

TD de Nutrition et Métabolisme Bactériens

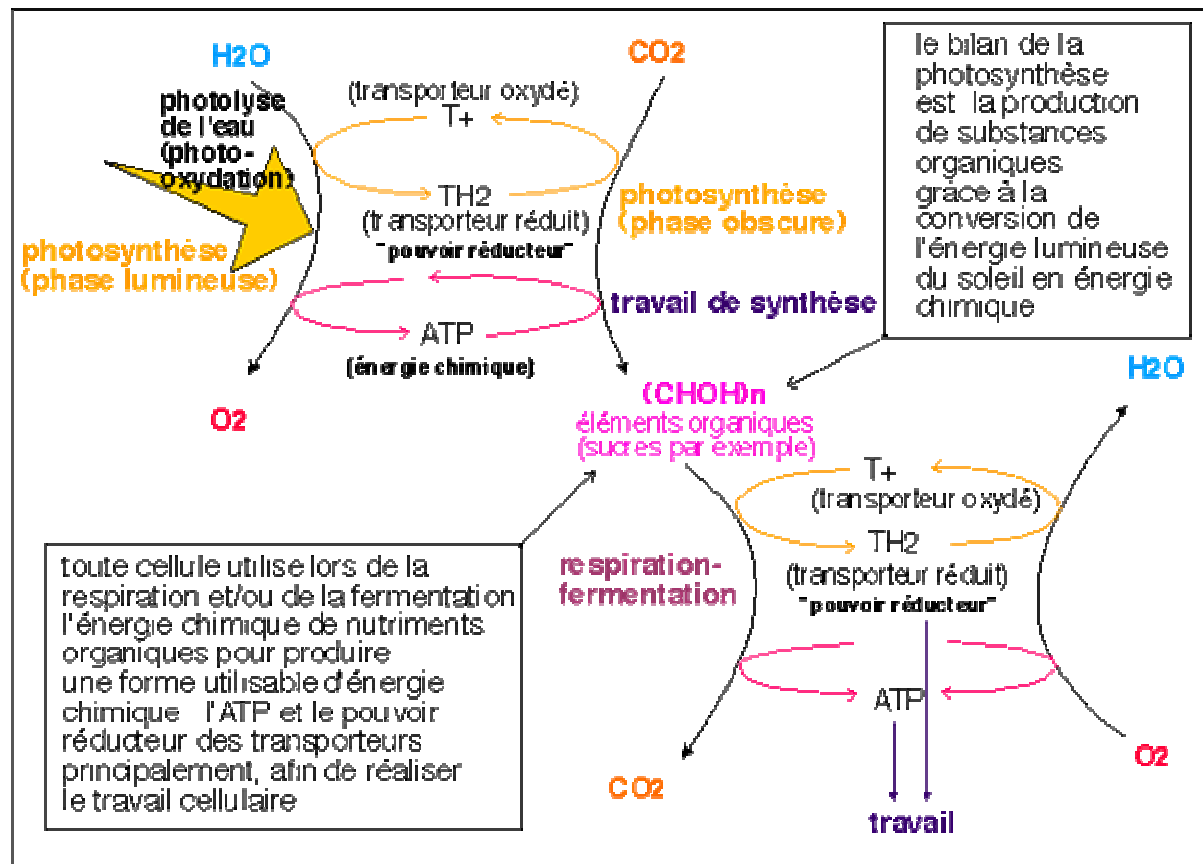
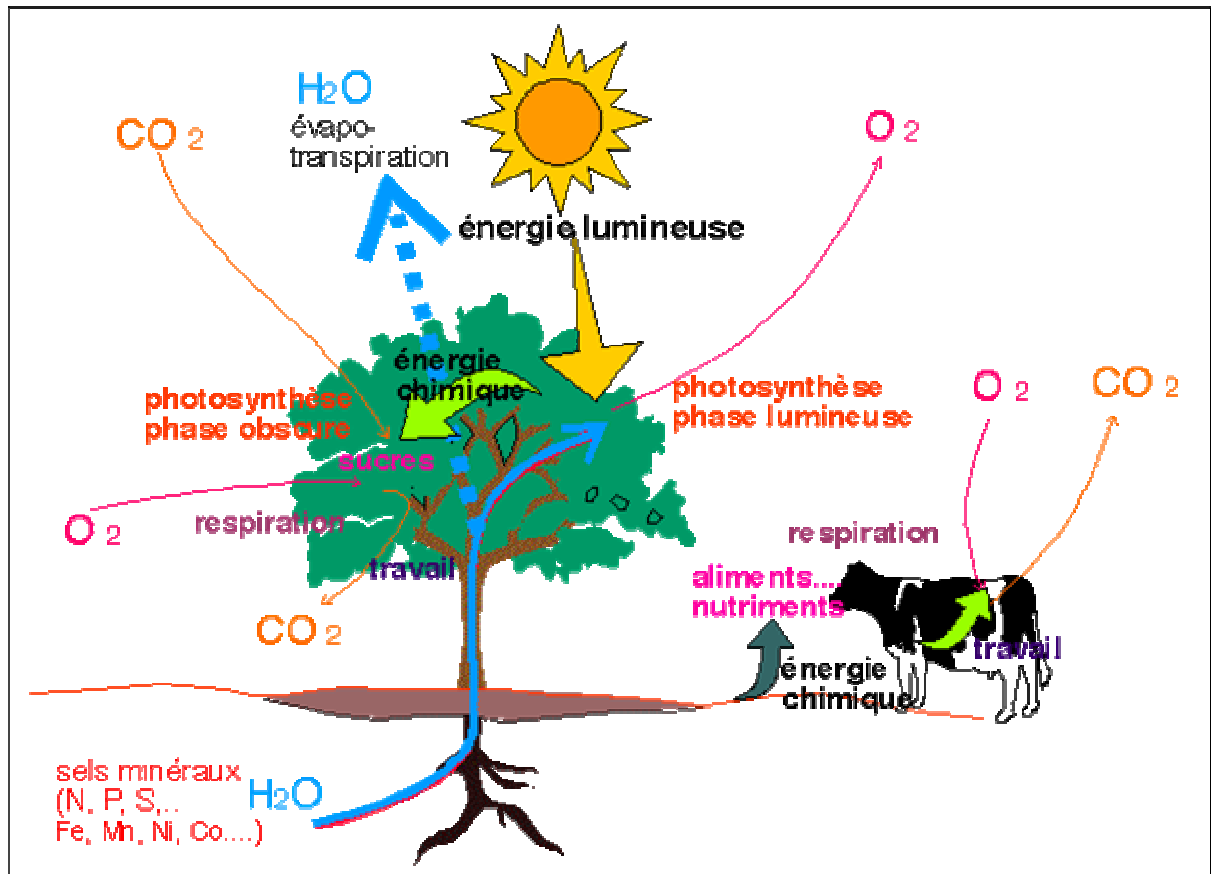
Introduction Générale sur la nutrition

Le **travail de nutrition** correspond non seulement à la prise de matière nécessaire au renouvellement des structures mais aussi à la dépense énergétique que fait tout être vivant pour se maintenir en vie (on pourrait parler de travail d'**autonomie** qui regrouperait alors l'autoédification, la nutrition, l'excrétion, et l'entretien des structures). La vie coûte de l'énergie et de la matière. Cette énergie et cette matière sont prélevées dans le milieu. Du point de vue énergétique, on distingue deux grands types trophiques ("trophos"= "nourrir" en grec): les **phototrophes** qui utilisent l'énergie lumineuse (du soleil) pour réaliser leurs synthèses et les **chimiotrophes** qui utilisent l'énergie chimique de leurs aliments. Ces aliments sont soit des minéraux (chimolithotrophie), soit des substances organiques (chimioorganotrophie). Du point de vue de la matière consommée par un organisme, on parle d'**autotrophe** si l'organisme est capable de synthétiser sa propre matière organique à partir de la matière minérale (végétaux chlorophylliens et bactéries photosynthétiques par exemple) et d'**hétérotrophe** s'il utilise les substances organiques du milieu pour synthétiser ses propres substances organiques (les animaux ou l'homme par exemple).

<i>types trophiques des organismes vivants vus selon les deux modalités de la nutrition</i>		selon la source d'énergie (prise dans le milieu extérieur)	
		phototrophie énergie lumineuse (soleil)	chimiotrophie (énergie chimique venant d'aliments, minéraux ou organiques)
selon la source de matière absorbée et utilisée pour leur croissance	autotrophie (matière minérale seule consommée)	<i>plantes chlorophylliennes</i> <i>certaines bactéries (Cyanophytes)</i> <i>nombreux unicellulaires</i>	<i>nombreuses bactéries</i>
	hétérotrophie (matière organique consommée)	<i>certaines bactéries</i>	<i>homme animaux</i> <i>champignons</i> <i>nombreux unicellulaires</i>

Il est à noter que l'eau, élément minéral indispensable à la vie, est utilisée (et souvent produite par respiration) par tous les organismes vivants et ne permet pas de distinguer différents types trophiques.

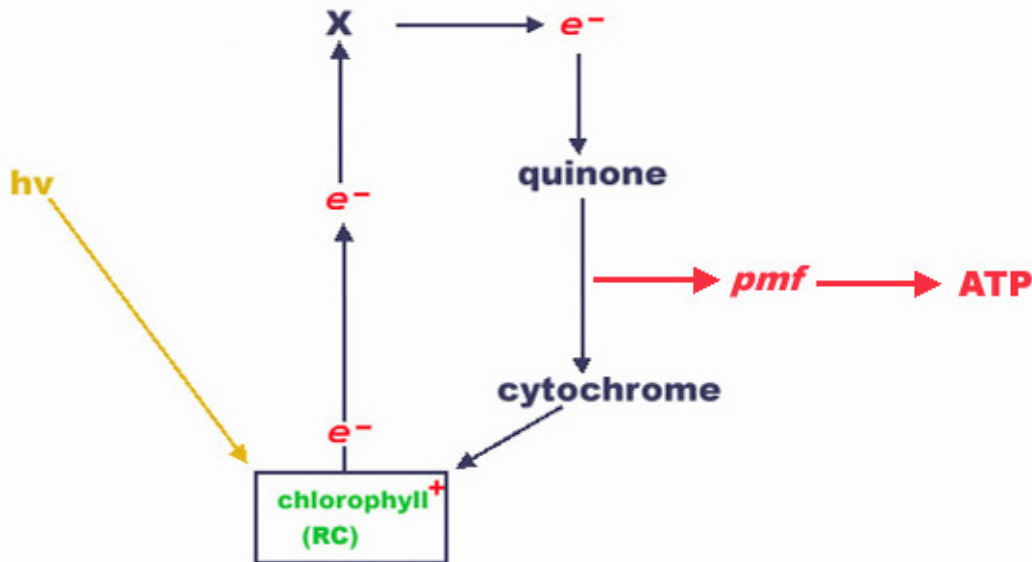
Les phototrophes et chimio-lithotrophes sont les producteurs primaires de matière organique (voir schéma et illustration ci-dessous)



Corrigé des exercices

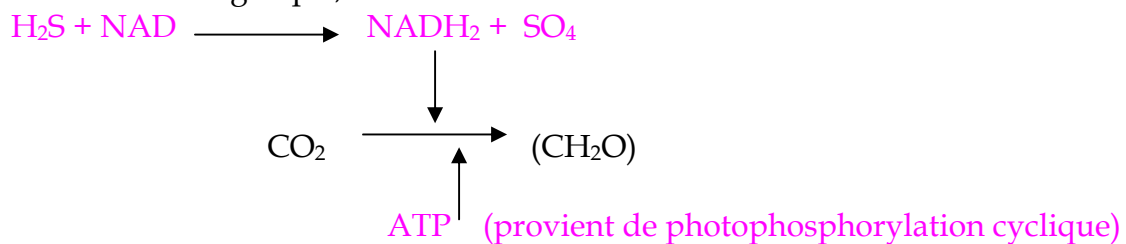
Groupe I : Les *Chlorobactériacées* et les *Thiorhodacées*.

1- La photosynthèse est le métabolisme énergétique qui caractérise les organismes qui se développent seulement en présence de la lumière. Chez les bactéries, la photosynthèse est différente de celle des végétaux notamment par la présence de l'eau et l'absence d'oxygène. Seul le photosystème I est présent. (Voir cours et schéma ci dessous)



2- Oui, ce métabolisme nécessite une alimentation en donneur des H⁺ et e⁻. La nature de ce donneur chez les bactéries sulfureuses de ce groupe est minérale (H₂S).

3- Pour la réaction globale qui montre à quel niveau H₂S est utilisé dans ce type de métabolisme énergétique,



Pour fixer le CO₂ (phase obscure), il faut de l'énergie (ATP) et NADH₂. Le photosystème I fournit de l'ATP et H₂S sert pour réduire NAD.

4- Le type trophique par rapport au besoin énergétique : Ces bactéries sont photolithotrophes (la source d'énergie est la lumière et le donneur exogène est minéral (H₂S)).

5- Le type trophique de ces bactéries par rapport au besoin en carbone : Ces bactéries sont autotrophes (elles fixent le CO₂ comme seule source de carbone). Elles sont capables de faire la biosynthèse de leurs facteurs de croissance à partir du milieu minimum. Elles sont donc prototrophes.

Groupe II: Les Thiobactériacées

Les bactéries de ce groupe se développent en présence des formes réduites du soufre (H_2S , S^- , S , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) seulement au contact de l'atmosphère (CO_2 , N_2 , O_2 , ..) et à l'obscurité.

1- Pour leur métabolisme énergétique ces bactéries ont besoin de 2 nutriments à la fois. Lesquels? H_2S et O_2 . Quelle est leur fonction ?

- H_2S est le donneur des protons et les électrons : En passant du H_2S au SO_4 le soufre perd 8 électrons

- O_2 = accepteur

2- Le type trophique par rapport au besoin énergétique, Chimolithotrophe. Préciser la signification de la dénomination utilisée? **Chimio** car elles tirent leur énergie de l'oxydation d'une substance chimique **litho** : ce donneur chimique est minéral (H_2S)

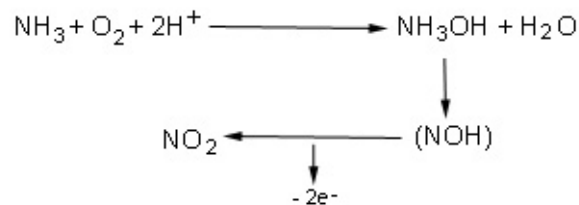
Parmi les êtres vivants, seules quelques bactéries sont chimio-lithotrophie

(Pour les microbiologiste Anglo-Saxons, le terme (**eating rock bacteria**) est utilisé pour ces bactéries. Elles sont utilisées dans l'extraction du cuivre, or et autres métaux précieux. Ce procédé biologique d'extraction s'appelle lixiviation.

3- Le type physiologique (métabolisme énergétique) correspondant à ce type trophique,

La respiration aérobie : chez les bactéries, la chaîne respiratoire est logée dans la membrane plasmique. Cette chaîne respiratoire alimentée par H_2S comme donneur. (Ci-dessous quelques exemples de bactéries chimio-lithotrophes)

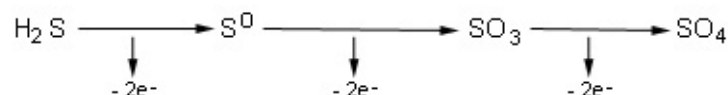
Nitrosomonas



Nitrobacter



Thiobacillus



4- Les produits accumulés à partir du donneur d H^+ et d'e- sulfates (SO_4) et à partir du l'accepteur des H^+ et e (H_2O)

5- Généralement la nature du besoin carboné chez les bactéries de ce groupe trophique est minérale elles dites Autotrophes Protothropes

Groupe III :

1/ Le type trophique correspondant au métabolisme énergétique principal de ces bactéries est : **Chimio-organotrophe**. Le type trophique par rapport au besoin en carbone : **Hétérotrophe**

2/ Oui : Par rapport aux besoins en énergie, on peut considérer que ces bactéries appartiennent à 2 types trophiques à la fois. **Elles sont chimio-organotrophes principalement et chimio-lithotrophes accessoirement**

3/ Le nom de ce métabolisme énergétique est **la respiration anaérobie et le type trophique correspondant est chimio-organotrophe**

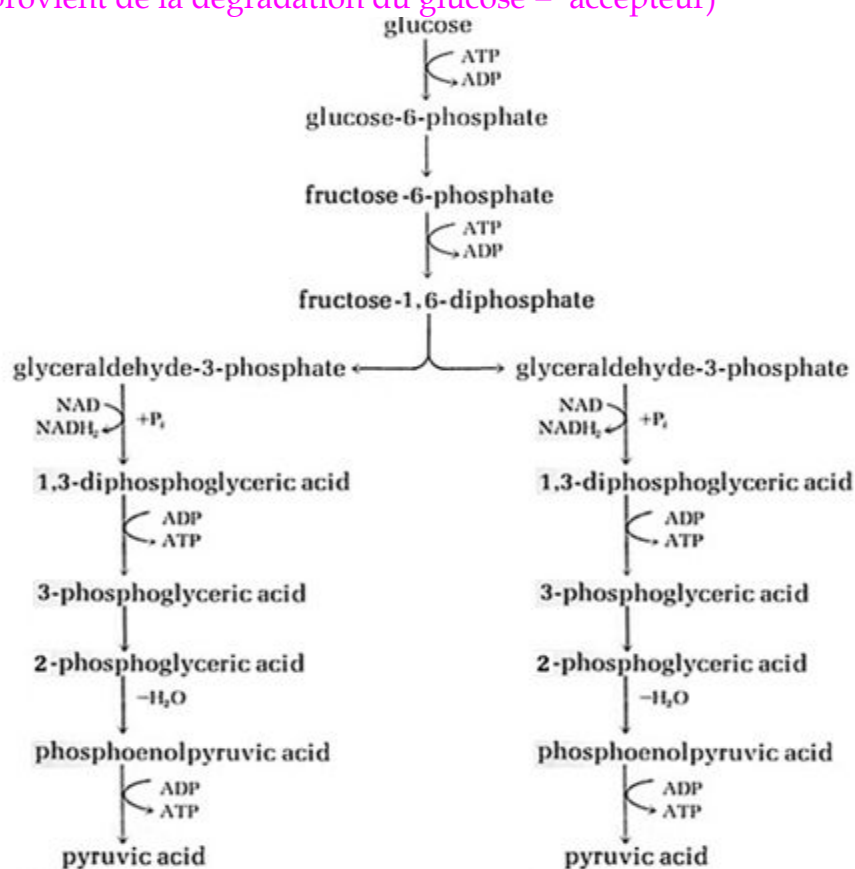
4/ Les 3 types d'accepteurs d'e- et H⁺ correspondant à chaque type de métabolisme énergétique

Accepteur d'H ⁺ et e ⁻	O ₂	Autre que O ₂ : (NO ₃ , SO ₄ , CO ₂)	Organiques endogène
Type de métabolisme	respiration aérobie	respiration anaérobie	fermentation

5) a) **Dans la fermentation, un seul type de nutriment organique est nécessaire pour satisfaire le besoin énergétique .**

b) La fonction de ce type de nutriment **est donneur et générateur d'accepteur**

c) Il est seul nécessaire car l'accepteur est un produit de dégradation du donneur (**dans le schéma ci-dessous le glucose = donneur et acide pyruvique qui provient de la dégradation du glucose = accepteur**)



A/ Application à l'enrichissement

1/Auquel des groupes bactériens précédents appartiennent les souches qui sont sélectionnées ? On peut répondre à cette question de deux façons :

- a) Soit en déterminant le type trophique par rapport à l'énergie des colonies qui cultivent le milieu utilisé = Chimio-organotrophe ce qui suggère leur appartenance aux Groupe 3.
- b) Soit on raisonne de la façon suivante : L'absence de la lumière exclut le groupe 1 (photo-lithotrophe) et la présence du glucose exclut le groupe 2 (Chimio-lithotrophe) donc les colonies de la culture obtenue appartiennent aux Groupe 3.

2/Le type trophique de ces souches pour le besoin énergétique : Chimio-organotrophe et pour les besoin en carbone Hétérotrophe , prototrophe

3/ a) les conditions pour sélectionner les bactéries du 2ème groupe qui sont chimio-lithotrophe (chaîne respiratoire aérobie alimentée par donneur minéral) autotrophes strictes pour le carbone (carbone minéral)

b) On peut utilise le milieu de composition qualitative suivante :
 (K₂HPO₄, KH₂PO₄, Mg SO₄, Fe SO₄, CaCl₂ et MnCl₂) = milieu de base + les produits suivants: Na₂S = donneur minéral ,
 NaHCO₃ = Source du carbone minéral (remplace le CO₂),
 NH₄Cl = source d'azote minérale

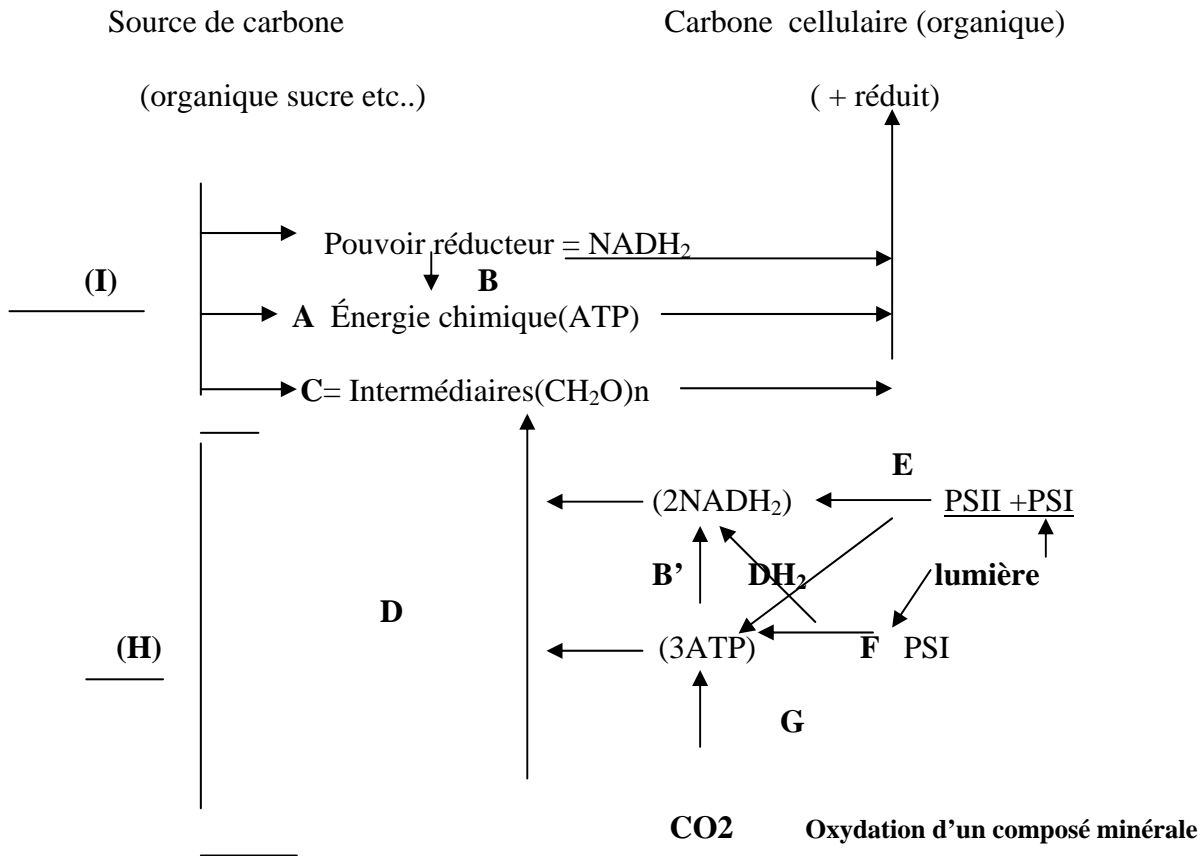
B/ Application à l'identification

1) a) Le type trophique commun à ces 3 bactéries , pour l'énergie Chimio-organotrophe et pour le carbone hétérotrophe.

b) Les types métaboliques de chaque souche =

N° de souche	Famille	Type du métabolisme énergétique
1	Pseudomonadaceae	-Respiration aérobie -Respiration anaérobie
2	Vibrionaceae	Respiration aérobie -Respiration anaérobie Fermentation
3	Entero bacteriaceae	Respiration aérobie -Respiration anaérobie Fermentation

Synthèse



1) Donner les types trophiques et métaboliques désignés par les lettres (A, I) :

Chez les **bactéries hétérotrophes (I)**, la dégradation d'une source de carbone organique par voie de fermentation (A) génère de l'ATP (par phosphorylation au niveau substrat) et le pouvoir réducteur NADH₂ qui sera utilisé d'une part pour les réactions d'anabolismes et d'alimenter la chaîne respiratoire aérobie ou anaérobie (B) pour faire de l'énergie (phosphorylation oxydative) d'autre part. Ce catabolisme donne également des produits de dégradation de petites tailles appelés **intermédiaires (C)** (courre four = rond point) du catabolisme et l'anabolisme .

Chez les bactéries autotrophes (H), la synthèse du carbone organique (cellulaire) à partir du CO₂ carbone minéral nécessite de l'énergie (ATP) et le pouvoir réducteur (NADH₂) (**D = conditions d'autotrophie**). Pour satisfaire ces deux conditions d'autotrophies, seules les cyanobactéries sont bien équipées. Elles toujours photolithotrophes (E) car elle fabriquent de l'ATP par la phosphorylation cyclique (photosystème I) et le pouvoir réducteur (NADH₂) à partir de lyse de l'eau au niveau du photosystème II . Pour les autres bactéries photosynthétiques (F), la photosynthèse cyclique est génératrice d'ATP au niveau du photosystème I . Il n'y a pas de dégagement d'oxygène. La photosynthèse sert uniquement pour fabriquer de l'ATP. Le pouvoir réducteur NADH₂ est toujours fourni par un donneur exogène. En fonction de la nature de ce donneur (DH₂) , elles seront soit photolithotrophes si DH₂ est minéral et Photoorganotrophe si DH₂ est organique.

Chez les bactéries autotrophes non photosynthétiques (G), l'ATP provient de l'oxydation des composés chimiques minéraux (Chimio lithotrophie) tels (H_2S , NH_4 , NO_2 , H_2 , Fe) en présence d'oxygène et le pouvoir réducteur $NADH_2$ est généralement fourni par une chaîne respiratoire consommatrice de l'ATP (B').