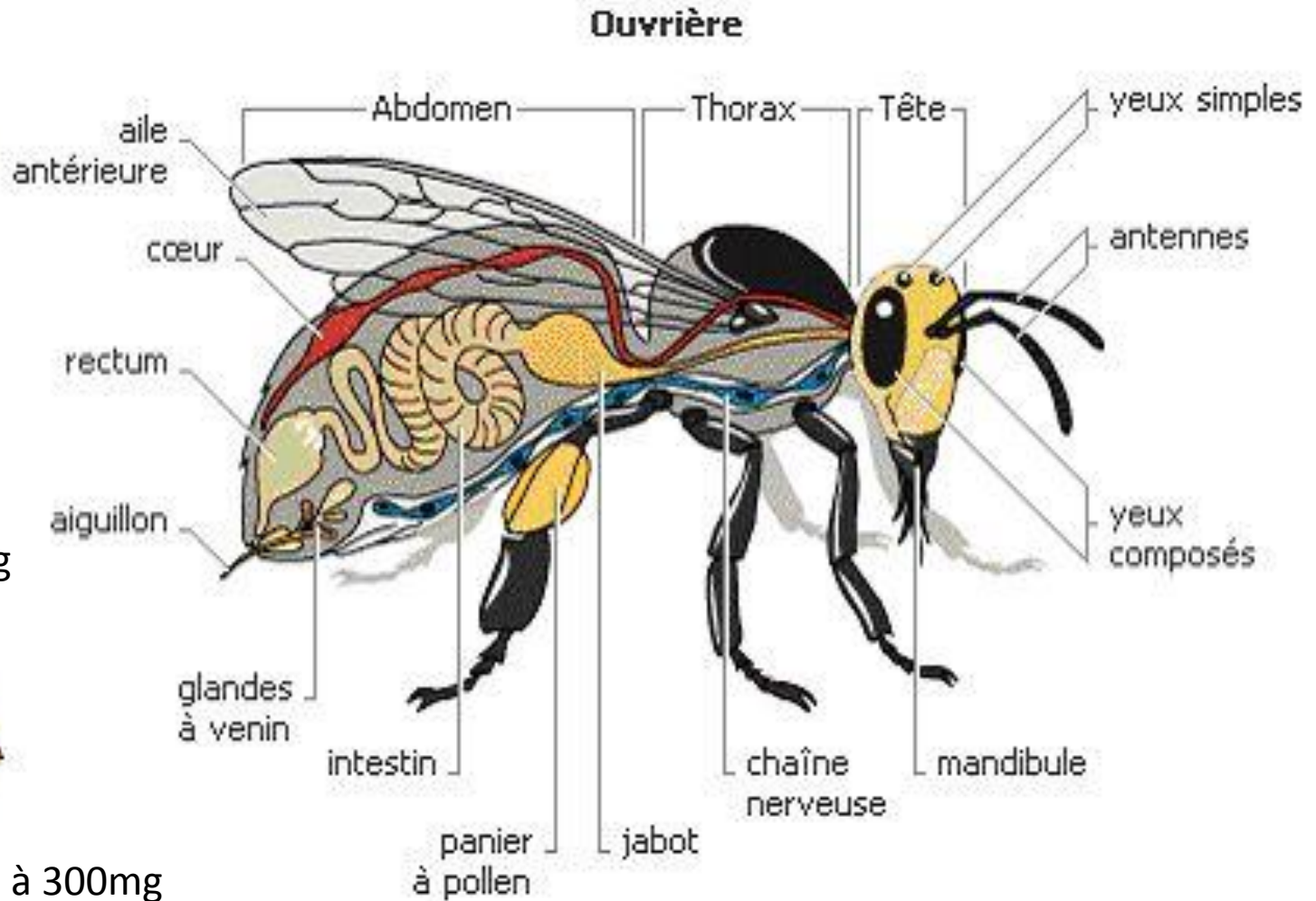
**Faux-bourdon**  
1,5cm 220mg

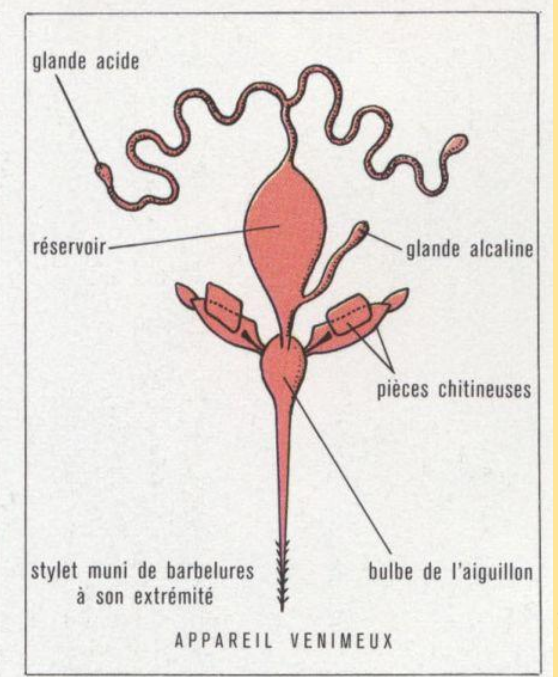
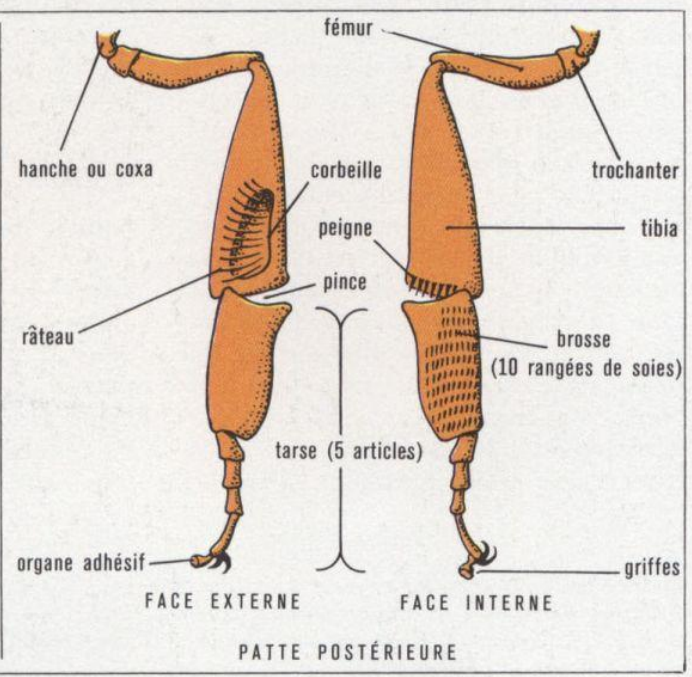
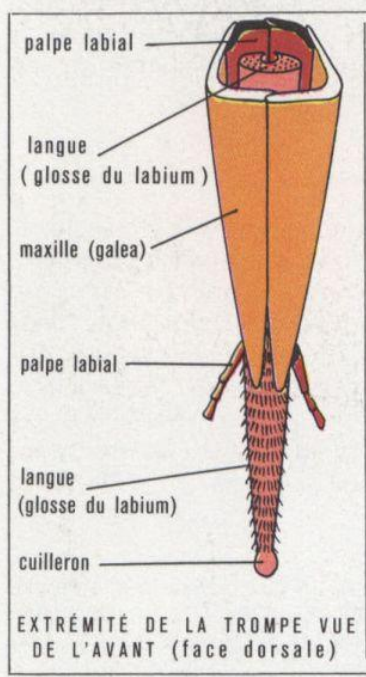
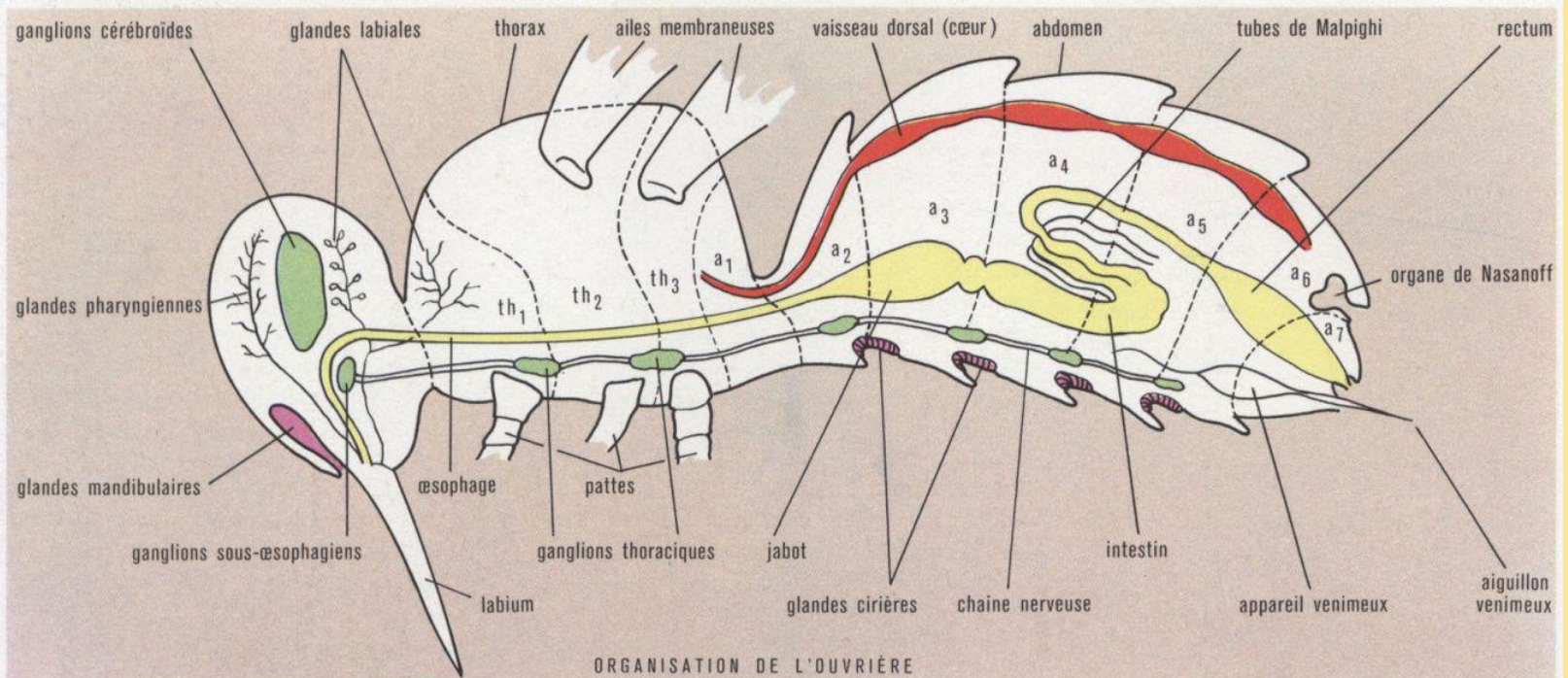


**Ouvrière**  
1,4 à 1,5cm 82mg



**Reine**  
1,8 à 2cm 250mg à 300mg









Ocelles

*Yeux simples pour vision de près et appréciation de la luminosité  
Une lentille biconvexe + corps vitré + une rétine*



Œil composé

*4000 ommatidies ♀  
5000 ommatidies ♀ reine  
8000 ommatidies ♂*

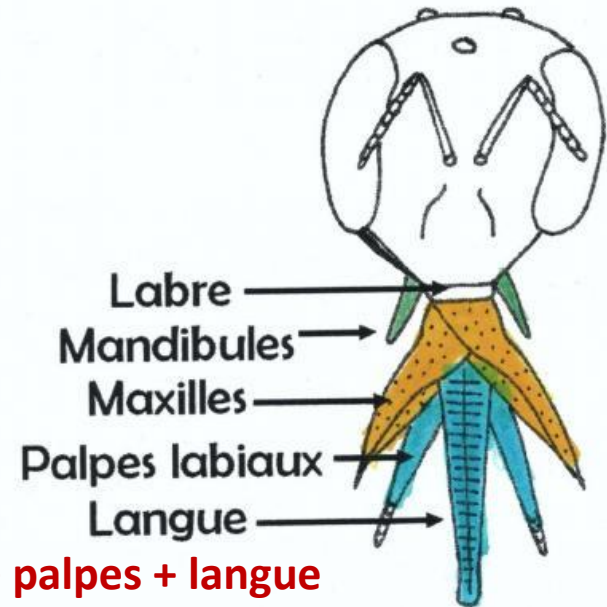
Antenne

Mandibule

*Puissantes pour la préhension de matières solides,  
Le travail de la cire et de la propolis et la défense contre les ennemis*

Proboscis

## Tête d' Abeille



**Max + palpes + langue**  
**Repliés sous la tête au repos et étendus quand elle prélève du liquide**  
**→trompe Type broyeur-lécheur**









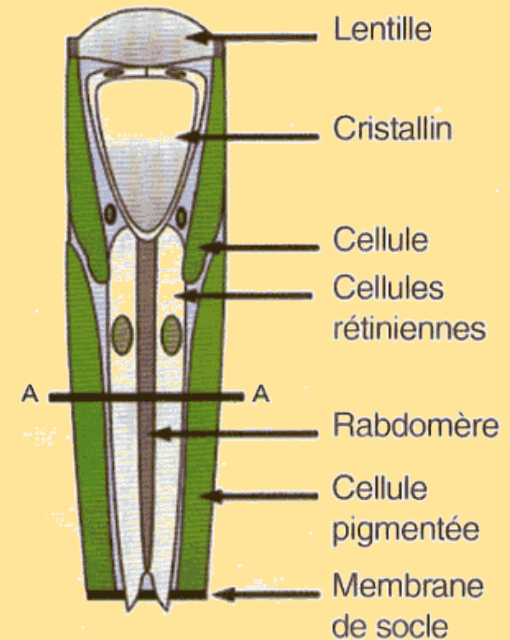
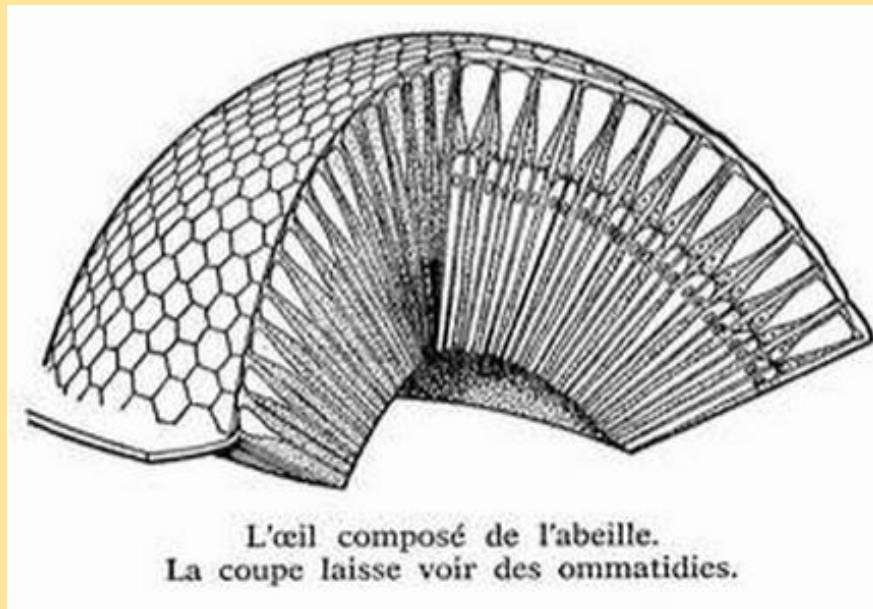


# Les yeux composés d'*Apis mellifera*

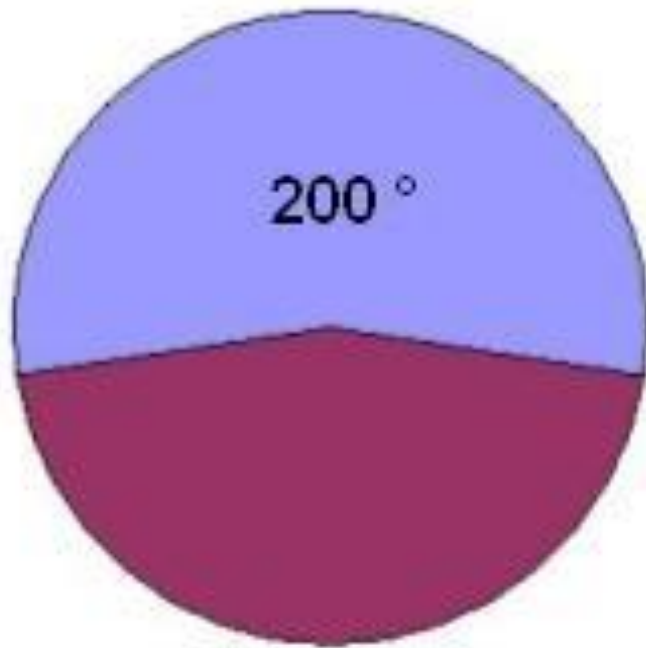
Chaque ommatidie = cornée (lentille convergente) + cristallin conique + rétine composée de 8 cellules sensibles à la lumière

Mesure angles, appréciation des distances et de la vitesse  
Récepteurs sensibles à la lumière polarisée

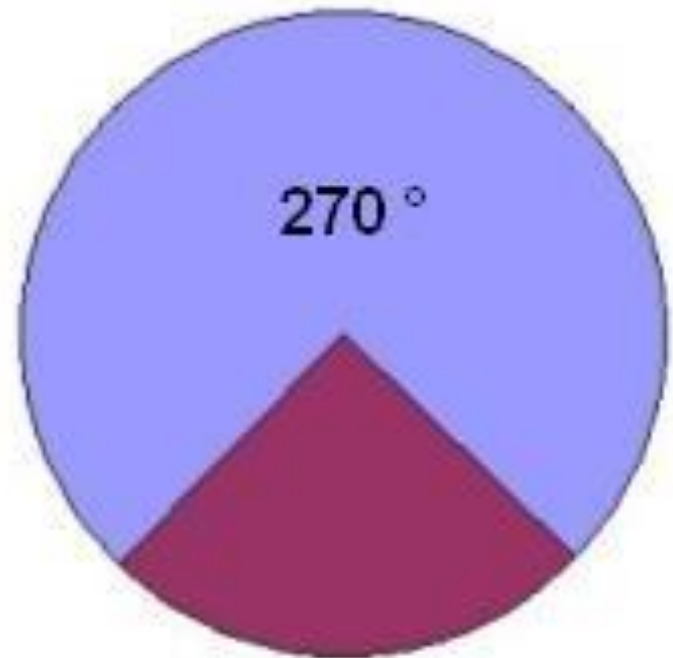
→ repérage quand le soleil est derrière les nuages



# Le champ visuel

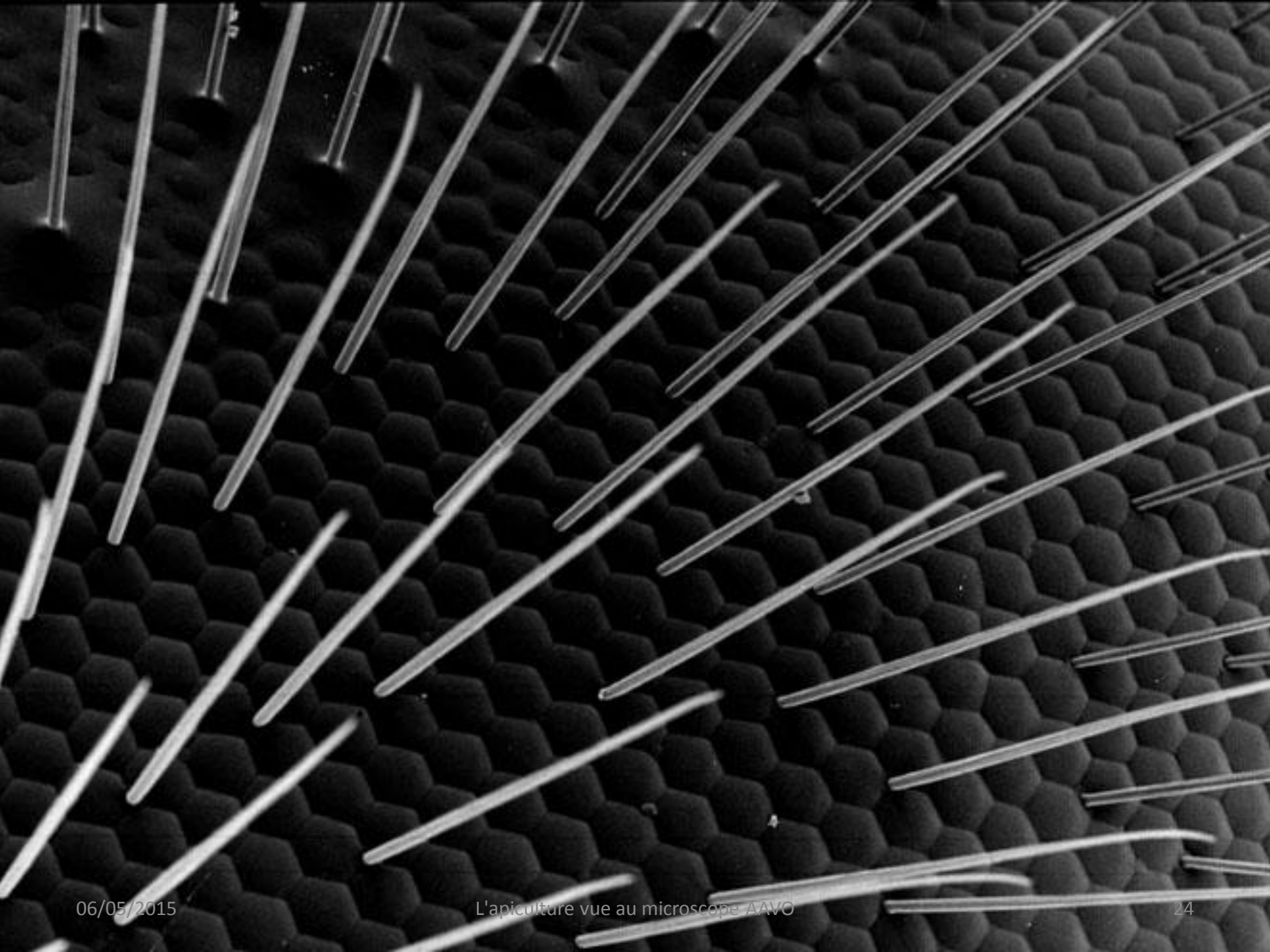


homme



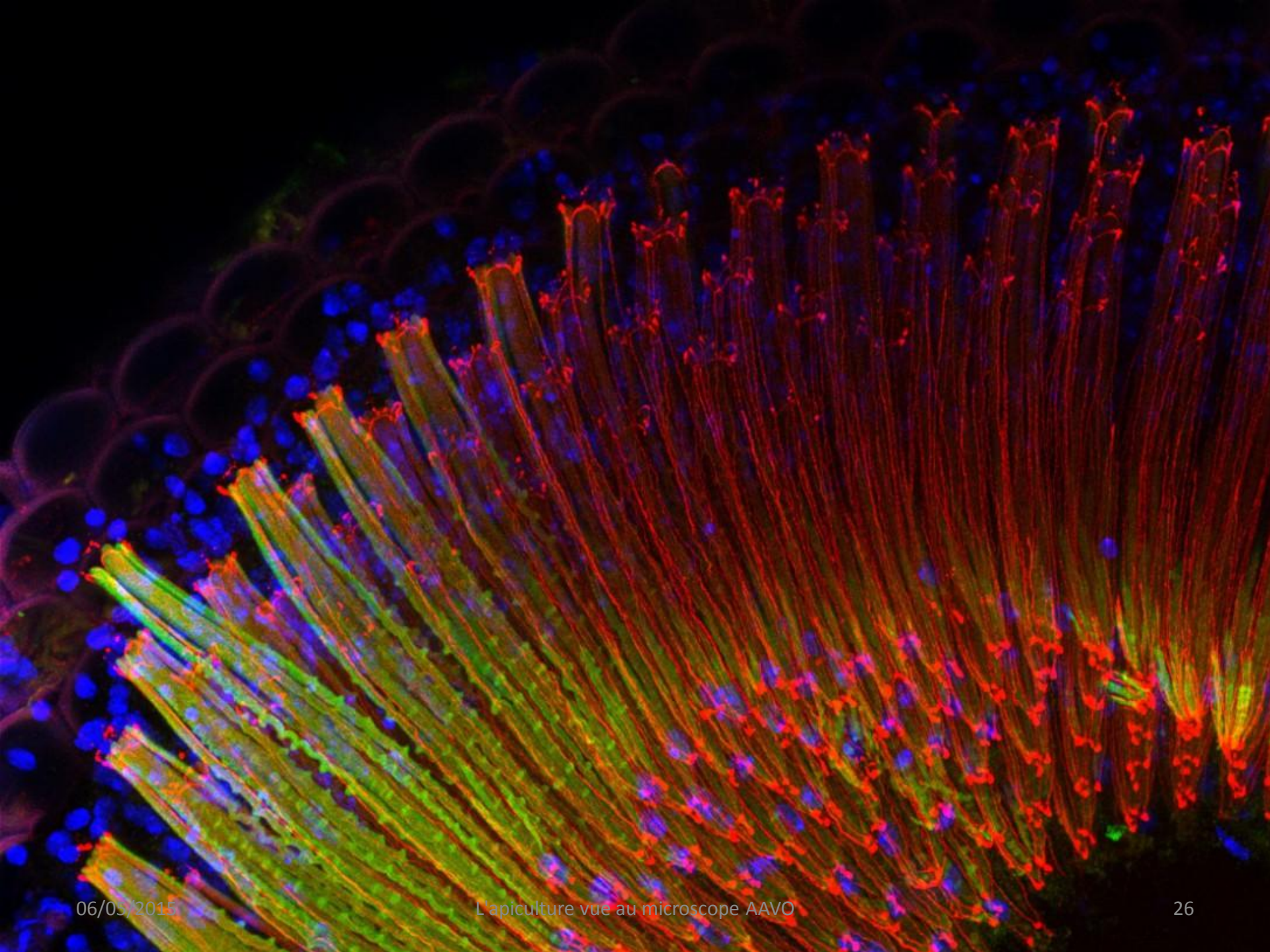






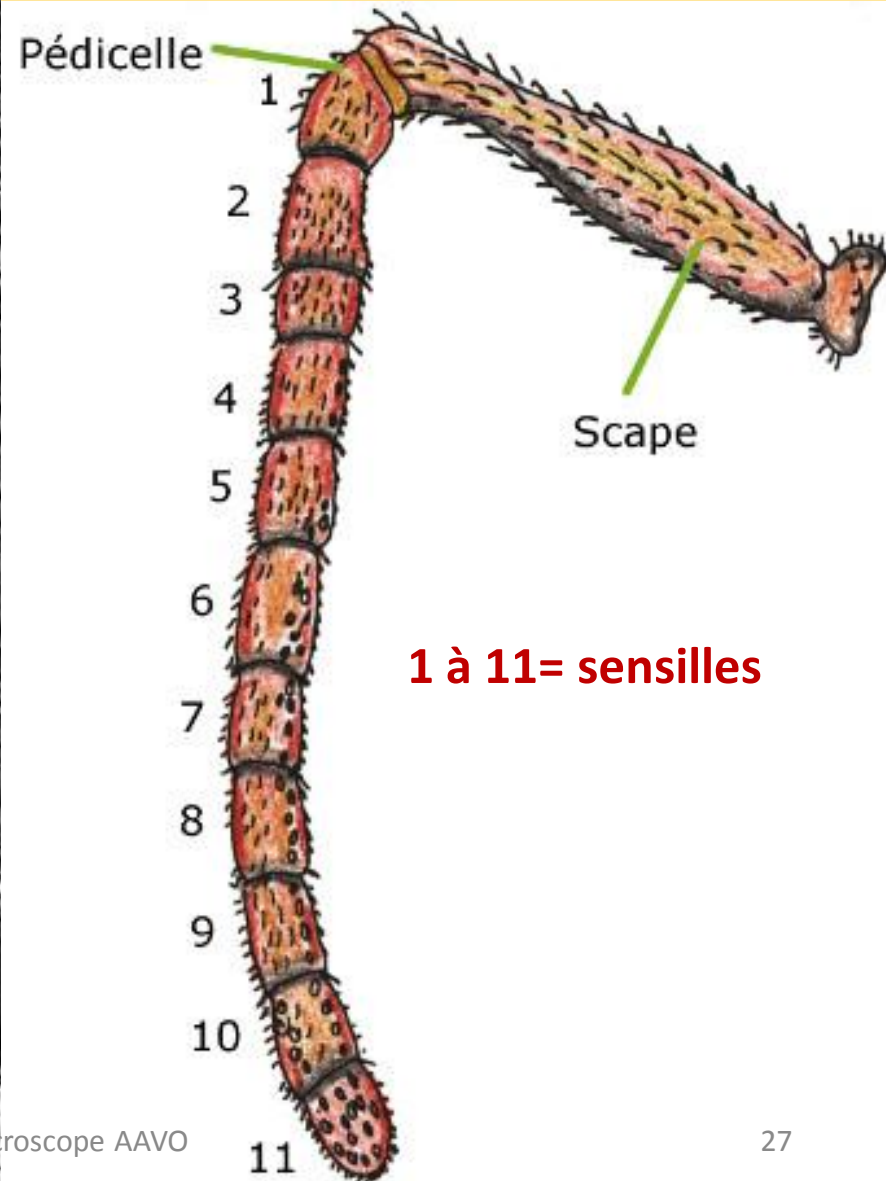






# ANTENNES D'APIS MELLIFERA

→ oreilles et nez

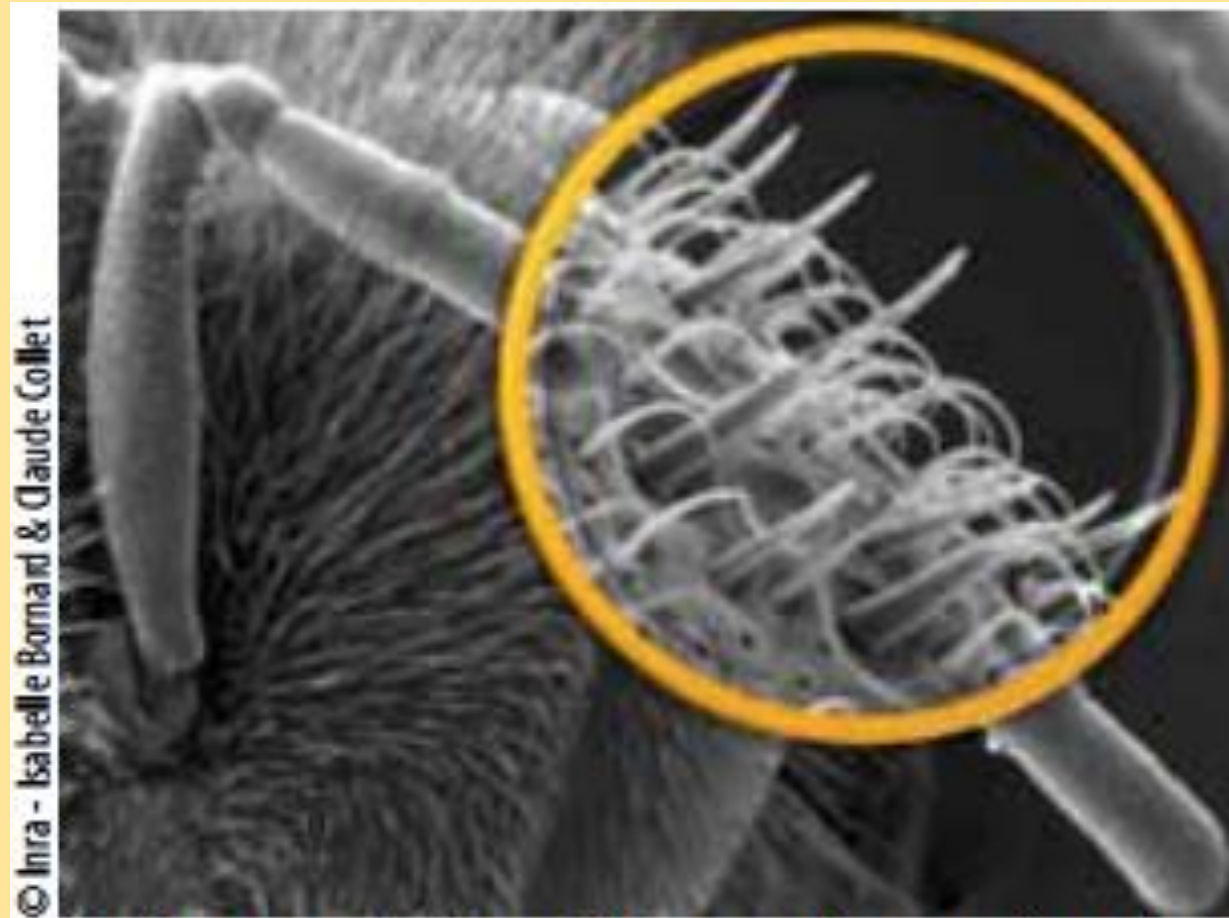


**1 à 11= sensilles**

# *Les antennes d'apis mellifera*

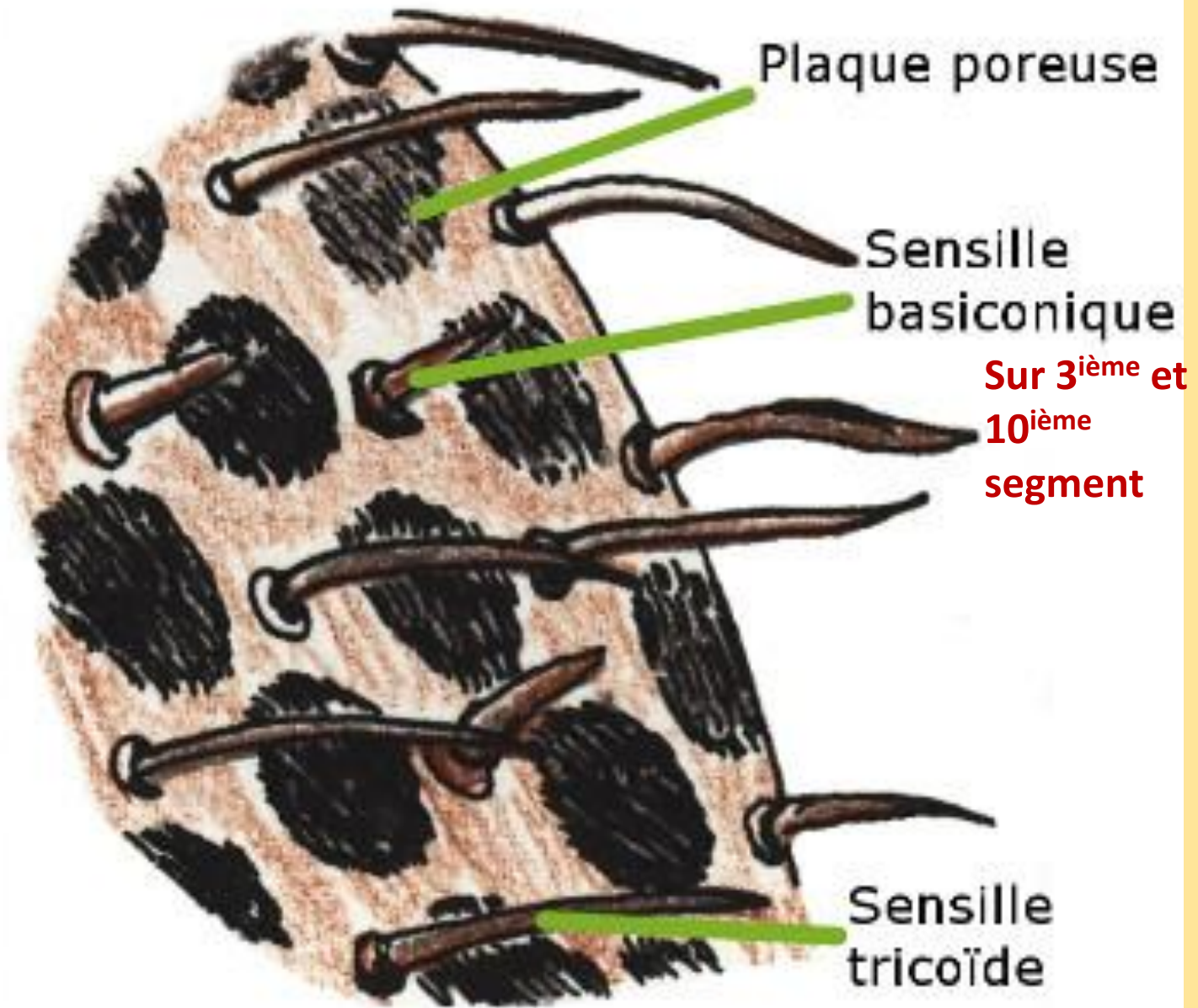
**8500 sensilles trichoïdes  
par antenne pour la  
perception des odeurs  
et des (sons) vibrations**

**Les odeurs sont captées  
par des plaques  
poreuses**  
**ouvrière = 3 000 à 6 000**  
**reine = 3 000**  
**mâles = 30 000**



© Inra - Isabelle Bornard & Claude Collet

Sensilles antennaires d'une abeille vues au microscope électronique à balayage. Les antennes de l'abeille sont déterminantes pour sa perception de l'environnement (olfactif, tactile, chimique...).







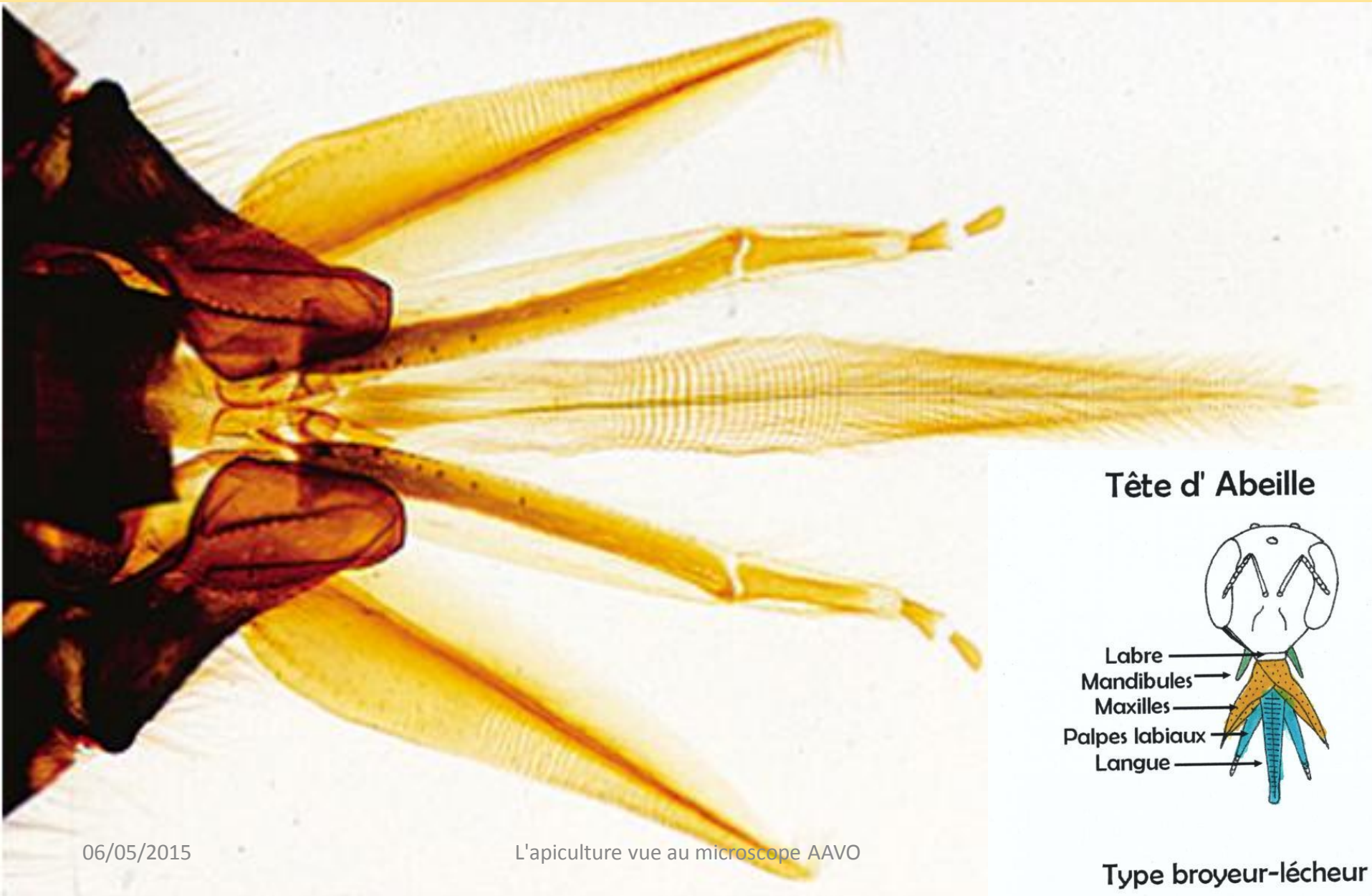


06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO



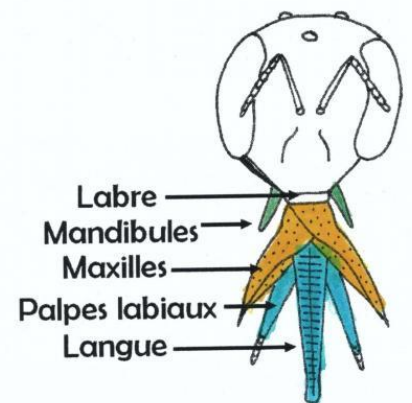
# APPAREIL BUCCAL



06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

Tête d' Abeille



Type broyeur-lécheur





06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO



35

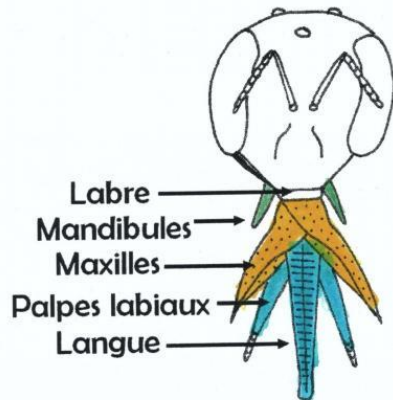


**Proboscis d'une abeille ouvrière**

**Proboscis d'une abeille butineuse en action  
(fleur de Gaura)**

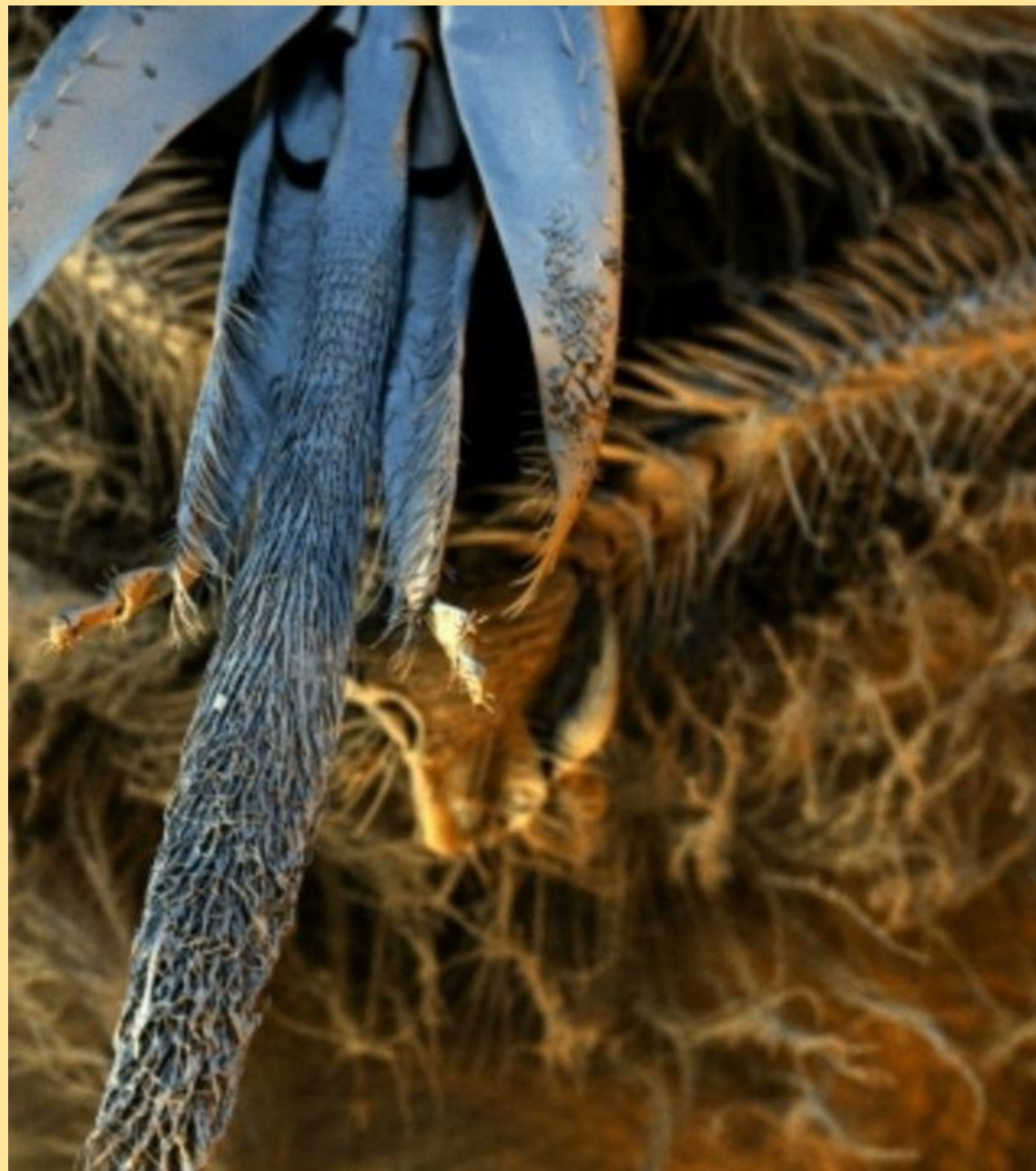
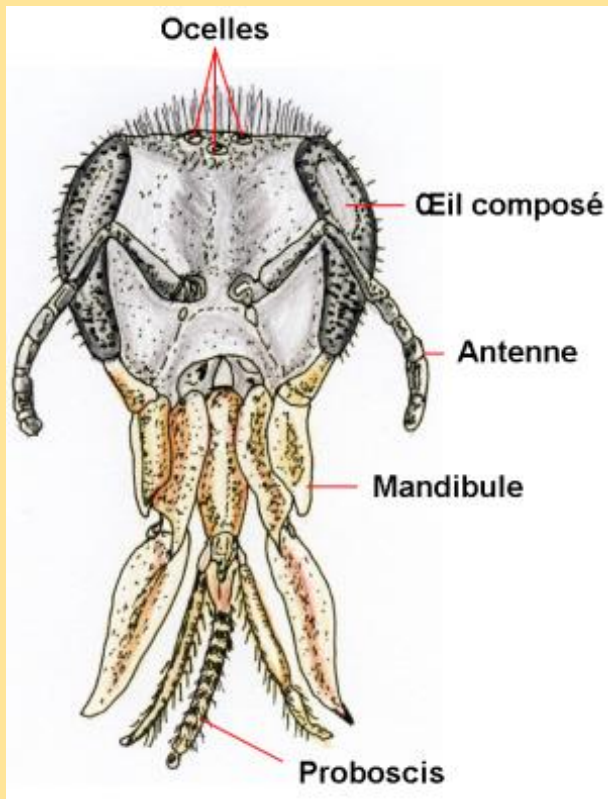
# PAIRE DE MANDIBULES ET TROMPE

Tête d' Abeille



Type broyeur-lécheur





# ***APPAREIL BUCCAL***

**Dans cet organe de 6,5 mm coulisse une langue de 2 mm, sorte de cuillère effilée que l'abeille fait pénétrer jusqu'au fond de la fleur pour y aspirer à petites lampées le nectar.**



# LANGUE



**La pilosité de la langue à son extrémité en forme de cuillère (cuilleron) permet de recueillir de petits volumes de liquide qui montent par capillarité jusqu'à la gouttière linguale.**

**Si l'abeille ouvre sa gouttière linguale, elle peut offrir à ses compagnes, le contenu de son jabot.**

**Le mâle a une langue plus courte, le butinage est plus difficile.**





## **LES PATTES DE L' ABEILLE**

06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

***2 antérieures +2 médianes +2 postérieures***

# *Les pattes*

**Pattes antérieures** : elle se peigne, se nettoie les yeux et les antennes.

**Pattes médianes et postérieures** : elle nettoie les flancs de son corps ainsi que le ventre.

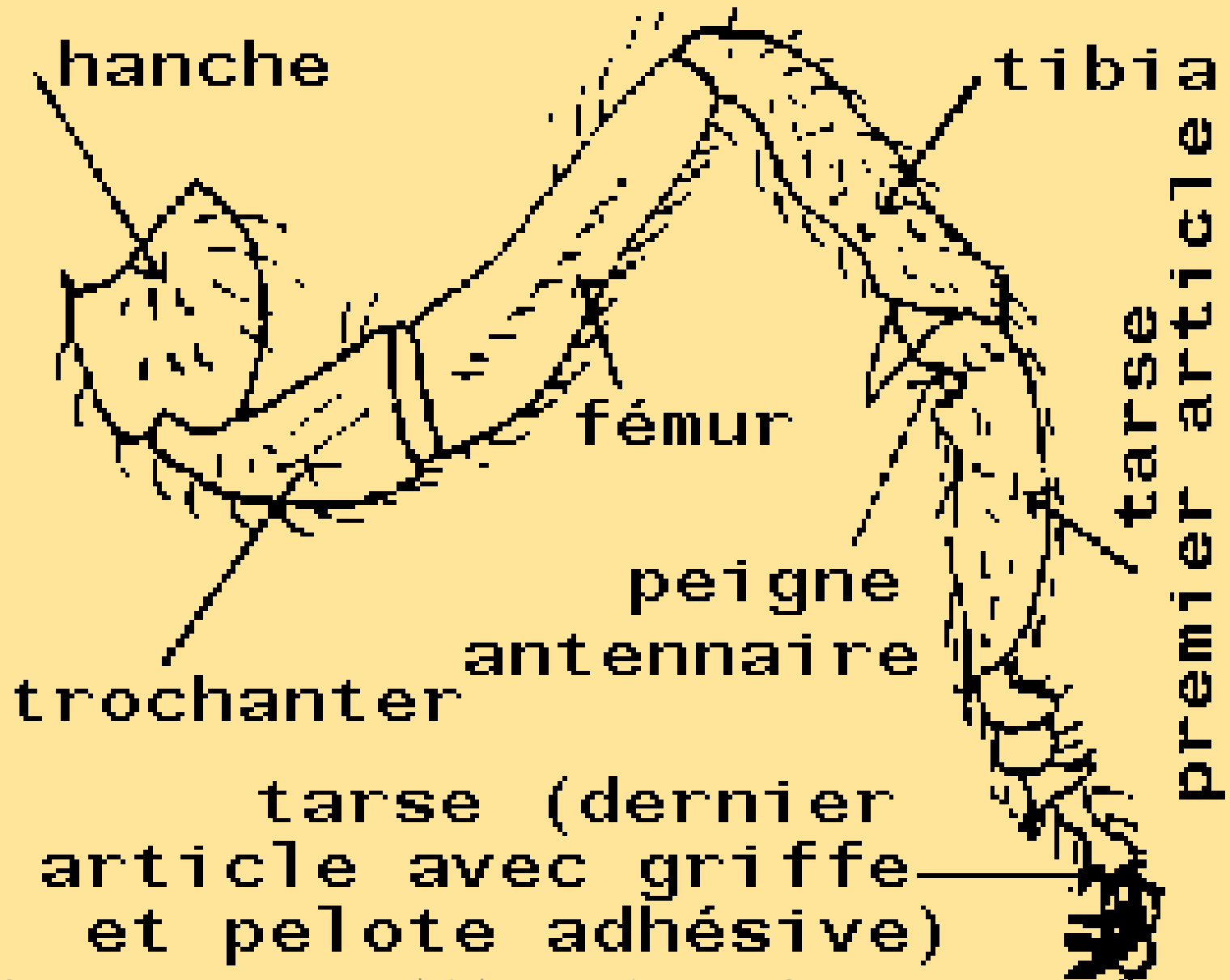
Pour le reste du corps, elle fait appel à ses sœurs. Après chaque sorties, l'abeille butineuse fait sa toilette et par des tremblements de tout son corps, elle attire ses sœurs qui s'empressent de la nettoyer avec leurs mandibules.

**Pattes postérieures** : instruments spécialisés pour la récolte du pollen.

Le pollen étant sous forme de poudre, afin de le rendre collant elle humecte celui-ci avec du miel ingurgité avant l'envol. Elle utilise la brosse à pollen pour récupérer la poudre de pollen restée attachée à son corps pendant la récolte. Par la suite, avec le peigne situé à l'articulation du tibia et du premier article du tarse elle le pousse dans la corbeille à pollen qui est une dépression située à la base du tibia. A l'intérieur de la corbeille, se trouve un poil unique qui fait office de mât et c'est sur celui-ci que vient se fixer la pelote de pollen .

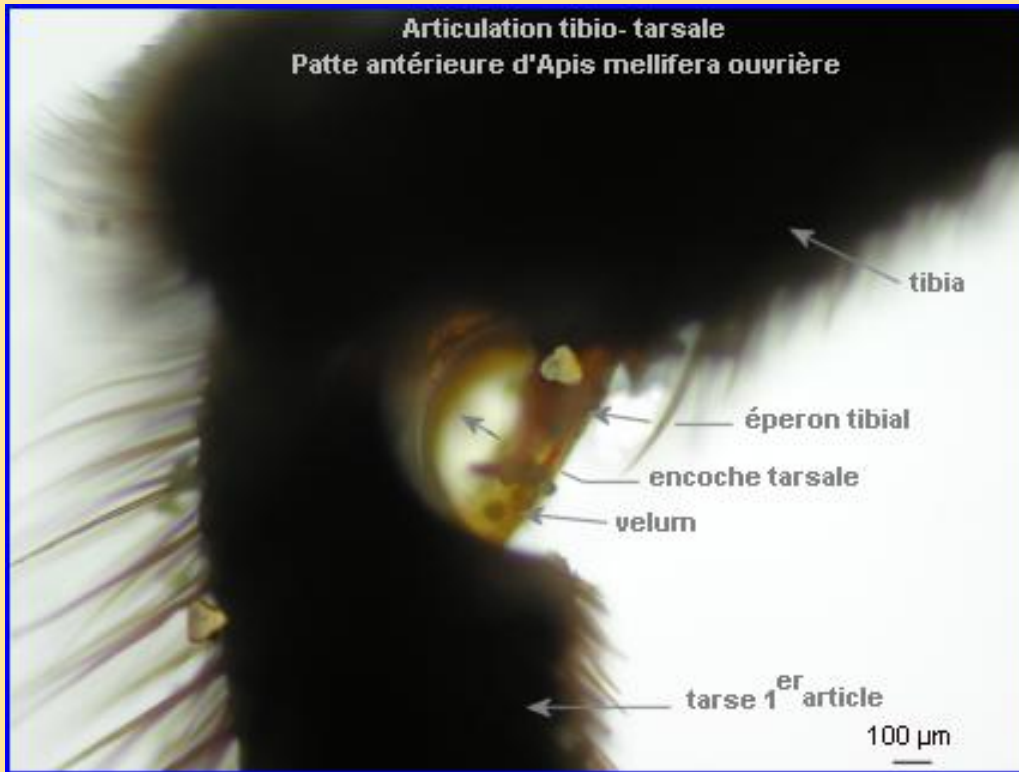
Durant toutes ces opérations, si c'est la patte droite qui se remplit, les ustensiles utilisés sont ceux de la patte gauche et vice versa.

# *Les pattes antérieures*

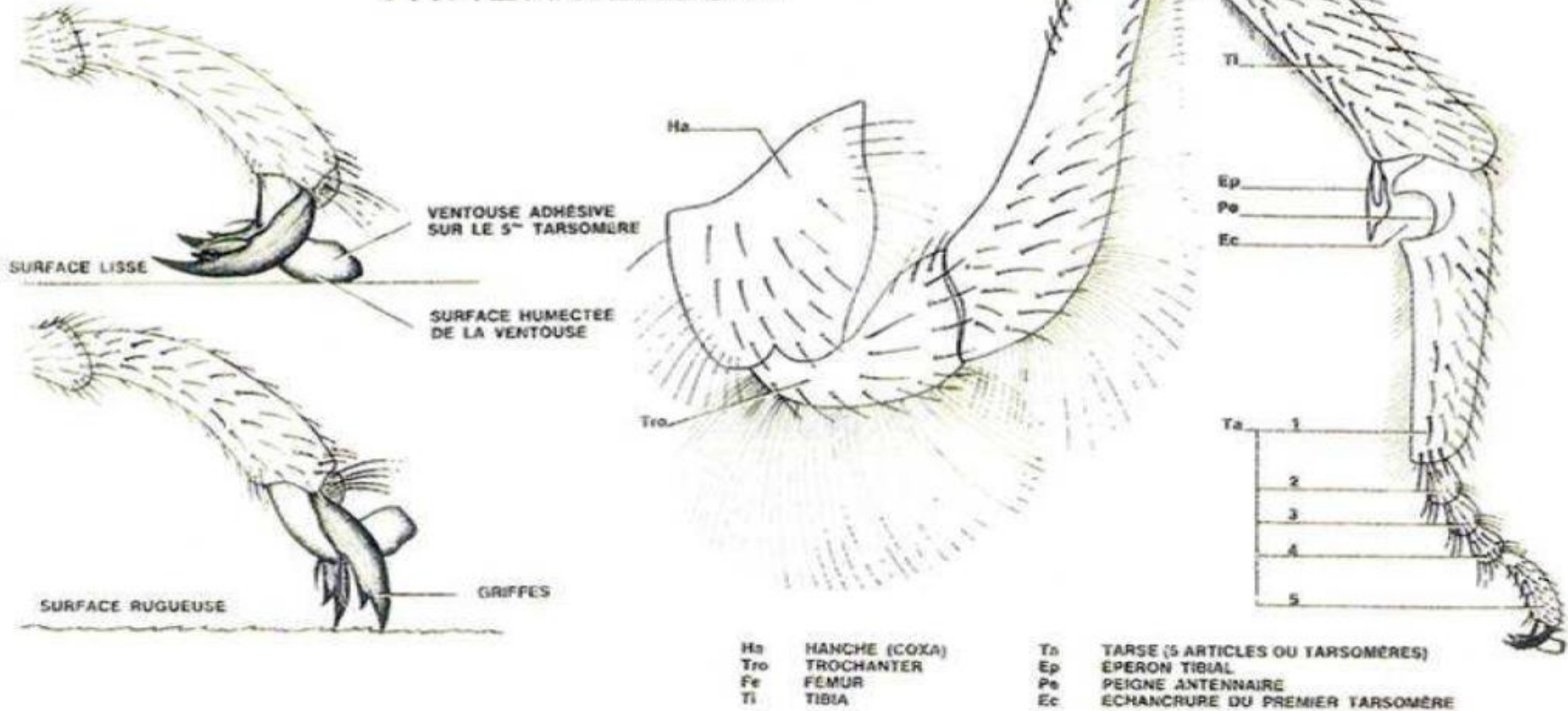


# Patte antérieure

Au niveau de l'articulation tibio-tarsale se trouve un dispositif « peigne antennaire » constitué par une encoche tarsale (avec cils) et l'ensemble tibia éperon + velum peut fermer l'échancrure. Utilisation pour le brossage et nettoyage des antennes ce qui permet de retenir un peu de pollen.



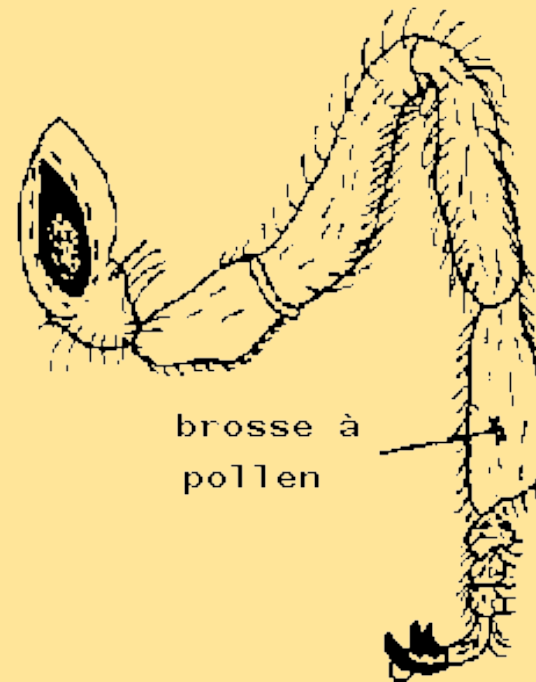
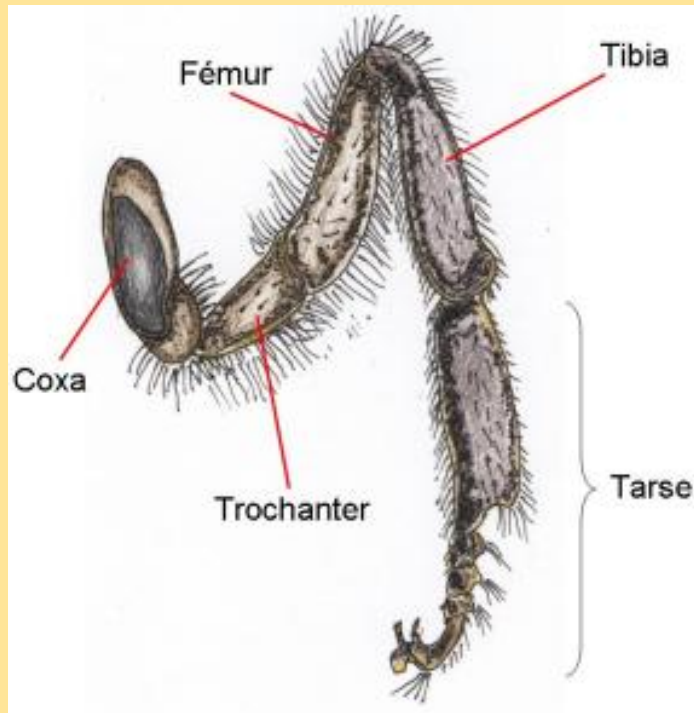
# PATTE ANTÉRIÈRE



# *Les pattes médianes*

Les pattes médianes sont utilisées pour nettoyer le thorax des poussières et du pollen. Toutefois, une abeille ne peut se nettoyer le sommet du segment médian du thorax. Ceci doit être fait pour une autre abeille, après retour à la ruche.

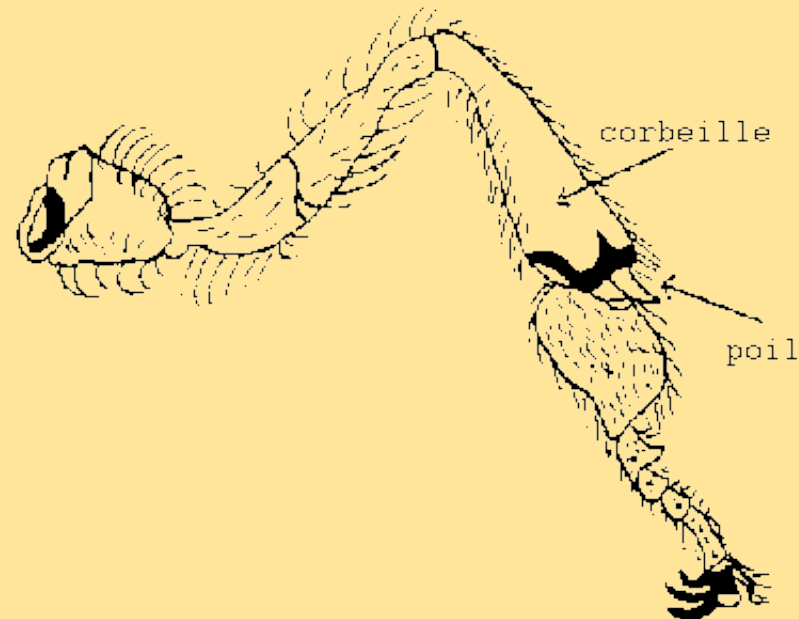
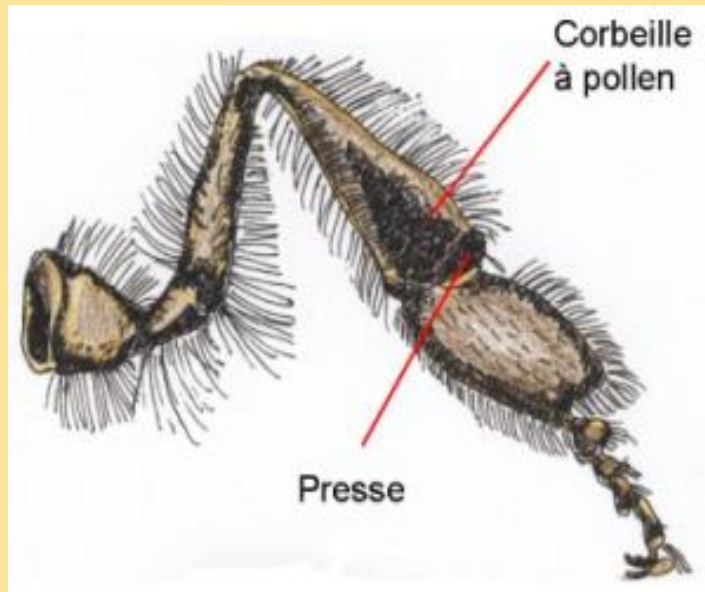
Elles permettent également de transférer des matériaux des pattes avant vers les pattes arrière



# Patte postérieure

A la face extérieure de la patte postérieure, on peut observer la corbeille à pollen, dans laquelle le pollen est transporté. La corbeille est pourvue de poils sur le pourtour et d'un poil raide central sur lequel le pollen ou la propolis peut être accroché.

La presse pousse et maintient le pollen à l'intérieur de la corbeille



# ***PATTES POSTERIEURES***

Les glandes cirières situées en dessous de l'abdomen secrètent des plaques de cire qui sont embrochées par la broche (éperon) du talon des pattes postérieures.

Elles sont ensuite enlevées par les pattes antérieures et travaillées avec les mandibules





# Patte postérieure

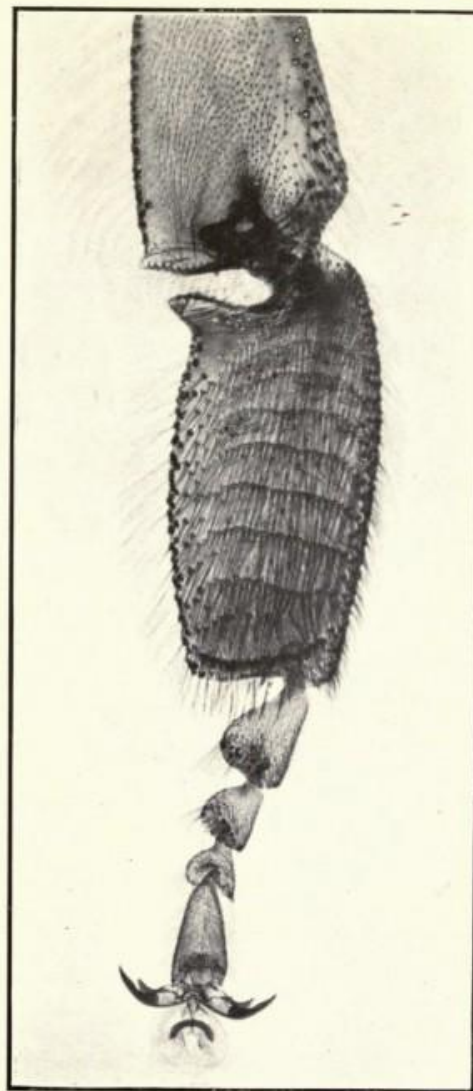


FIG. 23.  
PART OF HONEY BEE'S HIND LEG.  
× 25.

[to face page 88.]

## Troisième paire de pattes

Face externe



Corbeille

Face interne



Peigne à pollen

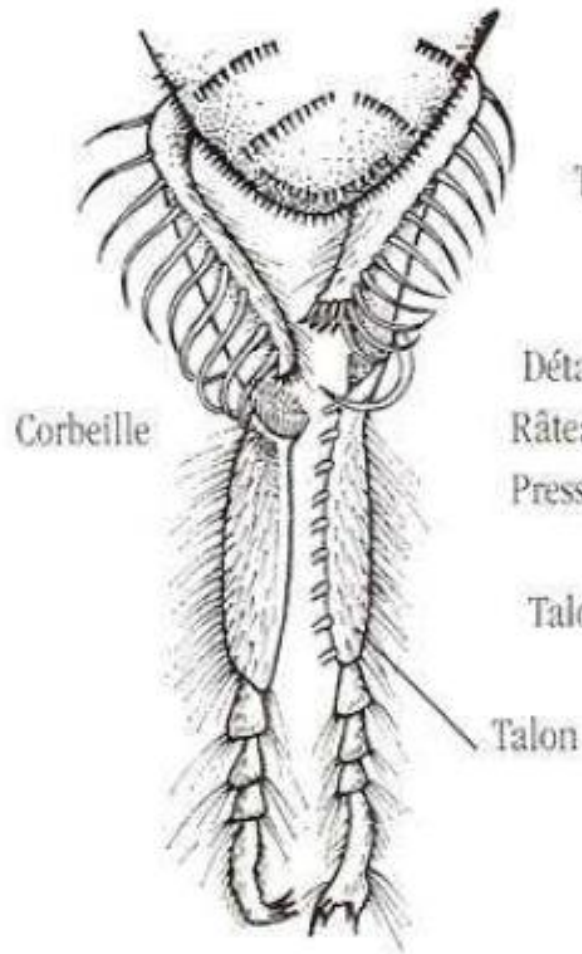
brosse à pollen

Face externe

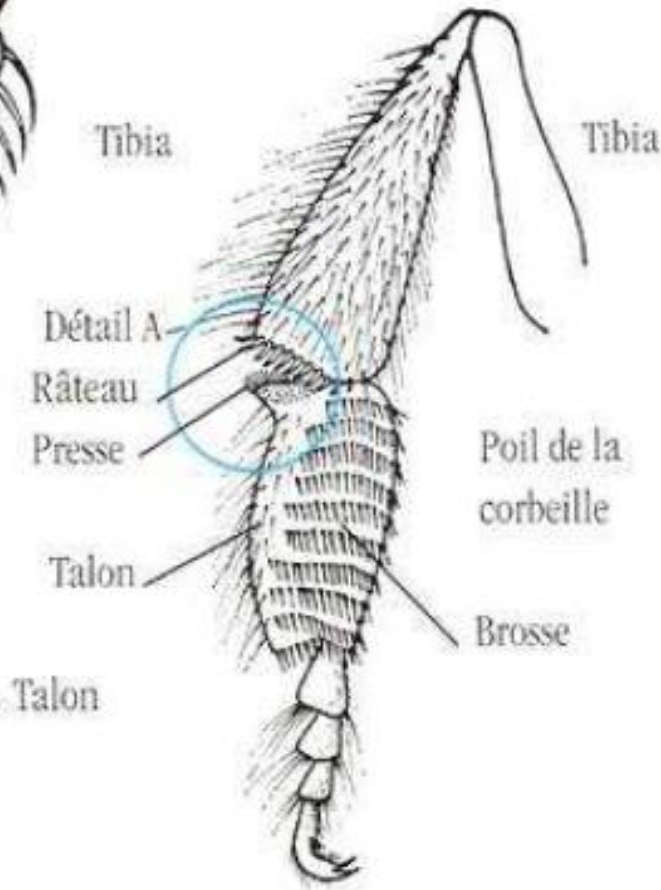


Pelote

Vue de l'arrière



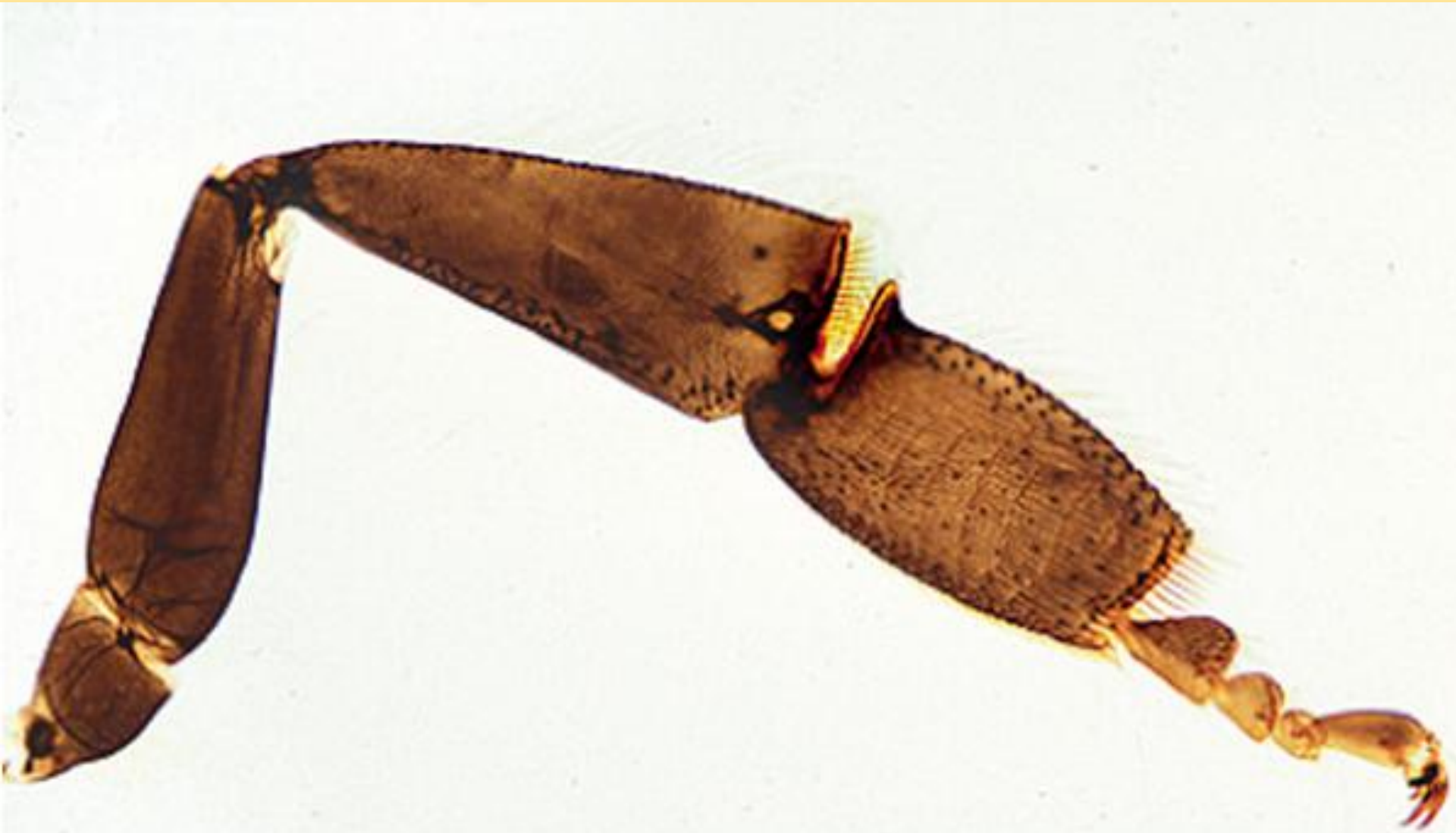
Patte postérieure de l'intérieur



Patte postérieure de l'extérieur



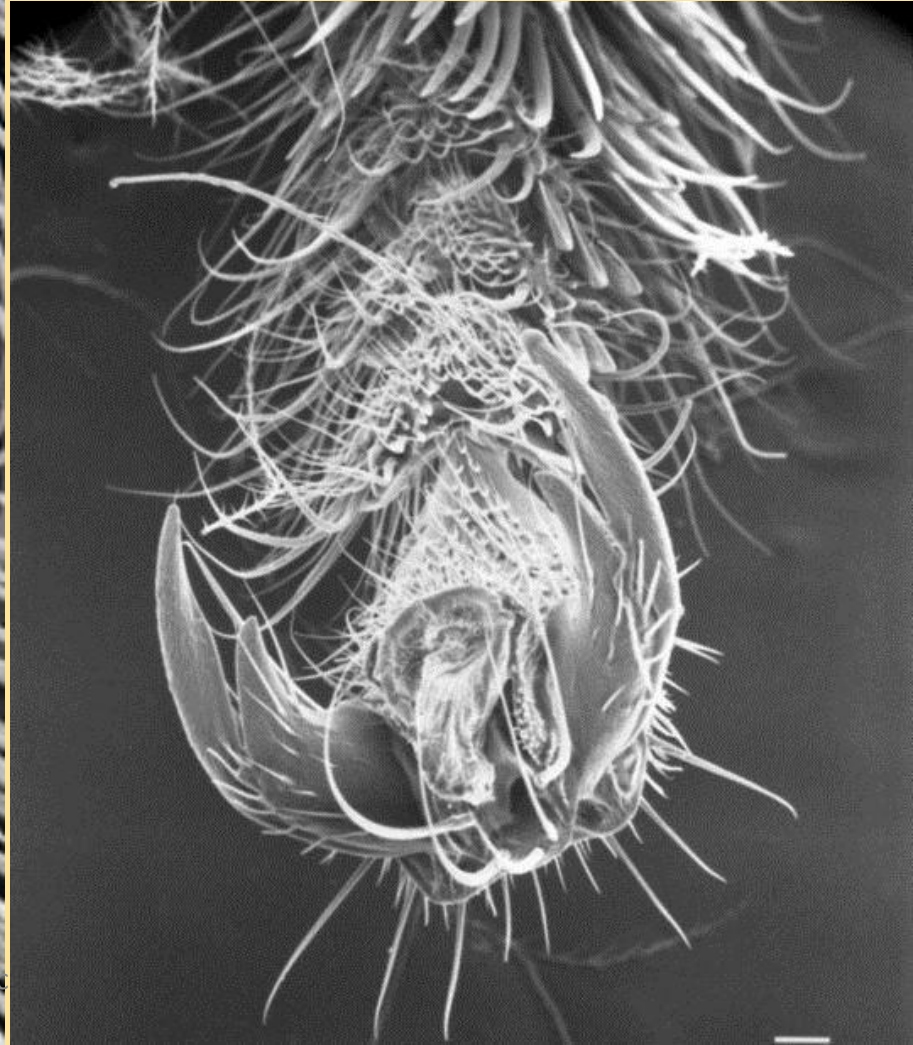
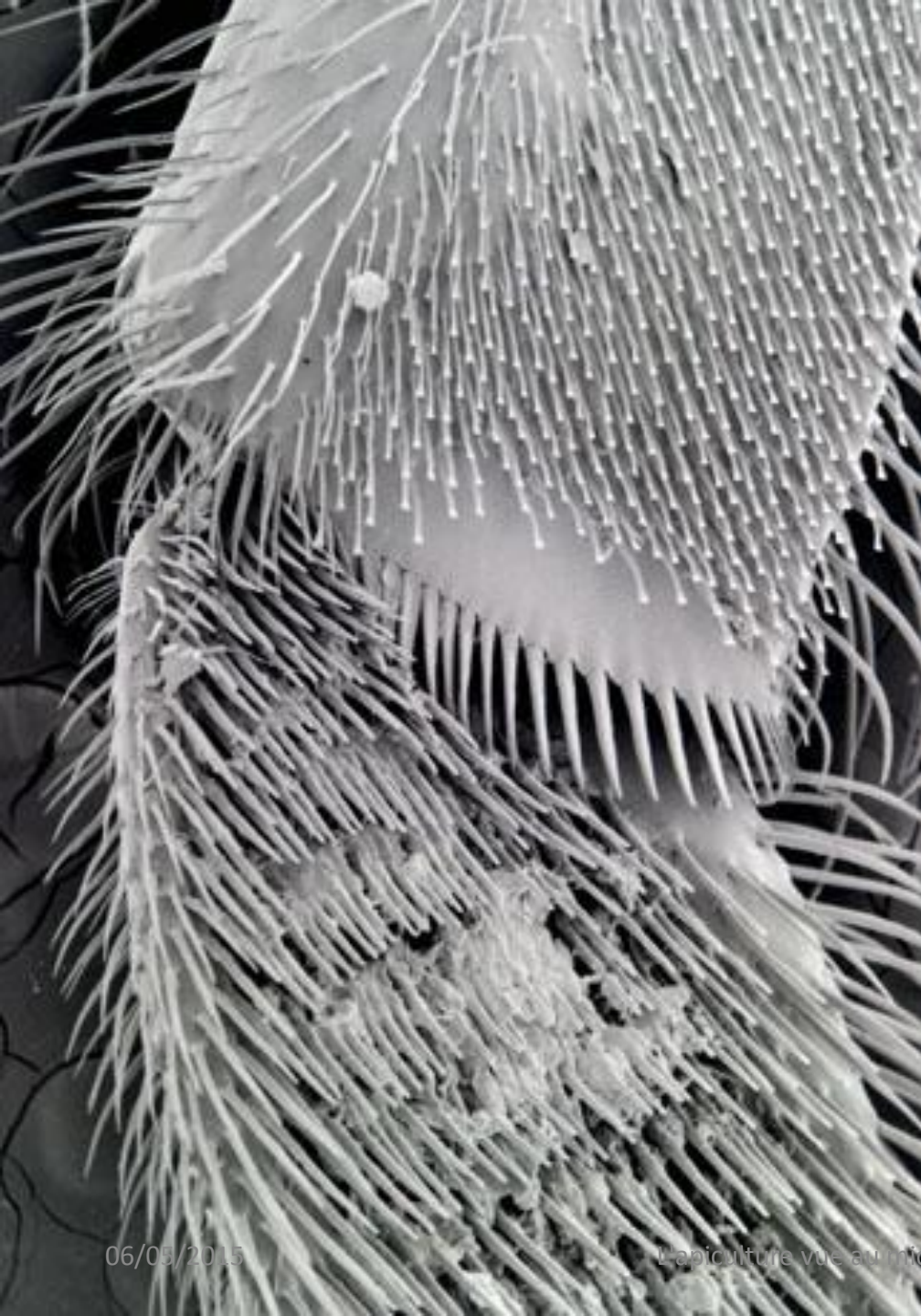
# Patte postérieure



# Patte postérieure de l'abeille



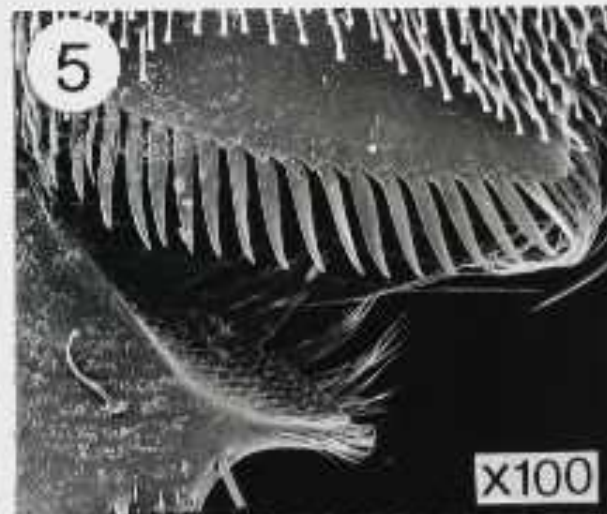
# PATTE ANTERIEURE ARTICULATION ET GRIFFE TERMINALE



**2 paires de Griffes  
mobiles pouvant se  
replier pour laisser  
apparaître le Coussinet  
qui adhère aux surfaces  
lisses et transmet des  
phéromones.**



Patte potérieure d'Abeille 1:Vue d'ensemble, 2: Corbelle à pollen, 3: Face interne de la patte, 4 :Eperon sur patte droite, 5: Râteau et presse à pollen

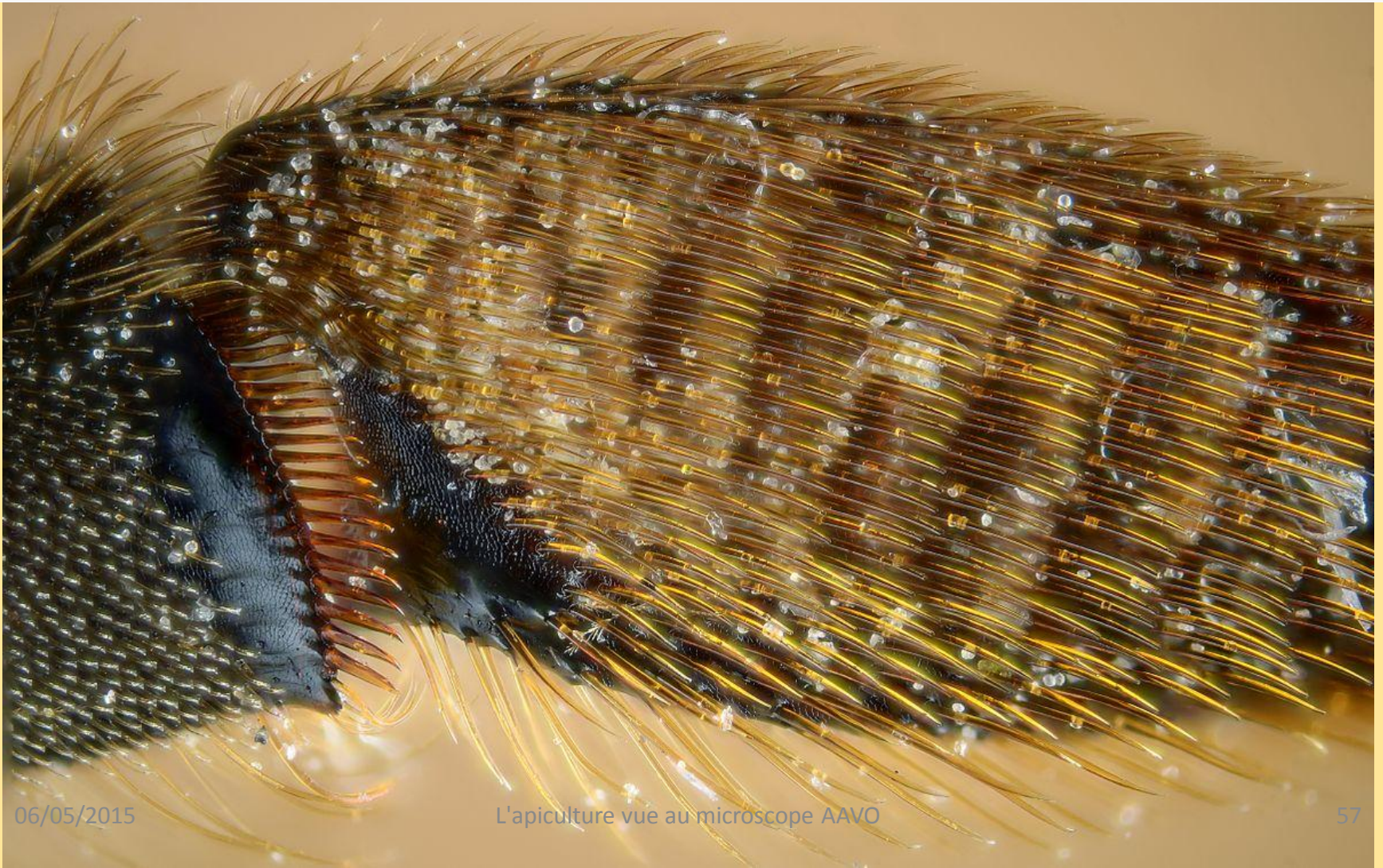


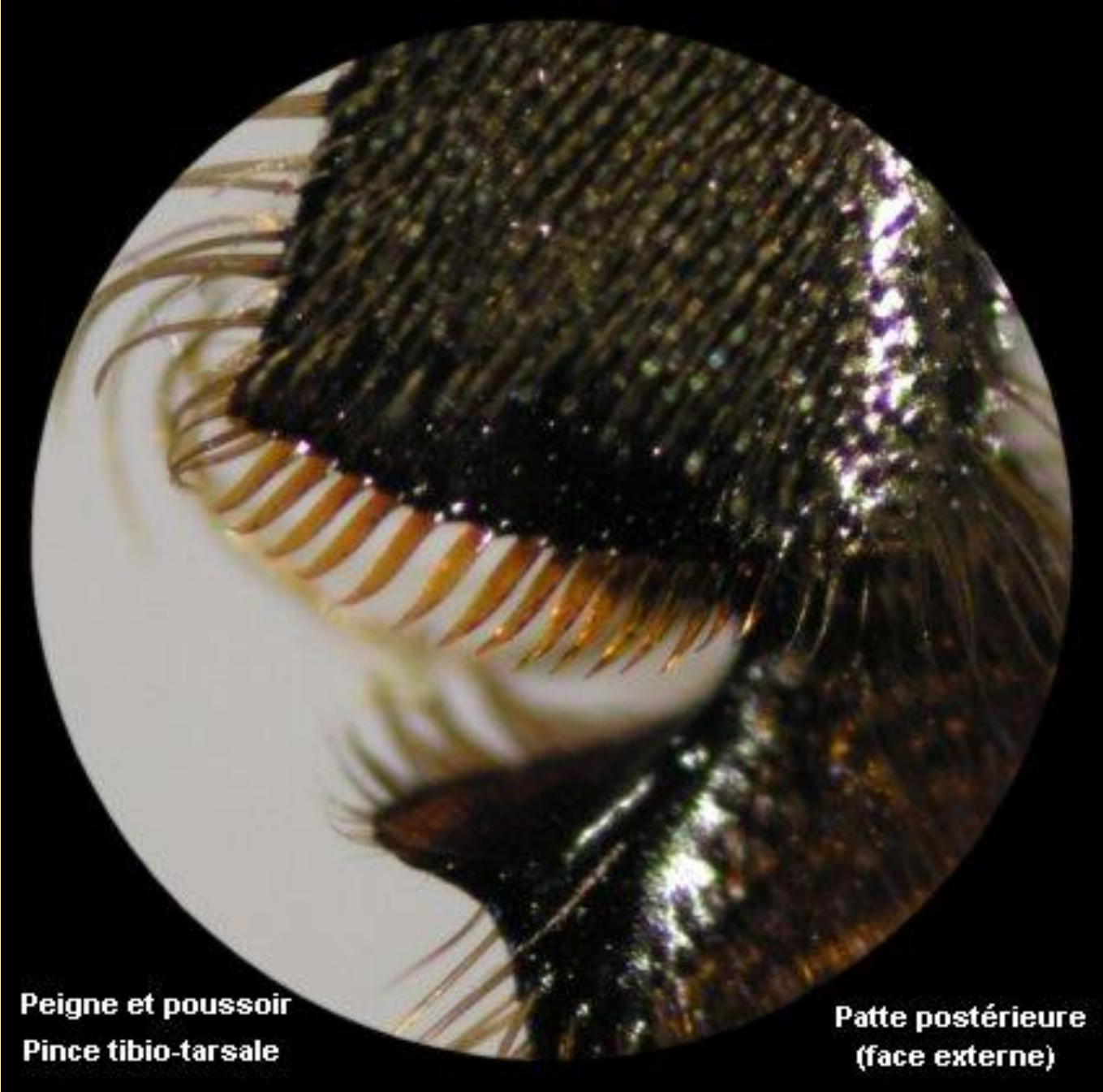


**Brosse**  
**1<sup>er</sup> article du tarse**  
**(patte post. face interne)**



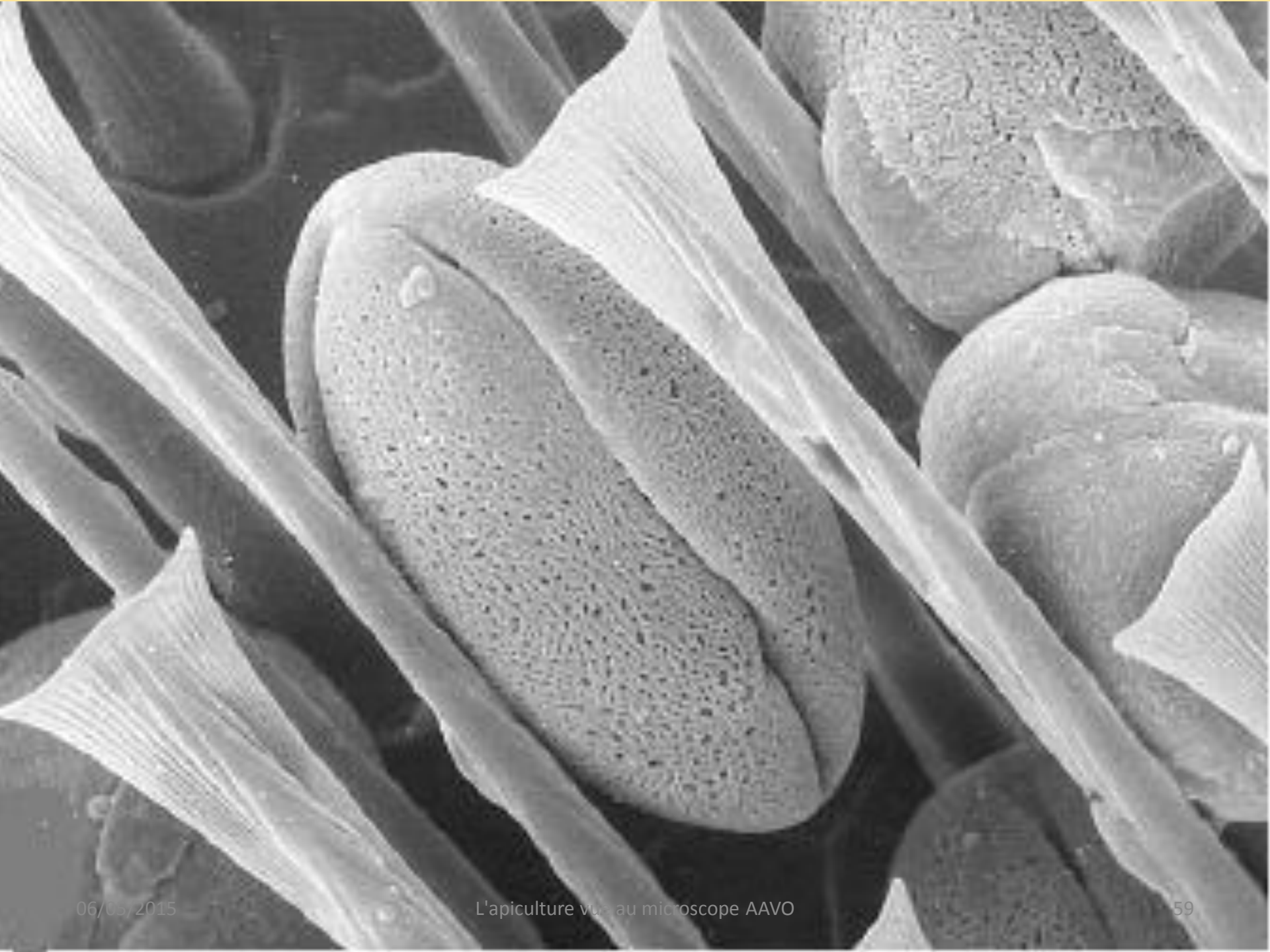
**Detailed view of the posterior leg basitarsus (internal view) of a honey bee (*Apis mellifera*) worker. This part is called the "pollen brush" and is used to "brush" the pollen from the whole body. At the extremity of the tibia you can also see the "rastellum" that is used collect the pollen from the pollen brush and to transfer it to the pollen press (articulation between the tibia and basitarsus).**





**Peigne et poussoir**  
**Pince tibio-tarsale**

**Patte postérieure**  
**(face externe)**



# LES AILES DE L' ABEILLE

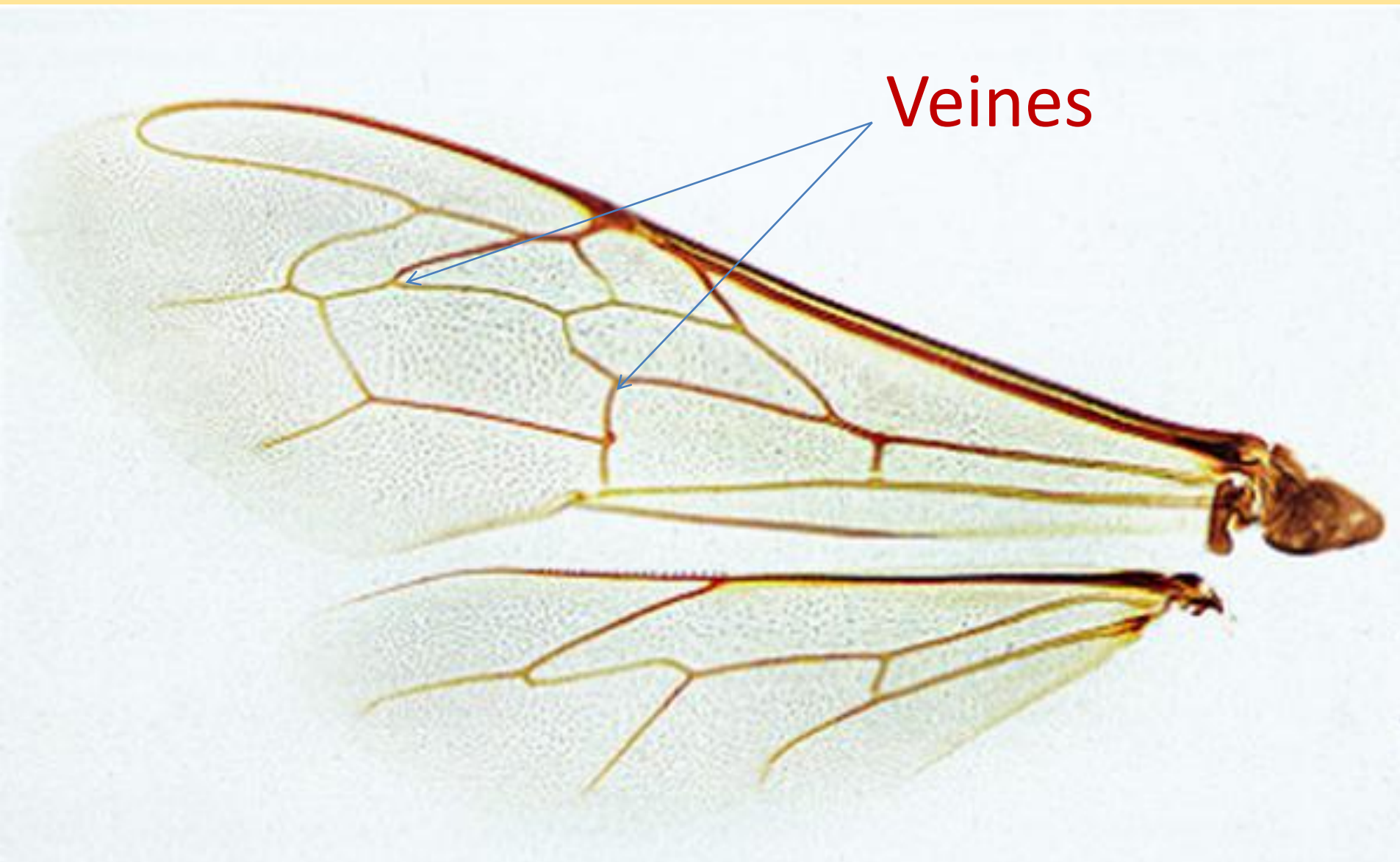
Les ailes ont comme principale fonction la locomotion aérienne de l'abeille. Elles servent aussi à l'aération de la ruche et à la dissémination de phéromones, d'alarme ou de reconnaissance.

## Performances du vol de l'abeille

Nombre d'ailes	4
Vitesse moyenne	20-30 km/h
Vitesse de pointe	60 km/h
Consommation moyenne	2-24 mg sucre/heure 9 mg glycogène/minute
Nombre de battements	400-500 battements/s
Distance de butinage moyenne	1500 m
Distance max de butinage	10-12 km
Altitude de vol	10-30 m
Tare	40 mg nectar – 30 mg pollen ou 75 mg de pollen
Consommation	< 1,5 mg glucose/min
Durée de vie des muscles alaires	800 km

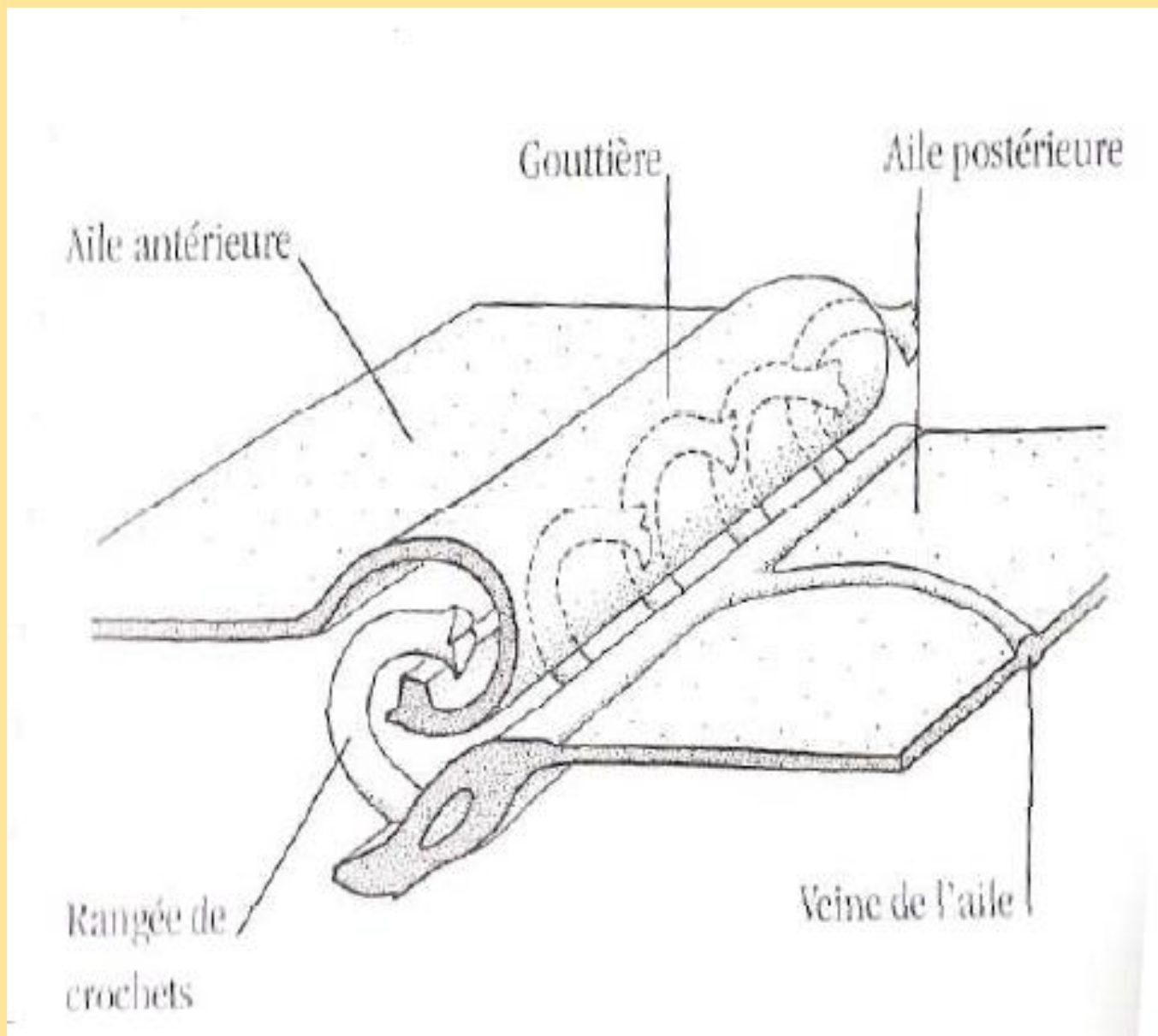


# *Une paire d'aile côté gauche au microscope optique*

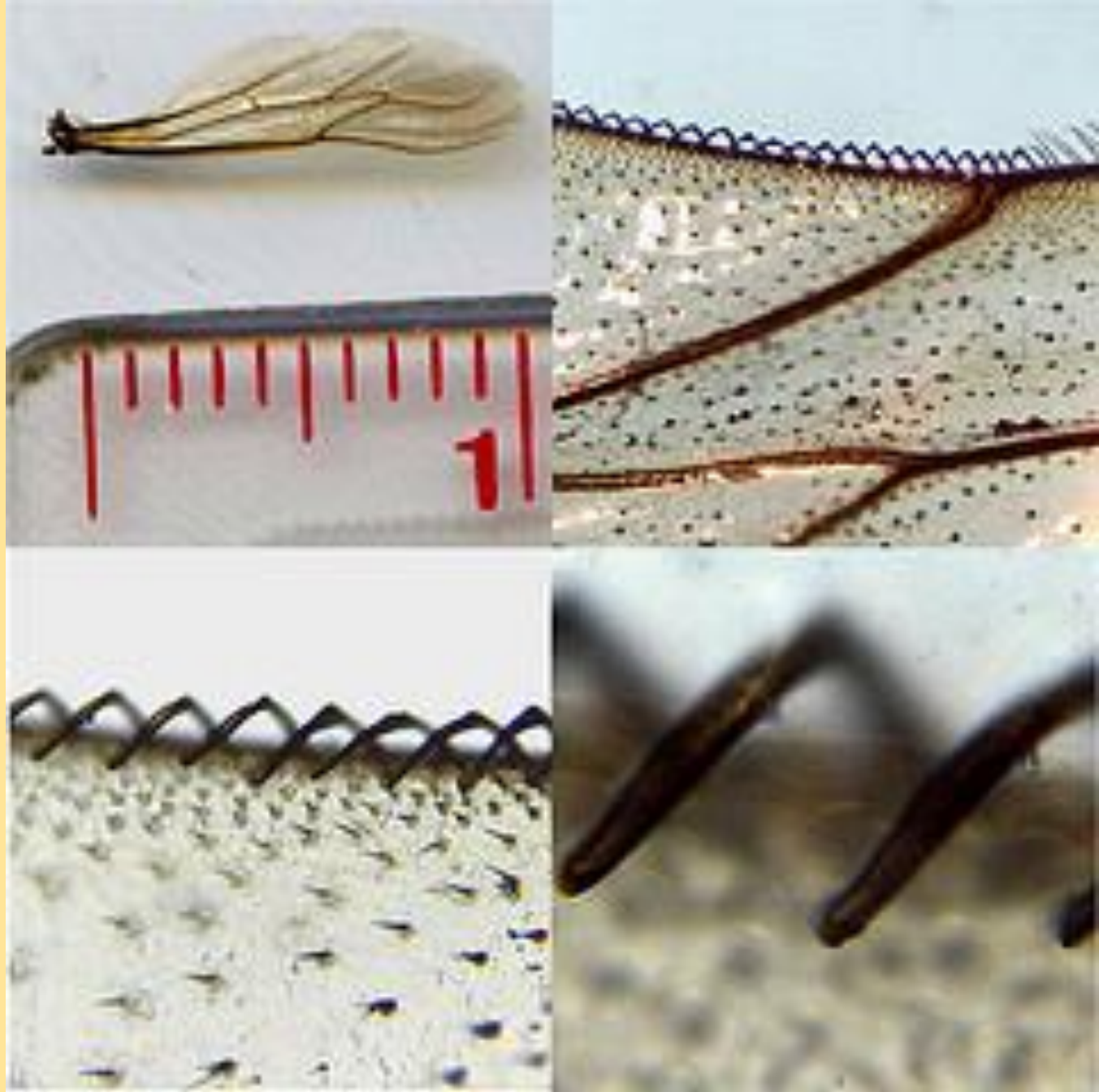


**Veines**

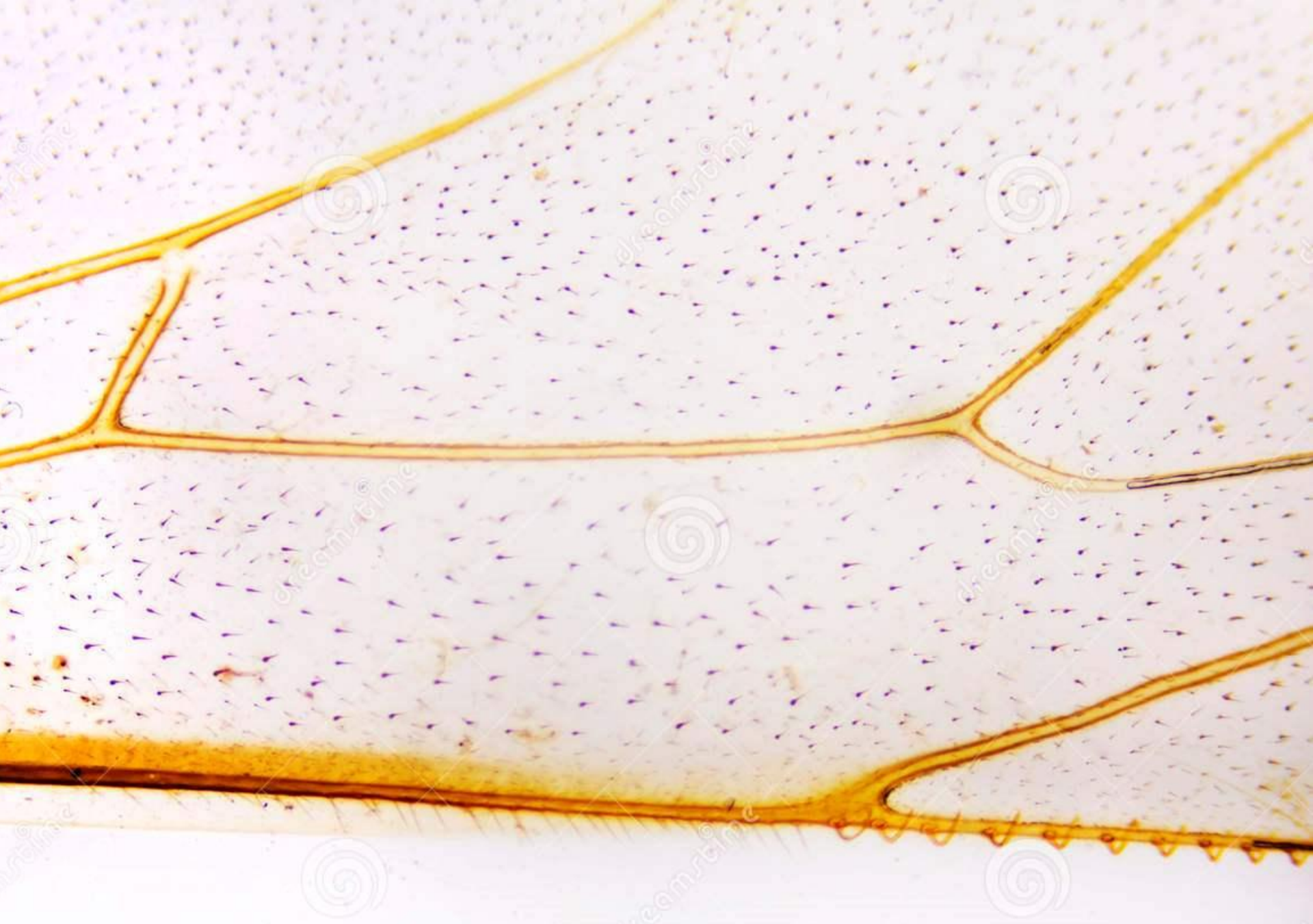
# SYSTEME D'ARRIMAGE ENTRE L'AILE ANTERIEURE ET L'AILE POSTERIEURE

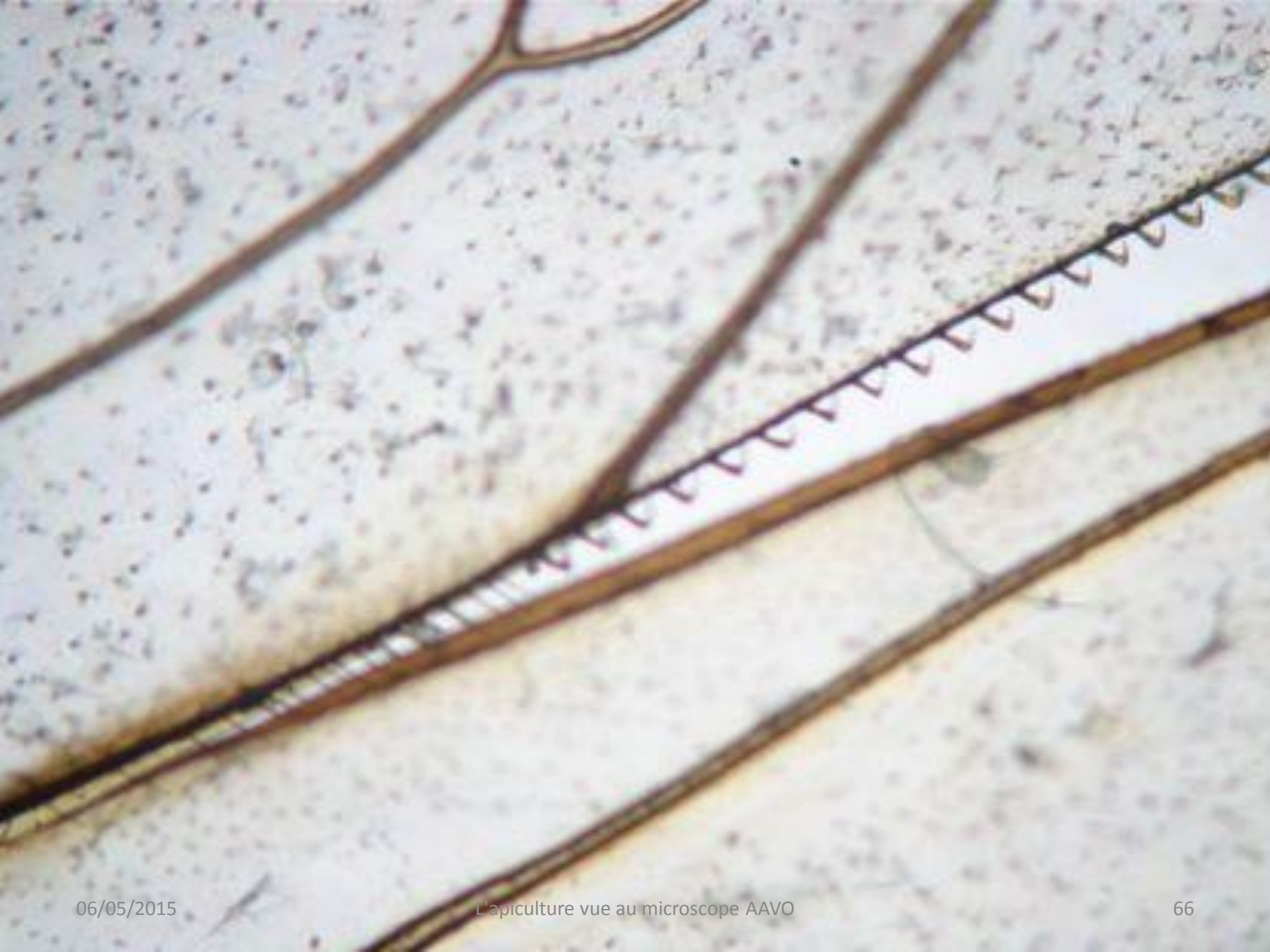


**20 CROCHETS AU  
BORD DE  
CHAQUE AILE  
POSTERIEURE**





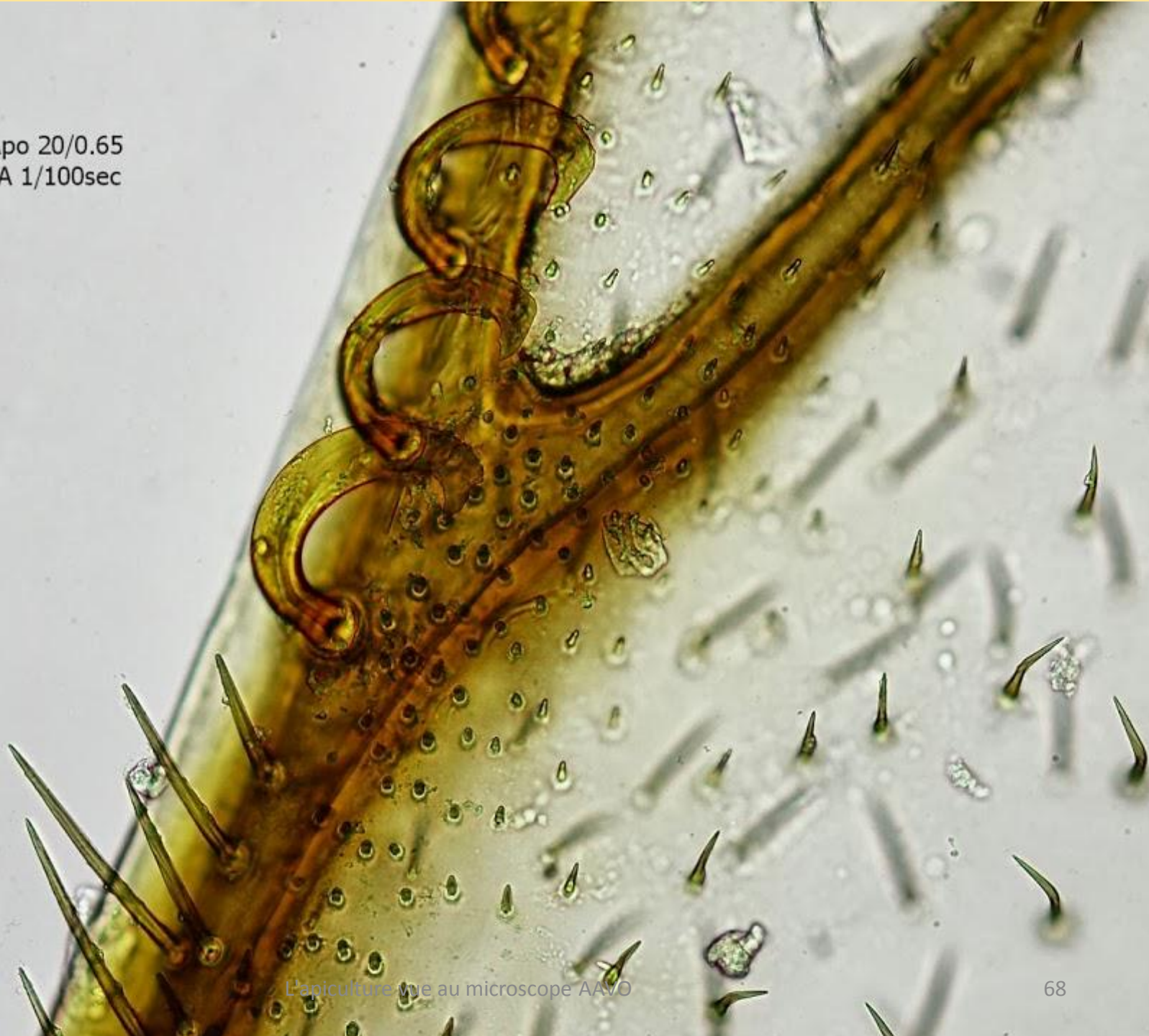






50  $\mu\text{m}$

Meiji MX5000L, S Apo 20/0.65  
Canon 40D 100 ASA 1/100sec



06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

68

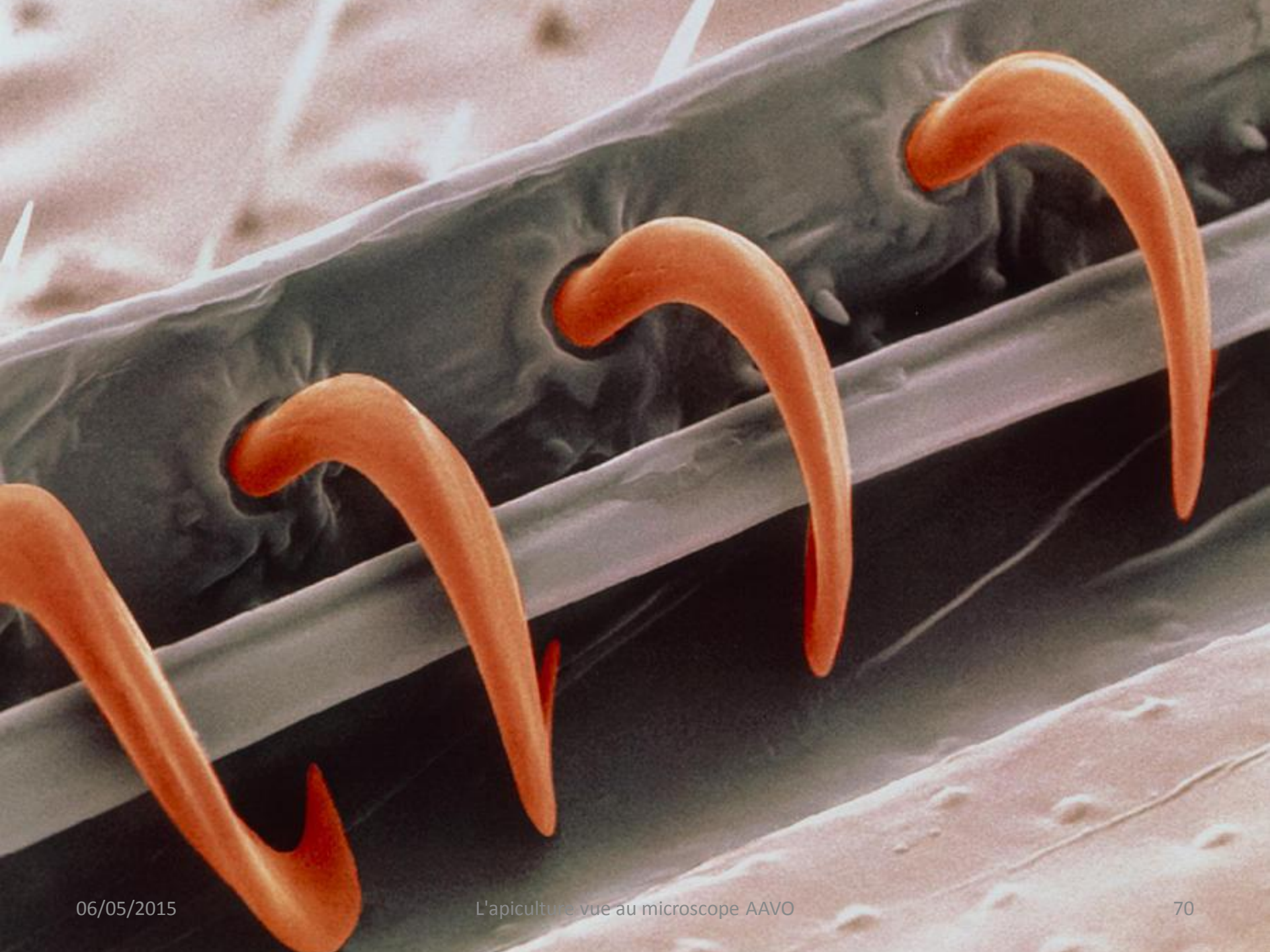
0.06 mm



06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

© Charles Krebs 2<sup>69</sup>



10  $\mu$ m



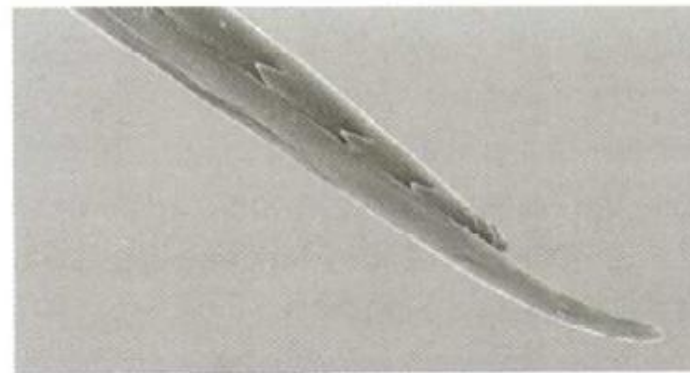
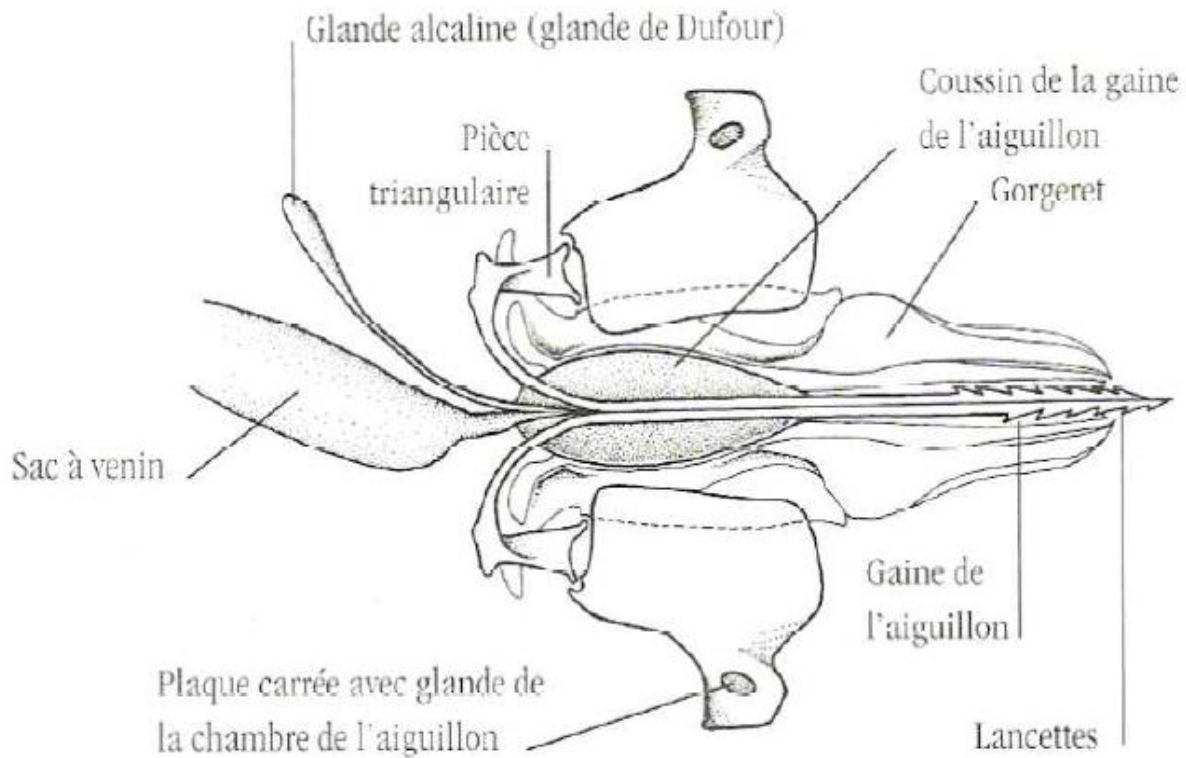
- **Le dard de l'ouvrière possède des crochets qui se détache et conduit à sa mort**
- **Le dard de la reine ne possède pas de crochet et ne reste pas pris dans la peau d'un animal lors d'une piqûre, ce qui lui évite de mourir.**
- **Le mâle n'a pas de dard, il ne pique pas**



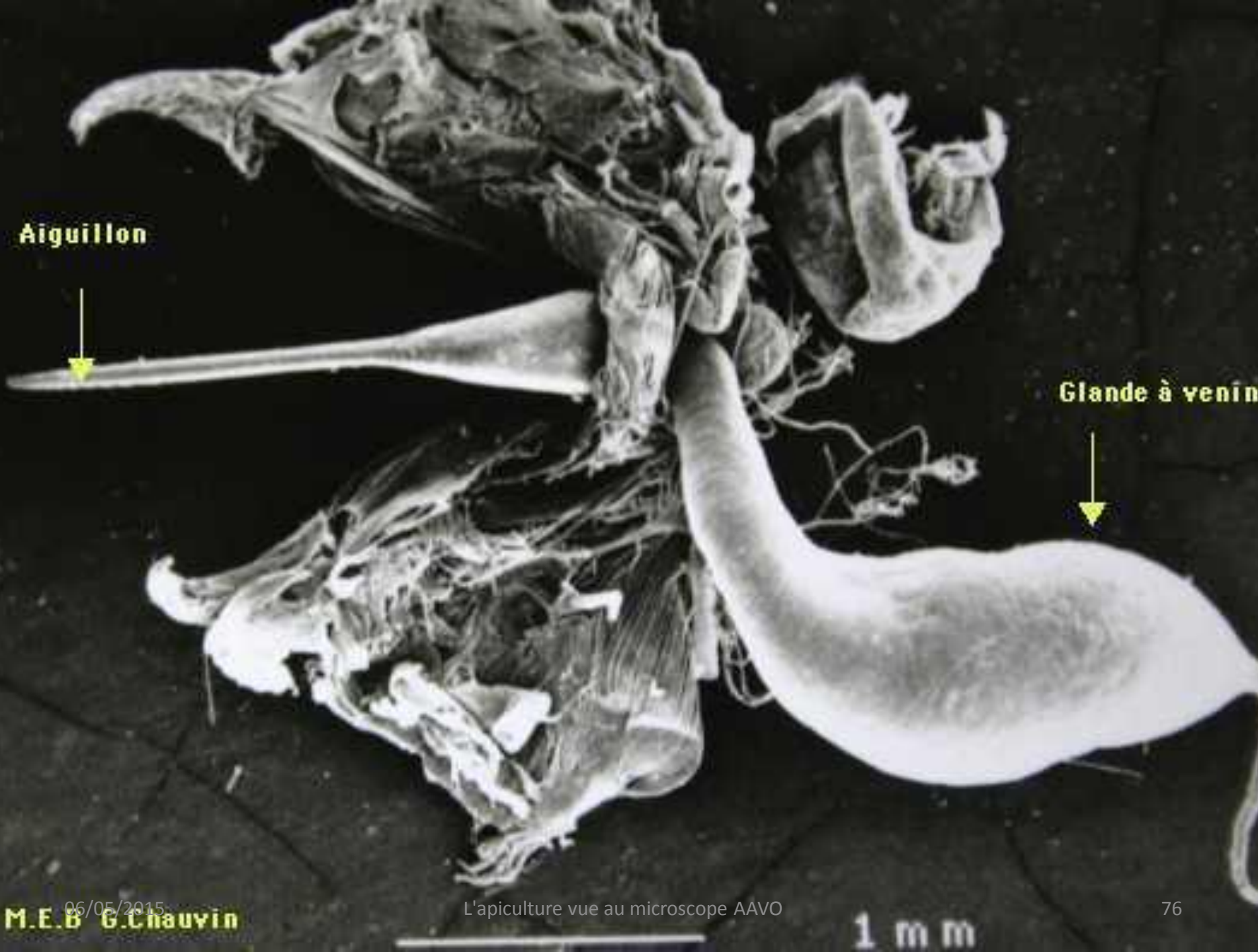


# ***AIGUILLON DE L'ABEILLE***



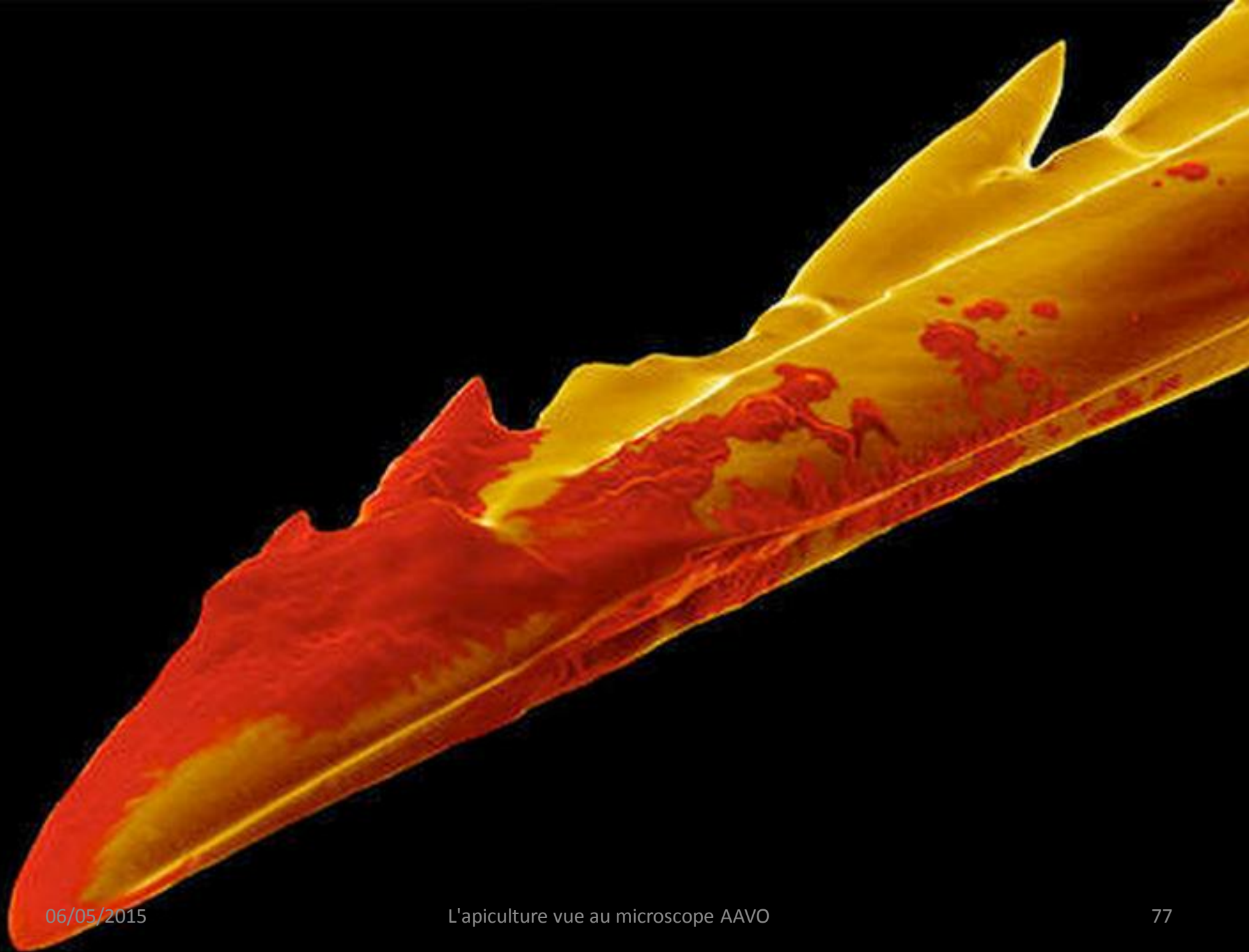


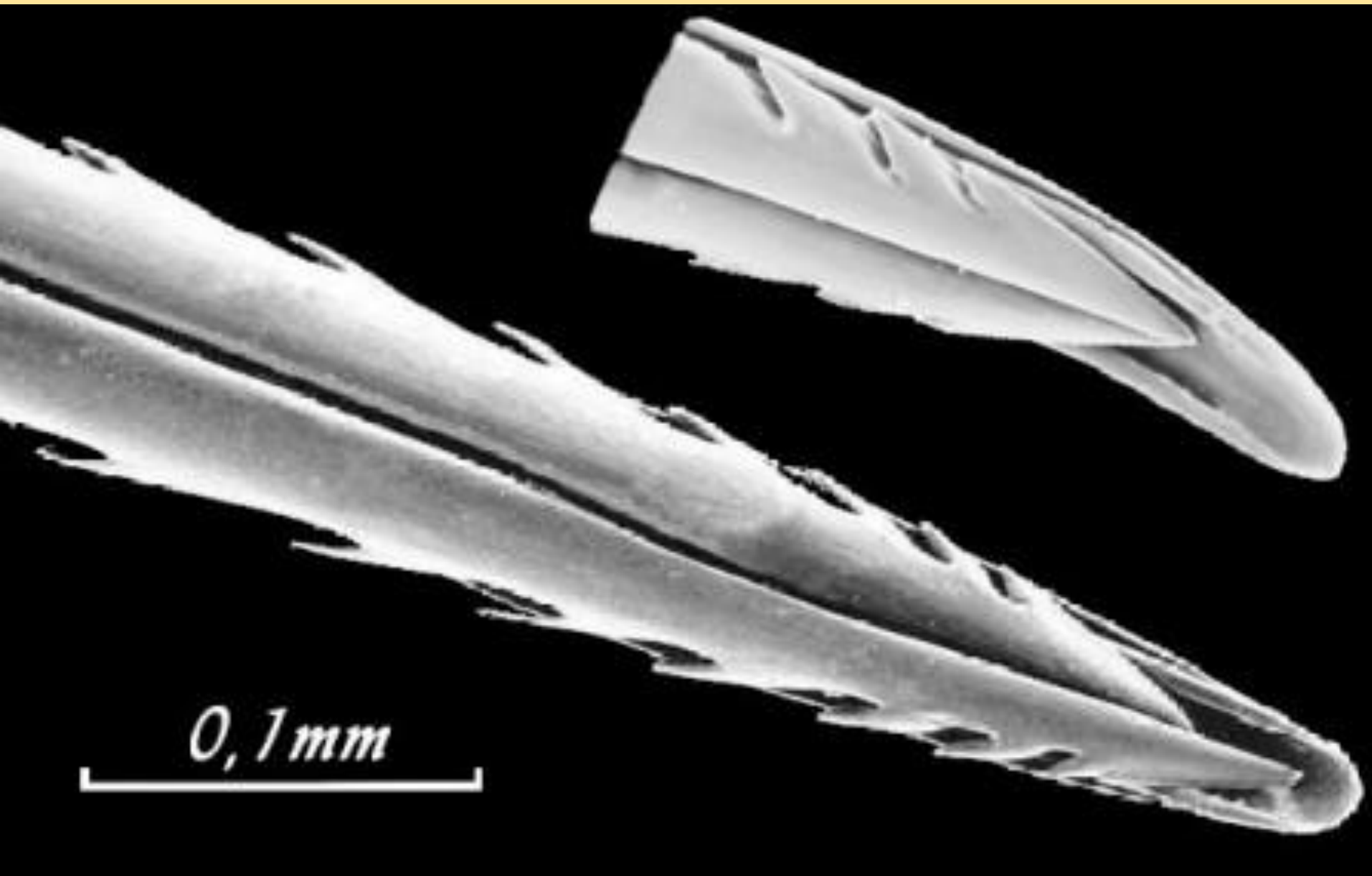


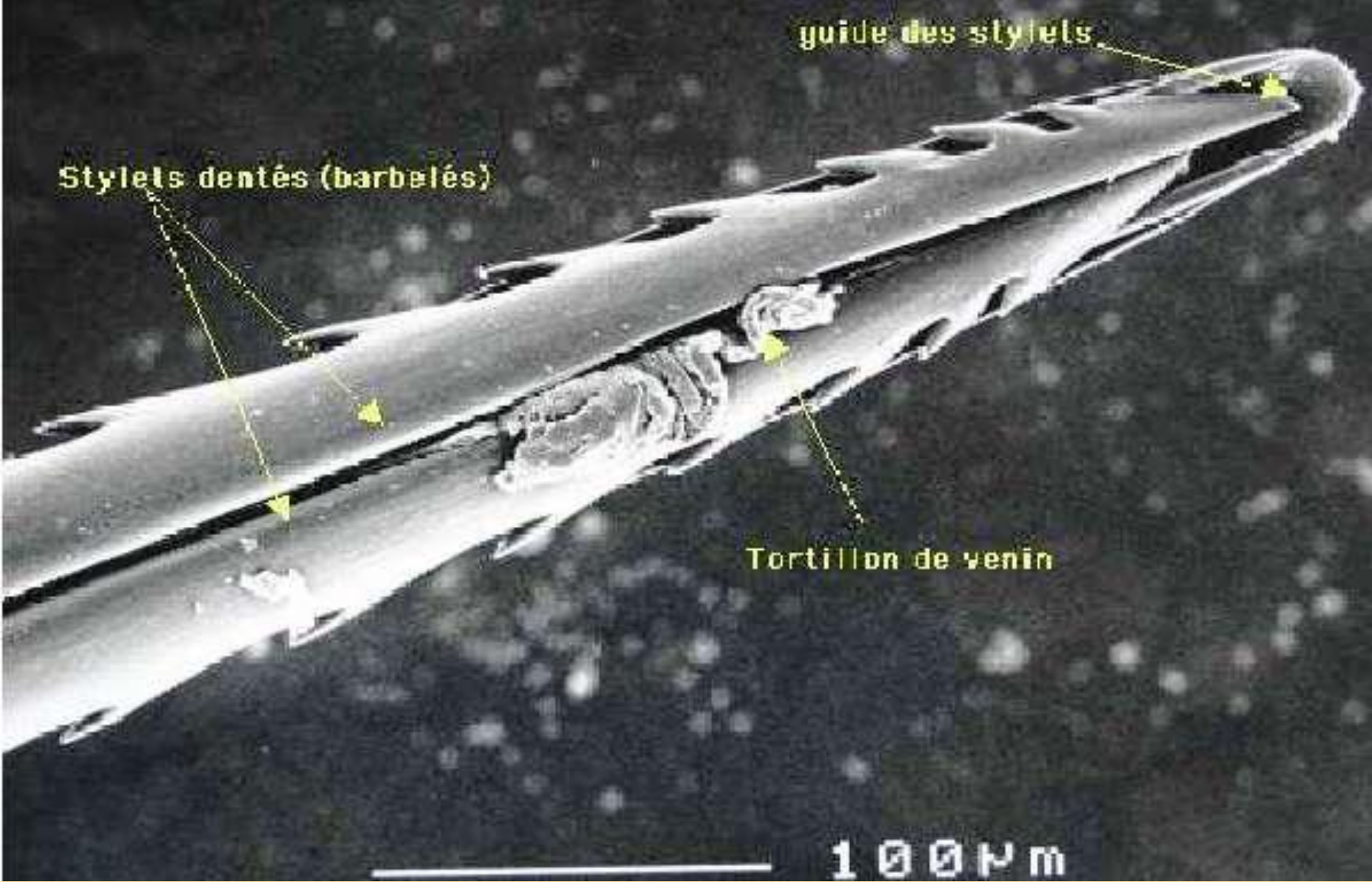


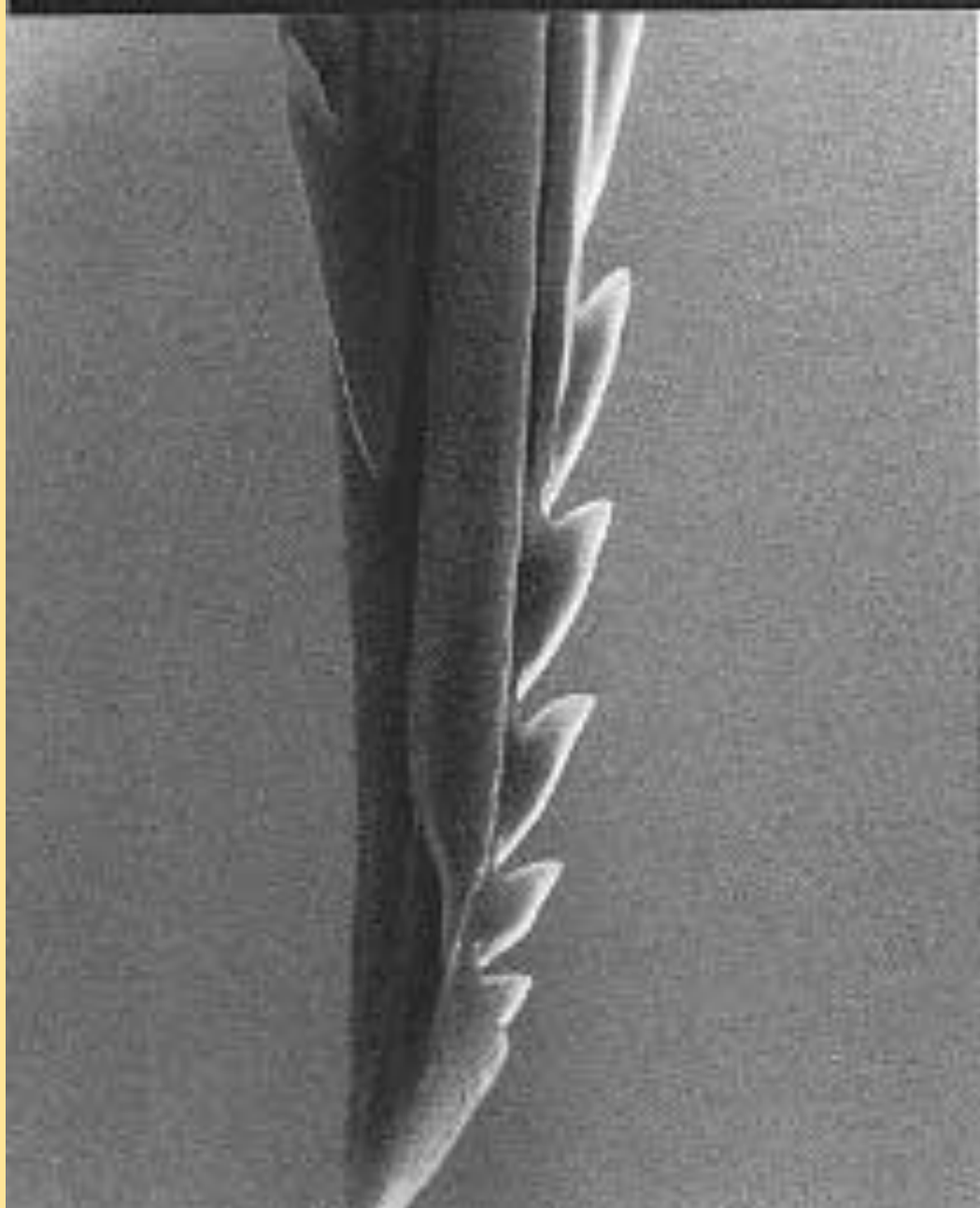
Aiguillon

Glande à venin









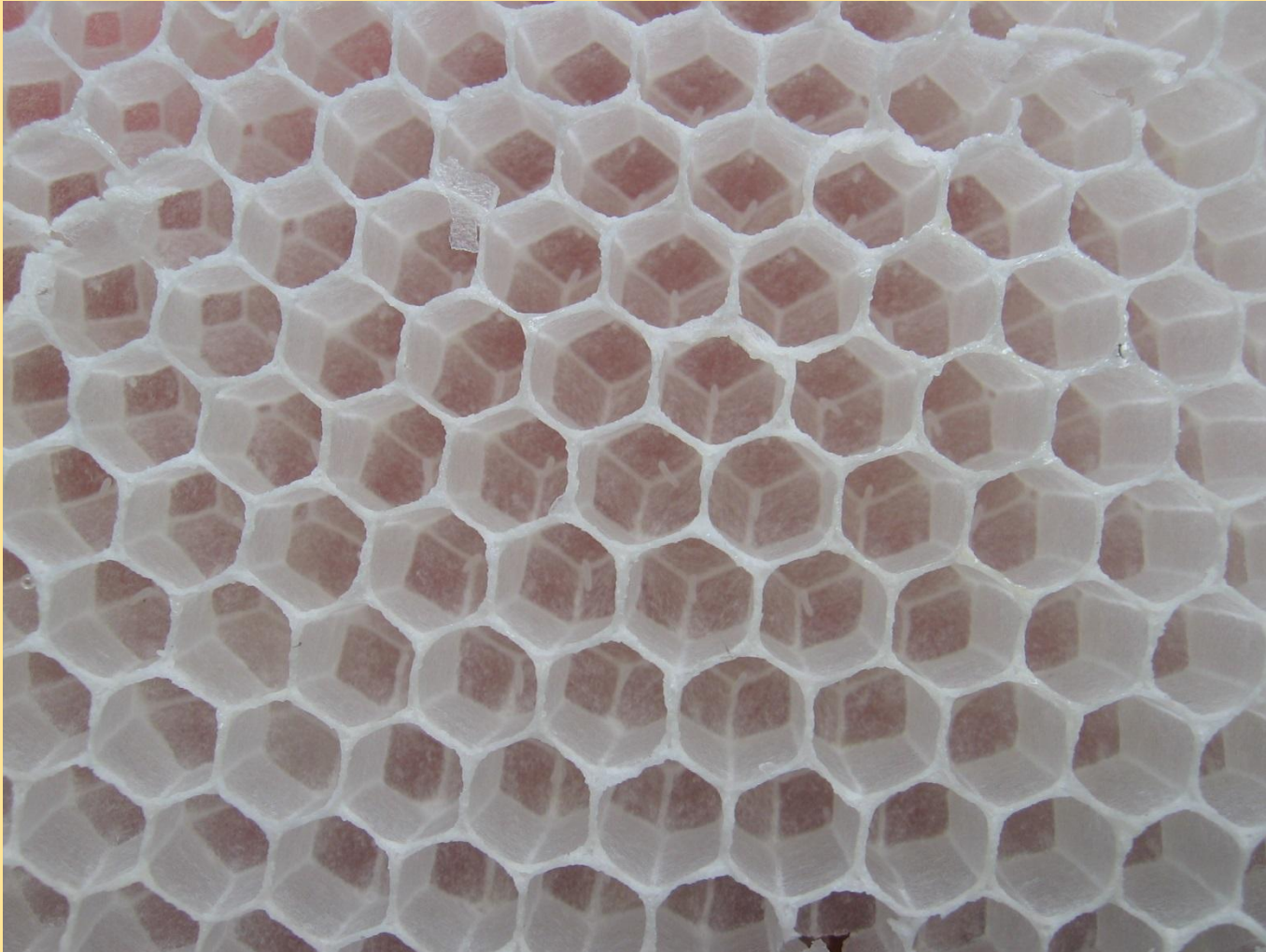


**Au moment de la ponte, la reine fixe l'œuf par une extrémité au fond de la cellule  
Puis pendant 3 jours, l'œuf se développe et s'incline pour finir par se coucher au fond de  
l'alvéole.**

**Au bout de 3 jours, l'œuf éclot par dissolution de sa membrane. Il devient alors une larve.**

**1,3 à 1,8mm X 0,5 mm  $\varnothing$**

**0,12 et 0,22 mg.**





**1,3 à 1,8 mm X 0,5**

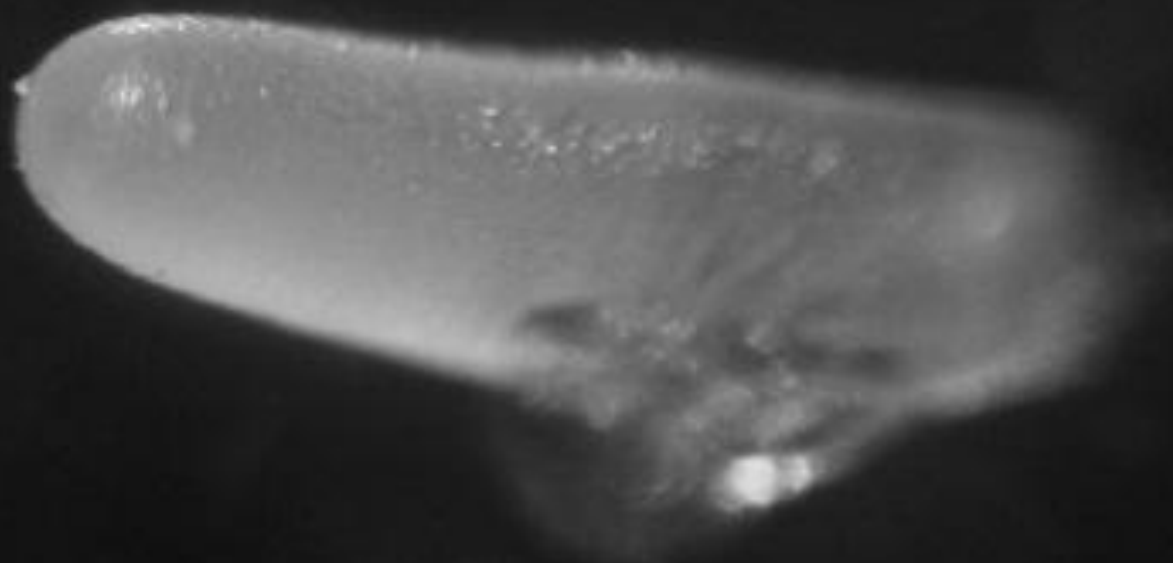
**mm 0,12 à 0,22 g**





**Ici, l'œuf placé au bord de l'alvéole et non au fond indique la ponte d'une ouvrière**  
**► ruche dite bourdonneuse car dépourvue de reine.**



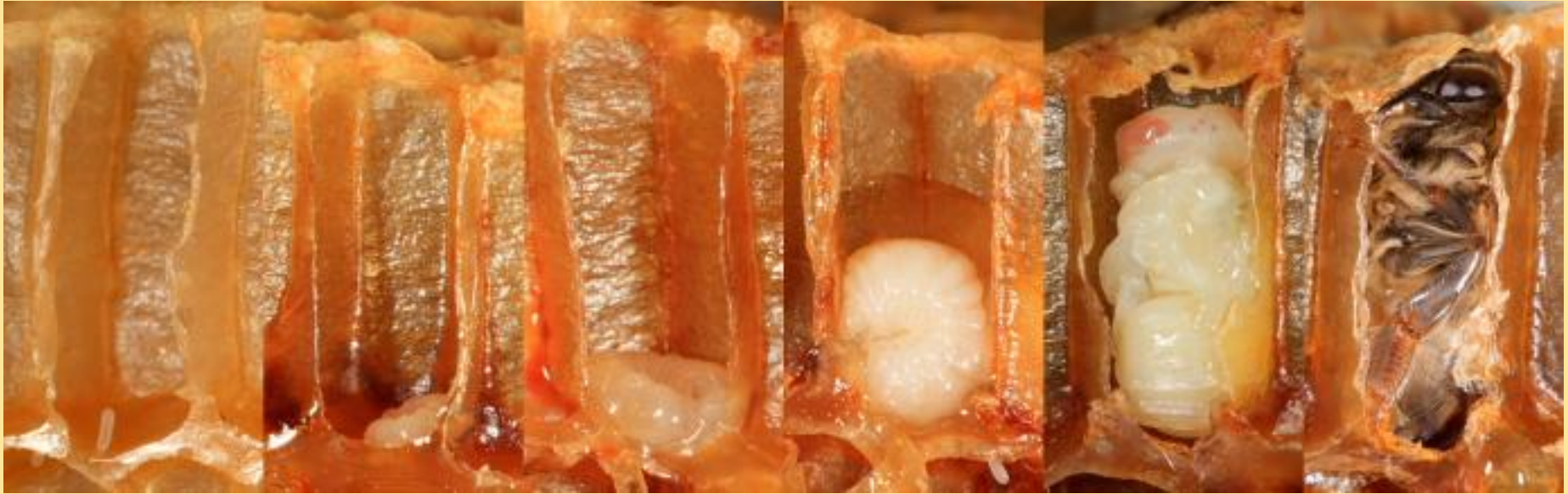










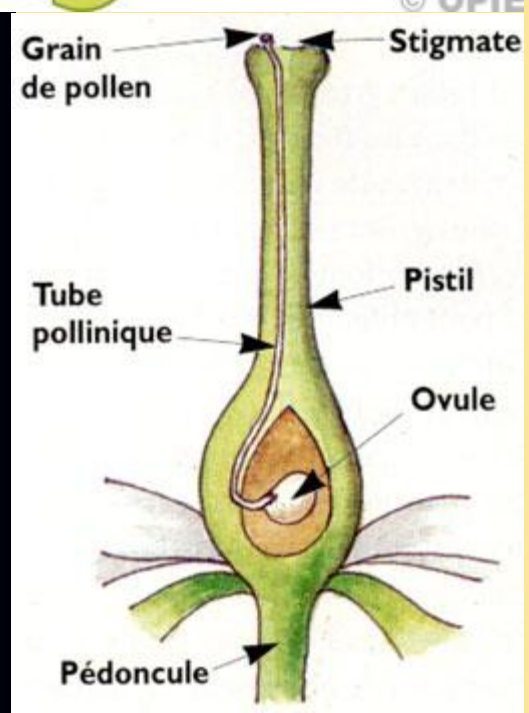
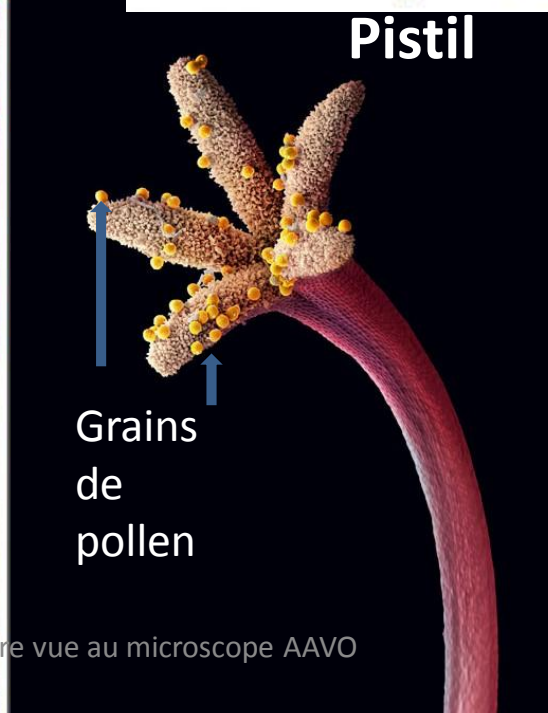
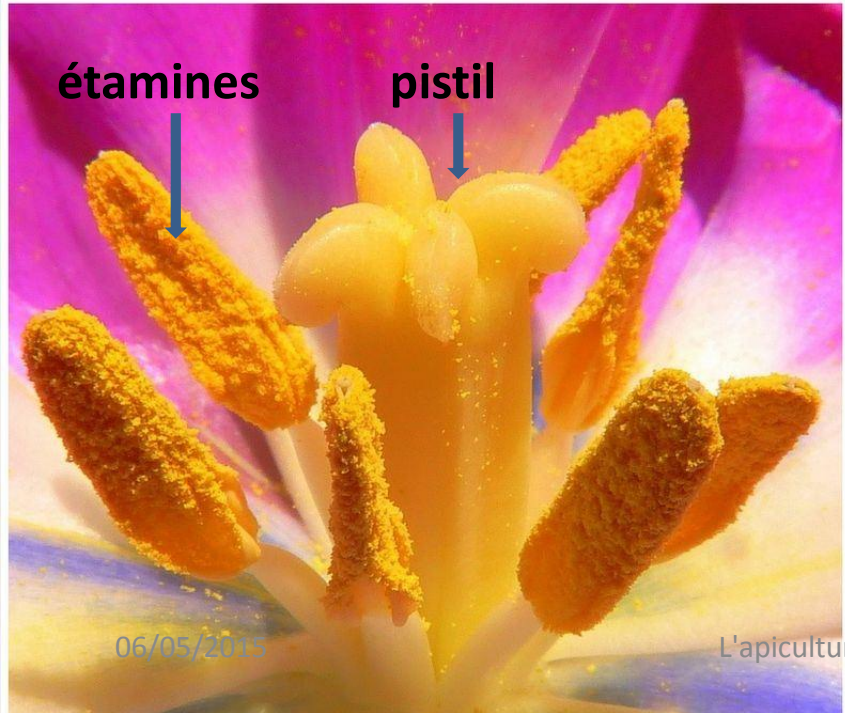
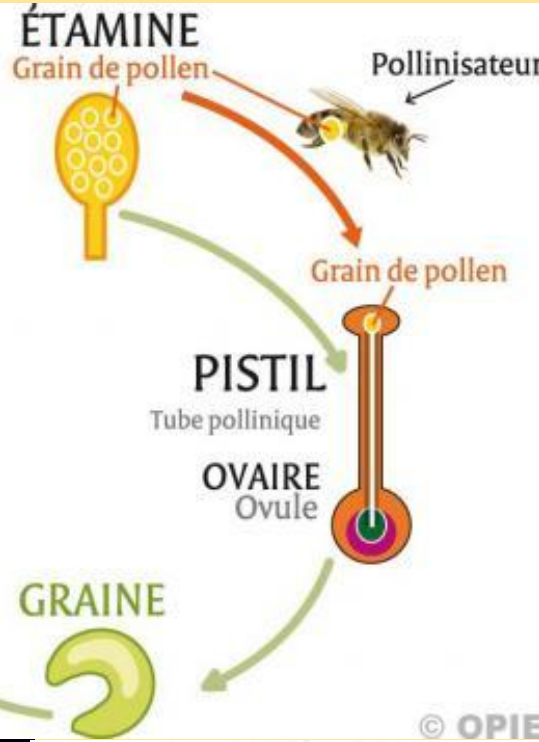
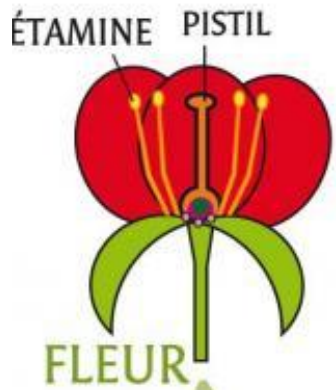
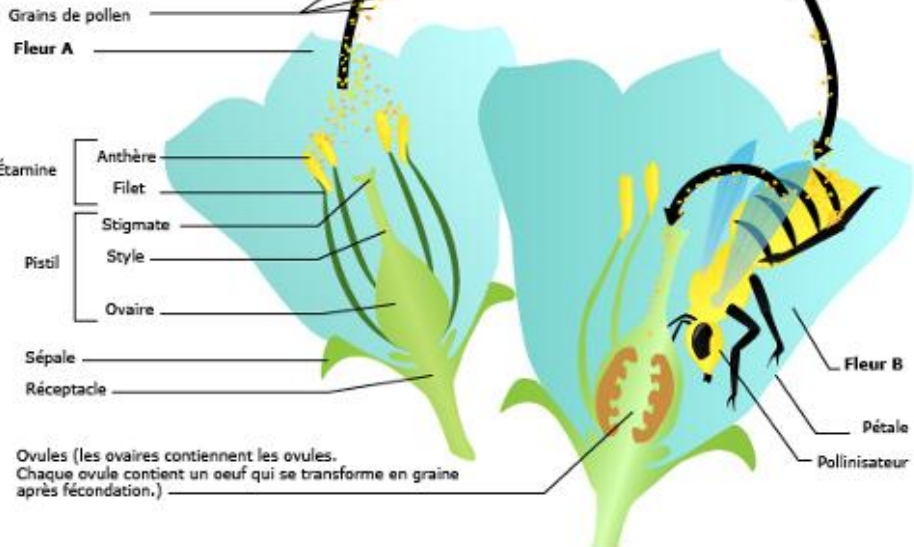


# *LE POLLEN*



# PROCESSUS DE POLLINISATION

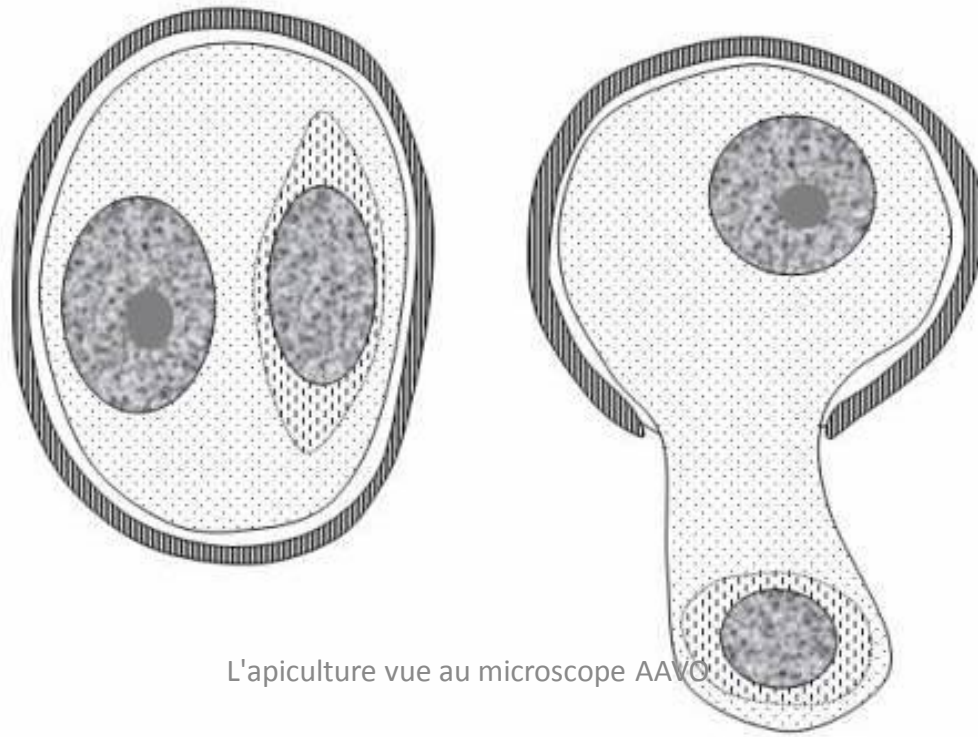
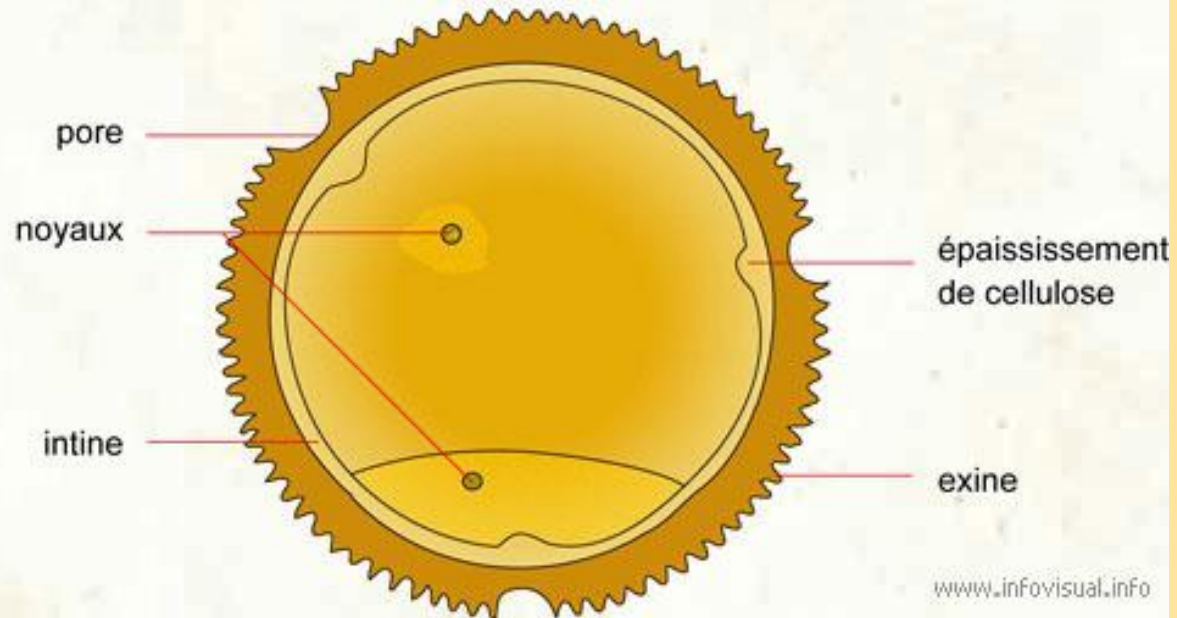
Le pollinisateur transporte le pollen des anthères de la fleur A aux stigmates de la fleur B



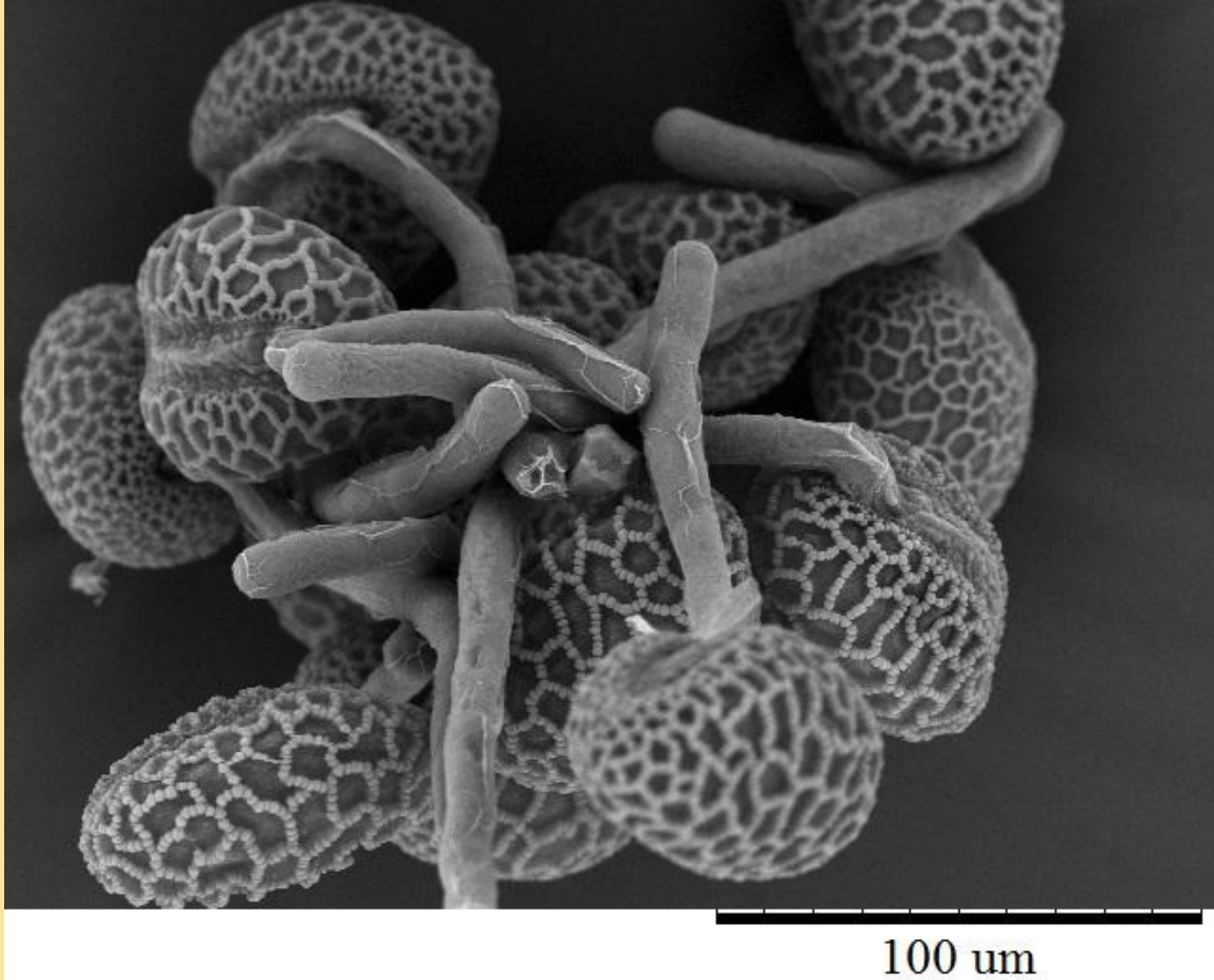
06/05/2015

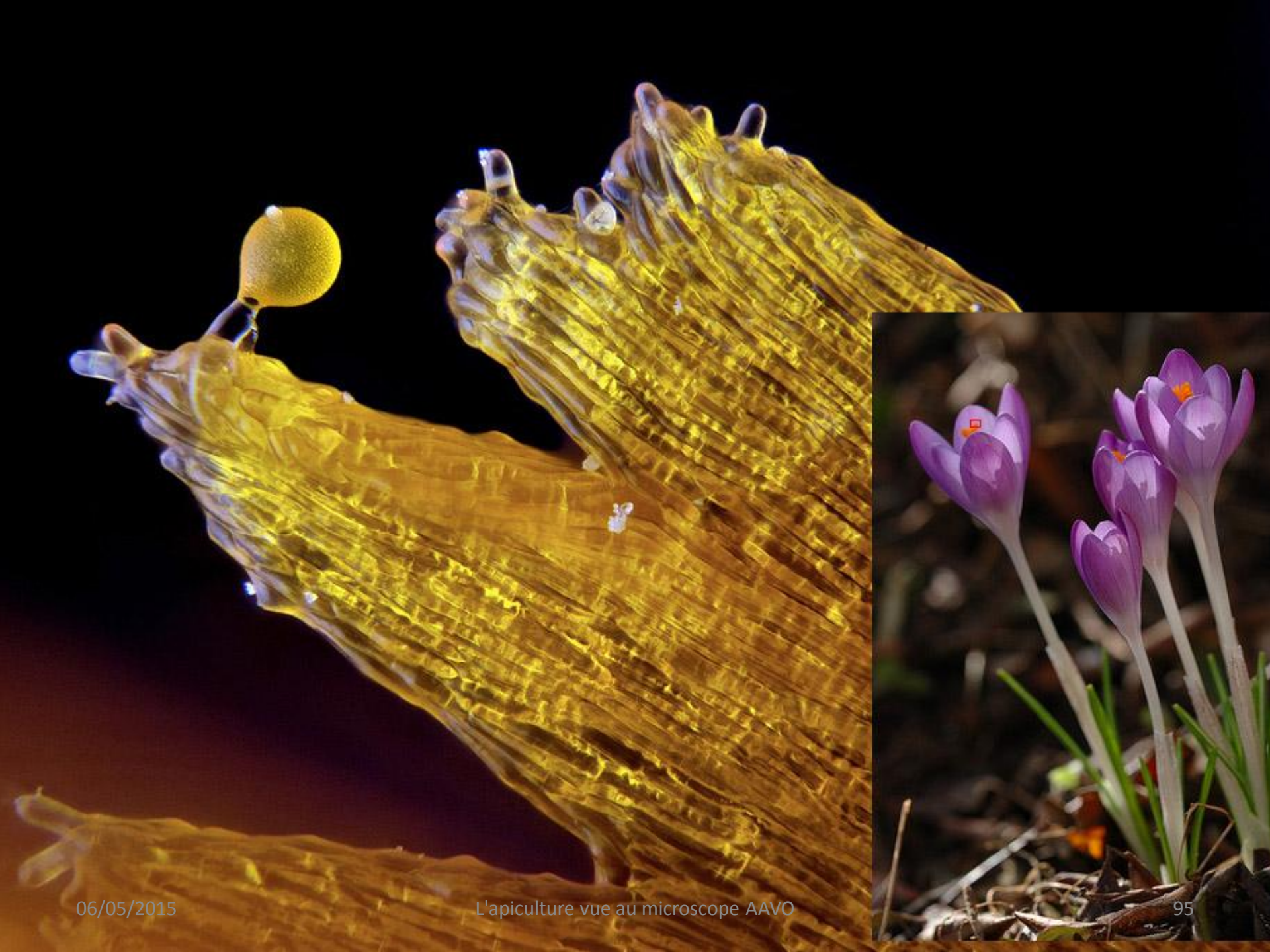
L'apiculture vue au microscope AAVO

# GRAIN DE POLLEN



# TUBES POLLINIQUES CONTENANT LES GAMETES MALES ET LES NOYAUX VEGETATIFS





06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

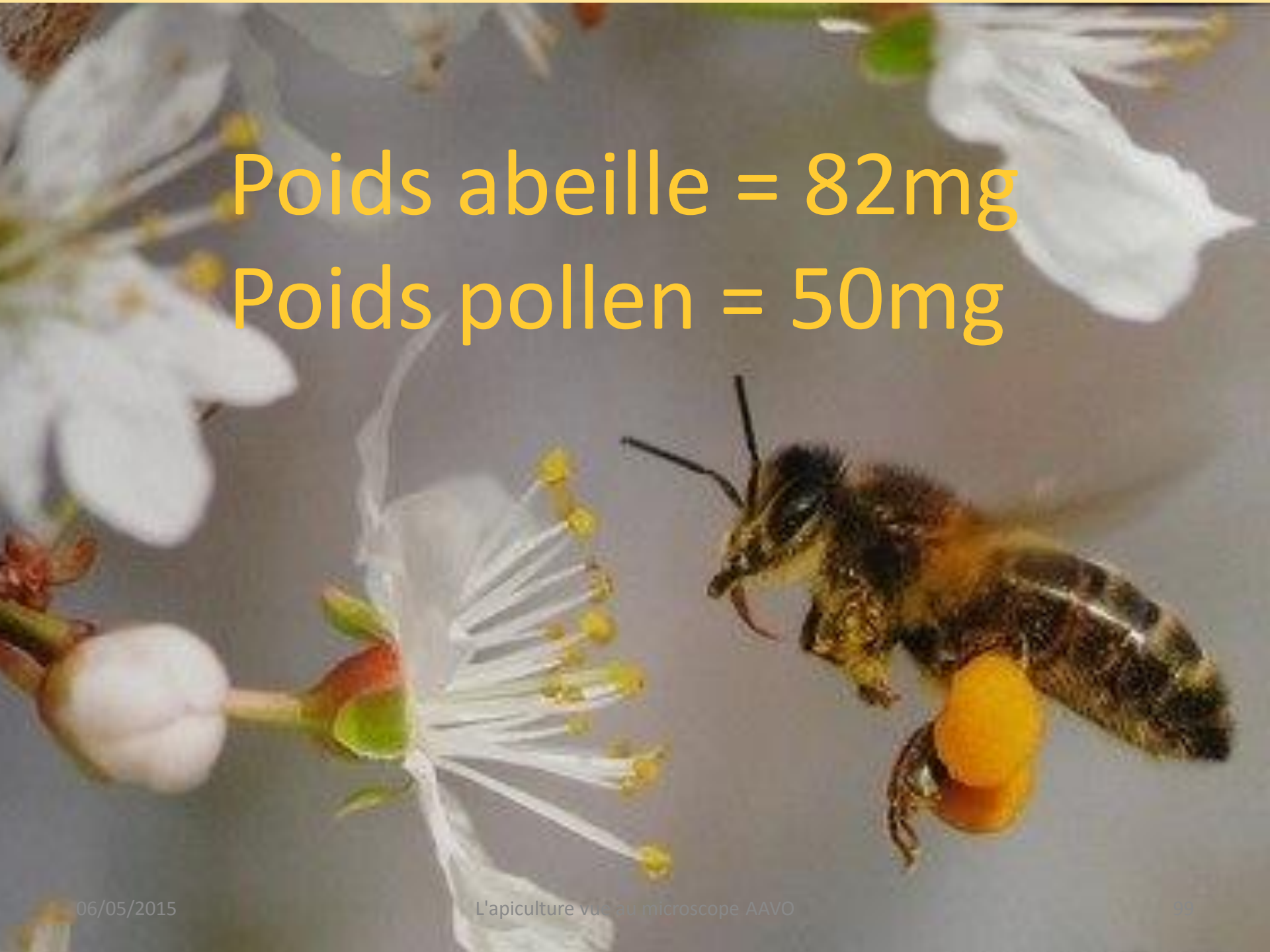








Poids abeille = 82mg  
Poids pollen = 50mg



# PELOTTES DE POLLEN





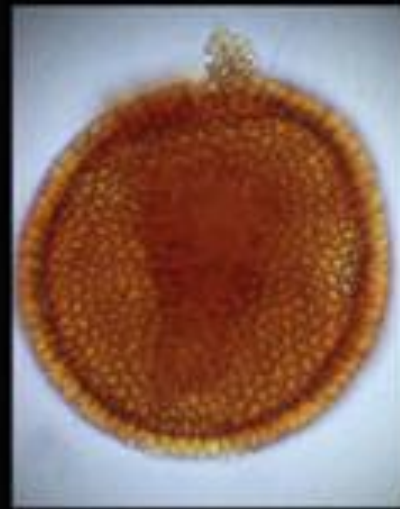
*Crucifère*

**Choux, cresson**

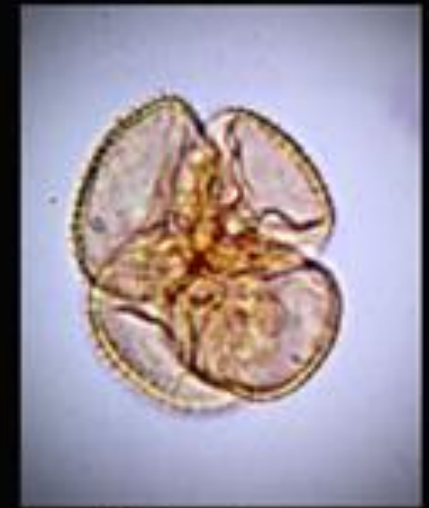


*Malva*

**Mauve**

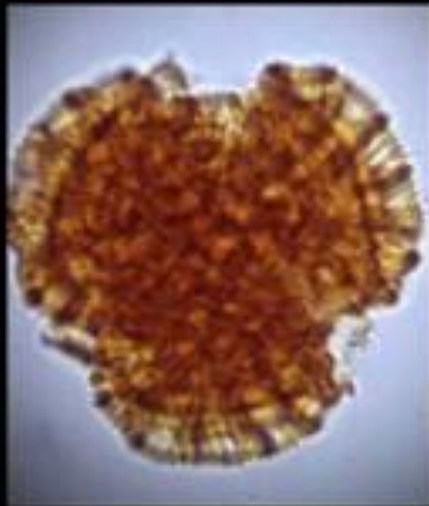


*Géranium*



*Drosera*

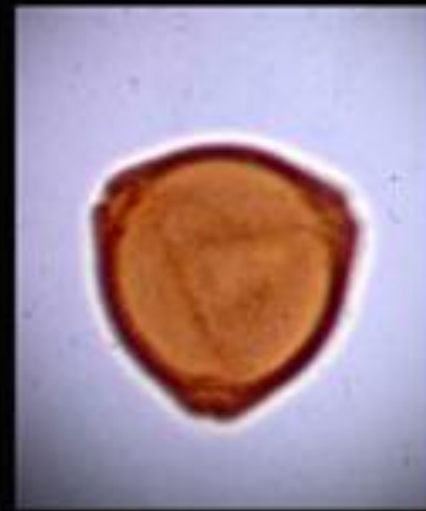
**Insectivore**



*Armeria*



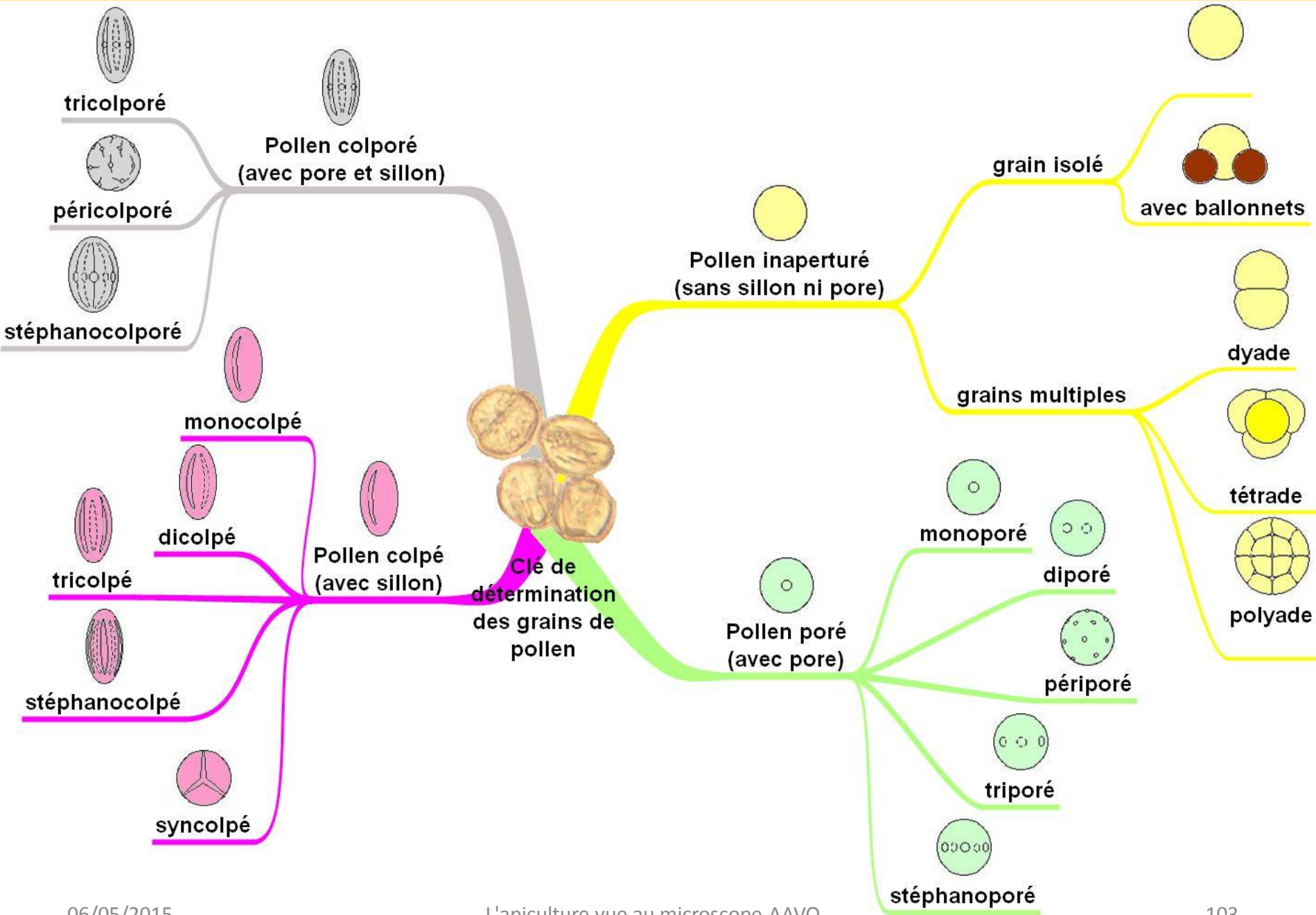
*Sarrasin*

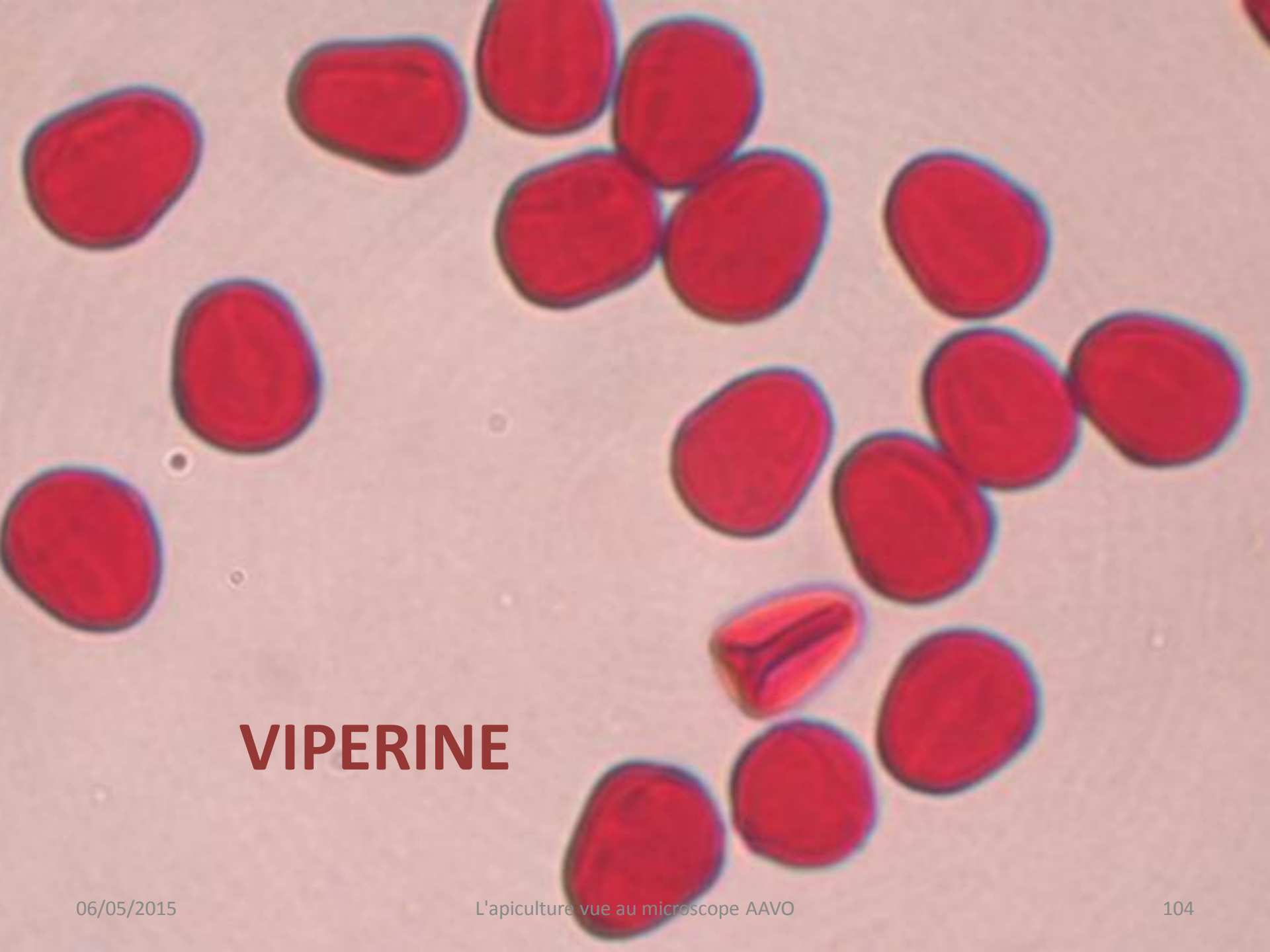


*Corylus*



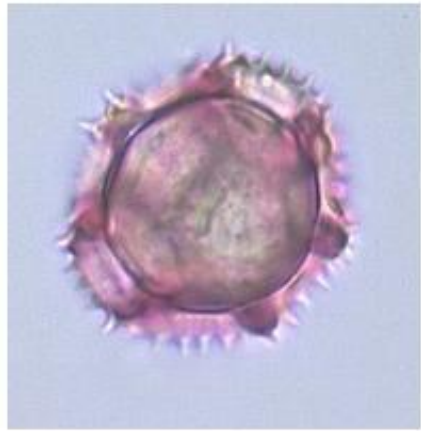
*Houx*





# VIPERINE





20  $\mu\text{m}$  obj. x40 R = 1:1,7

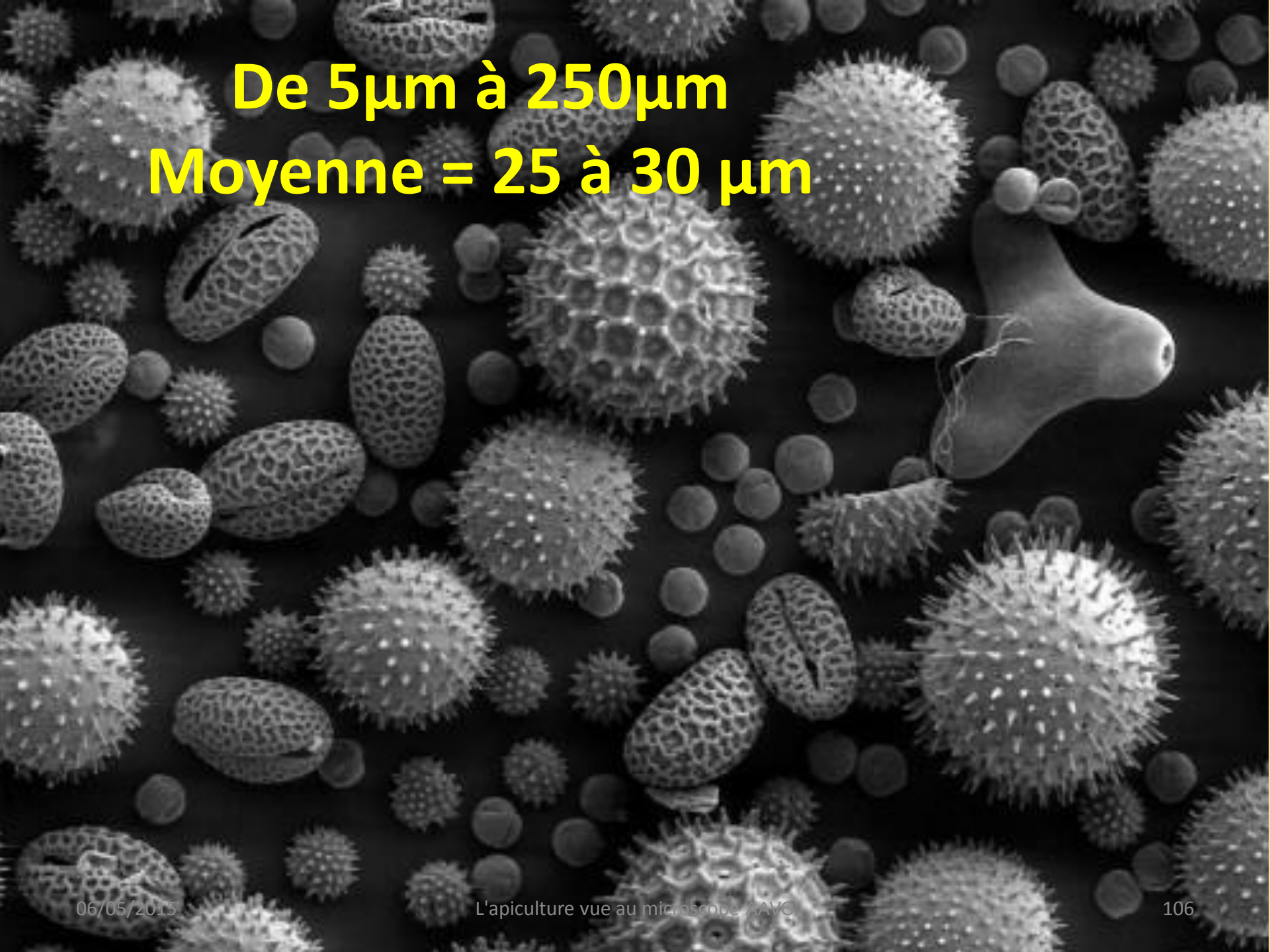
Micro: paralux L3000 - Photo: microcular 3MP

**pollen de pissenlit**

Fond Clair - Prép: glycérine - Col: fuchsine

BARTH olivier - 28/06/2008

**De 5  $\mu\text{m}$  à 250  $\mu\text{m}$**   
**Moyenne = 25 à 30  $\mu\text{m}$**





**CITROUILLE  
AU CENTRE**

06/05/2015

L'apiculture vive au microscope AAVO



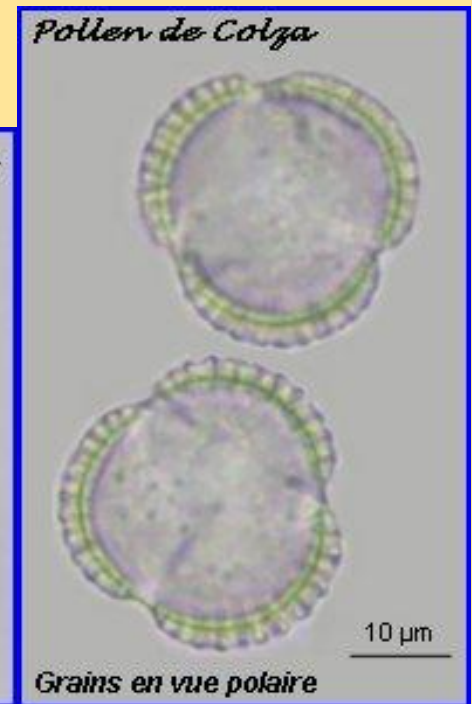
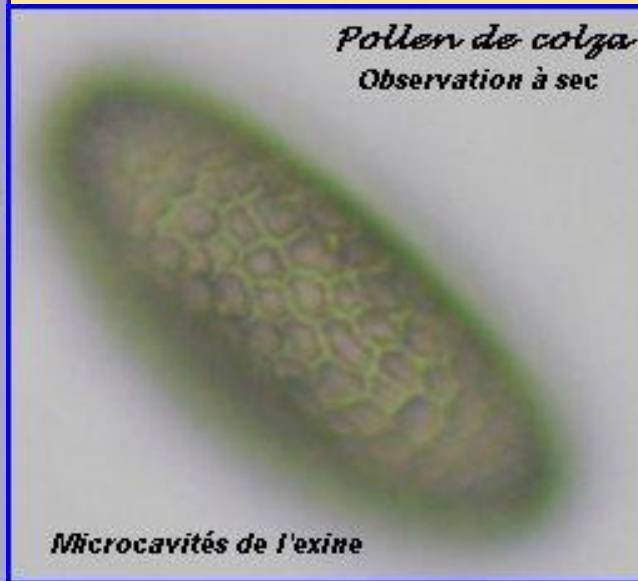
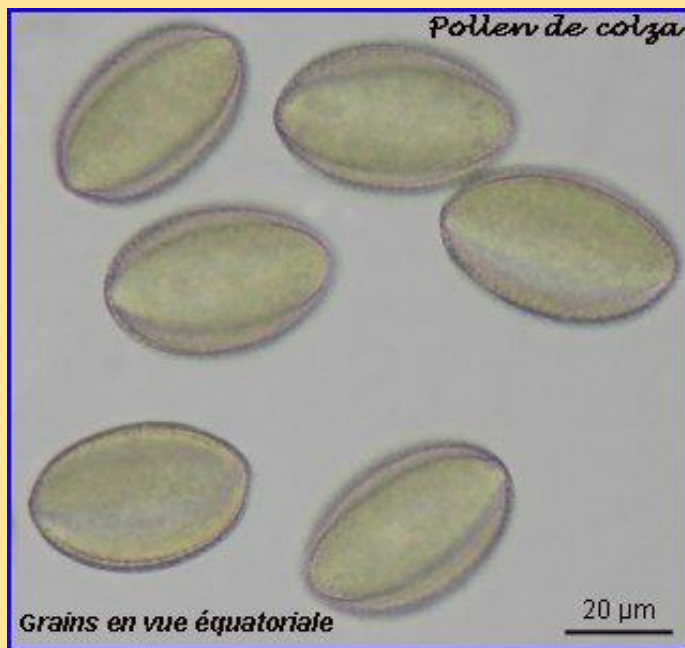
# ***POLLEN : du grec « palunein » = poudre***

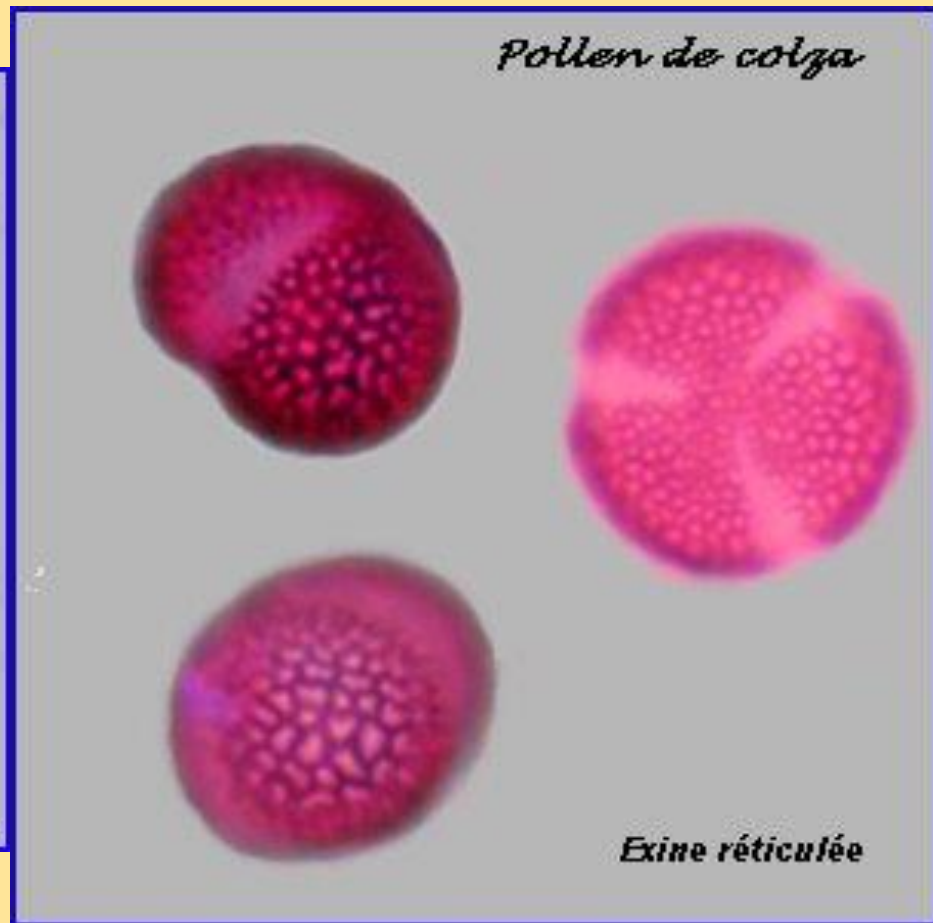
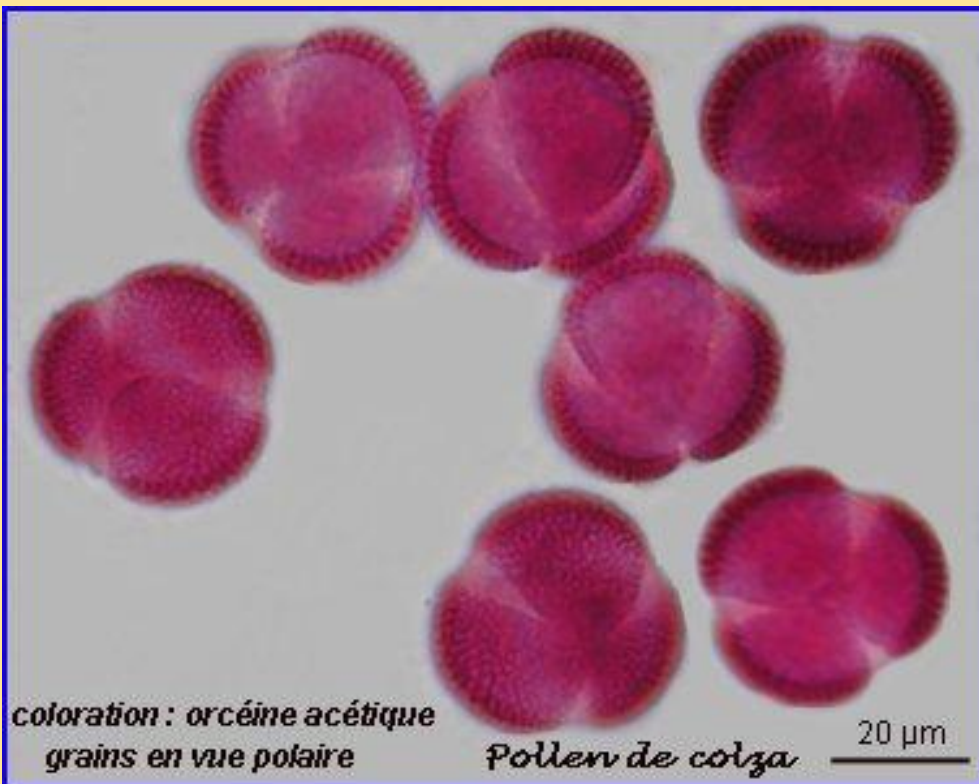
- ❖ **la paléo palynologie est l'étude des pollens fossiles : elle permet de donner des informations sur le climat, la végétation et le paysage au cours de l'ère quaternaire**
- ❖ **l'aéropalynologie, qui consiste à analyser la présence dans l'air de différents types de pollens, a des applications en médecine (pathologies allergiques) et en agronomie (pollinisation)**
- ❖ **la méliissopalynologie est l'étude des pollens présents dans le miel, ce qui permet de détecter les mélanges et les fraudes.**

Les grains de pollen du **colza** (Brassicaceae) sont tricolpés (3 sillons germinatifs) avec une exine à ornementation réticulée et imprégnée d'une substance collante responsable de la formation d'amas.

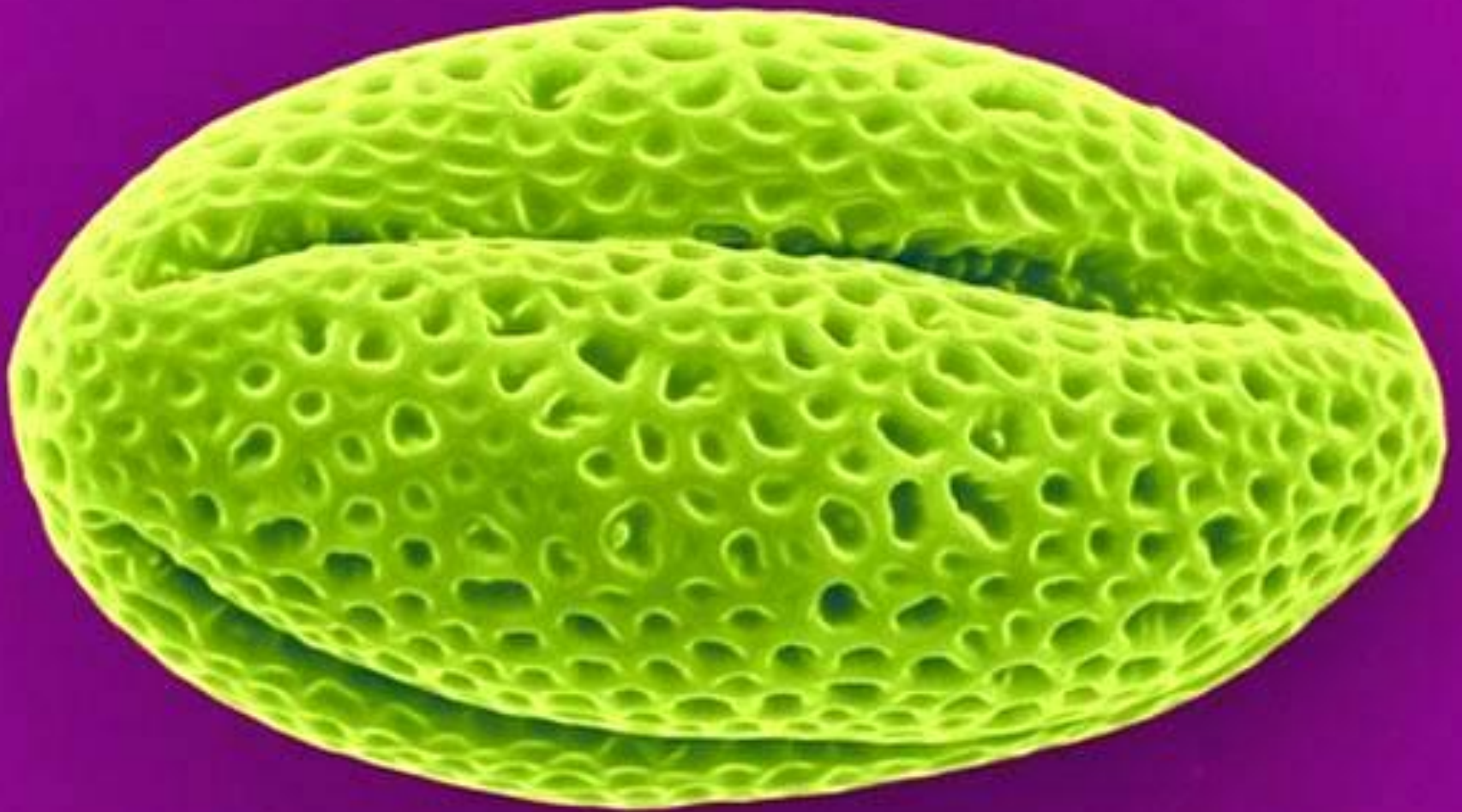
Ce fluide contient des lipides (et des protéines), il occupe les microcavités de l'exine et constitue le manteau du grain .

Il a de multiples fonctions et apparaît indispensable pour que le pollen soit fertile. Il colle également aux poils des insectes.

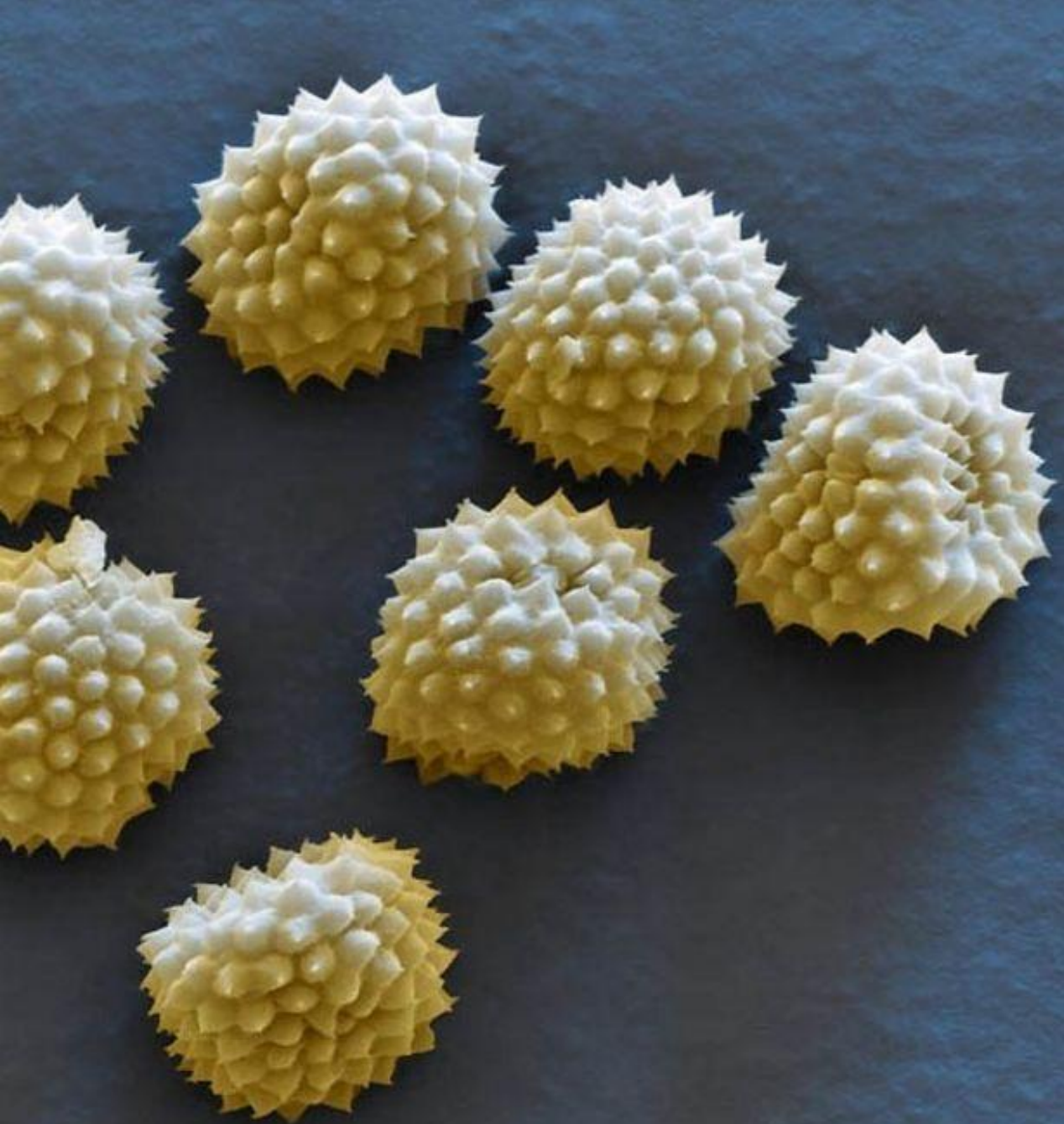




# COLZA







# AMBROISIE



# PASSIFLORE



# TREFFLE BLANC

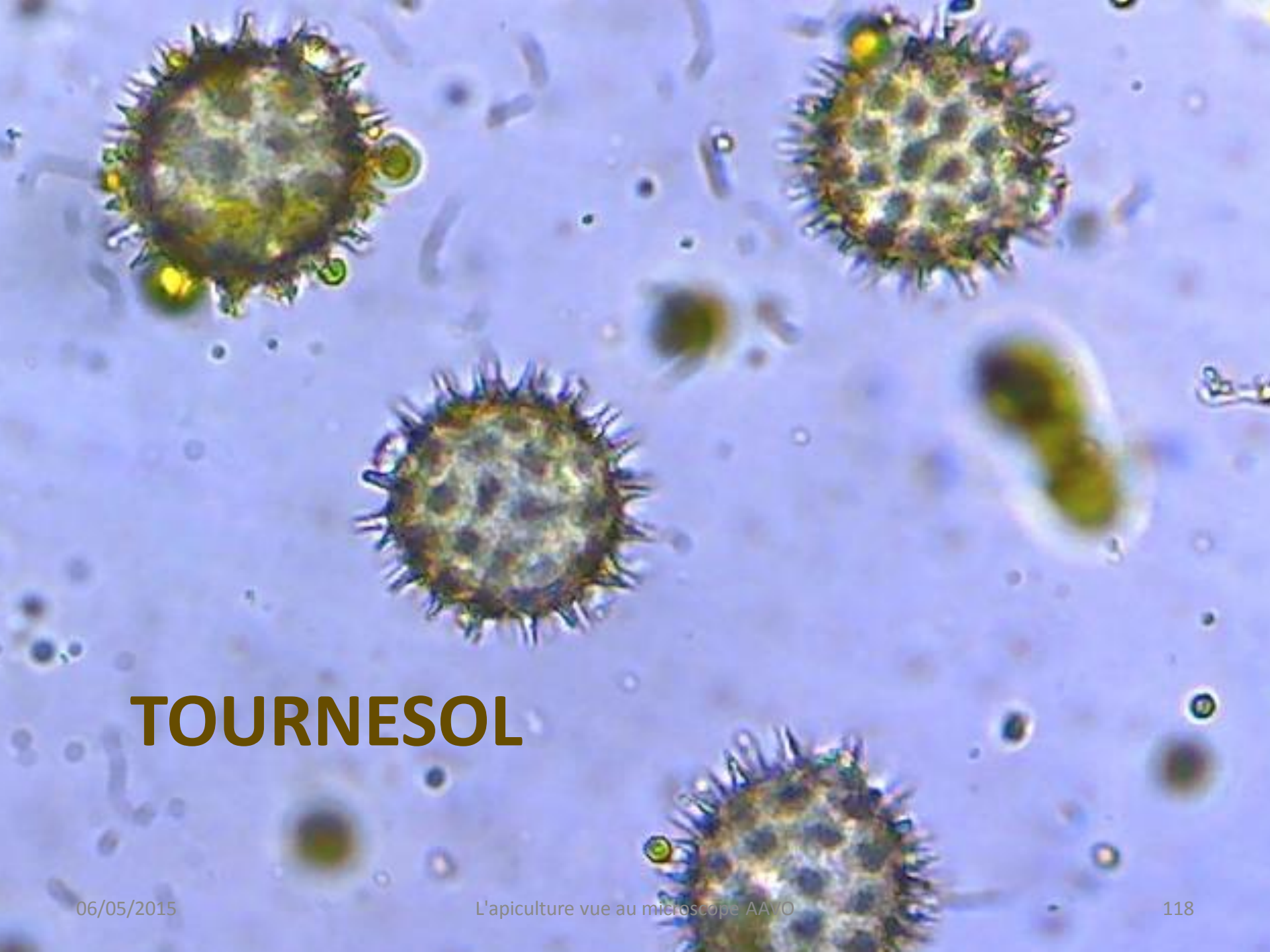


# CAMOMILLE



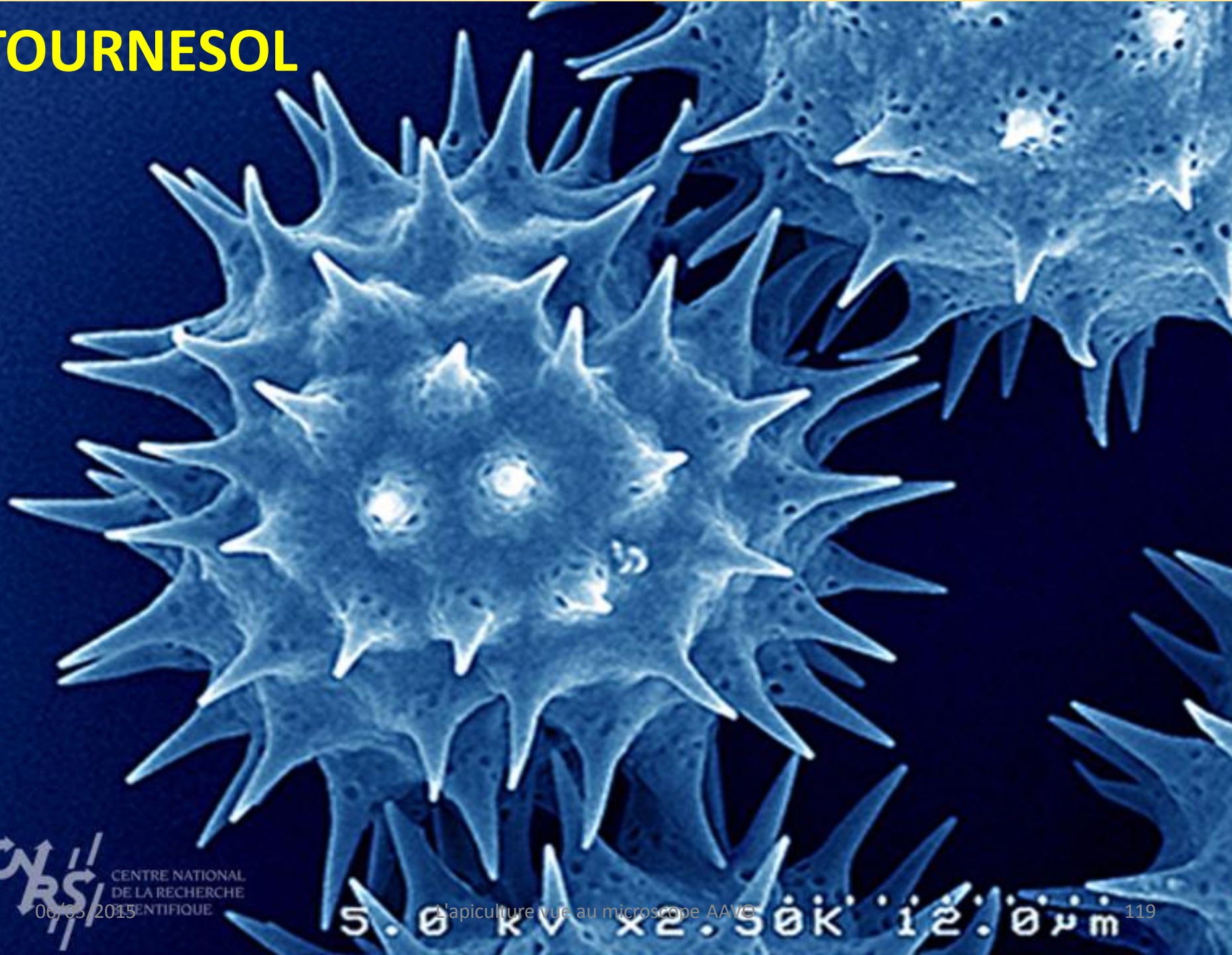
# GROSEILLER A FLEURS



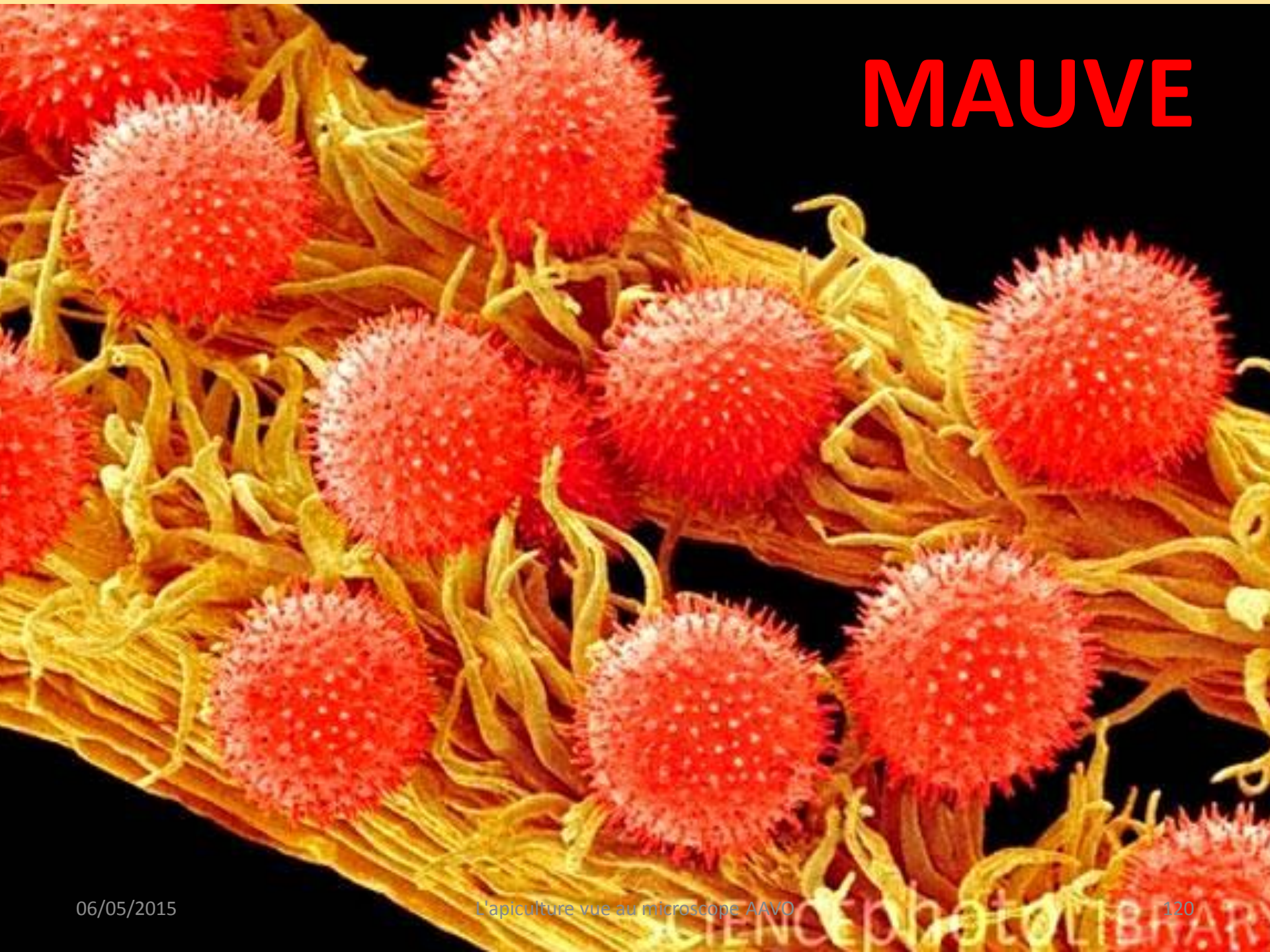


# TOURNESOL

# TOURNESOL



# MAUVE

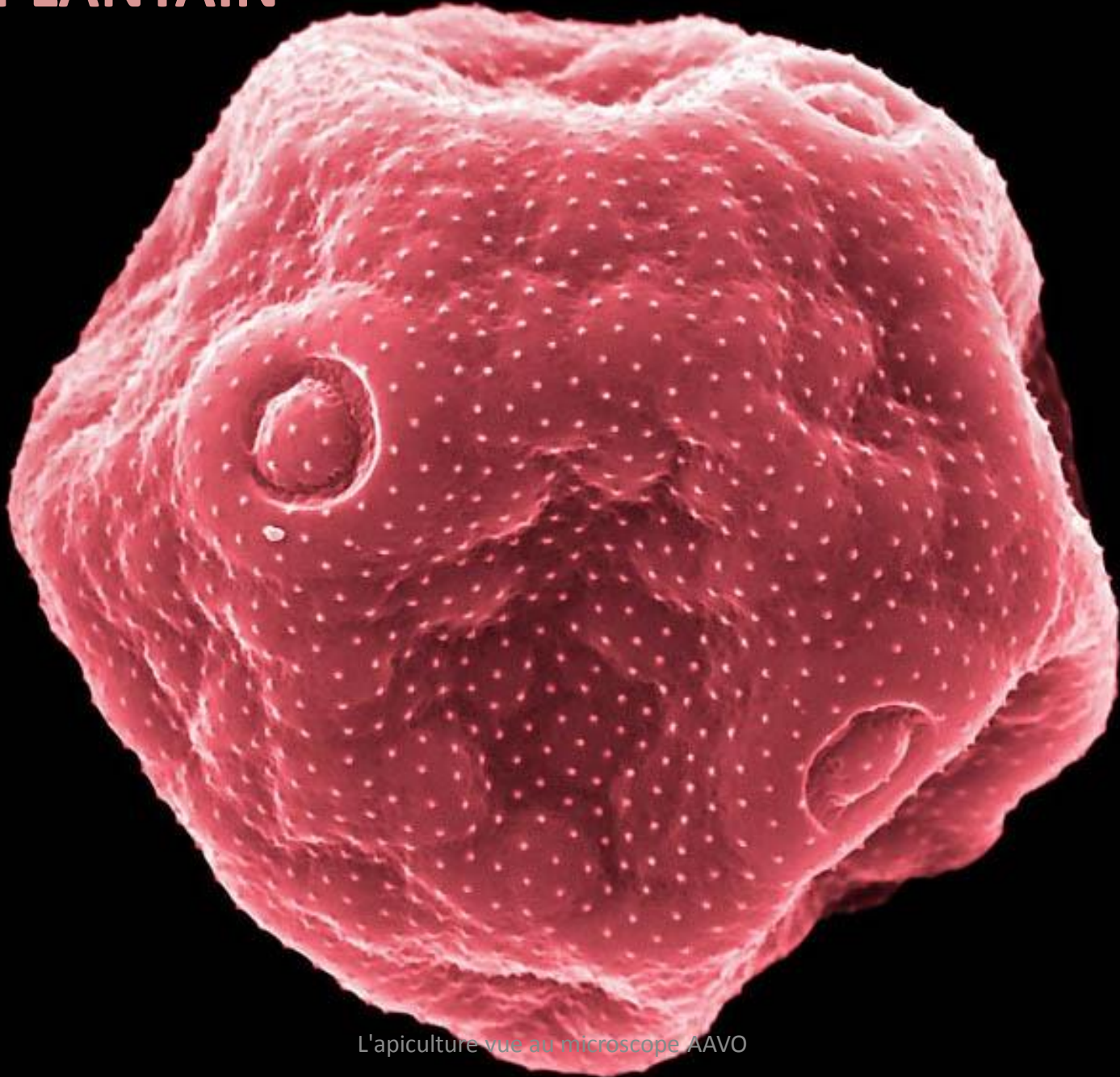




# GRANDE MAUVE



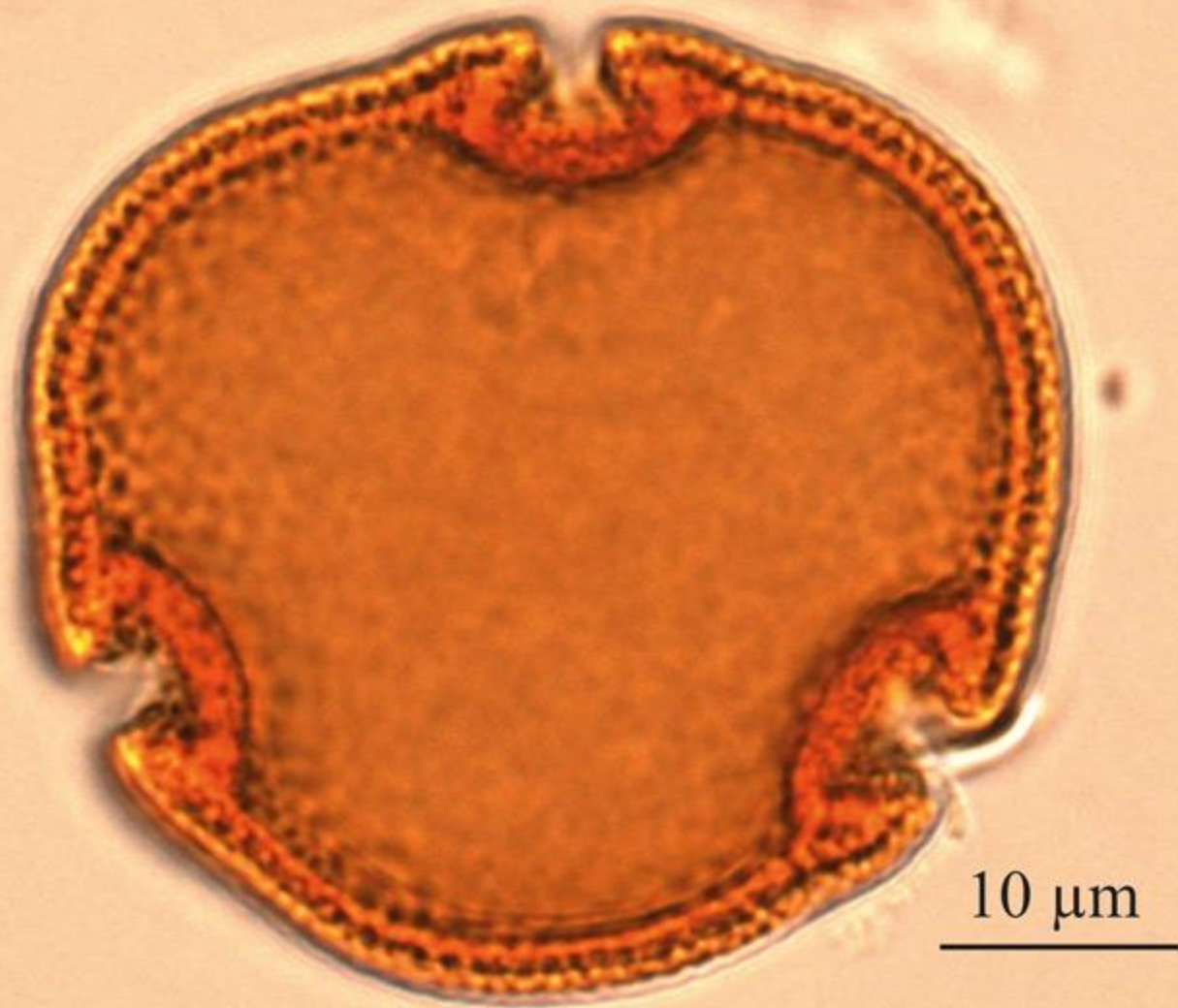
# PLANTAIN



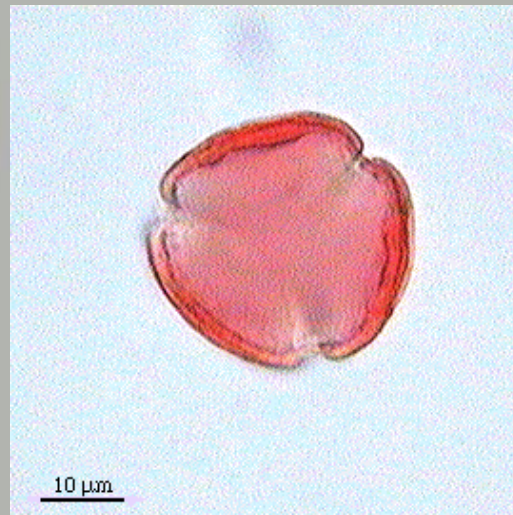
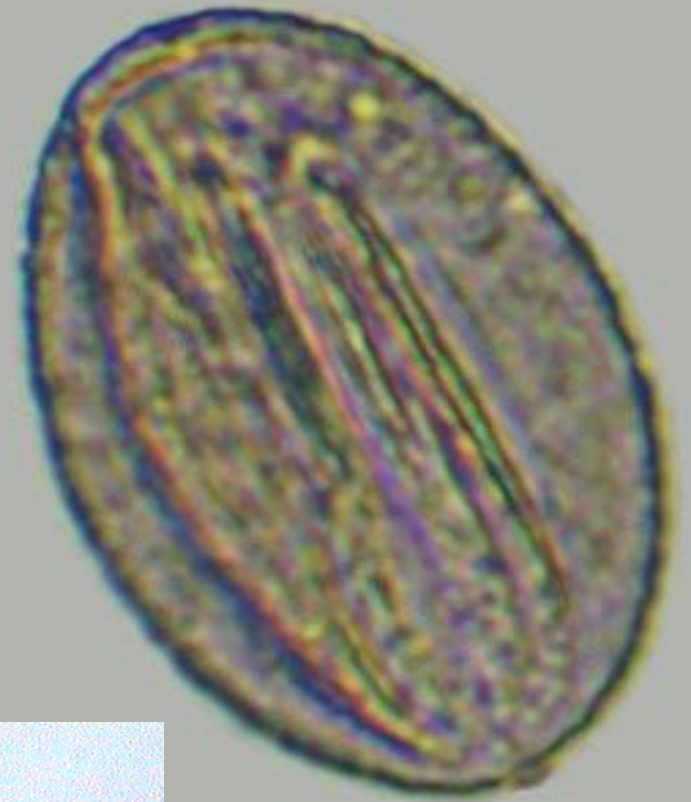
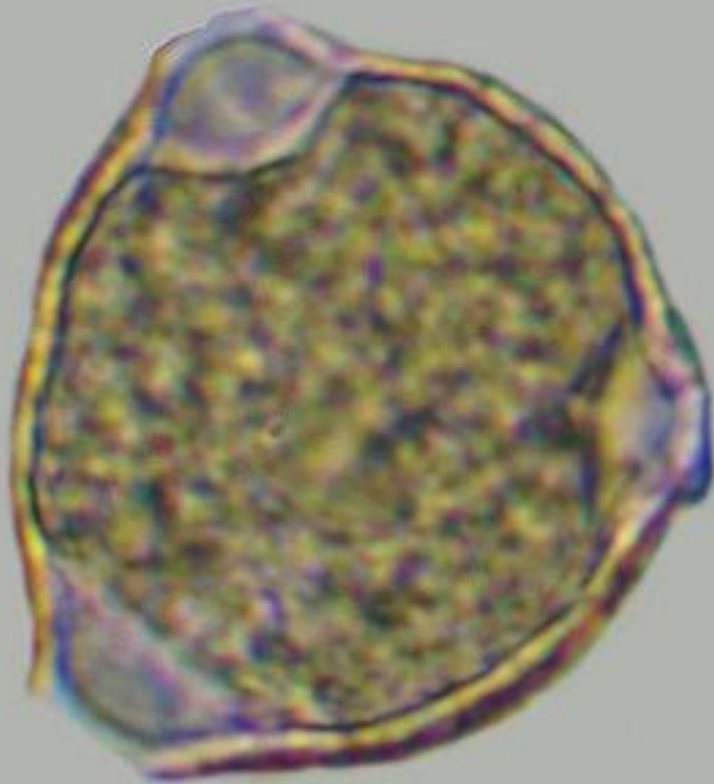
***Myosotis le + petit de tous  
= 5 $\mu$ m***



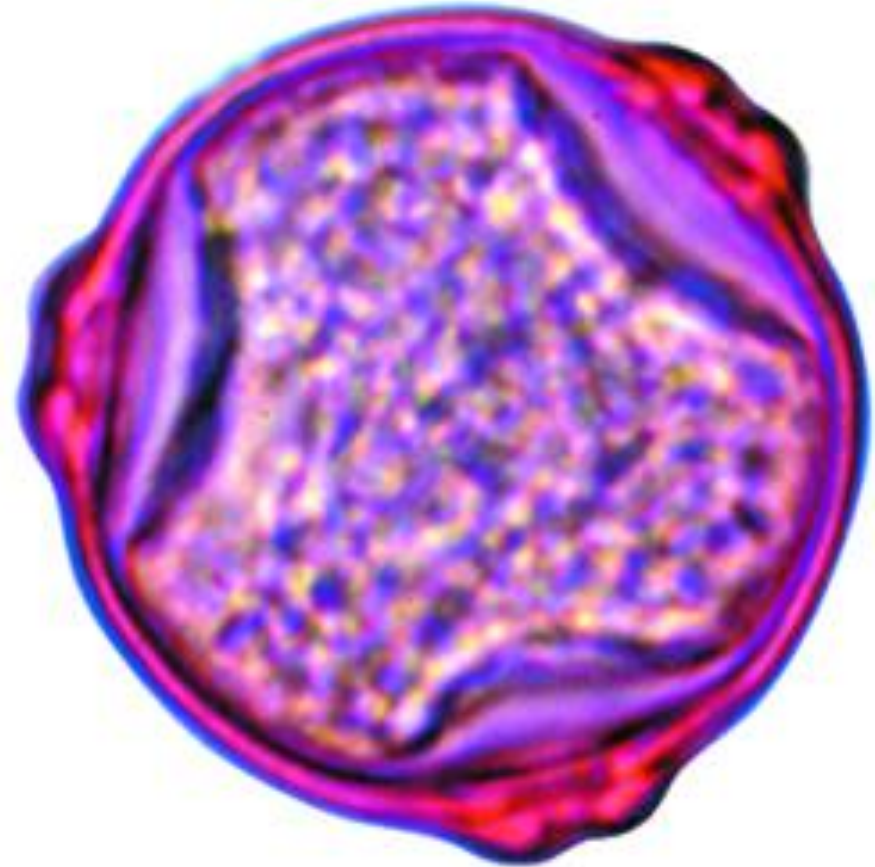
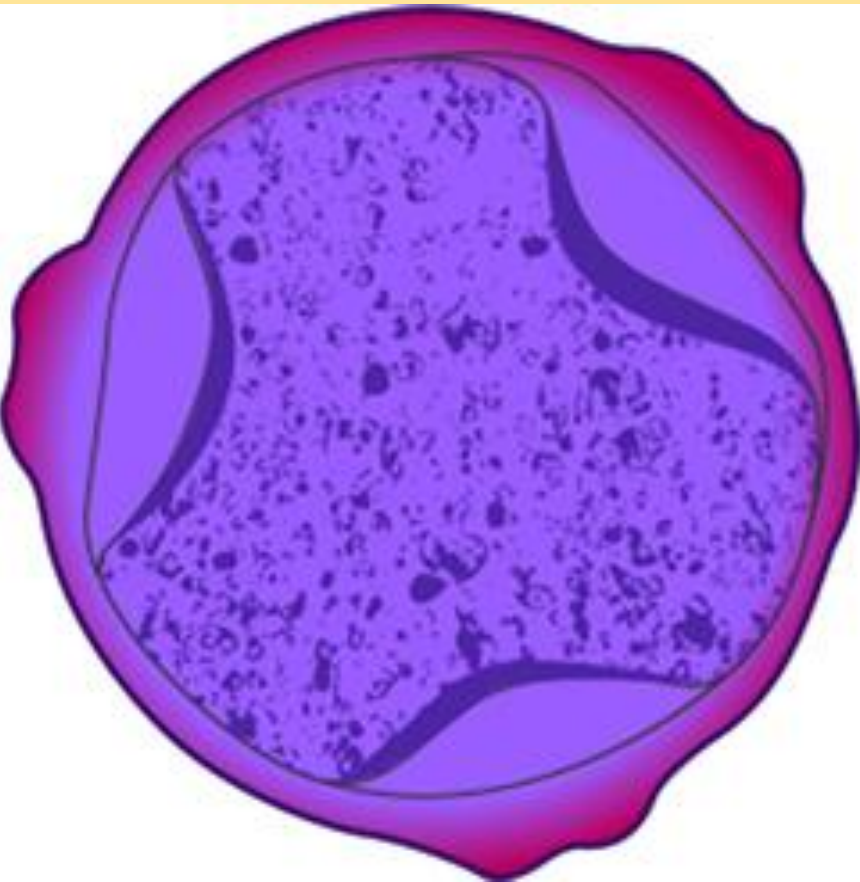
# TILLEUIL



# CHÊNE



# BOULEAU

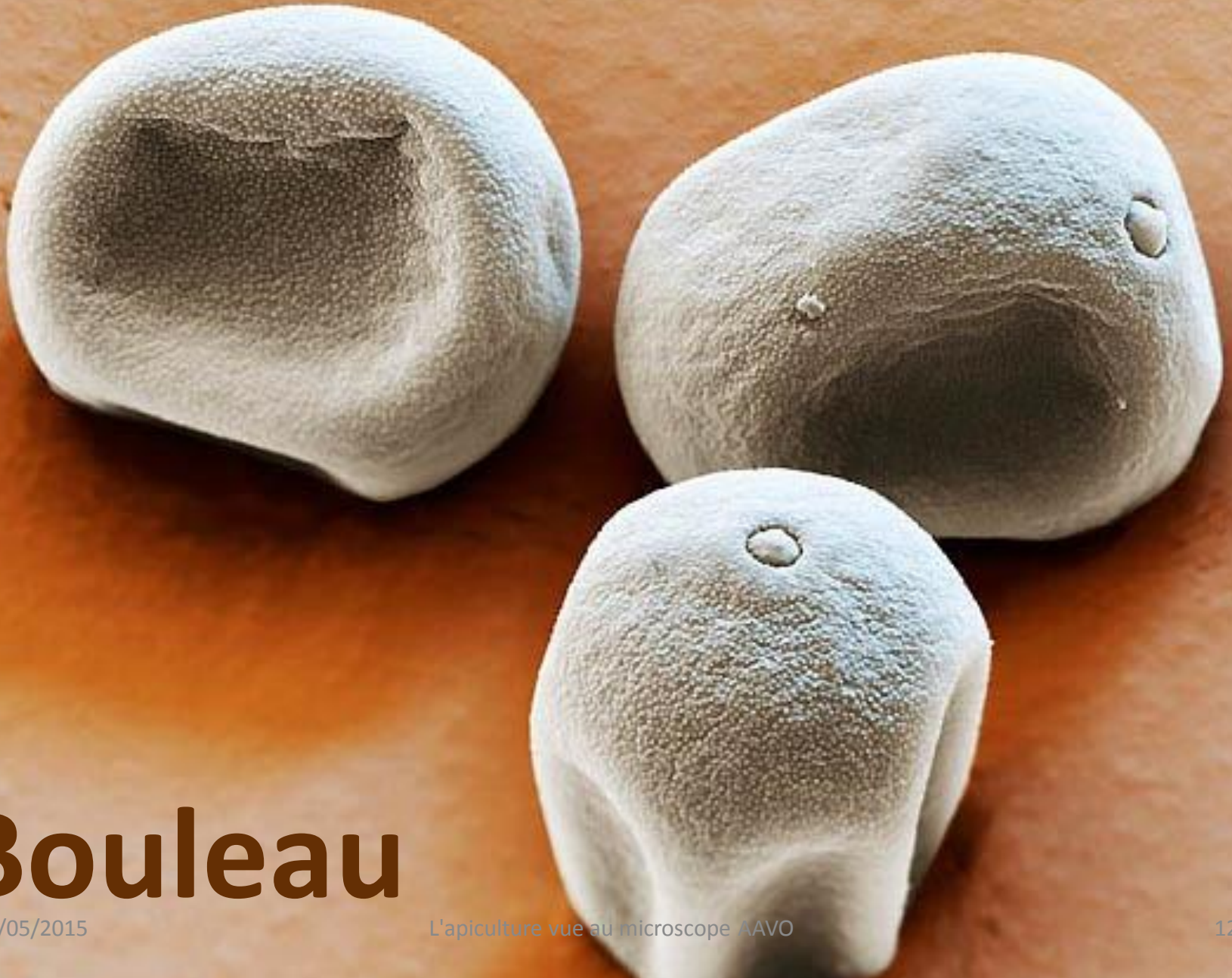


# Bouleau

06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

127



# BOULEAU





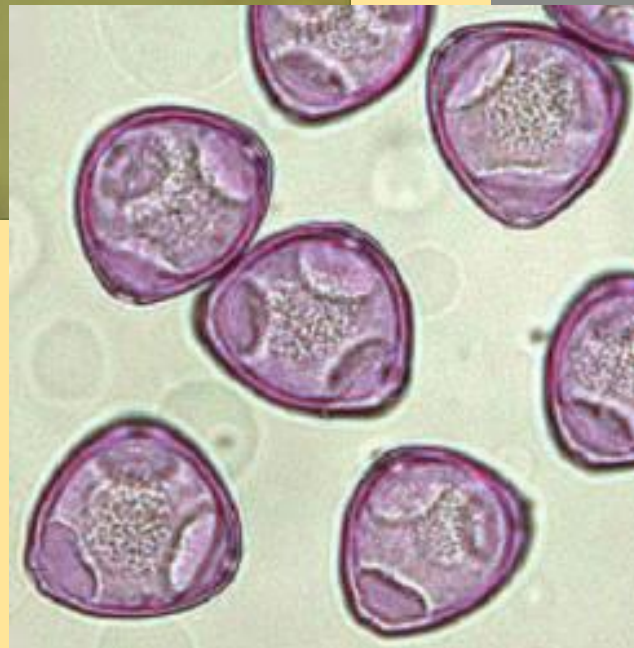
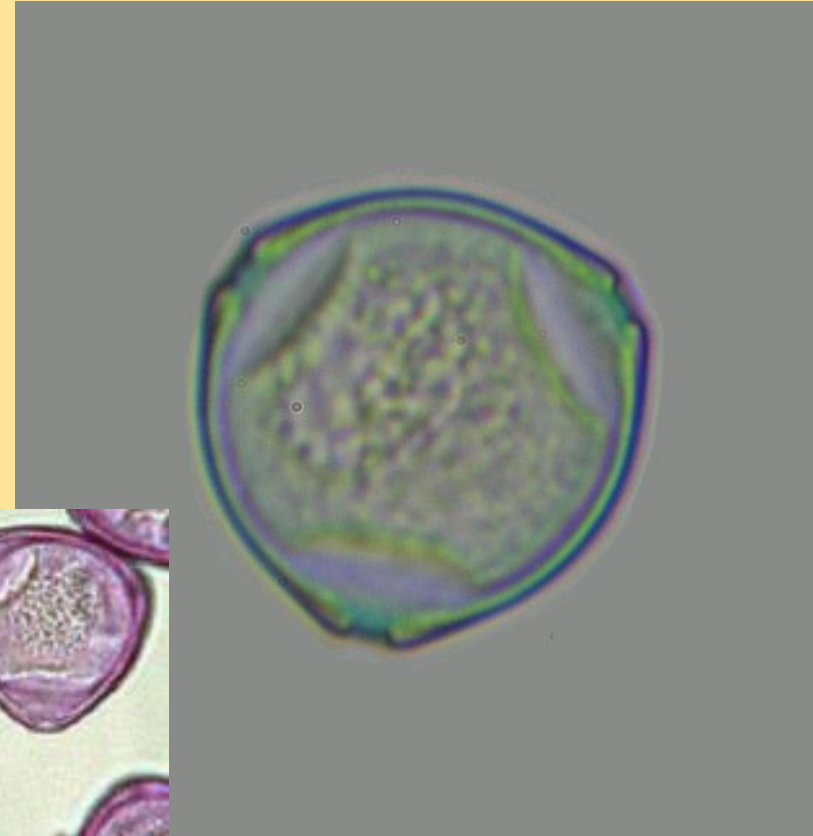
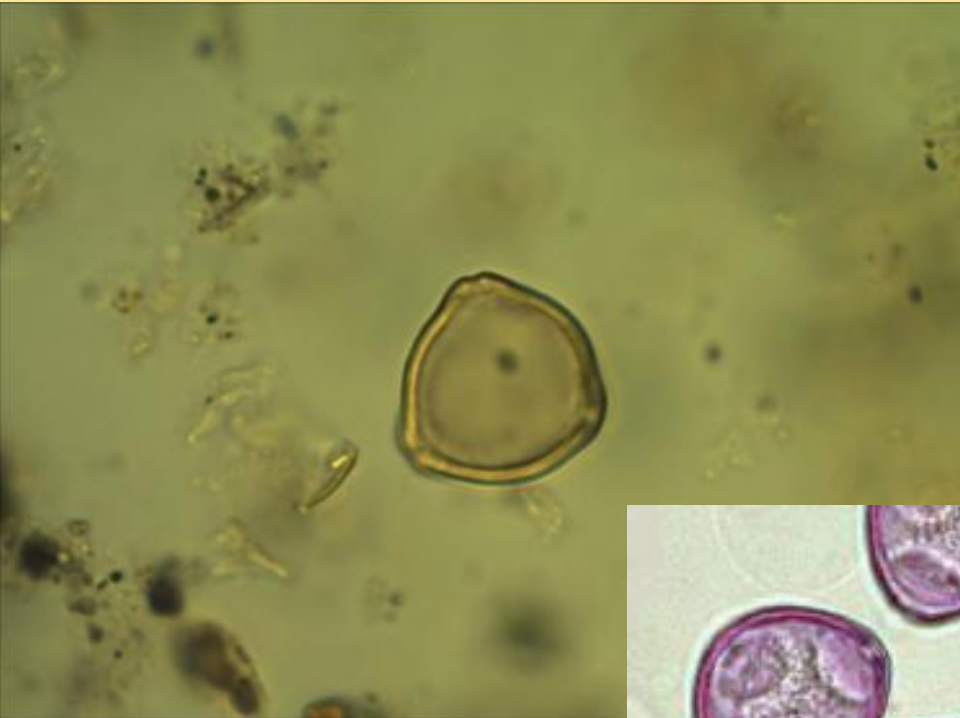
# SAULE



# SAULE



# NOISETIER



# ACCACIA



# PLATANE



# CHATAIGNIER



# MARRONIER



# PIN





# PIN



# CERISIER

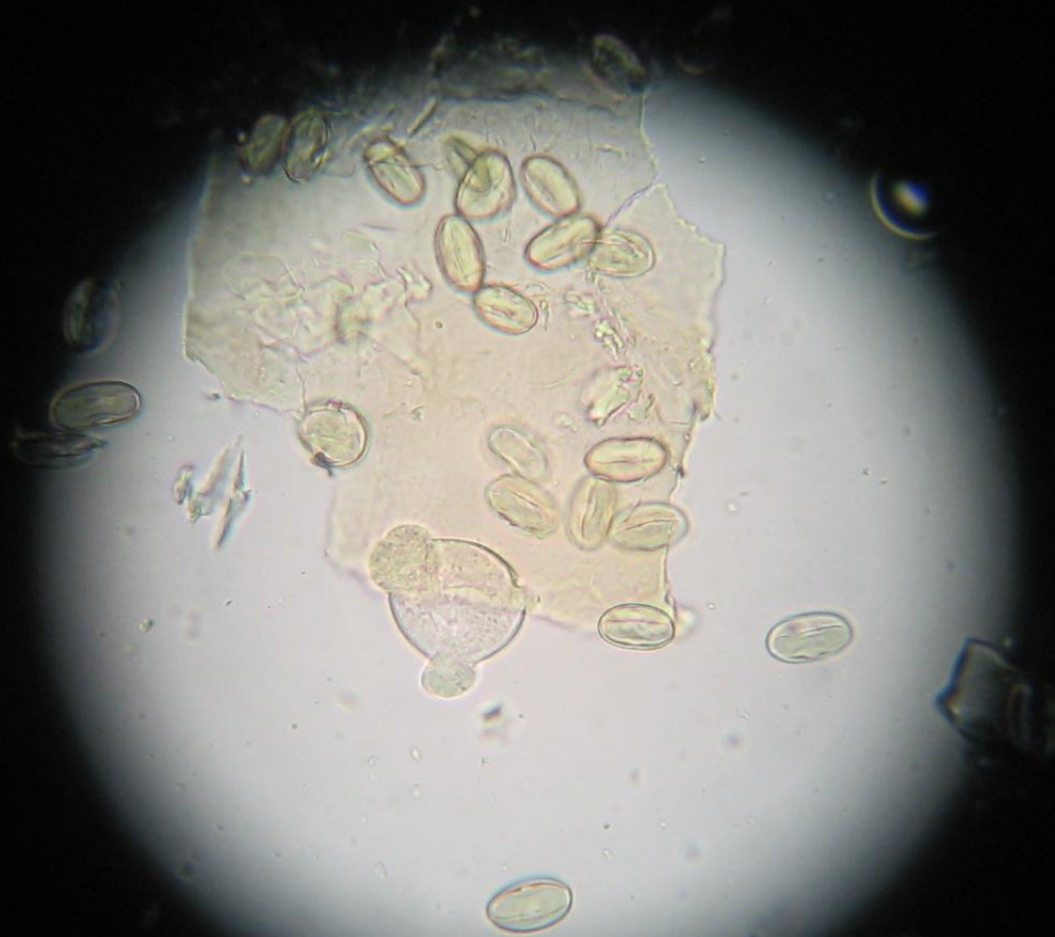


# CONCOMBRE





**Noisetier ?**



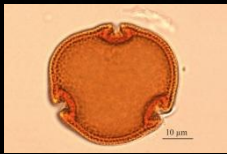
PIN ?

06/05/2015

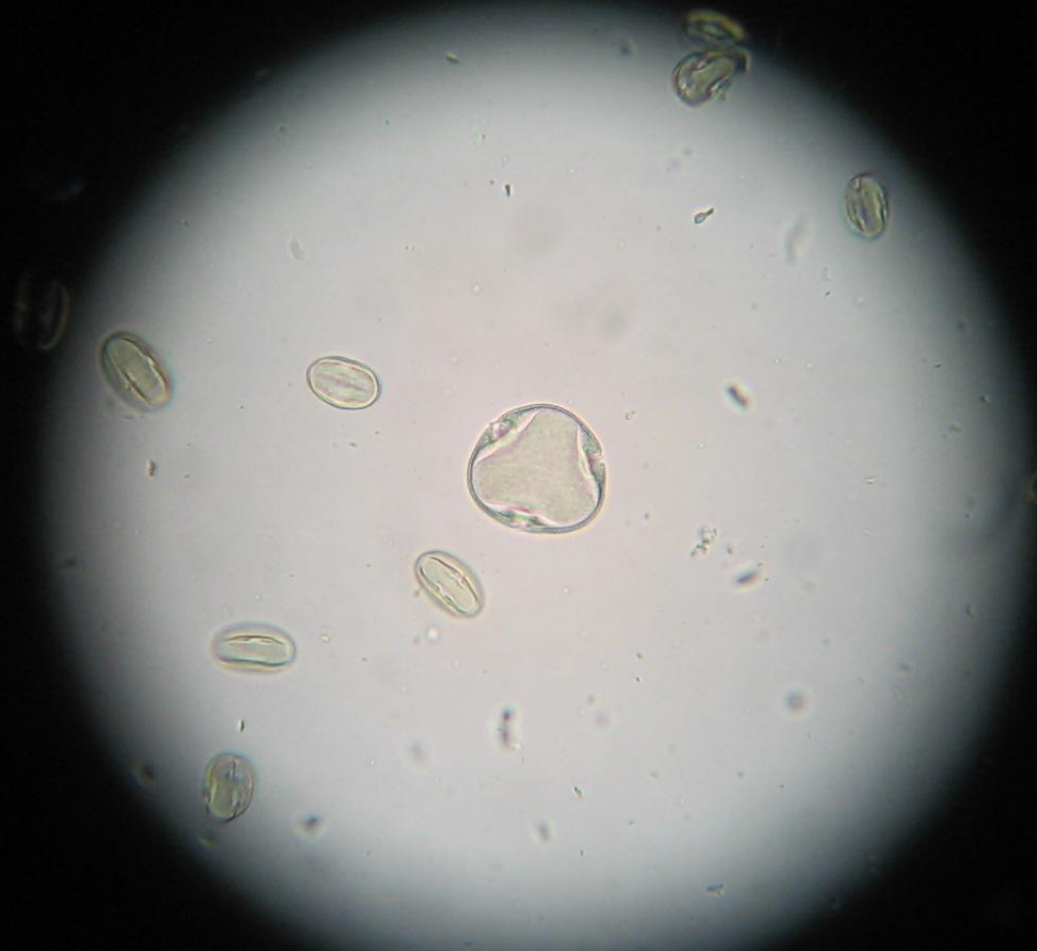


CHATAIGNIER ?

141



TILLEUIL



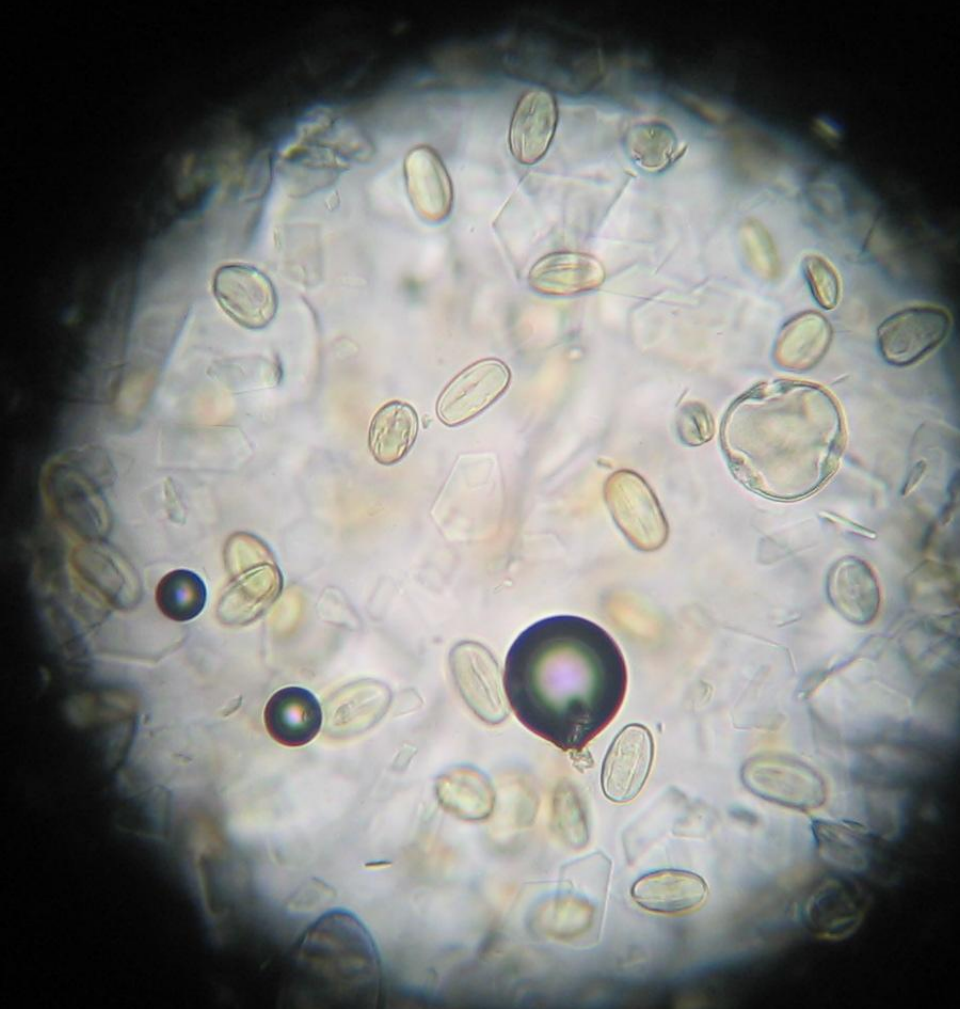
CHATAIGNIER



TILLEUIL



CHATAIGNIER

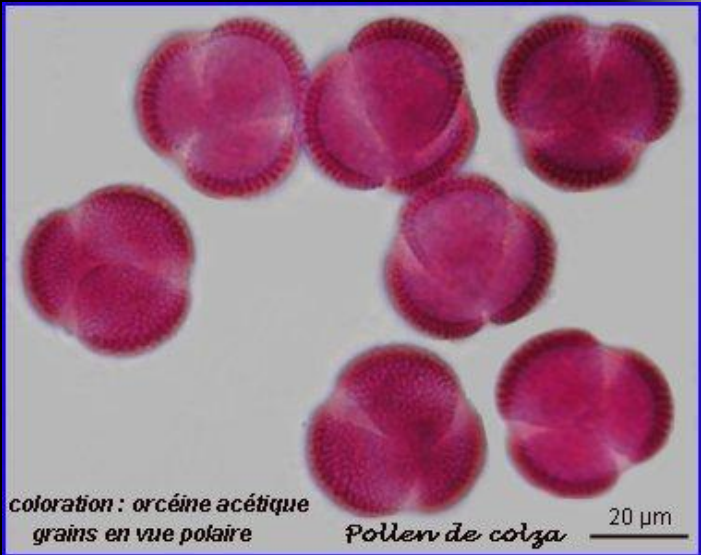


TILLEUIL



CHATAIGNIER



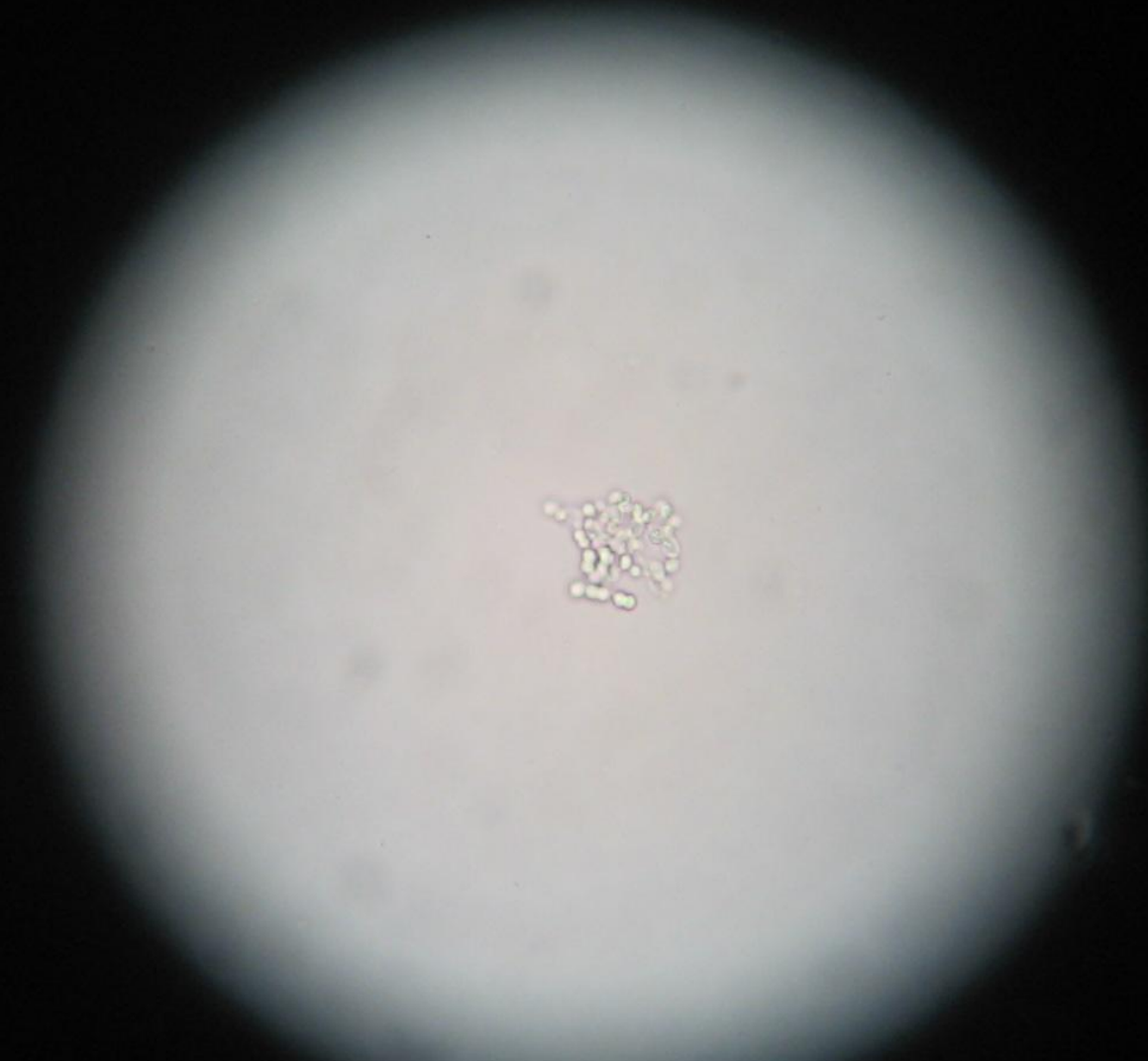


coloration : orcéine acétique  
grains en vue polaire

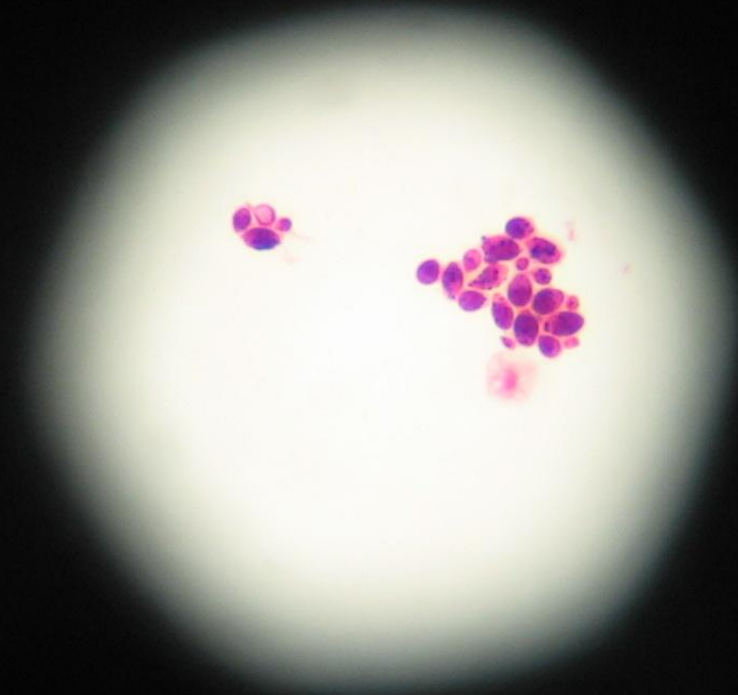
Pollen de colza

20 µm

# *LEVURES*



# *LEVURES*

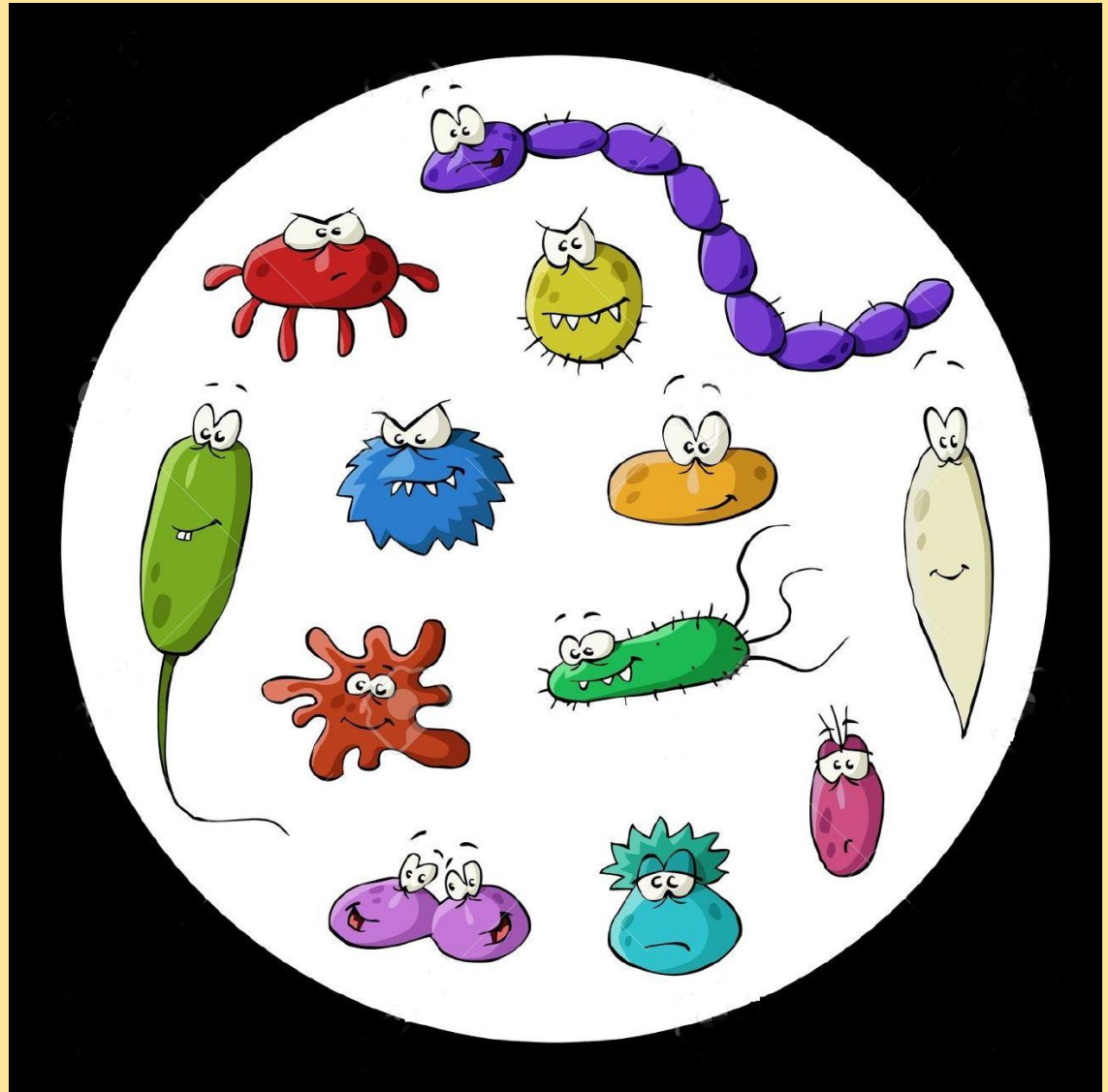


# LES MICROORGANISMES

➤ Agents fongiques  
- Levures  
- Champignons

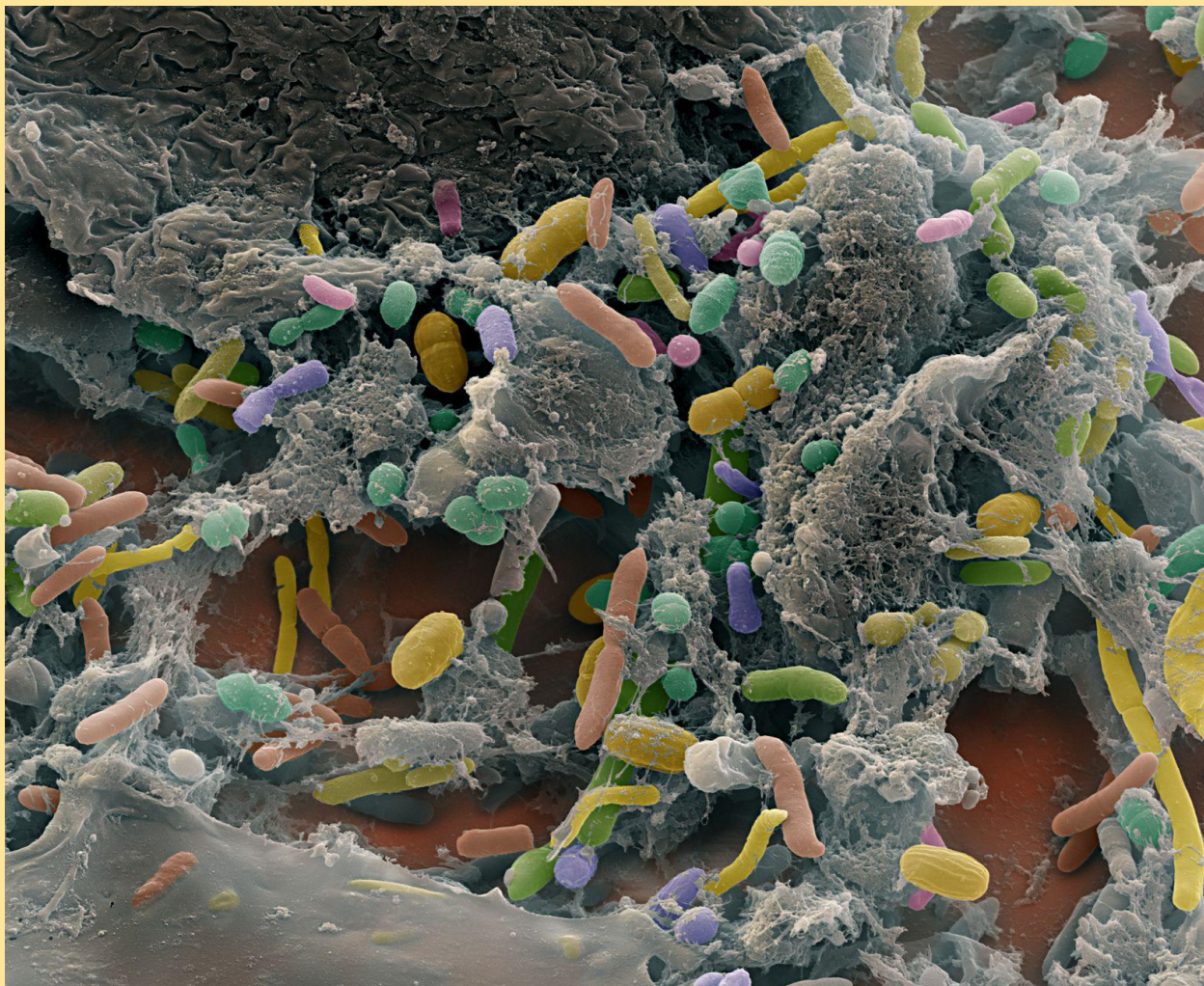
➤ Bactéries

➤ Virus



**Notre corps abrite plus de 500 espèces de bactéries différentes aux formes et aux tailles variées → 100.000 milliards de cellules, soit 10 X plus que de cellules humaines, Ces bactéries s'attachent entre elles et forment des populations complexes appelées biofilms.**

**Grossissement : X 7500**



# *LEVURES (non pathogènes pour l'abeille)*

Taille : 4 à 10µm

**Champignons ascomycètes unicellulaires ; ce sont des eucaryotes (la cellule présente des compartiments comme le noyau avec l'ADN ou les mitochondries). Chaque individu est constitué par une unique cellule.**

Généralité sur les levures :

**Cause maladies chez l'homme, mycoses dont les agents pathogènes sont essentiellement des candida.**

**La flore présente sur la peau, ongles et les muqueuses est supplantée par cette levure normalement présente dans la flore commensale en faible quantité**

**Chez immunodéprimés ou pour d'autres raisons (macération)(irritations), (traitement antibiotique ayant décimé la flore)...il se crée un déséquilibre et elle peut devenir pathogène en prenant seule la place de la flore commensale.**

# LEVURES

- ▶ absence de pathogénicité chez l'abeille
- ▶ rôle dans l'apiculture : hydromel
- ▶ industrie agro-alimentaire Saccharomyces cerevisiae (étymologie : champignon à sucre de cervoise, la bière des Gaulois).
- ▶ lieu de vie : les levures contaminent naturellement fruits, grains et grains de pollen.

▶ 1680 : à l'aide d'un microscope, Leeuwenhoek observe pour la première fois les globules de levure de bière.

▶ 1857 : pour Louis Pasteur les agents responsables de la fermentation sont les levures.

En perçant ainsi ces mystères, il démontre que la cellule de levure peut vivre avec ou sans O<sub>2</sub>.

La levure est le meilleur microorganisme pour effectuer la fermentation alcoolique à partir de sucres simples, glucose, fructose

# *Hydromel = eau + miel + levures (pollen)*

**En présence O<sub>2</sub>** dégradation des sucres simples (en C<sub>6</sub>) présents dans son milieu de vie, par un métabolisme oxydatif ⇒ vie, croissance et multiplication.

**Respiration aérobie :**     $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 H_2O + 6 CO_2 + 686kcal$   
Glucose + Oxygène → Eau + Gaz carbonique + Energie

**En l'absence O<sub>2</sub>** levure + sucre = production d'alcool (fermentation)  
grâce à ses enzymes (les zymases), elle dégrade les sucres simples (en C<sub>6</sub>) présents dans son milieu de vie, par un métabolisme fermentatif qui conduit à la formation de gaz carbonique, d'alcool et un peu moins d'énergie.

Ce métabolisme fermentatif moins énergétique que le métabolisme oxydatif, affecte la multiplication cellulaire mais a l'avantage de permettre à la levure de survivre même en anaérobiose, vin, cidre, hydromel( titre entre 10° et 16°<18° ), pain (lors de la cuisson, alcool et gaz carbonique produits lors de cette fermentation s'évaporent).

**en anaérobiose**     $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH + 27 kcal$   
Glucose → Gaz carbonique + Ethanol + Energie

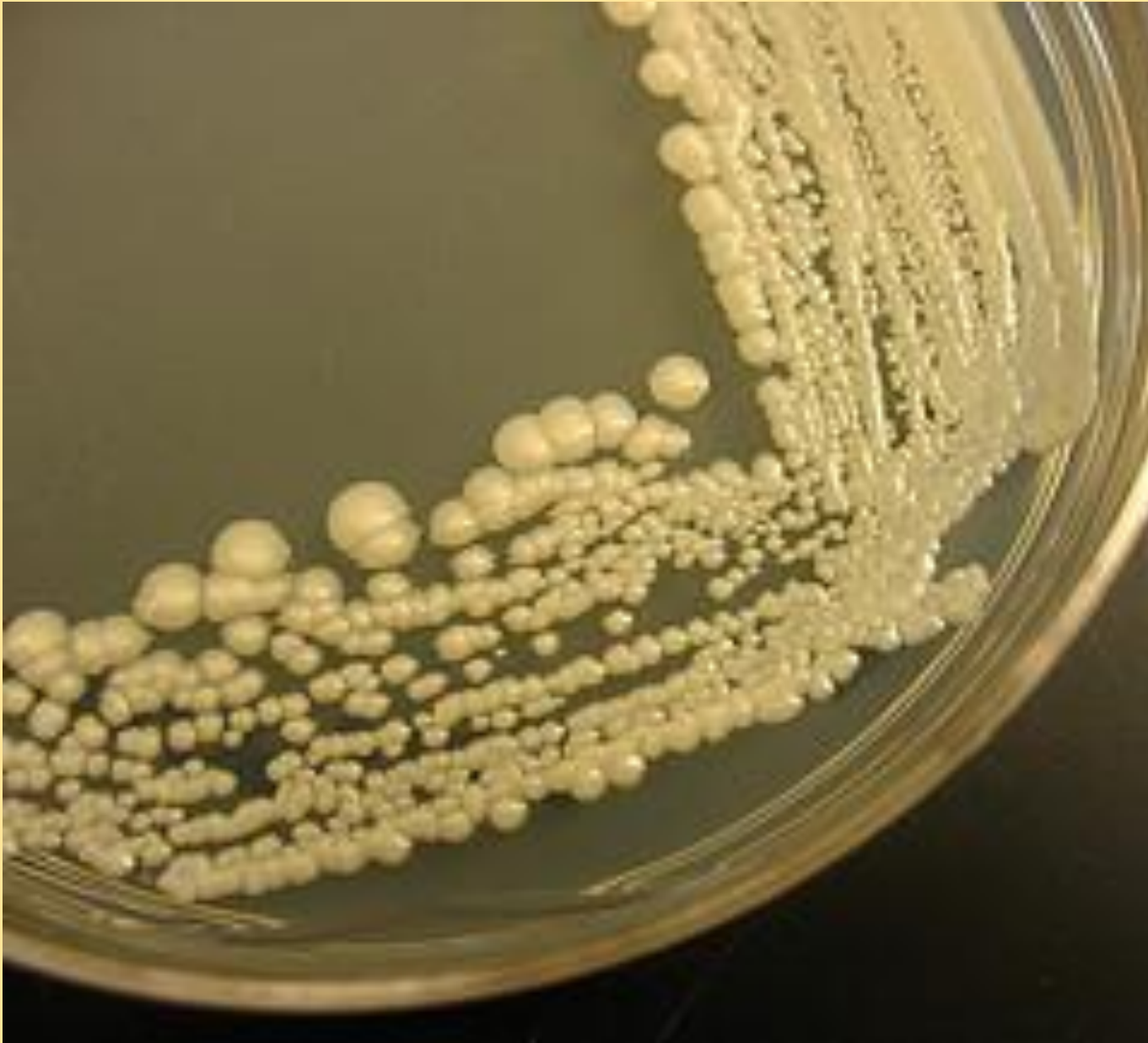


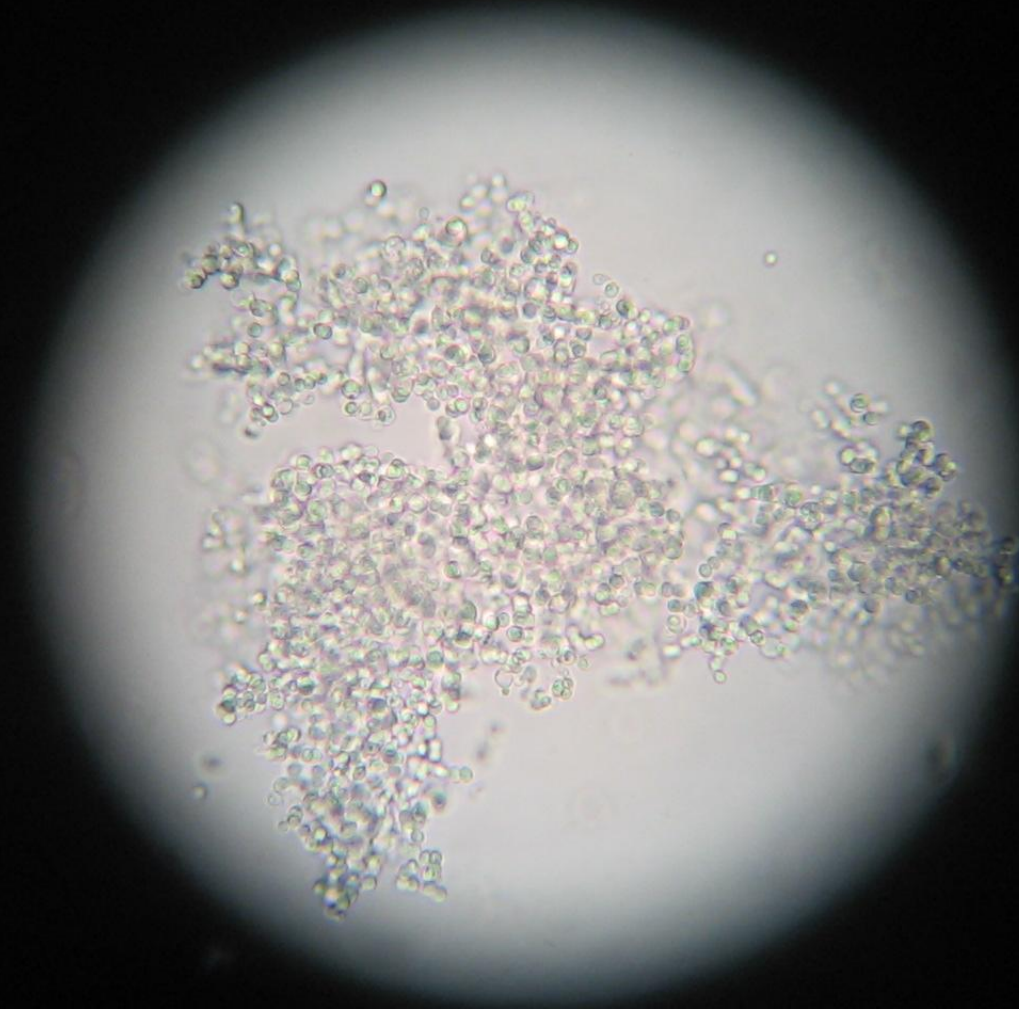
# *Fermentation acétique par la levure Mycoderma acetii*

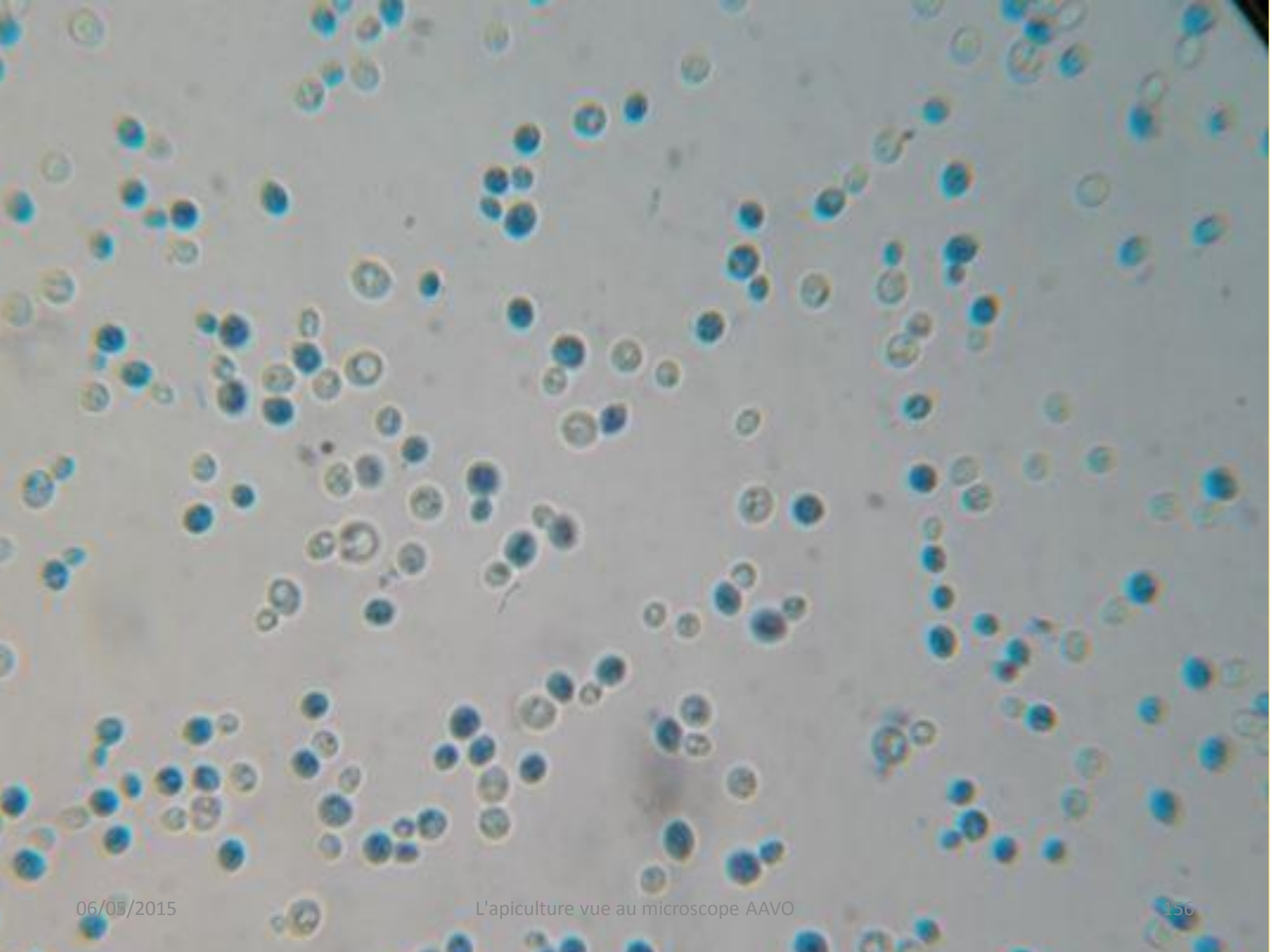
C'est Antoine de Lavoisier (1743-1794) qui a découvert que la formation du vinaigre (acide acétique ou éthanoïque) correspondait à l'oxydation de l'alcool → Fermentation aérobie

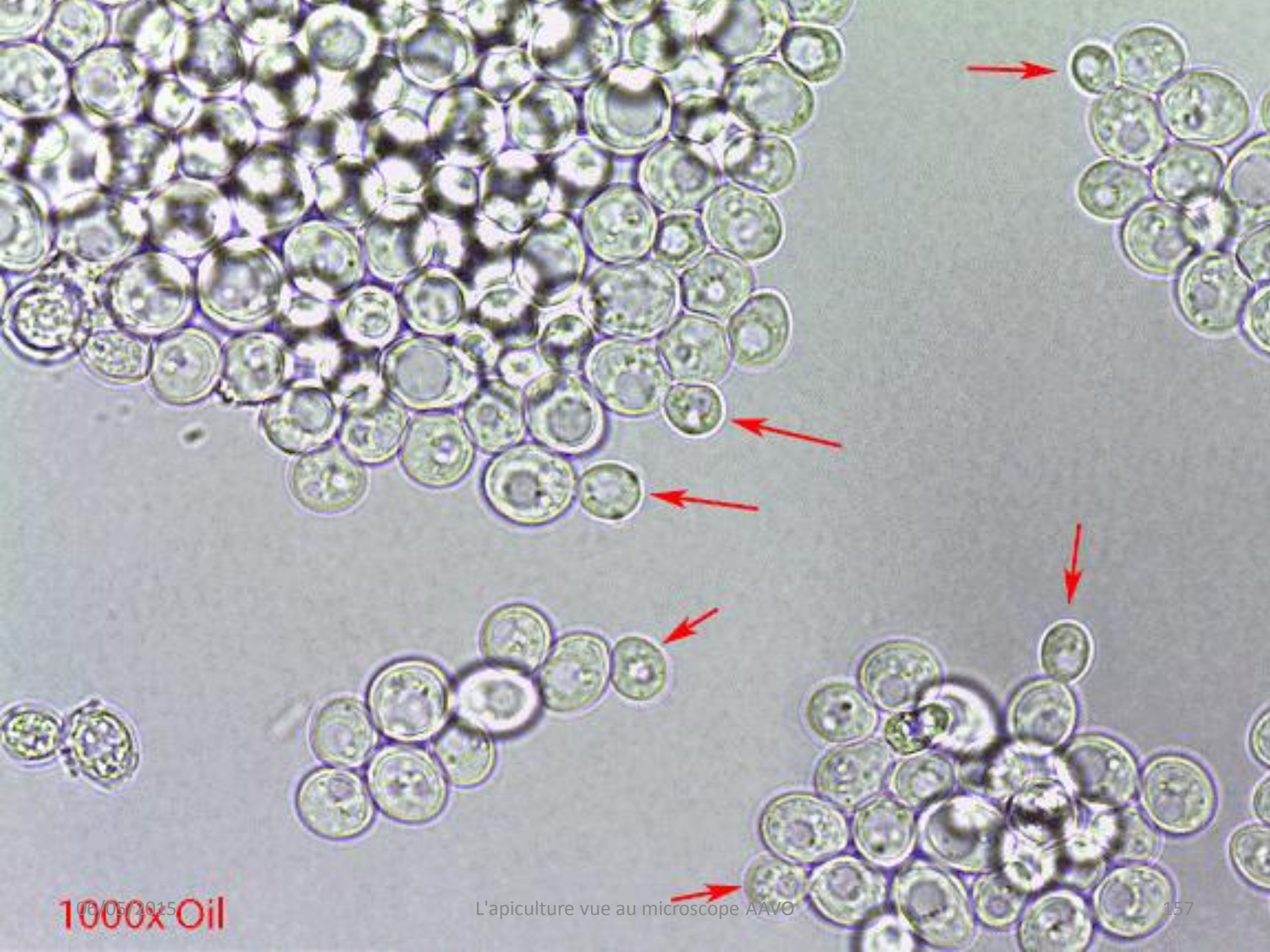


# LEVURE: *saccharomyces cerevisiae*, levure de bière ou de boulanger





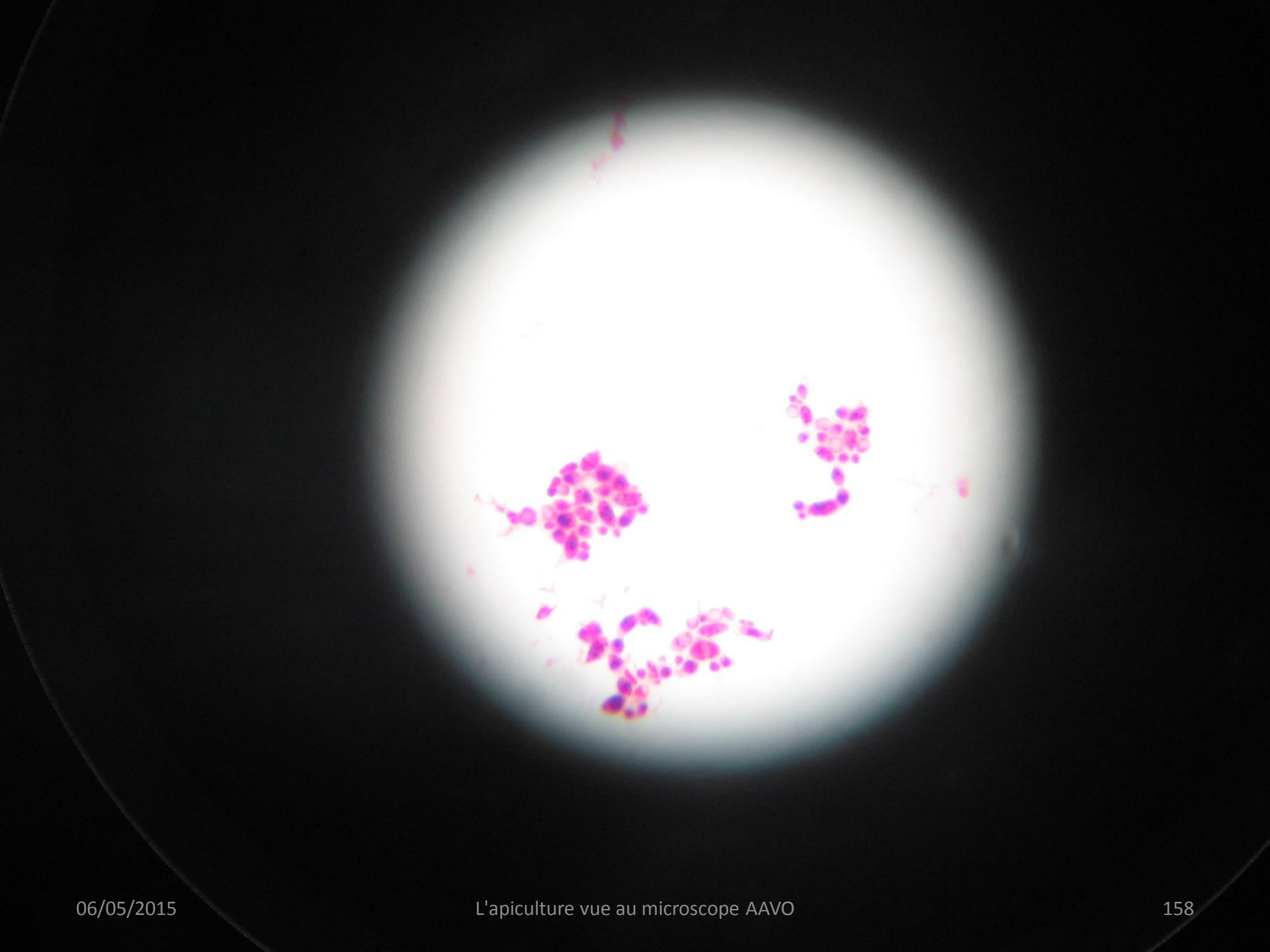




06/05/2015  
1000x Oil

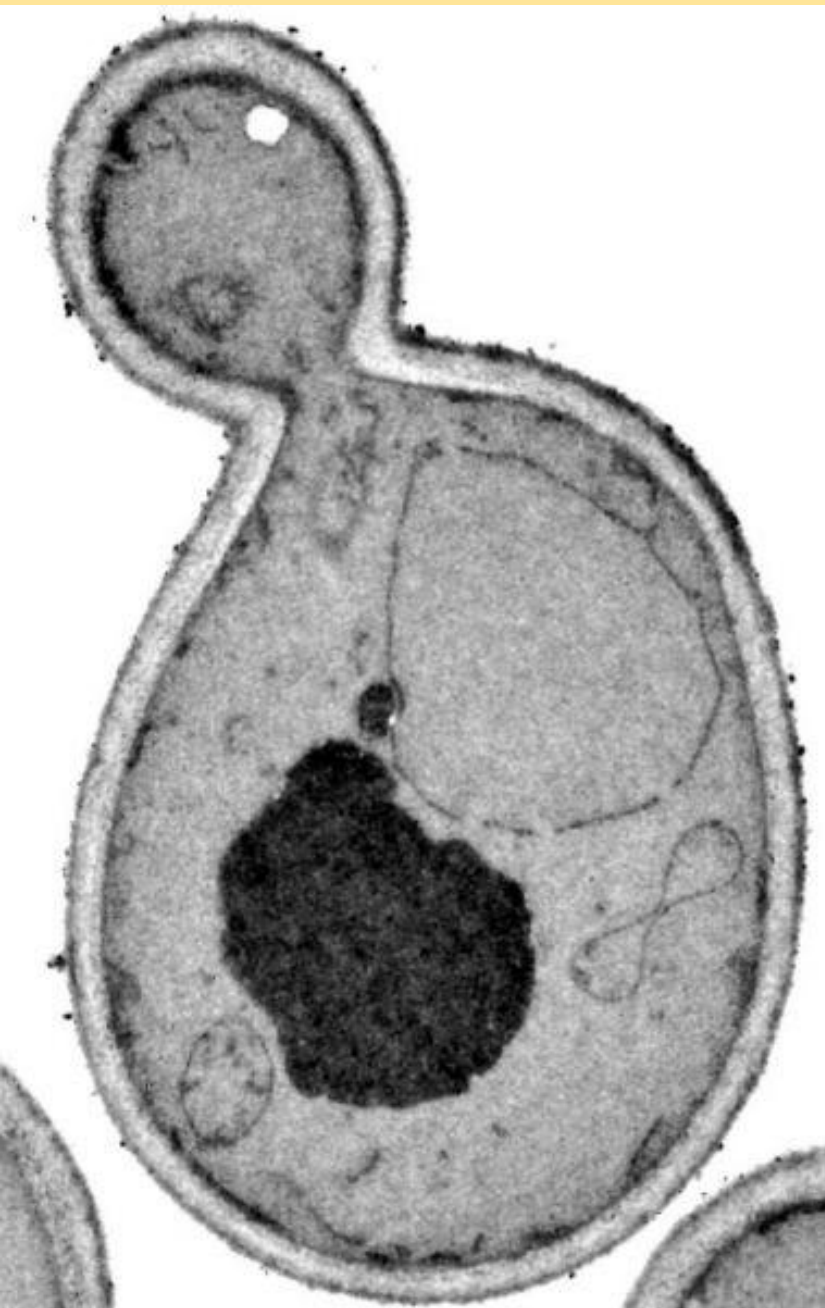
L'apiculture vue au microscope AAVO

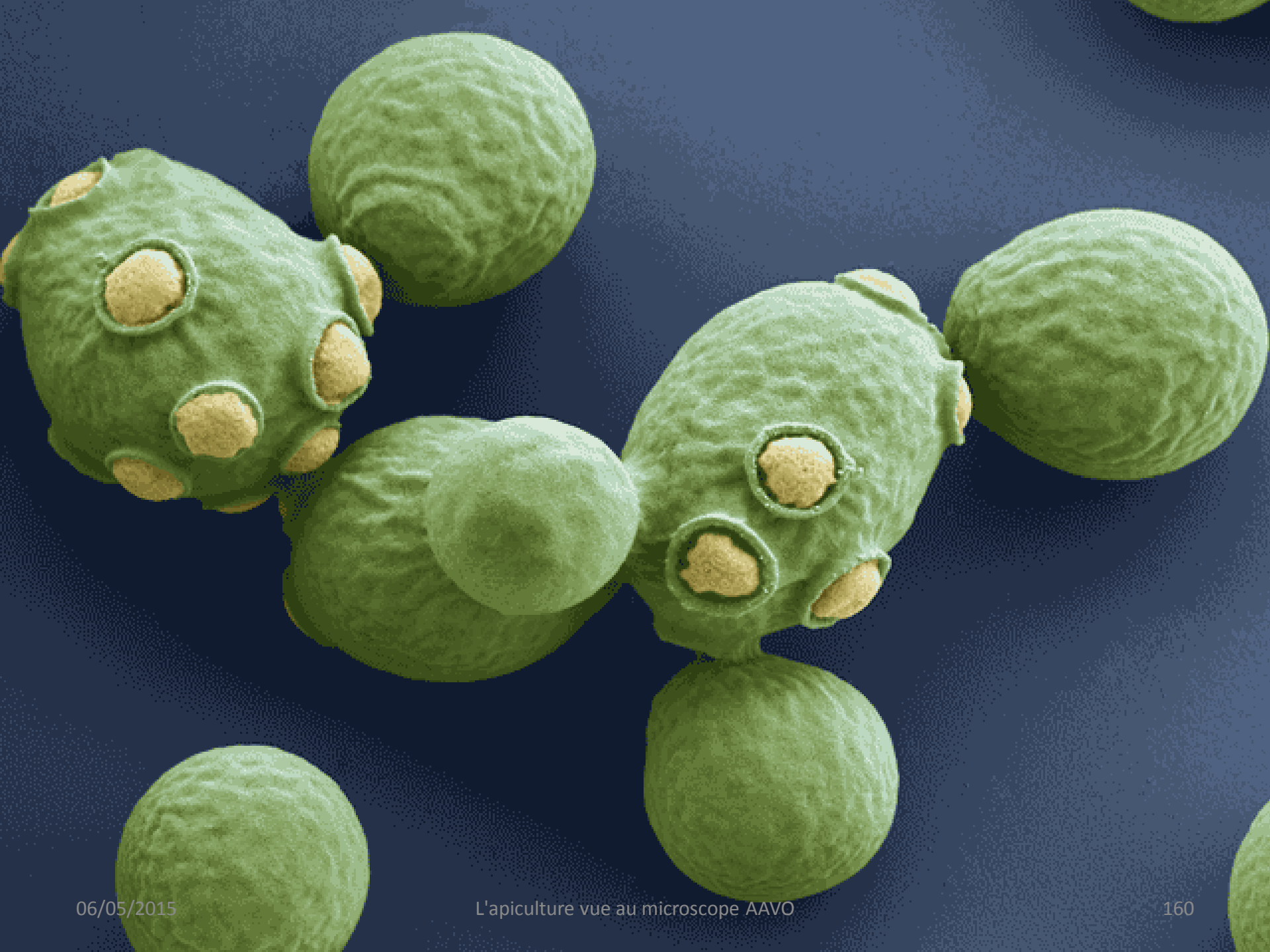
157



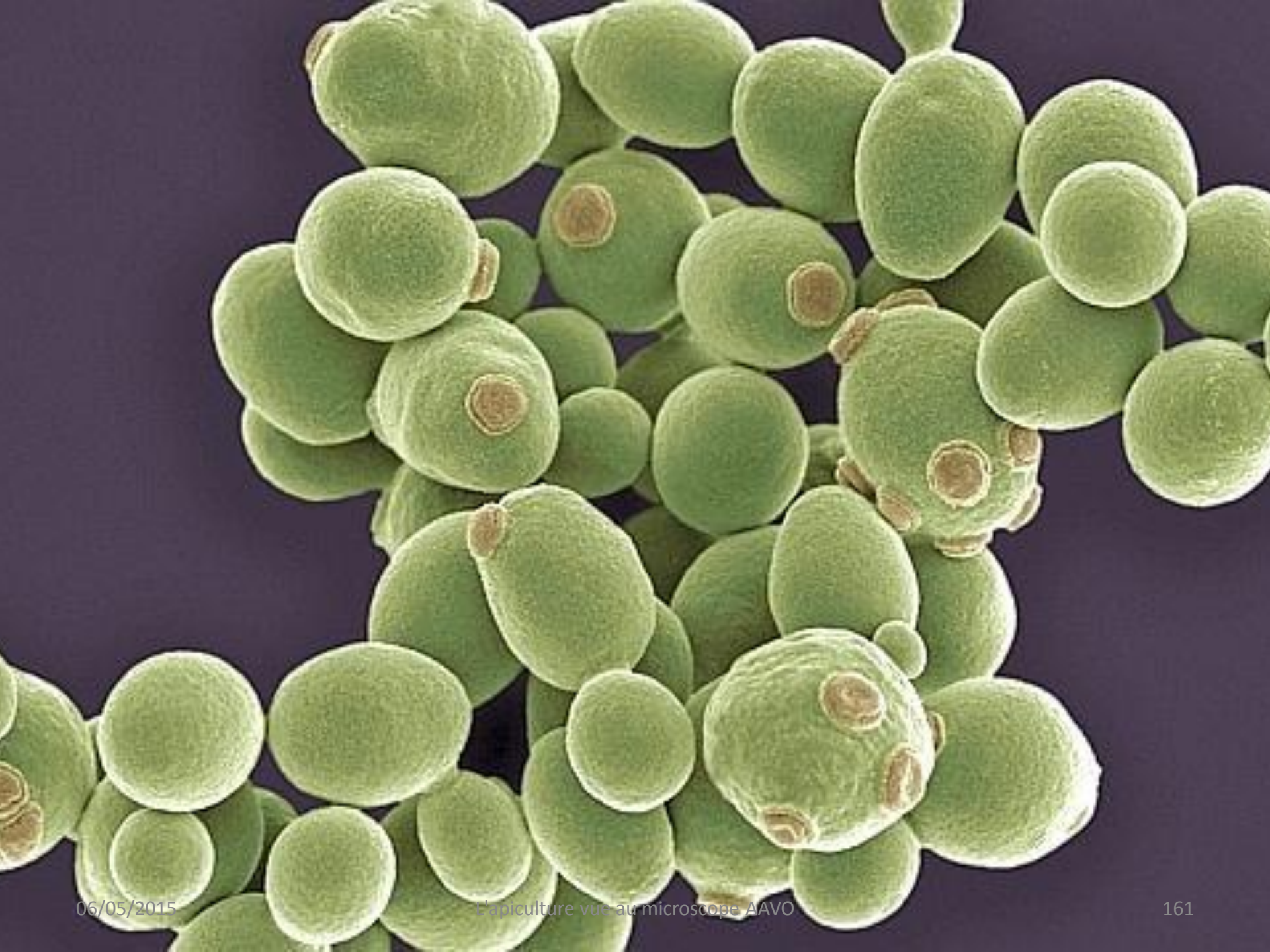
# LEVURE

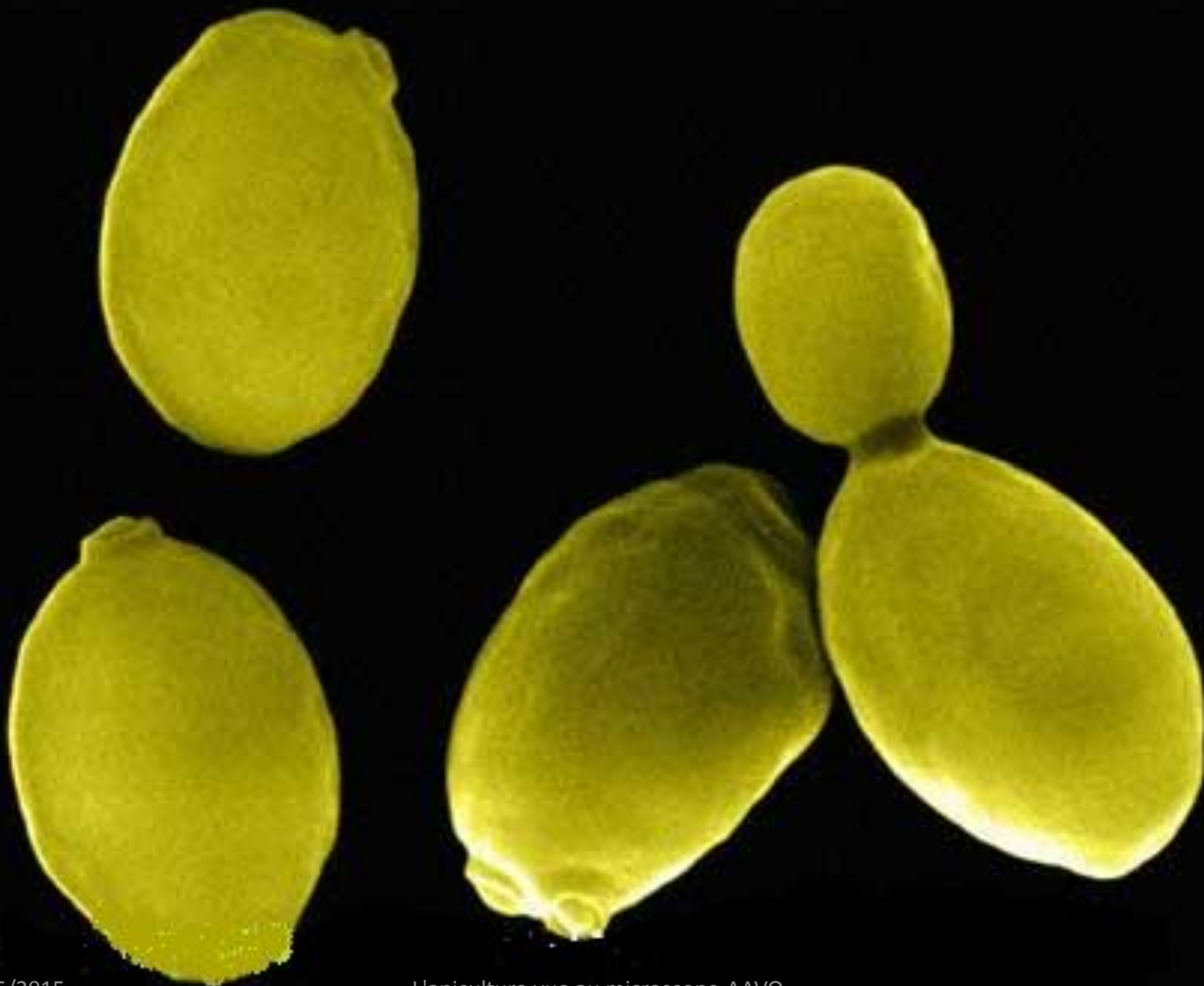
Division après  
bourgeonnement

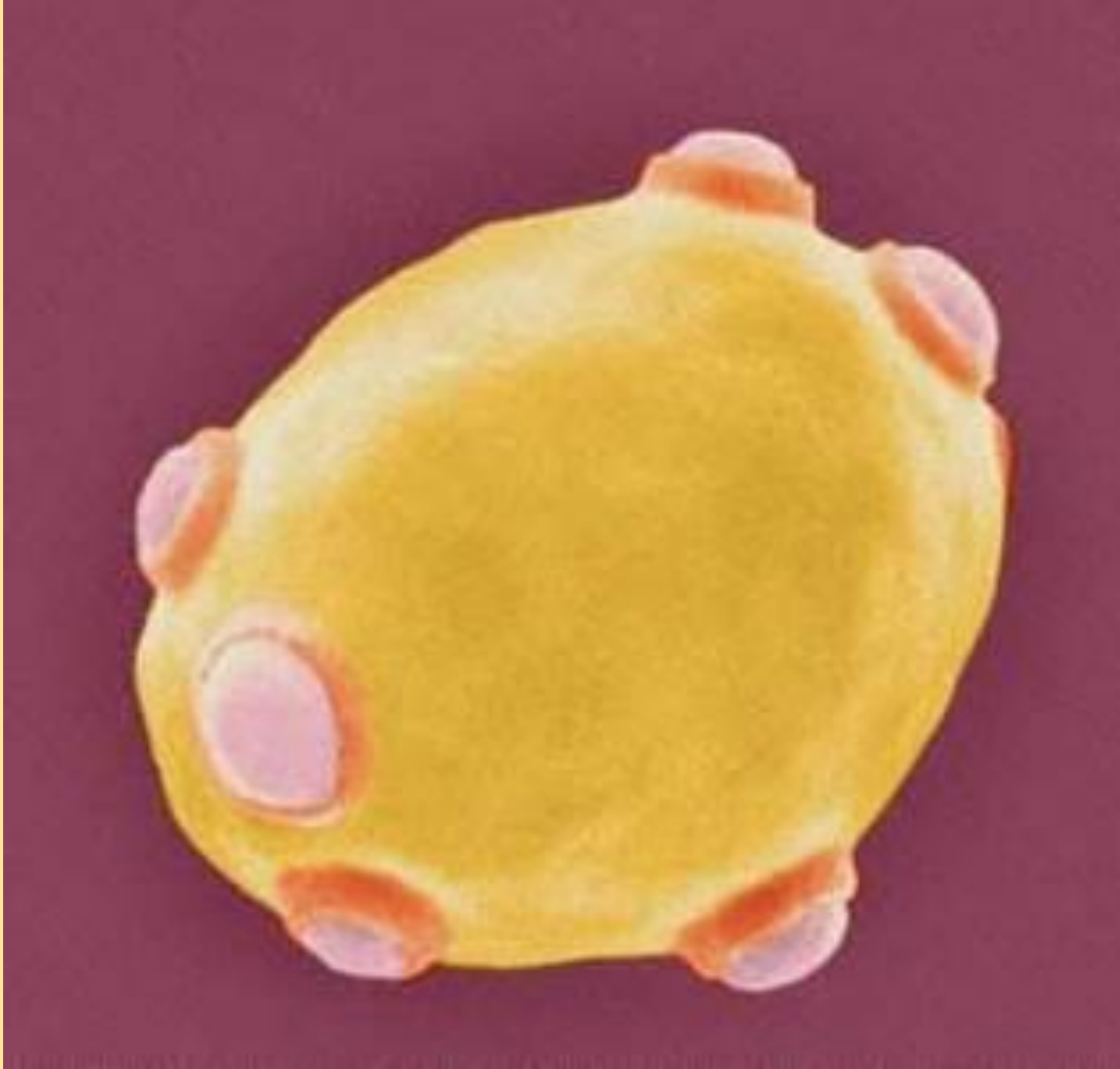


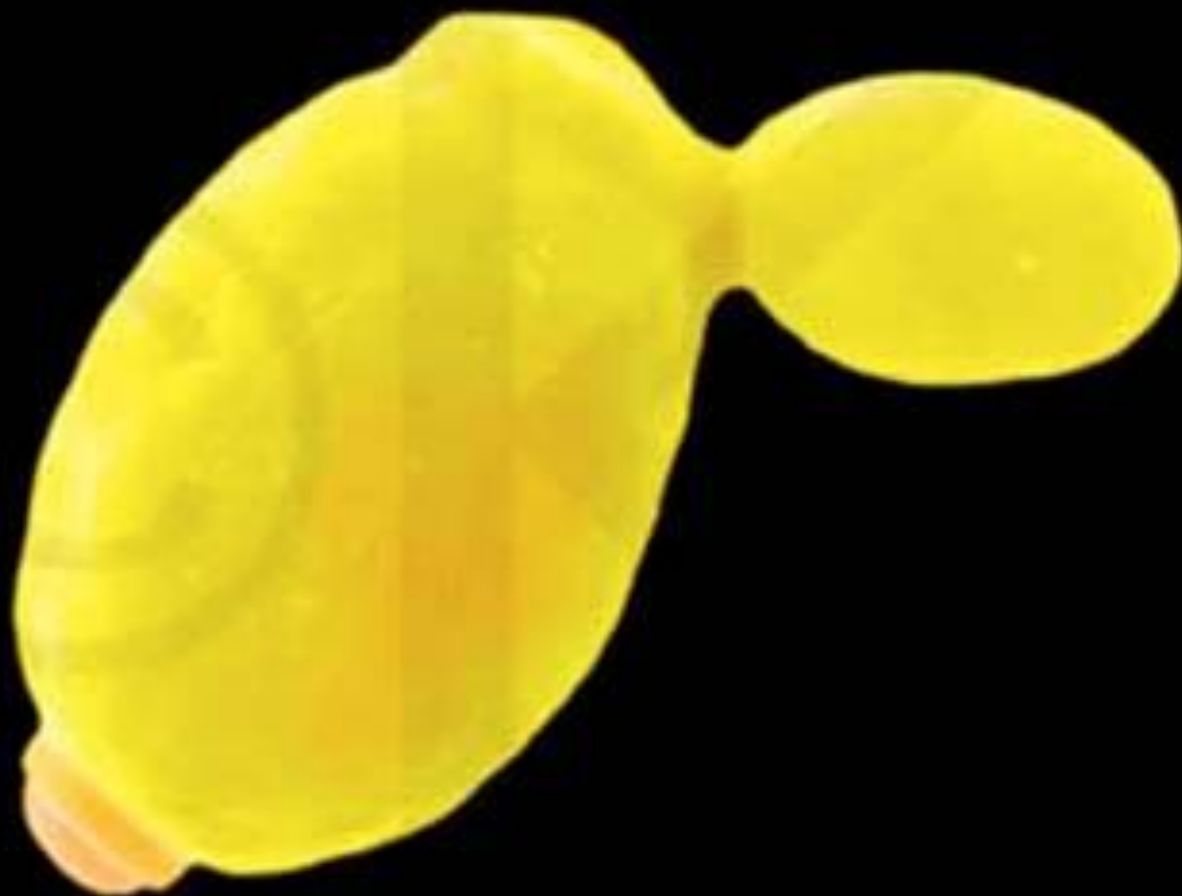


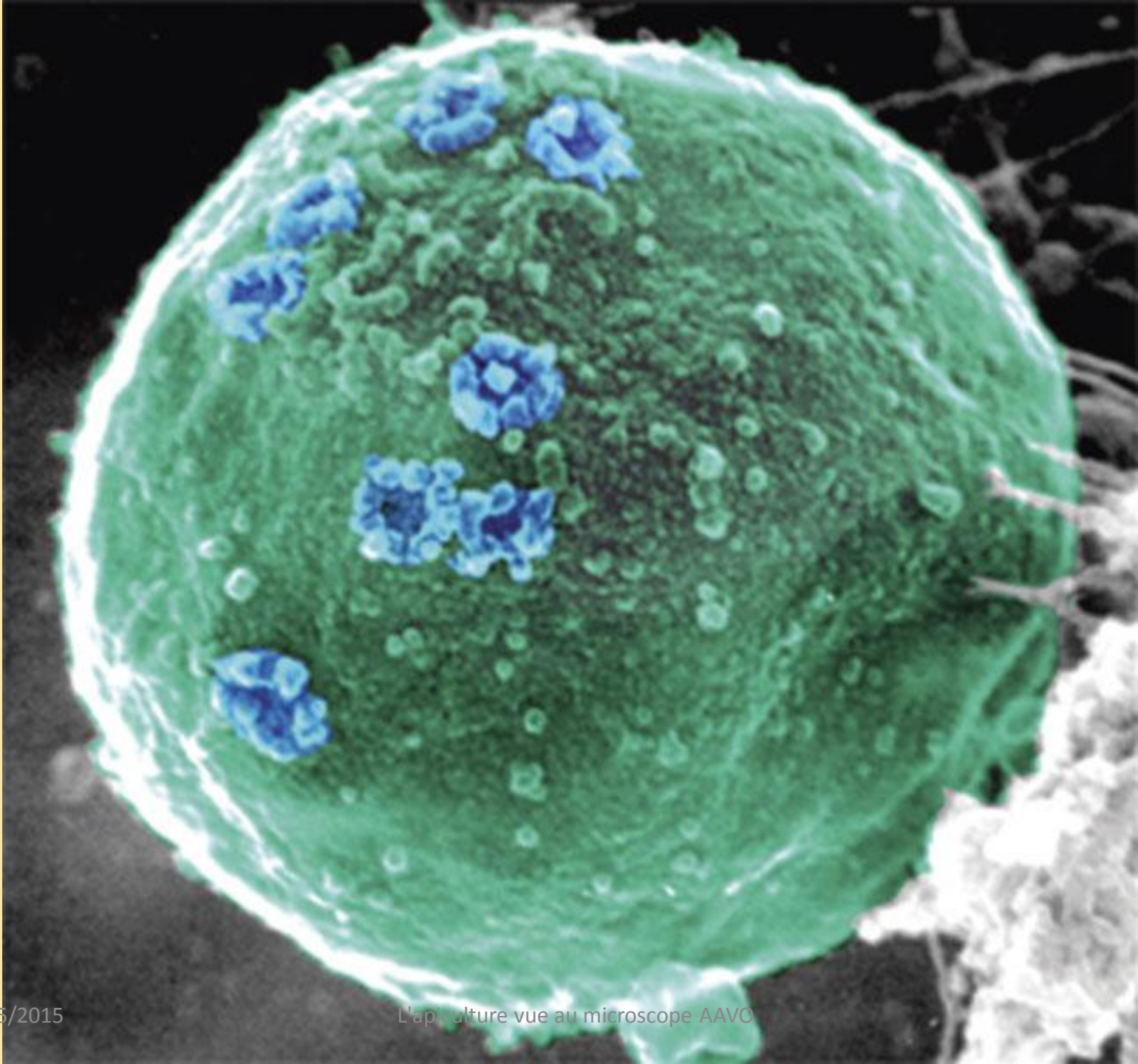




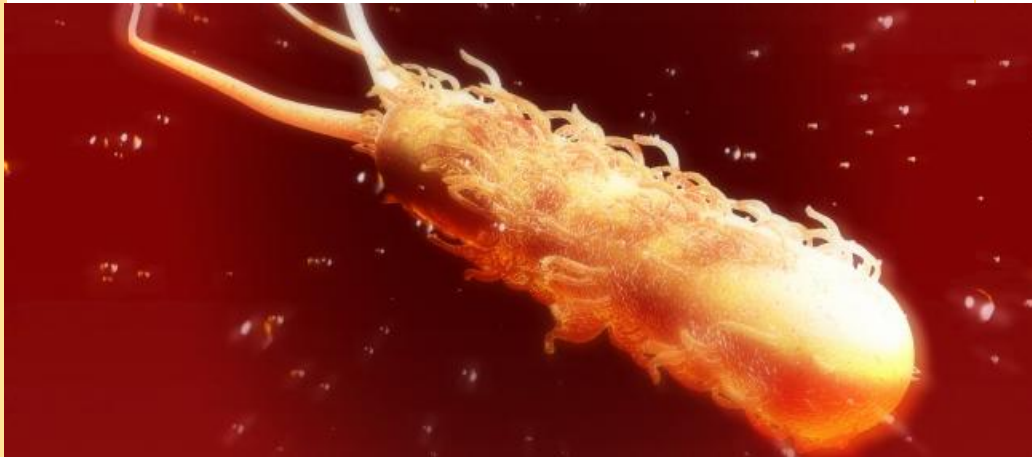
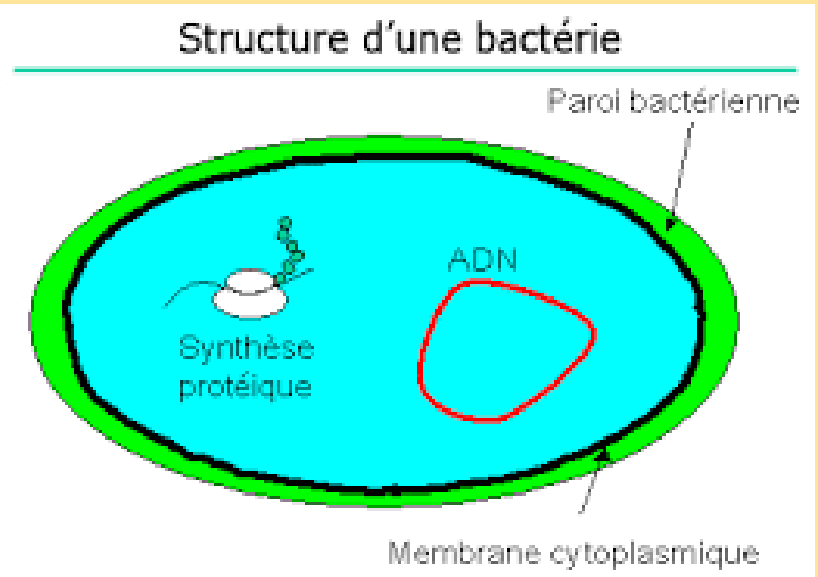
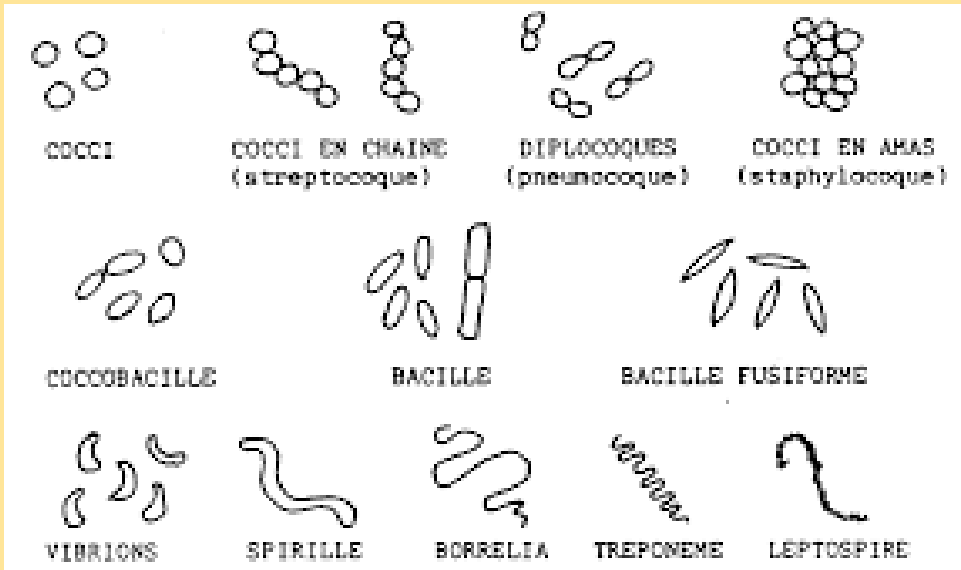






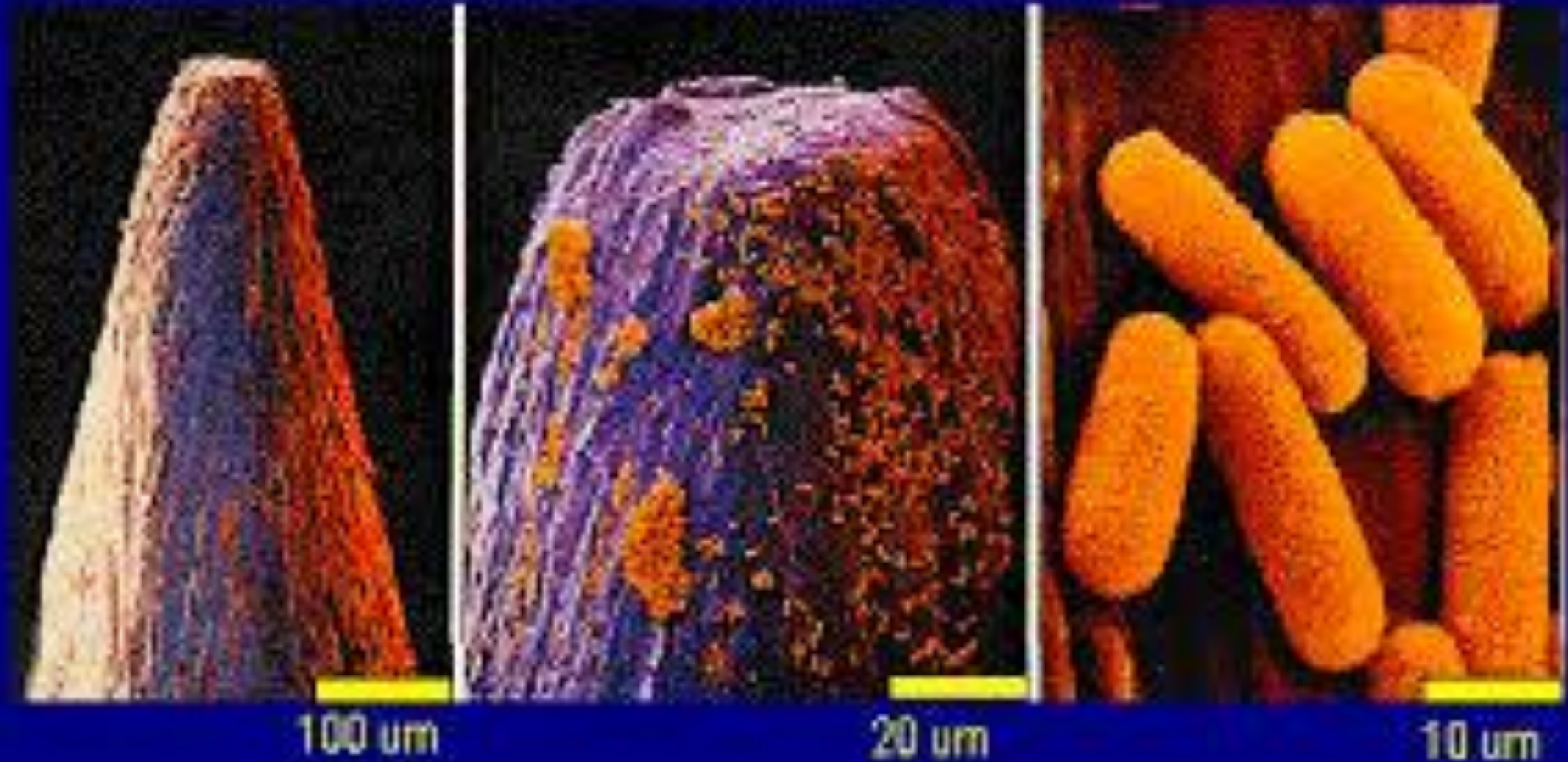


# BACTERIES



# Echelle comparative d'une bactérie

Bactéries sur la pointe d'une aiguille



# BACTERIES NON PATHOGENES

## Flore du jabot de l'abeille

Nombreuses espèces différentes de bactéries dont Lactobacillus et Bifidobacterium.

- Production de nombreuses substances antimicrobiennes et des métabolites tels que l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide formique, le peroxyde d'hydrogène et des substances équivalentes aux antibiotiques.
- Sert à protéger le nectar de la dégradation par d'autres organismes, jusqu'à ce qu'il devienne du miel.
- La flore des bactéries de l'acide lactique a un impact sur les bactéries Paenibacillus larvae provoquant la maladie de la loque américaine.

Le système immunitaire des abeilles est très peu développé et les bactéries de l'acide lactique sont reconnues pour être un important complément du système immunitaire



## *Calendrier de l'évolution des populations microbiennes*

---

---

Mars-avril-mai .....	Début d'activité de la ruche. Période de populations diverses non significative
Juin .....	Apparition de la flore significative
Juillet-août .....	Période de population microbienne équilibrée
Septembre .....	Population microbienne équilibrée
Octobre .....	Diminution de la flore lactique
Novembre .....	Fin d'activité de la ruche

---

---

- ❖ Pseudomonas
- ❖ Levures
- ❖ Lactobacillus

# Pain d'abeille

Le pain d'abeille contient en outre des aminoacides, vitamines et ferments. Il comporte moins de protéines que le pollen, mais celles-ci sont plus facilement assimilables

Tassement des pelotes de pollen + voile de miel ou de nectar



# *Le pollen contient 30 à 40 % de sucres totaux*

**sucres + enzymes produites par les microorganismes → acide lactique**

## **Fermentation lactique**

**→ développement des bactéries aérobies du premier groupe / 2 à 3 jours.**

**→ nombre ↘ pour finir par disparaître presque totalement lorsque la fermentation lactique se produit.**

**Cette fermentation → nécessaire pour la conservation du pollen ; production d'acidité, baisse du pH → stabilité vis-à-vis des microorganismes.**

**Lactobacillus présents dans le thorax et l'abdomen et en quantité plus importante dans la tête, surtout chez les jeunes abeilles qui ne sont pas encore sorties de la ruche. L'organe le plus peuplé en Lactobacillus est le jabot, mais on en trouve aussi dans les glandes hypopharyngiennes et labiales dont les conduits sont contaminés à partir de la réserve active du jabot.**

**Absence de Lactobacillus sur les étamines, le contenu du jabot sert à la confection de la pelote au cours du butinage et qu'il constitue la principale source d'ensemencement pour les pelotes.**

# LES ENNEMIS MENACENT D'AUTANT PLUS QUAND L'EQUILIBRE EST FRAGILISE



ACARIENS

CHAMPIGNONS FILAMENTEUX



BACTERIES

VIRUS



# MALADIES INFECTIEUSES DE L'ABEILLE



Agents viraux (virus à ARN)	Agents bactériens	Agents fongiques
Virus de la paralysie aiguë (ABPV, Acute bee paralysis virus)	<i>Paenibacillus larvae</i> (agent responsable de la loque américaine)	<i>Ascosphaera apis</i> (agent responsable du couvain plâtré)
Virus de la cellule royale noire (BQCV, Black queen cell virus)	<i>Melissococcus plutonius</i> (agent principal de la loque européenne)	<i>Nosema apis</i> (agent responsable de la Nosérose)
Virus de la paralysie chronique (CBPV, Chronic bee paralysis virus)	<i>Paenibacillus alvei</i> * (agent associé ou secondaire de la loque européenne)	<i>Nosema ceranae</i>
Virus des ailes déformées (DWV, Deformed wing virus)	<i>Enterococcus faecalis</i> * (agent associé ou secondaire de la loque européenne)	
Virus israélien de la paralysie aiguë (IAPV, Israeli acute paralysis virus)		
Virus du Cachemire (KBV, Kashmir bee virus)		
Virus du couvain sacciforme (SBV, Sacbrood virus)		

# VARROA

**Acarien ectoparasite originaire de l'île de Java où il vit en équilibre avec l'abeille asiatique, l'Apis cerana, présent en France depuis 1982**

**♀ 1.0 à 1.2 x 1.5 à 1.8 mm forme ovale pattes en avant brun foncé**

**♂+ petit 0.75 à 0.93mm x 0.70 à 0.90 mm forme arrondie pattes sur le côté, jaunâtre**

**Se nourrit en s'accrochant aux abeilles pour les piquer et leur sucer l'hémolymphe (sang chez les insectes)**

**Reproduction dans les alvéoles du couvain operculé, il se glisse sous la larve avant l'operculation.**

**Chaque varroa ♀ pond 5-6 œufs dont le 1<sup>ier</sup> se développe en ♂ dès le développement terminé → accouplement,**

**A l'émergence de l'abeille les ♀ adultes survivront dans la colonie, les ♂ mourront.**

**En plus de les affaiblir, à l'occasion de ces piqûres, le varroa leur transmet des virus.**

# ***VARROA : ECHELLE COMPARATIVE***















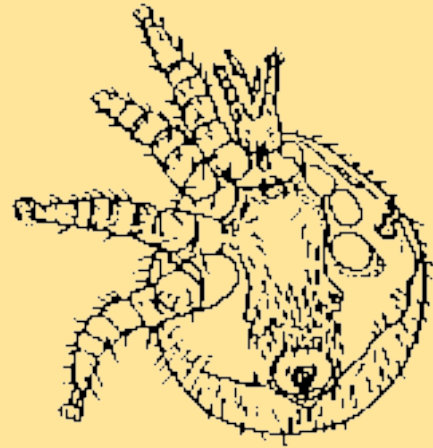
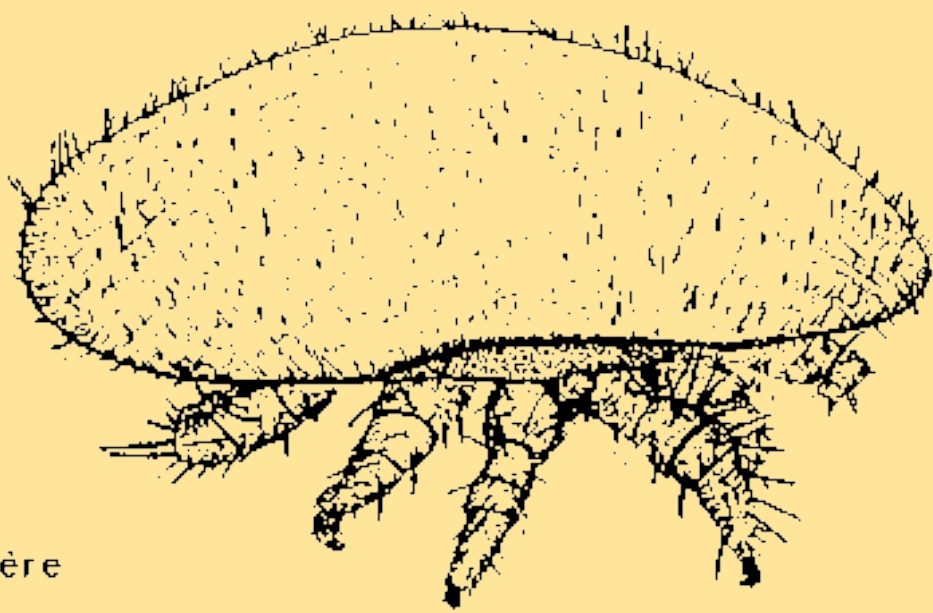
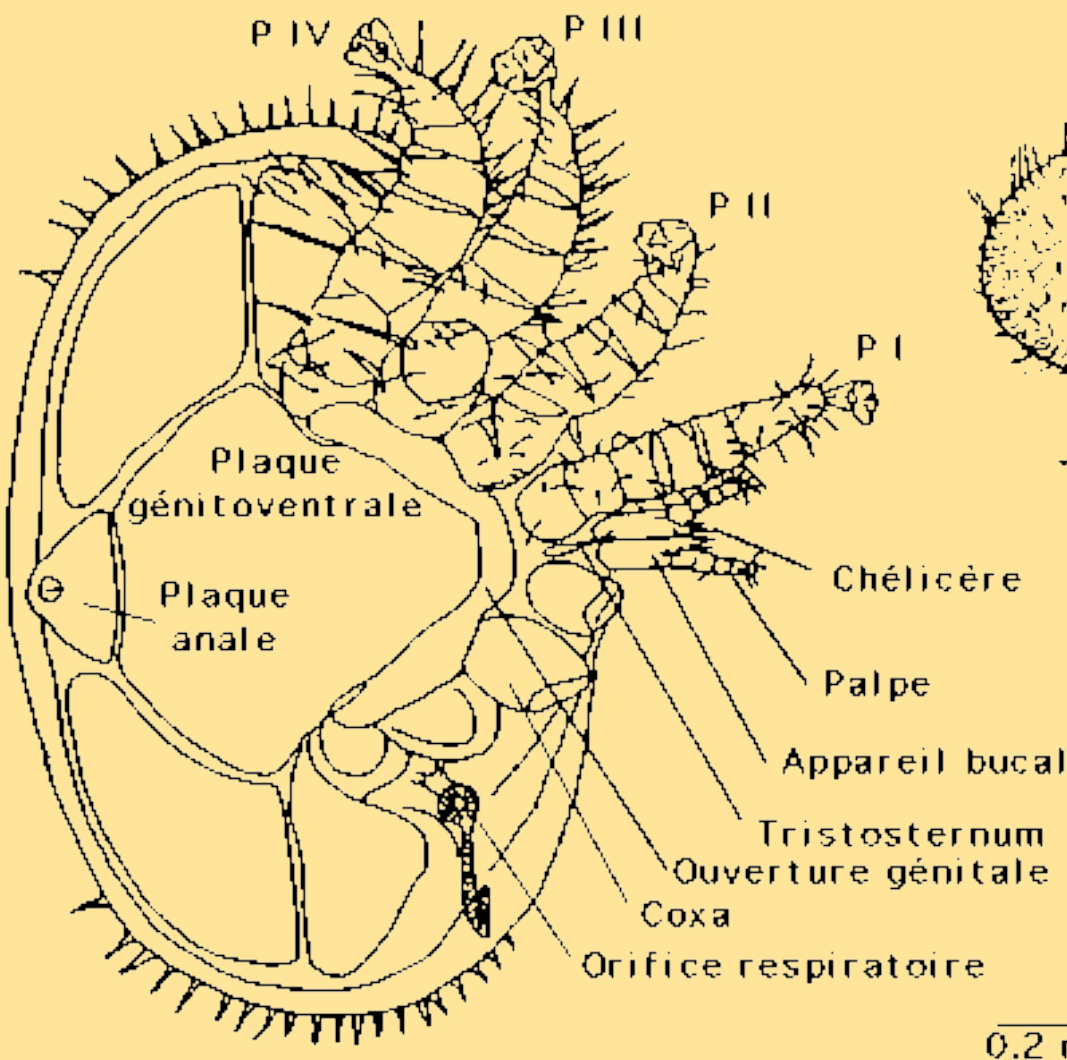






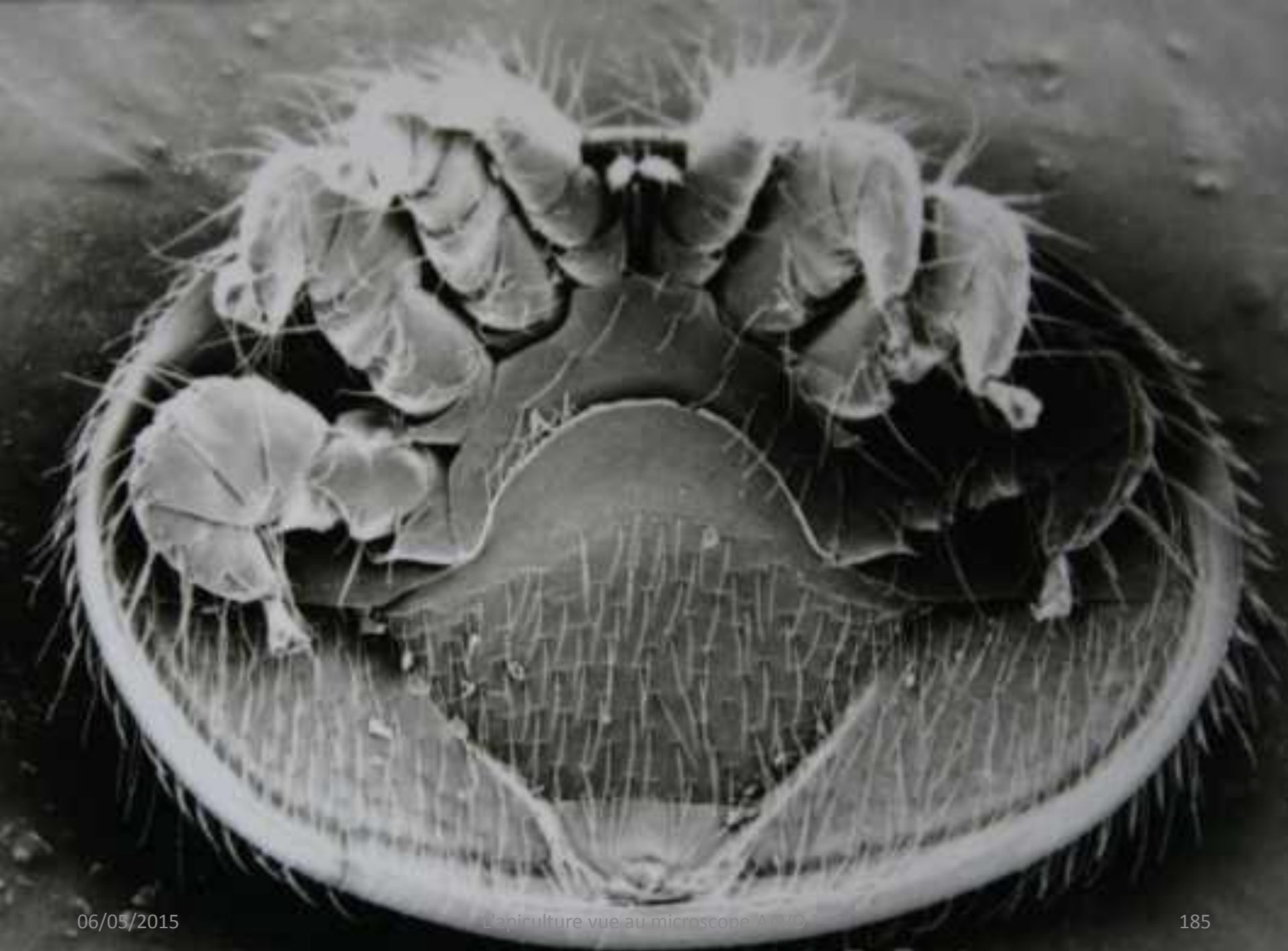
FIG. 57.  
PARASITE OF BEE.  
× 100.

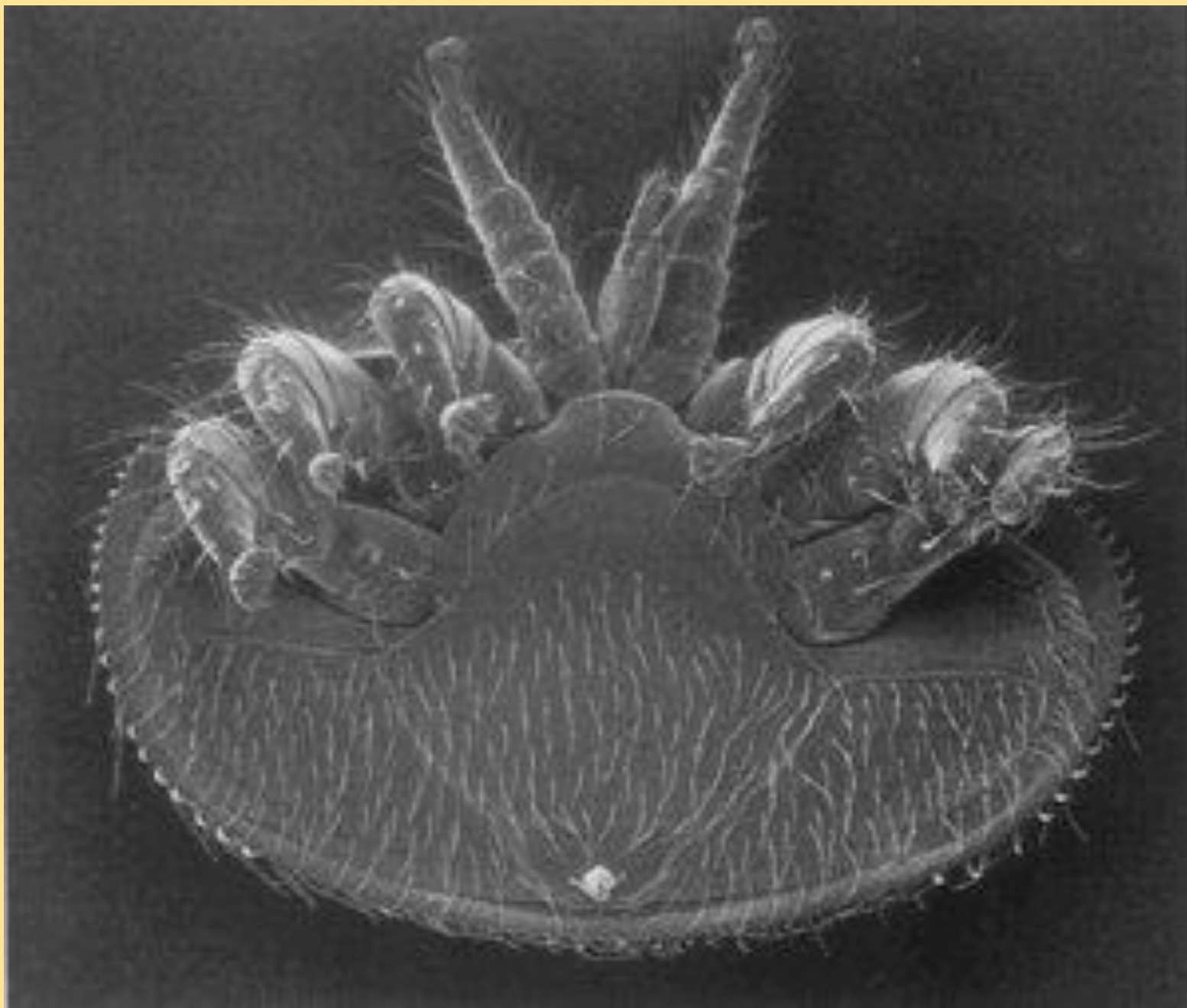
*[To face page 178.]*



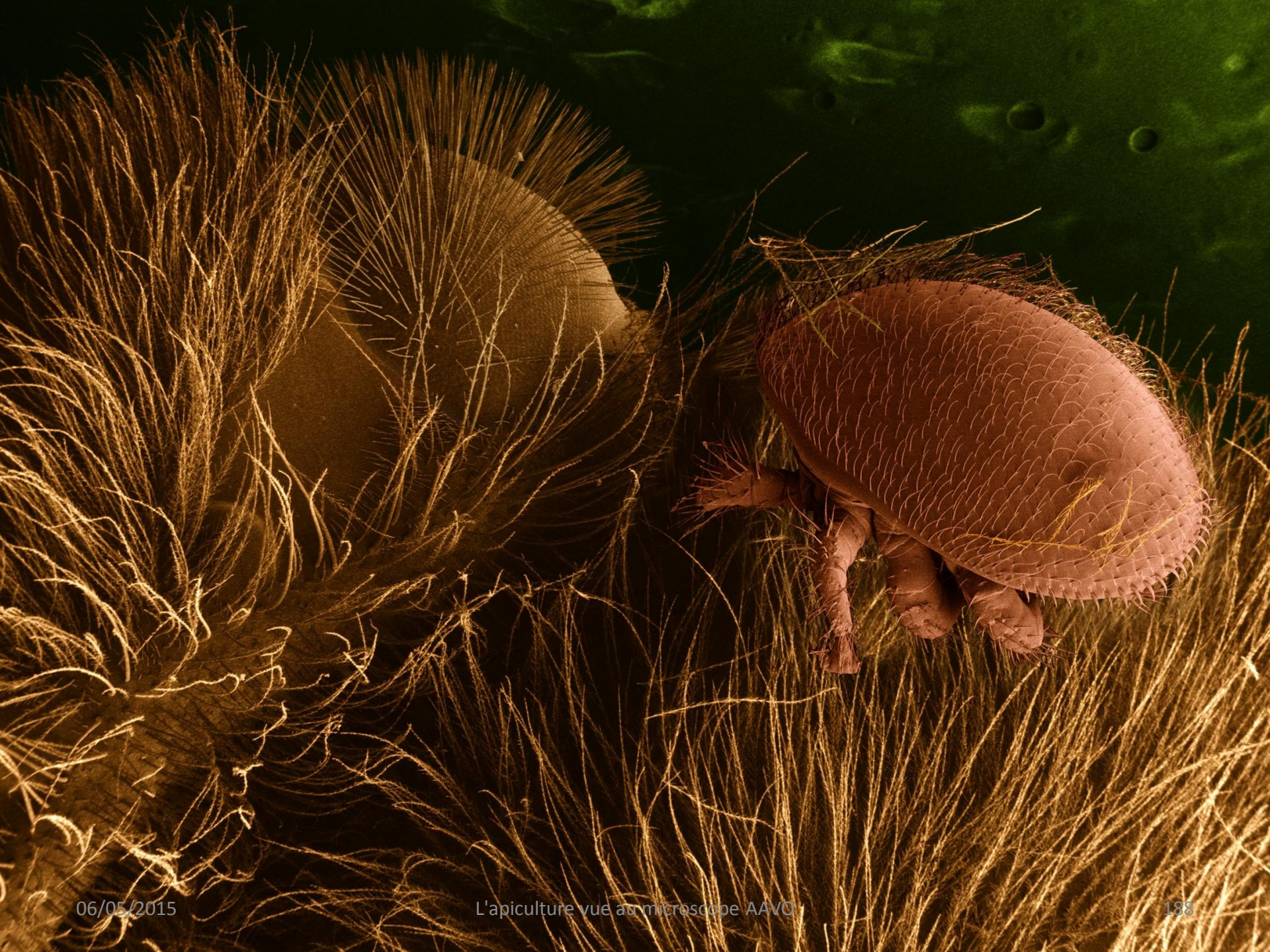
0.2 mm





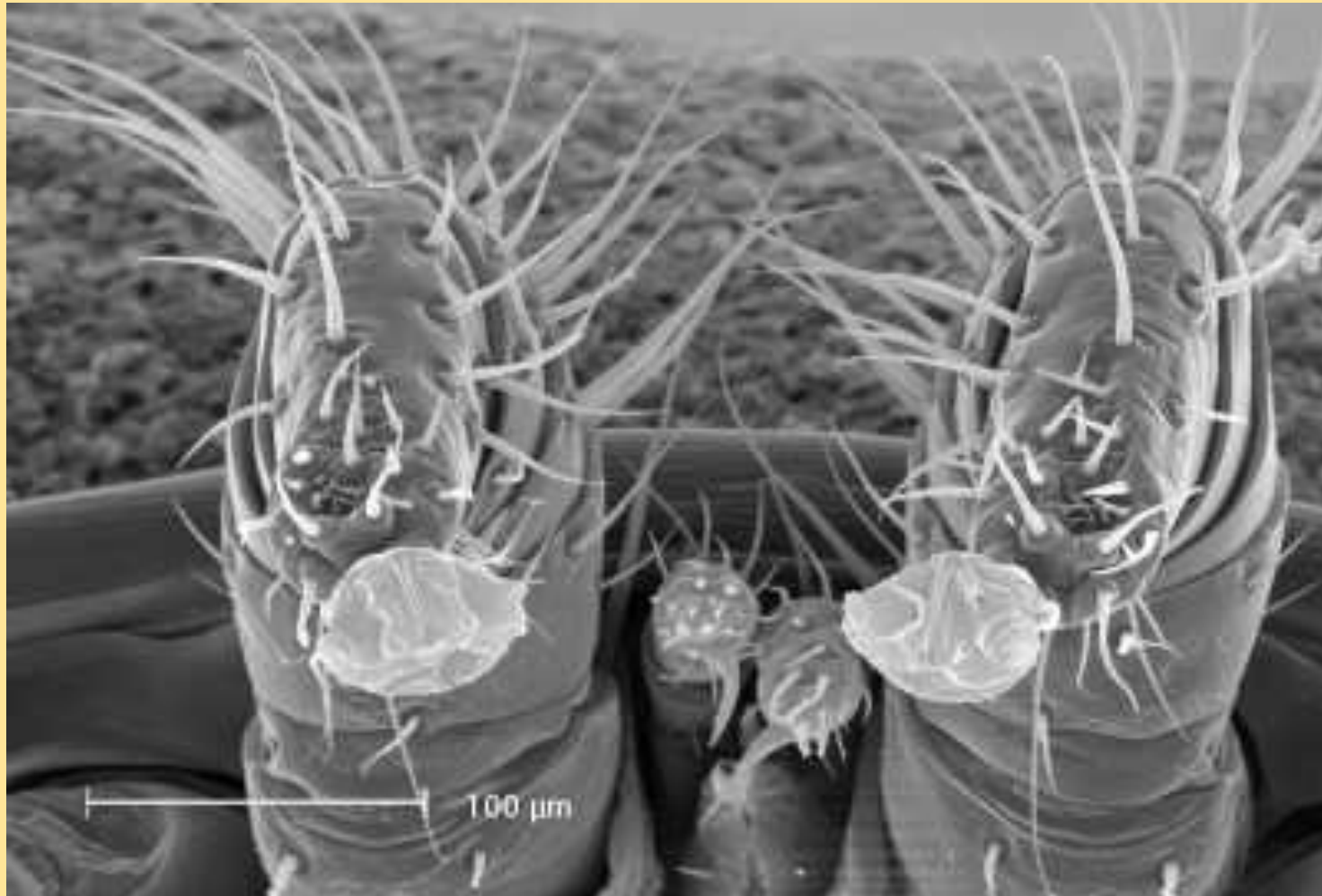




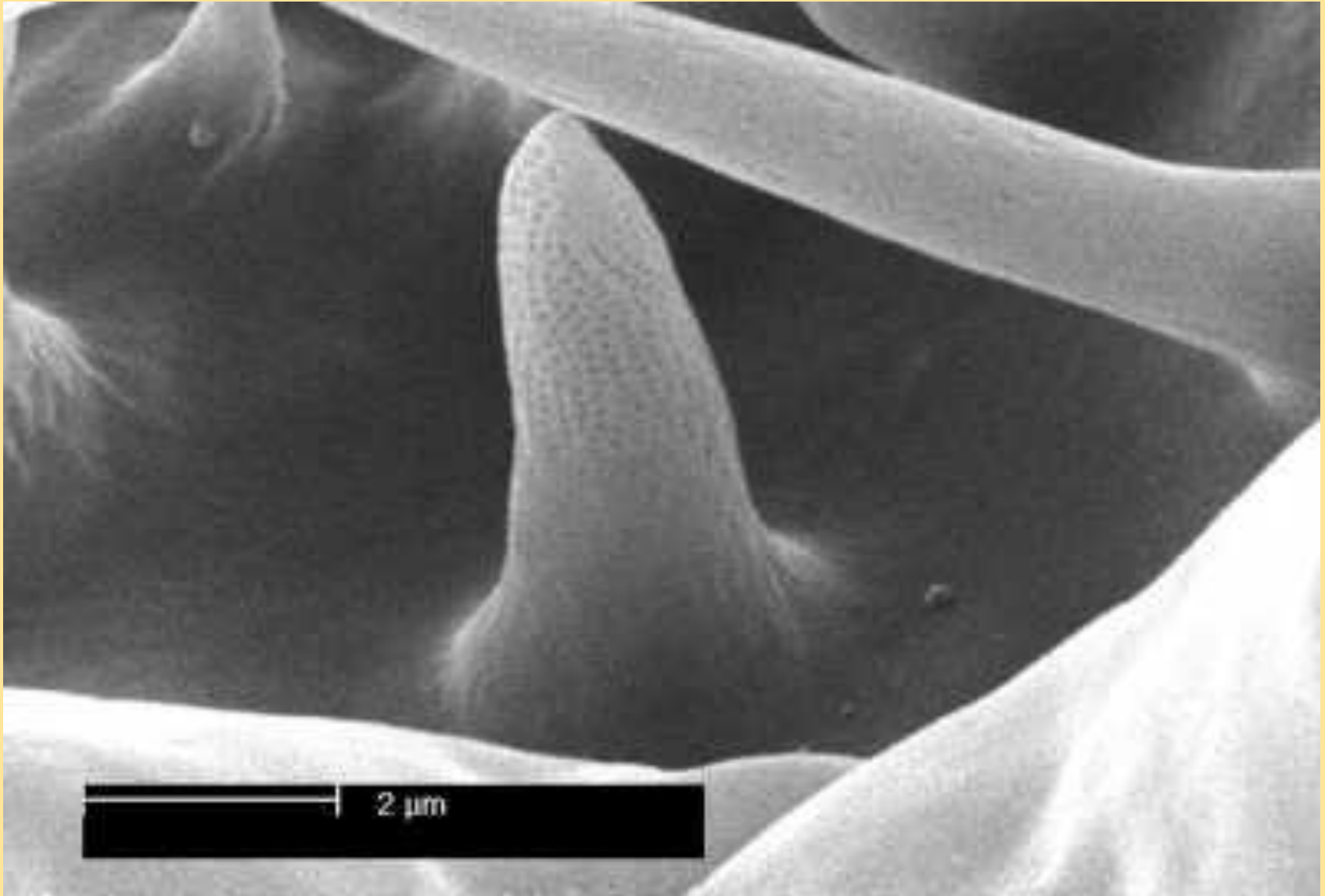


# Bouche = rostre(museau) entouré de palpes

AU CENTRE pièces buccales (pédipalpes) et poils sensoriels gustatifs  
DE CHAQUE COTE pattes antérieures avec cavités sensorielles → odorat  
+ longs poils tactiles et à l'extrémité des ventouses mobiles



**Sensilles olfactives avec pores pariétaux → pénétration des molécules olfactives jusqu'aux cellules réceptrices à l'intérieur**



## *Les champignons microscopiques ou agents fongiques pathogènes chez apis mellifera*

- ❖ *Aspergillus flavus* pathogène que AA ) → couvain pétrifié (+ rare et –
- ❖ *Ascosphaera apis* → couvain plâtré
- ❖ *Nosema cerana et apis* → dysenterie

*Aspergillus flavus* et *ascosphaera apis* = champignons  $\mu$   
*Nosema* = microsporidie, champignon unicellulaire (protozoaire)

Production de spores résistantes à des conditions de vie difficiles ►  
propagation et risque de contamination +++

# ASPERGILLUS FLAVUS

- Croissance 27 à 40 °C      pH entre 2,8 et 7,4      O<sub>2</sub> ++++      peu de lumière
- Le champignon ne résiste pas à 30 minutes à 60 °C.
- Pour détruire les spores, il faut du formol à 5%, javel au 1/5<sup>ième</sup>.
- Ingestion de spores qui se développent dans l'intestin et envahissent tout l'organisme.

## Traitement

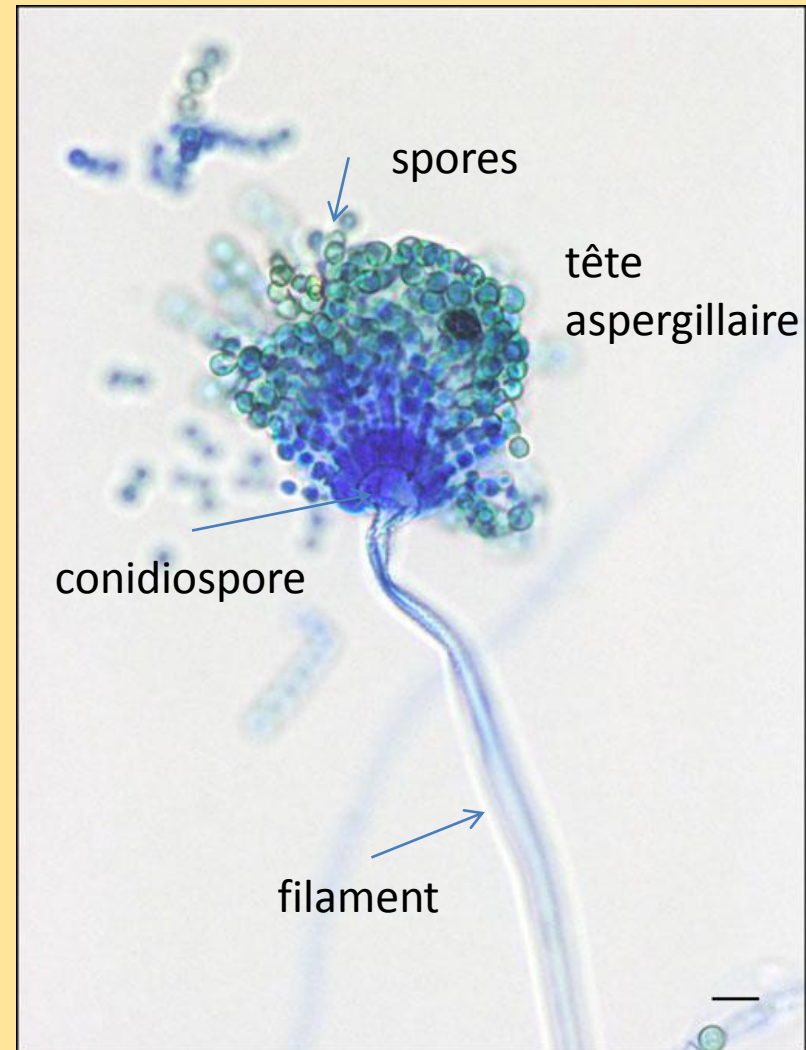
La maladie peut disparaître spontanément.

En cas d'atteinte grave, il est conseillé de détruire les ruches atteintes / feu.

- ✓ Larve ratatinée et de couleur crème, le corps de la larve devient très dur et cassant; il est difficile à extraire car le mycélium adhère aux parois.
- ✓ Couvain pétrifié blanc jaunâtre (s'il n'y a pas de spores) ou jaune verdâtre (s'il y a formation de spores)
- ✓ La cellule peut être entièrement remplie de mycélium le couvain pétrifié est souvent regroupé en petites plages sur les cadres
- ✓ Les opercules sont parfois affaissés
- ✓ Les abeilles adultes sont excitées, agitées puis paralysées et meurent



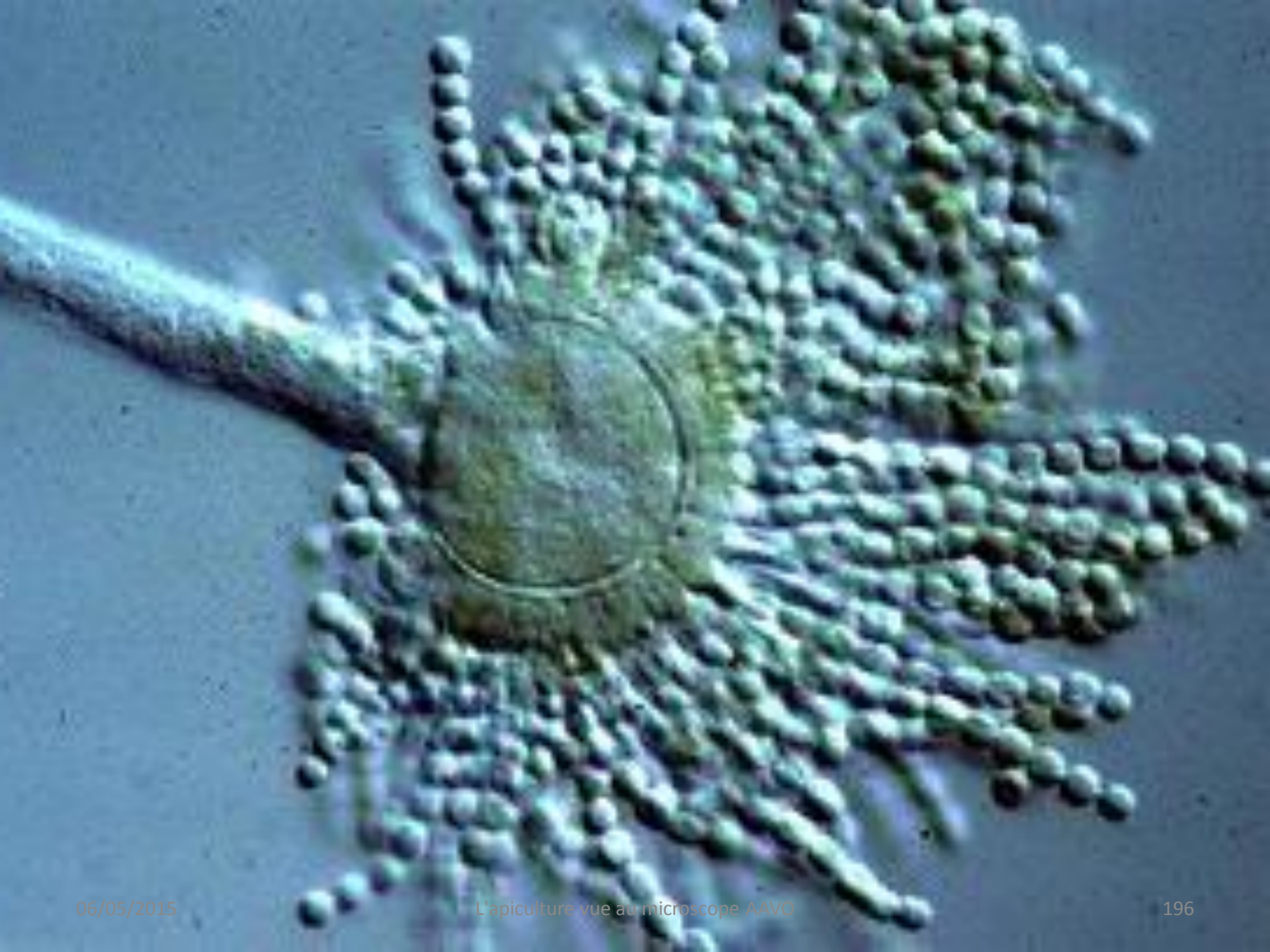
# Aspergillus flavus : aspergillose ou aspergillomycome



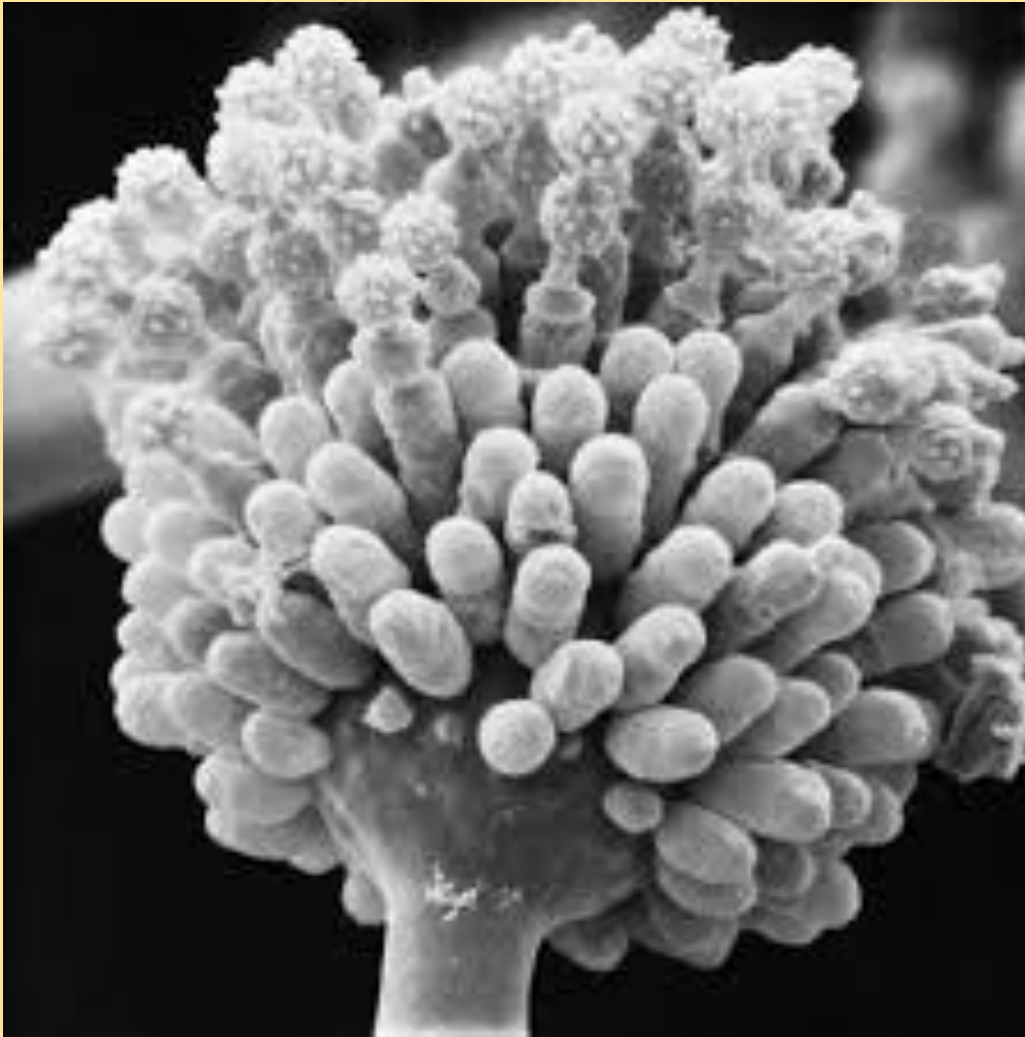
# Aspergillus flavus







# Aspergillus flavus



# ASCOSPHAERA APIS

Le filament polaire de la spore est extrudé et pénètre l'épithélium de l'intestin, en particulier dans la région postérieure du ventricule. Le contenu de la spore passe par le filament et entre dans le cytoplasme des cellules épithéliales où il se reproduit.

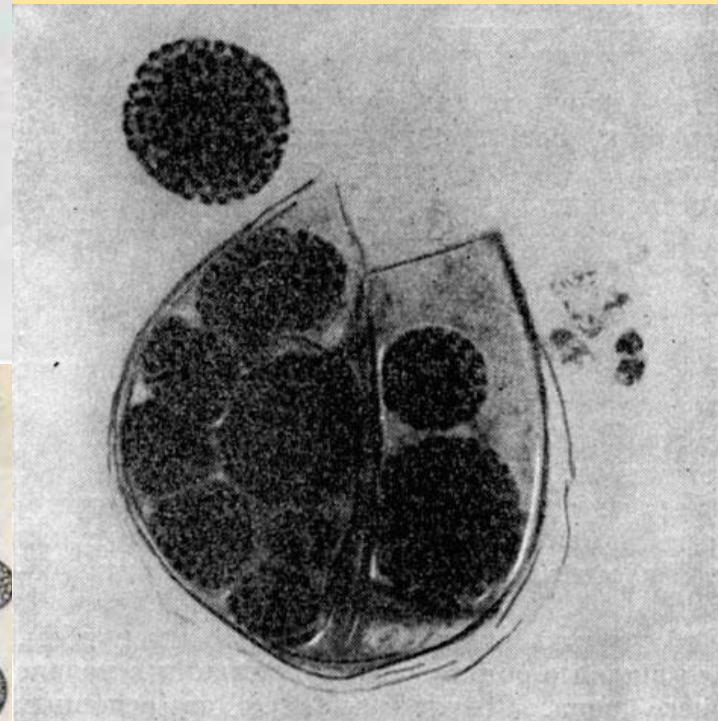
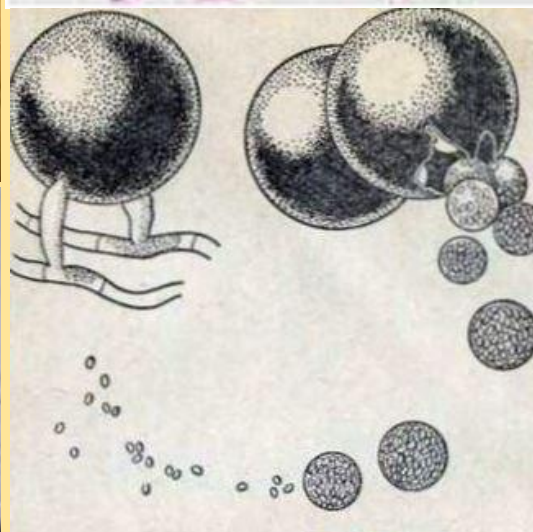
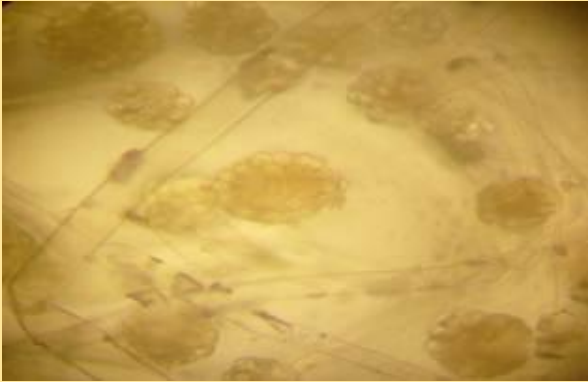
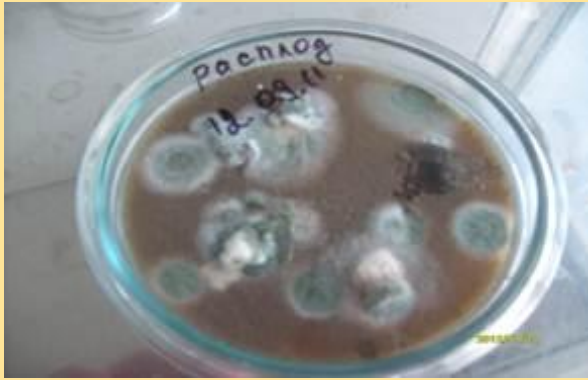
Destruction par Javel au 1/5<sup>ème</sup>



**Les spores de ce champignon germent dans le tractus digestif d'abeilles, puis commencent la croissance mycélienne pendant le dernier stade de développement larvaire. Abeilles larves et des pupes mortes apparaissent calcaires grâce à la croissance tout au long de l'abeille de mycélium. Ces «momies» calcaires sont très contagieuses, et les spores de ce champignon réinfectent souvent des colonies via fournitures alimentaires stockés ou le transport direct pour les larves plus jeunes par les abeilles adultes travaillant dans le nid. Les abeilles adultes réduisent les effets de ce champignon sur la colonie fréquemment en identifiant et en éliminant les individus malades. La maladie est associée à une forte densité de couvain (productivité) et des températures extérieures plus froides.**



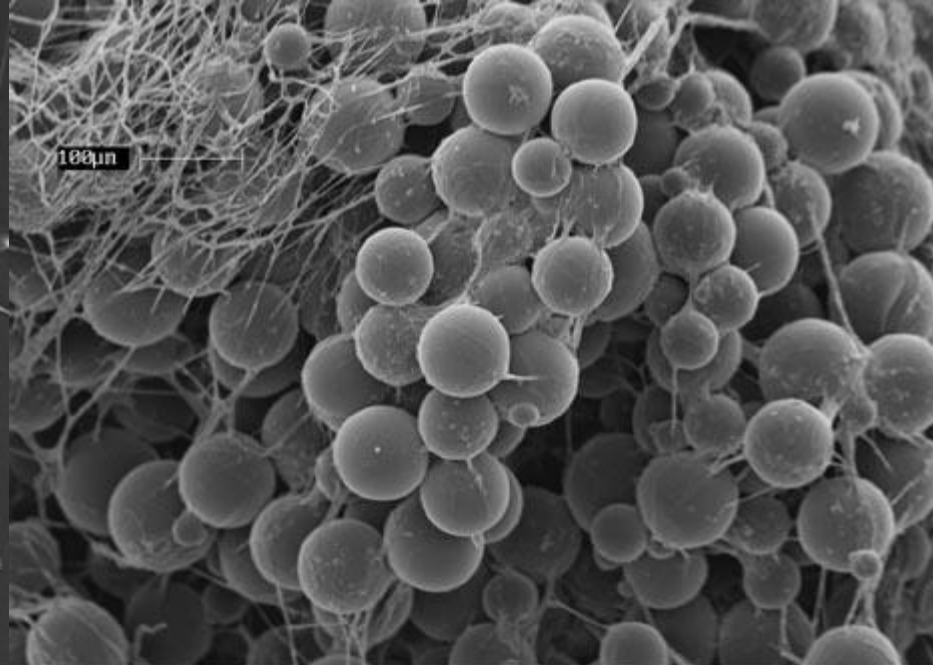
# ASCOSPHAERA APIS



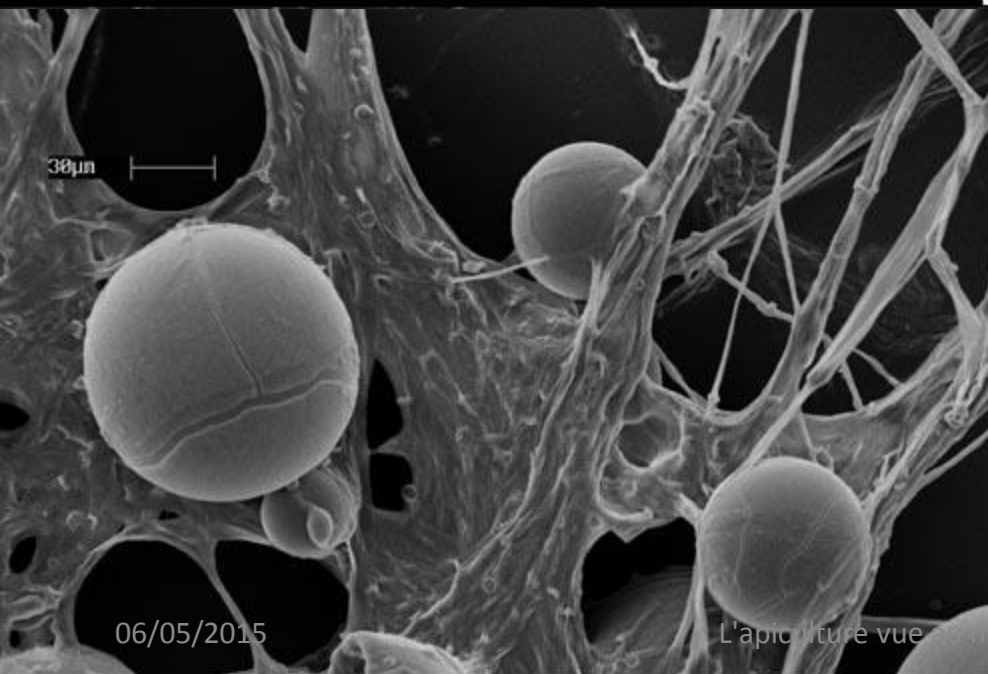




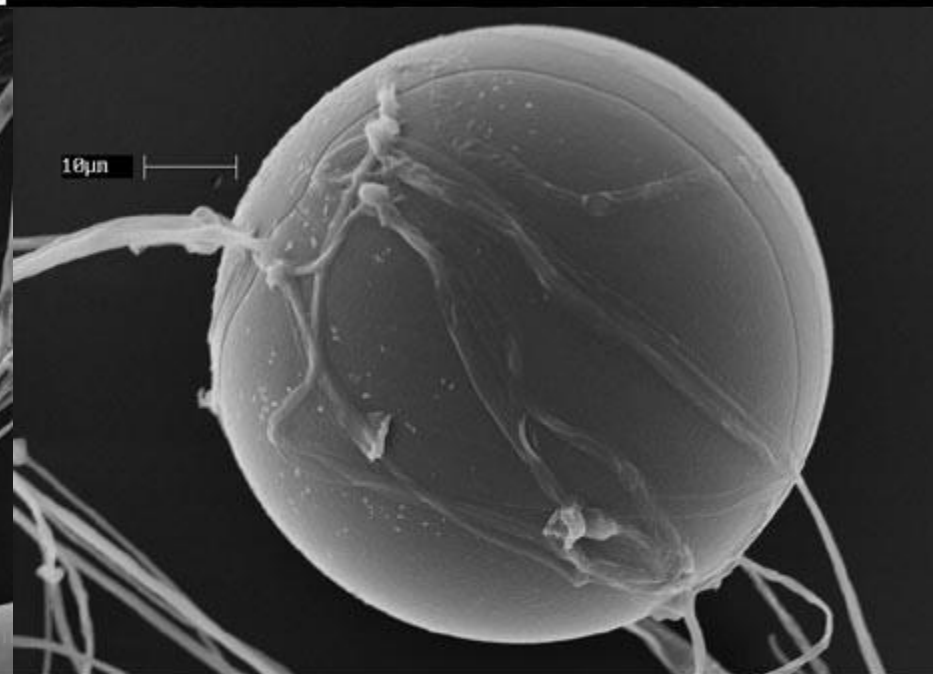
20µm | Signal A= SE1  
EHT=15.00 kV | WD= 17 nm  
Mag= 473 X



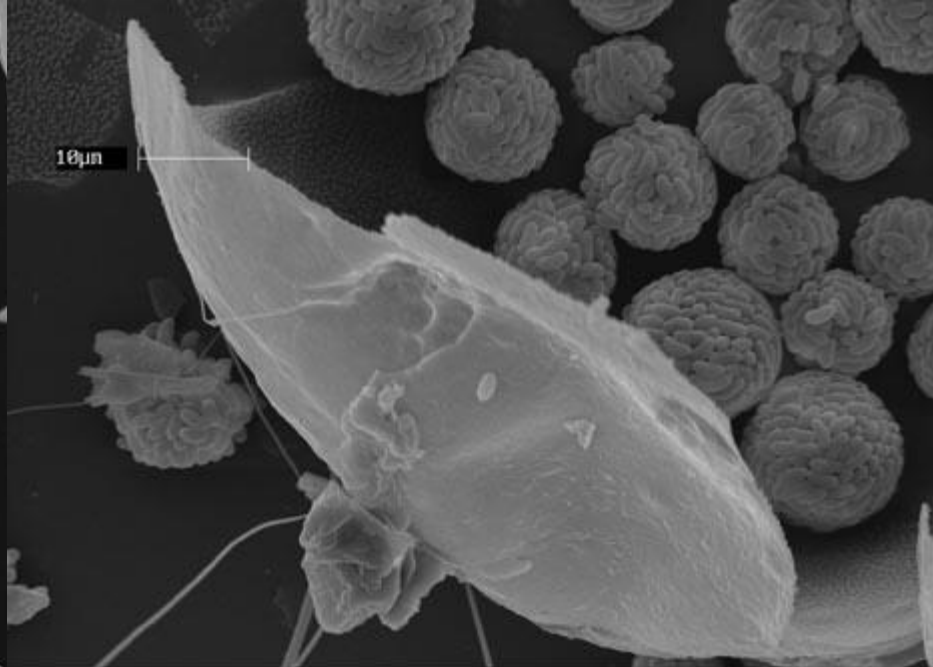
30µm | Signal A= SE1  
EHT=15.00 kV | WD= 20 nm  
Mag= 177 X



30µm | Signal A= SE1

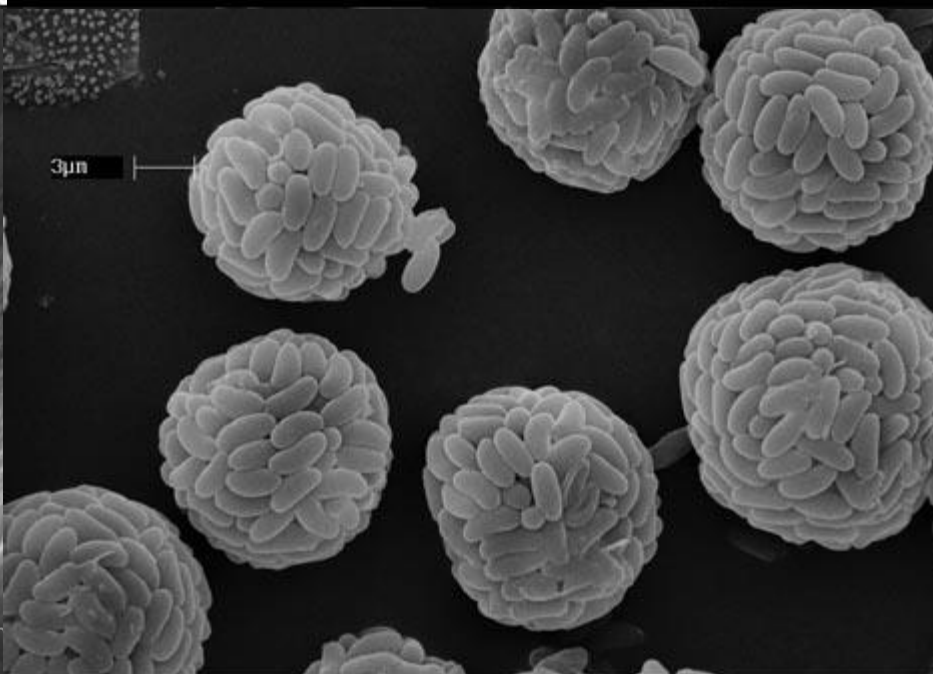
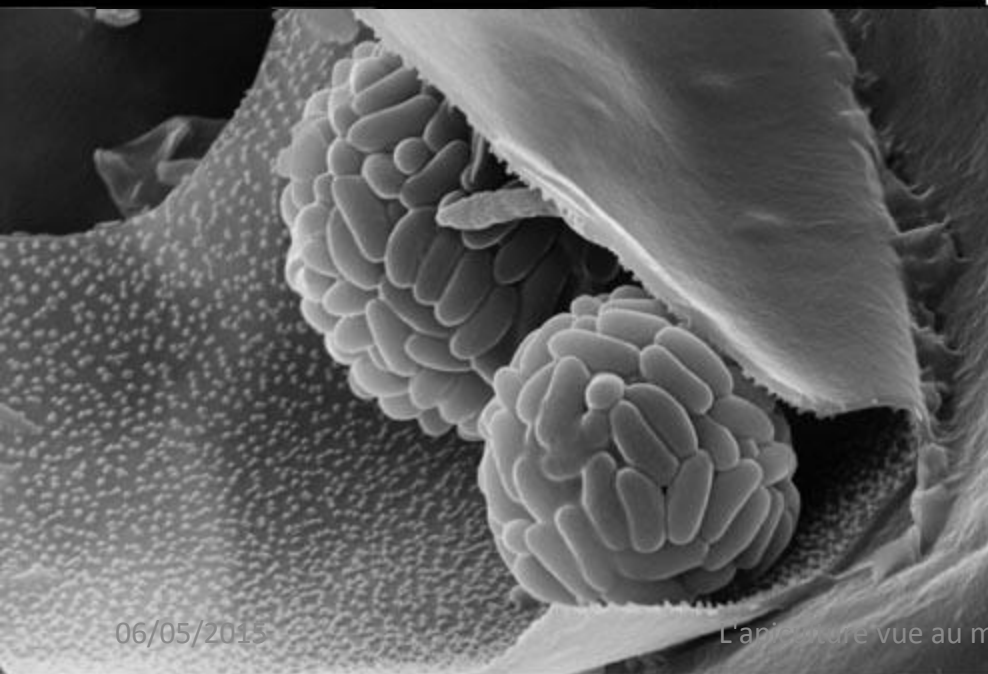


10µm | Signal A= SE1



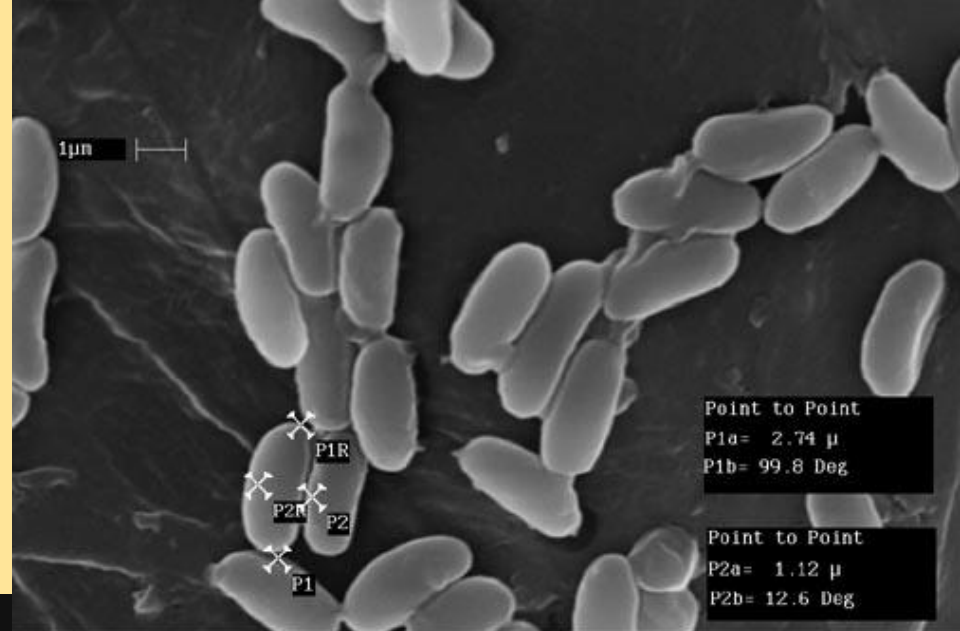
3µm  
EHT=15.00 kV  
WD= 17 nm

3µm  
EHT=15.00 kV  
WD= 18 nm

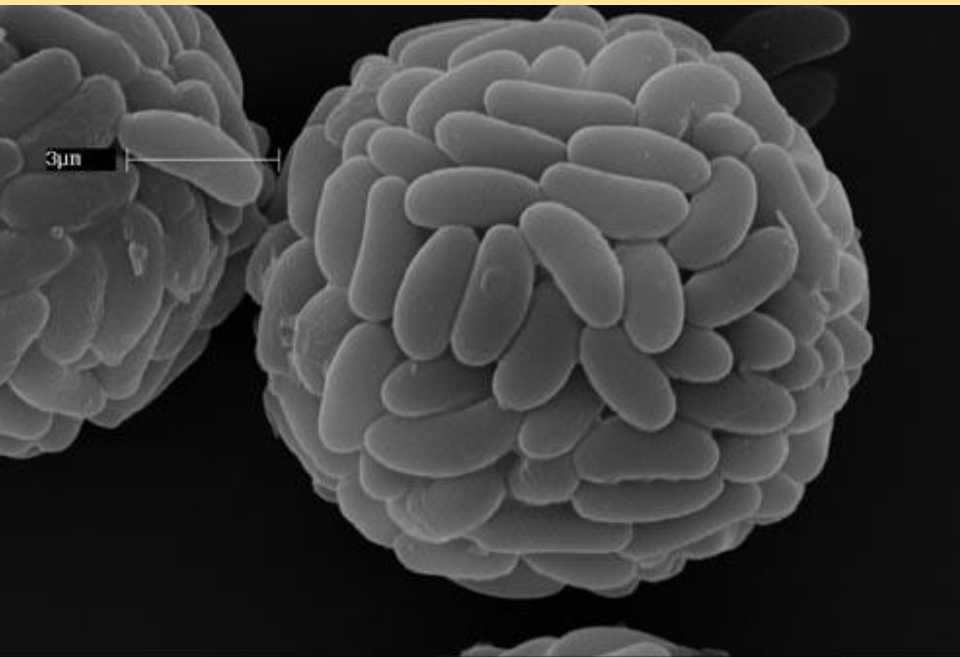


3µm  
Signal A= SE1

3µm  
Signal A= SE1



1µm | EHT=20.00 kV | WD= 34 nm | Signal A= SE1 | Mag= 9.03 K X



1µm | EHT=15.00 kV | WD= 19 nm | Signal A= SE1 | Mag= 9.00 K X

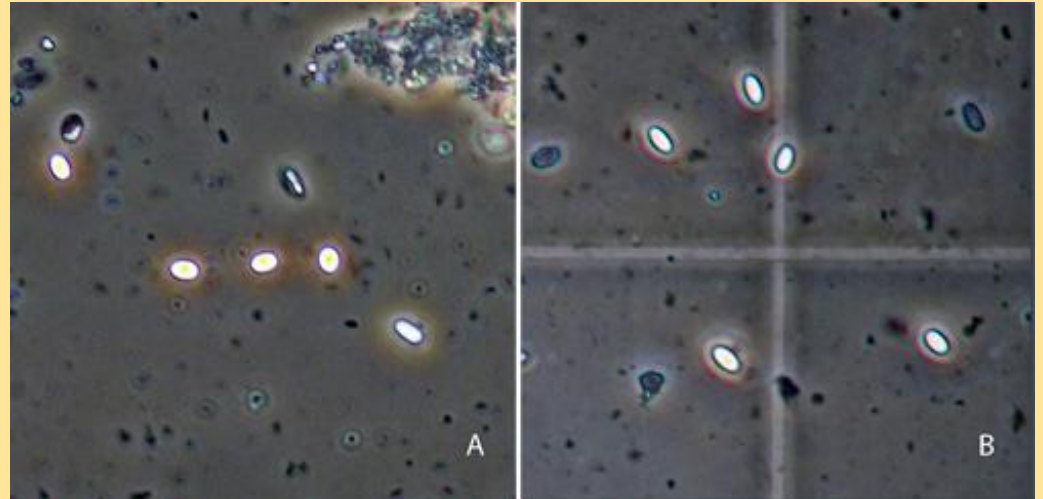


# Nosema

**Nosema ceranae et Nosema apis sont des champignons unicellulaires, protozoaires de l'ordre des microsporidies, localisés dans l'intestin, ils déposent des spores, provoquant une dysenterie (diarrhée sanguinolente) appelée la nosérose.**

**Ce parasite s'installe dans les cellules épithéliales de l'intestin moyen de l'abeille, où il se reproduit.**

**La durée du cycle du parasite varie de 3 à 11 jours en fonction de la température. La spore de *Nosema* est ovale, incolore, réfringente de 4,5-6,4  $\mu\text{m}$  par 2,5-3  $\mu\text{m}$ . Visuellement semblable aux levures et spores d'autres champignon  $\mu\text{scopique}$**



**Les spores, qui permettent la conservation et la dissémination, ont une grande résistance: elles survivent dans:**

**les excréments diarrhéiques: plus de 2 ans**

**le sol: de 44 à 71 jours**

**les cadavres: de 6 jours à 37 °C jusqu'à 120 jours dans un frigo**

**le miel: de 2 à 4 mois**

**elles résistent à**

**la chaleur: 10 minutes à 60 °C**

**la dessiccation: de 2 à 7 mois**

**la putréfaction: de 5 jours à 3 semaines**

**la fermentation: de 3 à 11 jours**

**elles sont détruites par**

**le soleil: en 15 à 32 heures**

**les vapeurs d'acide acétique: 2 jours à 10-15 °C**

**les vapeurs de formol: après 48 heures minimum**

**Pour se contaminer, l'abeille ingère de la nourriture souillée par les spores. Ensuite, le développement est fonction de la température:**

**au dessus de 38 °C: le développement cesse**

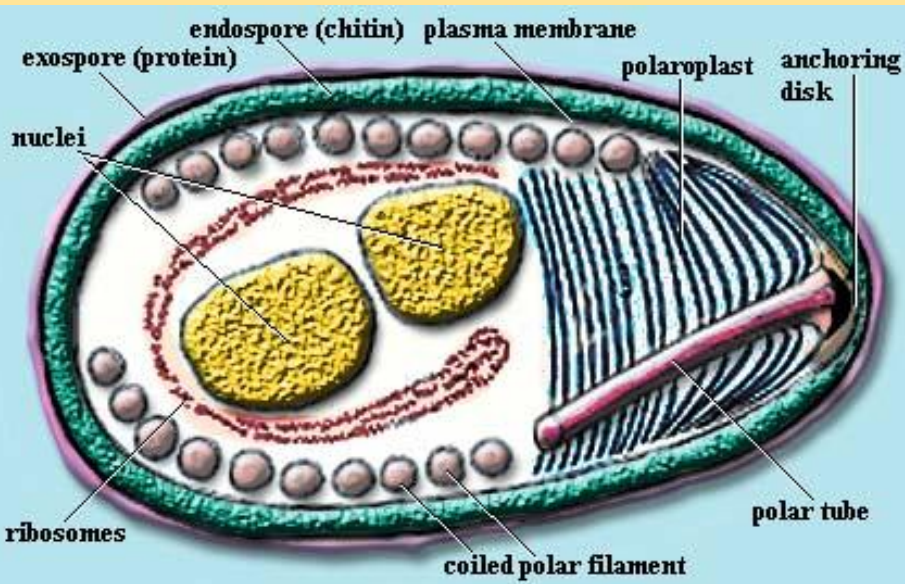
**de 30 à 34 °C: le développement est optimal**

**à 25 °C: il ralentit**

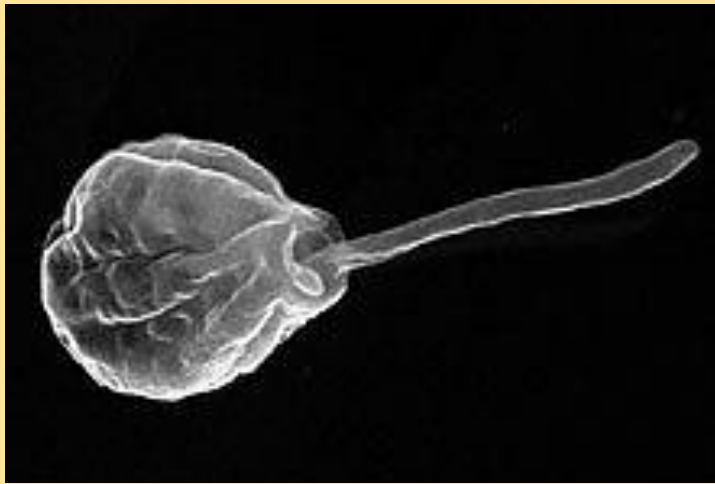
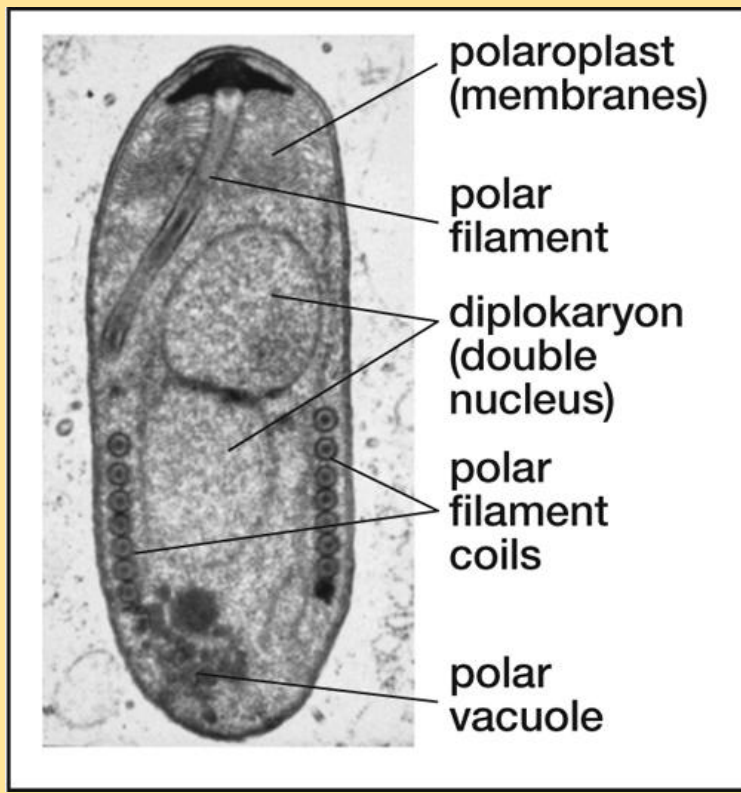
**à 10 °C: les spores ne se développent pas**

**Destruction par javel au 1/5<sup>ième</sup>**

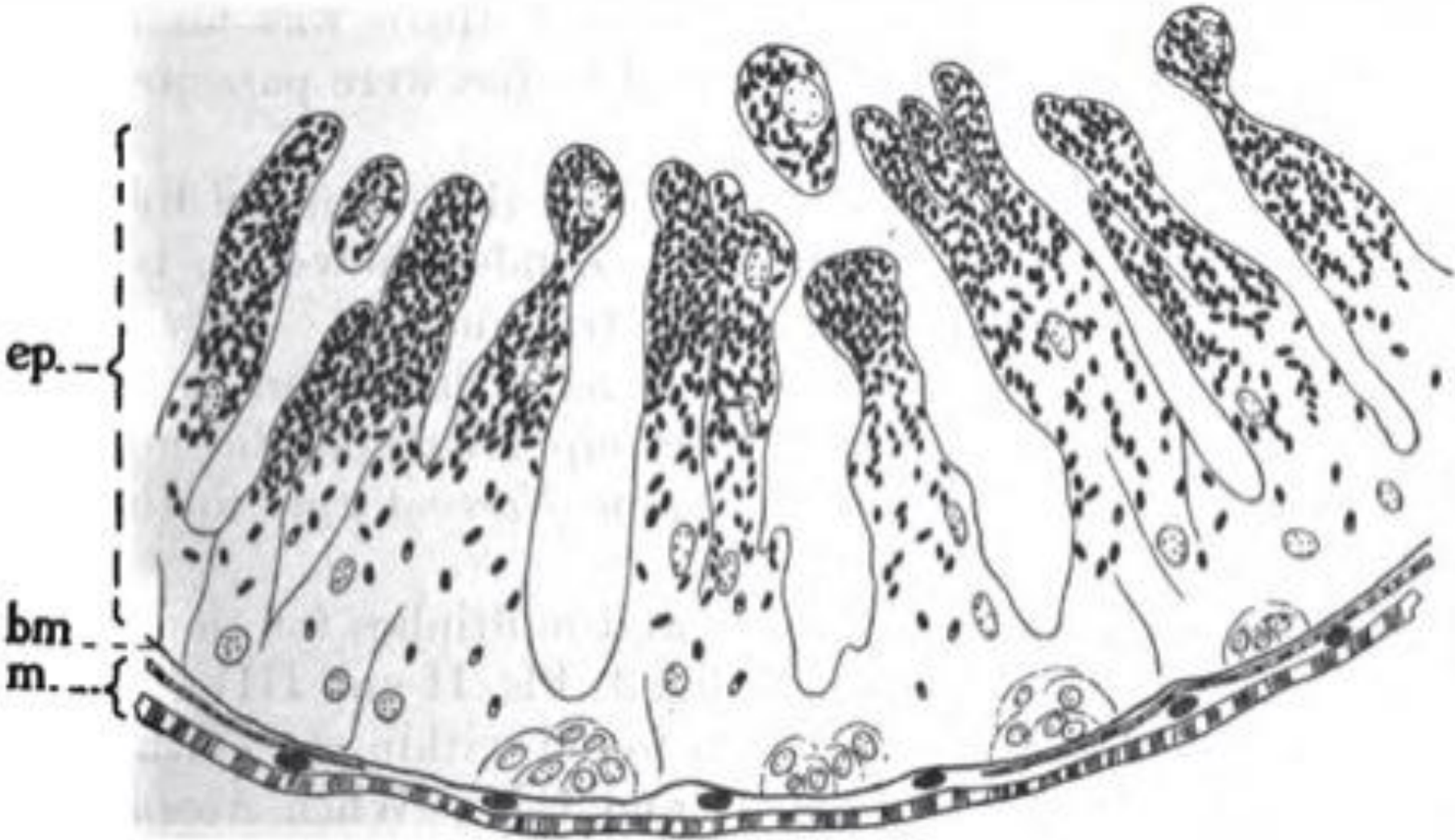
# *Nosema* : microsporidie, champignon unicellulaire



**Generalized microsporidian spore**

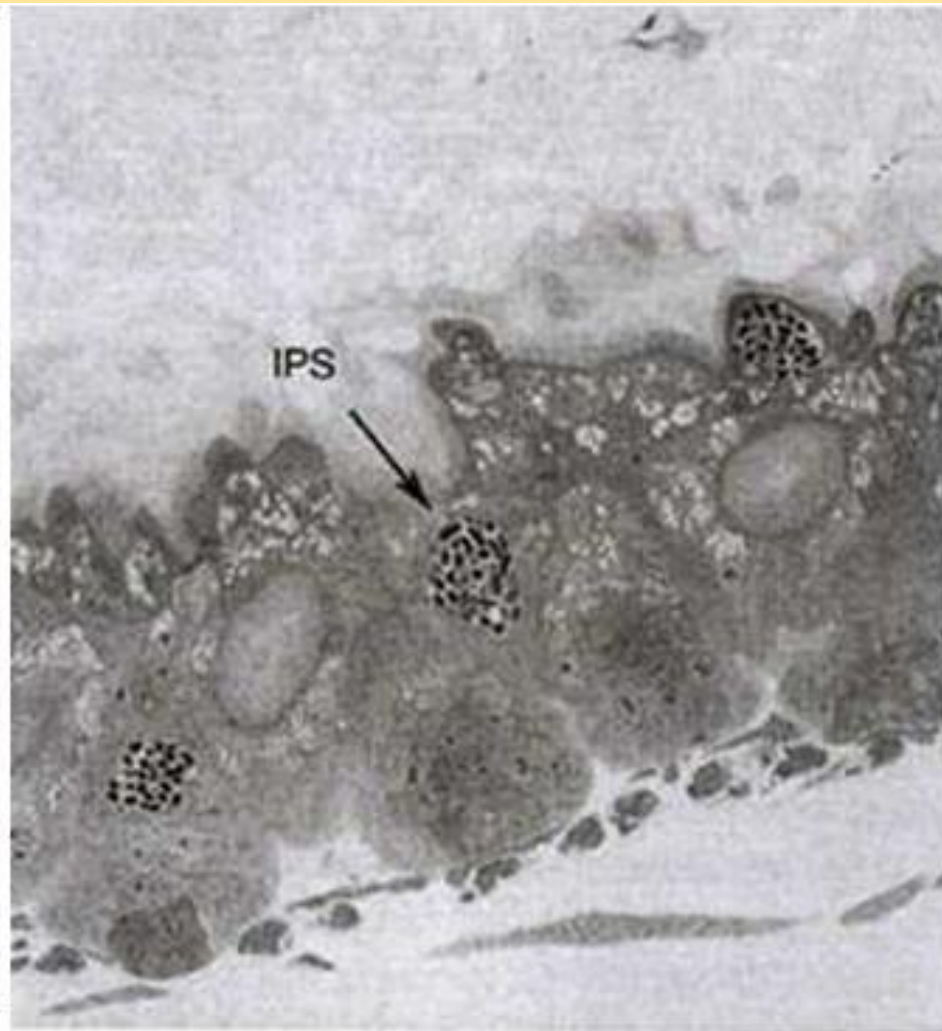


# Coupe de l'intestin de l'abeille infectée par Nosema

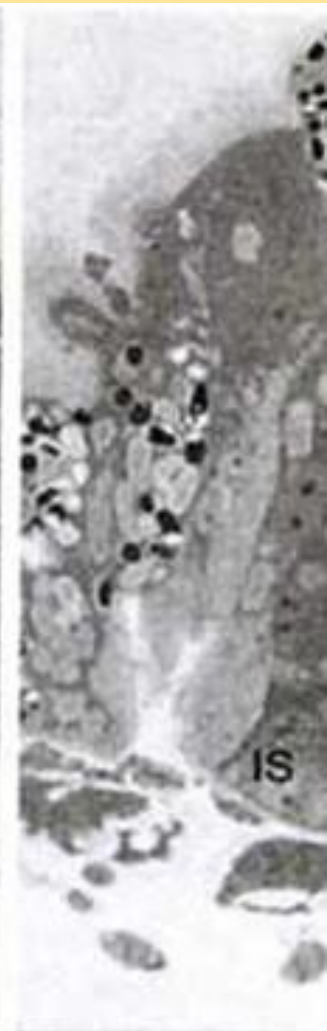




*Une spore de microsporidés dévaginant son filament polaire (extrait de Larson, 1986).*

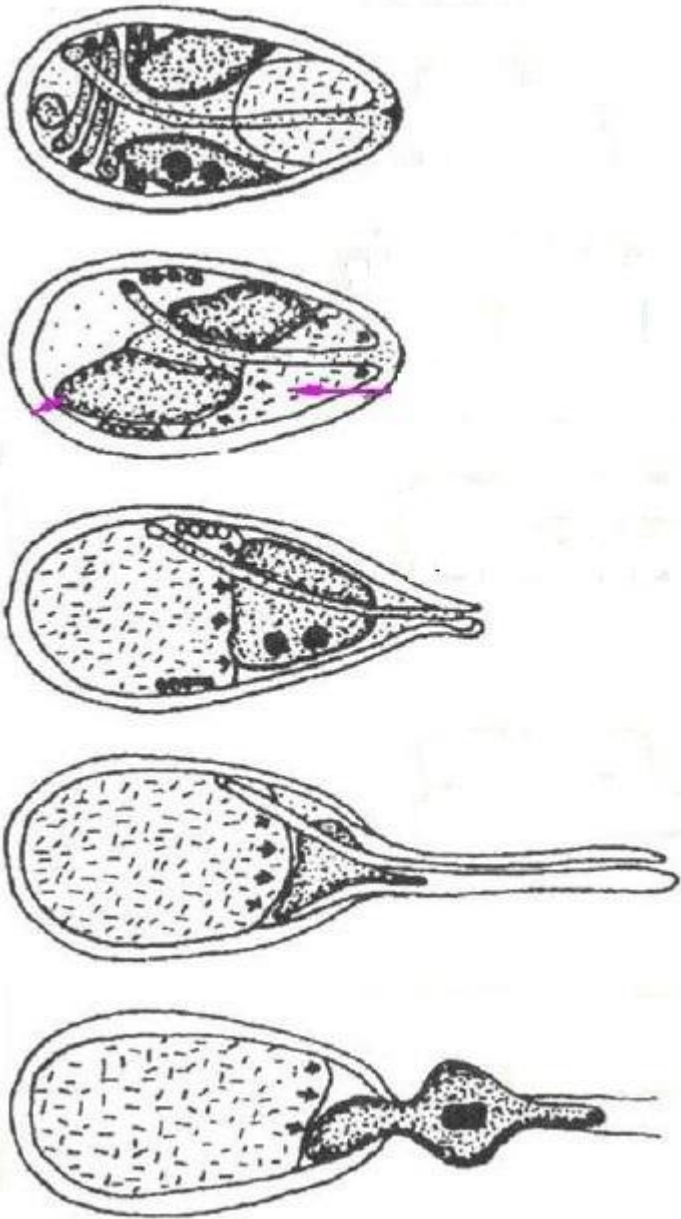


*Infection des cellules endothéliales du ventricule de l'abeille par N. ceranae. Les microsporidés apparaissent sous forme de petites taches noires dues à la coloration (extrait de Higes et al. 2006)*

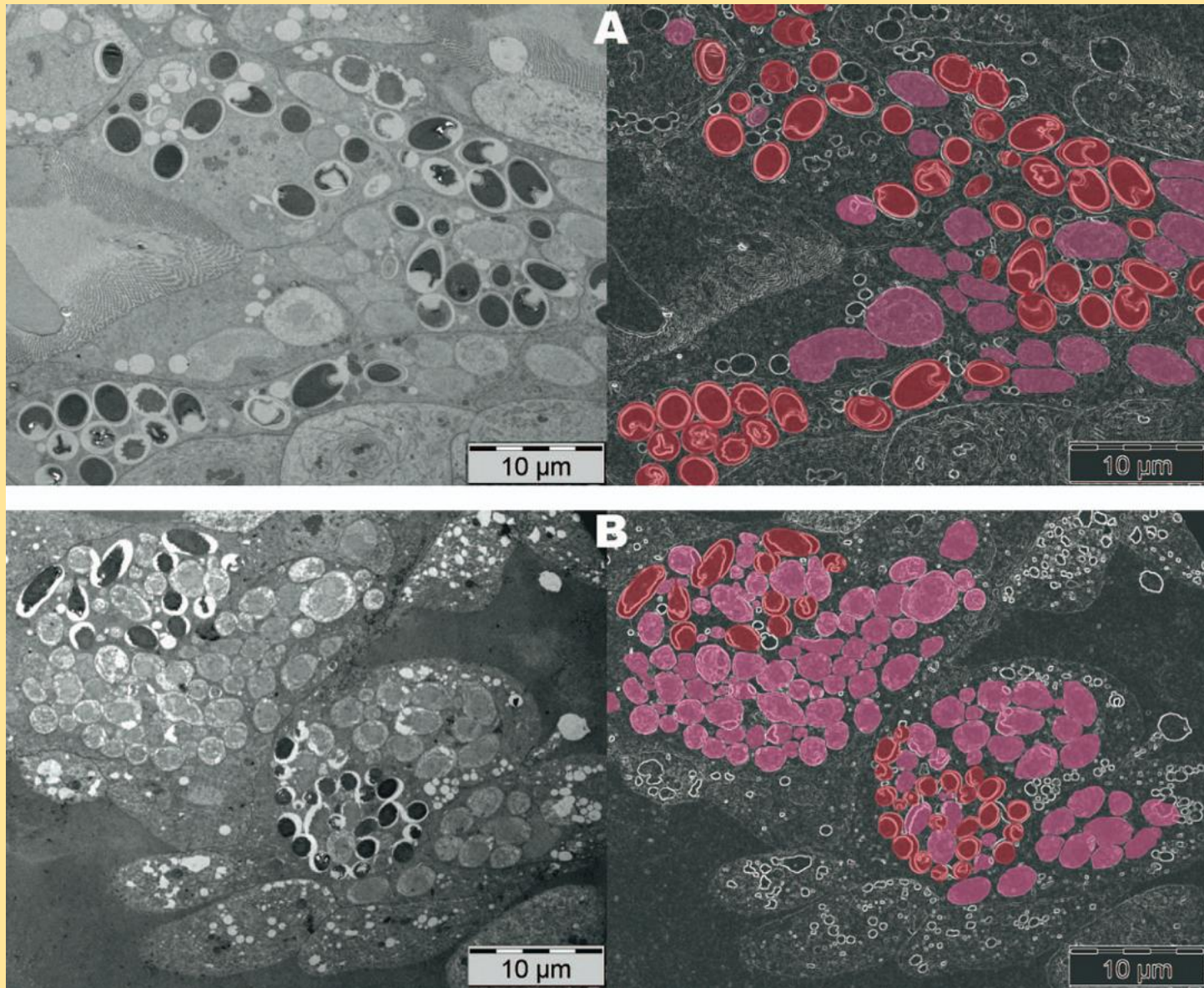




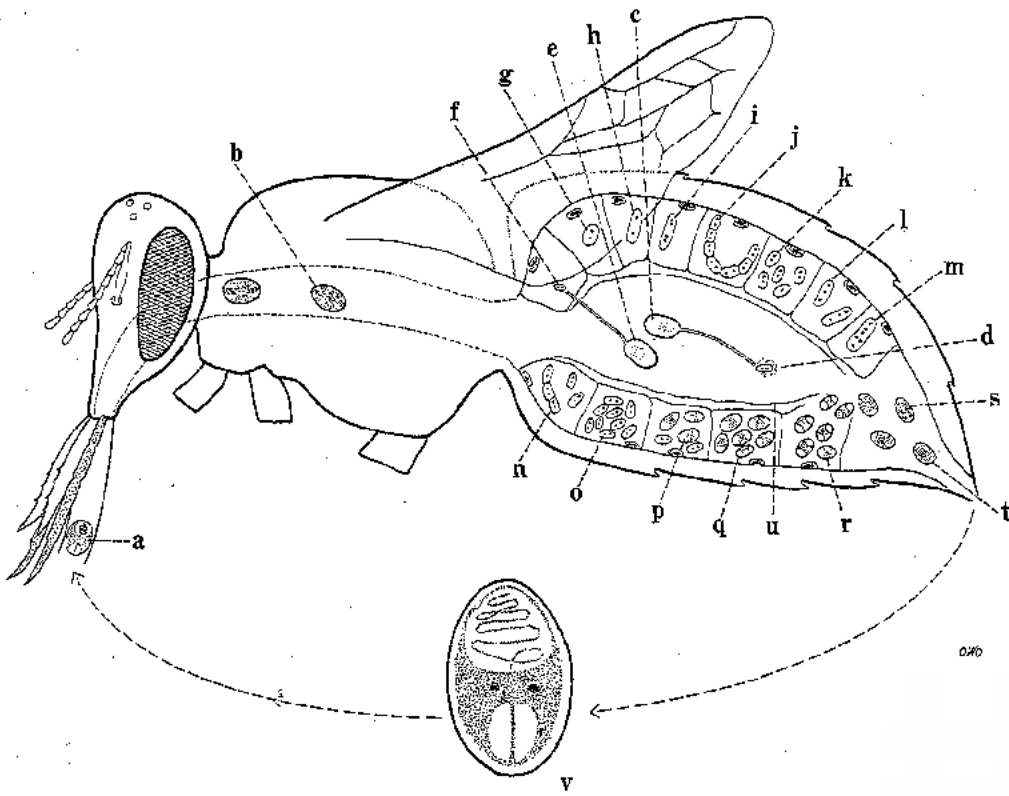
# *Filament polaire de Nosema*

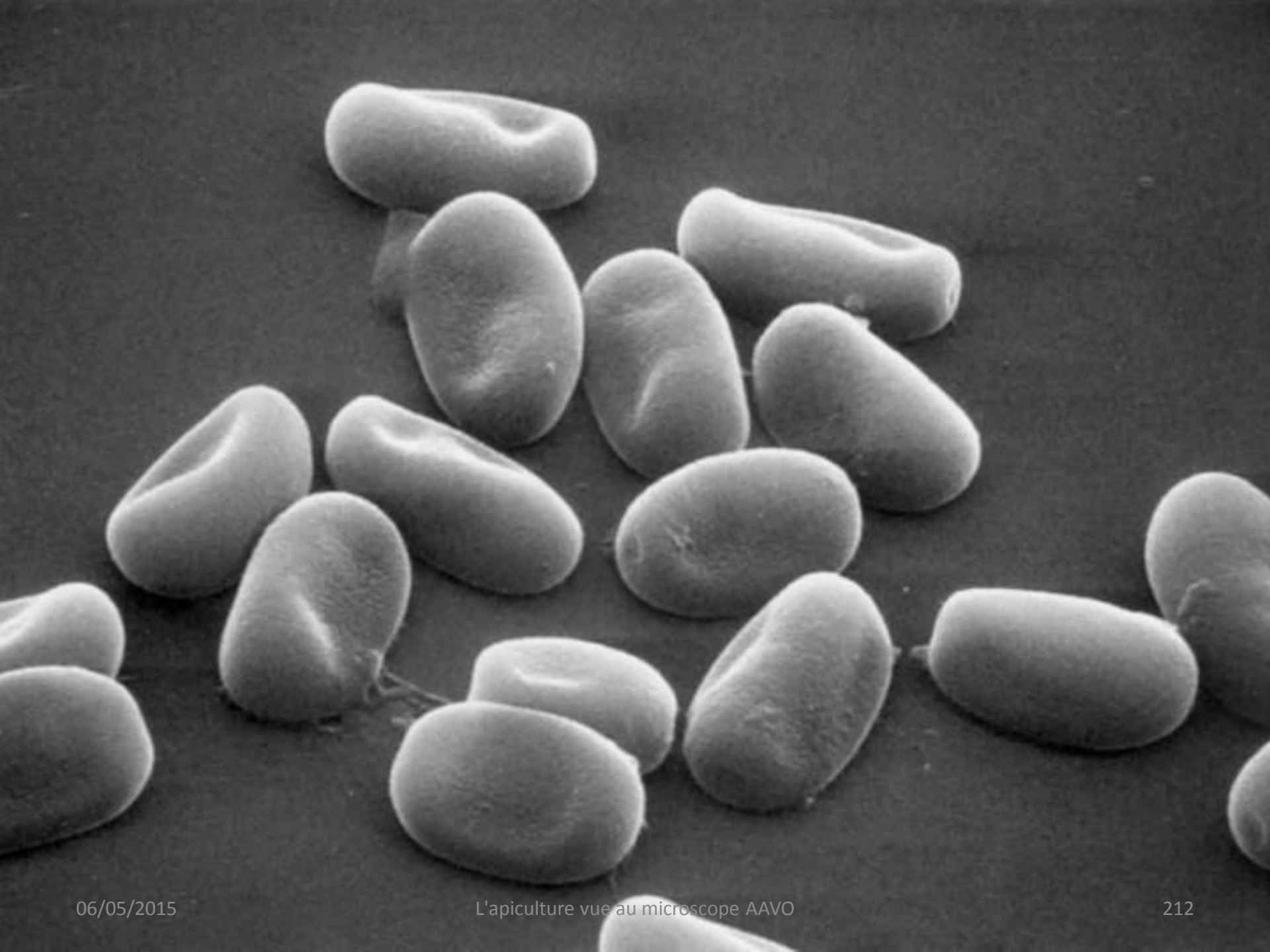


# Cellules épithéliales de l'intestin de l'abeille infestée par Nosema



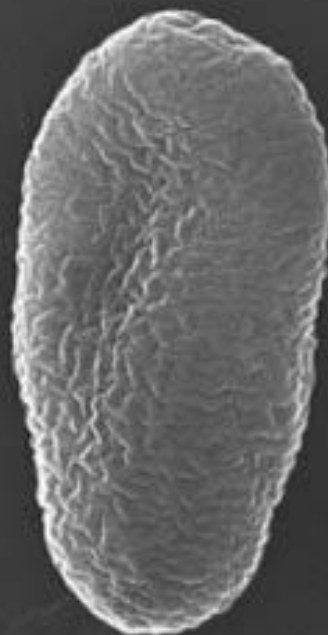
# Cycle d'infestation de Nosema



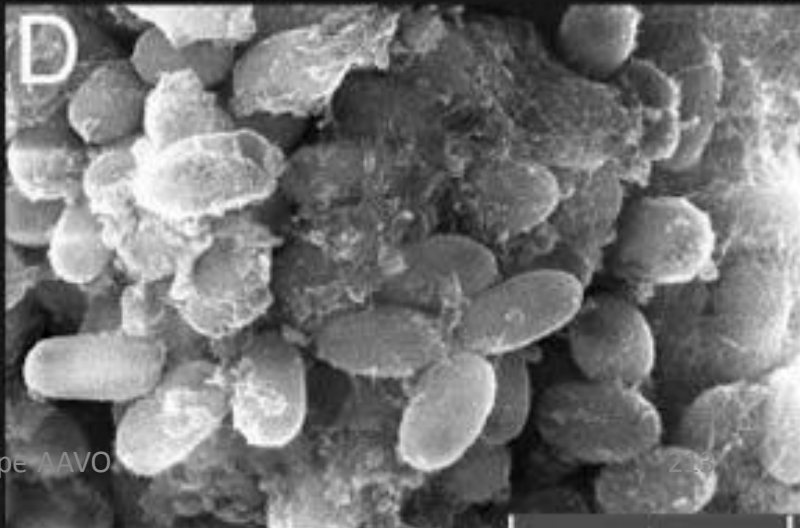
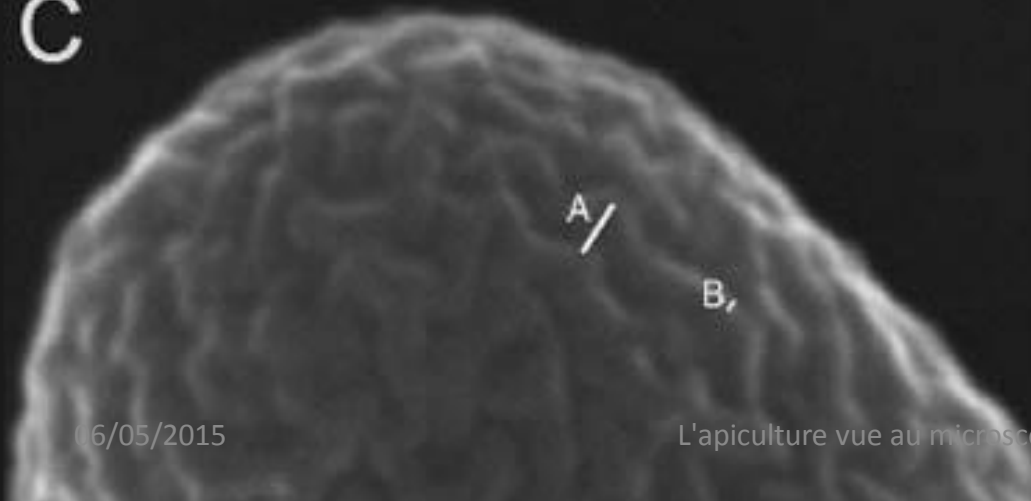


**A**

SEM HV: 30.00 kV WD: 9.551 mm VEGA3 TESCAN  
 View field: 6.664 µm Det: SE 1 µm  
 SEM MAG: 55.87 kx Date(m/d/y): 03/19/12

**B**

SEM HV: 30.00 kV WD: 9.445 mm VEGA3 TESCAN  
 View field: 6.784 µm Det: SE 2 µm  
 SEM MAG: 53.16 kx Date(m/d/y): 03/22/12

**C**

**Les cellules intestinales détruites par **Nosema** ne peuvent plus produire une enzyme qui sert à catalyser l'hydrolyse des aliments en nutriments qui peuvent alors passer dans l'hémolymphe (le « sang ») de l'abeille.**

**→ carences en protéines et mauvaise digestion qui entraînent une perte d'énergie et une dysenterie (diarrhée).**

**En conséquence de cette perte d'énergie, l'abeille ne mange plus, puisant dans les réserves destinées aux autres abeilles ou au couvain, ce qui affaiblit la ruche.**

## **Contamination :**

**La contamination se fait par le pollen et les déjections des abeilles déjà infestées.**

## Effets sur la ruche :

- Si la reine est touchée par noséma , elle peut devenir stérile ou pondre des œufs de mauvaise qualité (si les ovaires sont abîmés) ou mourir elle aussi. Dans ce cas, il y a deux issues :
- Si la saison est propice et qu'il reste assez de nourriture pour élever une reine, la ruche se dépêche d'élever une autre reine et la colonie a un sursis
- Si la saison n'est pas propice ou qu'il ne reste pas assez de nourriture, la ruche est orpheline et s'effondre.

Les jeunes abeilles ont un épithélium qui peut se régénérer  
➔ moins touchées par noséma .

## Effets indirects :

Noséma s'attaque aussi aux cellules macrophages des abeilles . Sans paroi intestinale et sans défense immunitaire, les abeilles sont plus vulnérables aux autres maladies et virus qui, sans obstacle à leur prolifération, peuvent « aider » noséma à tuer les abeilles.

# Maladies bactériennes

**Paenibacillus larvae (loque US)**

**Paenibacillus alvei (loque EU)  
agent associé ou secondaire**

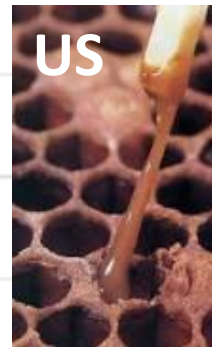
**Melissococcus plutonius (loque EU)  
agent principal**

**Enterococcus faecalis (loque EU)  
agent associé ou secondaire**

**[ Destruction par Javel au 1/5 ième ]**



Loque européenne	Loque américaine
Larves mortes en cellules ouvertes. A un stade avancé, aussi larves mortes après operculation	Larves mortes en cellules operculées. Quelques morts avant operculation aussi
Odeur nulle, faible, aigre ou de viande pourrie	Odeur spéciale terreuse, argileuse
Larves mortes non filantes	Larves mortes filantes
Ecailles non adhérentes	Ecailles adhérentes



Au départ, la larve perd sa couleur blanc nacré et devient terne, virant progressivement au jaune sale puis au marron. On peut parfois observer sous la « peau » du dos, une petite zone jaune sale,

**1**

EU



En se desséchant, elles forment des « écailles » marron tordues dans des positions variables.

**2**

EU

A la fin de l'évolution, les écailles desséchées sont trouvées au fond des alvéoles. Ces écailles se détachent facilement des parois.

**3**

EU

# Paenibacillus larvae (US)

Découvert par le microbiologiste White en 1904.

La bactérie vivante = 2 à 5  $\mu$  sur 0,7 à 0,8  $\mu$ .

Spores pour survivre en conditions défavorables 1,1 à 1,9  $\mu$  sur 0,6 à 0,7  $\mu$ .

C'est une bactérie Gram+.

Si la bactérie vivante est relativement fragile, les spores sont particulièrement résistantes:

- environ 30 ans dans un milieu naturel ambiant
- à la putréfaction
- aux basses températures
- à l'ébullition: 11 à 14 minutes si les spores sont dans l'eau et jusque 30 minutes si les spores sont dans le miel
- elles sont détruites
  - par le formol dilué à 20% pendant 36 à 40 h.
  - par l'oxyde d'éthylène
  - par les rayons UV et X

Les spores sont sources de contamination et de dissémination. Pour se contaminer, la larve d'abeille ingère de la nourriture souillée par la bactérie.

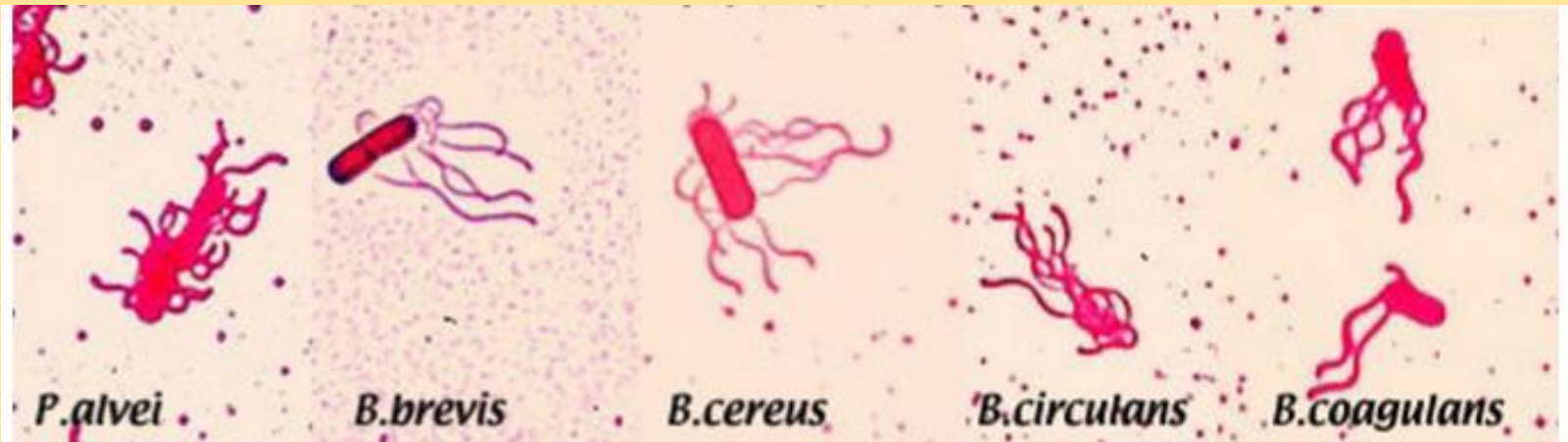
# Paenibacillus larvae (US)



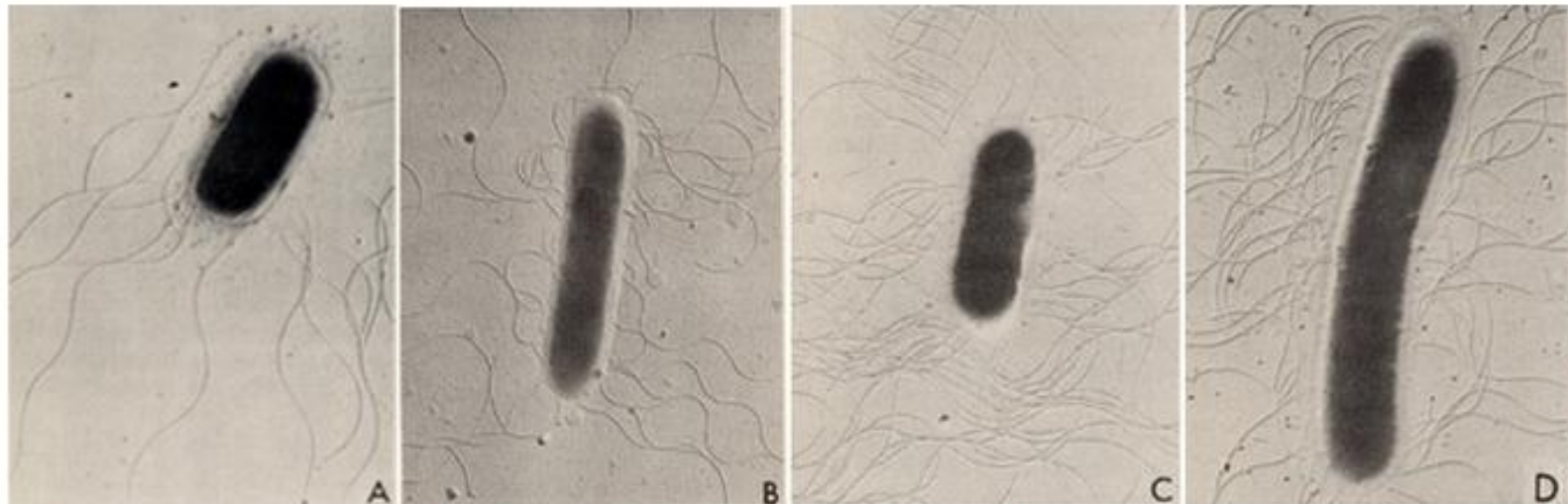
**Paenibacillus alvei**  
(EU)



# Paenibacillus alvei (EU) Ciliature de type pérित्रiche

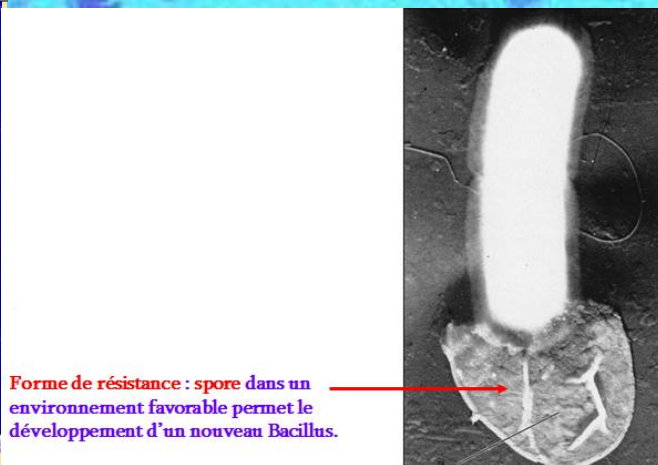
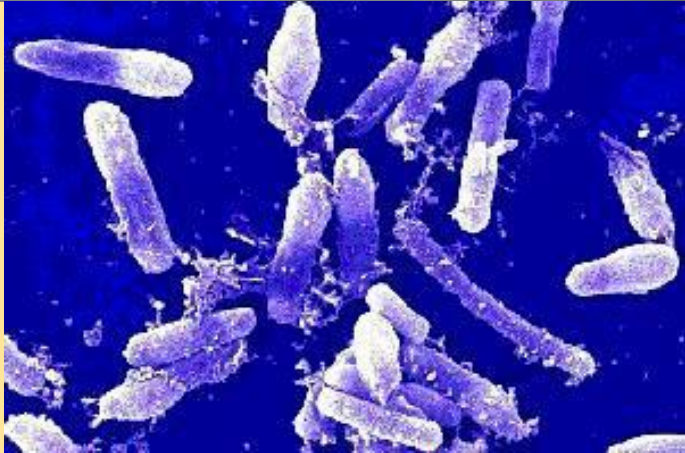
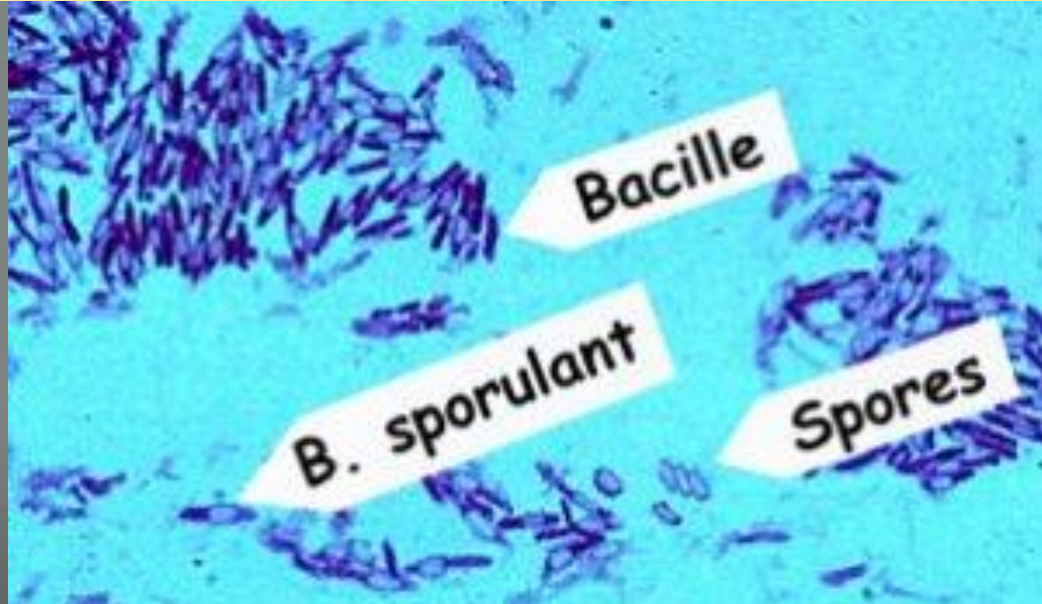
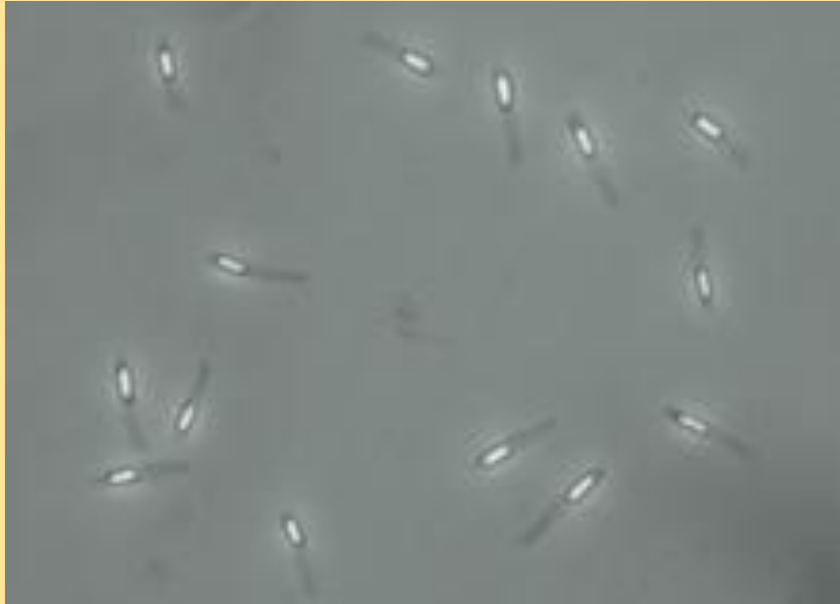


Flagellar stains (Leifson's Method) of various species of bacilli from CDC.



Individual cells of motile bacilli photographed on nutrient agar. About 15,000X magnification. U.S. Dept. of Agriculture. A. *B. subtilis*; B. *P. polymyxa*; C. *B. laterosporus*; D. *P. alvei*.

# Paenibacillus alvei (EU)



Forme de résistance : spore dans un environnement favorable permet le développement d'un nouveau Bacillus.

# Melissococcus plutonius(EU)

La bactérie mesure environ 1  $\mu$  de diamètre, et se trouve souvent groupée en 2 éléments ou une petite chaînette. C'est une bactérie Gram+ ne formant pas de spore.

## La bactérie survit:

- environ 1 an à la dessiccation
- 20 h à l'exposition directe au soleil
- 25 jours à la putréfaction à température ambiante

## Elle est détruite

- lentement par les antiseptiques

Pour se contaminer, la larve d'abeille de moins de 2 jours ingère de la nourriture souillée par la bactérie. La larve meurt souvent avant même l'operculation.

# *Melissococcus plutonius*

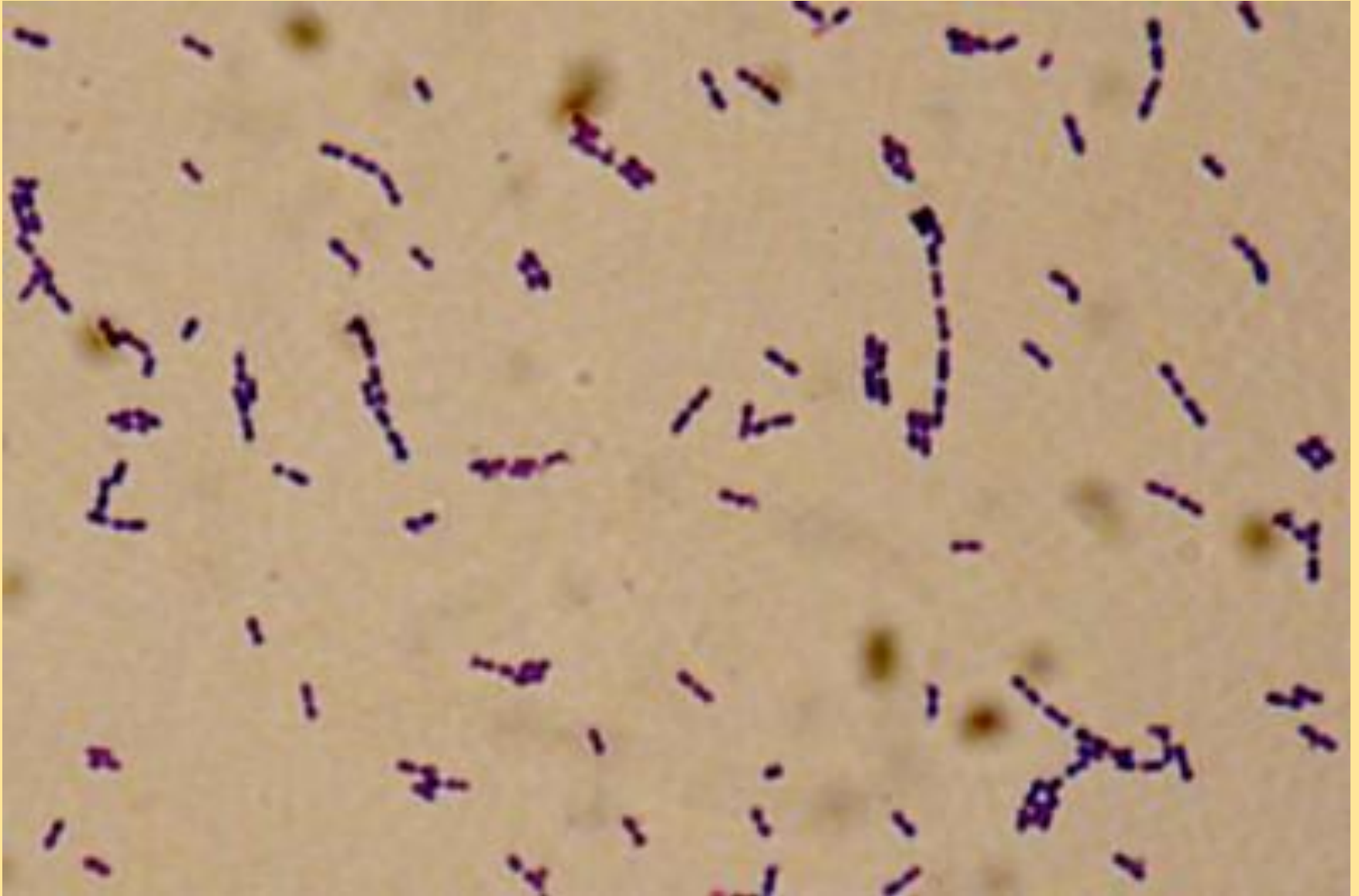
© VetBakt  
www.vetbakt.se

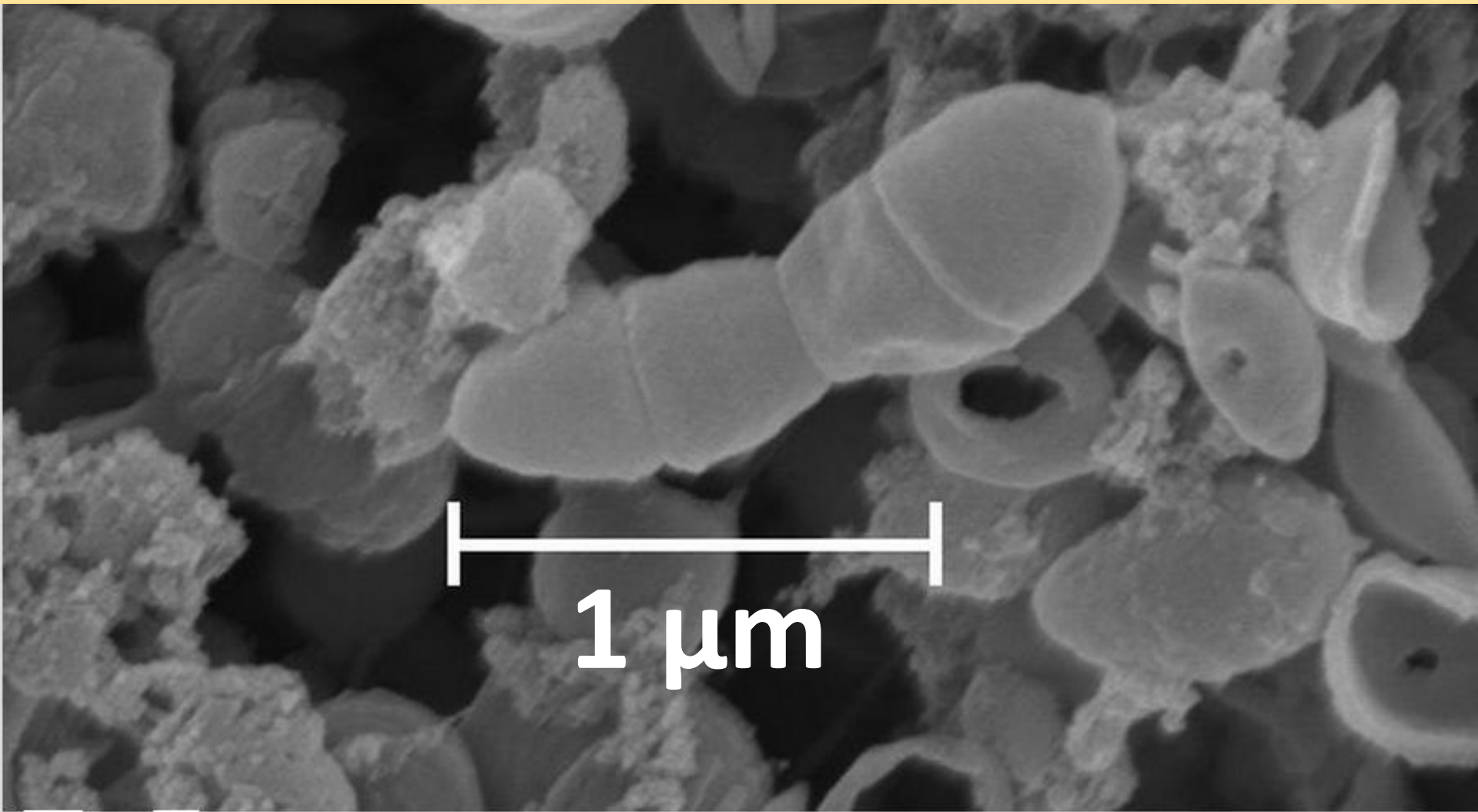
5mm





# Melissococcus plutonius(EU)



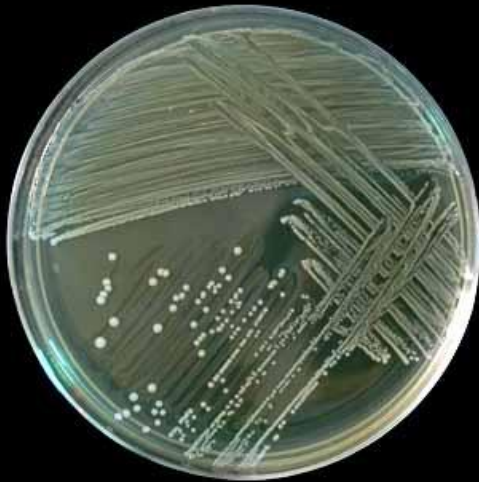


*Melissococcus plutonius*

# Enterococcus faecalis (EU)

Bactérie Gram +, ne produisant pas de spore.  
Hôte commensal du tube digestif des mammifères.

ATCC® 29212NA™ *Enterococcus faecalis*



Non-Animal Origin Tryptic Soy Agar

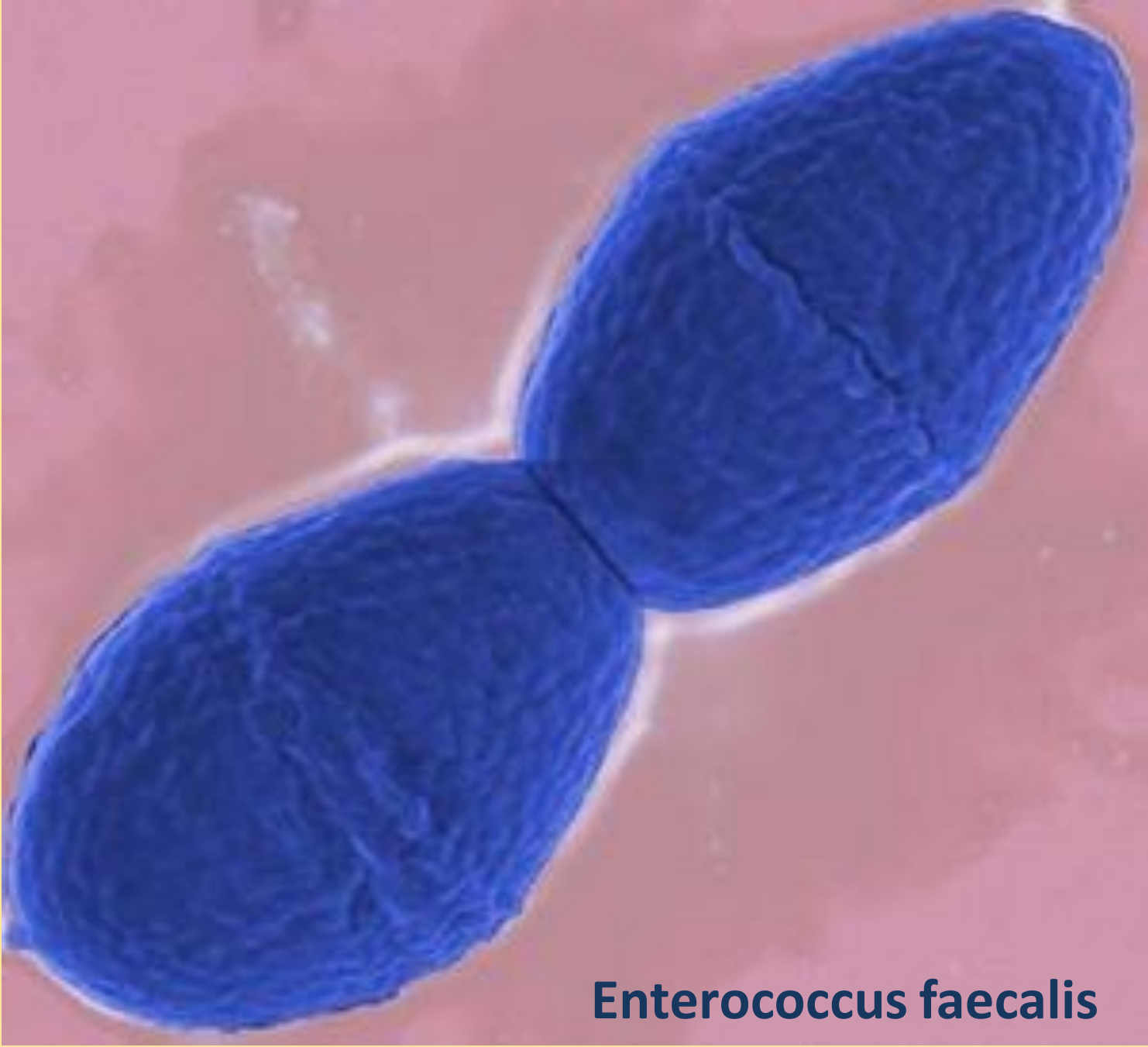


Tryptic Soy Agar

© ATCC







**Enterococcus faecalis**



**Enterococcus faecalis**

06/05/2015

L'apiculture vue au microscope AAVO

230

# VIRUS

- ✓ Un virus est un micro-organisme composé d'une coquille : la capside contenant l'information génétique : un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) et de protéines.
- ✓ Les virus sont beaucoup plus petits qu'une cellule :
  - Une cellule = 30 000nm
  - Un virus = 20 000nm
- ✓ Il vit principalement avec son hôte selon un équilibre bien établi jusqu'à l'apparition de conditions favorables à son développement : le virus peut être présent sans qu'il y ait de maladie.
- ✓ La virose est présente sans symptôme, elle s'ajoute à une autre maladie. Ce sont des parasites parfaits  
Mais l'infection virale tue les individus affaiblis ou sensibles puis s'arrête.
- ✓ L'infection virale est déclarée :  
Quand le virus se multiplie très vite chez un individu faible ou sensible et entraîne des symptômes puis une mortalité.(ex : couvain sacciforme, paralysie chronique,)
- ✓ La transmission des virus se fait par contact entre abeilles, nourrissage du couvain, par la reine à ses descendances

# Les virus les plus connus chez l'abeille

- Virus de la paralysie aigue APV
- Virus de la paralysie chronique CPV
- Les ailes déformées DWV
- Couvain sacciforme SBV

# Les virus les moins connus

- Virus de la cellule royale noire BQVV
- Virus israélien de la paralysie aigue IAPV
- Virus du cachemire KBV
- Virus de la paralysie lente SPPV
- Virus des ailes nuageuses CWV



# Les facteurs favorisants

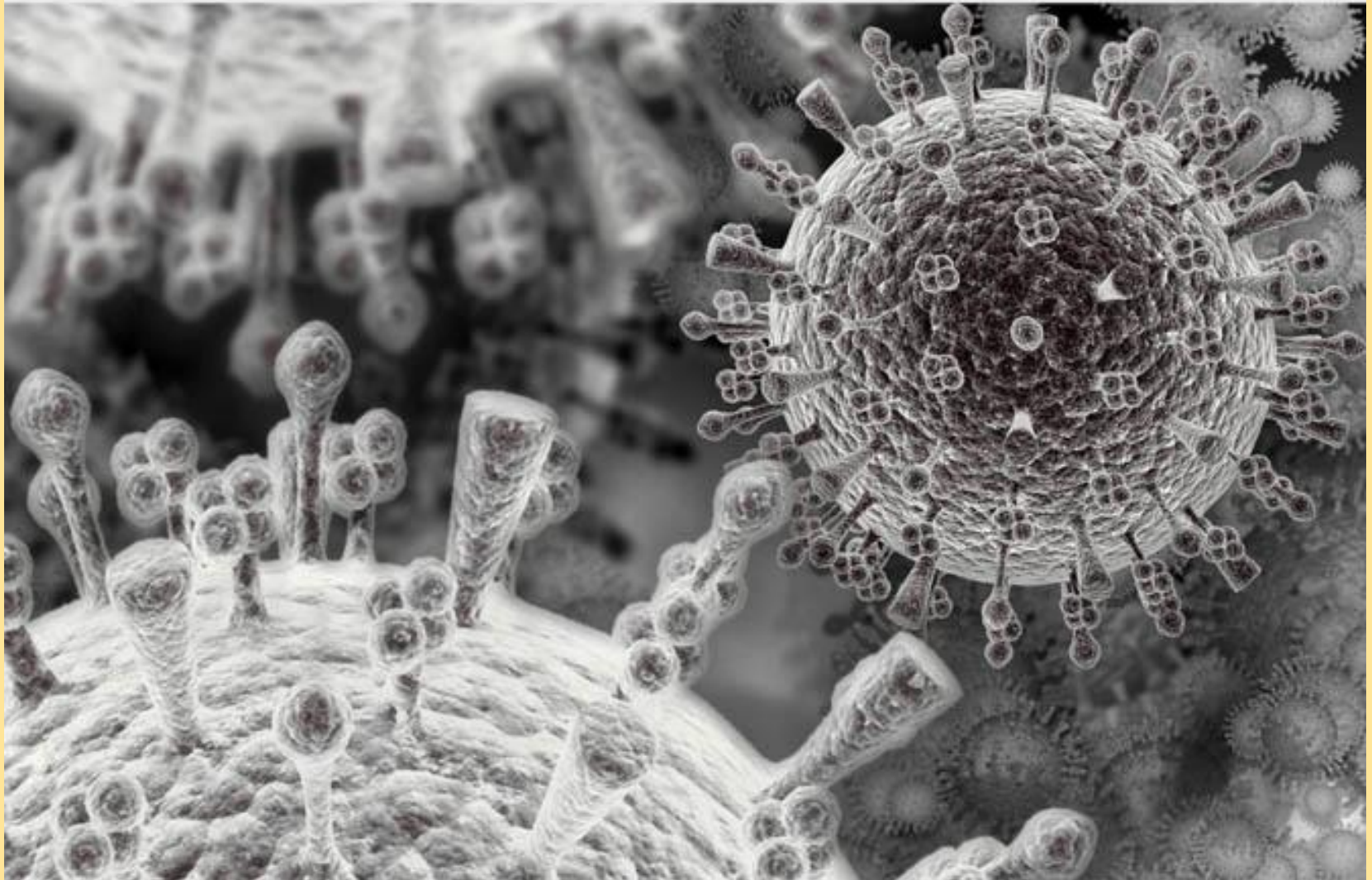
Généralement au stade latent dans les colonies, les virus se déclarent pathogènes suite à des conditions favorables pour leur développement.

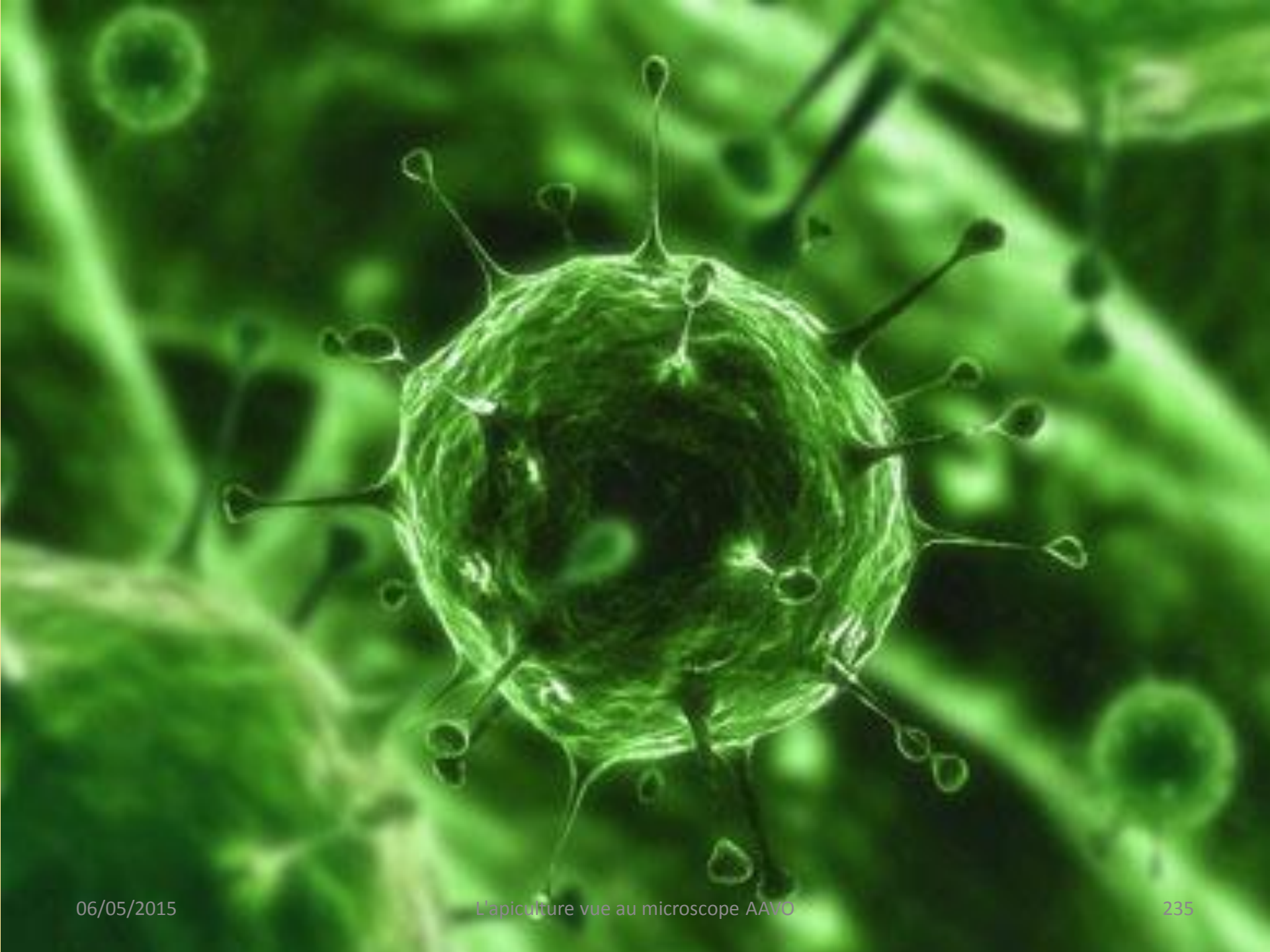
Ils sont difficiles à diagnostiquer.

- ✓ Le varroa est responsable de la multiplication des virus
- ✓ Noséma apis
- ✓ Autres acariens
- ✓ Présence de pesticides
- ✓ Carence nutritionnelle
- ✓ Mauvaises conditions climatiques

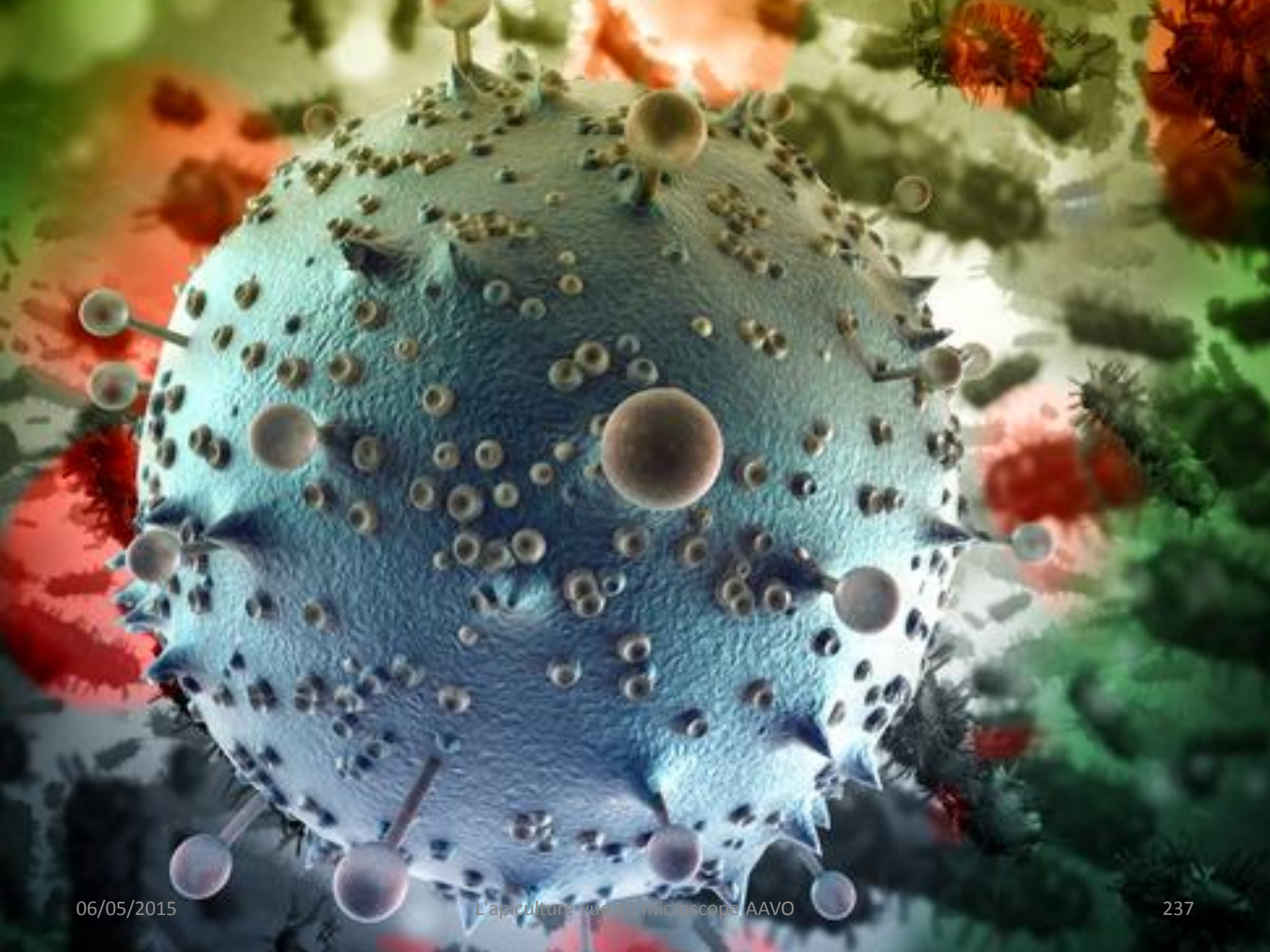
**Destruction par Javel au 1/5<sup>ième</sup>**

La plupart des virus de l'abeille et des insectes sont des picornavirus (virus de petites taille) environ 28nm Ø









# Polymérase Chain Réaction - PCR

## Historique :

Cette méthode de Biologie Moléculaire a été mise au point en 1985 par Kary Mullis, qui obtint pour ces travaux le prix Nobel de Chimie en 1993. Aujourd'hui, ce procédé révolutionnaire couplé à l'utilisation d'une ADN polymérase permet d'obtenir, une amplification considérable d'un fragment donné d'ADN.

## Principe :

Amplification *in vitro* d'une région spécifique d'un acide nucléique donné afin d'en obtenir une quantité suffisante pour le détecter.

 **dépistage des maladies, fongiques, bactériennes, virales**



# *Merci de votre attention*

