

Faculté de Médecine de Sfax
UEF 109

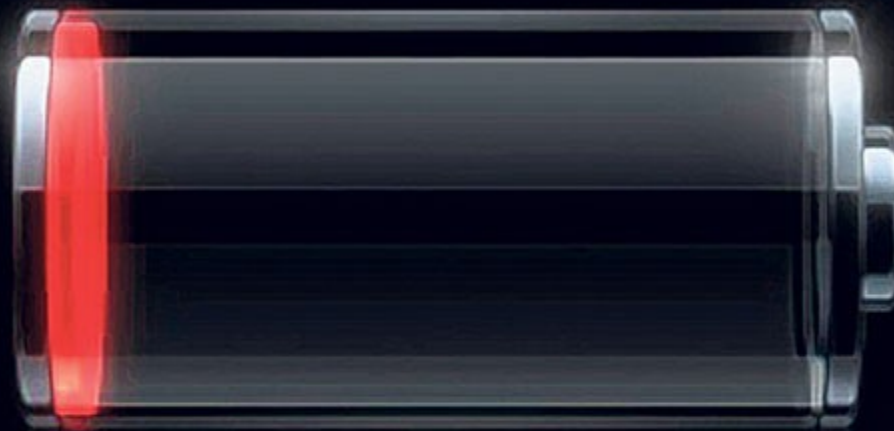
Bioénergétique 1/2

Kamel JAMOUSSI (MD, PHU)

Section de Biochimie

Département des Sciences de base A

Cliniquement,
comment un déficit énergétique de
l'organisme se manifeste-t-il ?



Batterie faible

Troubles visuels,

Céphalées

Difficultés intellectuelles,

Faiblesse musculaire,

Hypothermie,

Défaillance des organes vitaux,

...

Comment rechargeons-nous
nos batteries cellulaires ?

Comment rechargeons-nous nos batteries cellulaires ?

Premier principe de la thermodynamique

Loi de conservation de l'énergie

L'énergie d'un système ni se perd ni
se crée, elle se transforme



Troubles visuels,

Céphalées

Difficultés intellectuelles,

Faiblesse musculaire,

Hypothermie,

Défaillance des organes vitaux,

...



Tout système physique
laissé à lui-même,
comme un être vivant,
tend à se désorganiser

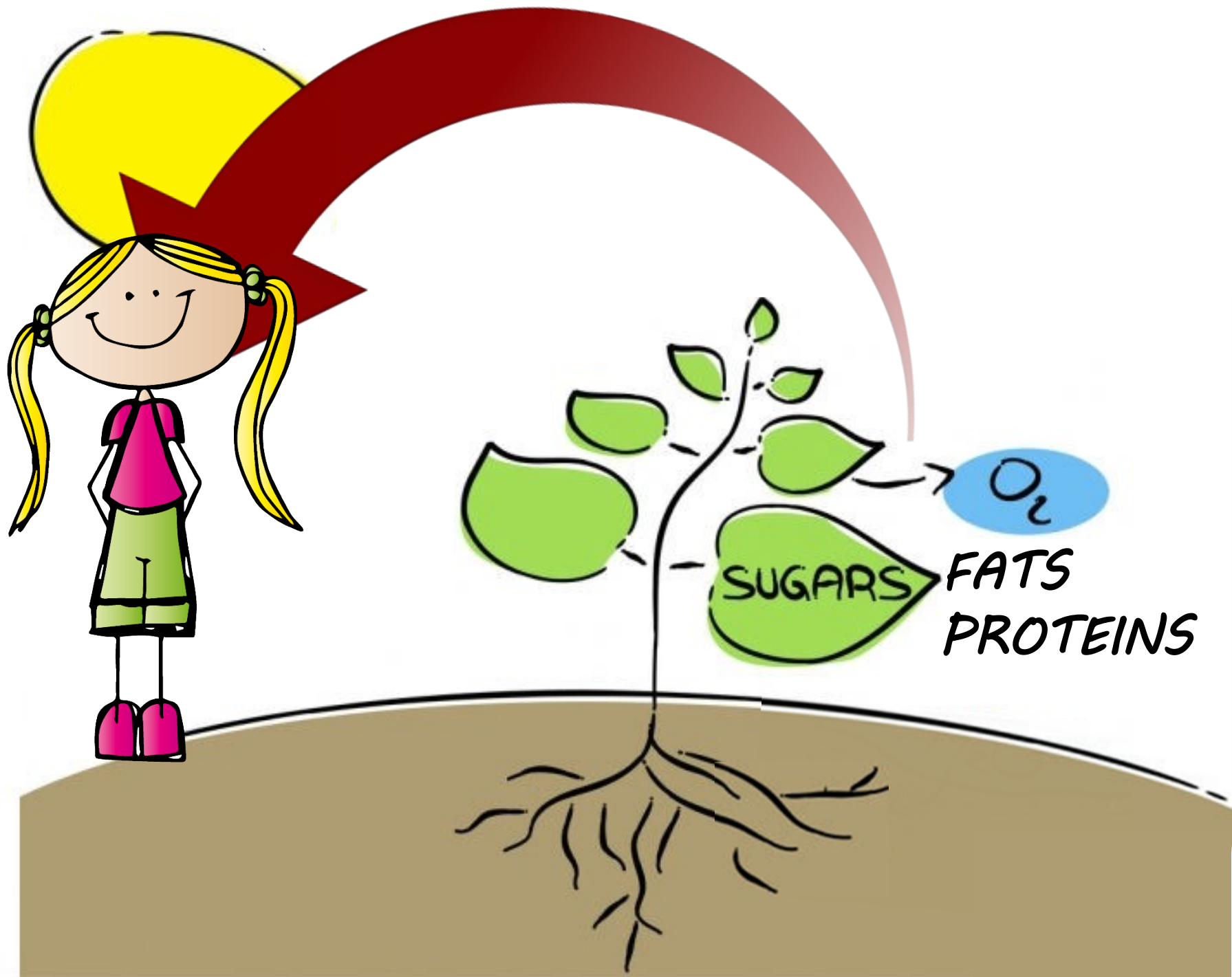
Deuxième principe de la thermodynamique

Tout système est caractérisé par une fonction d'état S appelée **ENTROPIE** (désordre).

Cette fonction **entropie** ne peut qu'augmenter pour un système isolé et fermé.

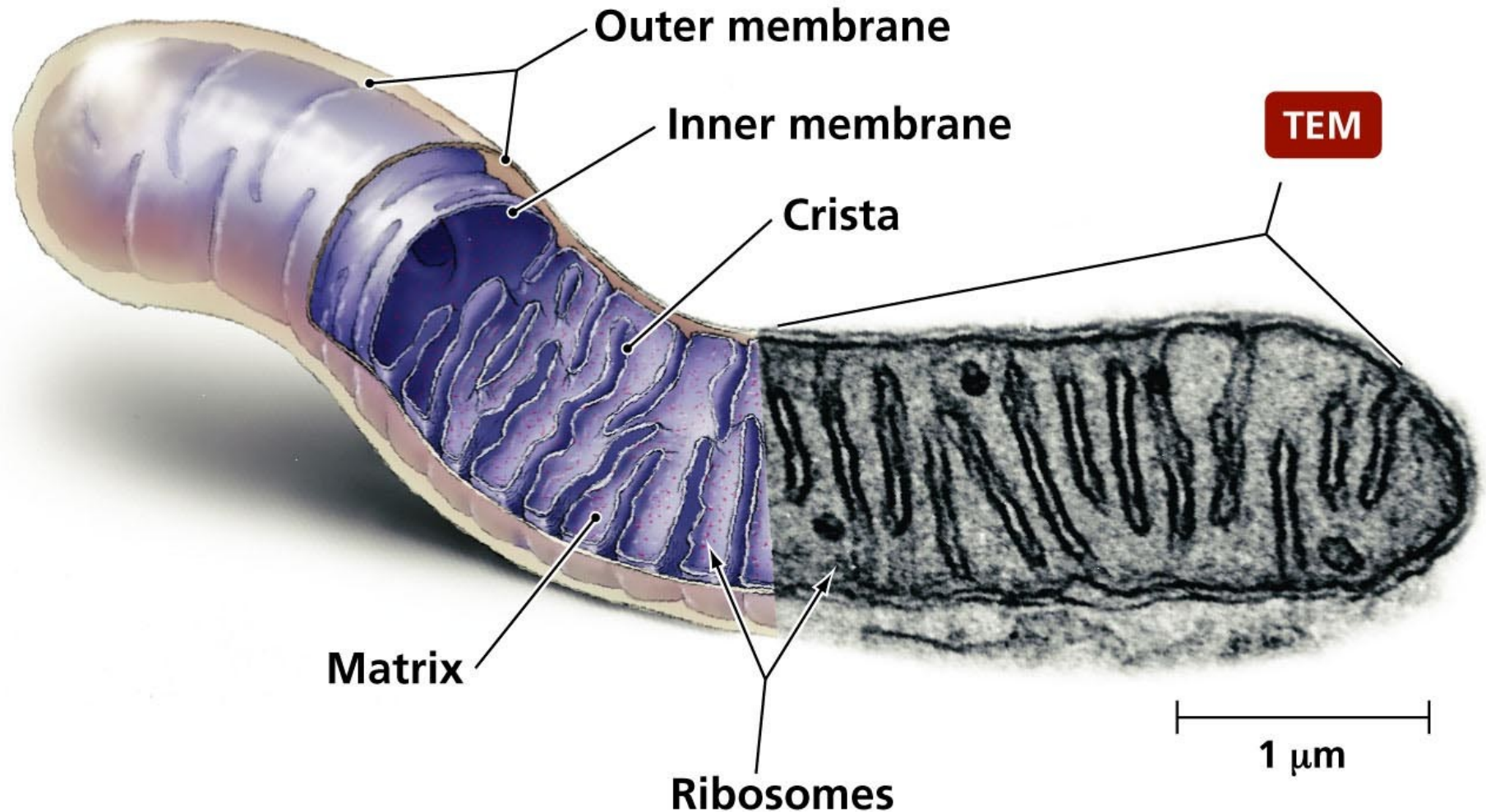
Anabolisme cellulaire

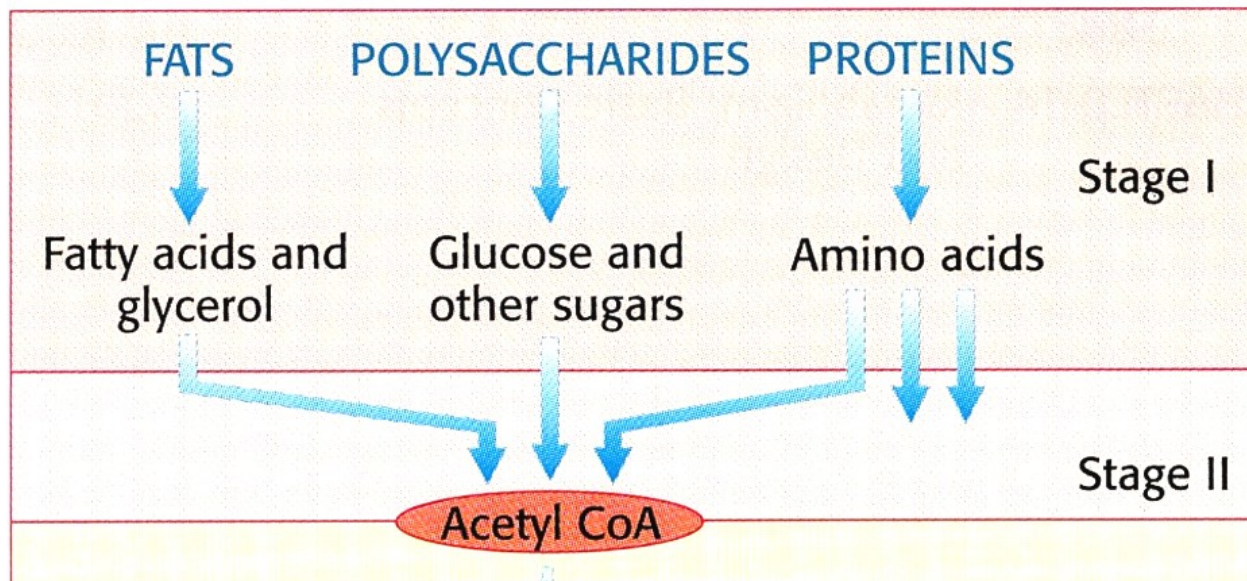


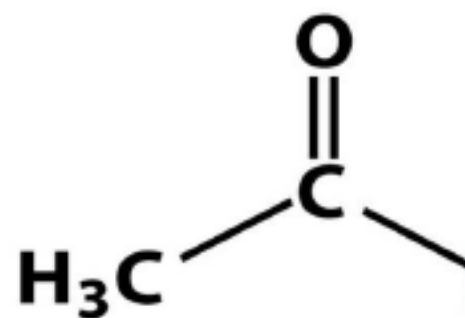




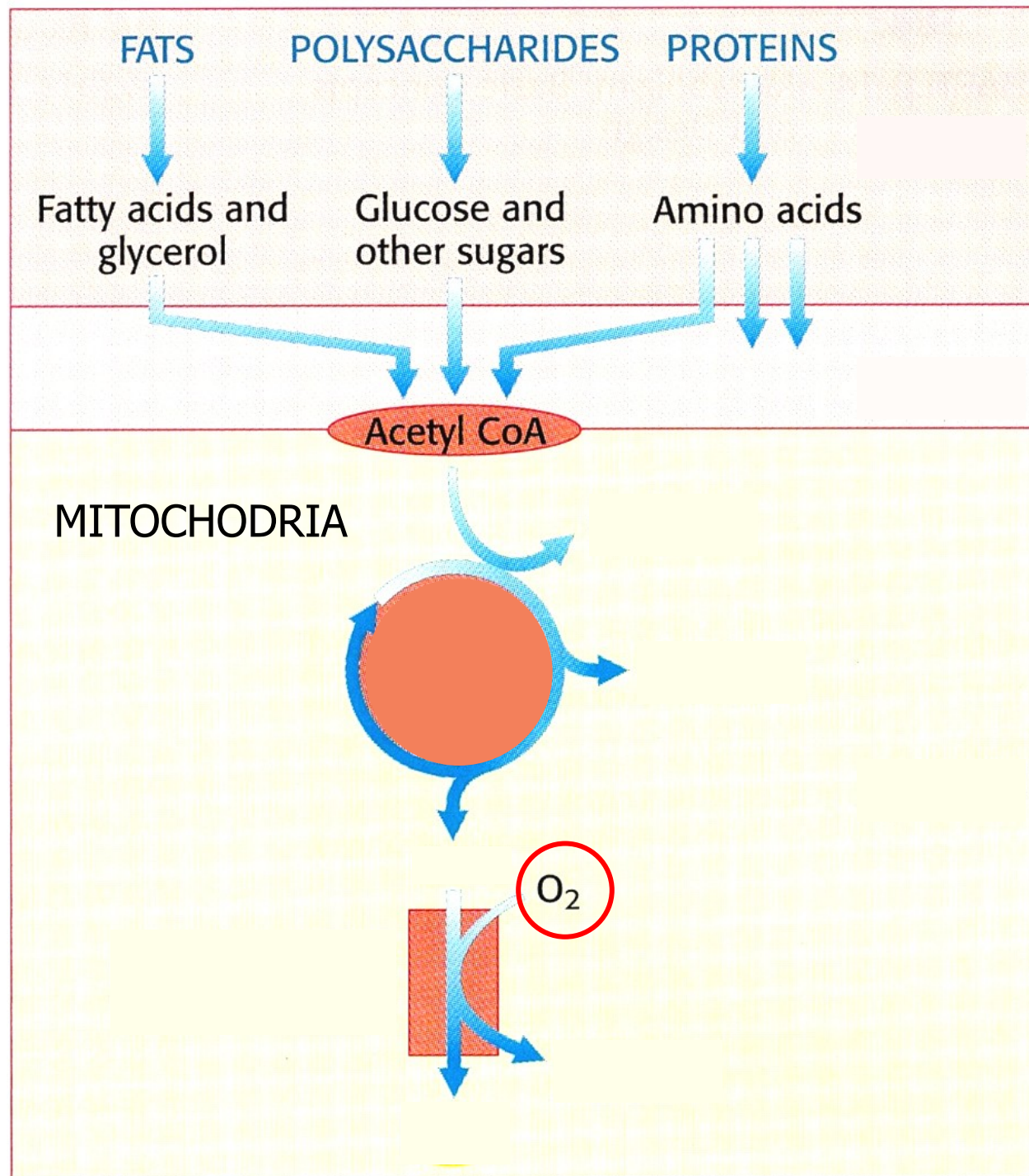
La Mitochondrie : centrale énergétique

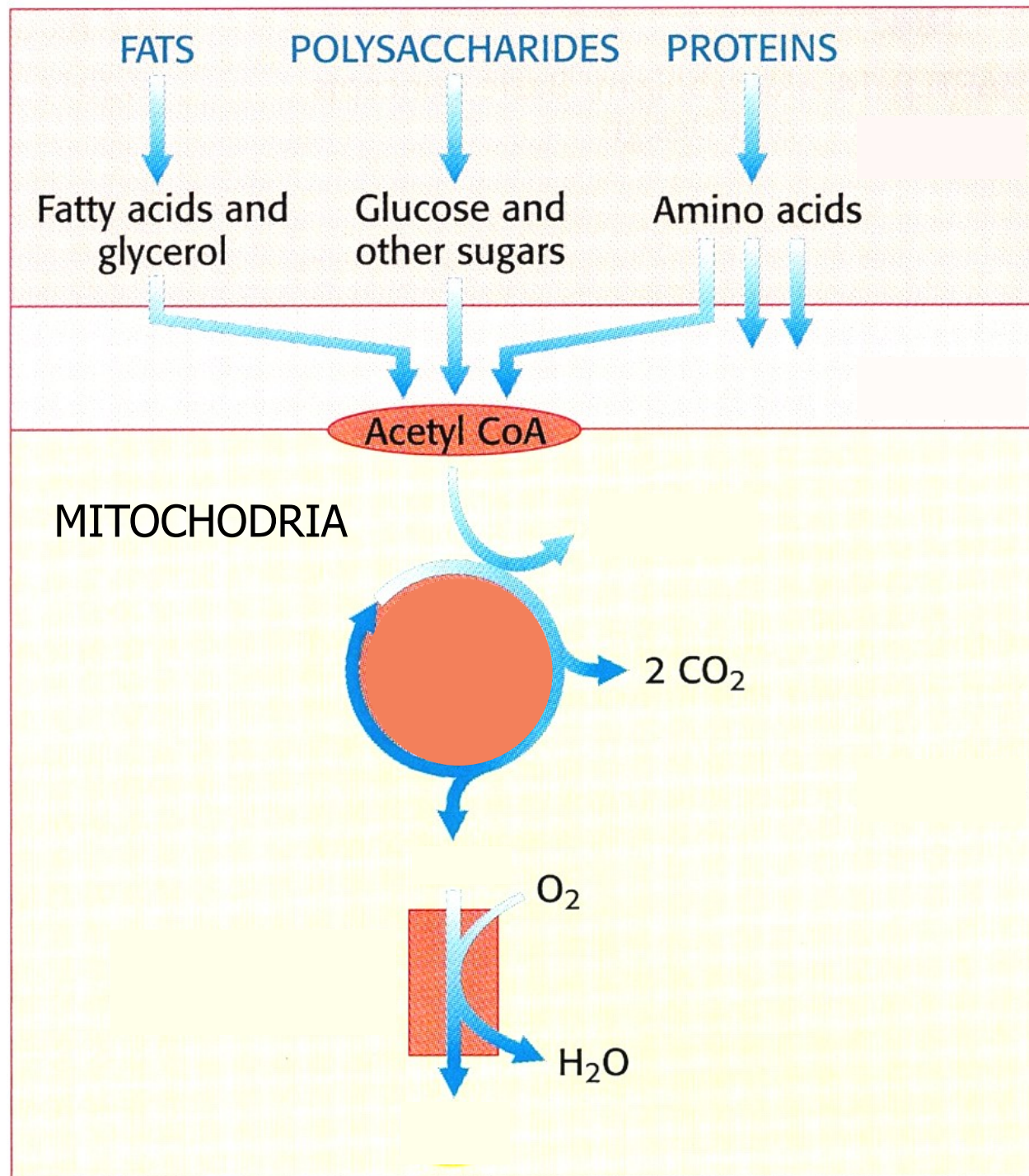


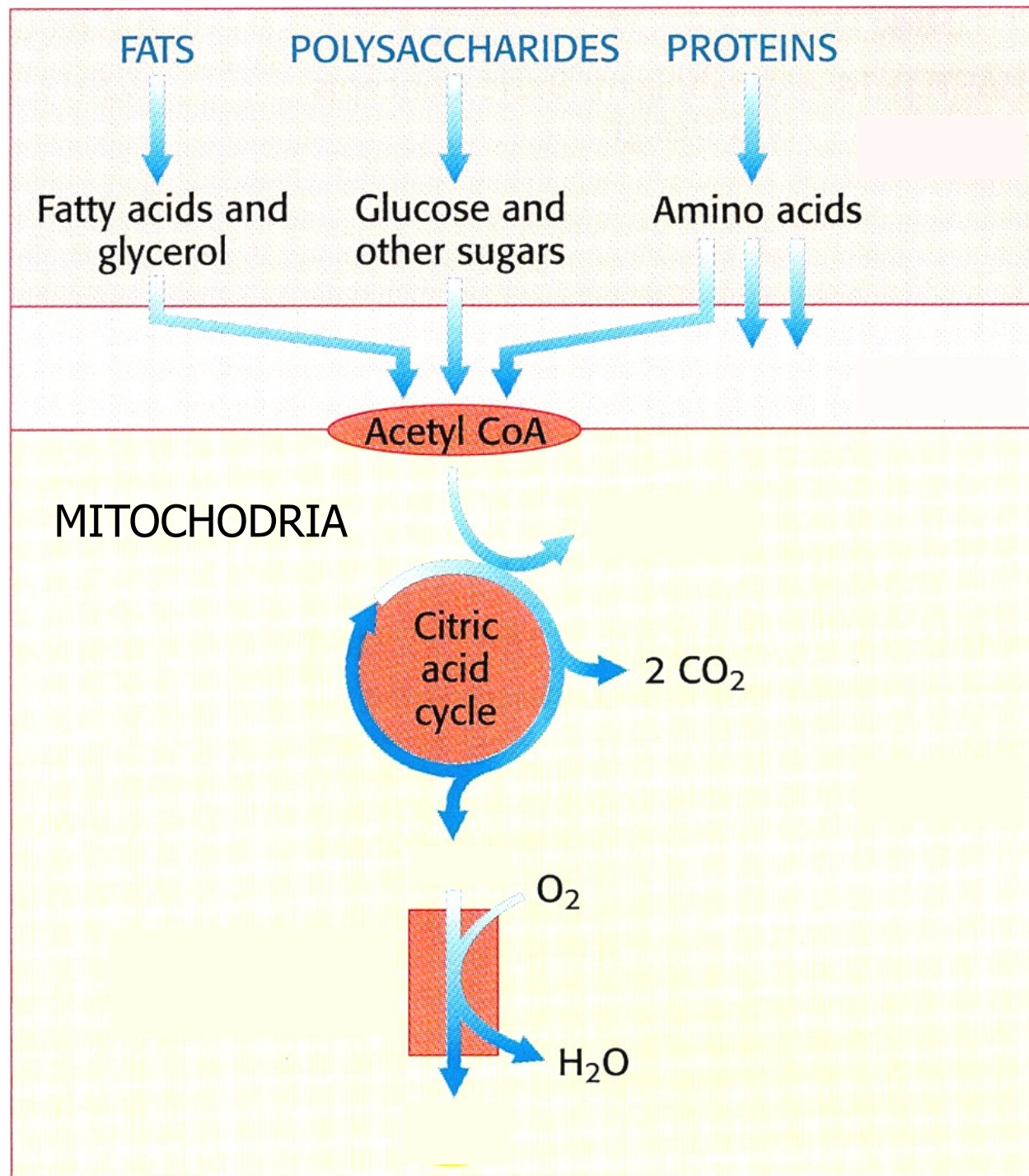


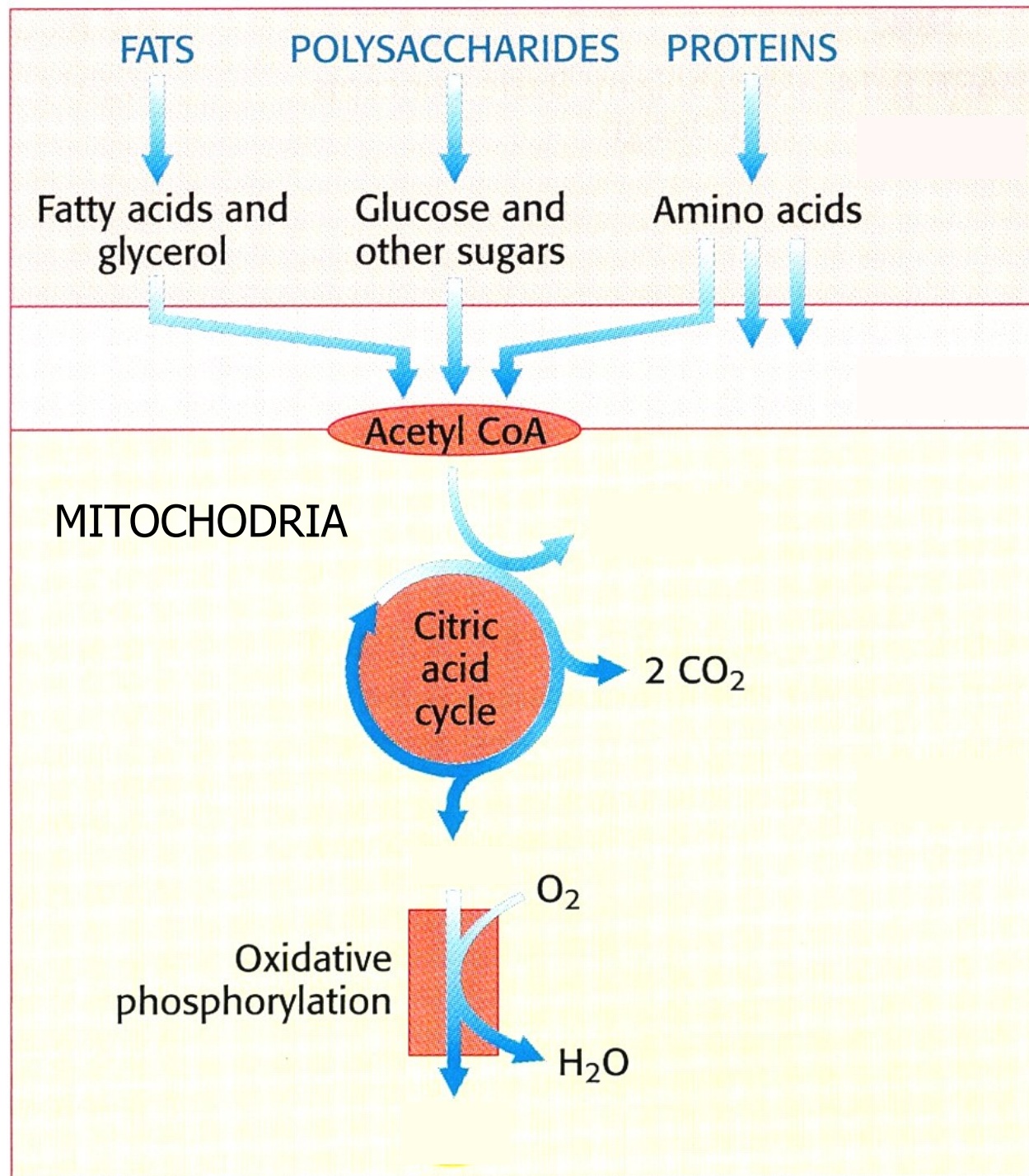


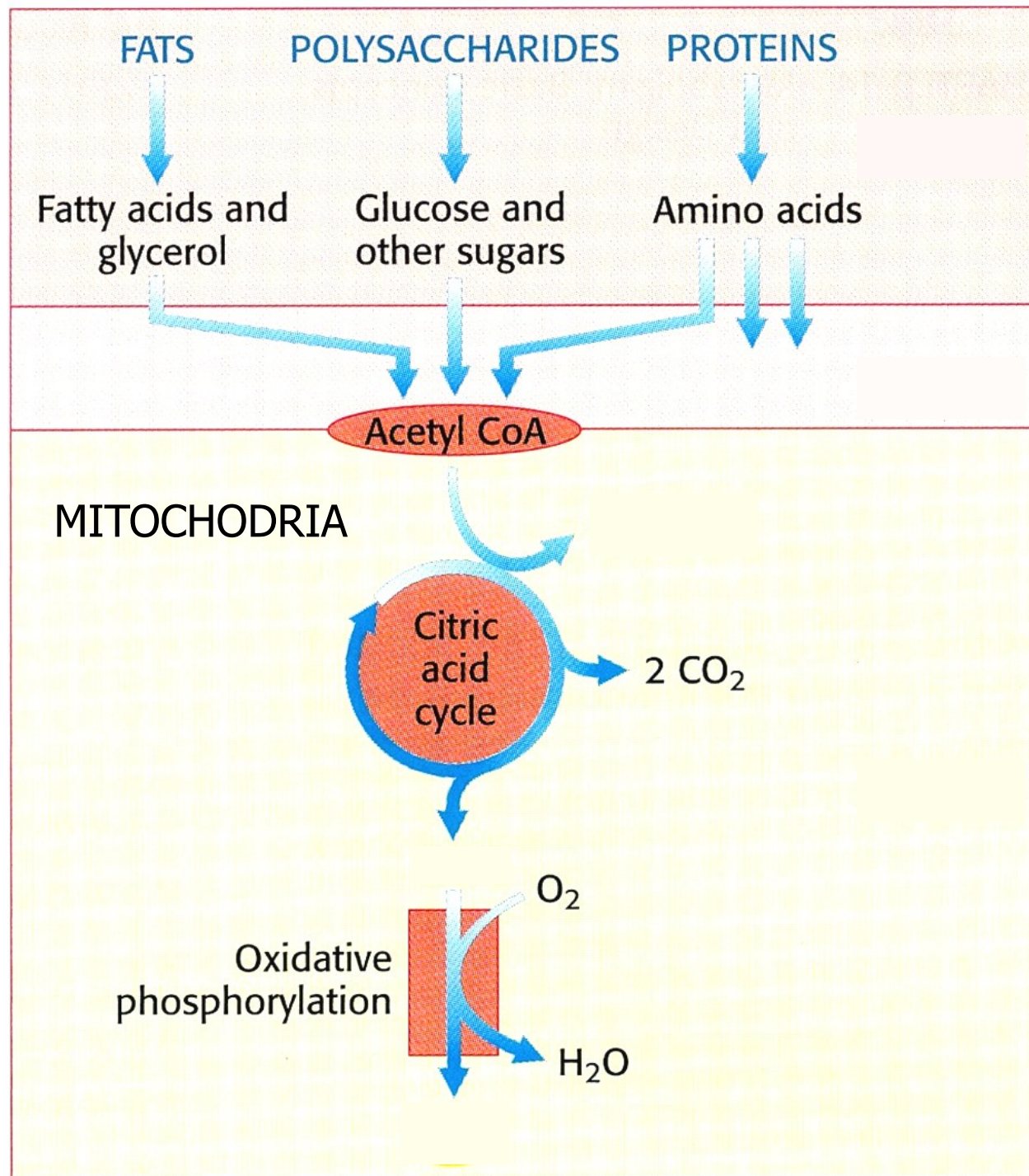
Acetyl

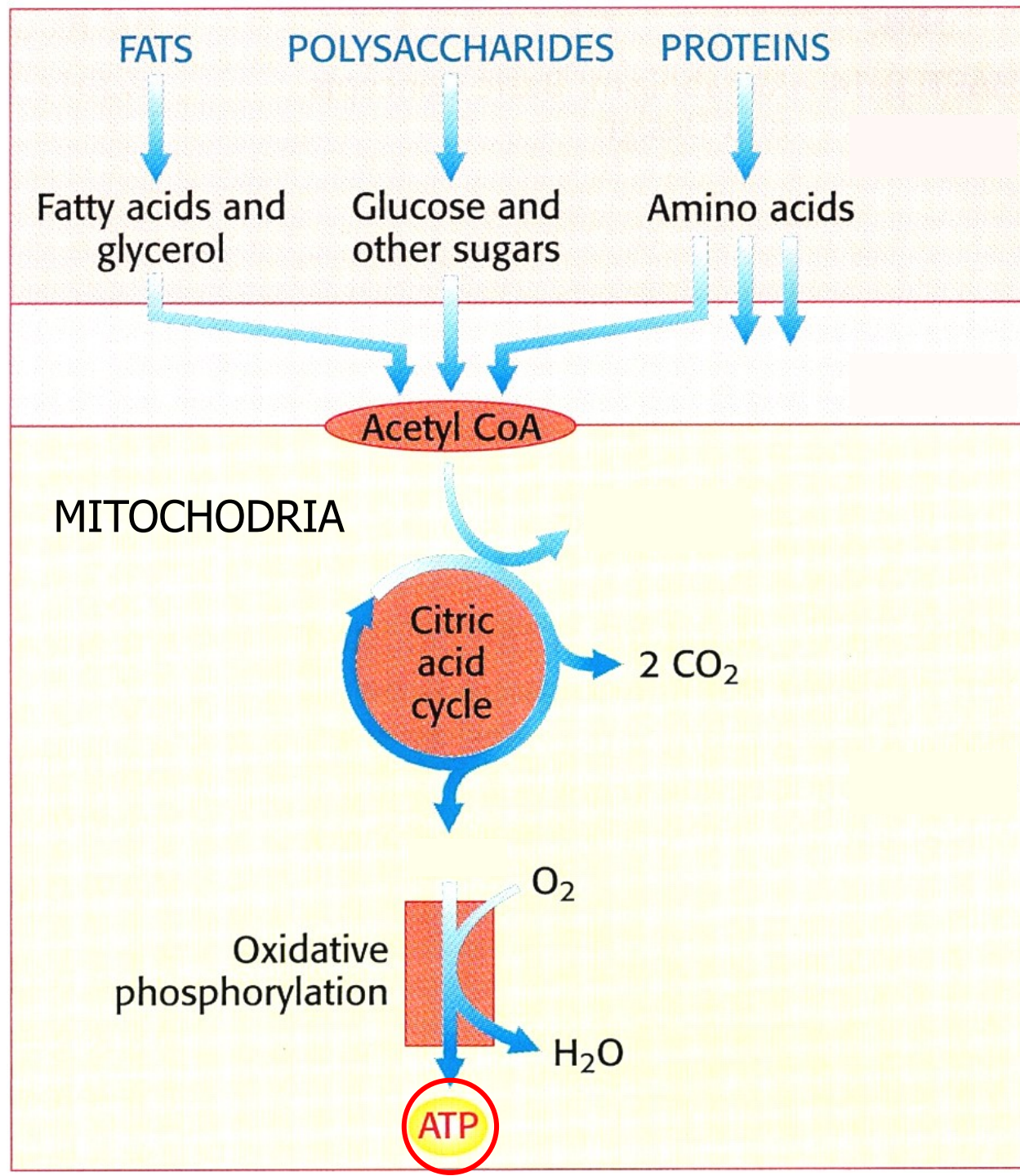






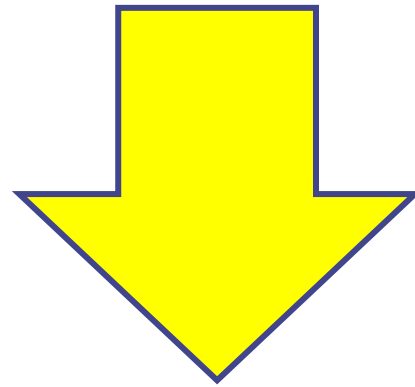
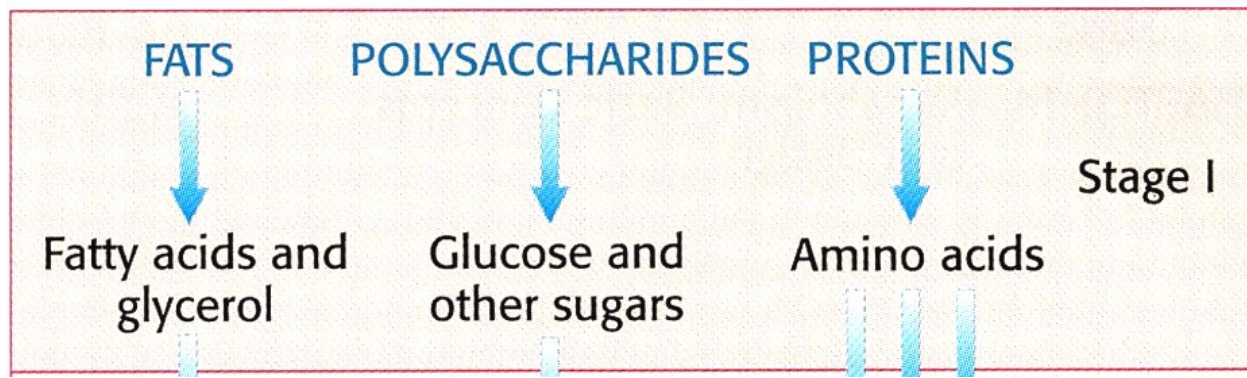








Main currency



ATP

50

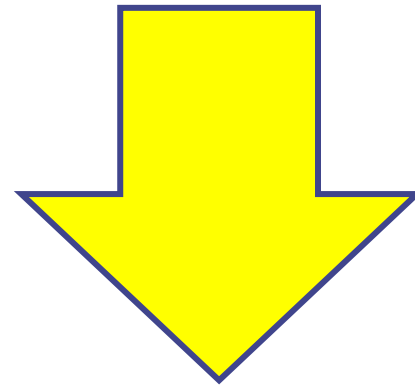
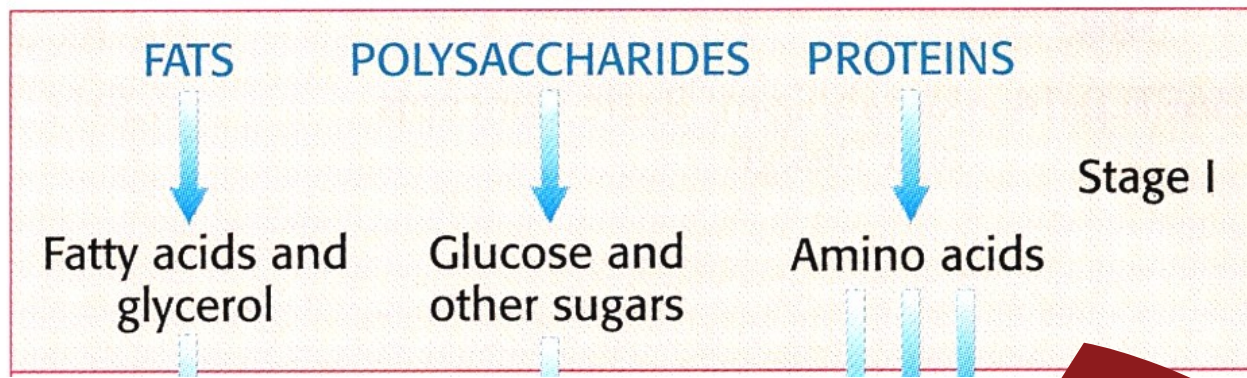
Kg/ jour

CO_2

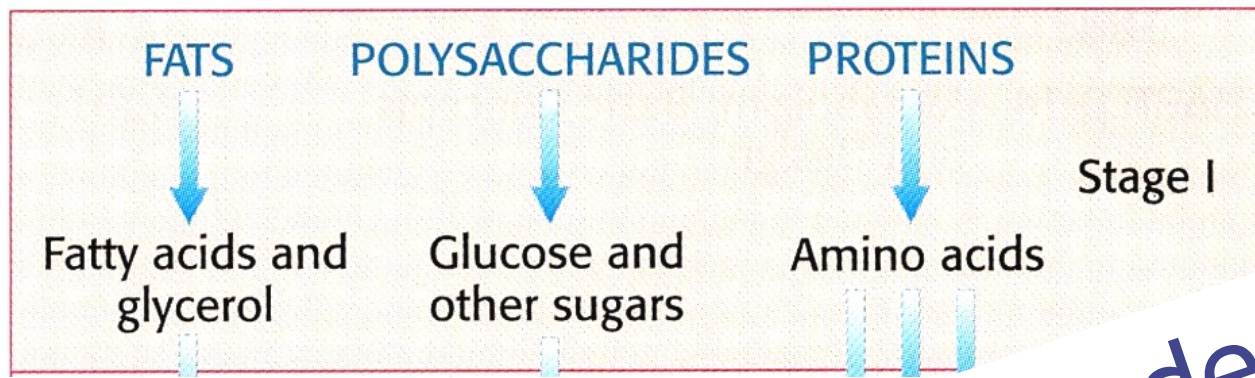
O_2

RESPIRATION
CELLULAIRE





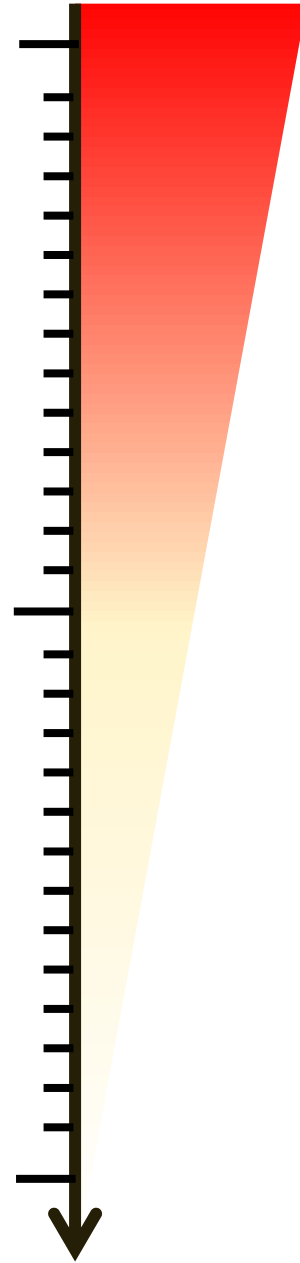
ENERGIE

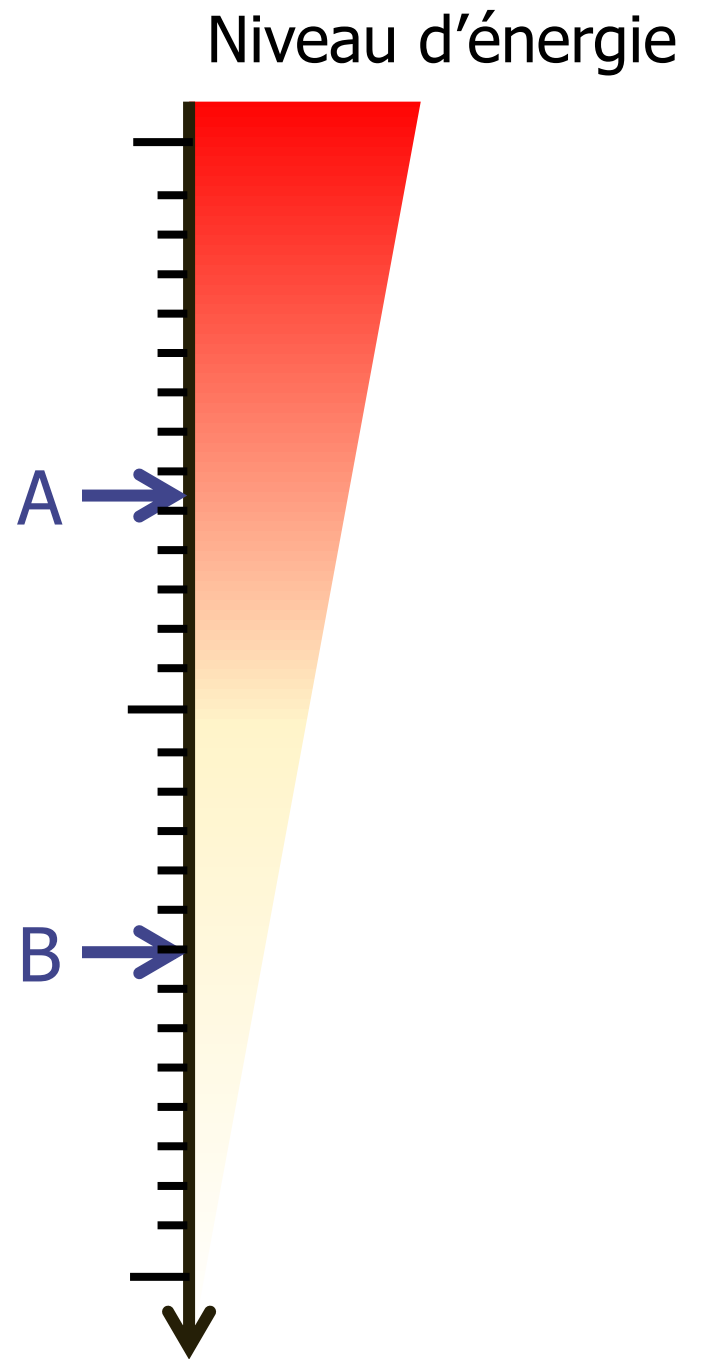
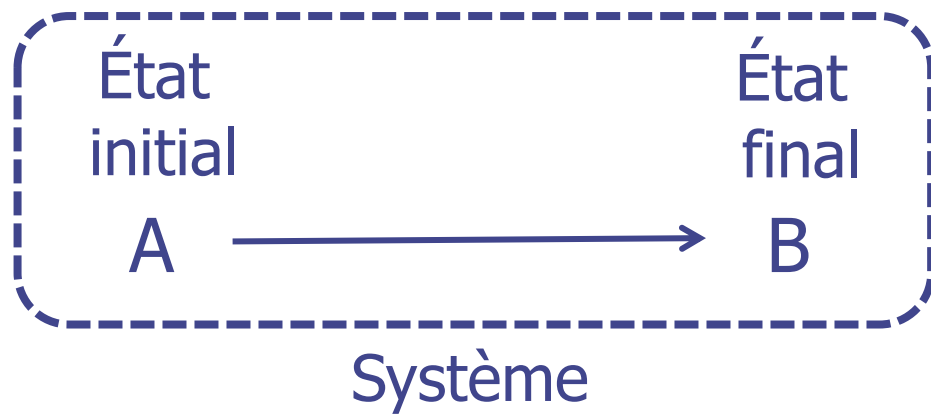


Peuvent s'engager dans des
transformations EXERGONIQUES

ENERGIE

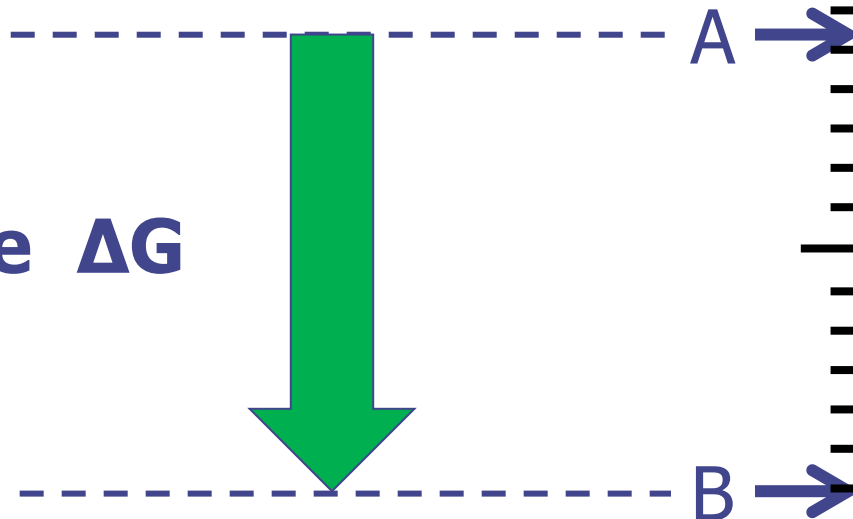
Niveau d'énergie



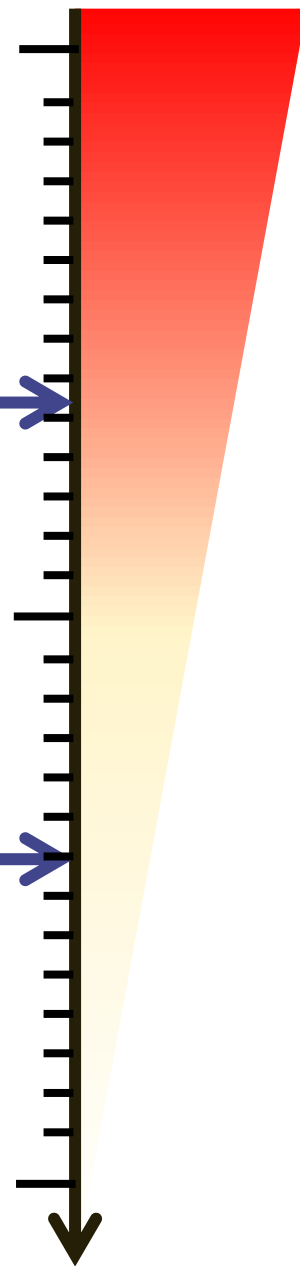




Energie libre ΔG

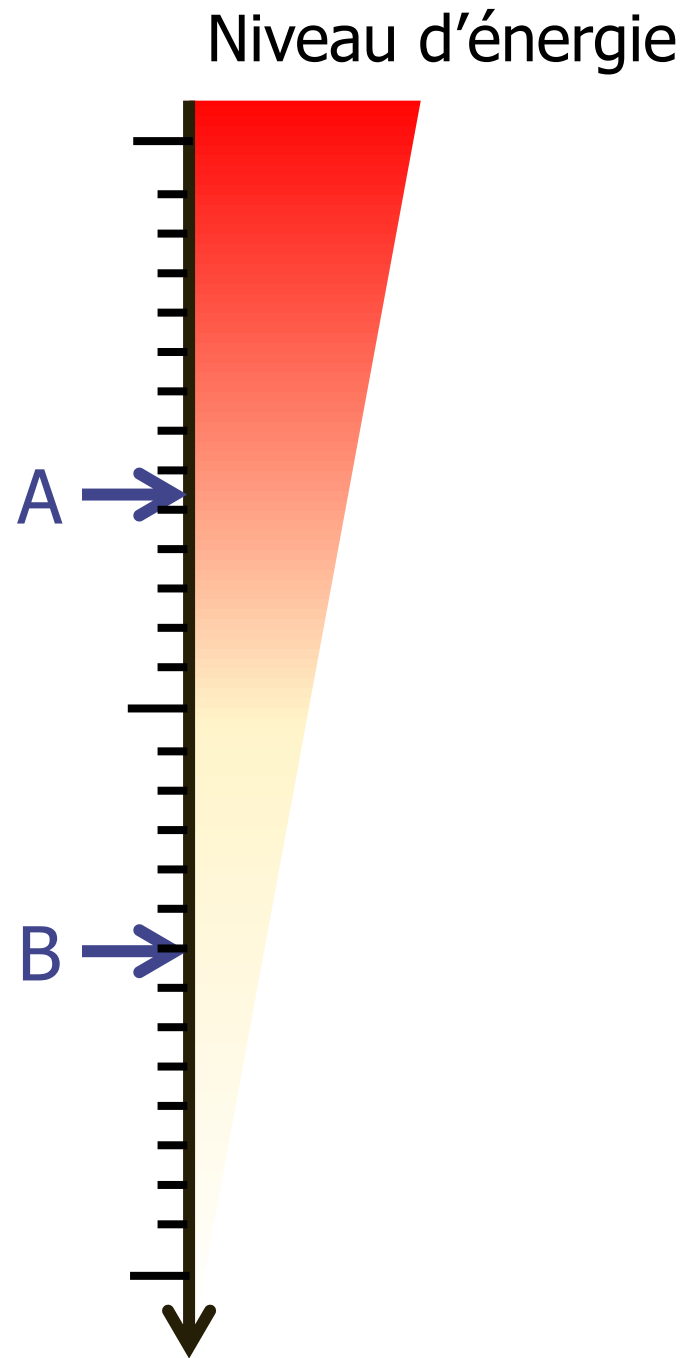


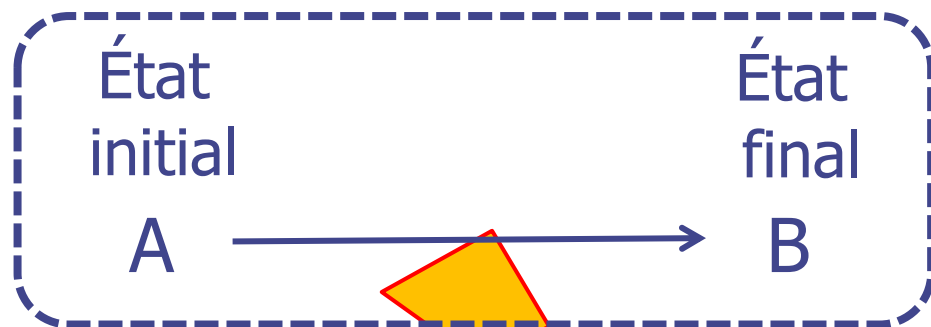
Niveau d'énergie



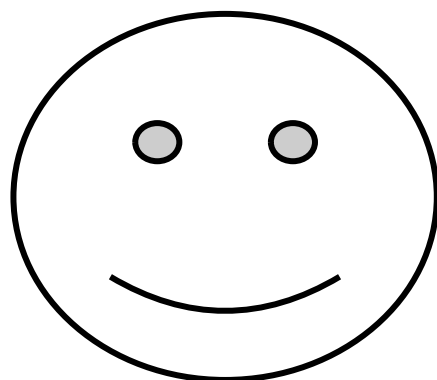


Spontanée ?

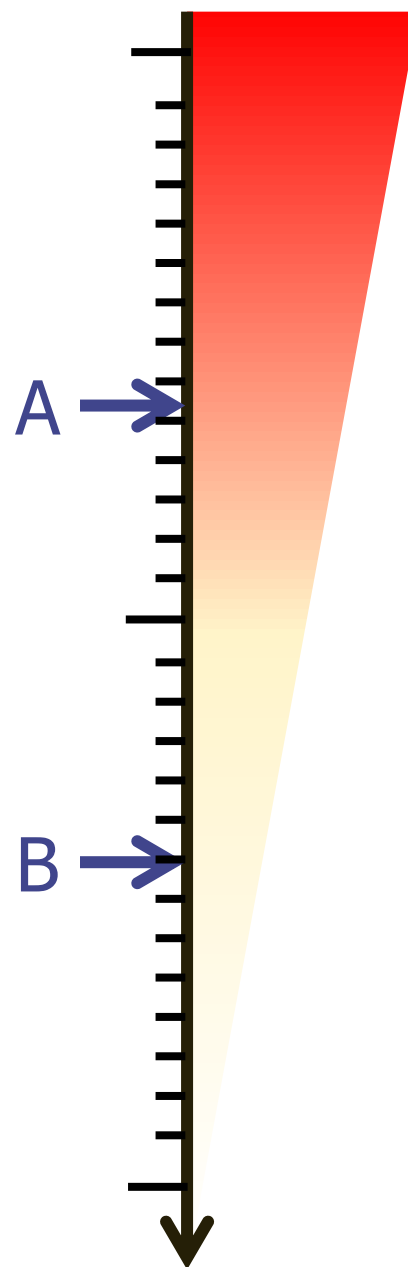


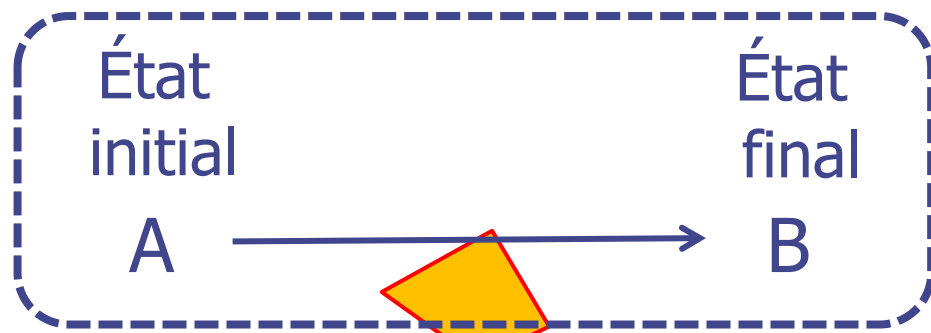


Chaleur



Niveau d'énergie

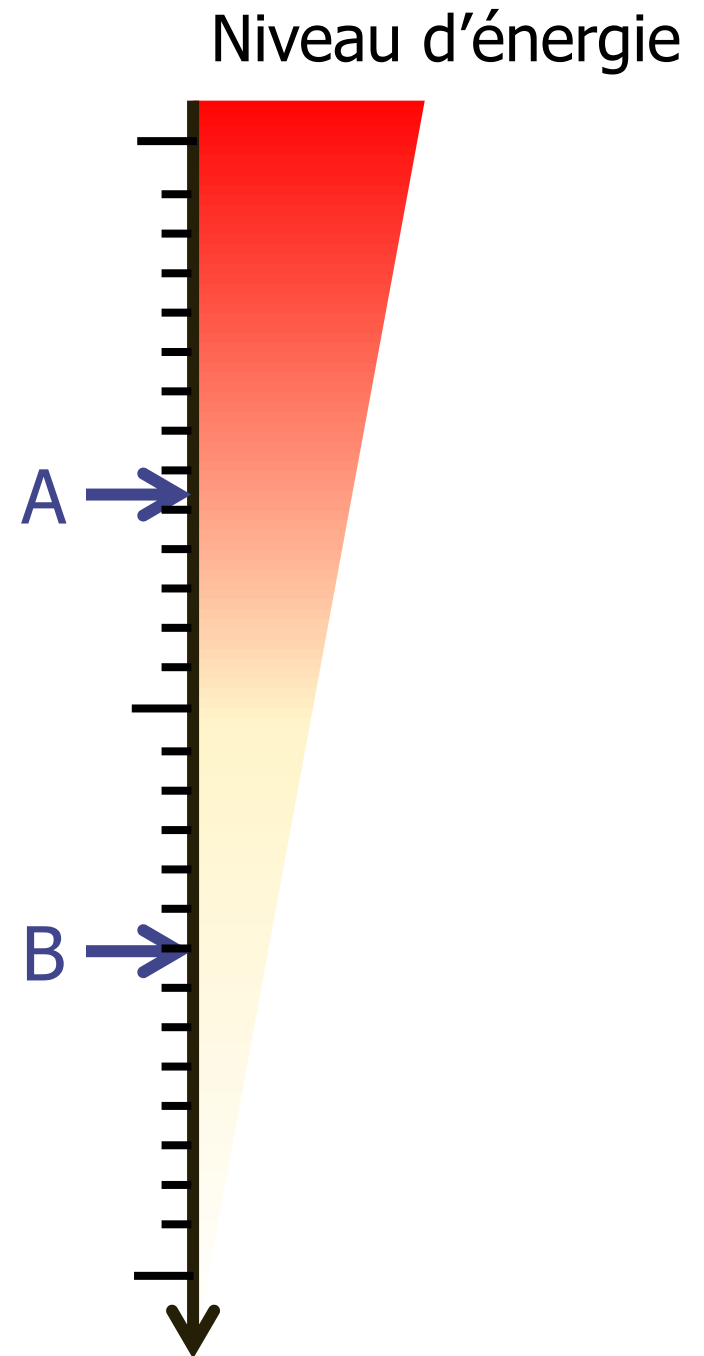




Chaleur

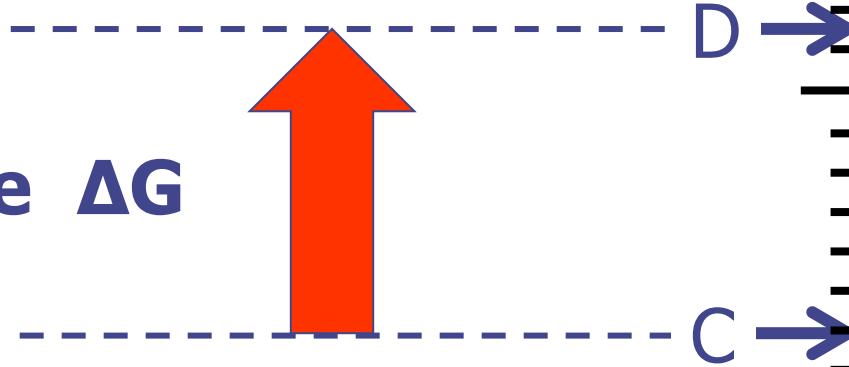
Exergonique

Exothermique

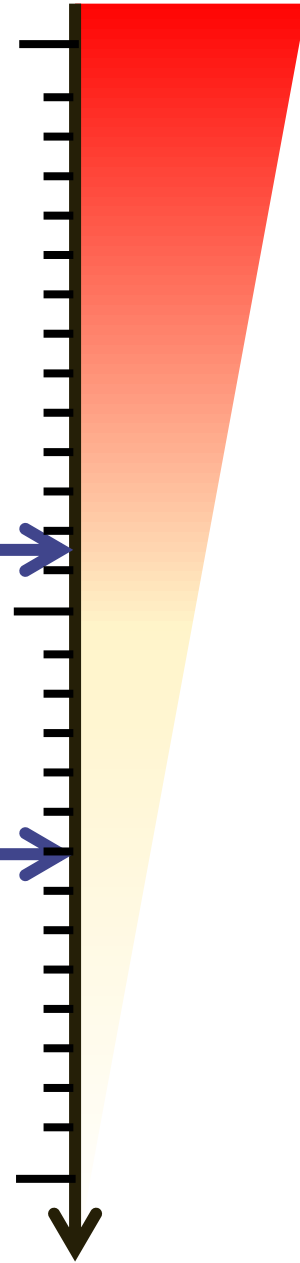




Energie libre ΔG

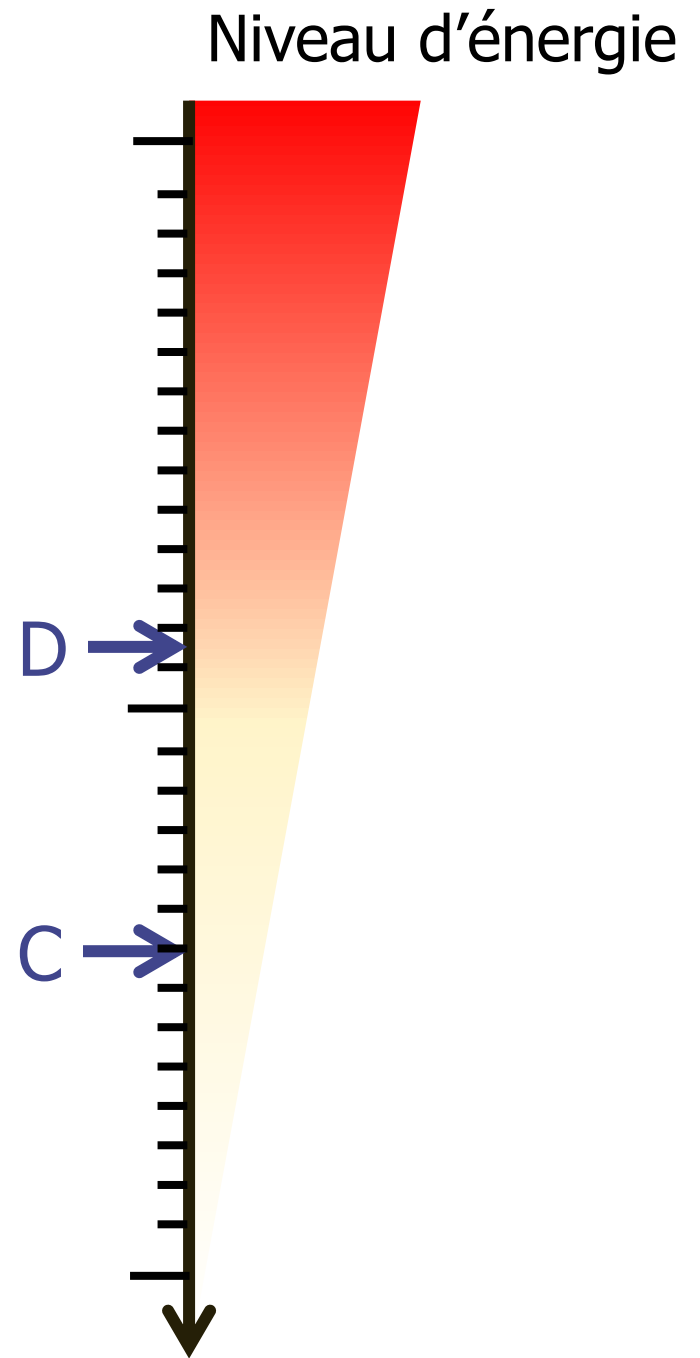


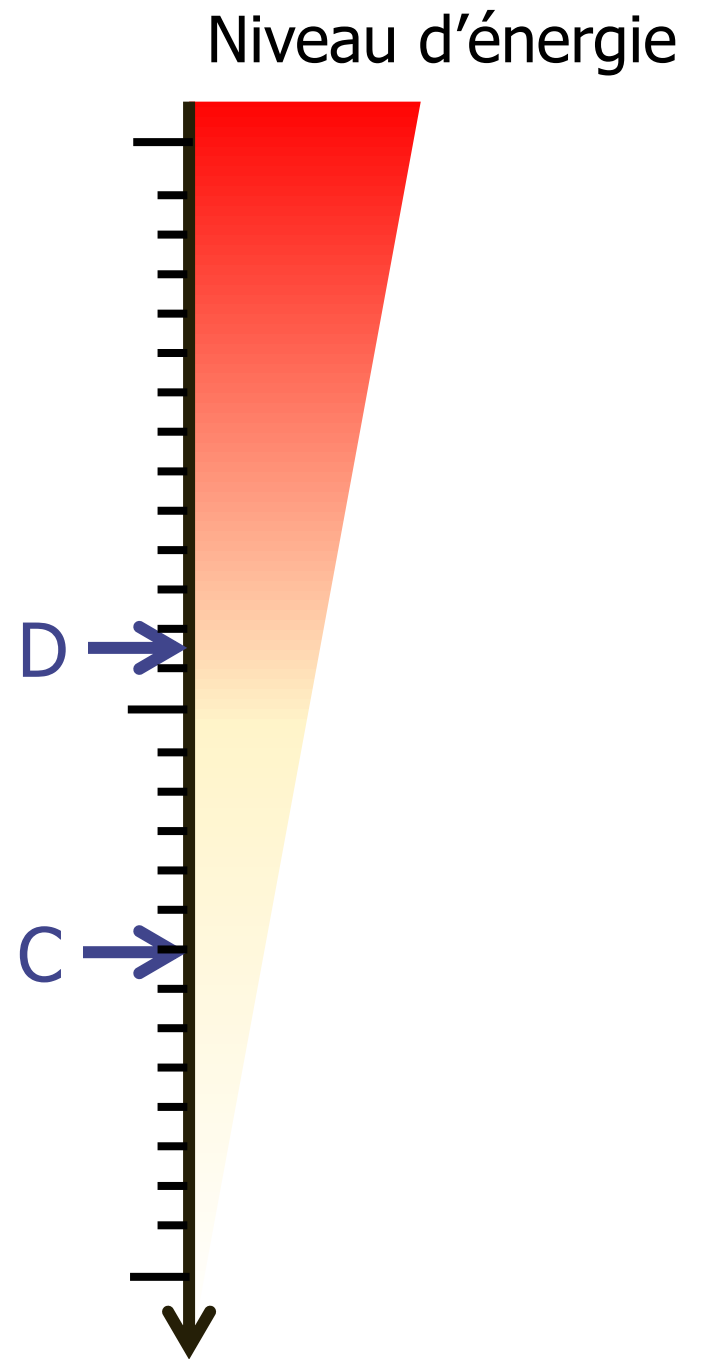
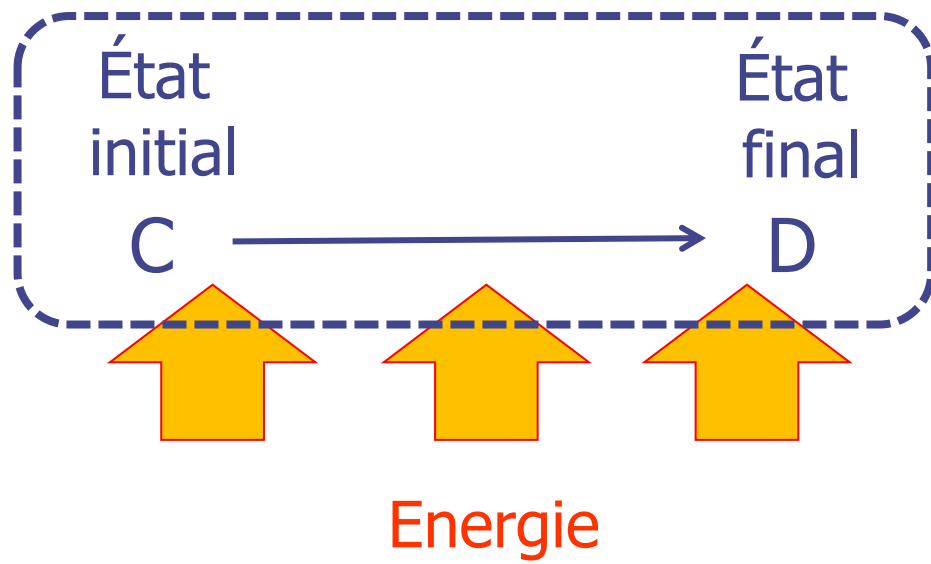
Niveau d'énergie

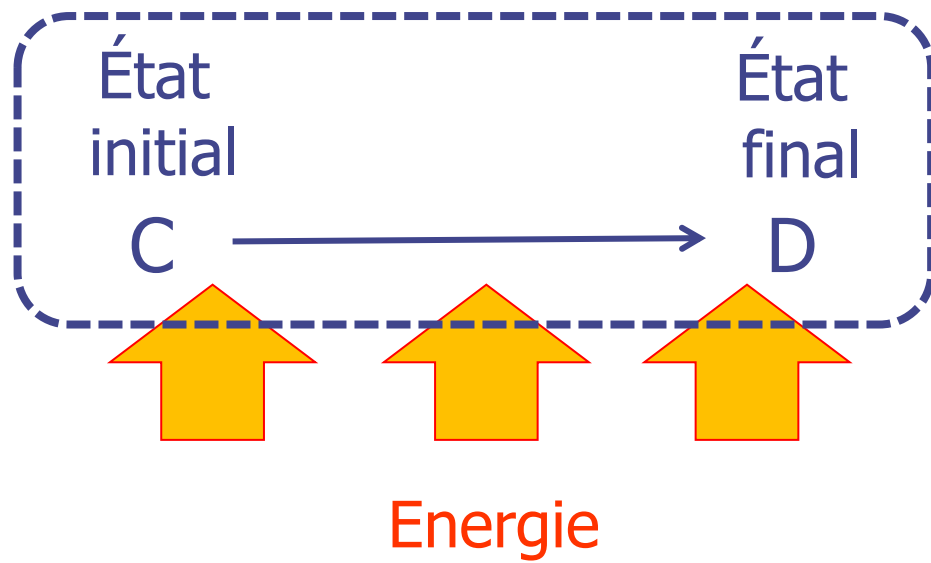




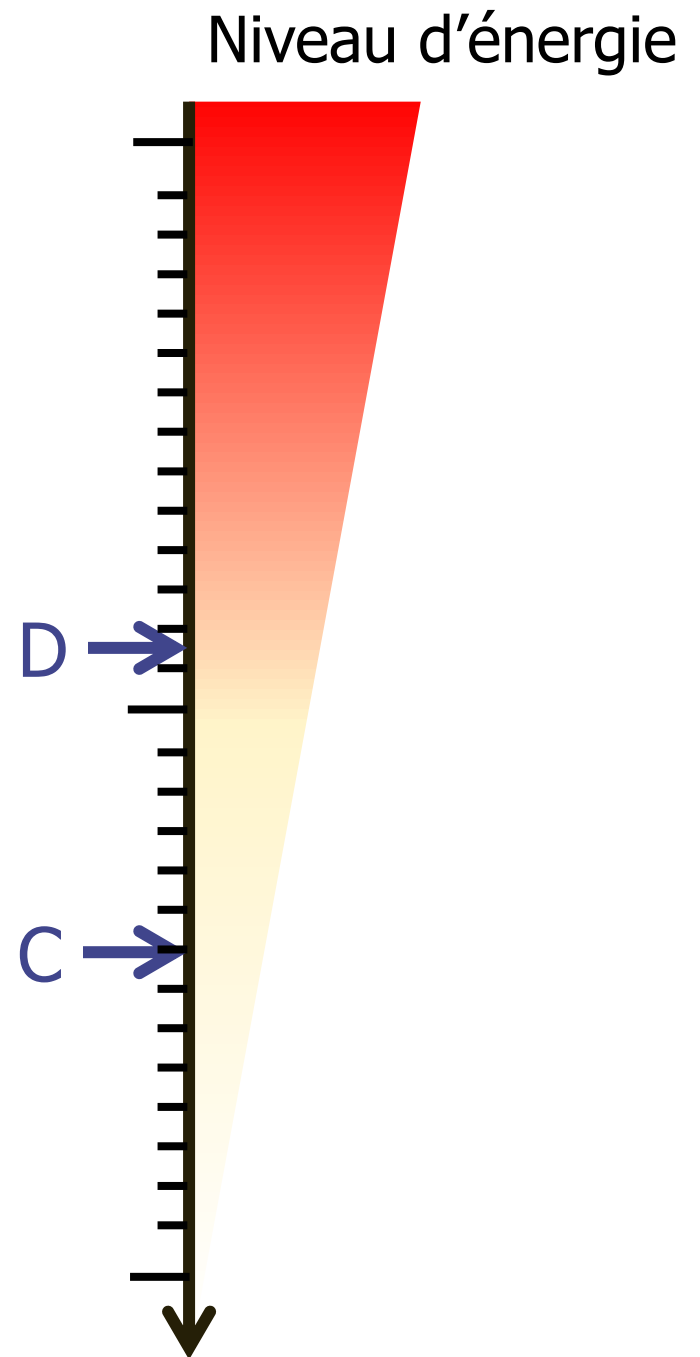
Spontanée ?







Endergonique
Endothermique

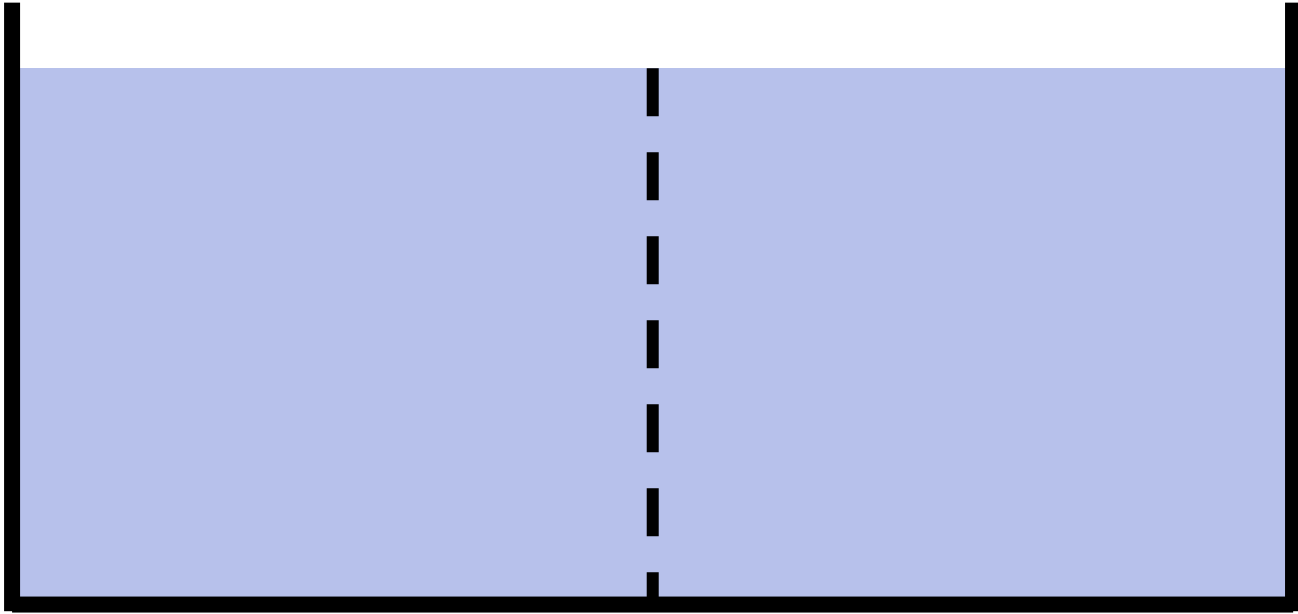


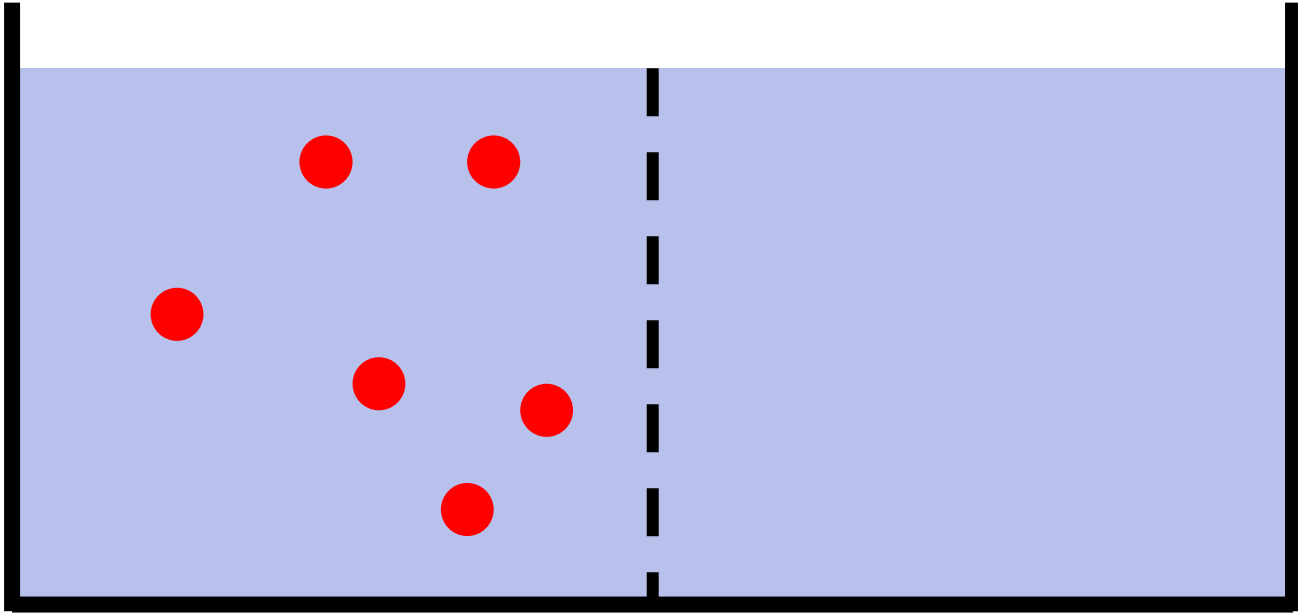
$\Delta G < 0$ (exergonique)

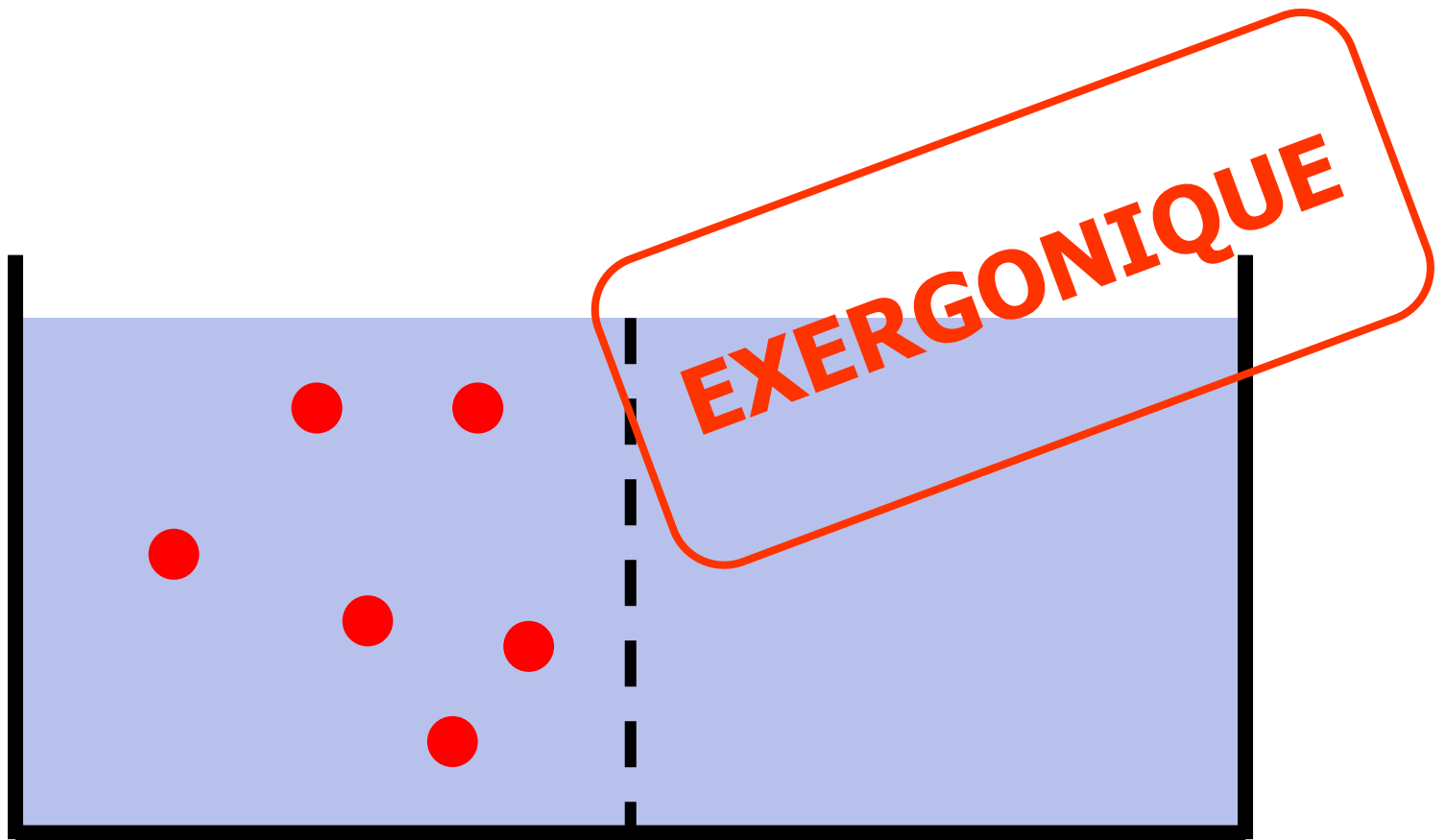
$\Delta G > 0$ (endergonique)

$\Delta G = 0$ (équilibre)

QUIZ TIME !!







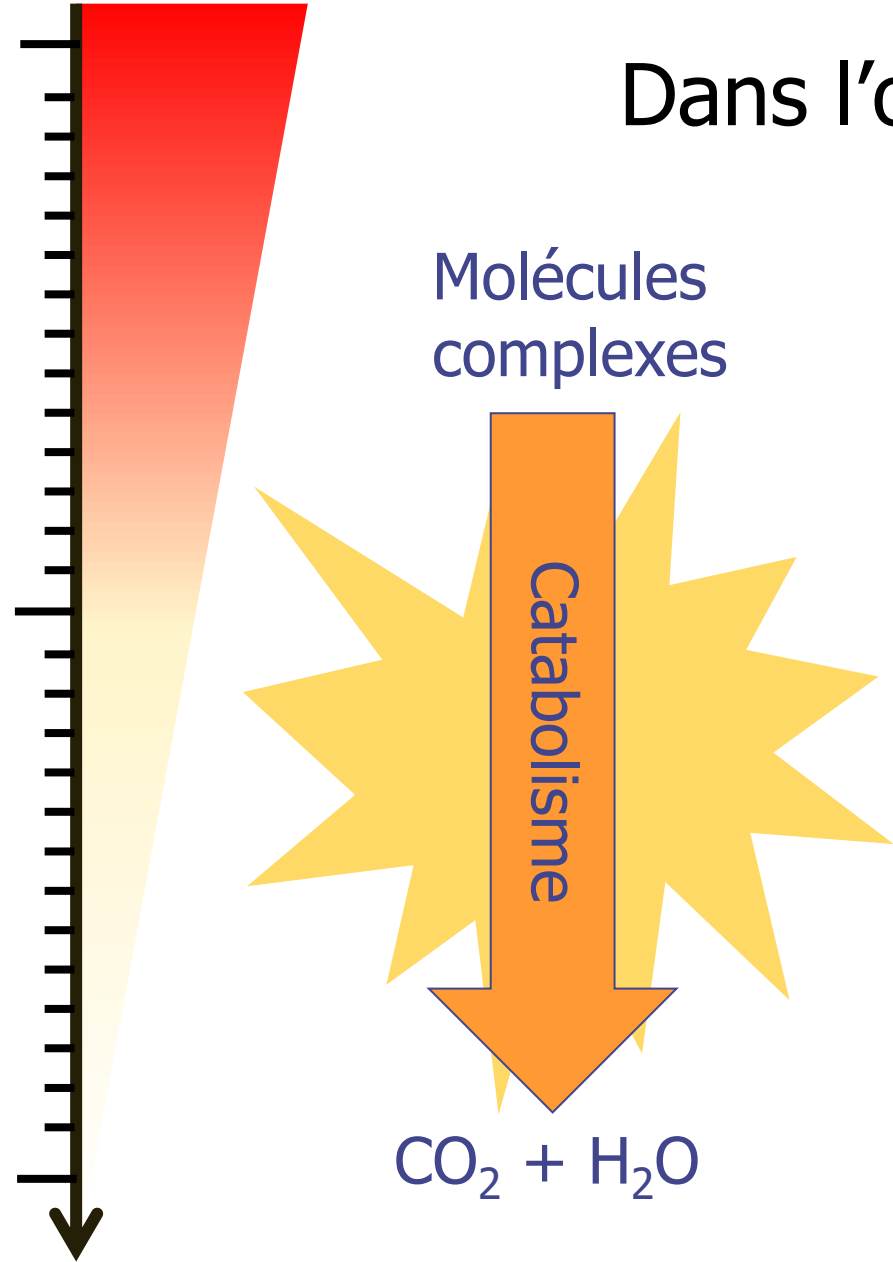
Niveau d'énergie

Dans l'organisme

Molécules
complexes

Catabolisme

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Niveau d'énergie

Dans l'organisme

Molécules
complexes

Catabolisme

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

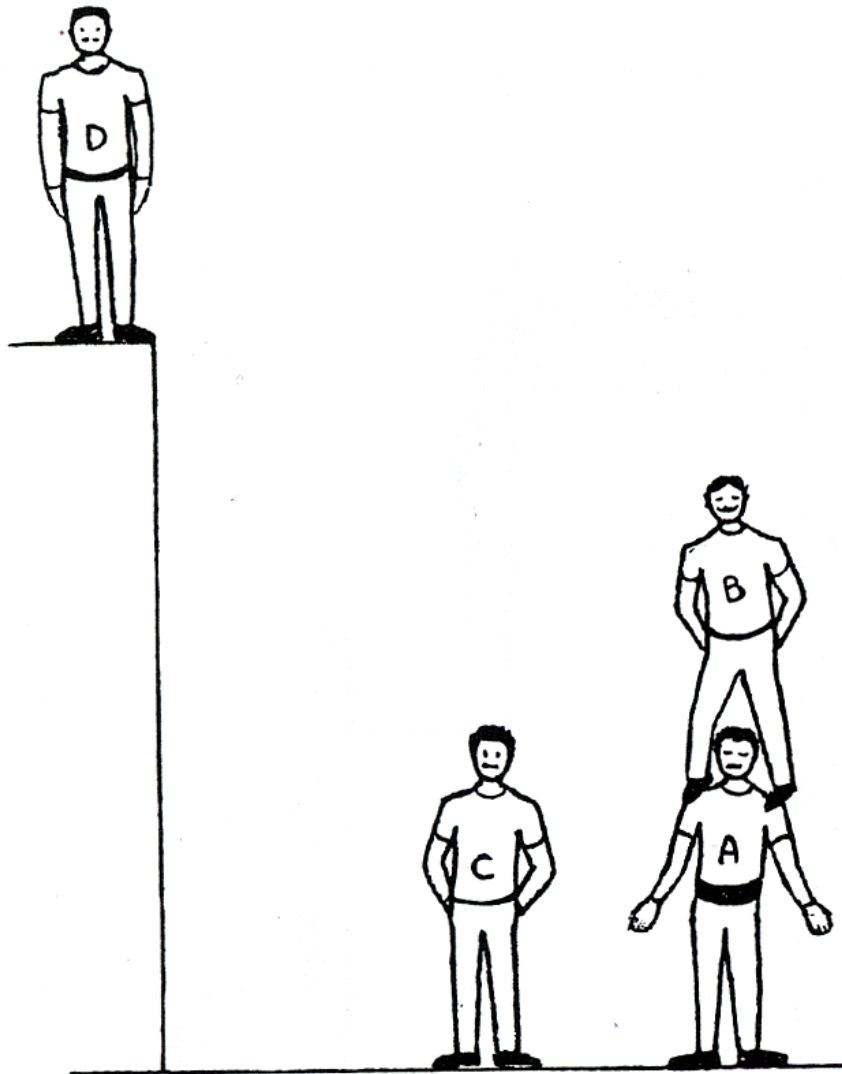
Molécules
complexes

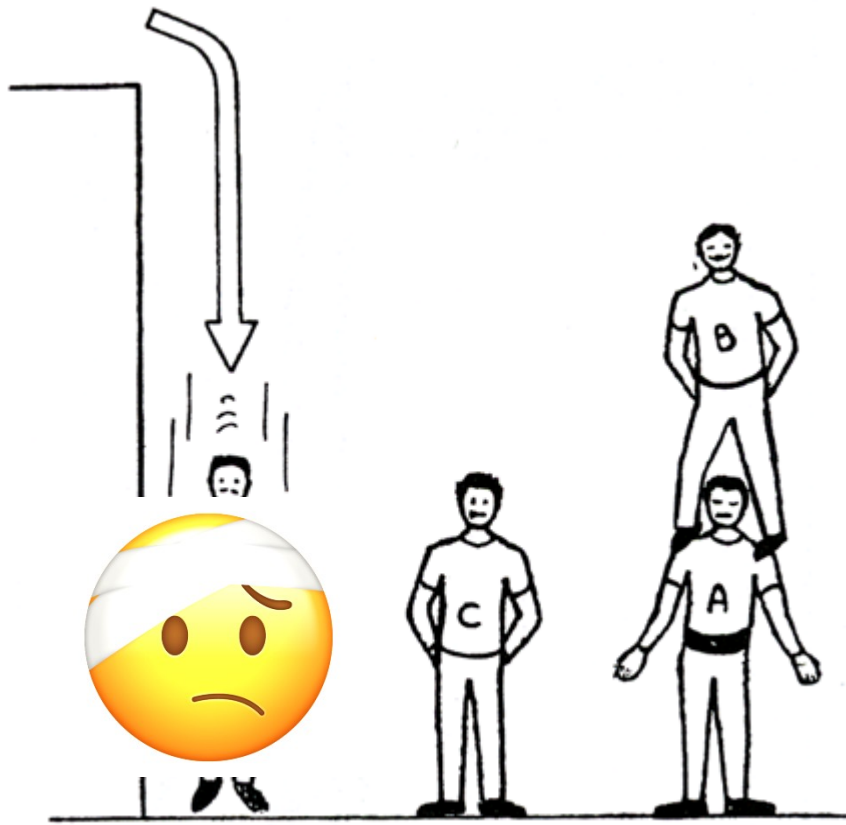
Anabolisme

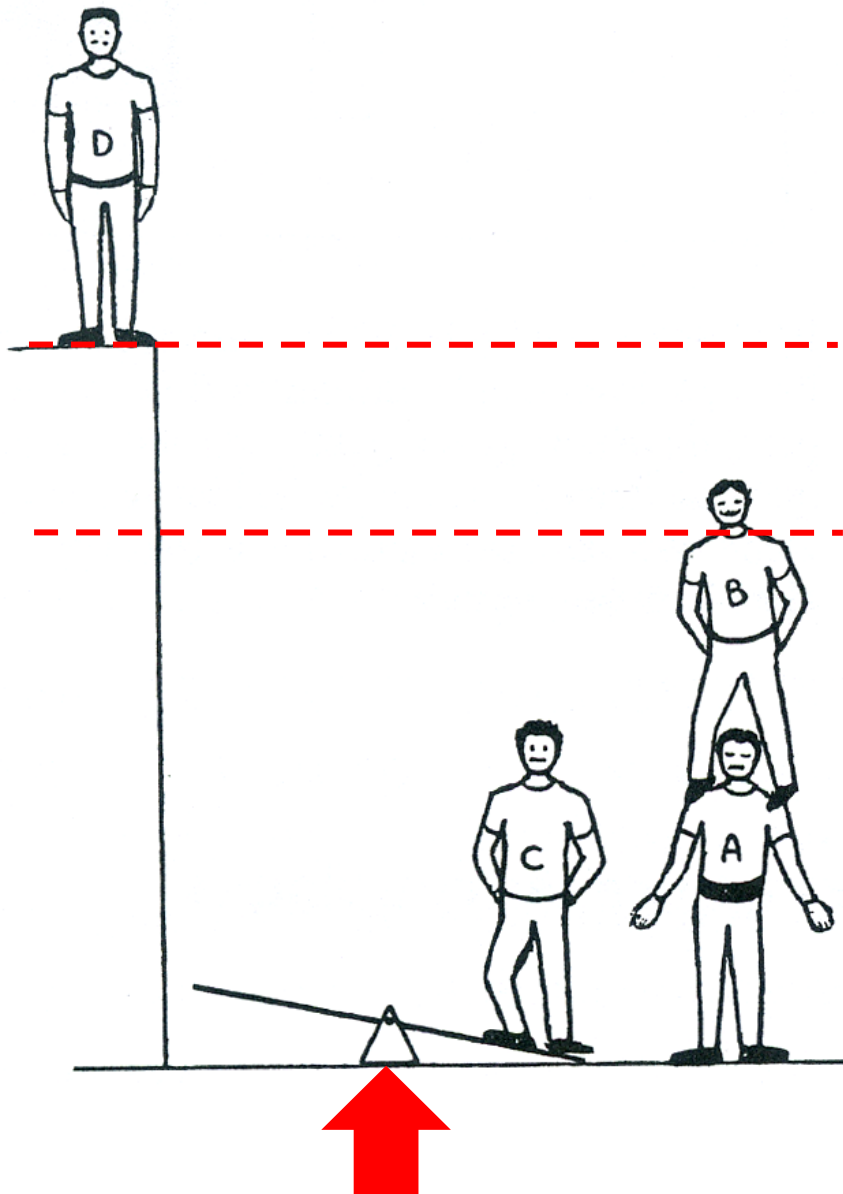
Autres travaux cellulaires

Précurseurs
simples

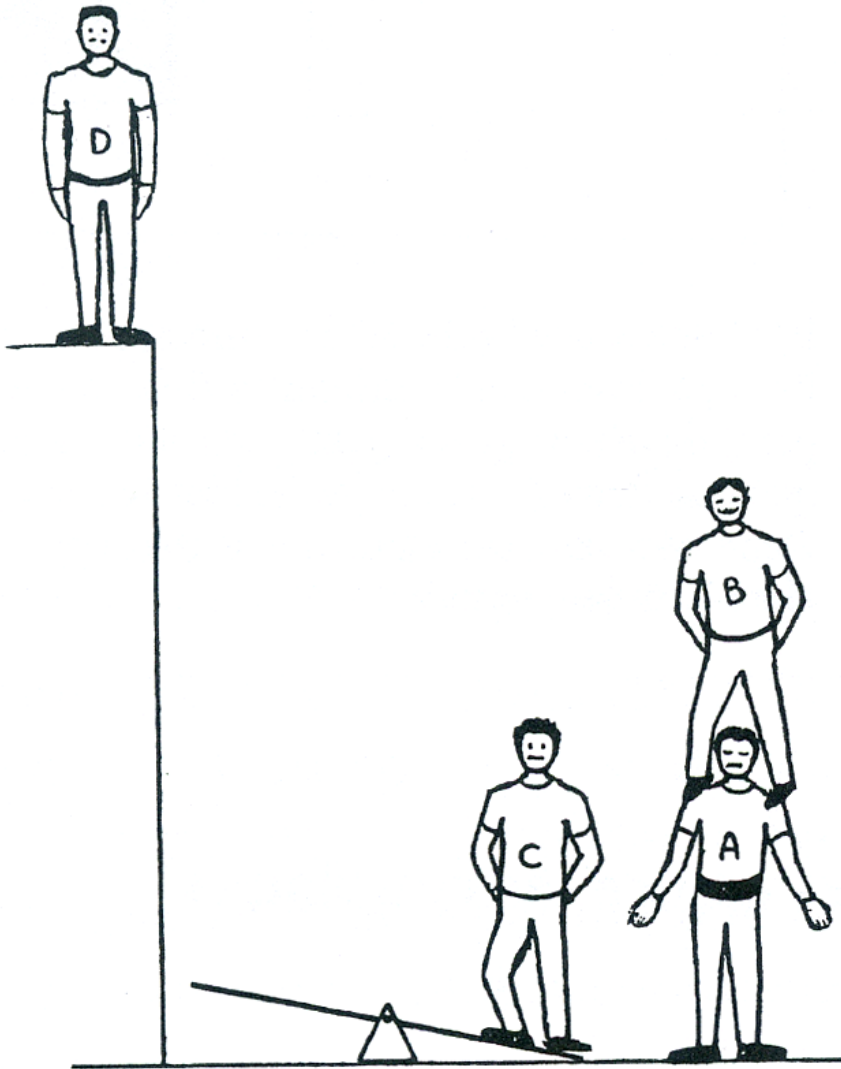
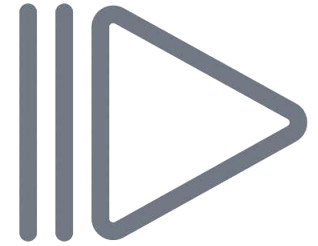




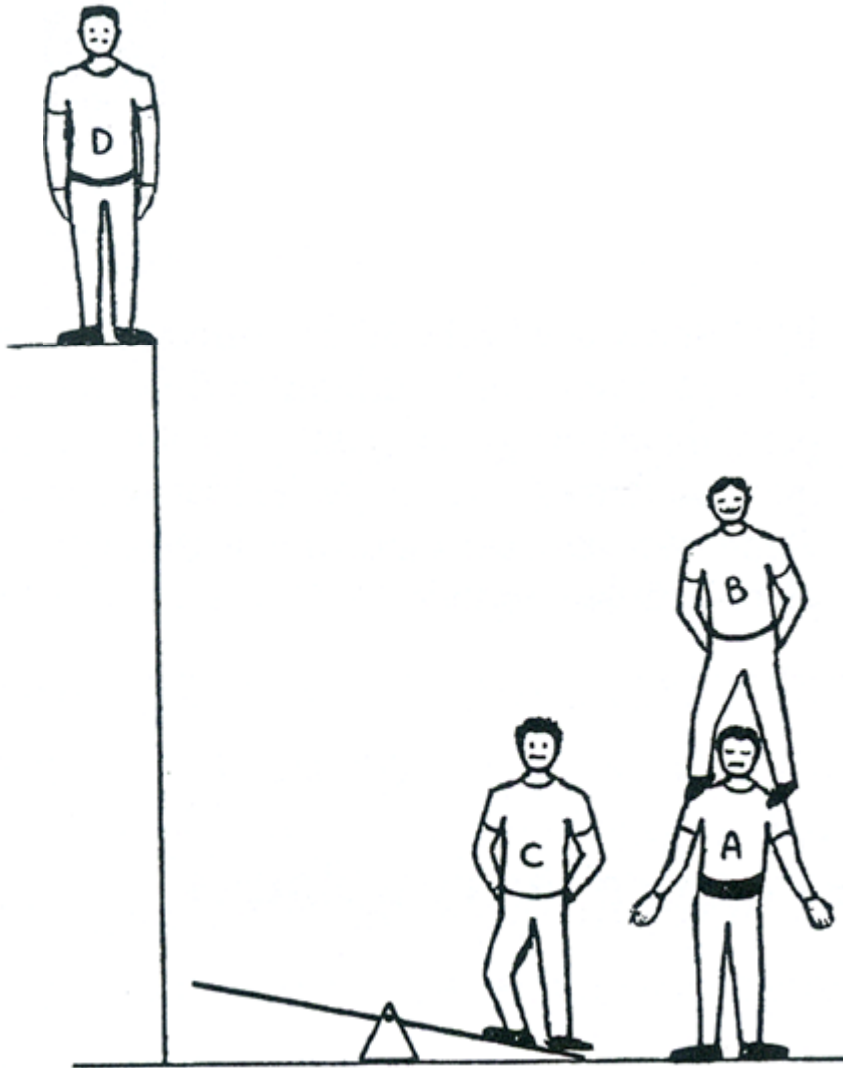
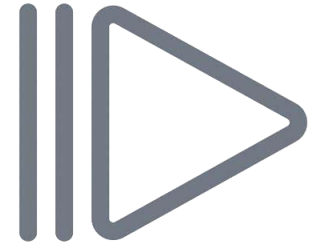




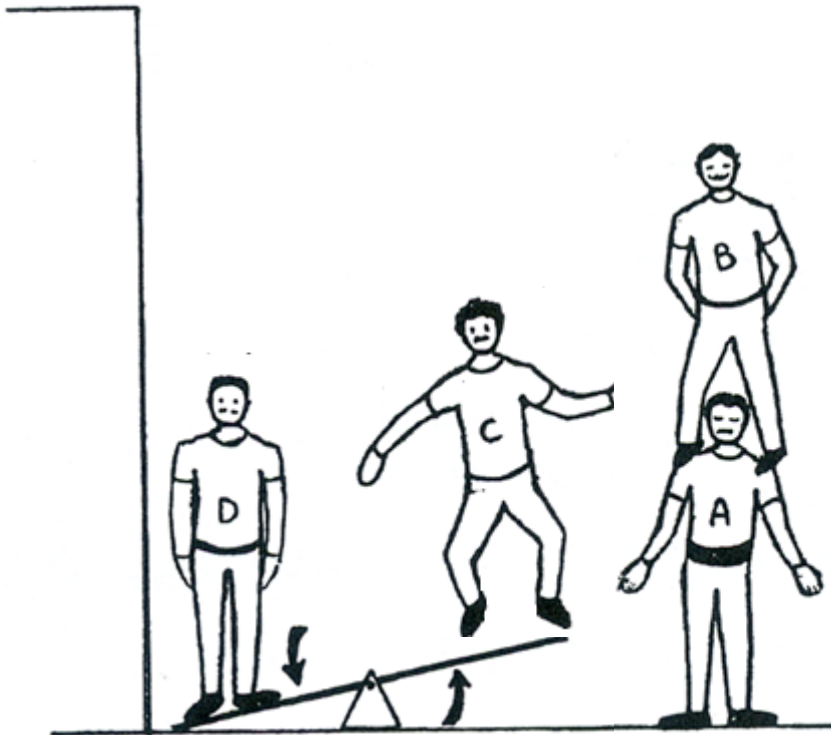
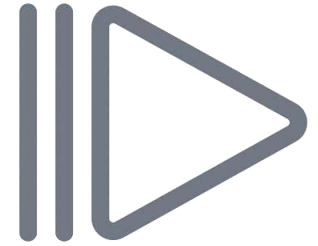
Slow motion



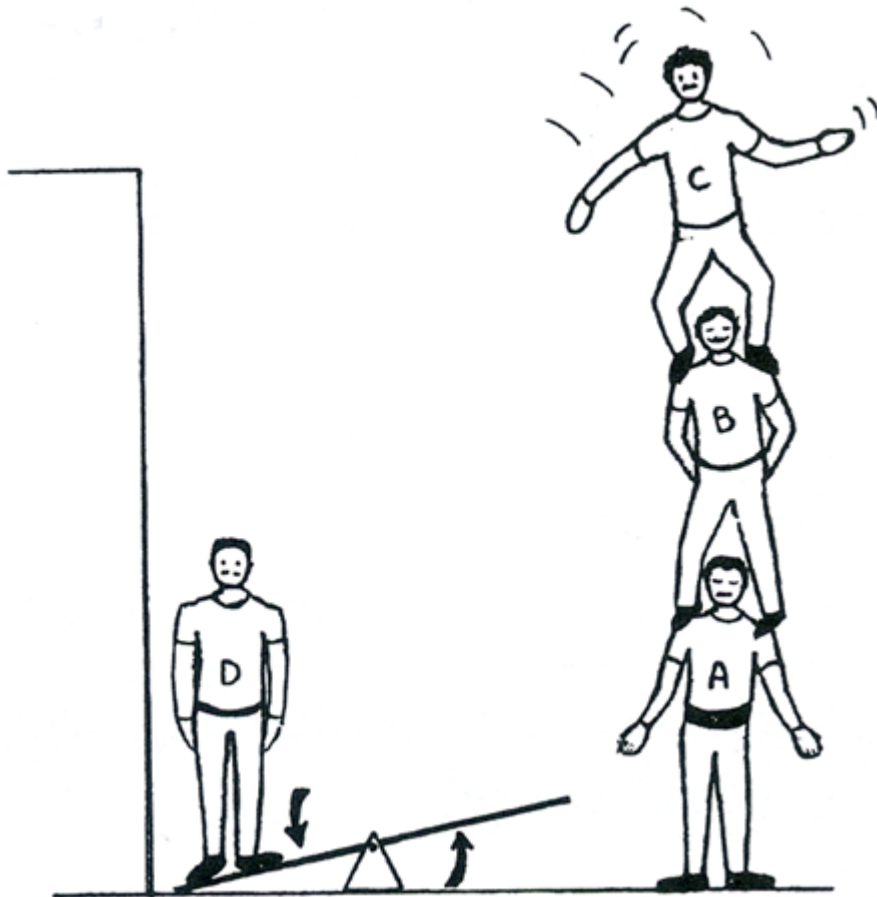
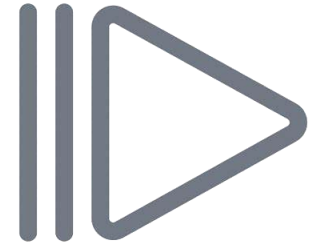
Slow motion

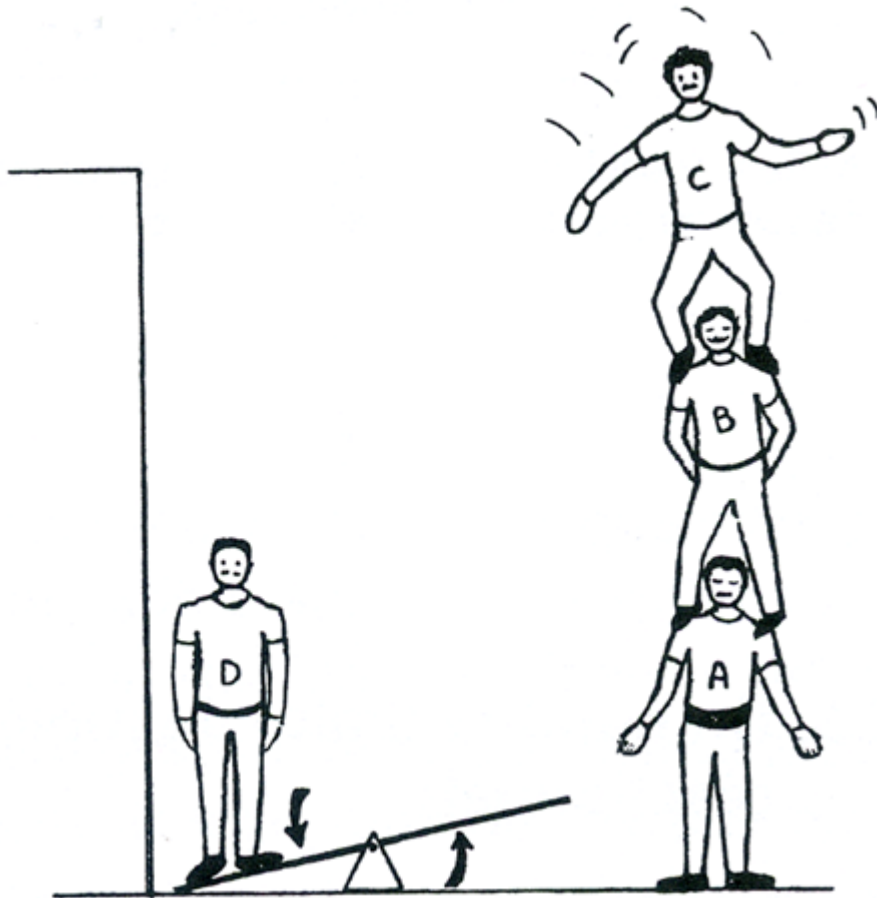


Slow motion

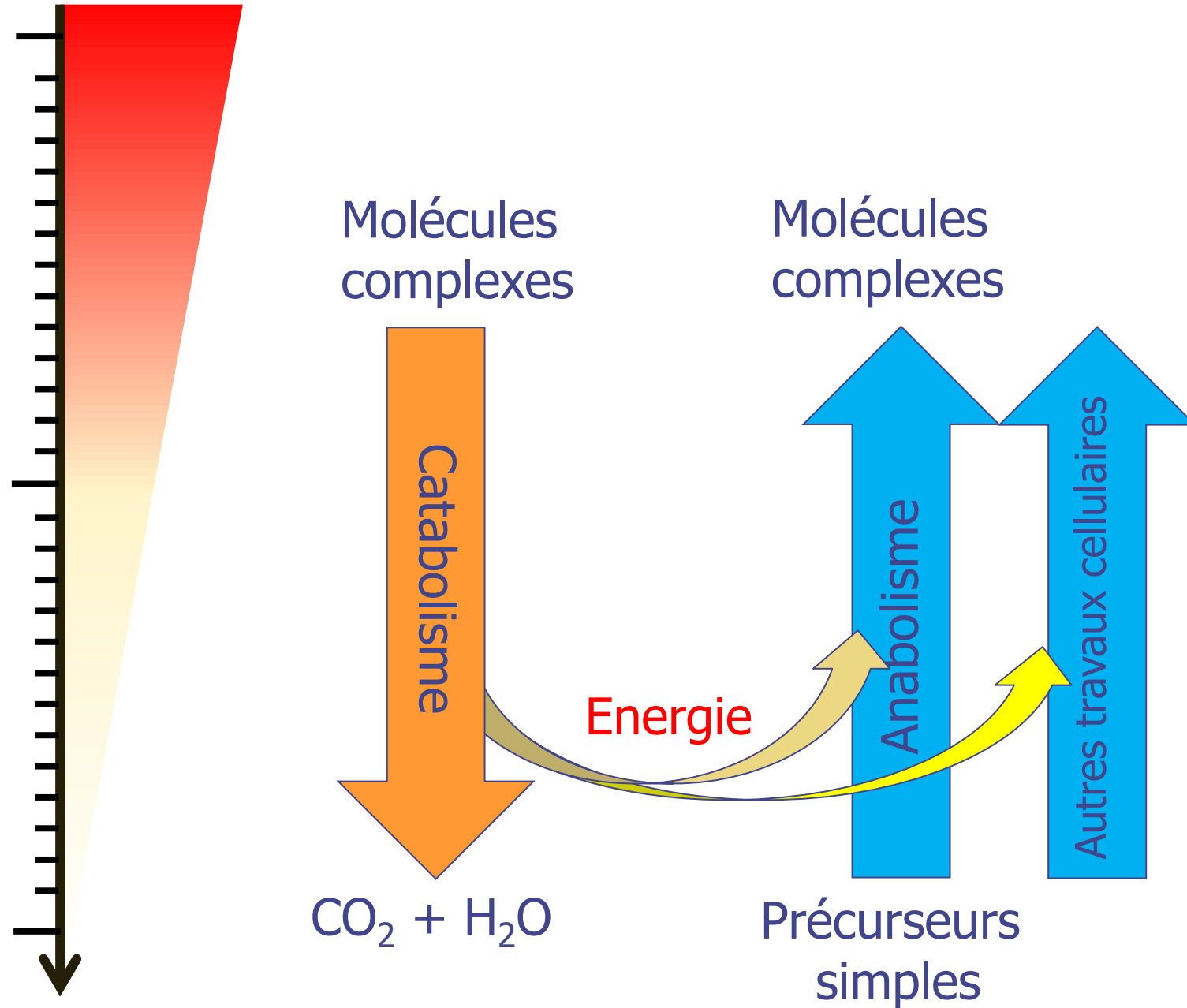



Slow motion





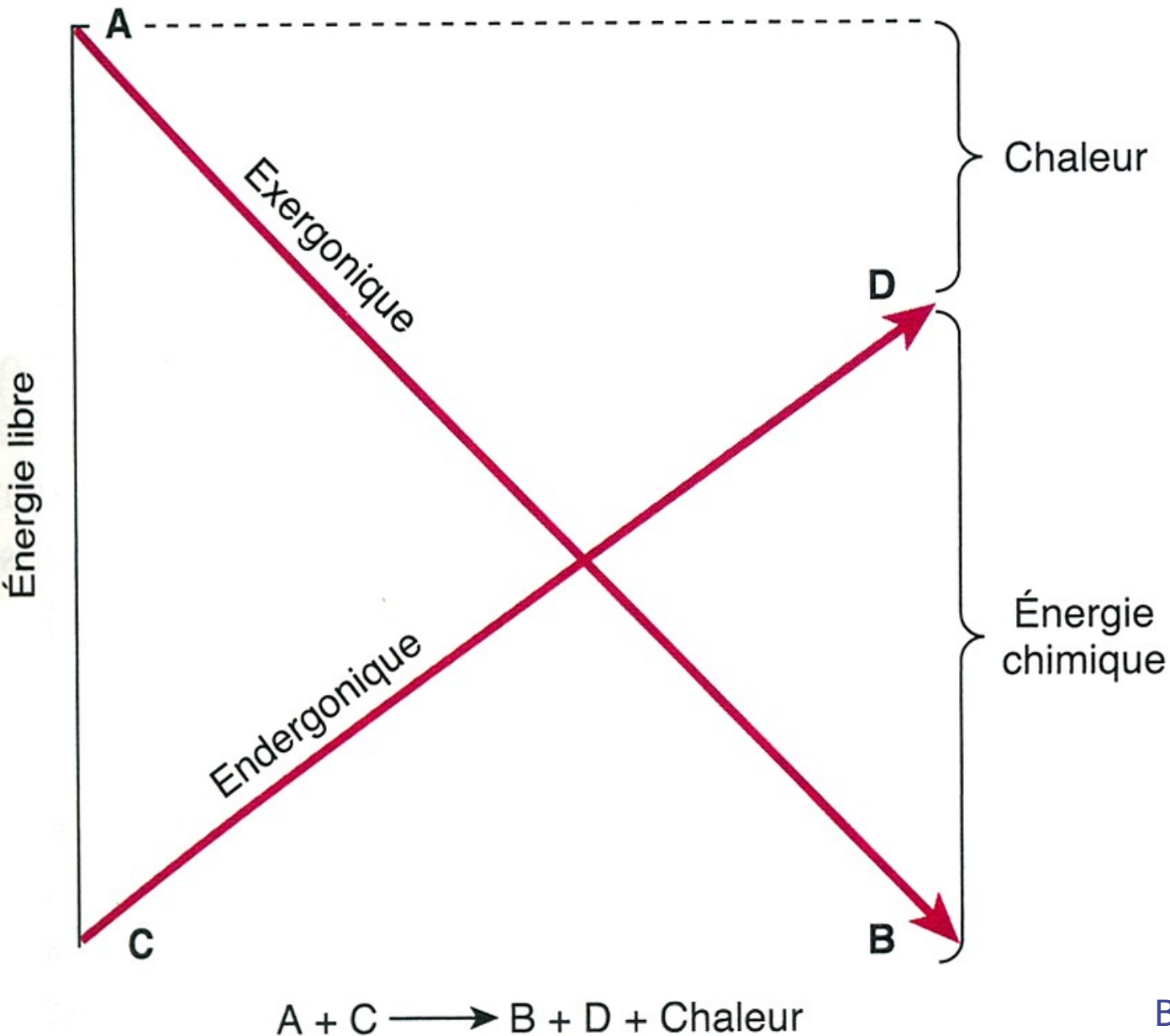
Niveau d'énergie



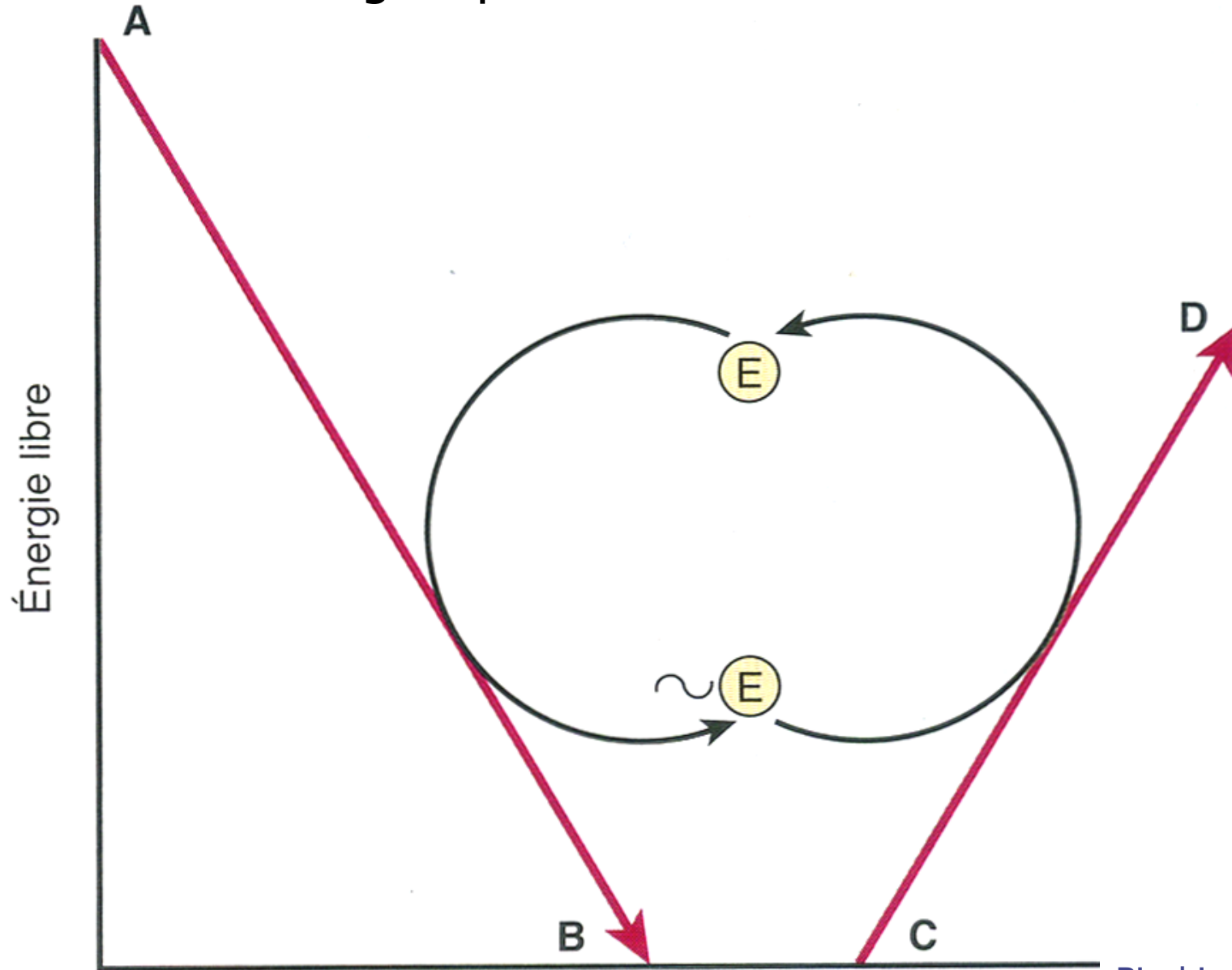


couplages^s

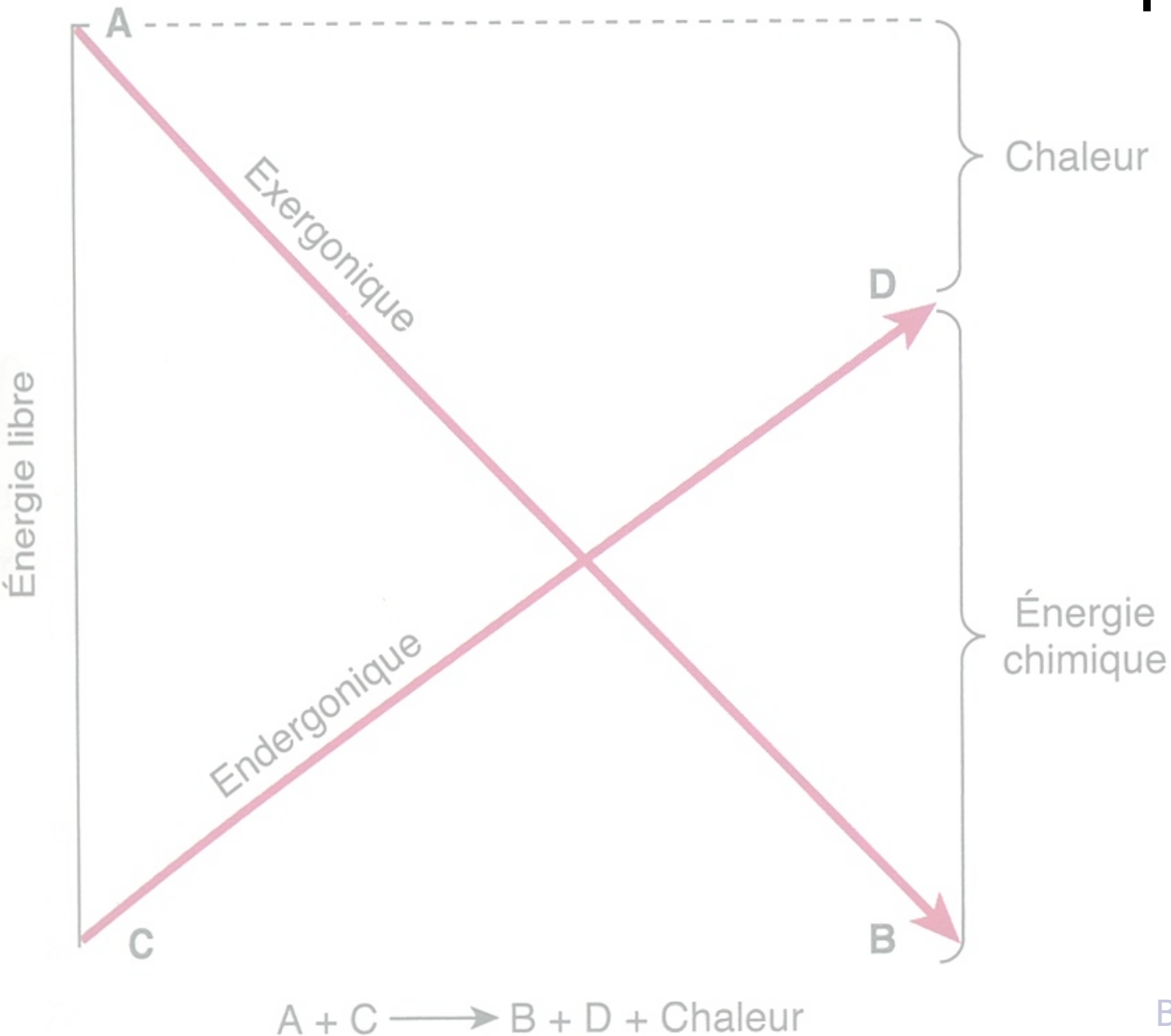
Couplage d'une réaction Exergonique à une réaction Endergonique



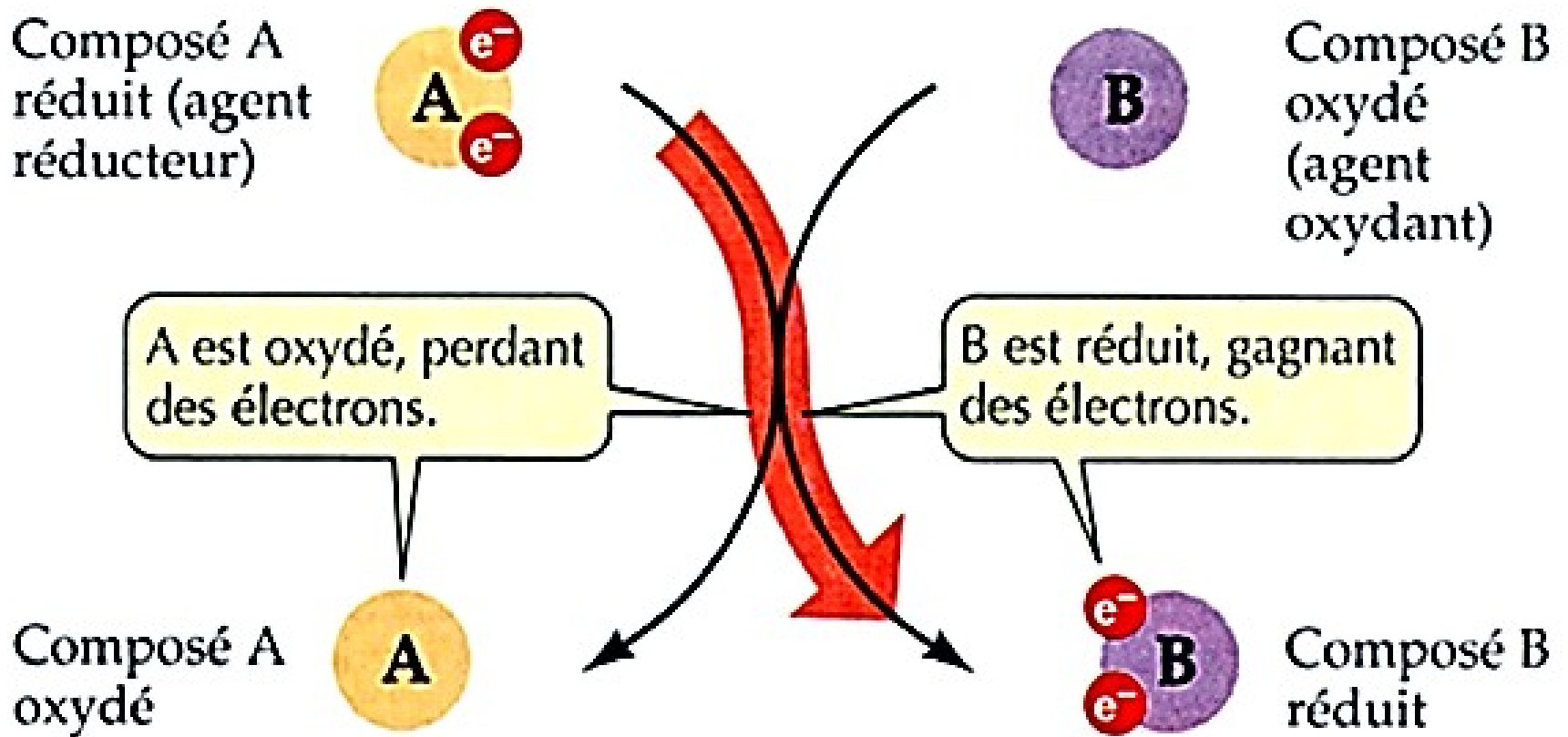
Transfert d'énergie libre d'une réaction exergonique à une réaction endergonique via un intermédiaire « riche en énergie »



Couplage direct



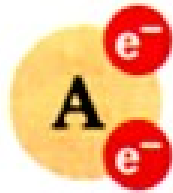
Réaction d'oxydo-réduction



A/A^{2e^-} et B/B^{2e^-} sont deux COUPLES RÉDOX

Réaction d'oxydo-réduction

Composé A
réduit (agent
réducteur)

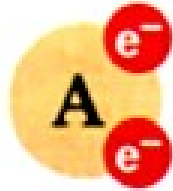


Composé B
oxydé
(agent
oxydant)



Réaction d'oxydo-réduction

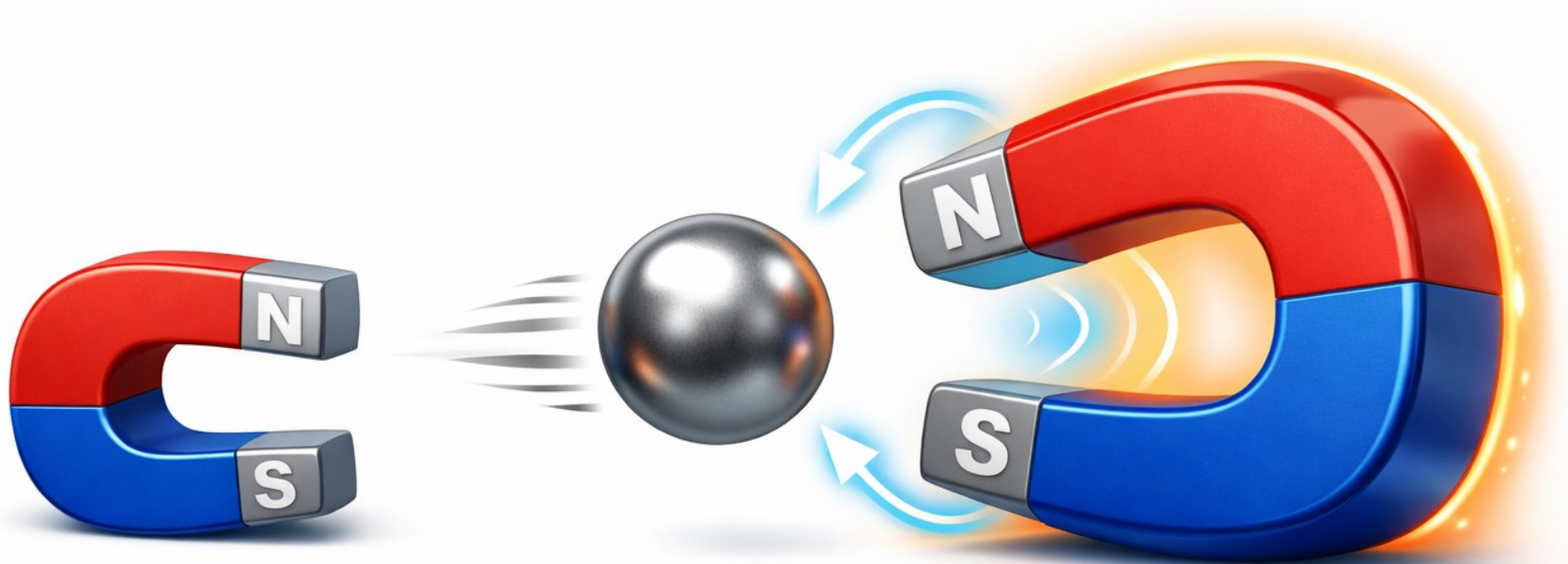
Composé A
réduit (agent
réducteur)



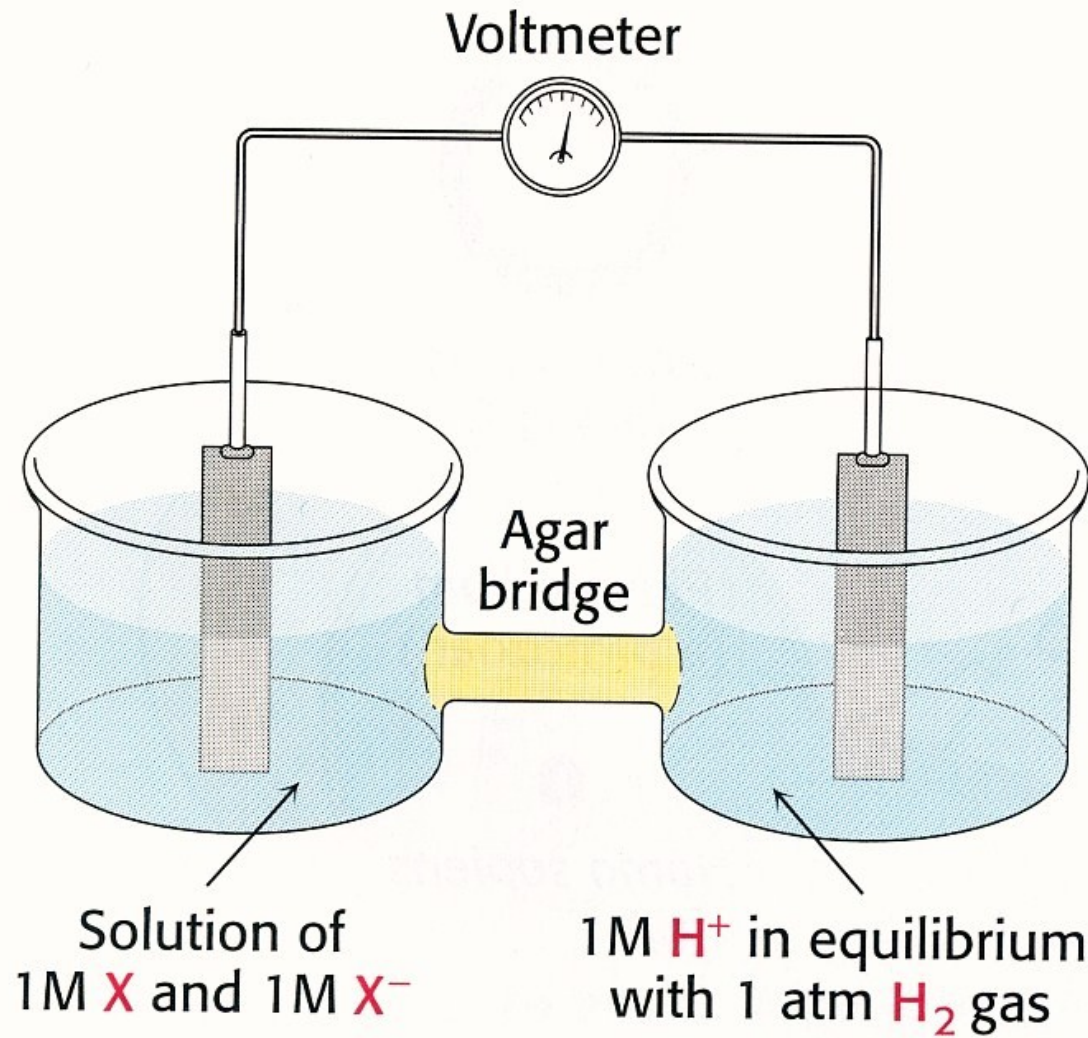
Composé B
oxydé
(agent
oxydant)

2 couples rédox en solution : il peut y avoir transfert spontané du donneur du couple A vers l'accepteur du couple B si **l'affinité** de l'accepteur de B pour les électrons est supérieure à celle de A

Donneur (A_{red}) et accepteur (B_{ox}) en quantités équimolaires

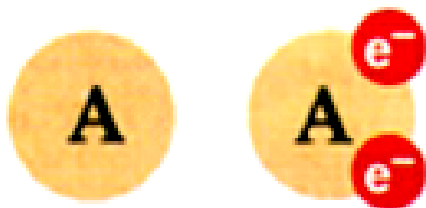


Détermination des POTENTIELS REDOX



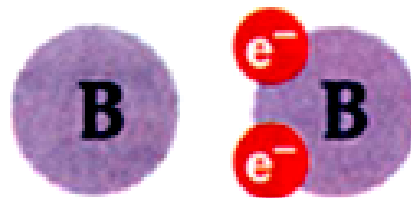
Exemples de POTENTIELS REDOX

Système	E'° Volts
H ⁺ /H ₂	− 0,42
NAD ⁺ /NADH	− 0,32
Lipoate; oxydé/réduit	− 0,29
Acétoacétate/3-hydroxybutyrate	− 0,27
Pyruvate/lactate	− 0,19
Oxaloacétate/malate	− 0,17
Fumarate/succinate	+ 0,03
Cytochrome <i>b</i> ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,08
Ubiquinone; ox/red	+ 0,10
Cytochrome <i>c</i> ₁ ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,22
Cytochrome <i>a</i> ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,29
Oxygène/eau	+ 0,82



Couple A/A²⁻

$$E'_0(A) = - 0,60 \text{ (V)}$$



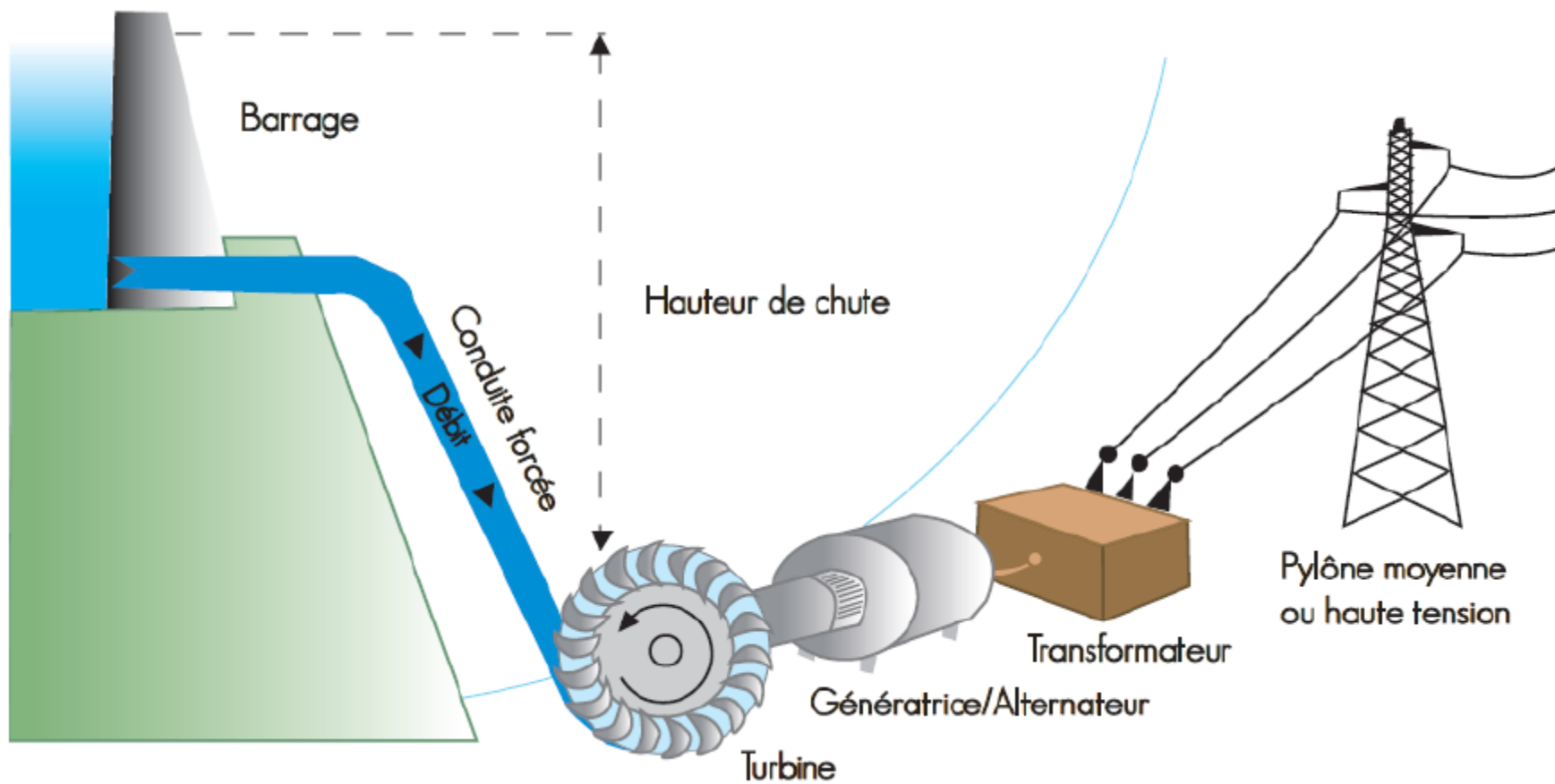
Couple B/B²⁻

$$E'_0(B) = - 0,20 \text{ (V)}$$

Différence de potentiel $\Delta E'_0 = - 0,20 - (- 0,60) = + 0,4 \text{ (V)}$

Exemples de POTENTIELS REDOX

Système	E'° Volts
H ⁺ /H ₂	− 0,42
NAD ⁺ /NADH	− 0,32
Lipoate; oxydé/réduit	− 0,29
Acétoacétate/3-hydroxybutyrate	− 0,27
Pyruvate/lactate	− 0,19
Oxaloacétate/malate	− 0,17
Fumarate/succinate	+ 0,03
Cytochrome <i>b</i> ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,08
Ubiquinone; ox/red	+ 0,10
Cytochrome <i>c</i> ₁ ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,22
Cytochrome <i>a</i> ; Fe ³⁺ /Fe ²⁺	+ 0,29
Oxygène/eau	+ 0,82

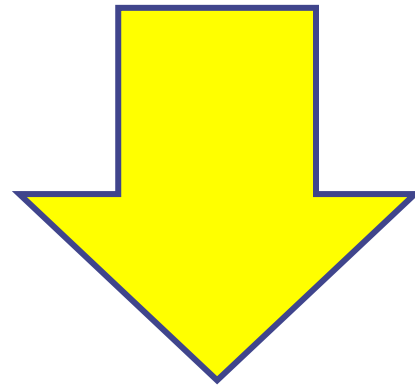
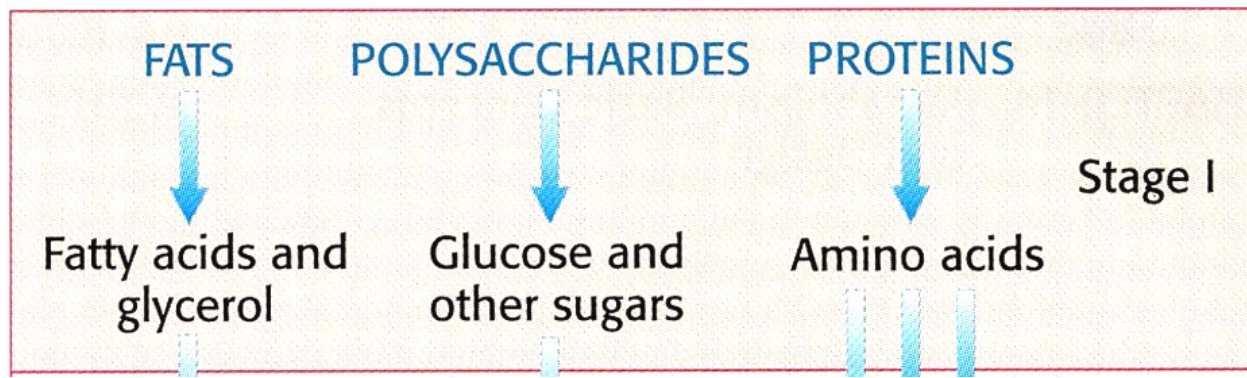


Il est possible de calculer la quantité d 'énergie fournie par le flux d'électron :

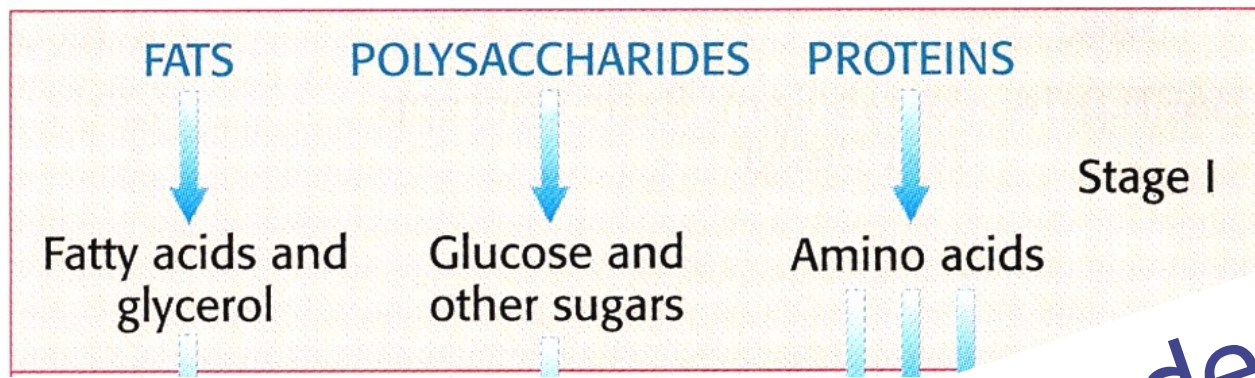
$$\Delta G^{0'} = - n.F.\Delta E'_0$$

Ou **n** : nombre d'électrons transférés; **F** : cte de *Faraday*

La différence de potentiel
électrique est à l'origine de
l'énergie libre cellulaire



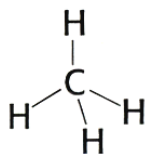
ENERGIE



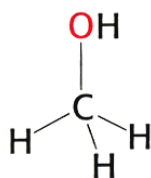
Peuvent s'engager dans des
transformations EXERGONIQUES

ENERGIE

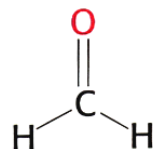
most energy \longrightarrow least energy



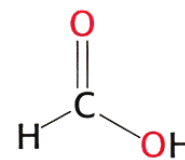
Methane



Methanol



Formaldehyde



Formic acid



Carbon dioxide

ΔG^0 oxydation
(Kcal mol⁻¹)

-196

-168

-125

-68

0

ΔG^0 oxydation
(KJ mol⁻¹)

-820

-703

-523

-285

0

Energie libre d'oxydation de composés mono-carbonés

Biochemistry.

Fifth edition. 2002. Freeman and Co.

Exemple de carbone réduit alimentaire : Glucose

Oxydation complète du glucose



$$\Delta G'^0 = - 2600 \text{ KJ/mole}$$