

Colles Plus

UE7B :  
Santé Société Humanité  
Module Santé Publique

ACTUALISATION  
Fiche de cours **n°9**

Colles Plus

**La symbiose, moteur de l'évolution**

- ★ Notion tombée 1 fois au concours
- ★★ Notion tombée 2 fois au concours
- ★★★ Notion tombée 3 fois ou plus au concours

Colles Plus

INTERACTIONS BIOLOGIQUES POSSIBLES ENTRE DEUX ORGANISMES				
	EFFET sur l'organisme	Défavorable	Neutre	Favorable
	Défavorable	Antagonisme : compétition	---	Parasitisme ☆ : prédation si mort de l'organisme parasité
	Neutre	---	---	Commensalisme
	Favorable	Parasitisme ☆ : prédation si mort de l'organisme parasité	Commensalisme	Mutualisme

INTERACTIONS BIOLOGIQUES POSSIBLES ENTRE DEUX ORGANISMES EXEMPLES DE MUTUALISME	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vit en grand nombre à Paris : plus nombreux que les habitants (<b>1,5 par habitant à Bordeaux</b>) et sont en <b>augmentation</b></li> <li>▪ <b>Dévore 800 tonnes de déchets par jour à Paris</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Soit 1/4 de la collecte journalière des services de propreté de Paris</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Débouche les canalisations en se nourrissant</b></li> <li>▪ <b>Mais remontent en surface car trop nombreux et ne sont donc plus mutualistes</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Est un étourneau adapté à la surface de la peau des grands mammifères herbivores africains type buffle, hippopotame, girafe et zèbre</li> <li>▪ S'accroche à la peau grâce à des <b>ongles courts, aigus et recourbés ☆</b></li> <li>▪ <b>Se nourrit des parasites</b> (tiques, larves) du pelage ☆ grâce à un <b>bec acéré ☆</b> ce qui nettoie le mammifère</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Est une plante vivant en association avec les fourmis ☆☆</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plus de 500 espèces de plantes myrmécophiles</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Nourrit la fourmi ☆</b> de nectar <i>via</i> des nectaires extrafloraux et lui offre un abri ☆☆ : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ En échange, <b>la fourmi protège la plante</b> contre les organismes nuisibles ☆ (chenilles)</li> </ul> </li> </ul>

INTERACTIONS BIOLOGIQUES POSSIBLES ENTRE DEUX ORGANISMES CONTINUUM ENTRE COMMENSALISME, PARASITISME ET MUTUALISME	
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Le piquebœuf laisse des plaies ouvertes sur le mammifère pour se nourrir de la chair sur le pourtour des plaies ☆ :</li><li>○ <b>Le piquebœuf mutualiste devient parasite ☆☆</b></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Un insecte consommateur de fleurs peut devenir pollinisateur :</li><li>○ <b>l'insecte parasite devient mutualiste</b></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Les microorganismes de la panse ou rumen des ruminants favorisent la fermentation donc la production d'acides gras volatils ensuite absorbés par les villosités du rumen :</li><li>○ Les besoins énergétiques du ruminant sont couverts mais le ruminant digère les microorganismes qu'il a abrités :<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Le ruminant mutualiste devient prédateur</b></li></ul></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Les échanges ont souvent un <b>coût pour chacun des organismes</b> :</li><li>○ <b>Coût plus ou moins compensé par les avantages</b> que chaque organisme tire de l'exploitation de l'autre :<ul style="list-style-type: none"><li>- Certains chercheurs parlent alors de <b>parasitisme réciproque</b></li></ul></li></ul>

LA SYMBIOSE	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Coexistence entre deux organismes avec bénéfice mutuel et réciproque :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les partenaires sont appelés <b>symbiotes</b> ou <b>symbiontes</b></li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Coexistence durable :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Définition excluant certains cas de mutualisme : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les fleurs fournissant du nectar ou du pollen aux insectes pollinisateurs sont exclues de cette définition car les insectes ne vivent pas en permanence avec les fleurs</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▪ Association <b>obligatoire</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Définition <b>très exigeante</b> excluant le cas de mutualisme avec coopération</li> <li>○ Les deux partenaires doivent retirer des bénéfices <b>vitaux</b> d'une relation obligatoire</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Marc-André Selosse</b> retient pour la définition de la symbiose la notion de coexistence durable mais pas d'association obligatoire</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Est généralement réalisée sur le terrain</li> <li>▪ <b>Est à l'origine des grandes lignées du monde vivant</b></li> <li>▪ <b>Est un des principaux mécanismes de l'évolution :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La théorie darwinienne basée sur la compétition est incomplète : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il faut faire intervenir des phénomènes de <b>coopération (et non pas de concurrence)</b>, d'interaction et de <b>dépendance mutuelle</b> entre les organismes vivants</li> </ul> </li> <li>○ Le mutualisme est souvent sélectionné dans la nature</li> </ul> </li> <li>▪ Explique une partie des sauts évolutifs majeurs</li> <li>▪ <b>En écologie : études des coopérations ; en agronomie : étude des symbioses ; en médecine : étude du microbiote humain et nombreux traitements avec notion de symbiose</b></li> </ul>

LA SYMBIOSE TYPES DE SYMBIOSE	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Un partenaire vit en contact superficiel ou juxtaposé à l'autre :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les partenaires sont des <b>ectosymbiotes</b> ou <b>ectosymbiontes</b></li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Un partenaire vit dans une cavité ou entre les cellules de l'autre :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les partenaires sont des <b>mésosymbiotes</b> ou <b>mésosymbiontes</b></li> <li>○ Exemple : <b>microorganismes du rumen</b> ☼</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Un partenaire vit inclus en partie ou totalement dans la cellule de l'autre ☼ :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les partenaires sont des <b>endosymbiotes</b> ☼ ou <b>endosymbiontes</b> ☼</li> </ul> </li> <li>▪ On parle de simple <b>endosymbiose</b> si le partenaire pénètre la paroi de l'autre sans perforer le plasmalemmme ou membrane plasmique : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le partenaire est <b>inclus en partie</b> dans l'autre</li> </ul> </li> <li>▪ On parle d'<b>endosymbiose intracellulaire</b> ou <b>endocytobiose</b> ☼☼☼ si le partenaire perce le plasmalemmme : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le partenaire est <b>totalement inclus</b> dans la cellule de l'autre</li> </ul> </li> </ul>

La symbiose : TYPES DE SYMBIOSE EXEMPLES ISSUS DE LA RHIZOSPHERE		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Région du sol sous l'influence des parties racinaires ☆</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bactérie en grand nombre autour des racines :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Correspond à une <b>ectosymbiose</b></li> </ul> </li> </ul>
	Définition	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Association symbiotique <b>entre un champignon et les racines d'une plante</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Présente chez plus de 90 % des végétaux ☆</li> <li>○ À l'origine de la <b>suppression des poils absorbants des racines de la plante</b> ☆☆</li> </ul> </li> </ul>
	Ectomycorhize	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Correspond à une <b>mésosymbiose</b> ☆☆ :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modification des racines latérales des plantes en les entourant d'un manteau fongique qui s'insinue entre les cellules racinaires</li> </ul> </li> </ul>
	Endomycorhize à vésicules et arbuscules	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Correspond à une <b>endosymbiose</b> ☆ :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement par le champignon de vésicules et d'arbuscules intracellulaires qui repoussent le plasmalemme sans le perforer</li> </ul> </li> <li>▪ Représente 85 % des mycorhizes des végétaux</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Boule de 1 à 10 mm située en <b>rhizobium</b> à la surface des racines de certaines plantes comme les <b>Fabacées</b>, en particulier l'<b>Arachide</b> ☆☆ dont la cacahouète se forme dans le sol</li> <li>▪ Correspond à une <b>endosymbiose</b> ☆☆ :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les nodosités sont constituées de <b>cellules chimériques</b> contenant des <b>bactéroïdes</b> ou <b>rhizobiums</b>, avec présence possible de méats entre les cellules</li> <li>○ Les rhizobiums sont entourés d'un espace pér bactéroïde enveloppé d'une membrane pér bactéroïde</li> </ul> </li> </ul>

LA COÉVOLUTION	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évolution de deux ou plusieurs taxons liés par des <b>relations écologiques étroites, mais génétiquement isolés</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Régression d'une capacité chez un partenaire si elle est redondante avec les capacités de l'autre partenaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les gènes codant pour les fonctions inutiles accumulent des mutations non contre-sélectionnées</li> <li>○ L'autre partenaire va gagner en information génétique par acquisition d'un <b>génomme chimérique</b></li> </ul> </li> </ul>
	<p>Obtention d'<b>arbres symétriques</b> lorsqu'il y a <b>transmission verticale de gènes</b>, c'est-à-dire <b>transmission d'une génération à la suivante</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'apparition d'une nouvelle espèce chez un des partenaires s'accompagne de l'apparition d'une nouvelle espèce chez son symbionte</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>L'association de partenaires ne forme plus qu'une seule espèce en apparence :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les mitochondries et les chloroplastes sont devenus des organites provenant de symbiontes évolués mais ils ne sont plus considérés comme des symbiontes</li> <li>○ Certaines sociétés animales peuvent être considérées comme une communauté symbiotique d'individus d'une même espèce : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemples : les fourmis, les abeilles, les guêpes</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

LA COÉVOLUTION EXEMPLE FOURMI/CHAMPIGNON	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Symétrie</b> observée entre l'arbre des fourmis champignonnistes et celui des champignons cultivés par les fourmis, due à une <b>transmission verticale de gènes</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Différences</b> observées entre l'arbre des fourmis champignonnistes et celui des champignons cultivés par les fourmis dues à : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>La domestication d'un champignon sauvage</b> par les fourmis</li> <li>○ <b>Un transfert horizontal de symbionte</b></li> </ul> </li> <li>▪ <b>Perte possible de la reproduction sexuelle</b> chez les champignons qui vivent en association avec les fourmis</li> </ul>

ORIGINE DE LA CELLULE EUCARYOTE ACQUISITION DU NOYAU		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Selon la plupart des scientifiques, la cellule eucaryote est issue de la symbiose entre des bactéries et des Archées</li> </ul>	
	Auteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baum et Baum en 2014</li> </ul>
	Hypothèse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Le noyau est préexistant</b> et correspond à <b>une Archée</b></li> </ul>
	Principe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Une cellule d'<b>Archée</b> contenant de l'ADN est le point de départ de la formation du noyau</li> <li>2. La cellule d'Archée, au niveau de ses <b>excroissances</b>, entre en <b>symbiose avec des bactéries</b></li> <li>3. Il y a formation d'une <b>membrane externe</b> et d'un <b>réticulum endoplasmique</b> porteur de ribosome</li> <li>4. Les bactéries forment les futures mitochondries et les excroissances forment le futur cytoplasme à l'origine de la continuité entre le noyau et le pourtour de la cellule</li> </ol>
	Avantage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Explication de la continuité des pores nucléaires avec le cytoplasme</b></li> </ul>

ORIGINE DE LA CELLULE EUCARYOTE ACQUISITION DES MITOCHONDRIES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proche de celle des <b>Prokaryotes</b> par la structure (membrane de séquestration), l'ADN et la biochimie</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1<sup>ère</sup> hypothèse émise pour la formation des mitochondries :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rapprochement des partenaires favorisé par la <b>respiration</b> avec absorption d'O<sub>2</sub> et émission de CO<sub>2</sub></li> <li>○ <b>Endocytobiose</b> ⚡ unique entre une <b>alpha-protéobactérie aérobie hétérotrophe</b> et une cellule précurseur</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2<sup>ème</sup> hypothèse émise pour la formation des mitochondries :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rapprochement des partenaires favorisé par la <b>production de H<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub></b></li> <li>○ <b>Endocytobiose</b> ⚡ unique entre une <b>alpha-protéobactérie anaérobie</b>, productrice de H<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>, et une cellule précurseur (<b>ex : archéobactéries ou proche parent</b>)</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>L'apparition des mitochondries permet la respiration cellulaire</b> avec :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Production d'énergie thermique et d'ATP par oxydation des sucres</li> <li>○ Protection de la bactérie d'un excès d'O<sub>2</sub> qui peut être toxique s'il n'est pas inactivé</li> </ul> </li> </ul>

ORIGINE DE LA CELLULE EUCARYOTE ACQUISITION DES PLASTES		
	Origine des organismes à plastes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les organismes présentant des plastes proviendraient d'une <b>unique endocytobiose</b> ☼ <b>primaire</b> ayant eu lieu il y a 1,6 à 2 milliards d'années :             <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre une <b>cyanobactérie</b> et un <b>Eucaryote primitif</b></li> </ul> </li> </ul>
	Principe	<ol style="list-style-type: none"> <li>La cyanobactérie est phagocytée par l'Eucaryote</li> <li>La cyanobactérie devient progressivement un plaste par perte de la membrane formée lors de la phagocytose</li> <li>L'ensemble devient finalement un Chlorobionte en perdant les peptidoglycanes</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une endocytobiose primaire unique est à l'origine de la <b>Lignée verte</b> ☼</li> </ul>
	Rôles des plastes	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Photosynthèse</b> : plastes de la Lignée verte</li> <li><b>Stockage de l'amidon</b> : amyloplastes</li> <li><b>Synthèse d'acides gras, d'acides aminés</b> : leucoplastes</li> <li><b>Accumulation de caroténoïdes</b> : chromoplastes</li> <li><b>Sources de médicaments</b> par acquisition des potentialités métaboliques des Procaryotes</li> </ul>
	Chromoalvéolés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organismes qui proviendraient de <b>1 à 4 endocytobioses secondaires</b> ayant eu lieu il y a 0,8 à 1,3 milliards d'années :             <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre un <b>Rhodobionte</b> (algue rouge dénuée de flagelle) et un <b>Eucaryote primitif</b></li> </ul> </li> </ul>
	Principe	<ol style="list-style-type: none"> <li>L'algue rouge est phagocytée par l'Eucaryote</li> <li>Le noyau de l'algue est réduit pour finalement former un <b>nucléomorphe avec 4 membranes</b> :             <ul style="list-style-type: none"> <li><del>Le nombre de membranes observées par microscopie électronique permet de mettre en évidence les endosymbioses successives</del></li> </ul> </li> </ol>
	Dinophytes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algues toxiques qui proviendraient de <b>plusieurs endocytobioses secondaires</b> voire tertiaires</li> </ul>
	Limace de mer du genre <i>Elysia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organisme unicellulaire se nourrissant d'algues dont il ingère mais ne digère pas les chloroplastes :             <ul style="list-style-type: none"> <li>Les <b>chloroplastes</b> ingérés <b>volés</b>, entourés d'une membrane de phagocytose, sont appelés <b>kleptoplastes</b> ☼ et donnent une couleur verte à la limace</li> </ul> </li> </ul>



LA PLURICELLULARITÉ	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La pluricellularité proviendrait d'une <b>symbiose entre organismes unicellulaires</b></li> <li>▪ La pluricellularité serait apparue <b>au moins 25 fois</b> au cours de l'évolution :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Au moins 3 fois chez les Eubactéries :                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour certains auteurs, beaucoup de colonies bactériennes sont pluricellulaires</li> </ul> </li> <li>○ Chez les Archéobactéries</li> <li>○ Plusieurs fois chez les Eucaryotes</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chlorococcite qui évoque le passage de l'unicellularité à la pluricellularité</li> <li>▪ <b>Algues unicellulaires vertes vivant en colonies sphériques :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les algues, biflagellées, renferment chacune un chloroplaste</li> <li>○ Les algues sont reliées entre elles par des ponts</li> <li>○ Les colonies formées se déplacent de manière coordonnée dans la lumière :                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elles contiennent des <b>colonies filles</b> permettant une <b>reproduction asexuée</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

ÉCHANGES TROPHIQUES ENTRE PARTENAIRES = échange de nutriments	
	Exemple
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une plante autotrophe échange des produits de photosynthèse contre de l'eau et des substances minérales fournies par des microorganismes hétérotrophes : <b>40% photosynthèse échangeable</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les microorganismes dans le tube digestif des animaux herbivores digèrent les polymères végétaux</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La pousse d'une plante est favorisée par la présence dans le sol de microorganismes fixateurs de <math>N_2</math> (bactéroïdes de nodosité, certaines rhizobactéries)</li> </ul>

ÉCHANGES NON TROPHIQUES ENTRE PARTENAIRES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Formation d'une paroi calcifiée par des algues</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protection du blé par des antibiotiques produits par des bactéries</li> <li>▪ Dégradation des toxines végétales dans le rumen</li> <li>▪ Piégeage du calcium du sol néfaste au développement de certaines plantes</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transport de champignons xylophages par les insectes xylophages Scolytes ⚡ :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le champignon a accès aux ressources grâce au Scolyte</li> <li>○ Le champignon préattaque le bois pour le Scolyte en échange</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Phénomène <b>fréquent</b> ⚡, en particulier dans les <b>abysses</b> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 90 % des espèces des abysses sont bioluminescentes</li> </ul> </li> <li>▪ Phénomène du à des <b>bactéries</b> ⚡ <b>symbiotiques lumineuses</b> ⚡ :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Attraction des proies grâce à des appâts lumineux ⚡</li> <li>○ <b>Éclairement</b> du milieu</li> <li>○ Éblouissement des prédateurs ⚡</li> <li>○ Aide au camouflage</li> <li>○ Aide à la reconnaissance entre partenaires pour le reproduction</li> </ul> </li> </ul>

COMMUNAUTÉS D'ORGANISMES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En colonisant un milieu, un organisme, comme le <b>lichen</b> ou le <b>corail</b>, crée de <b>nouvelles niches</b> pour d'autres organismes :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le <b>lichen</b> est une <b>association entre une algue et un champignon</b> ⚡</li> <li>○ Le lichen est un des premiers colonisateurs de la surface terrestre</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'acquisition d'un symbiote ou d'un cortège de symbiotes par un <b>organisme fixe</b> comme l'arbre lui permet de faire face aux variations du milieu :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Bactéries et champignons endophytes</b> situés à l'intérieur des cellules ⚡ :                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rôle de détoxifiant et de synthèse</li> </ul> </li> <li>○ <b>Acariens et fourmis</b> dans les <b>domaties</b> des feuilles ⚡ :                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protection contre les nuisibles</li> </ul> </li> <li>○ <b>Fourmis des nectaires extrafloraux</b></li> <li>○ Bactéries et champignons dans la rhizosphère</li> <li>○ Échanges entre les plantes dans la rhizosphère</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le lichen produit des substances lichéniques capables de :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Repousser les herbivores</li> <li>○ Protéger contre les rayons UV</li> <li>○ Imperméabiliser la paroi et favoriser la rétention d'eau</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'Homme possède une communauté d'organismes avec <math>10^{14}</math> bactéries, <math>10^{17}</math> mitochondries correspondant à environ 10 000 espèces</li> <li>▪ La peau héberge environ <math>10^{14}</math> bactéries commensales, responsables notamment des odeurs corporelles</li> <li>▪ Le <b>microbiote intestinal</b> est l'ensemble des microorganismes vivant dans l'intestin :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Il fournit les vitamines B et K : <b>essentiel à la vie humaine</b></li> <li>○ <b>Environ 170 espèces prédominant dans microbiote</b></li> </ul> </li> </ul>