

Colles plus

UE7B :
Santé Société Humanité
Module Santé Publique

ACTUALISATION
Fiche de cours **n°9**

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 ☀ : préation si mort de l'organisme parasité
	Neutre	---	---	Commensalisme
	Favorable	Parasitisme ☀ : préation si mort de l'organisme parasité	Commensalisme	Mutualisme

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

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

Colles plus

Colles plus

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

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

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

Colles Plus

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

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

ORIGINE DE LA CELLULE EUCHARYOTE ACQUISITION DU NOYAU									
	<ul style="list-style-type: none">■ Selon la plupart des scientifiques, la cellule eucaryote est issue de la symbiose entre des bactéries et des Archées								
	<table border="1"><tr><td>Auteurs</td><td><ul style="list-style-type: none">■ Baum et Baum en 2014</td></tr><tr><td>Hypothèse</td><td><p>Le noyau est préexistant et correspond à une Archée</p></td></tr><tr><td>Principe</td><td><ol style="list-style-type: none">1. Une cellule d'Archée contenant de l'ADN est le point de départ de la formation du noyau2. La cellule d'Archée, au niveau de ses excroissances, entre en symbiose avec des bactéries3. Il y a formation d'une membrane externe et d'un réticulum endoplasmique porteur de ribosome4. 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</td></tr><tr><td>Avantage</td><td><ul style="list-style-type: none">■ Explication de la continuité des pores nucléaires avec le cytoplasme</td></tr></table>	Auteurs	<ul style="list-style-type: none">■ Baum et Baum en 2014	Hypothèse	<p>Le noyau est préexistant et correspond à une Archée</p>	Principe	<ol style="list-style-type: none">1. Une cellule d'Archée contenant de l'ADN est le point de départ de la formation du noyau2. La cellule d'Archée, au niveau de ses excroissances, entre en symbiose avec des bactéries3. Il y a formation d'une membrane externe et d'un réticulum endoplasmique porteur de ribosome4. 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	Avantage	<ul style="list-style-type: none">■ Explication de la continuité des pores nucléaires avec le cytoplasme
Auteurs	<ul style="list-style-type: none">■ Baum et Baum en 2014								
Hypothèse	<p>Le noyau est préexistant et correspond à une Archée</p>								
Principe	<ol style="list-style-type: none">1. Une cellule d'Archée contenant de l'ADN est le point de départ de la formation du noyau2. La cellule d'Archée, au niveau de ses excroissances, entre en symbiose avec des bactéries3. Il y a formation d'une membrane externe et d'un réticulum endoplasmique porteur de ribosome4. 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								
Avantage	<ul style="list-style-type: none">■ Explication de la continuité des pores nucléaires avec le cytoplasme								

ORIGINE DE LA CELLULE EUCHARYOTE ACQUISITION DES MITOCHONDRIES	
	<ul style="list-style-type: none">■ Proche de celle des Prokaryotes par la structure (membrane de séquestration), l'ADN et la biochimie
	<ul style="list-style-type: none">■ 1^{ère} hypothèse émise pour la formation des mitochondries :<ul style="list-style-type: none">○ Rapprochement des partenaires favorisé par la respiration avec absorption d'O₂ et émission de CO₂○ Endocytobiose ➡ unique entre une alpha-protéobactérie aérobie hétérotrophe et une cellule précurseur
	<ul style="list-style-type: none">■ 2^{ème} hypothèse émise pour la formation des mitochondries :<ul style="list-style-type: none">○ Rapprochement des partenaires favorisé par la production de H₂ et CO₂○ Endocytobiose ➡ unique entre une alpha-protéobactérie anaérobiose, productrice de H₂ et CO₂, et une cellule précurseur (ex : archébactéries ou proche parent)
	<ul style="list-style-type: none">■ L'apparition des mitochondries permet la respiration cellulaire avec :<ul style="list-style-type: none">○ Production d'énergie thermique et d'ATP par oxydation des sucres○ Protection de la bactérie d'un excès d'O₂ qui peut être toxique s'il n'est pas inactivé

ORIGINE DE LA CELLULE EUCHARYOTE ACQUISITION DES PLASTES		
	Origine des organismes à plastes	<ul style="list-style-type: none">■ Tous les organismes présentant des plastes proviendraient d'une unique endocytobiose  primaire ayant eu lieu il y a 1,6 à 2 milliards d'années :<ul style="list-style-type: none">○ Entre une cyanobactéries et un Eucaryote primitif
	Principe	<ol style="list-style-type: none">1. La cyanobactéries est phagocytée par l'Eucaryote2. La cyanobactéries devient progressivement un plastide par perte de la membrane formée lors de la phagocytose3. L'ensemble devient finalement un Chlorobionte en perdant les peptidoglycans <ul style="list-style-type: none">■ Une endocytobiose primaire unique est à l'origine de la Lignée verte 
	Rôles des plastides	<ul style="list-style-type: none">■ Photosynthèse : plastides de la Lignée verte■ Stockage de l'amidon : amyloplastes■ Synthèse d'acides gras, d'acides aminés : leucoplastes■ Accumulation de caroténoïdes : chromoplastes■ Sources de médicaments par acquisition des potentialités métaboliques des Prokaryotes
	Chromoalvéolés	<ul style="list-style-type: none">■ Organismes qui proviendraient de 1 à 4 endocytobioses secondaires ayant eu lieu il y a 0,8 à 1,3 milliards d'années :<ul style="list-style-type: none">○ Entre un Rhodobionte (algue rouge dénuée de flagelle) et un Eucaryote primitif
	Principe	<ol style="list-style-type: none">1. L'algue rouge est phagocytée par l'Eucaryote2. Le noyau de l'algue est réduit pour finalement former un néomorphe avec 4 membranes : <p style="text-align: center;">Le nombre de membranes observées par microscopie électronique permet de mettre en évidence les endosymbioses successives</p>
	Dinophytes	<ul style="list-style-type: none">■ Algues toxiques qui proviendraient de plusieurs endocytobioses secondaires voire tertiaires
	Limace de mer du genre <i>Elysia</i>	<ul style="list-style-type: none">■ Organisme unicellulaire se nourrissant d'algues dont il ingère mais ne digère pas les chloroplastes :<ul style="list-style-type: none">○ Les chloroplastes ingérés volés, entourés d'une membrane de phagocytose, sont appelés kleptoplastes  et donnent une couleur verte à la limace

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

ÉCHANGES TROPHIQUES ENTRE PARTENAIRES = échange de nutriments	
	<p style="text-align: center;">Exemple</p>
	<ul style="list-style-type: none">■ Une plante autotrophe échange des produits de photosynthèse contre de l'eau et des substances minérales fournies par des microorganismes hétérotrophes : 40% photosynthèse échangeable
	<ul style="list-style-type: none">■ Les microorganismes dans le tube digestif des animaux herbivores digère les polymères végétaux
	<ul style="list-style-type: none">■ La pousse d'une plante est favorisée par la présence dans le sol de microorganismes fixateurs de N₂ (bactéroïdes de nodosité, certaines rhizobactéries)

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

Colles plus

Colles plus

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