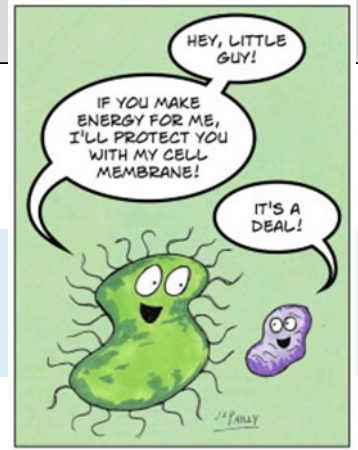


L'endosymbiose

La symbiose est définie comme une association durable, à bénéfices réciproques, entre deux êtres vivants appelés symbiotes. Lorsque l'un des partenaires vit à l'intérieur des tissus ou des cellules de l'autre partenaire, l'association est alors appelée endosymbiose.

Nous allons étudier un cas actuel d'endosymbiose et montrer l'importance de ce type d'association dans l'évolution des êtres vivants.



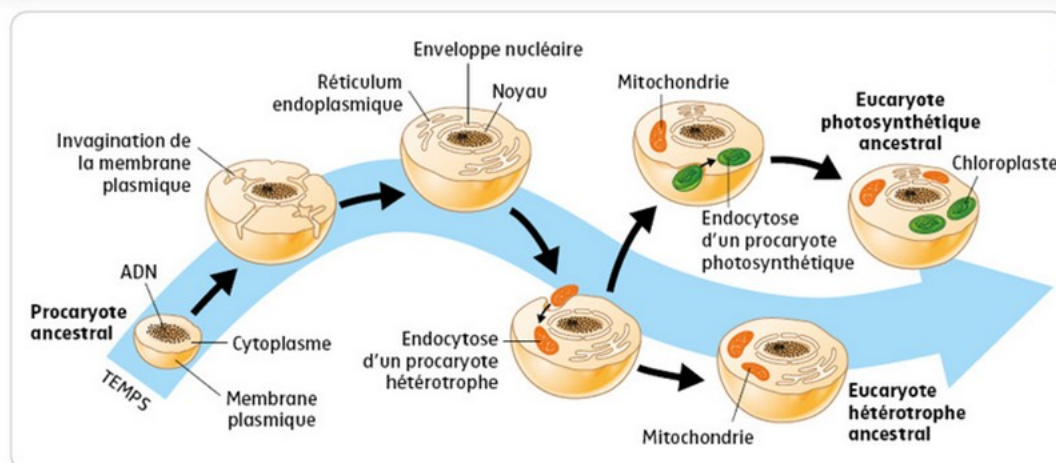
Activité 1 : Les pucerons du pois et leurs bactéries symbiotiques

1. Justifiez le terme d'endosymbiose utilisé pour décrire cet exemple :
2. Précisez les bénéfices réciproques que procure cette association à chacun des deux partenaires :
3. Relevez les modifications générées par cette association sur les bactéries symbiotiques

Activité 2 : Les arguments en faveur de la théorie endosymbiotique.

🎧 Podcast à écouter : <https://www.franceinter.fr/emissions/la-chronique-de-la-terre-au-carre/la-chronique-de-la-terre-au-carre-20-janvier-2021> 📺 (MA Selosse)

Les cellules eucaryotes possèdent différents organites, comme le noyau, les **mitochondries** (siège de la respiration cellulaire) ou les **chloroplastes** (siège de la photosynthèse dans les cellules chlorophylliennes). Différentes études montrent que la présence des mitochondries et des chloroplastes dans les cellules eucaryotes actuelles résulterait de phénomènes d'**endosymbiose** très anciens.



1 Présentation schématique de la théorie de l'endosymbiose.

Exploiter les différents documents proposés afin de **rédigier un texte argumenté** montrant qu'un faisceau d'arguments permet de suggérer que les chloroplastes sont issus d'ancienne cyanobactérie endosymbiotique dont le génome a régressé et que les mitochondries sont issues d'une α -protéobactérie endosymbiotique.

2 Les pucerons du pois et leurs bactéries symbiotiques

Les pucerons sont des insectes parasites des plantes, qui se nourrissent en insérant leur rostre (pièce buccale) dans les tissus conducteurs de la sève élaborée*.

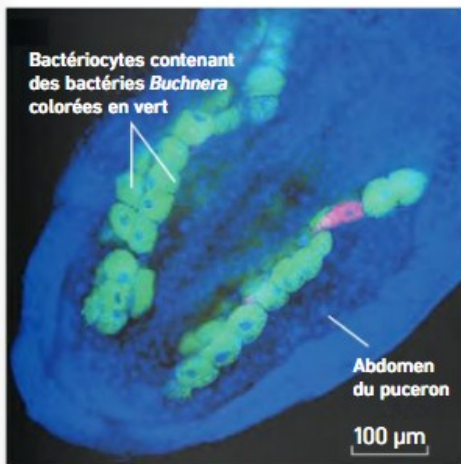
Les pucerons doivent ingérer quotidiennement cent fois leur poids de sève pour se procurer les nutriments dont ils ont besoin. Ils rejettent alors par leur anus un miellat sucré. Il leur manque cependant une dizaine d'acides aminés essentiels, qu'ils ne sont pas capables de synthétiser, et qui sont souvent absents de la sève élaborée (B).



A Puceron du pois se nourrissant.

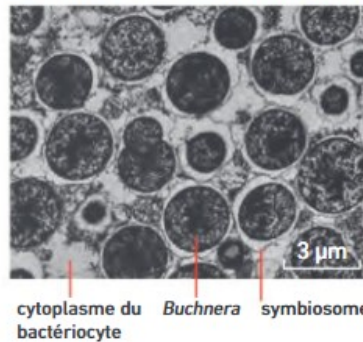
Composition	Sève élaborée
Glucides (surtout saccharose)	100 à 300 g·L ⁻¹
Acides aminés (surtout Glu, Asp, Gln, Asn)	5 à 40 g·L ⁻¹
Protéines	1,45 à 2,20 g·L ⁻¹
Ions minéraux	1 à 5 g·L ⁻¹

B Composition de la sève élaborée.



C Abdomen de puceron (microscopie optique en fluorescence : en vert, *buchnera aphidicola*) et détail de l'intérieur d'un bactériocyte (MET*).

Près de leur tube digestif et des ovaires, les pucerons du pois possèdent des cellules géantes, les bactériocytes, contenant environ 10 millions de bactéries *Buchnera aphidicola*. Chaque bactérie est contenue dans une vésicule de la cellule hôte, appelée symbiosome (C).



Buchnera ne peut vivre et se reproduire sans son hôte, qui lui procure protection et nutriments. Son génome d'environ 900 gènes est réduit et dégénéré, comparativement à celui d'une bactérie proche, *E. coli* (5 000 gènes). *Buchnera* a perdu par exemple des gènes impliqués dans la formation de la paroi bactérienne, dans la perception du milieu et la résistance aux agents stressants*. Mais il a conservé des gènes permettant la synthèse d'acides aminés essentiels et de vitamines.

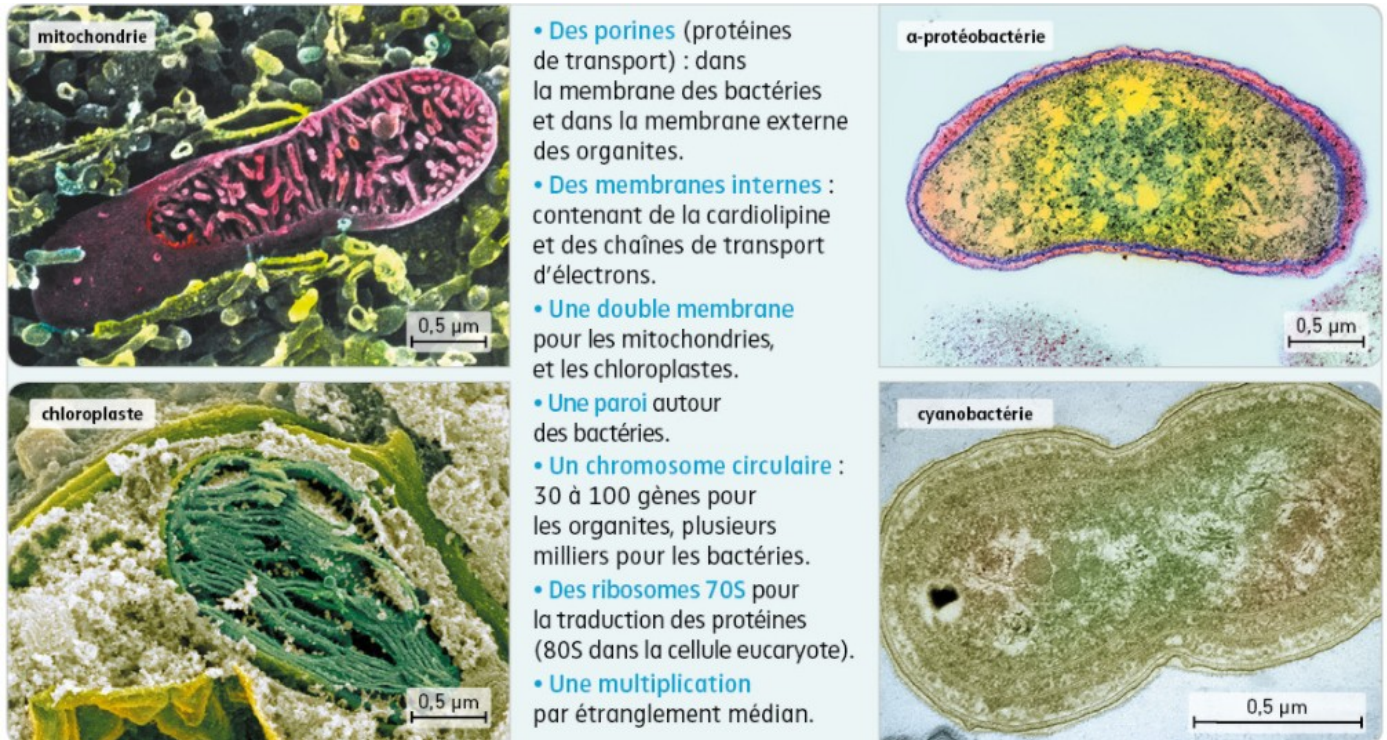
La relation symbiotique de *Buchnera aphidicola* aux pucerons aurait débuté il y a 250 à 150 millions d'années. La transmission de ces bactéries se fait de façon verticale, du puceron femelle vers ses œufs ou embryons.

Expériences	Résultats
Pucerons en symbiose avec <i>Buchnera</i> , élevés sur un milieu dépourvu des dix acides aminés essentiels.	Les pucerons se développent et se reproduisent.
Traitement antibiotique tuant les bactéries <i>Buchnera</i> .	Les pucerons se développent mal et deviennent stériles.
Pucerons traités par l'antibiotique et auxquels on fournit une alimentation contenant les dix acides aminés essentiels.	Régression des symptômes.
Pucerons symbiotiques élevés dans un milieu enrichi en soufre et en azote marqués.	Des acides aminés marqués apparaissent au sein des bactéries, puis sont identifiés chez les pucerons.

D Étude expérimentale.

Document 1 : Eléments de comparaison entre des organites cellulaires et des bactéries. (in

TermSpé Nathan 2020)



- **Des porines** (protéines de transport) : dans la membrane des bactéries et dans la membrane externe des organites.
- **Des membranes internes** : contenant de la cardiolipine et des chaînes de transport d'électrons.
- **Une double membrane** pour les mitochondries, et les chloroplastes.
- **Une paroi** autour des bactéries.
- **Un chromosome circulaire** : 30 à 100 gènes pour les organites, plusieurs milliers pour les bactéries.
- **Des ribosomes 70S** pour la traduction des protéines (80S dans la cellule eucaryote).
- **Une multiplication** par étranglement médian.

Document 2 Comparaison du génome d'organites et de bactéries libres. (in TermSpé Nathan 2020)

Organite ou organisme	Espèce	Taille du génome (10 ⁵ nucléotides)	Nombre de gènes codant pour des protéines
Mitochondrie	Laminaire	38	39
	Arabette	367	31
α-protéobactérie	Caulobacter	4 017	3 767
	Mesorhizobium	7 596	7 281

Organite ou organisme	Espèce	Taille du génome (10 ⁵ nucléotides)	Nombre de gènes codant pour des protéines
Chloroplaste	Tabac	156	76
	Riz	134	76
	Maïs	140	76
	Pin	120	69
Cyanobactérie	Nostoc	6 413	5 368
	Synechococcus	3 573	3 168

Document 3 : Place des organites dans la phylogénie du vivant (in TermSpé Bordas 2020)

Position du génome des mitochondries et des chloroplastes au sein de l'arbre phylogénétique du vivant. Cet arbre a été obtenu par comparaison de la séquence de certains gènes présents chez tous les êtres vivants. Les chloroplastes et les mitochondries proviennent de cellules de maïs. La comparaison des séquences d'ADN montre une ressemblance avec l'ADN d' α -protéobactéries pour l'ADN des mitochondries et avec l'ADN de cyanobactéries pour l'ADN des chloroplastes. Ces données ont été confirmées chez d'autres êtres vivants eucaryotes.

