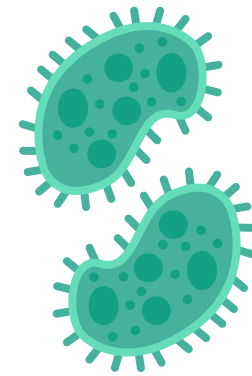


La complexification des génomes



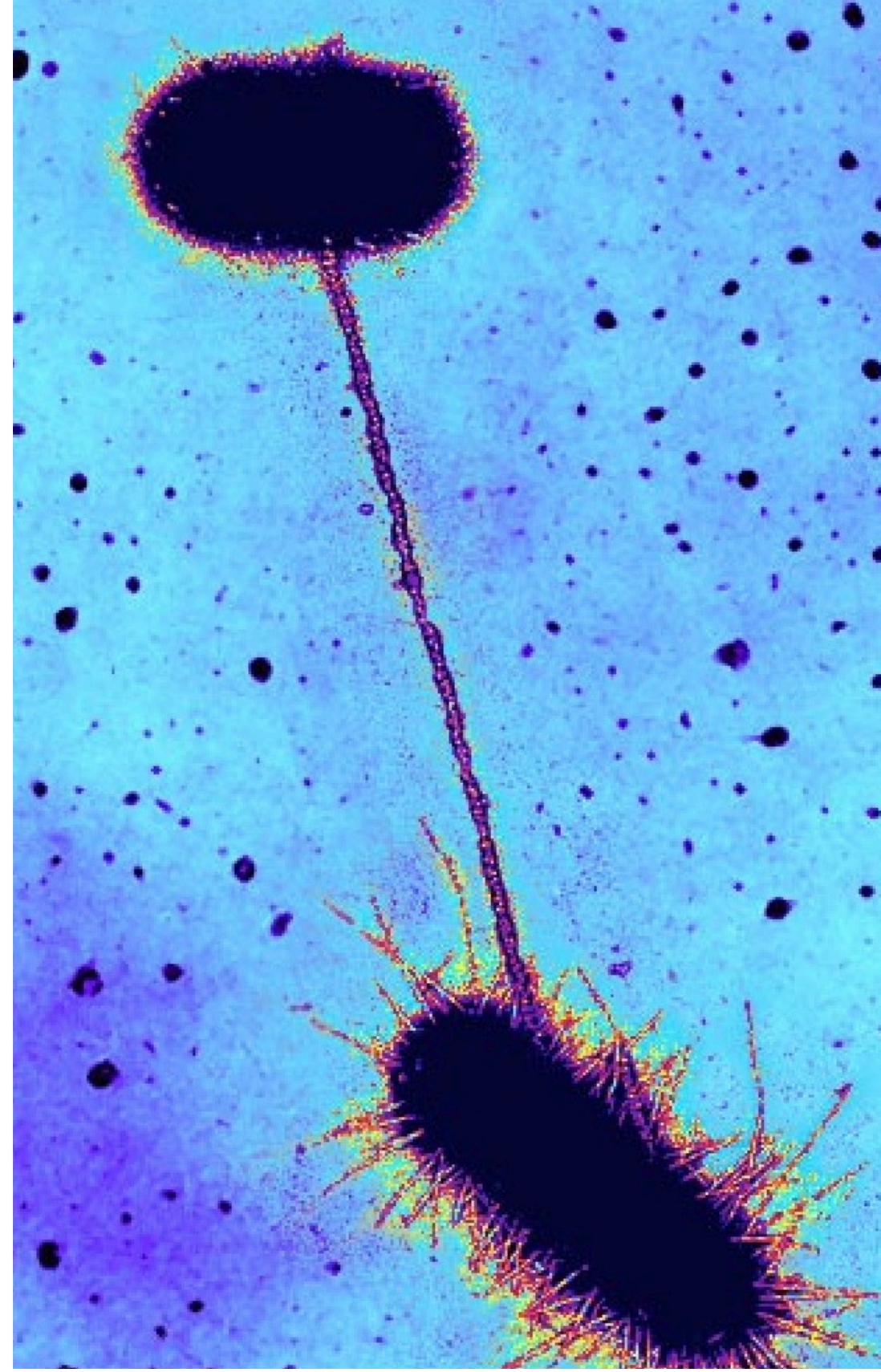
Comment s'enrichissent les génomes en dehors de la reproduction sexuée ?

I. Les Transferts Horizontaux de Gènes, une diversification par acquisition de gènes

- A) Les différents mécanismes de transferts horizontaux de gènes
- B) Les Transfert Horizontal de Gènes et leurs conséquences évolutives

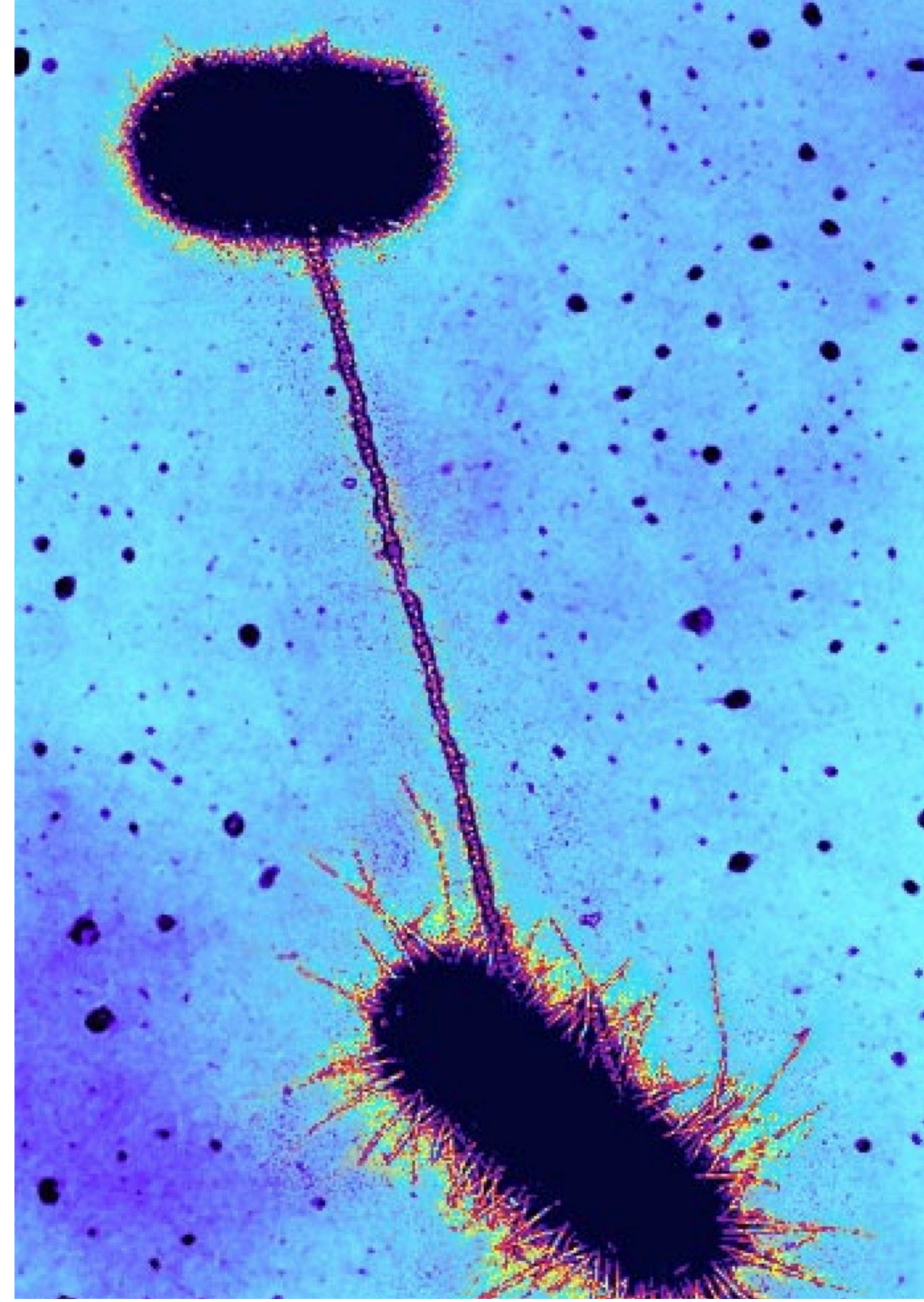
II. Les endosymbioses, une diversification par fusion entre êtres vivants

- A) L'endosymbiose, une association étroite entre êtres vivants
- B) L'origine endosymbiotique des organites




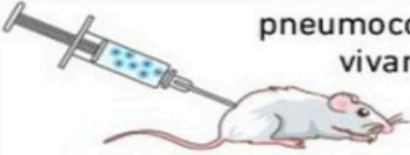



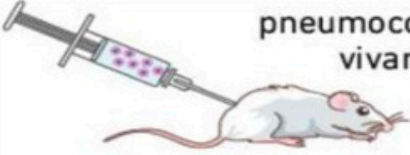


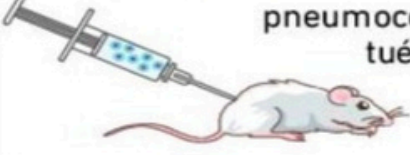



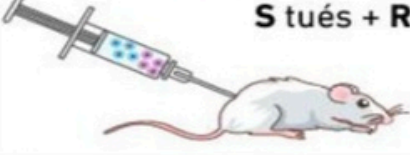




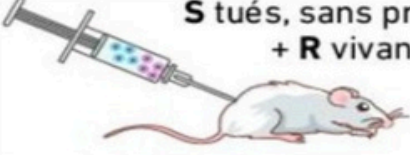




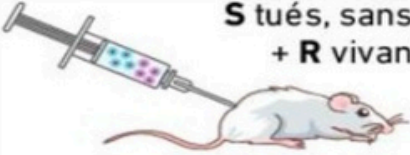

I. Les Transferts Horizontaux de Gènes, une diversification par acquisition de gènes

→ A) Les différents mécanismes de transferts horizontaux de gènes





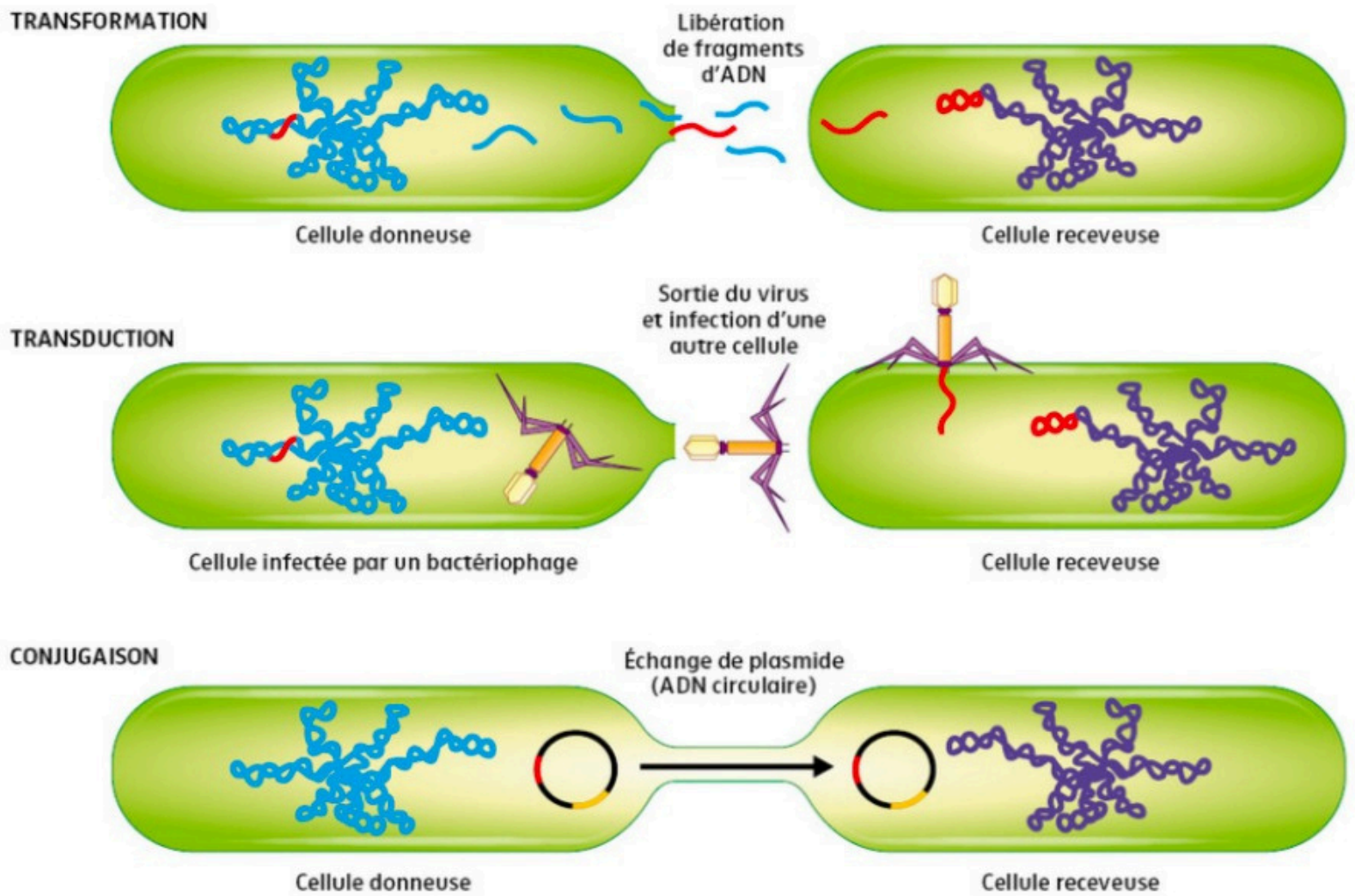
ARGUMENT : Les expériences historiques de Griffith sur la transformation bactérienne

	Expériences		Résultats	
1	souche S 	 pneumocoques S vivants	mort de la souris 	 nombreux pneumocoques S vivants
2	souche R 	 pneumocoques R vivants	la souris survit 	absence de pneumocoques
3	souche S pneumocoques tués par la chaleur 	 pneumocoques S tués	la souris survit 	absence de pneumocoques
4	 	 S tués + R vivants	mort de la souris 	 nombreux pneumocoques S vivants
5	  + protéase	 S tués, sans protéines + R vivants	mort de la souris 	 nombreux pneumocoques S vivants
6	  + ADNase	 S tués, sans ADN + R vivants	la souris survit 	absence de pneumocoques

Document 1 : Les expériences de Griffith (1928), Avery, McLeod et McCarty (1944).



ARGUMENT : Les différents types de transferts horizontaux de gènes

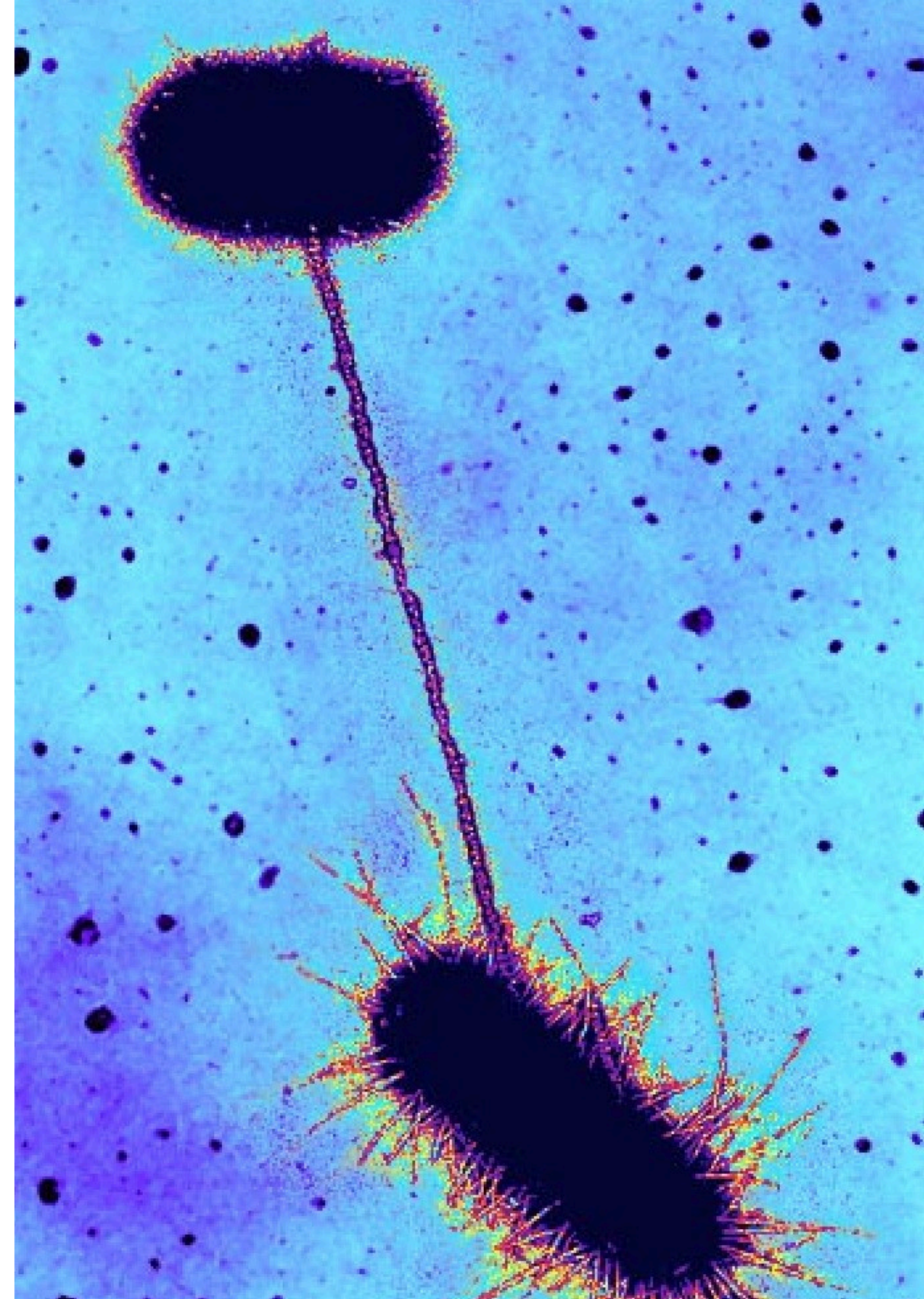


Document 2 : Les différents types de transferts horizontaux de gènes.

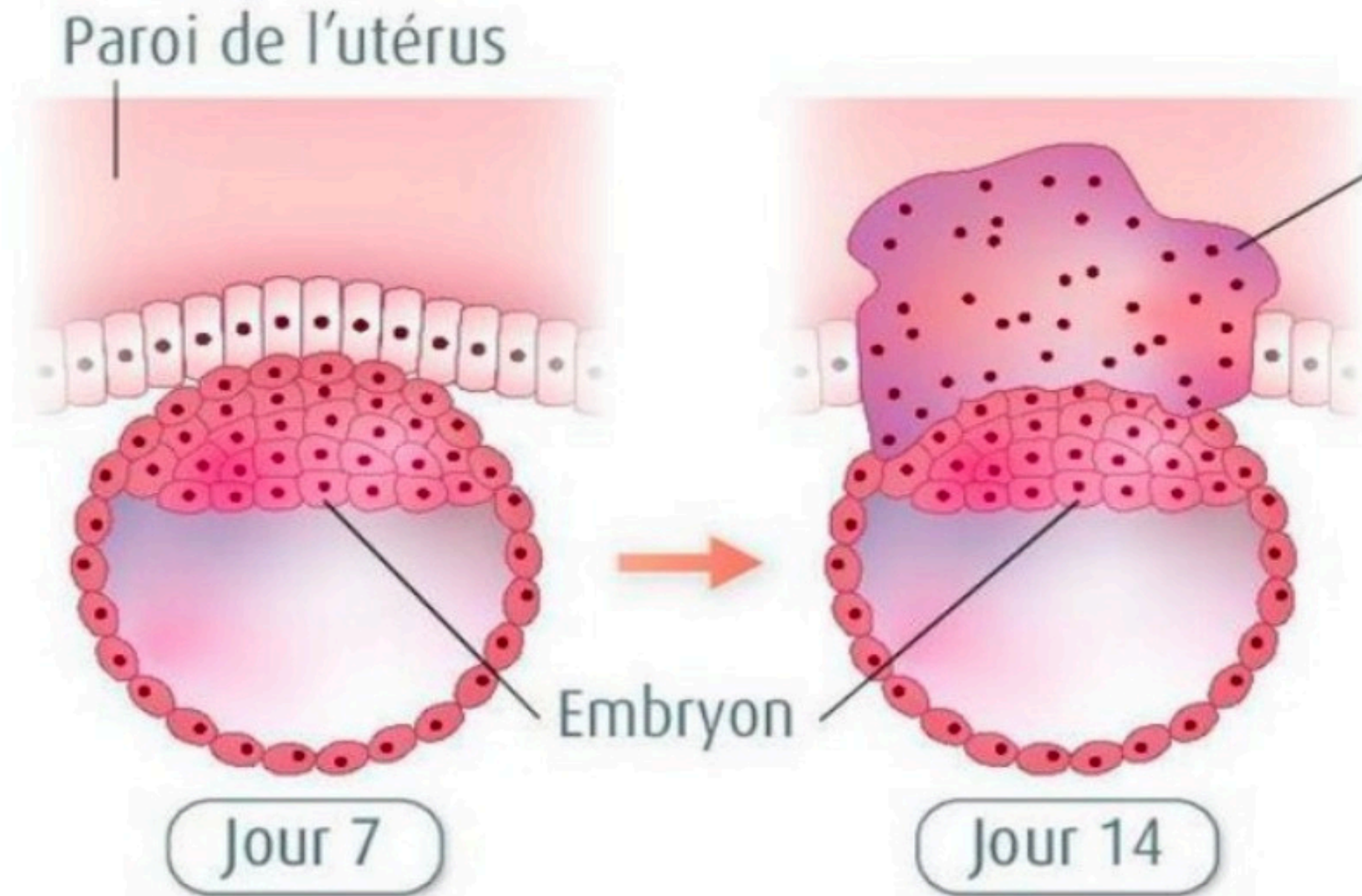
I. Les Transferts Horizontaux de Gènes, une diversification par acquisition de gènes

A) Les différents mécanismes de Transferts Horizontaux de Gènes

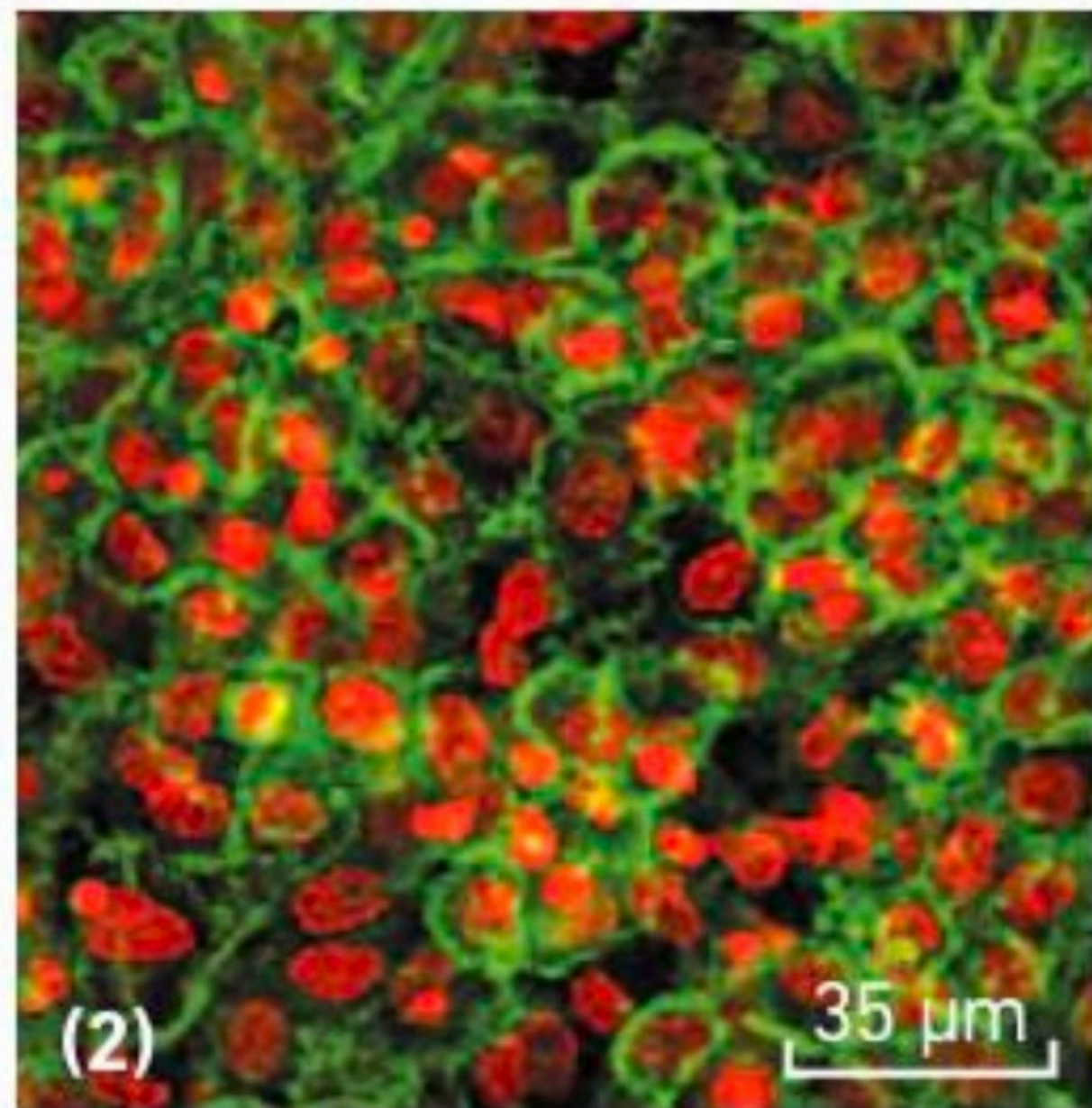
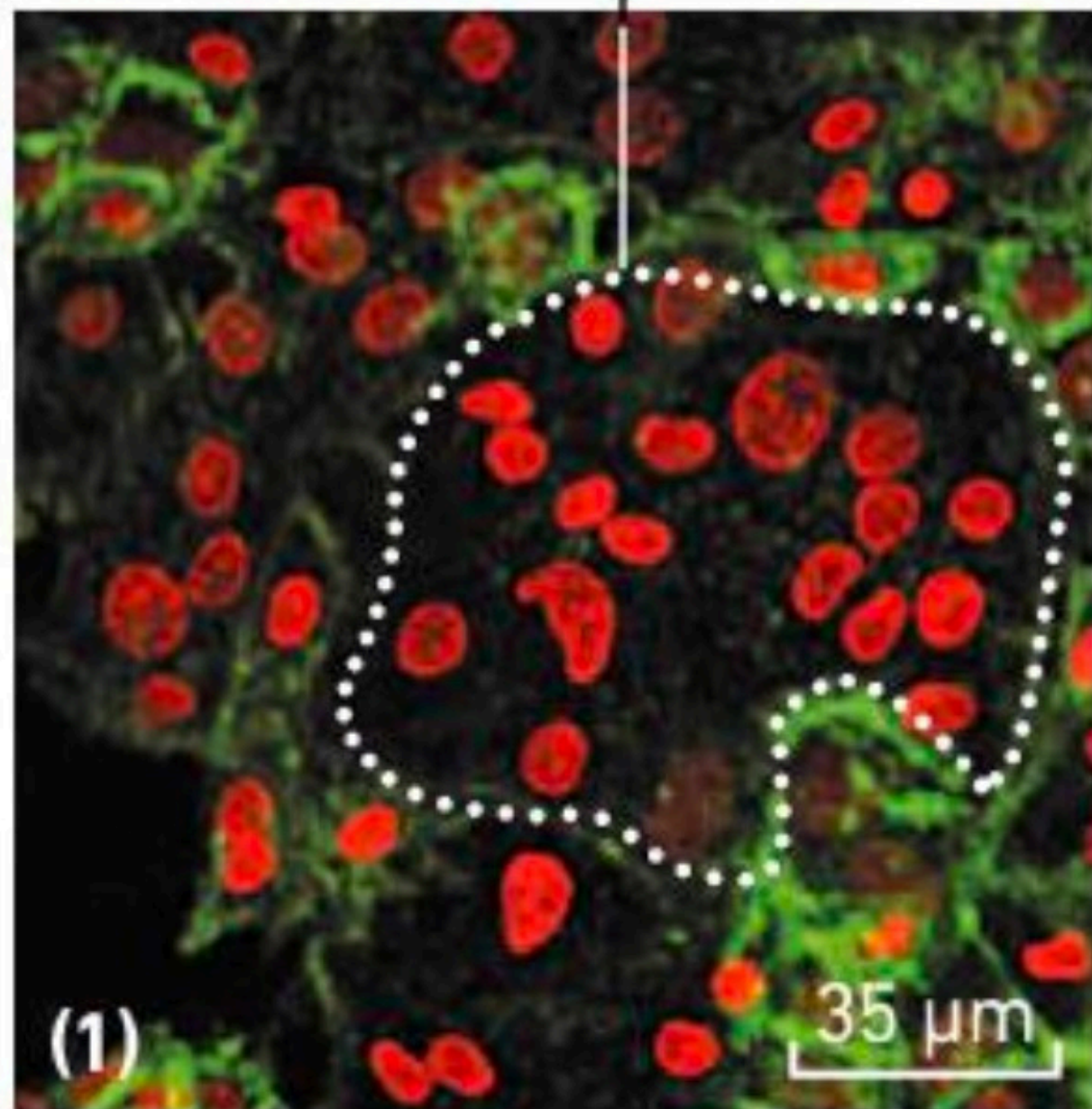
→ B) Les Transfert Horizontal de Gènes et conséquences évolutives



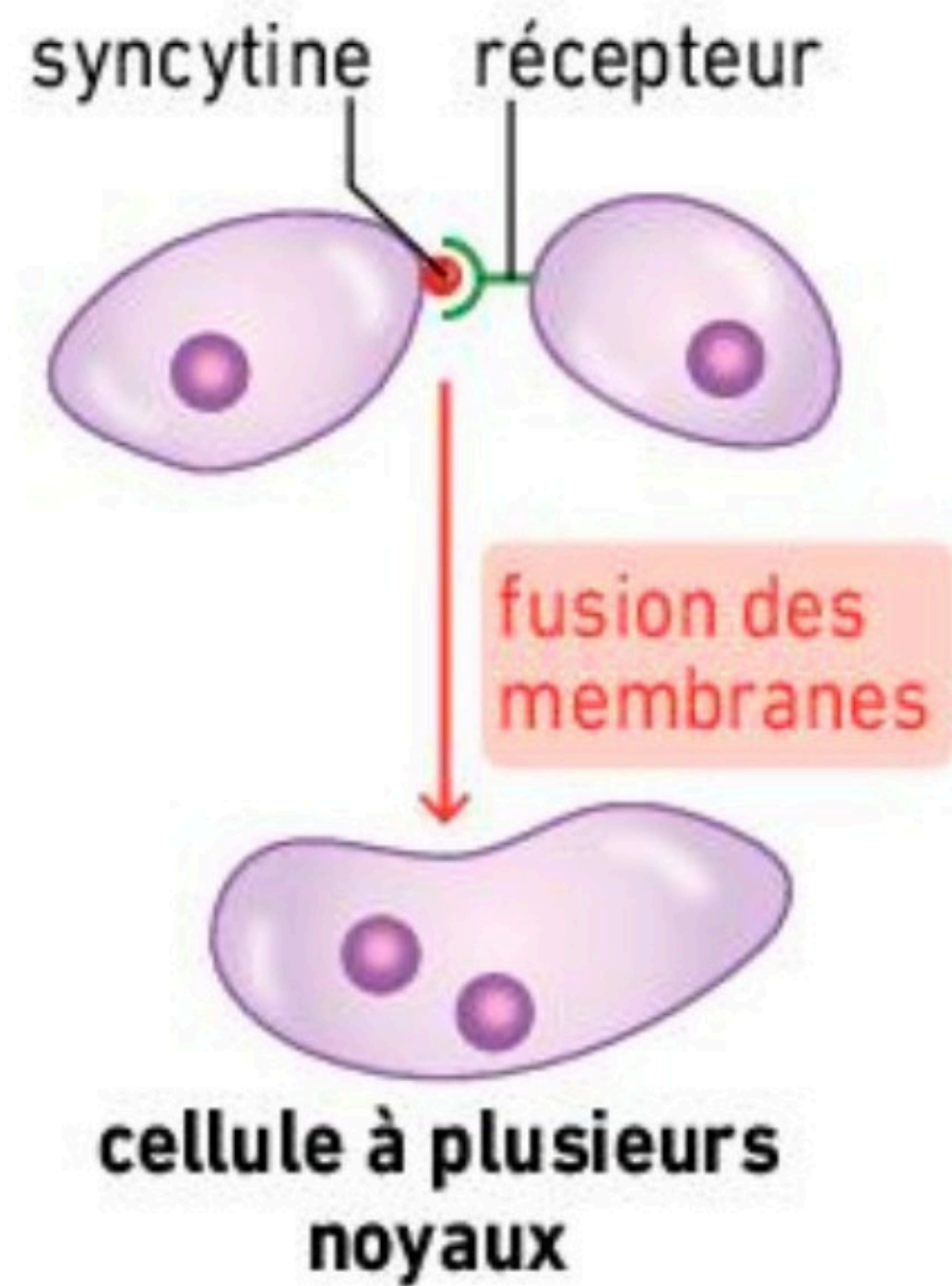
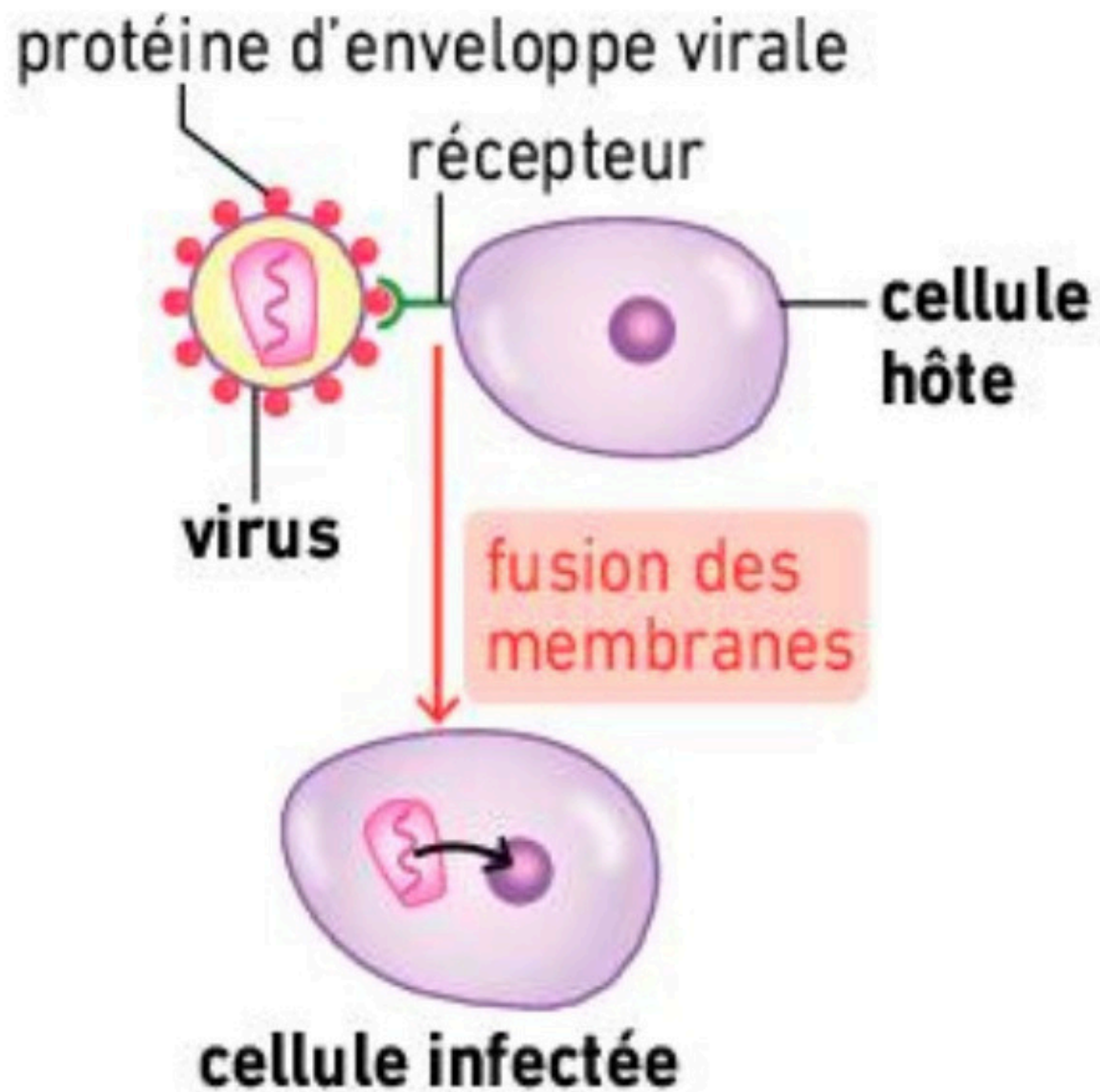
Formation du placenta chez l'humain.



cellules fusionnées

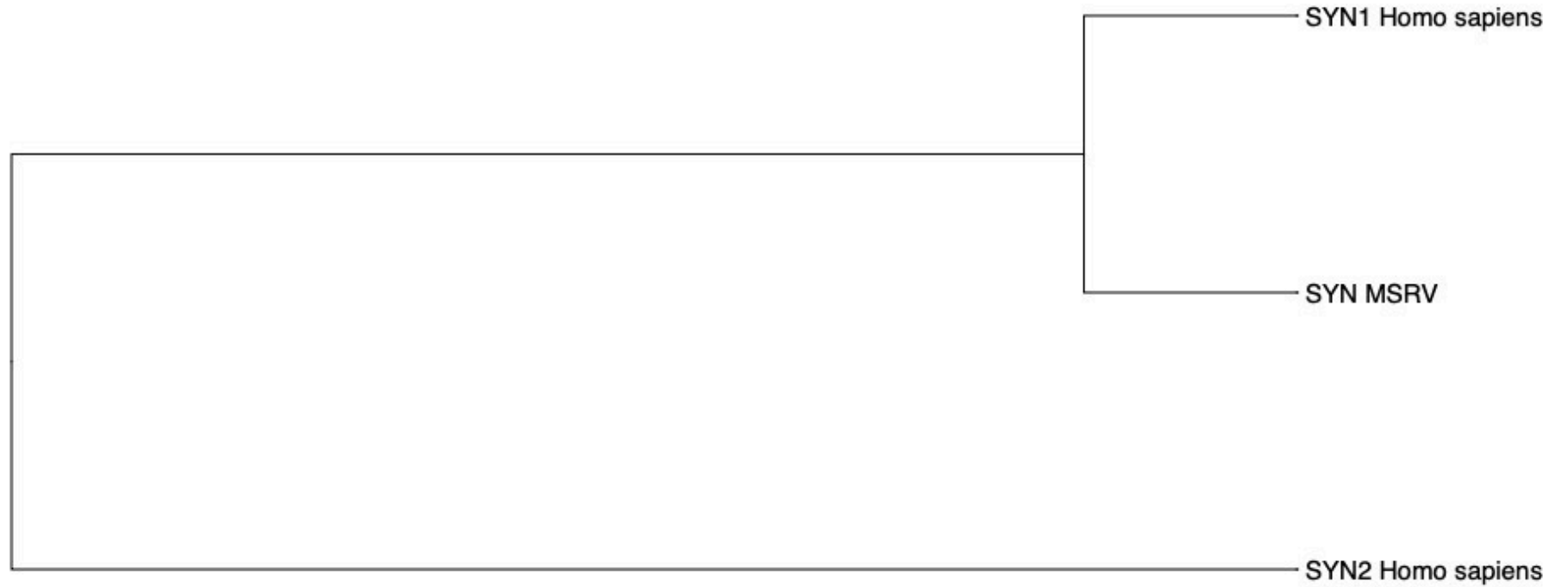


B Cellules embryonnaires humaines à l'origine du placenta après 72 heures de culture.



Similarité (ou ressemblance) entre les séquences :
(en % d'identité)

	<i>SYN1 Homo sapiens</i>	<i>SYN2 Homo sapiens</i>	<i>SYN MSR V</i>
<i>SYN1 Homo sapiens</i>	100	23,75	87,27
<i>SYN2 Homo sapiens</i>	23,75	100	22,26
<i>SYN MSR V</i>	87,27	22,26	100

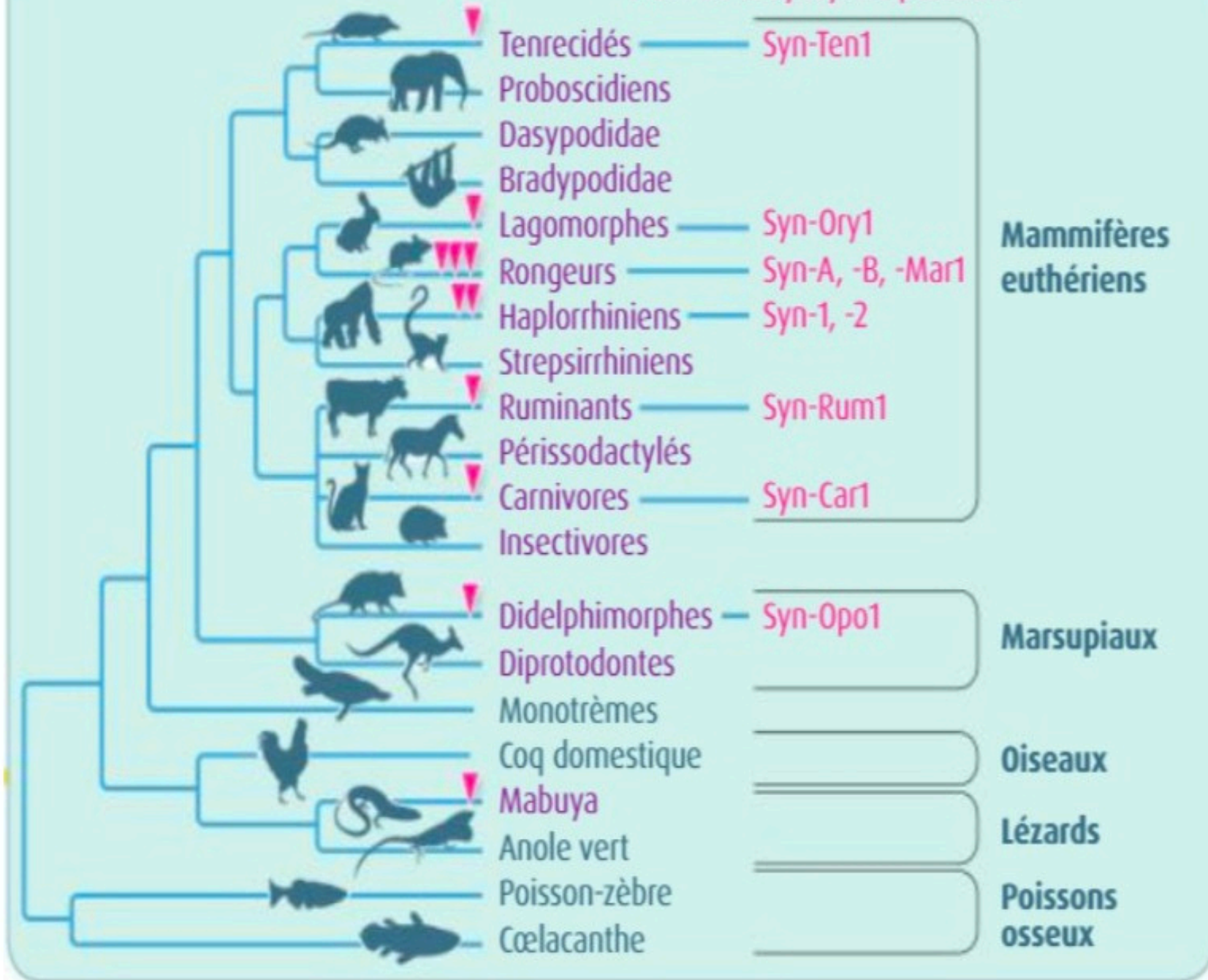


SYN1 Homo sapiens
SYN2 Homo sapiens
SYN MSR V

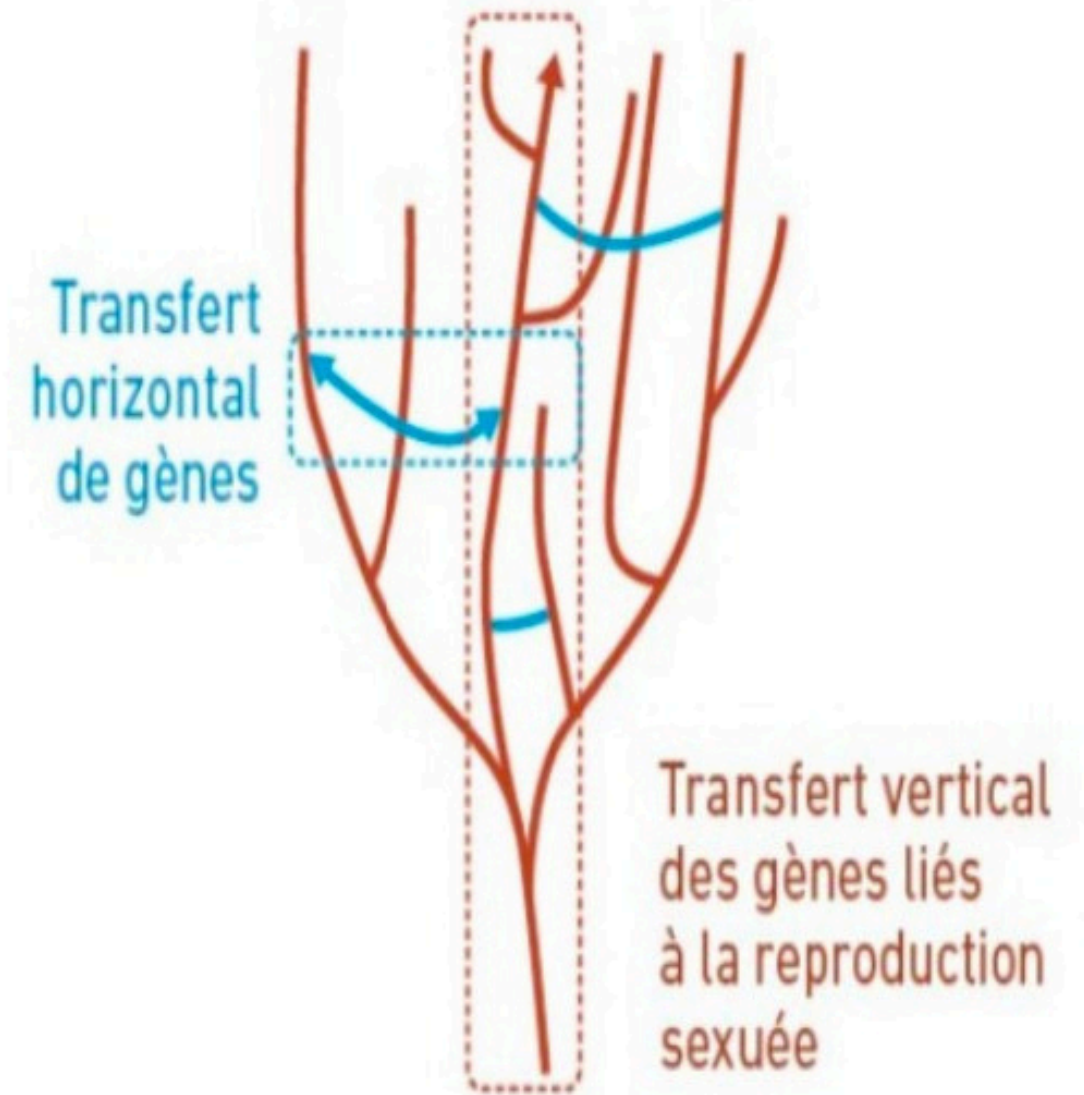
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SYN1 Homo sapiens	Met	Ala	Leu	Pro	Tyr	His	Ile	Phe	Leu	Phe	Thr	Val	Leu	Leu
SYN2 Homo sapiens	Met	Gly	Leu	Leu	Leu	Leu	Val	Leu	Ile	Leu	Thr	Pro	Ser	Leu
SYN MSR V	Met	Ala	Leu	Pro	Tyr	His	Thr	Phe	Leu	Phe	Thr	Val	Leu	Leu



Nom de la syncytine possédée

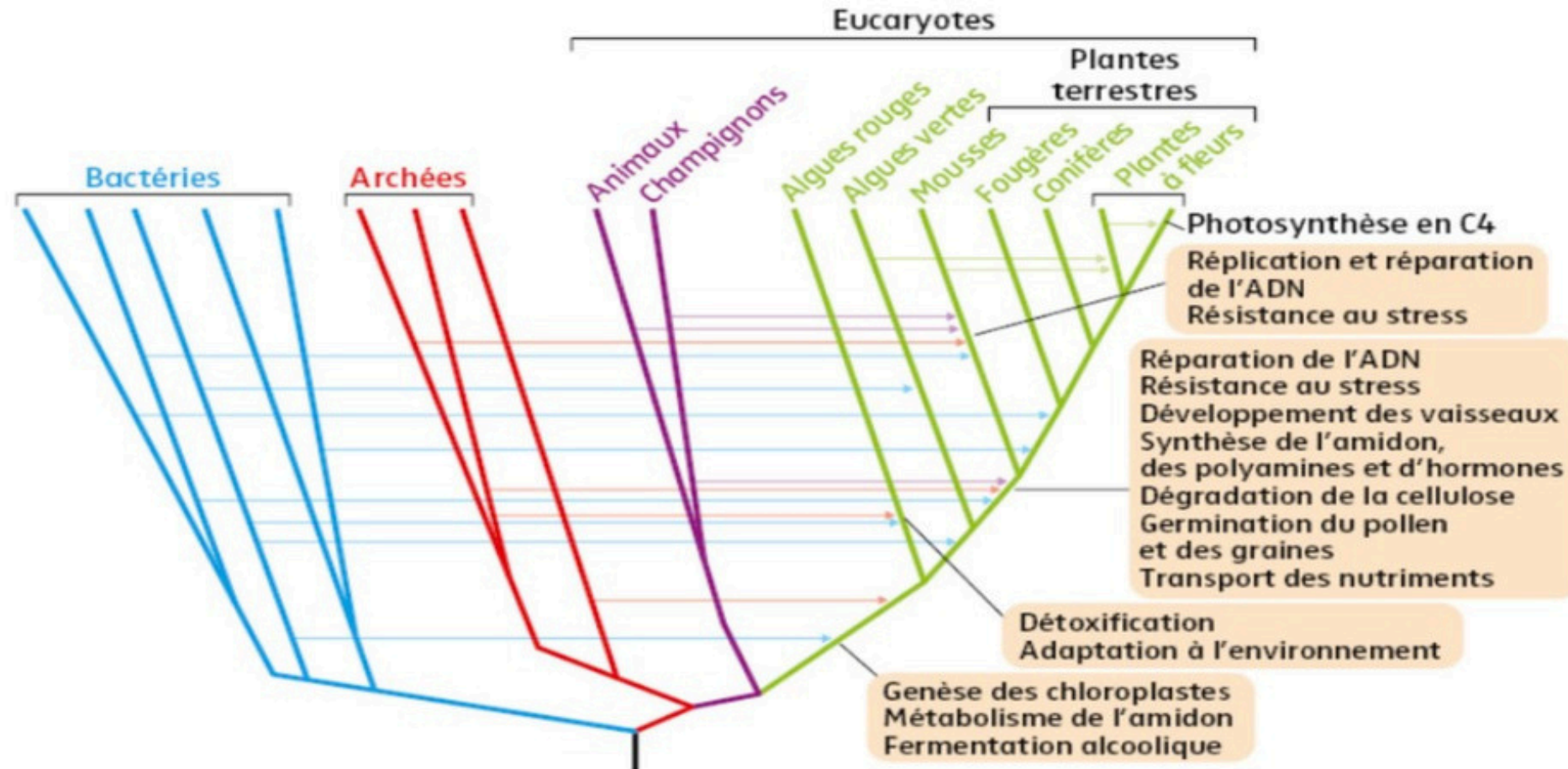


Un rôle important dans l'évolution

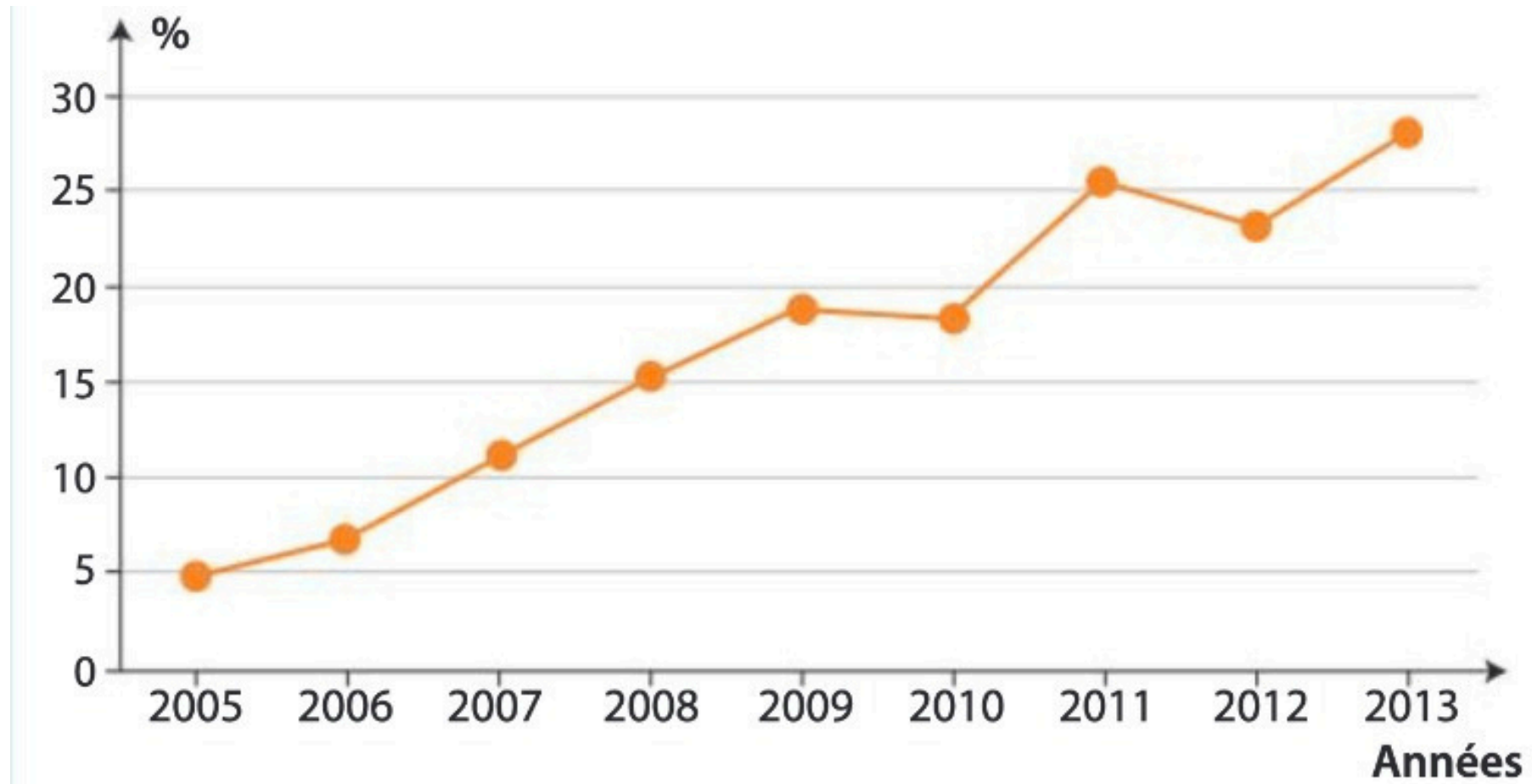
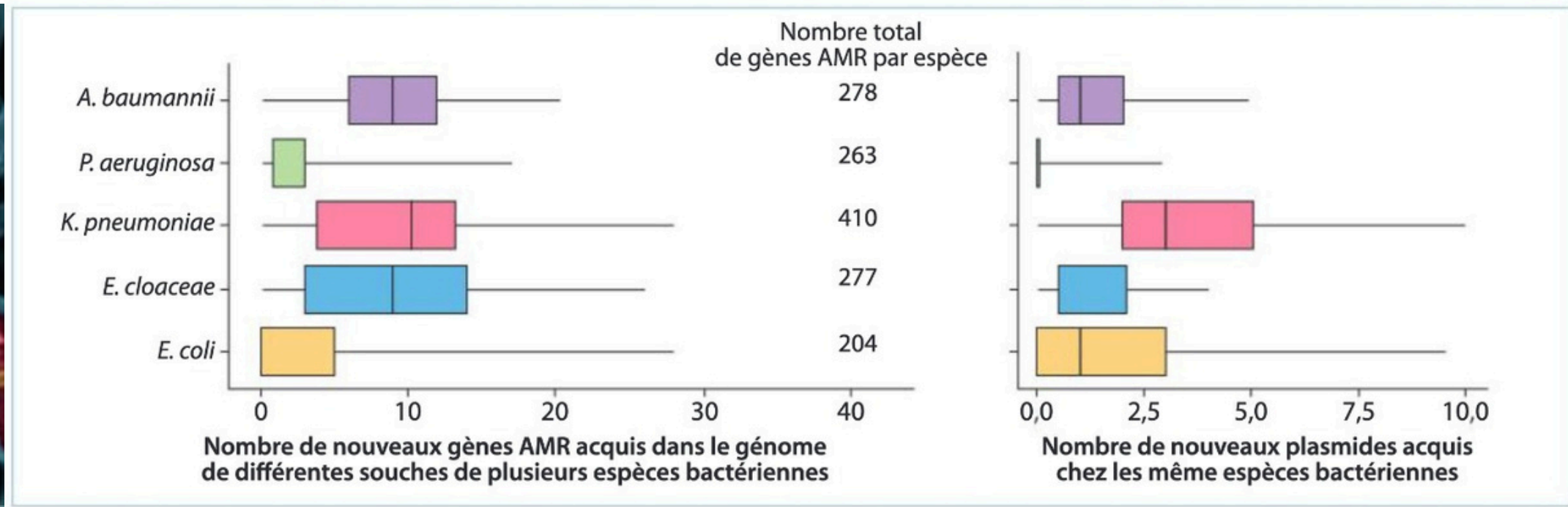
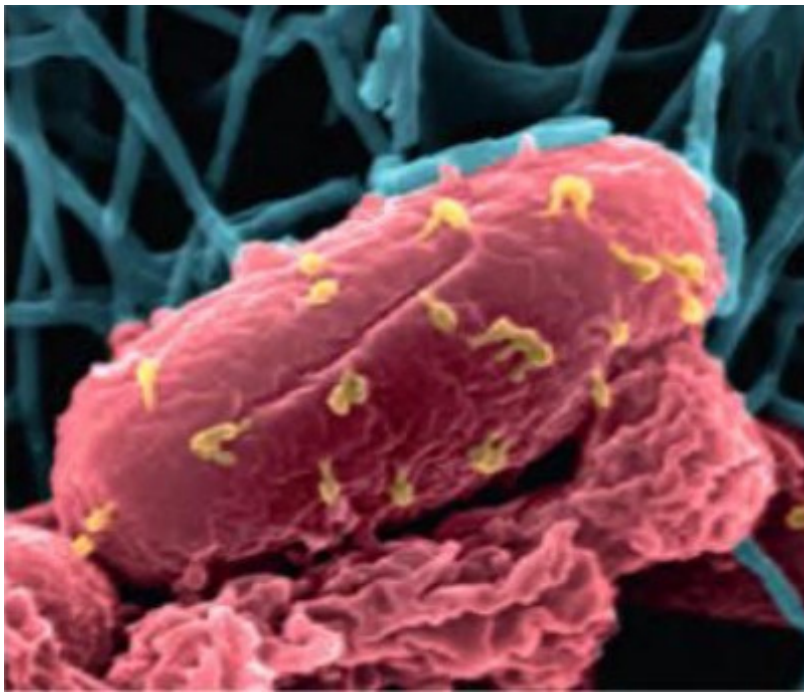


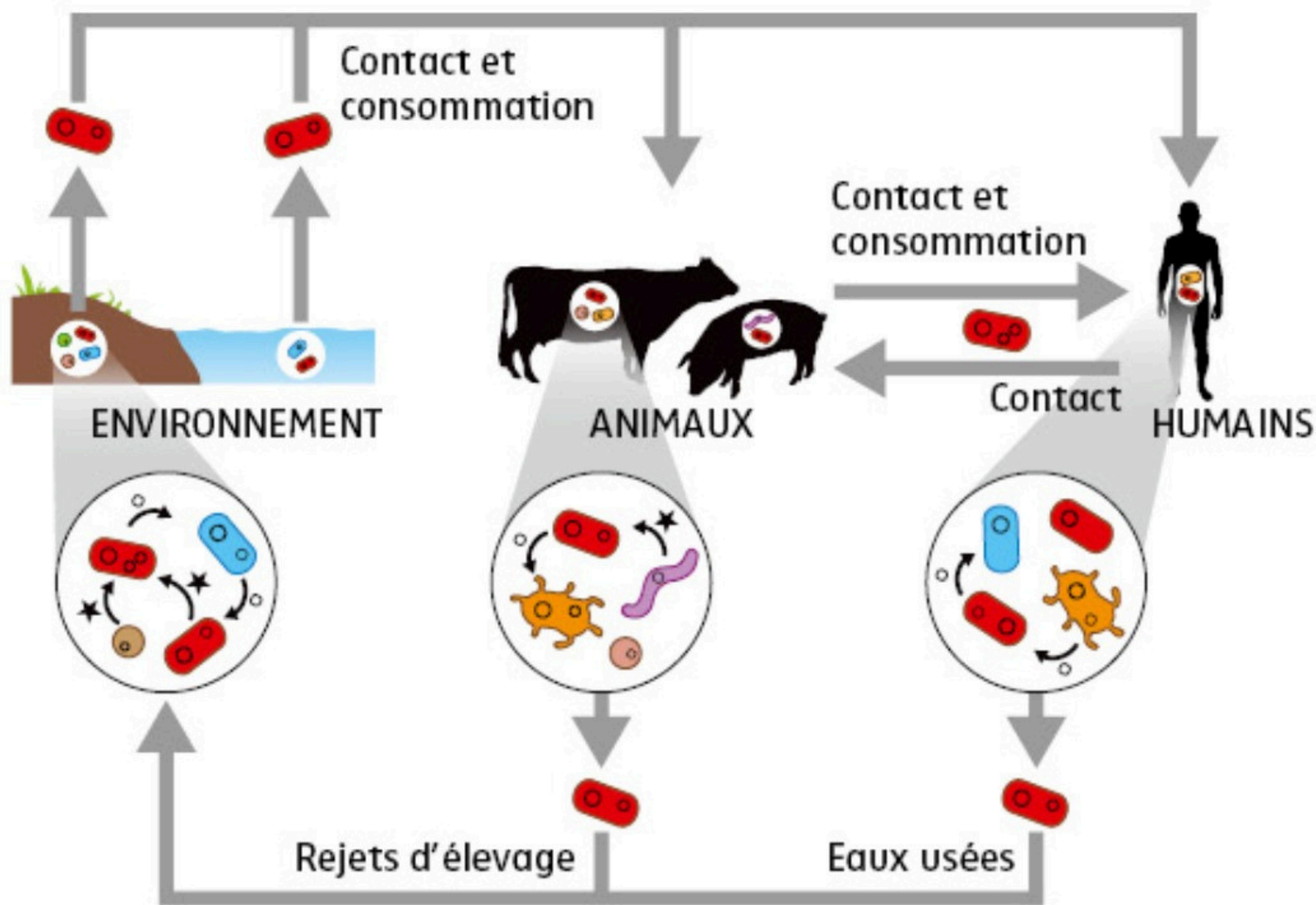


ARGUMENT : Arbre phylogénétique du vivant mettant en évidence les transferts horizontaux de gènes



Document 3 : Arbre phylogénétique simplifié du vivant présentant les transferts horizontaux de gènes dans la lignée des végétaux.





Bactérie *Klebsiella pneumoniae*

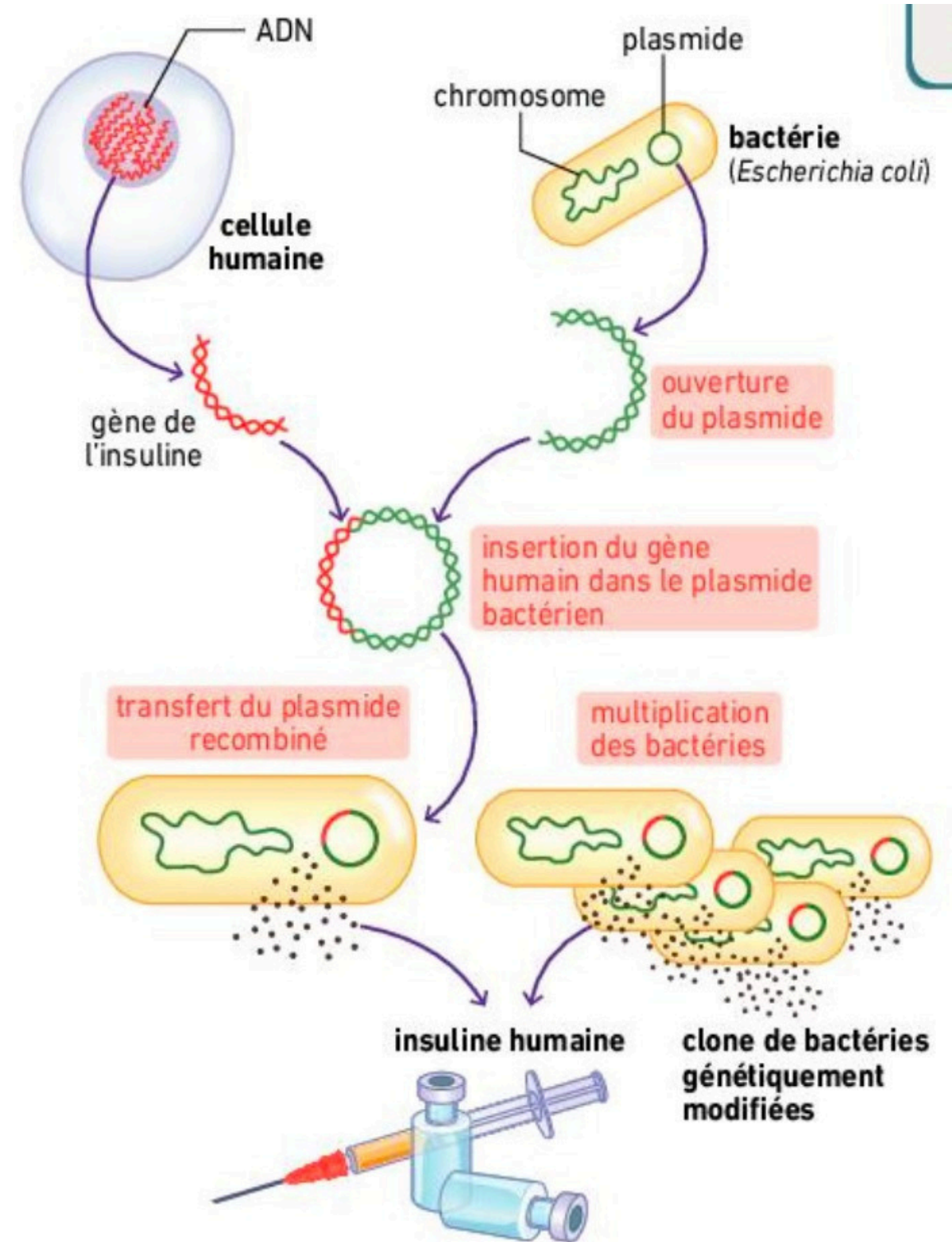
Autres espèces

- Chromosome
- ↪ Transfert de plasmide
- ✦ Transfert de gène

Résistance aux antibiotiques



B Bioréacteurs contenant des bactéries génétiquement modifiées produisant des protéines humaines.





Bilan: À côté des transferts verticaux de gènes, assurés de génération en génération par la reproduction sexuée, il existe des transferts horizontaux entre organismes parfois non étroitement apparentés. Ces transferts horizontaux se font par divers mécanismes : incorporation d'ADN libre par des bactéries, conjugaison bactérienne, transmission par des virus jouant le rôle de vecteurs de gènes. Du fait de l'universalité de l'ADN et des modalités de son expression, les gènes transférés par transfert horizontal peuvent enrichir les génomes. L'analyse de l'ADN d'une espèce montre qu'une fraction non négligeable de son génome résulte de transferts horizontaux de gènes ayant joué un rôle important dans son histoire évolutive.

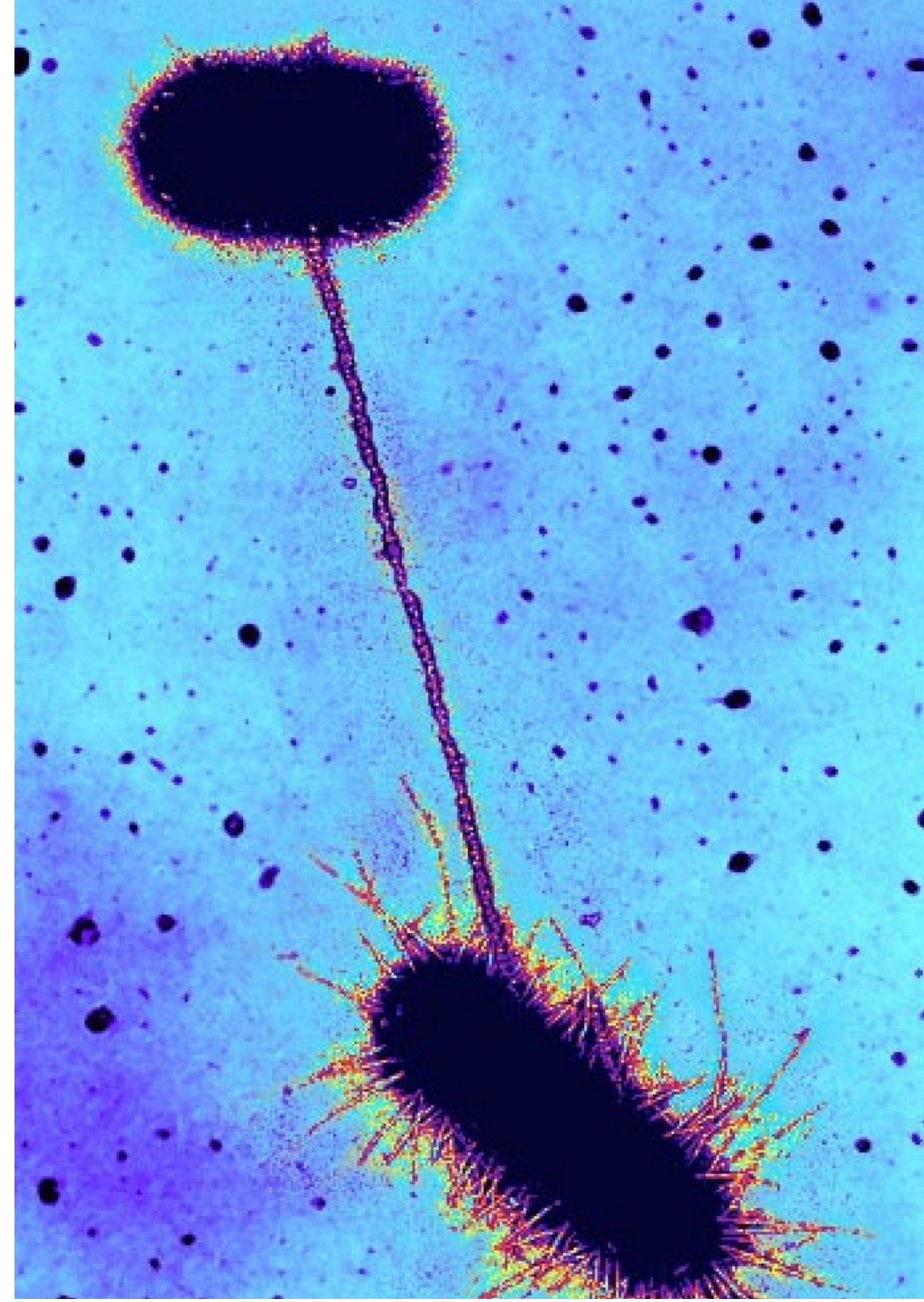


Bilan: Les transferts horizontaux de matériel génétique ont un impact dans le domaine de la santé humaine : c'est en effet le plus souvent par transfert horizontal que les bactéries deviennent résistantes aux antibiotiques.

L'Homme sait mettre à profit ces mécanismes pour réaliser artificiellement des transferts de gènes et faire produire par des bactéries des molécules d'intérêt thérapeutique.

II. Les endosymbioses, une diversification par fusion entre êtres vivants

→ A) L'endosymbiose, une association étroite entre êtres vivants

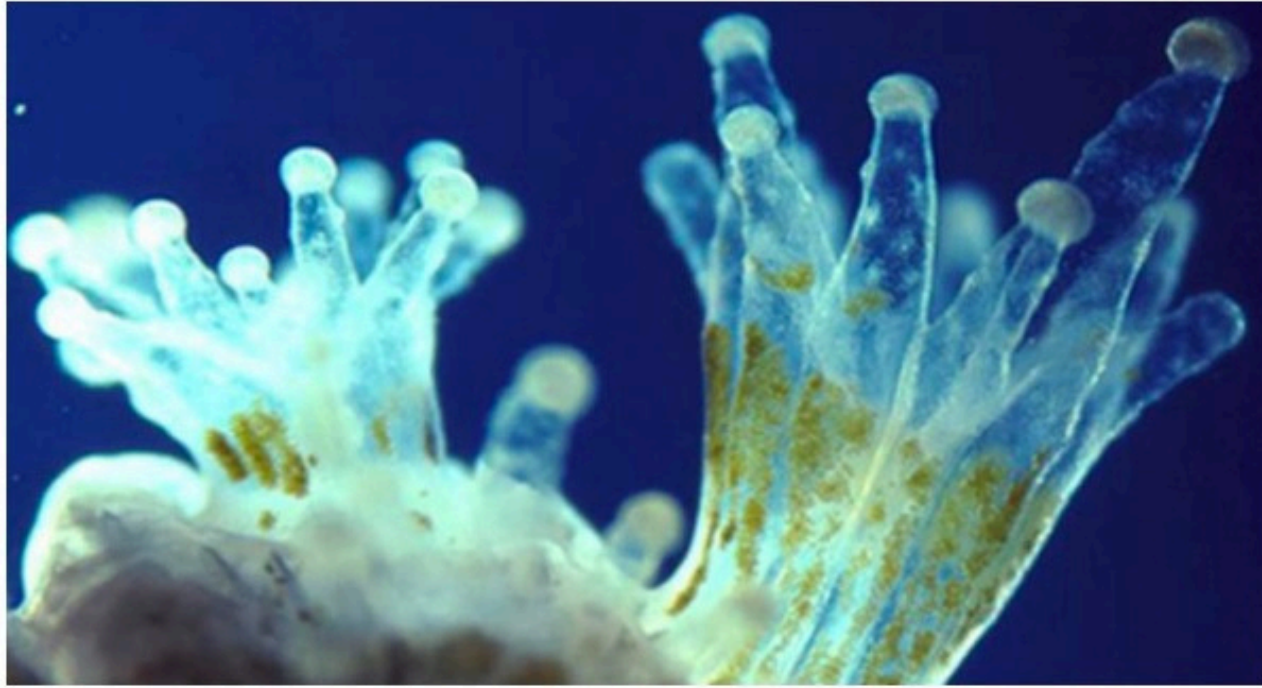




Les coraux vivent dans des eaux chaudes et claires

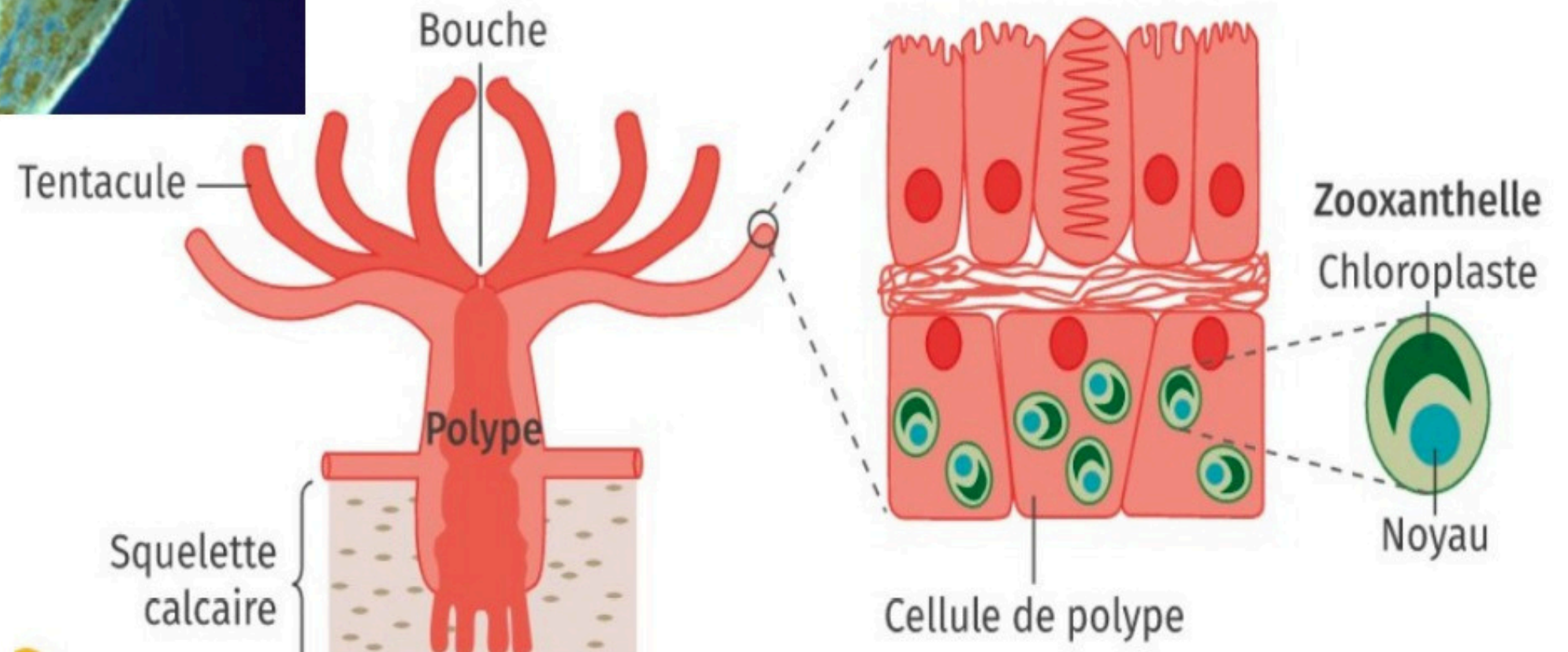
Ce sont des animaux qui font partie des cnidaires (comme les méduses) . Ils vivent en colonies et fabriquent un squelette externe en calcaire

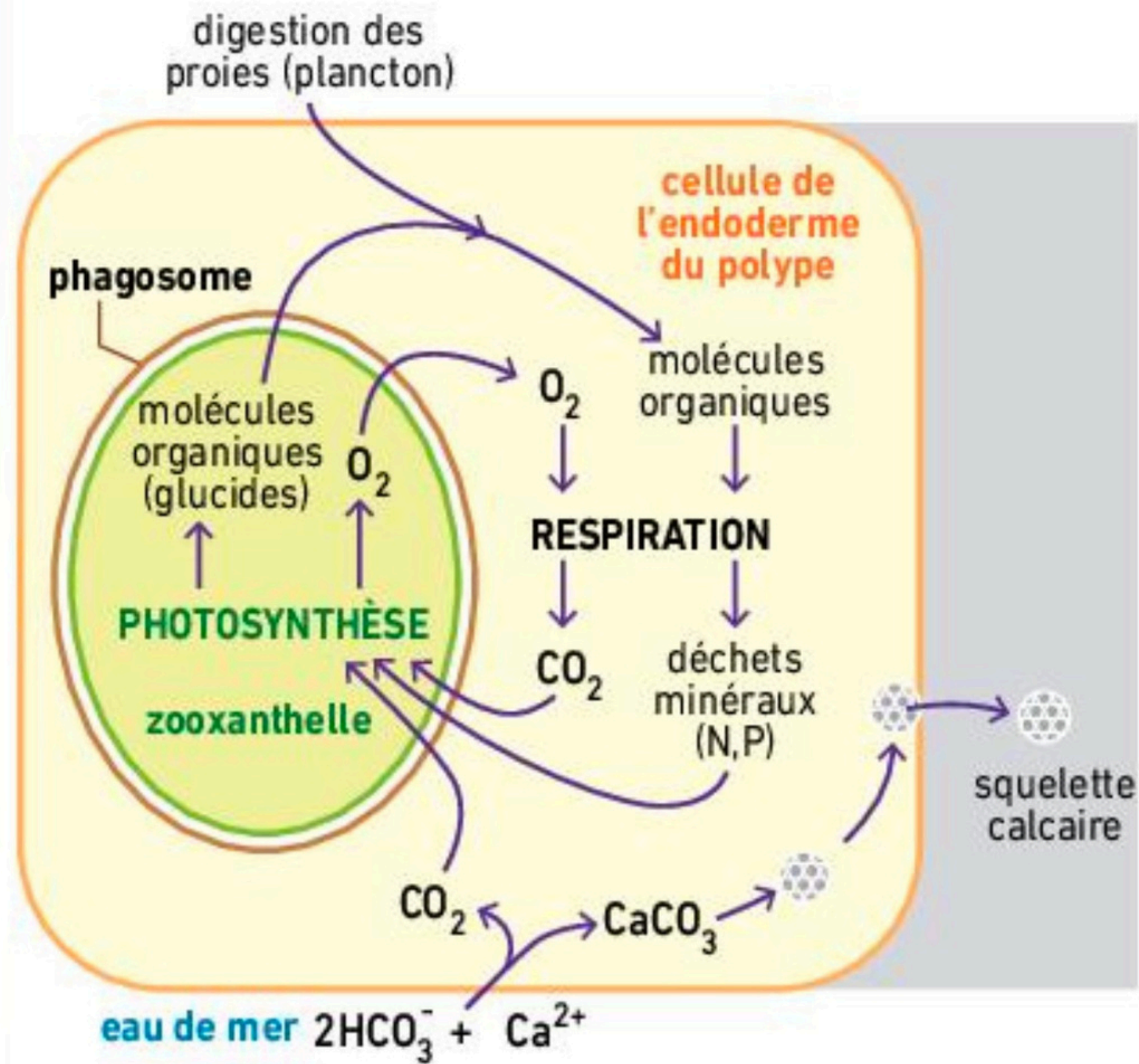
.



Les polypes hébergent des algues dans leurs cellules.

Les coraux : une association entre un animal et des algues : zooxanthelles





Les contraintes : les coraux doivent vivre près de la surface et se protéger de trop de O₂ par des composés antioxydants. Les algues cèdent une grande quantité de molécules organiques au polype.

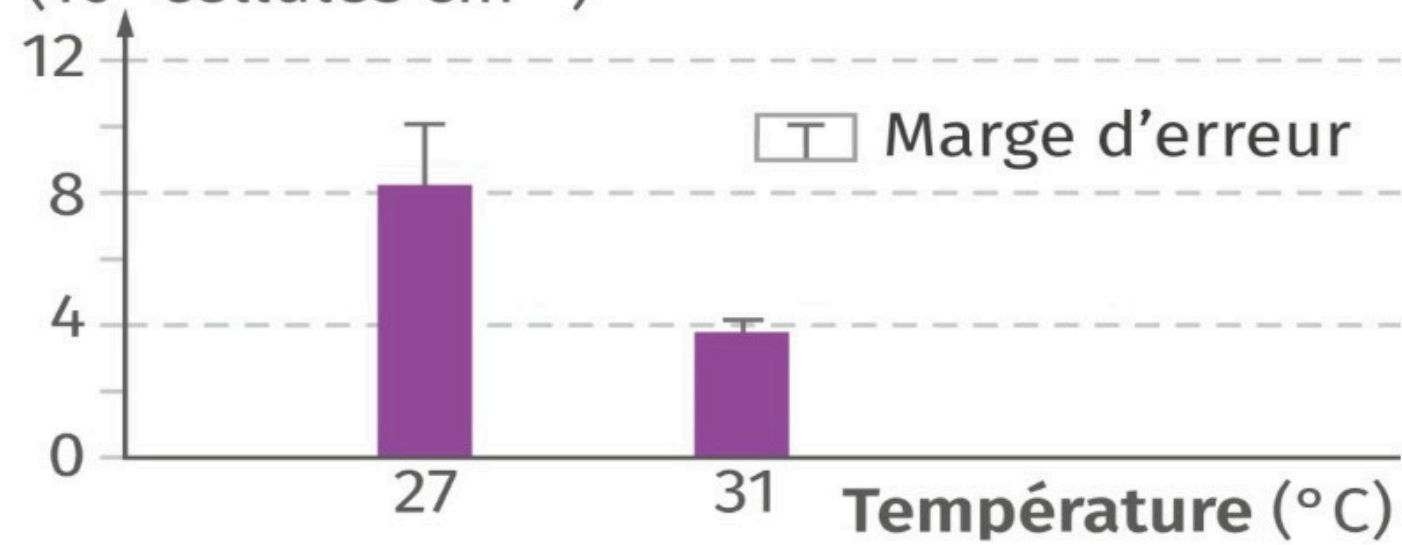


Le blanchiment des coraux



Des températures élevées entraînent une diminution de la densité des zooxanthelles

Densité de zooxanthelles
(10^5 cellules·cm⁻²)



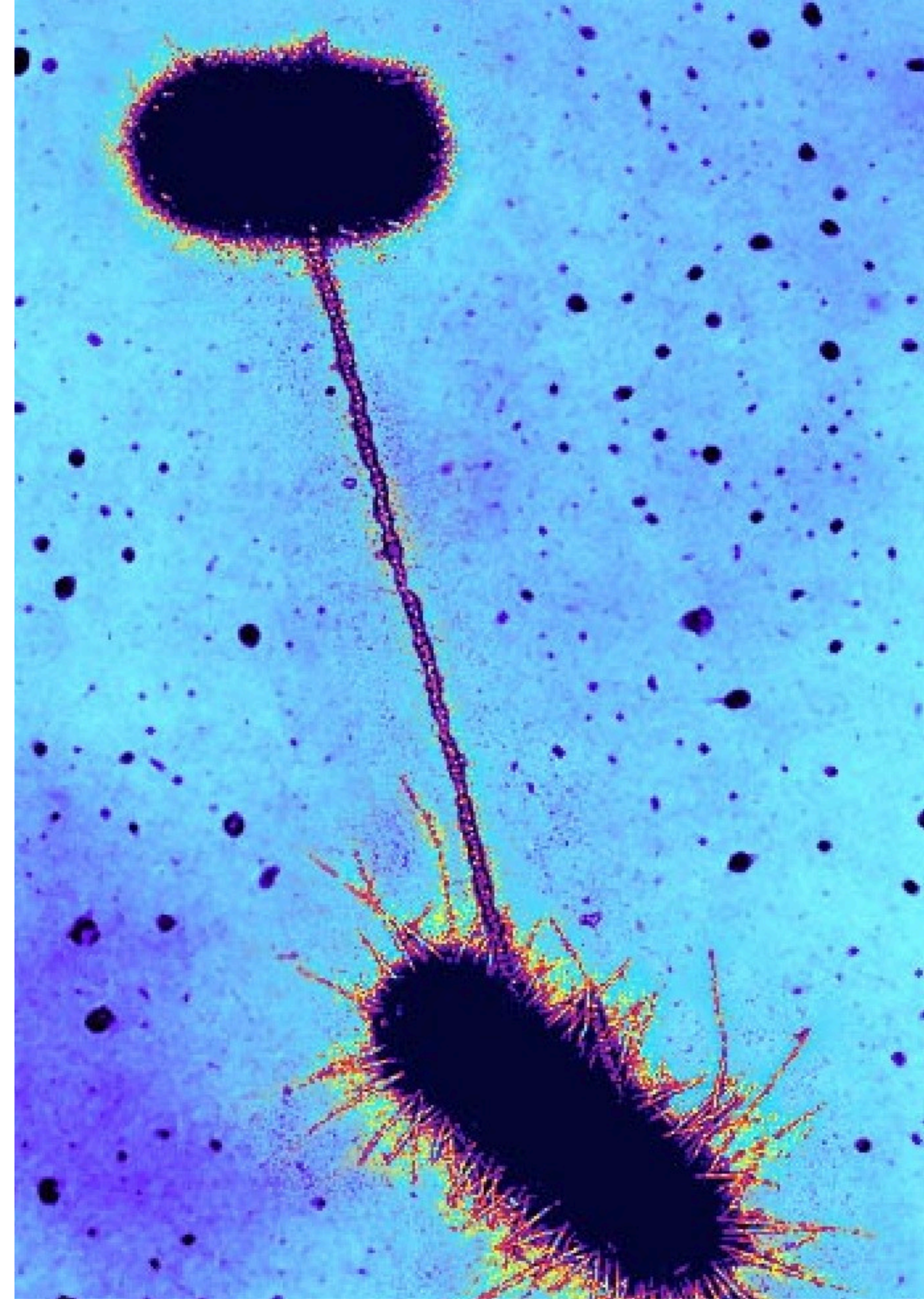
Les polypes expulsent les zooxanthelles, d'où le blanchiment des coraux.



II. Les endosymbioses, une diversification par fusion entre êtres vivants

A) L'endosymbiose, une association étroite entre êtres vivants

→ B) L'origine endosymbiotique des organites



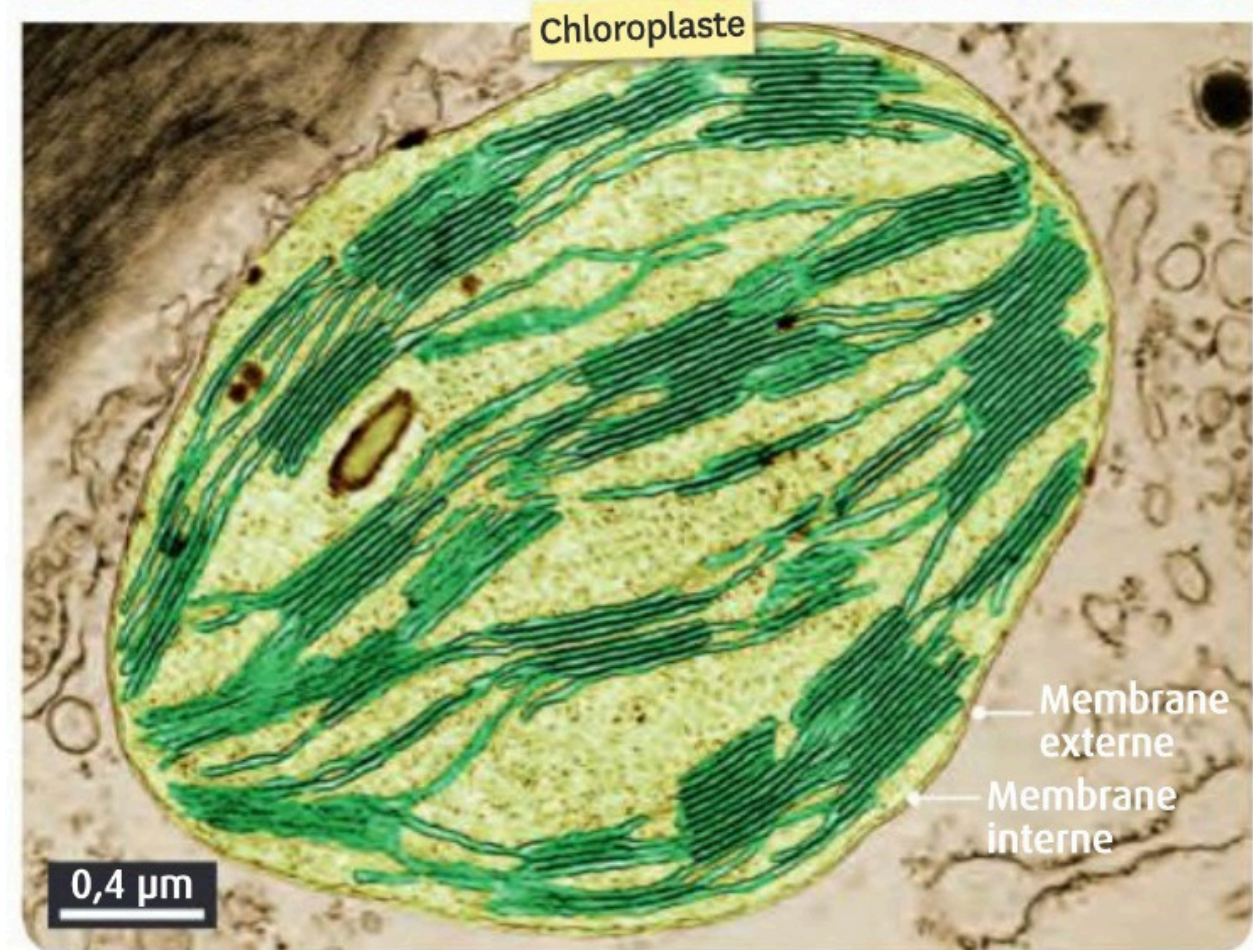
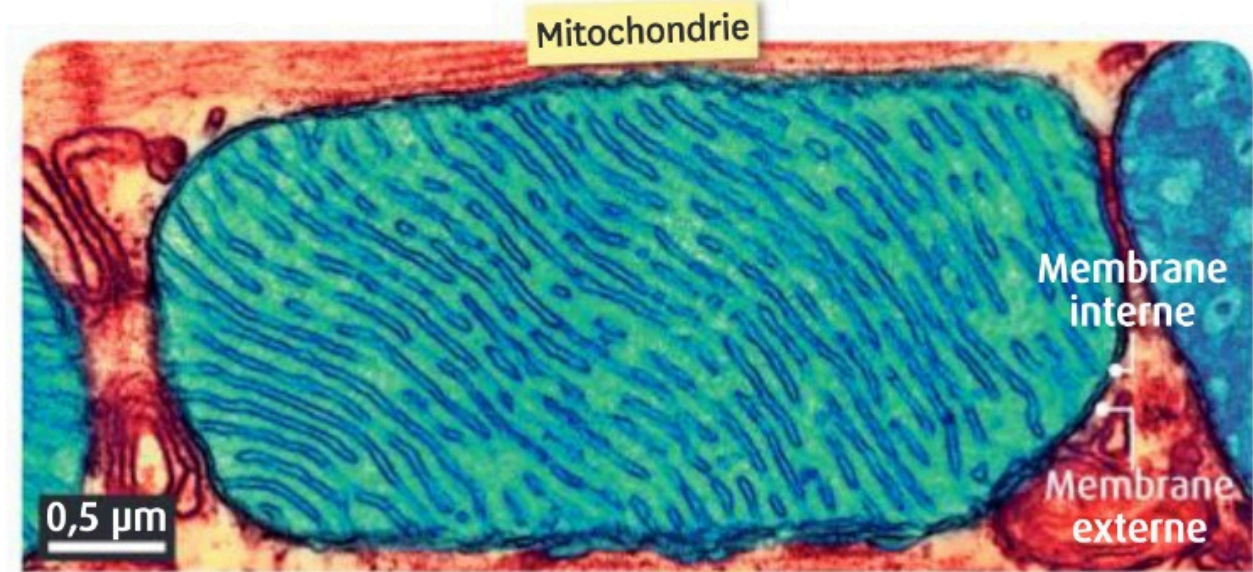
Histoire des sciences

En 1883, le botaniste Andreas Schimper note : « *S'il est définitivement établi que les plastes ne sont pas formés de novo dans la cellule œuf, alors leur situation dans la cellule où ils se trouvent rappelle celle de symbiotes.* »

Peut-être une plante verte n'est-elle que l'union entre un organisme incolore et un microbe possédant des pigments chlorophylliens. »



En 1970, la microbiologiste Lynn Margulis (1938-2011, photo ci-contre) publie l'ouvrage *Symbiosis in cell evolution*, qui redonne de l'importance à la théorie endosymbiotique. Celle-ci stipule que les mitochondries et les chloroplastes ont une origine bactérienne.



Morphologie

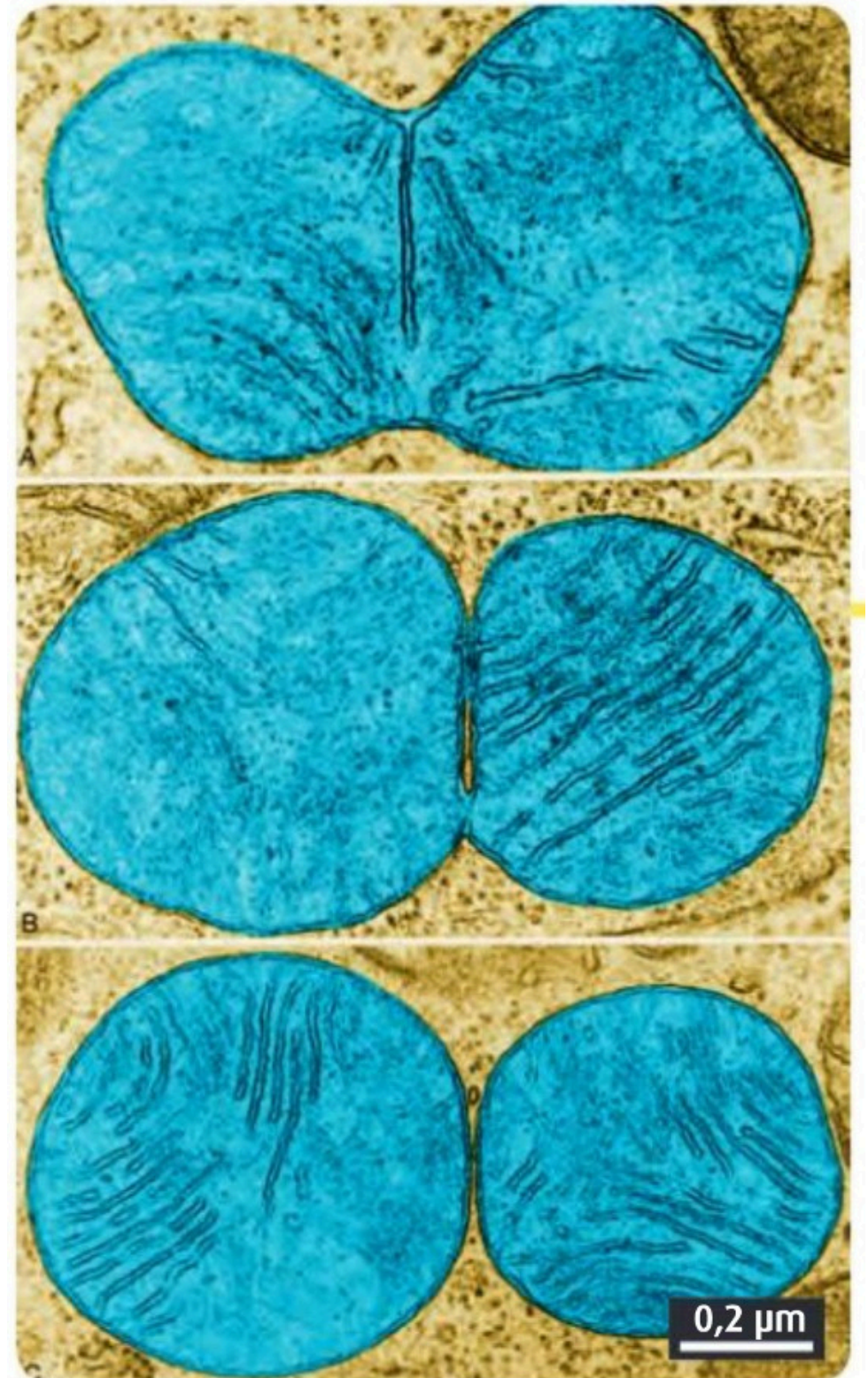
Présence de deux membranes, la plus externe pouvant correspondre à une membrane de phagocytose.

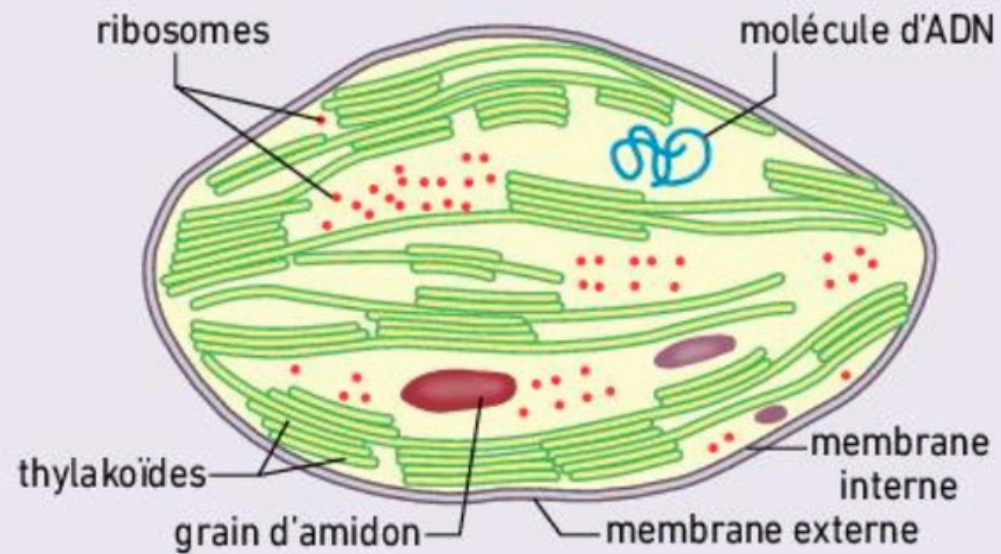
Biochimie

- Certains lipides des membranes n'existent pas dans les autres membranes des eucaryotes, mais on les connaît chez les bactéries.
- Transcription et traduction sont simultanés, comme chez les bactéries

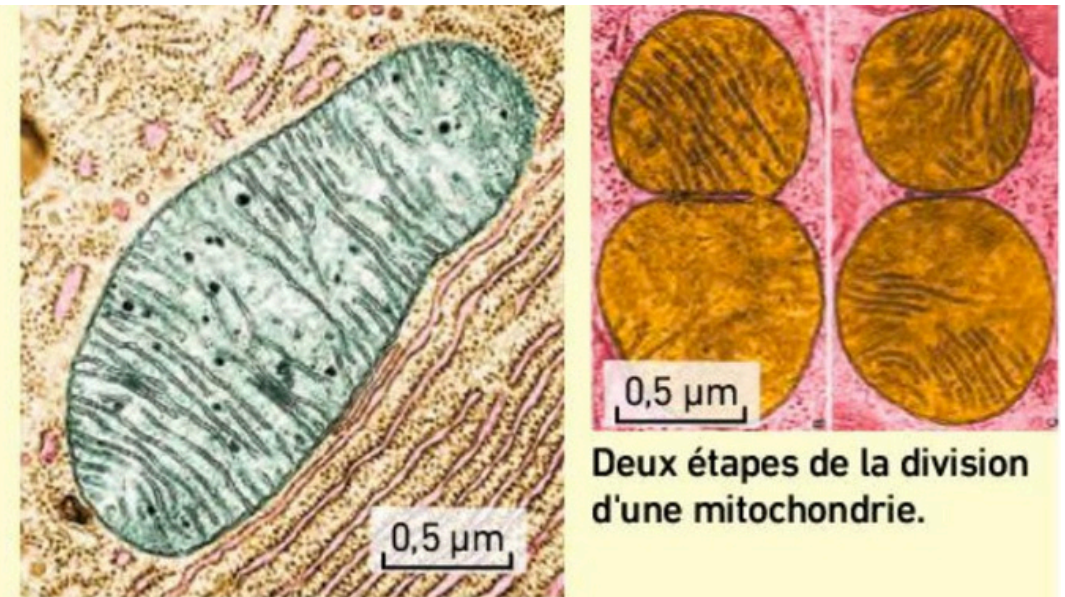
Génétique

Ces organites possèdent leur propre ADN, et leurs propres ribosomes, qui ont la même taille que ceux des bactéries.

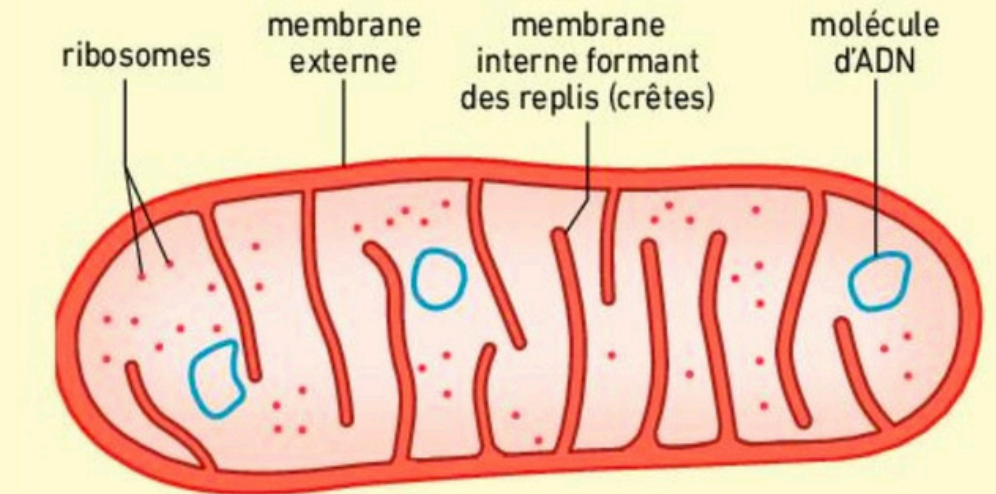




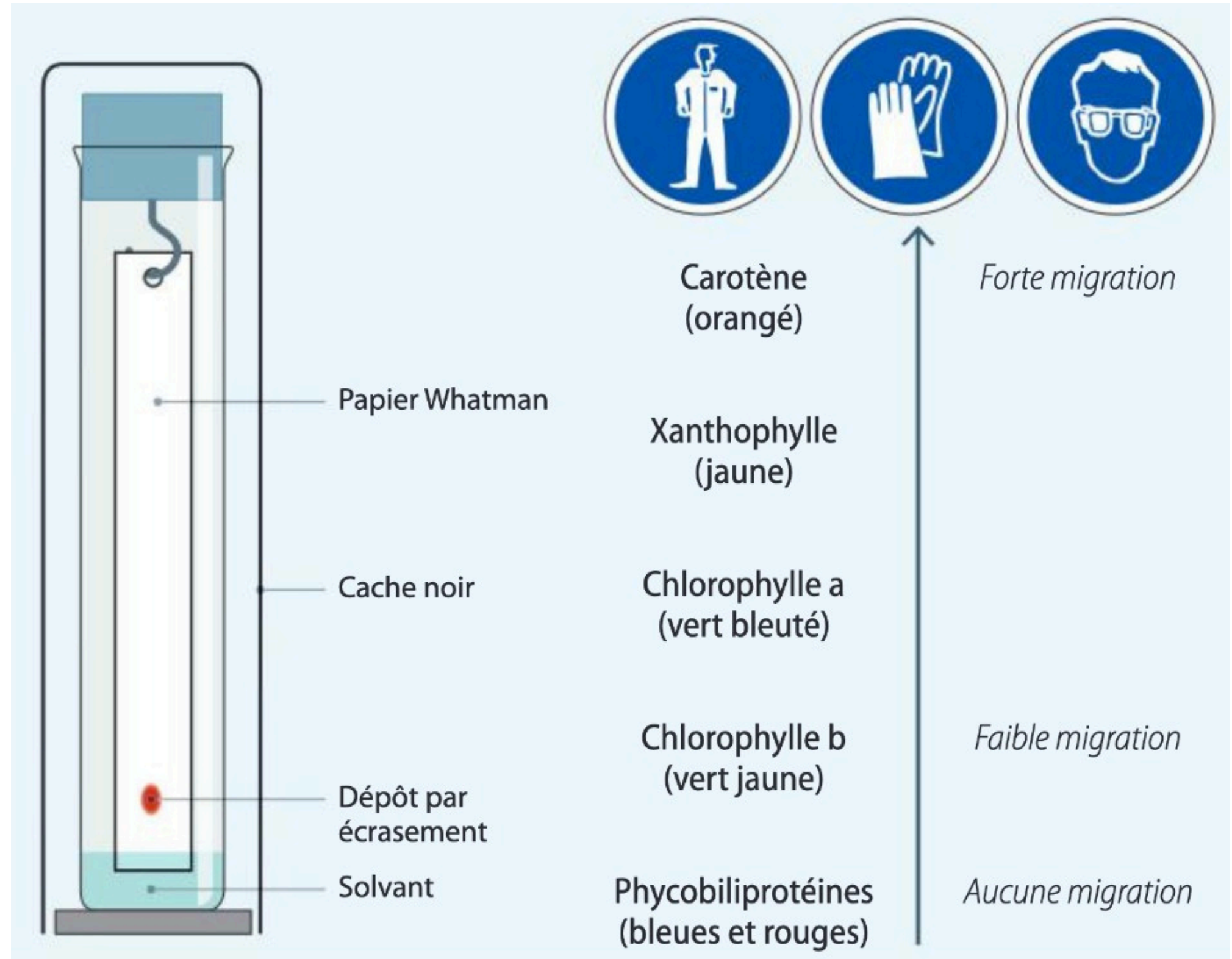
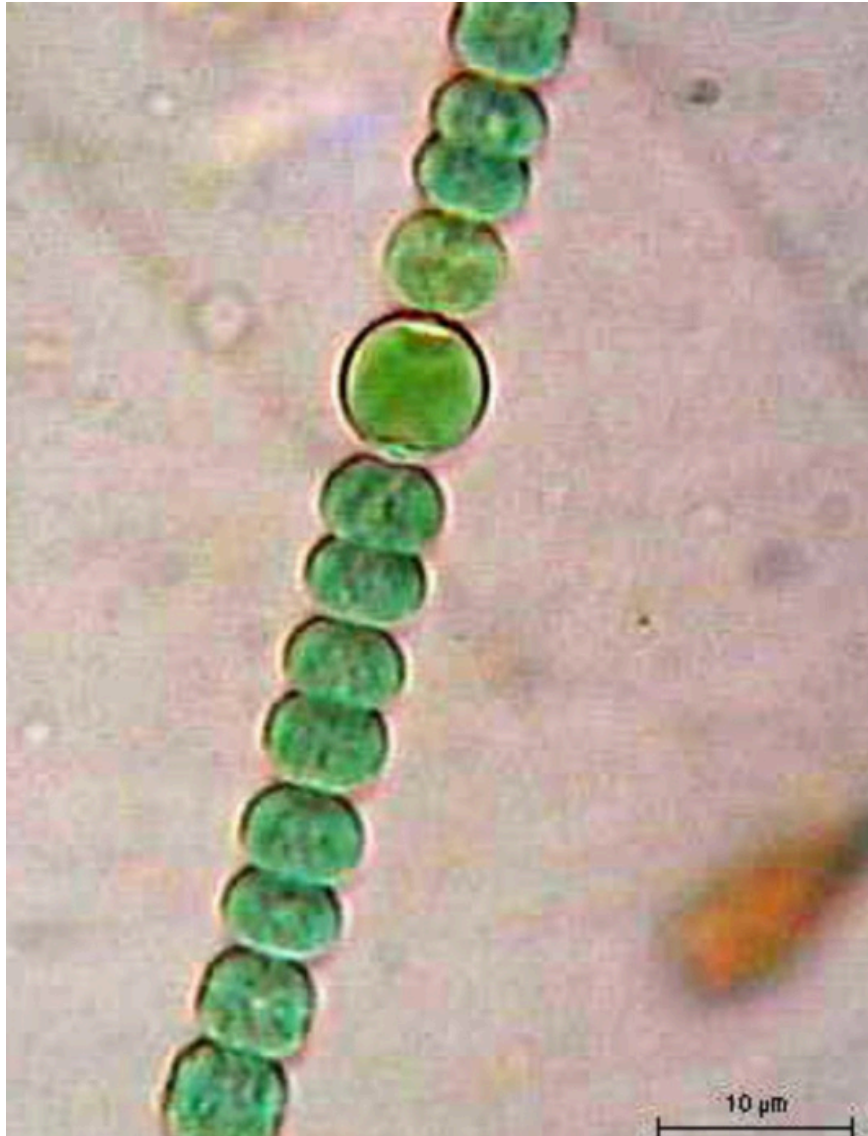
- Taille : 1 à 10 μm .
- Limité par une double membrane.
- ADN sans protéines associées, formant un chromosome circulaire, en de nombreux exemplaires identiques, codant la synthèse de certaines protéines (d'autres sont codées par des gènes nucléaires) et d'ARN.
- Présence de compartiments en forme de sacs (les thylakoïdes) dont la membrane renferme des molécules permettant la photosynthèse.

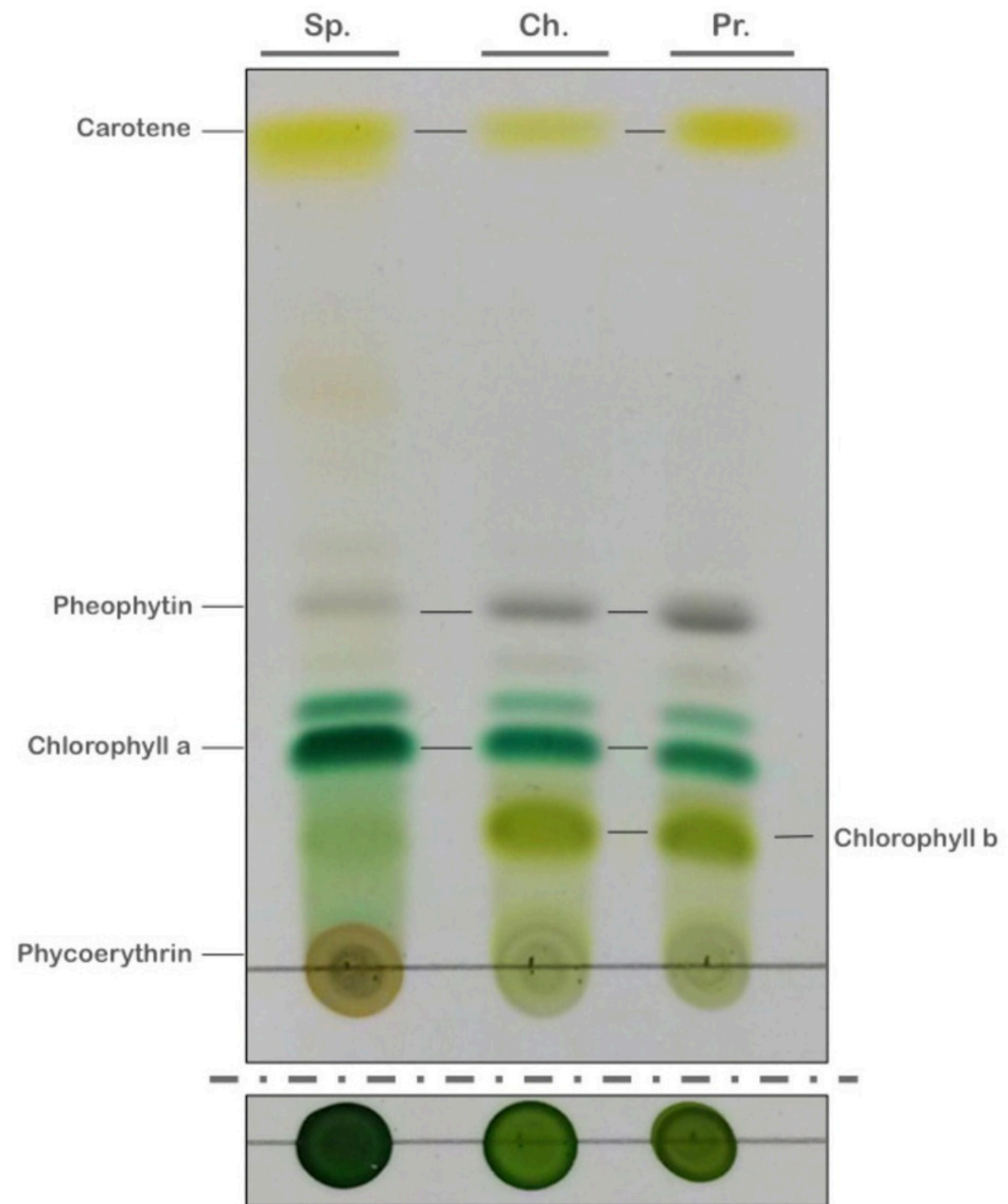


Deux étapes de la division d'une mitochondrie.



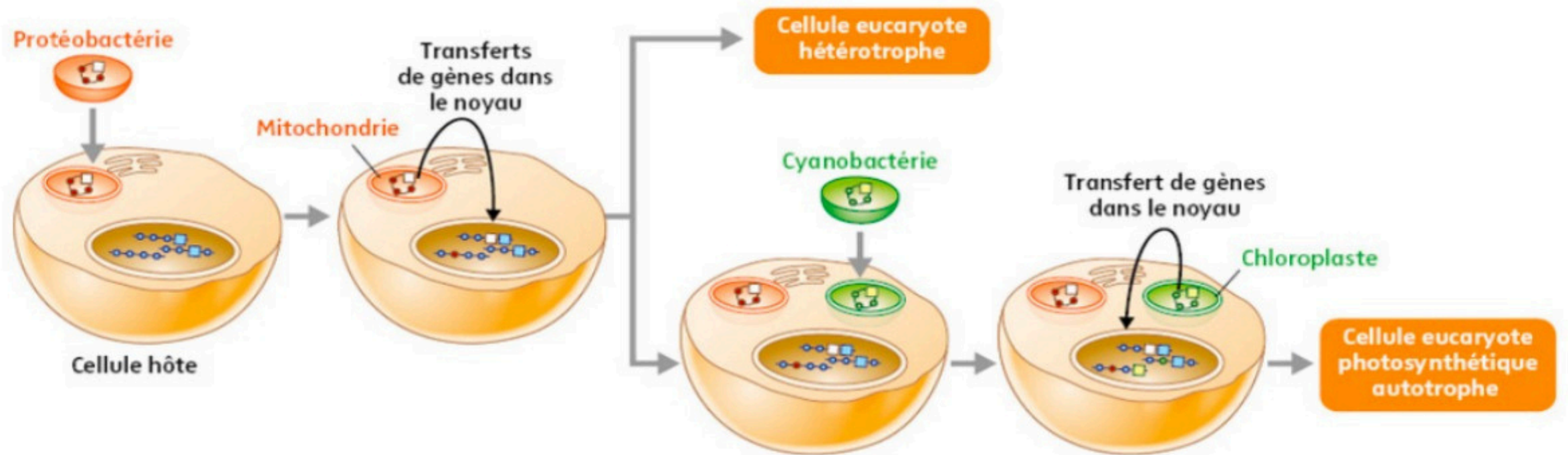
- Taille : 1 à 2 μm en général (jusqu'à 10 μm).
- Limitée par une double membrane.
- ADN sans protéines associées, formant un chromosome circulaire, en de nombreux exemplaires identiques, codant la synthèse de protéines et d'ARN. La plupart des protéines mitochondriales sont synthétisées à partir de gènes nucléaires.
- Capables de division autonome par séparation en deux.



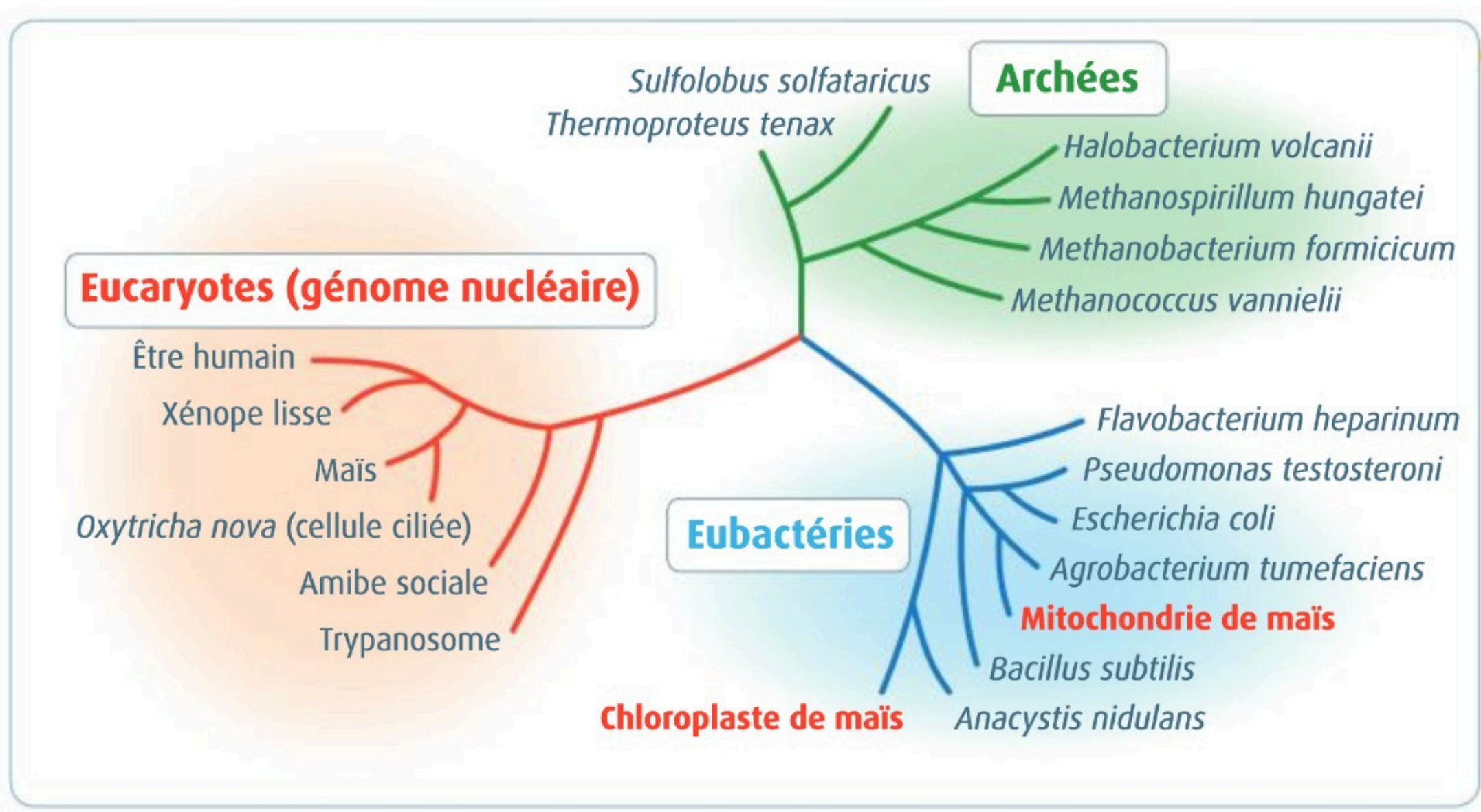




ARGUMENT : Comparaison bactéries et organites (chloroplastes et mitochondrie)

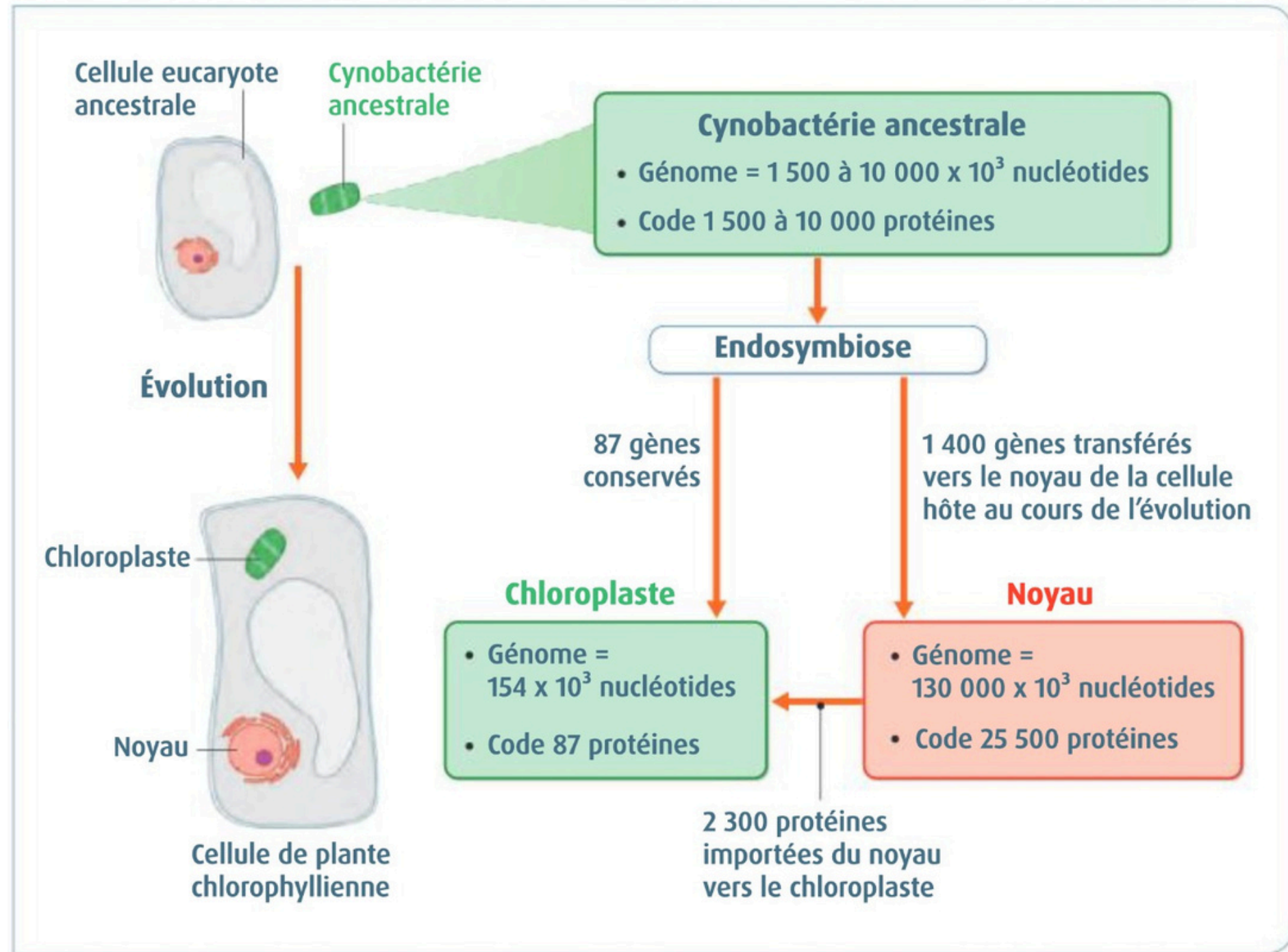


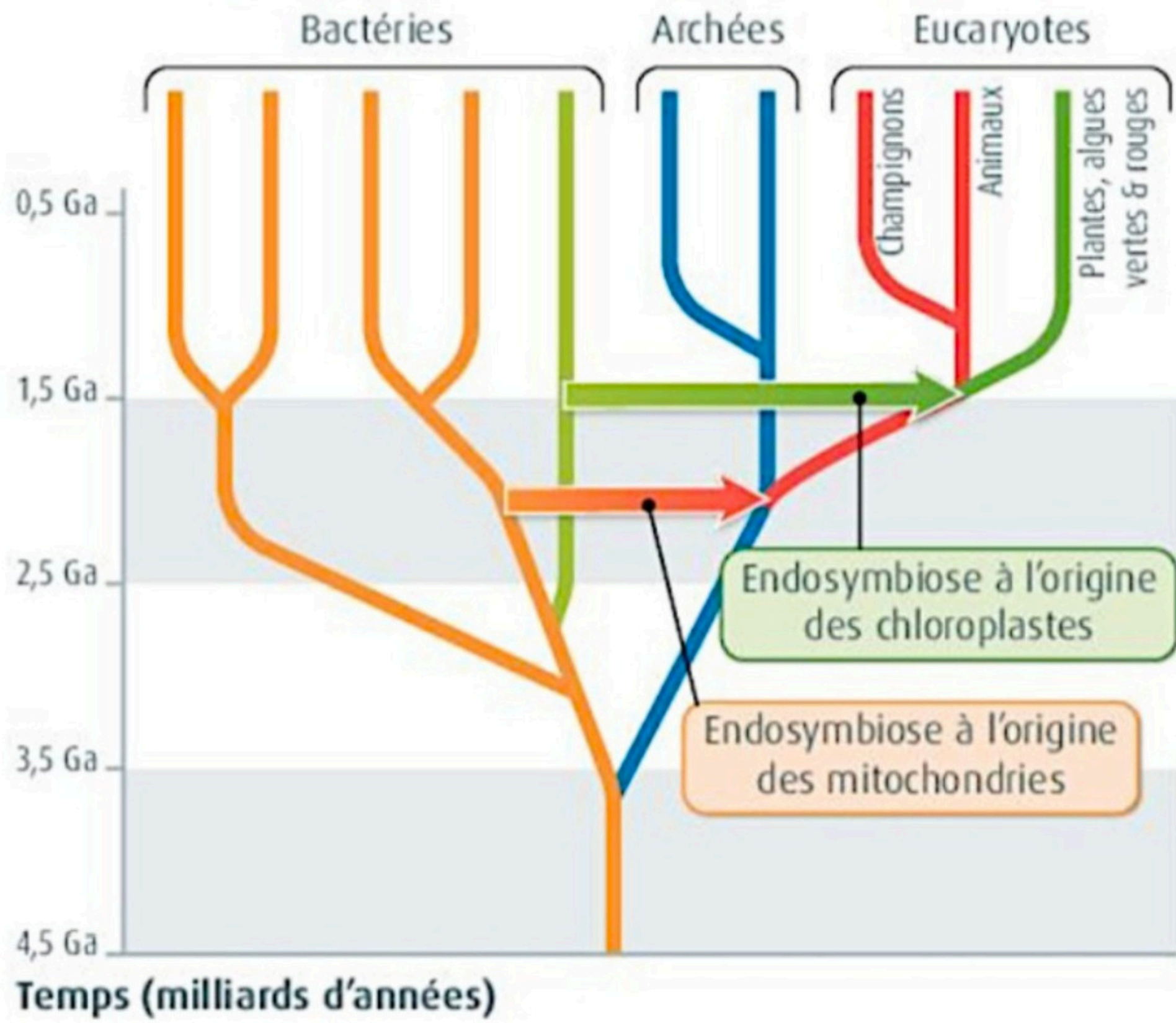
Document 5 : L'origine endosymbiotique des chloroplastes et des mitochondries.



	Plus proche parent bactérien libre	Génomme des organites
Mitochondrie	1600 gènes	67 gènes
Chloroplaste	1500 à 10 000 gènes	87 gènes

Organite ou organisme	Espèce	Taille du génome (10 ³ nucléotides)	Nombre de gènes codant pour des protéines
Chloroplaste	Tabac	156	76
	Riz	134	76
	Mais	140	76
	Pin	120	69
Cyanobactérie	Nostoc	6 413	5 368
	Synechocystis	3 573	3 168
Mitochondrie	Laminaire	38	39
	Arabette	367	31
α-protéobactérie	Caulobacter	4 017	3 767
	Mesorhizobium	7 596	7 281







Bilan: Certains organismes incorporent au sein même de leurs cellules des organismes unicellulaires microscopiques. Une telle association, si elle est bénéfique pour les deux partenaires, constitue une endosymbiose. Souvent, le génome de la cellule intégrée régresse, mais certains de ses gènes sont transférés au génome de la cellule hôte. Le constat de grandes similitudes structurales et biochimiques entre les organites cellulaires et des bactéries a conduit à formuler la théorie de l'endosymbiose. Cette théorie propose que les mitochondries et les chloroplastes dérivent de bactéries ayant été intégrées au cytoplasme d'autres cellules il y a plus de 2 milliards d'années.



Bilan: Au fur et à mesure du temps, une grande partie du génome des cellules intégrées a régressé, et certains gènes ont été transférés dans le noyau de la cellule-hôte. Les transferts de gènes sont à l'origine de la diversification du vivant. On peut envisager de les présenter sur des arbres phylogénétiques, si bien que l'on obtient des « réseaux phylogénétiques » qui traduisent la complexité de l'histoire évolutive du vivant .