

Figure 1 : oxydation de la MO : voies cytosolique et mitochondriale

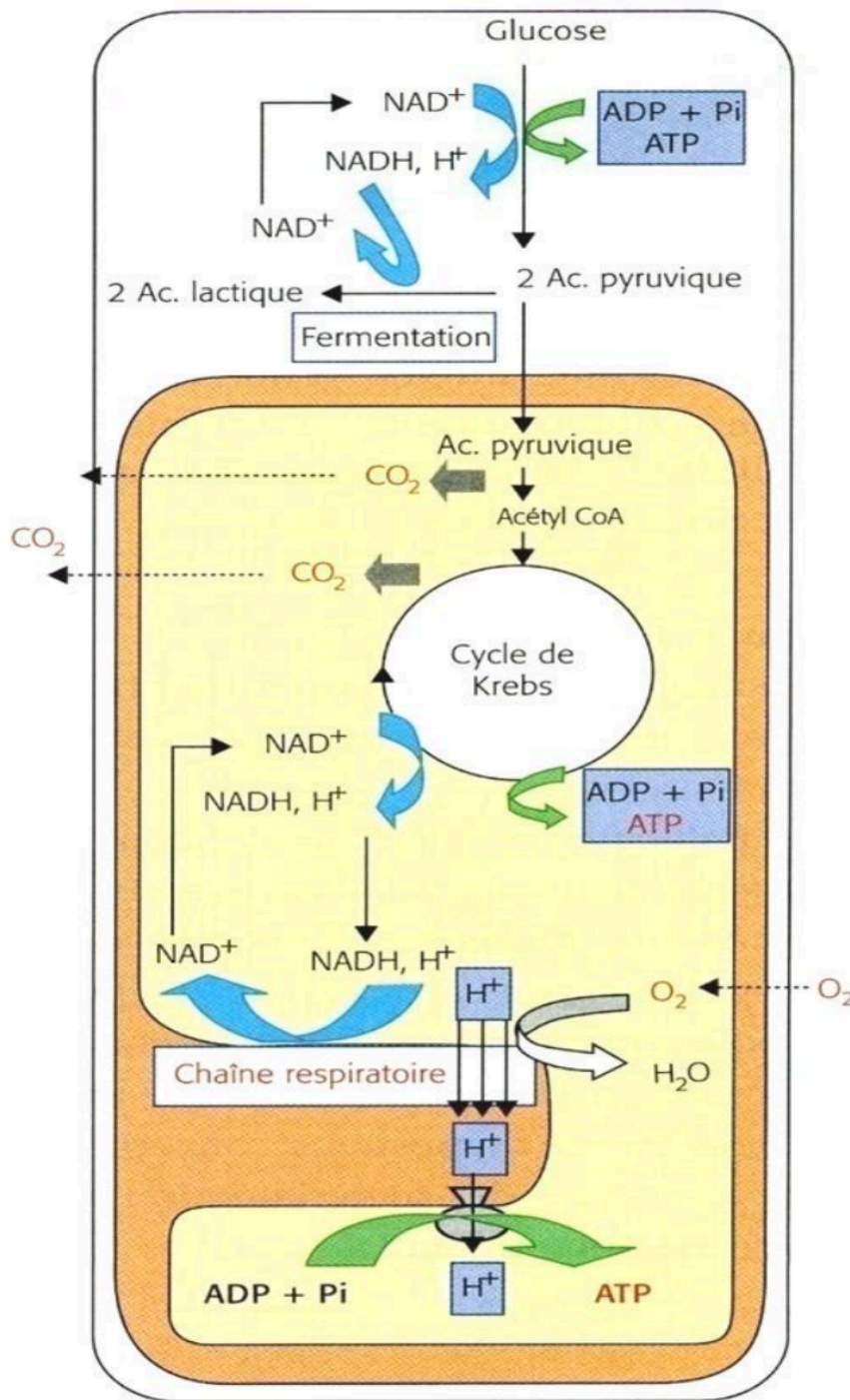
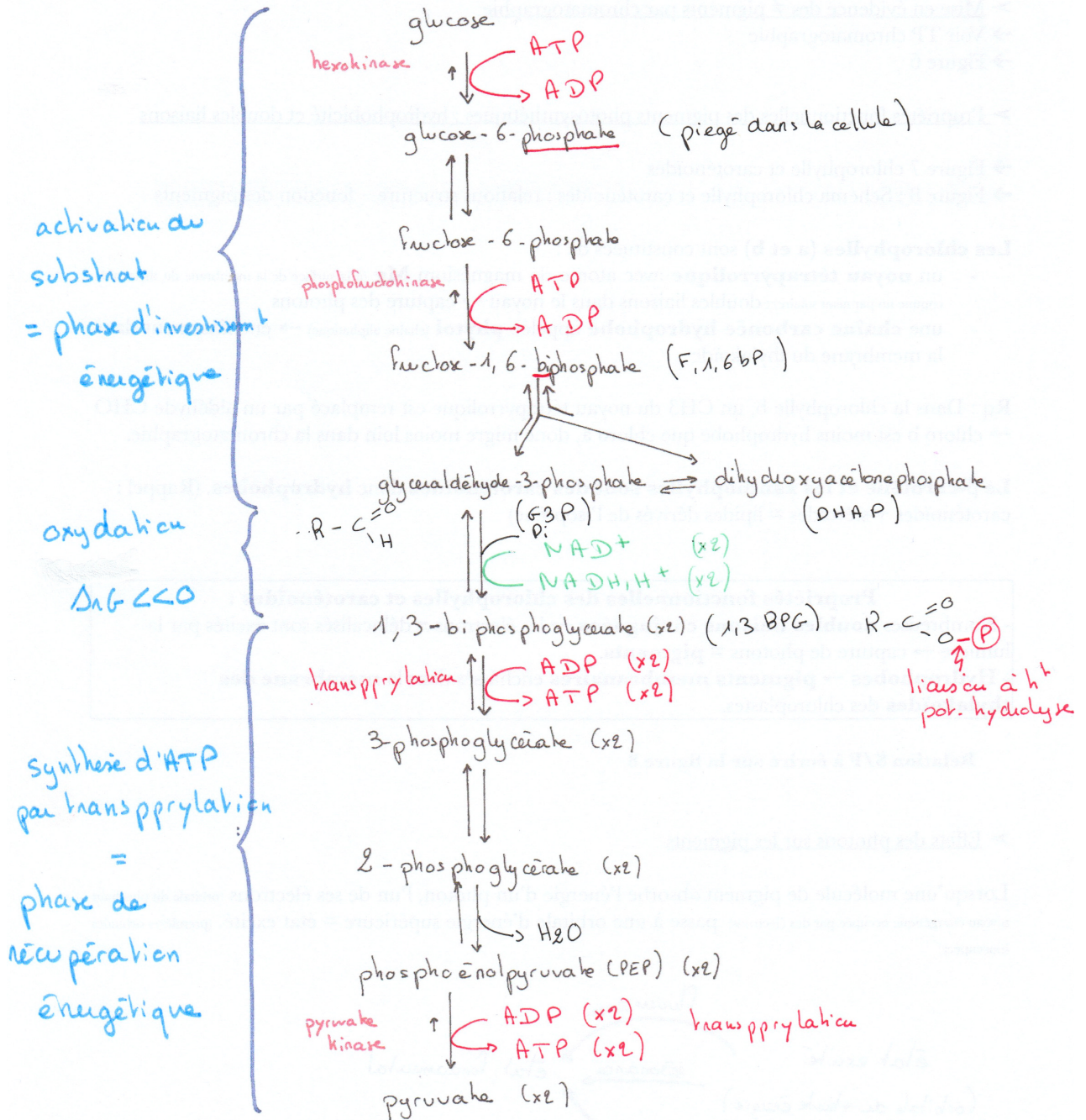


Figure 2 : schéma bilan de la glycolyse



Bilan de la glycolyse : énergie et matière

	Bilan d'énergie	Bilan de matière (carbones)
Étape 1 d'activation :	- 2 ATP (consommation)	Glucose → 2 glycaldéhyde-3-P
Étape 2.1 d'oxydation :	+ 2 NADH, H ⁺	→ 2 BPG
Étape 2.2 de transphosphorylation :	+ 4 ATP	→ 2 pyruvate
Bilan :	+ 2 ATP + 2 NADH, H⁺	1 Glucose (hexose) → 2 pyruvate (trioses)

Figure 3 : vue d'ensemble de la glycolyse
(in Guilloton et Quintard, Dunod 1999)

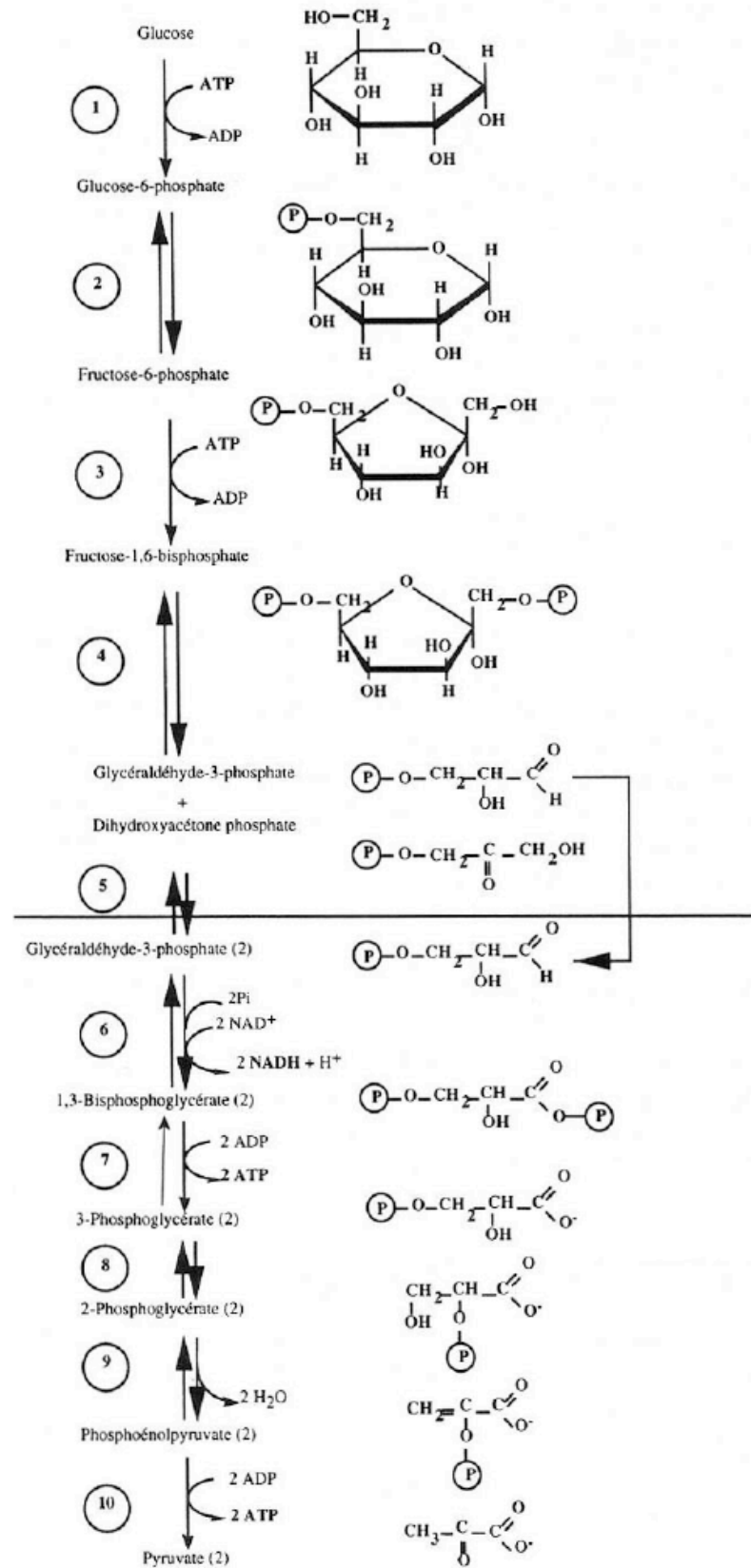


Figure 4 : fermentations éthanolique et lactique

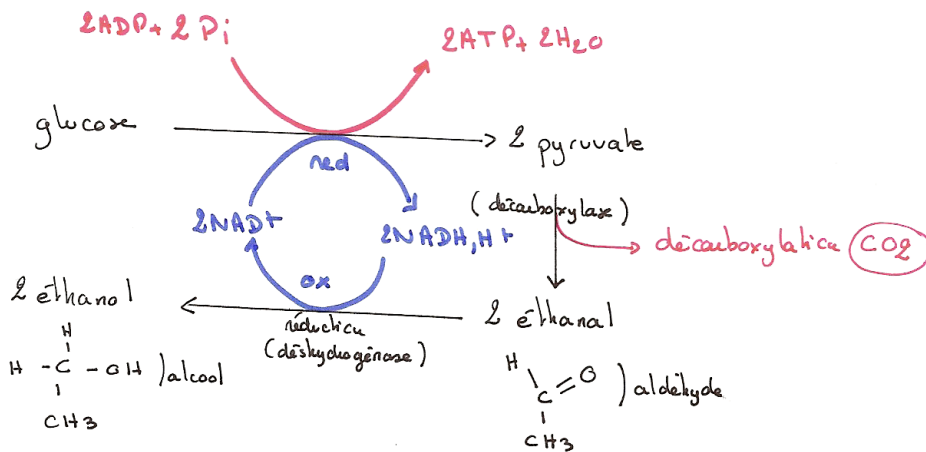
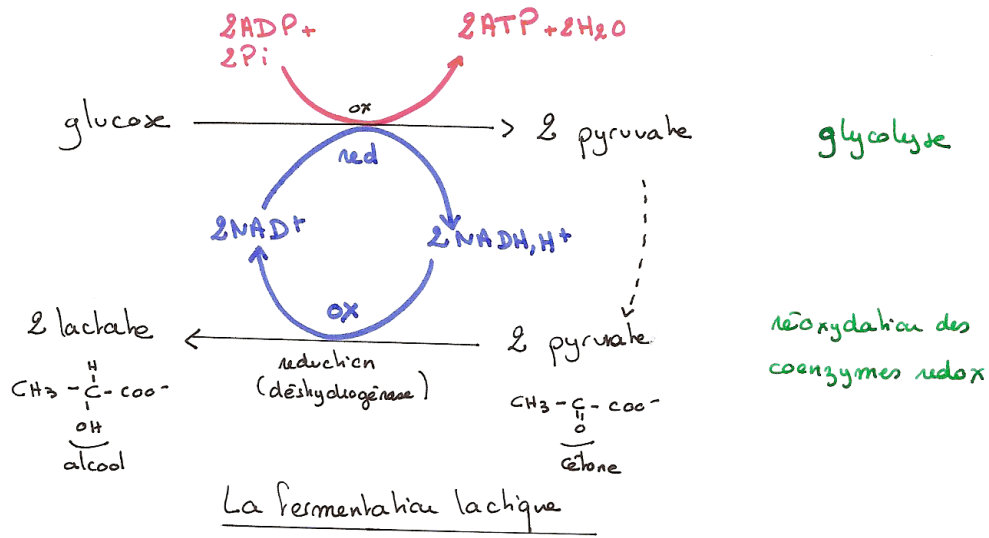


Figure 5 : valeurs d'enthalpie libre pour chaque réaction de la glycolyse

Etapes de la glycolyse	Enzyme	$\Delta G^{0'}$ en kJ/mol	$\Delta G_r'$ en kJ/mol	Type de réaction
Etape 1	Hexokinase	-16,7	-33	Irréversible
Etape 2	Glucose 6-phosphate isomérase	+1,7	-2	Réversible
Etape 3	Phosphofructokinase 1	-14	-26	Irréversible
Etape 4	Aldolase	+23,9	-1	Réversible
Etape 5	Triose-phosphate isomérase	+7,6	-1	Réversible
Etape 6	Glyceraldéhyde 3-phosphate déshydrogénase	+6,7	-1	Réversible
Etape 7	Phosphoglycérate kinase	-18,8	-1	Réversible
Etape 8	Phosphoglycérate mutase	+4,4	-3	Réversible
Etape 9	Enolase	+1,8	-3	Réversible
Etape 10	Pyruvate kinase	-31,4	-14	Irréversible

On a rassemblé dans le tableau, pour chaque réaction de la glycolyse, les valeurs d'enthalpie libre standard ($\Delta G^{0'}$) et les valeurs d'enthalpie libre ($\Delta G_r'$) dans les conditions cellulaires d'un globule rouge. On rappelle que la variation d'enthalpie libre d'une réaction dépend de sa $\Delta G^{0'}$ ainsi que de la concentration des réactifs et des substrats. Les valeurs données par $\Delta G^{0'}$ servent d'indicateurs mais donnent peu d'informations sur la variation d'enthalpie libre dans les conditions cellulaires.

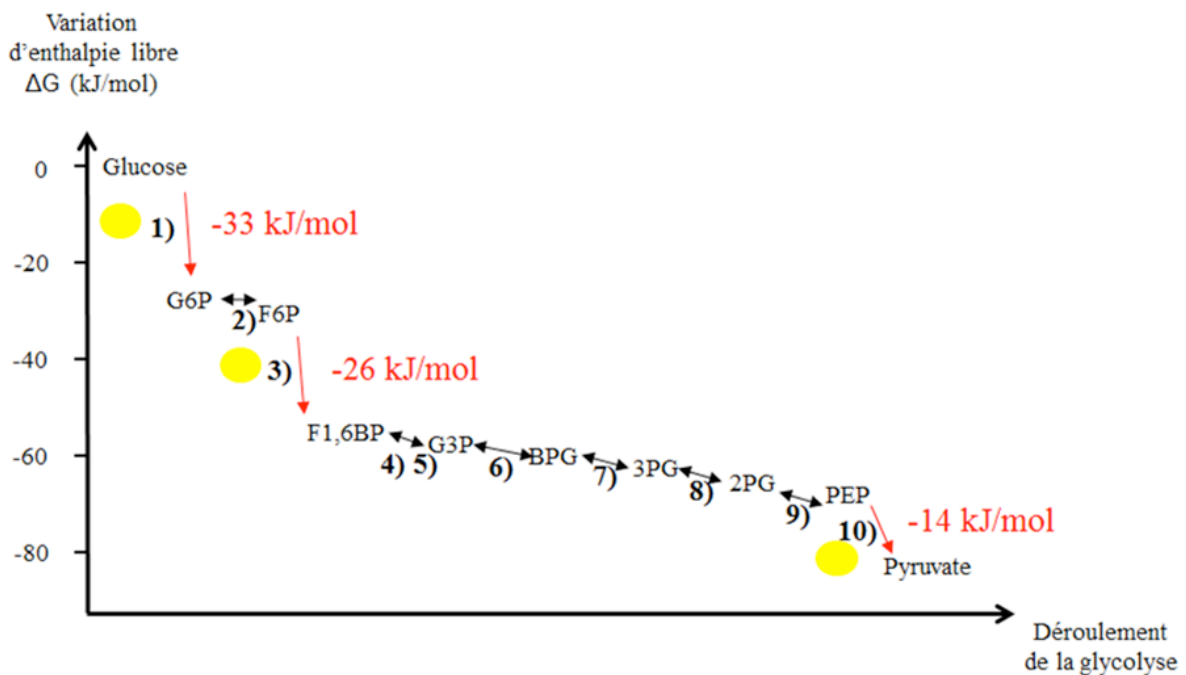


Figure 6 : structure de la PFK1

La phosphofructokinase-1 de Escherichia coli est un homotétramère (4 sous-unités identiques) de 320 acides aminés.

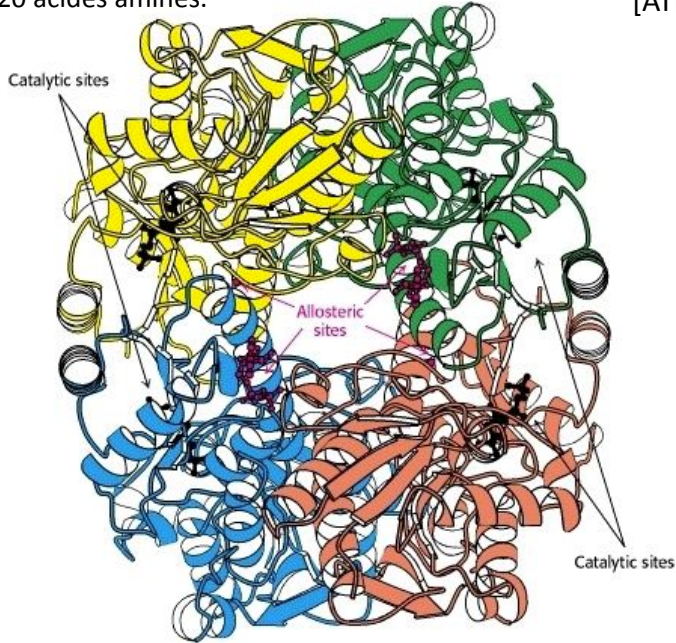


Figure 7 : inhibition allostérique de la PFK1 par l'ATP

Etude de la courbe $v_i = f([F6P])$ avec différentes $[ATP]$

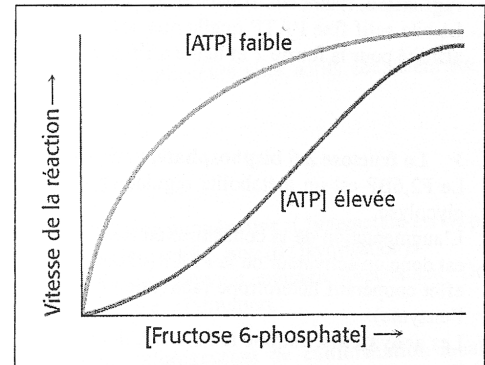


Figure 8 : inhibition allostérique de la PFK1 par l'ATP

Etude de la courbe $v_i = f([ATP])$

(d'après ead.univ-angers.fr)

Interpréter les deux parties de la courbe

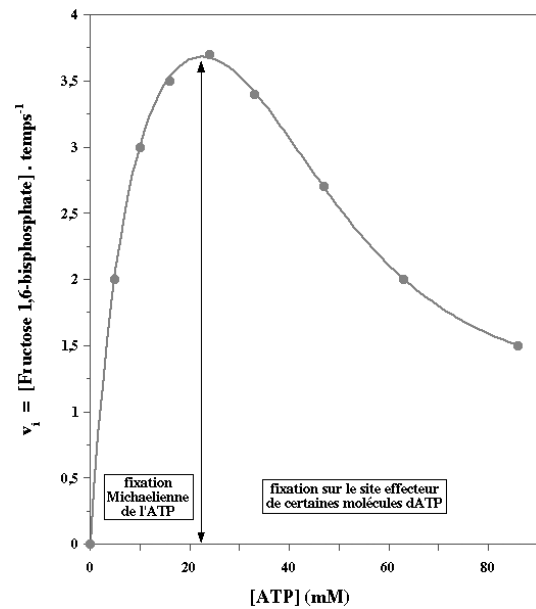
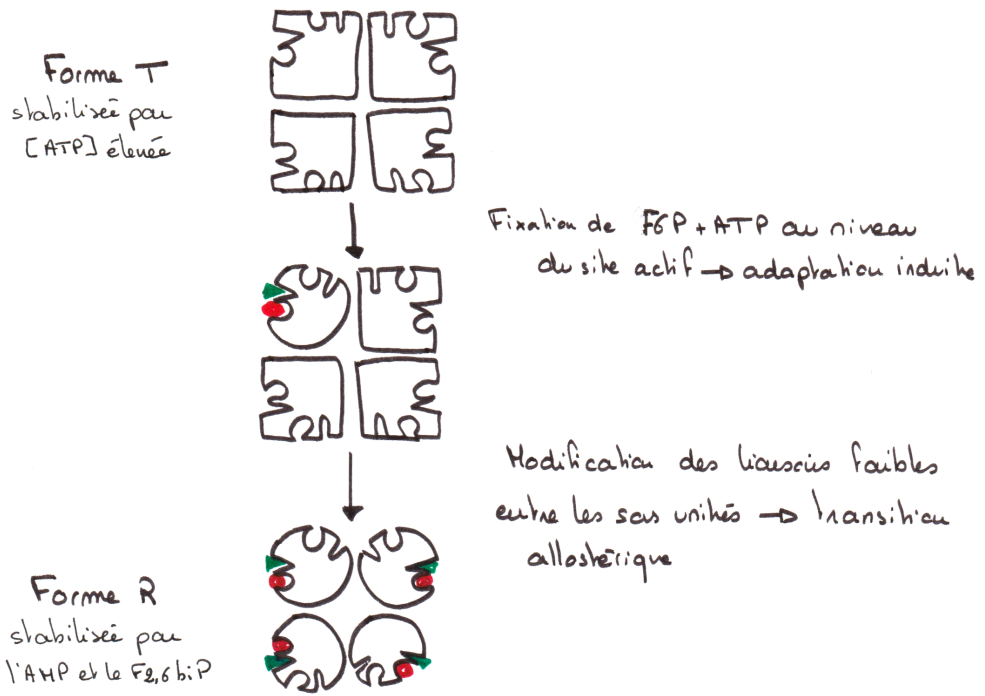
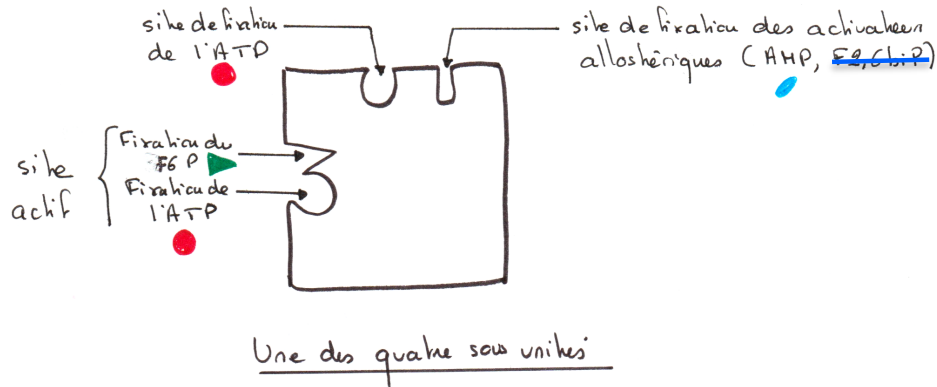


Figure 9 : transition allostérique de la PFK1 (phosphofructokinase)



Passage de la Forme T à la Forme R de la PFK1

Figure 10 : les différentes origines du pyruvate

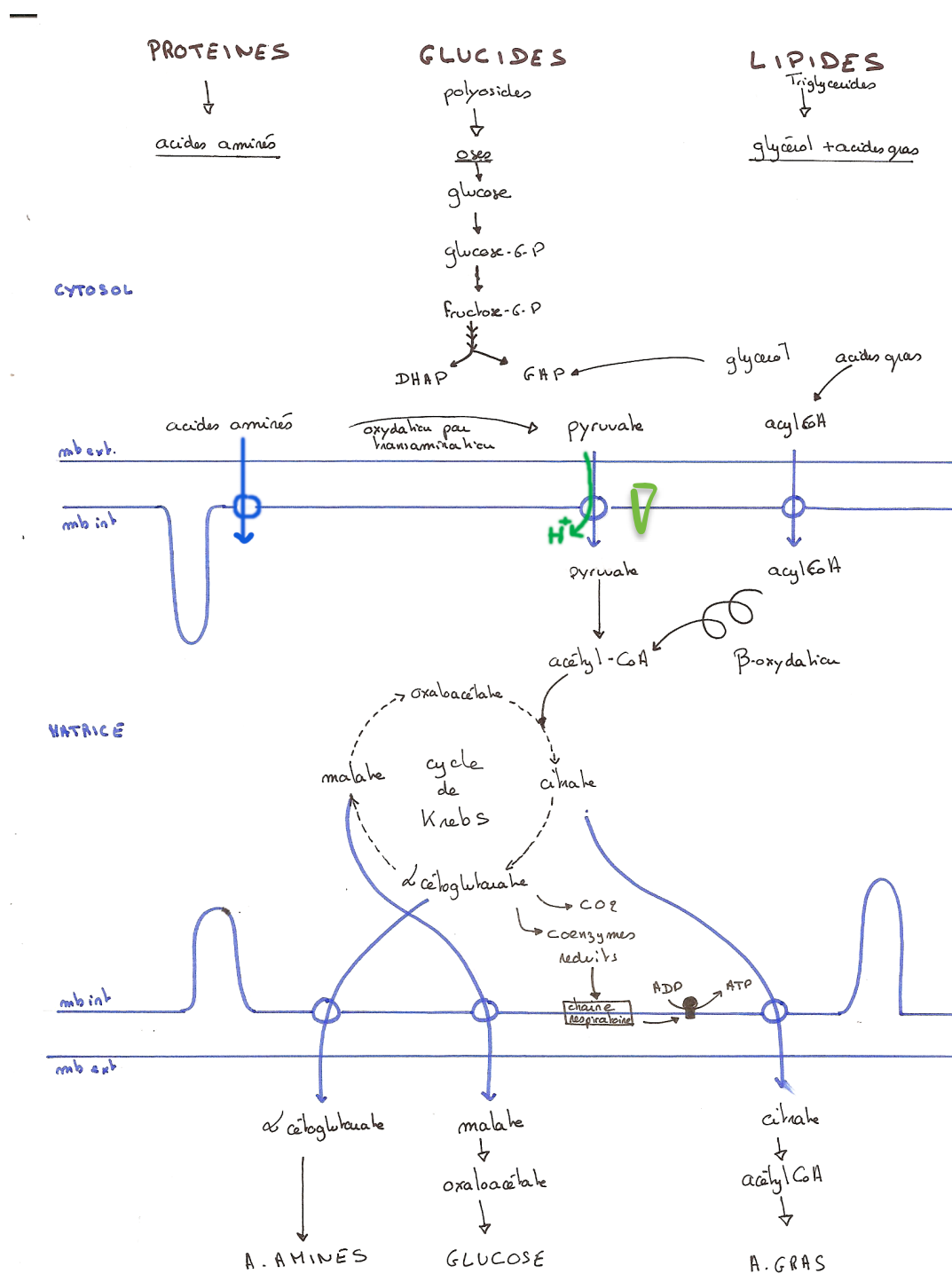


Figure 11 : la β -oxydation des acides gras dan l'hélice de Lypen (matrice mitochondriale)

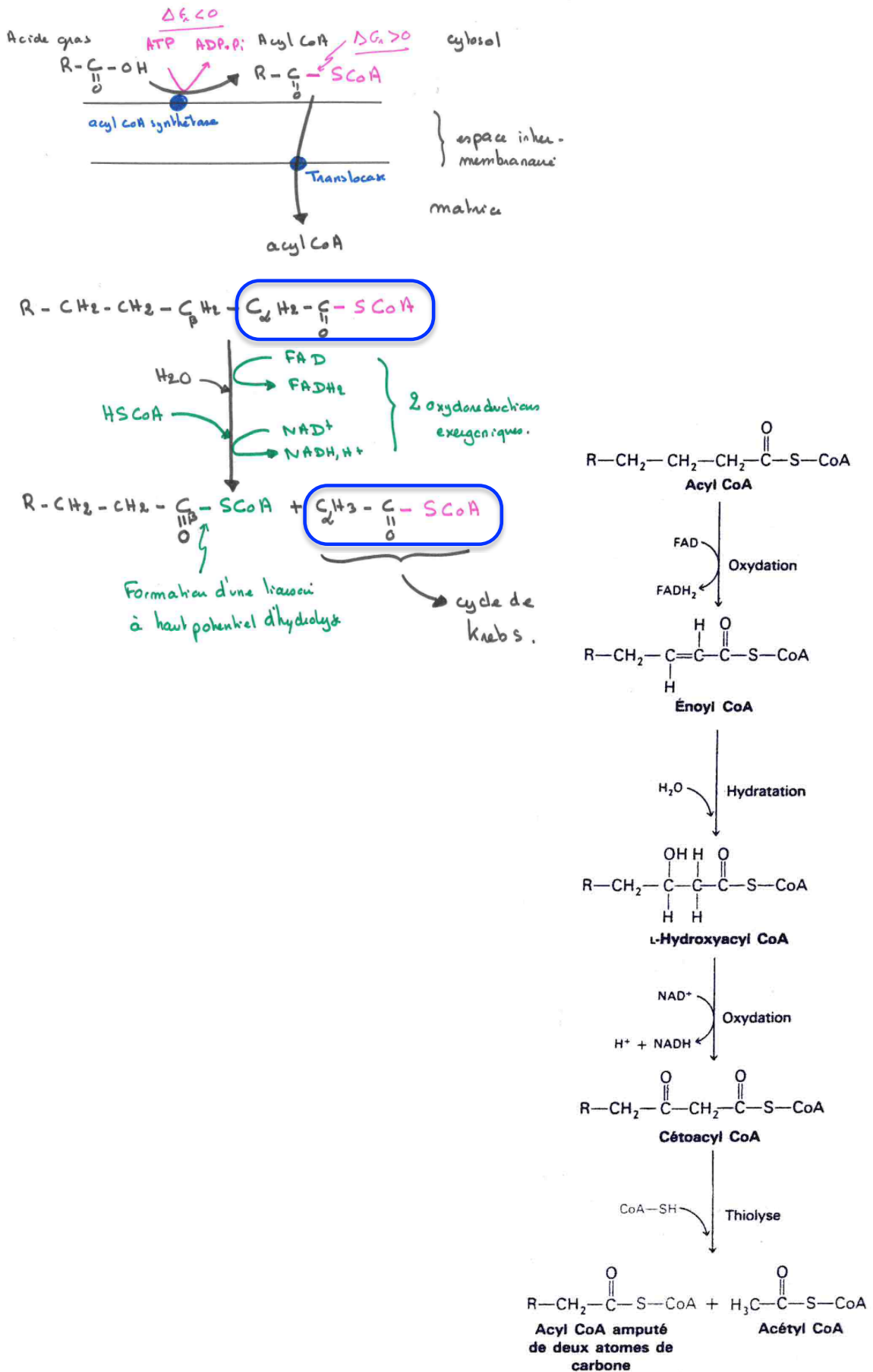


Figure 12 : la décarboxylation oxydative du pyruvate en acétyl-CoA

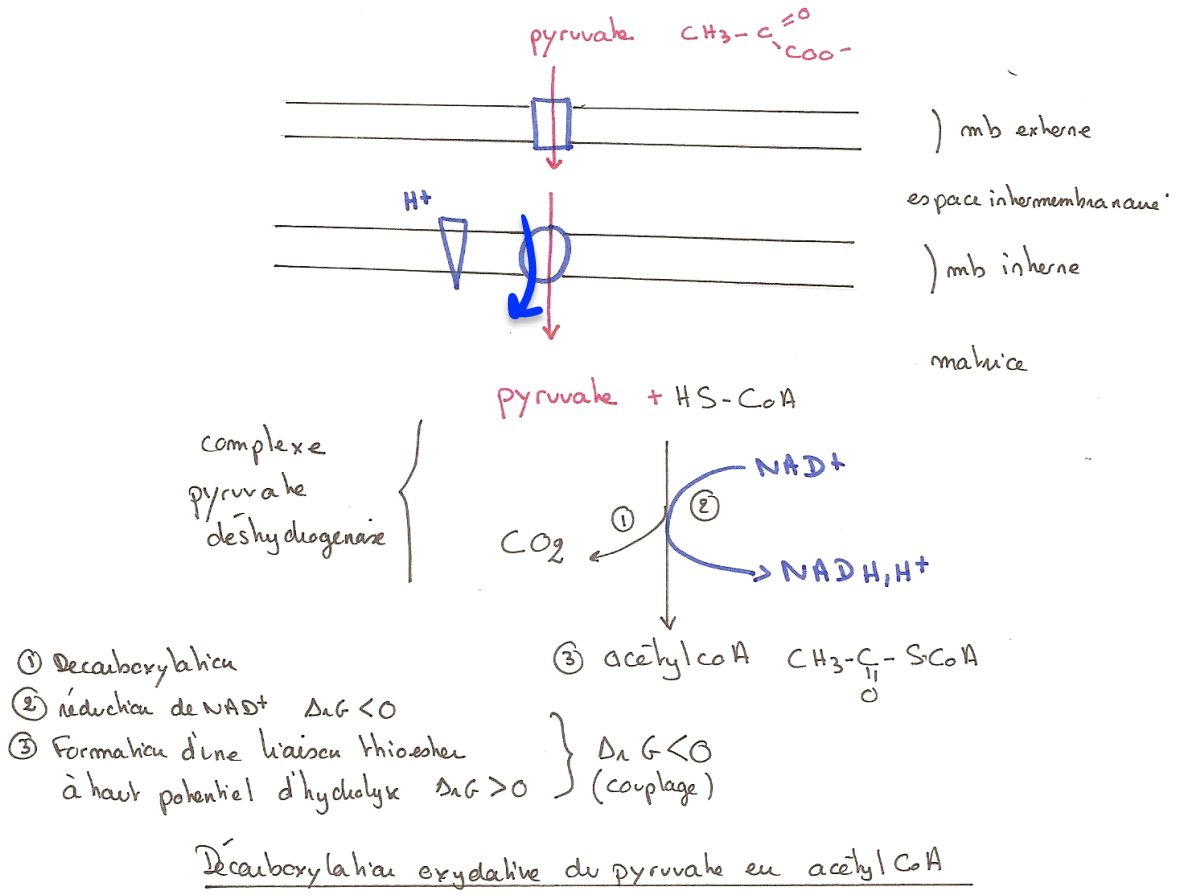


Figure 13 : Catabolisme des acides aminés.
(in Dunod)

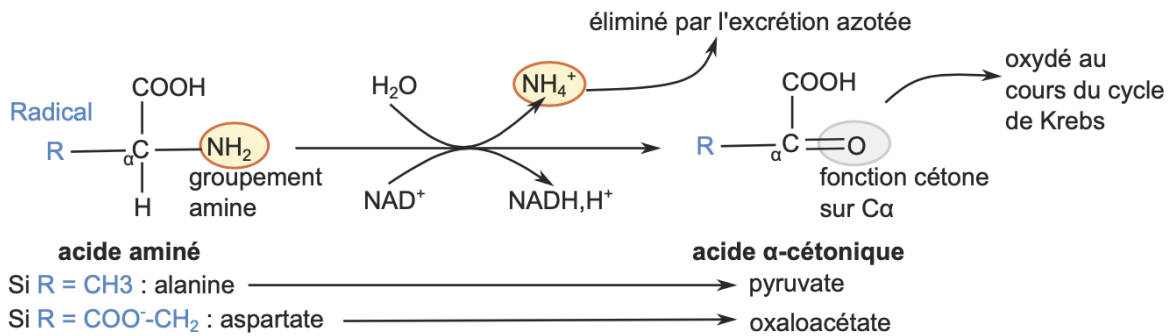


Figure 14a : Cycle de Krebs = cycle de l'acide citrique avec nom des enzymes et formules
(hors programme mais vous aide à comprendre les différentes réactions)

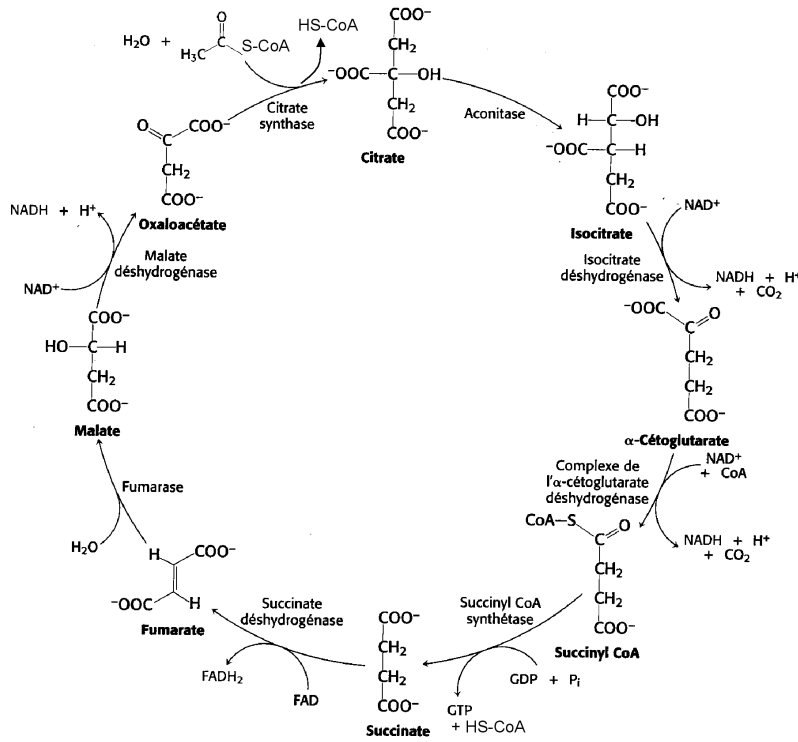


Figure 15 : Cycle de Krebs et anabolisme

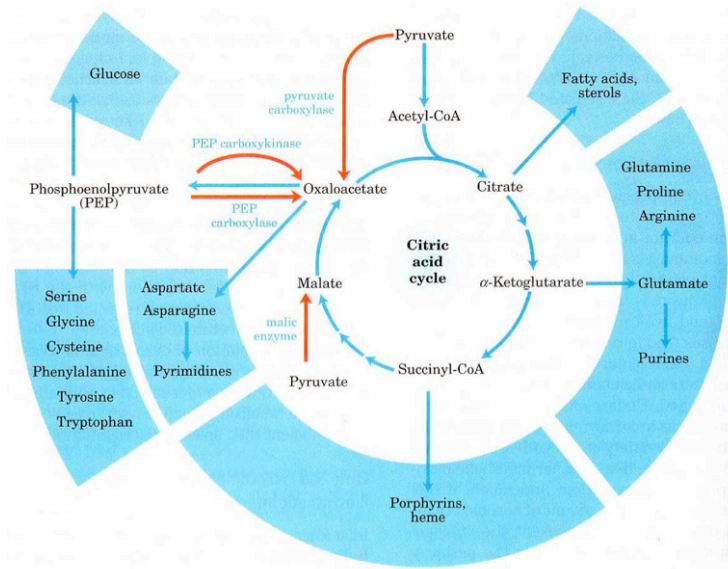
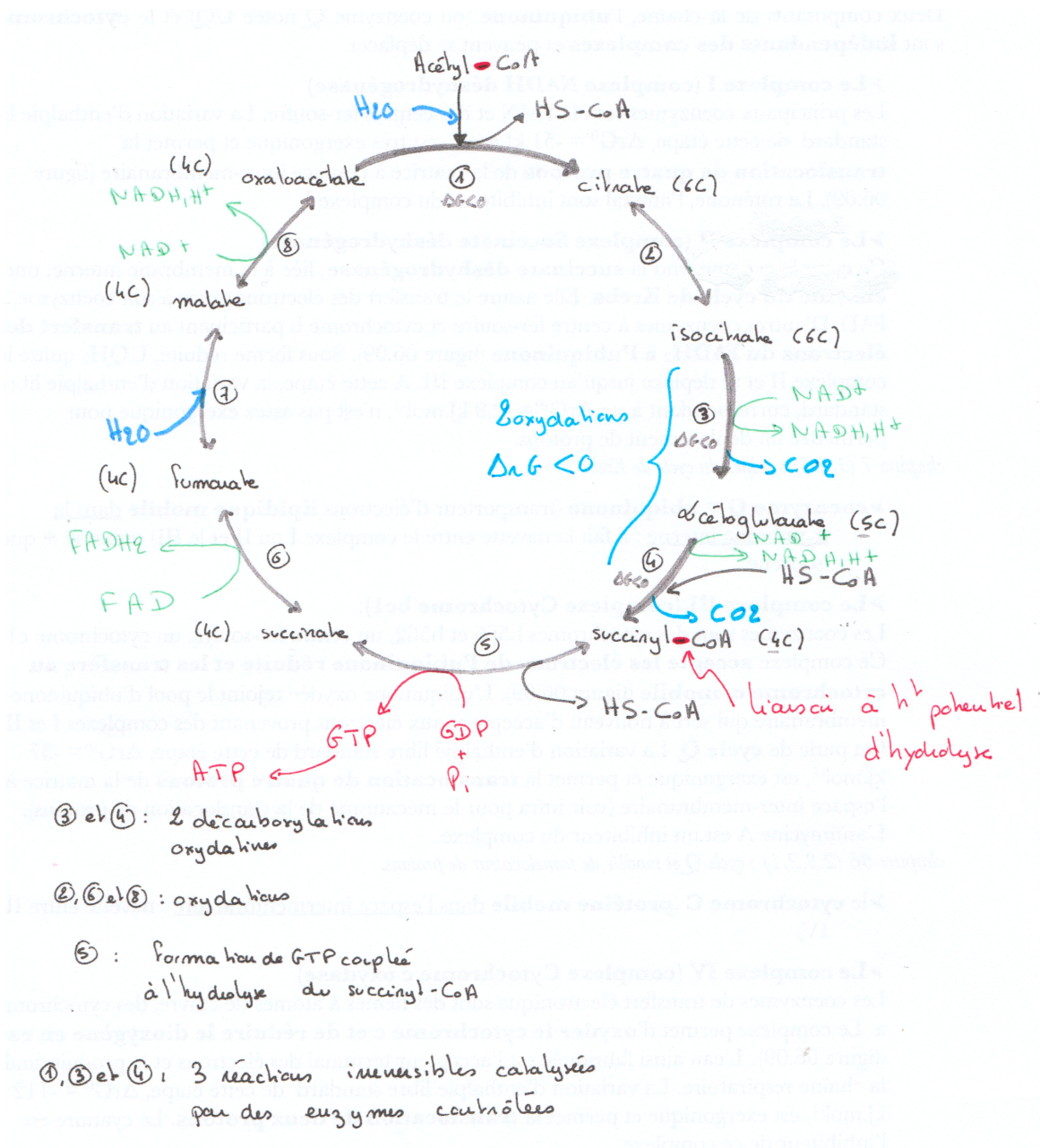


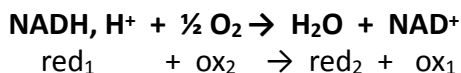
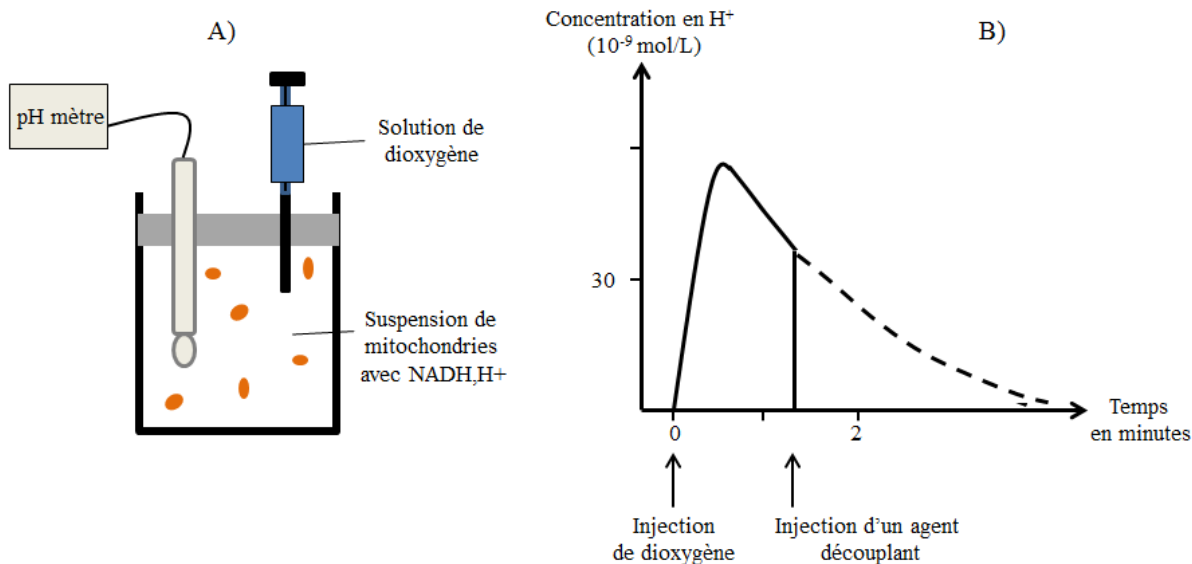
Figure 14b : Le cycle de Krebs



Bilan de matière et d'énergie du cycle de Krebs

Entre dans le cycle	Sort du cycle	Bilan
Acétyl-coA (C2) = C organique réduit	2 CO₂ = C minéral oxydé + 1 coenzyme A	Oxydation du C
3 NAD ⁺ + 1 FAD	3 NADH, H ⁺ + 1 FADH ₂	Réduction des coenzymes
1 GDP + Pi	1 GTP	Synthèse de GTP

Figure 16 : Mise en évidence du transfert d'électrons entre le pouvoir réducteur et le dioxygène (in Ellipse)



Avec comme demi-réactions :

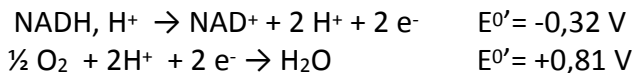
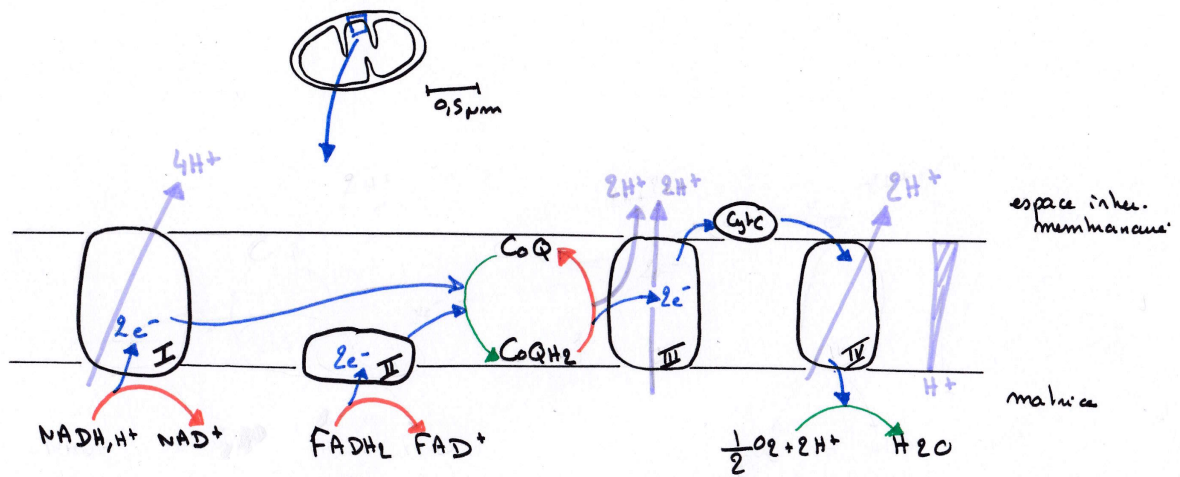


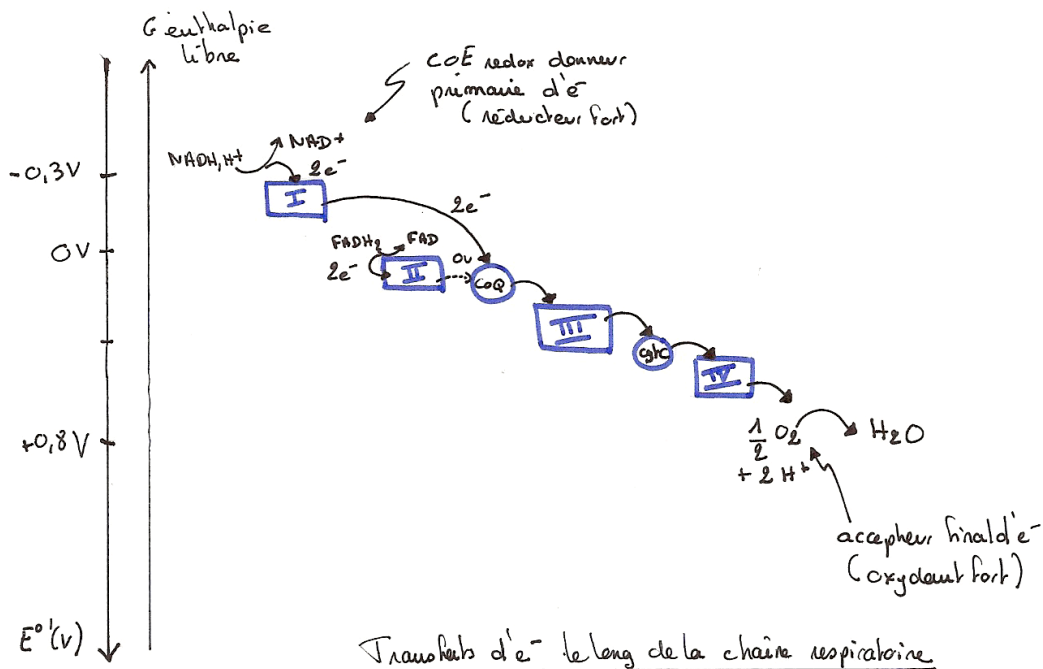
Figure 17 : Potentiels rédox des transporteurs d'électrons de la chaîne respiratoire

Redox reaction (half-reaction)	$E^{\circ'}$ (V)
$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	-0.414
$\text{NAD}^+ + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{NADH}$	-0.320
$\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{NADPH}$	-0.324
$\text{NADH dehydrogenase (FMN)} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{NADH dehydrogenase (FMNH}_2)$	-0.30
$\text{Ubiquinone} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{ubiquinol}$	0.045
$\text{Cytochrome } b (\text{Fe}^{3+}) + e^- \rightarrow \text{cytochrome } b (\text{Fe}^{2+})$	0.077
$\text{Cytochrome } c_t (\text{Fe}^{3+}) + e^- \rightarrow \text{cytochrome } c_t (\text{Fe}^{2+})$	0.22
$\text{Cytochrome } c (\text{Fe}^{3+}) + e^- \rightarrow \text{cytochrome } c (\text{Fe}^{2+})$	0.254
$\text{Cytochrome } a (\text{Fe}^{3+}) + e^- \rightarrow \text{cytochrome } a (\text{Fe}^{2+})$	0.29
$\text{Cytochrome } a_3 (\text{Fe}^{3+}) + e^- \rightarrow \text{cytochrome } a_3 (\text{Fe}^{2+})$	0.35
$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	0.810

Figure 18 : la chaîne respiratoire mitochondriale A CONNAITRE



La chaîne respiratoire mitochondriale.



**Figure 19 : Bilan énergétique de l'oxydation complète du glucose
(respiration en aérobiose), (in Dunod)**

Glycolyse : oxydation du glucose en 2 pyruvates (cytosol)	
Phosphorylation du glucose	- ATP
Phosphorylation du fructose-6-P	- ATP
Oxydation du glycéraldéhyde-3-P	2x NADH
Formation d'ATP par transphosphorylation à partir du 1,3-BPG	2x ATP
Formation d'ATP par transphosphorylation à partir du PEP	2x ATP
Bilan de la glycolyse :	2 NADH, 2 ATP
Décarboxylation des 2 pyruvates en 2 acétyl-CoenzymeA (mitochondrie)	
	2x NADH
Oxydation des 2 acétyl-CoA par le cycle de Krebs (mitochondrie)	
Deux décarboxylations oxydatives	2x 2 NADH
Formation de GTP couplée à l'hydrolyse de succinlyl-CoA	2x GTP
Deux oxydations : oxydation du succinate et du malate	2x NADH, 2x FADH ₂
Bilan du cycle de Krebs : (tourne 2 fois)	6 NADH, 2 FADH₂, 2 GTP
Phosphorylation oxydative (mitochondrie)	
Selon la navette utilisée : conversion des 2 NADH de la glycolyse	
en 2 FADH ₂ (navette à glycérol-phosphate) x 1,5 ATP	3 ATP
ou en 2 NADH (navette malate-aspartate) x 2,5 ATP	ou 5 ATP
2 NADH formés par décarboxylation oxydative des deux pyruvates x 2,5	5 ATP
6 NADH formés par le cycle de Krebs x 2,5 ATP	15 ATP
2 FADH ₂ formés par le cycle de Krebs x 1,5 ATP	3 ATP
Bilan de la phosphorylation oxydative	26 (ou 28) ATP
Nombre total d'ATP produits :	30 (ou 32) ATP

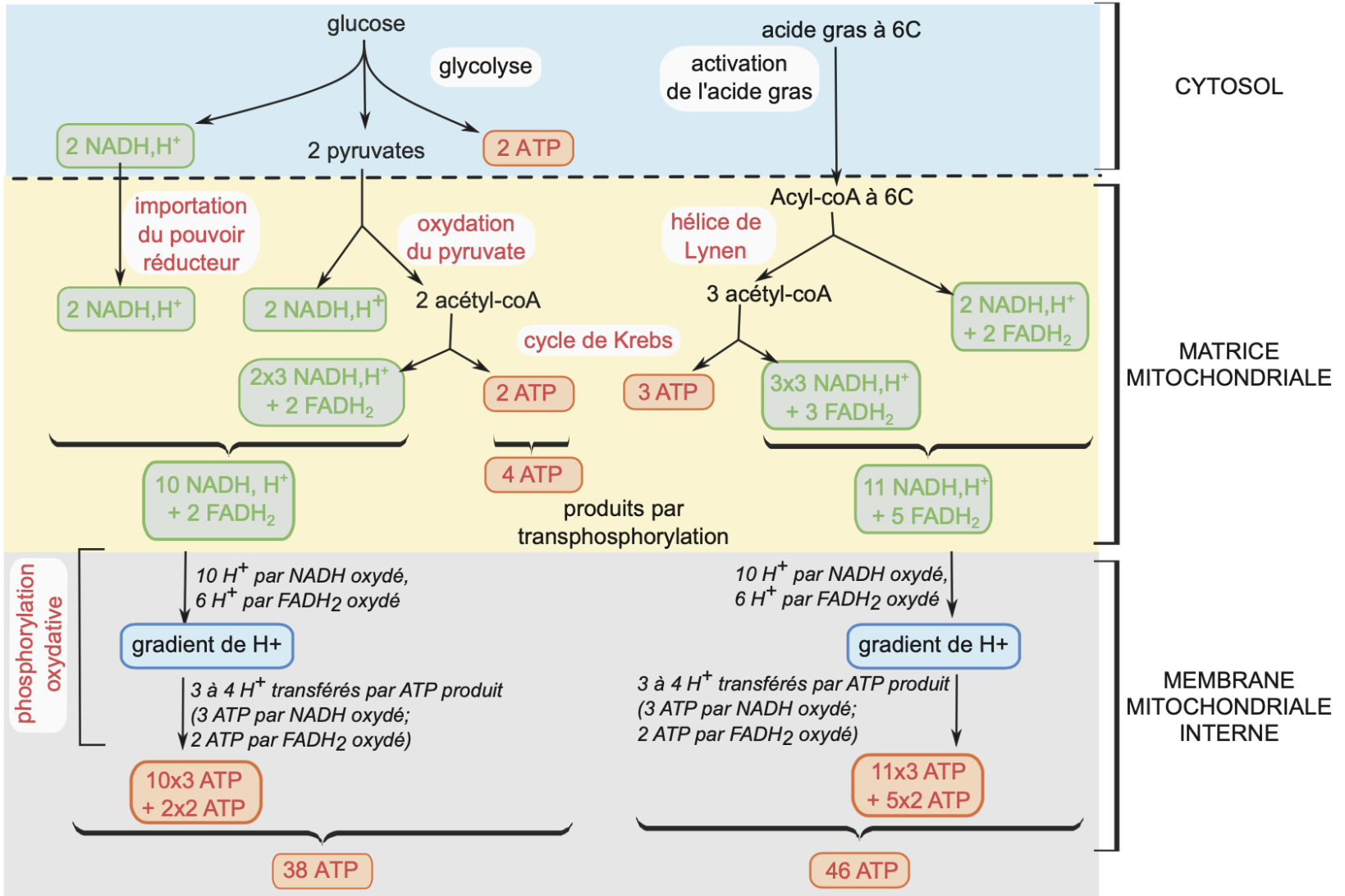


Figure 20 : Bilan énergétique de l'oxydation complète d'un acide gras (respiration en aérobiose)

Activation de l'acide gras en acyl-CoA (cytosol)	
Activation endergonique, couplée à l'hydrolyse d'ATP en AMP + PPi → 2 Pi	équivalent de - 2 ATP
β-oxydation (mitochondrie)	
$C_{18} \rightarrow C_{16} \rightarrow \dots \rightarrow C_6 \rightarrow C_4 \rightarrow 2 C_2$	8 x
Cycle 1 2 6 7 8 ⇒ 8 cycles d'oxydation	(NADH + FADH₂)
Oxydation des 9 acétyl-CoA par le cycle de Krebs (mitochondrie)	
Bilan de 9 tours de cycle de Krebs :	9 x (1 GTP, 3 NADH, 1 FADH₂)
Phosphorylation oxydative (mitochondrie)	
Oxydation des NADH : 8 + 3x9 = 35 NADH → x 2,5 ATP	87,5 ATP (105)
Oxydation des FADH ₂ : 8 + 9 = 17 FADH ₂ → x 1,5 ATP	25,5 ATP (34)
Nombre total d'ATP produits :	120 ATP (146)

Figure 21 : modes de formation de l'ATP dans une cellule végétale chlorophyllienne (in Ellipse)

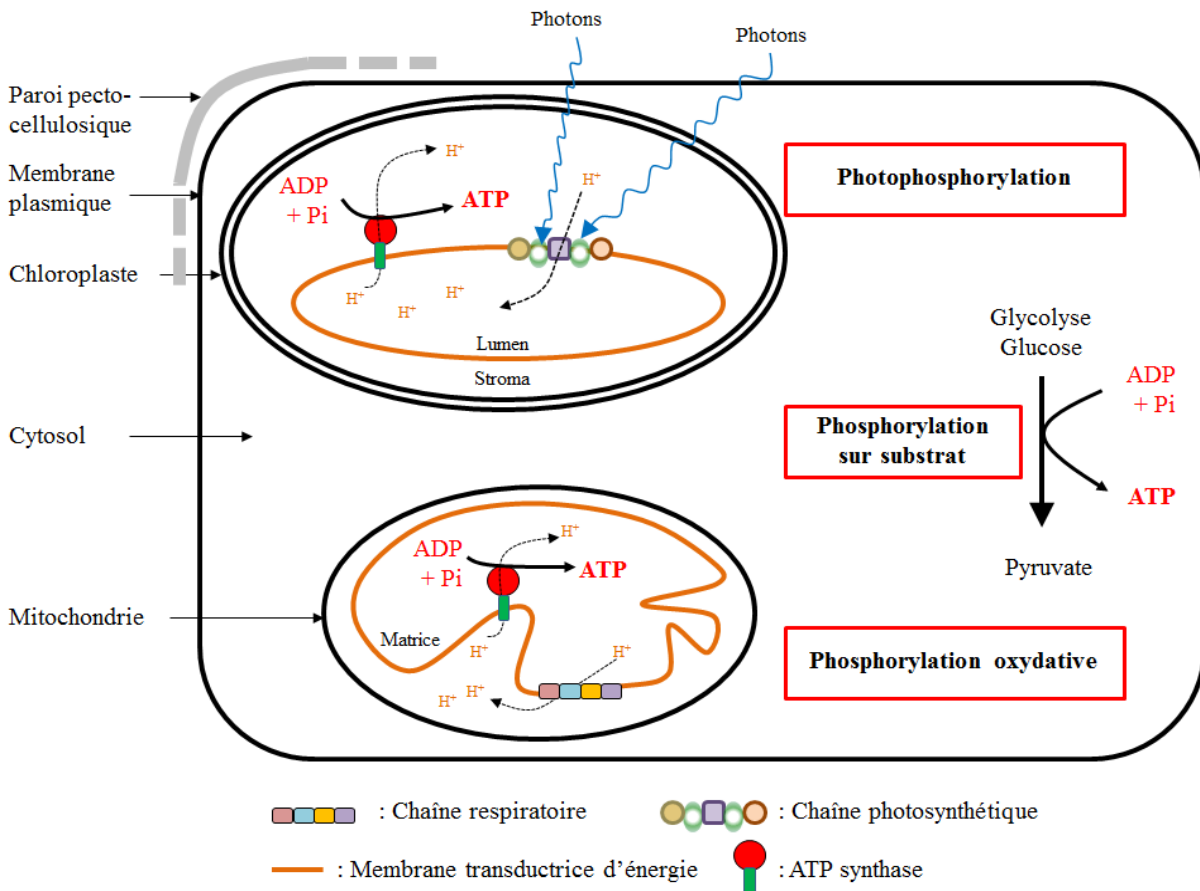
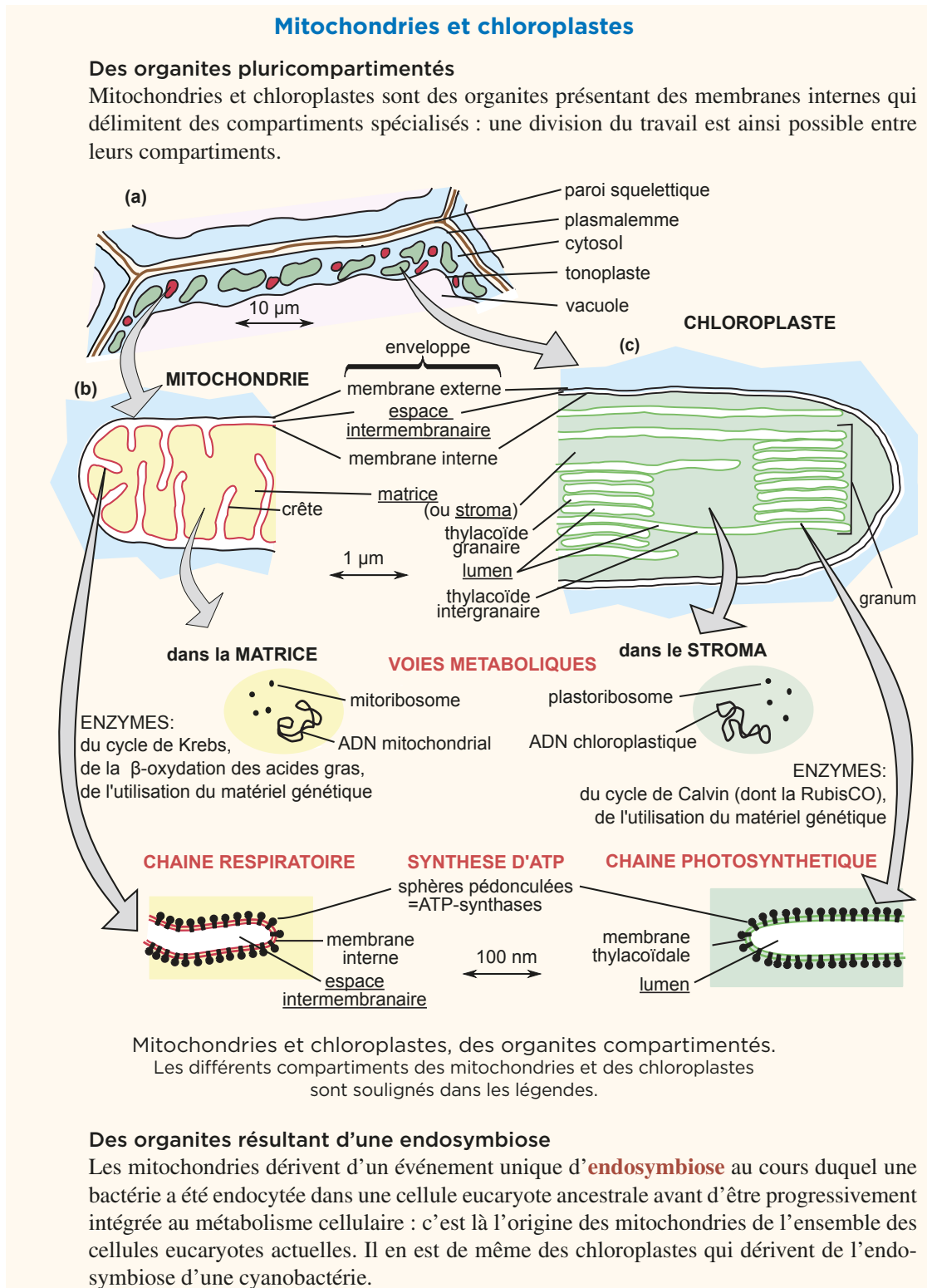


Figure 22 : comparaison mitochondrie-chloroplaste
(in Dunod)



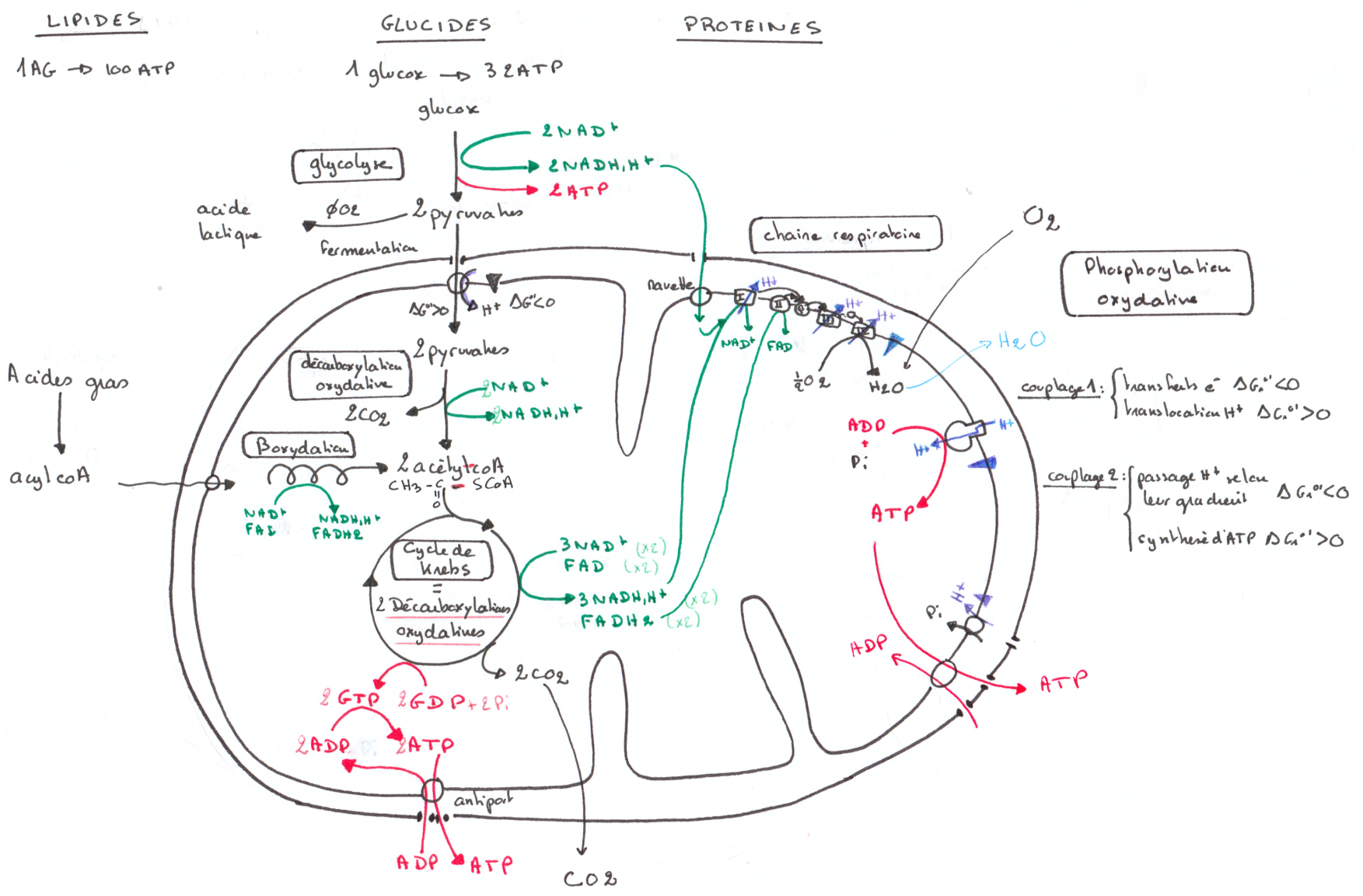
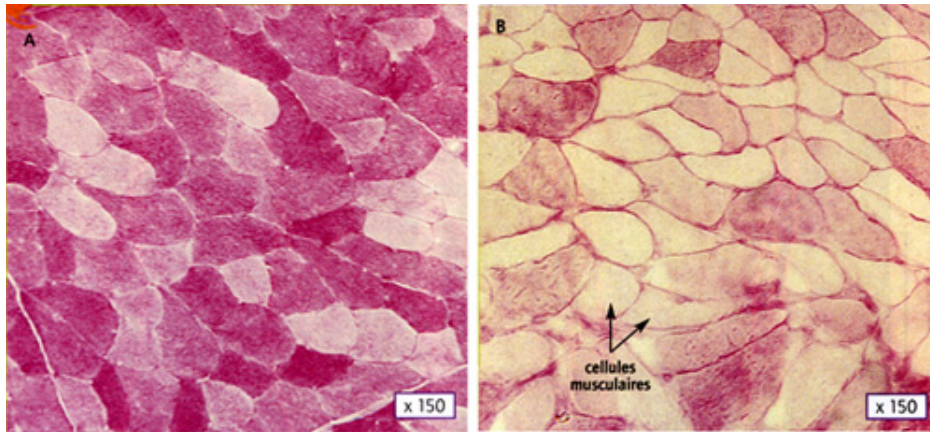


Figure 23 : schéma bilan sur la mitochondrie

Figure 24 : coloration du glycogène dans des myocytes et hépatocytes



A Observation au microscope d'un fragment de muscle de la cuisse au repos (A) et après un effort (B). Le fragment est prélevé, puis coloré. Plus les cellules musculaires sont foncées, plus elles sont riches en glucose de réserve.

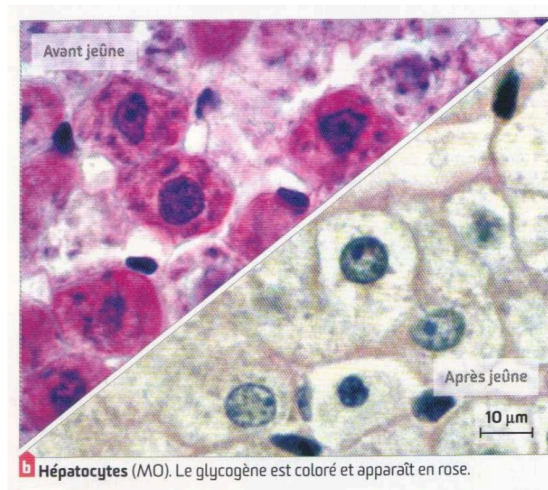


Figure 25 : Devenirs des trioses-phosphate produits au cours de la photosynthèse.
(in Dunod)

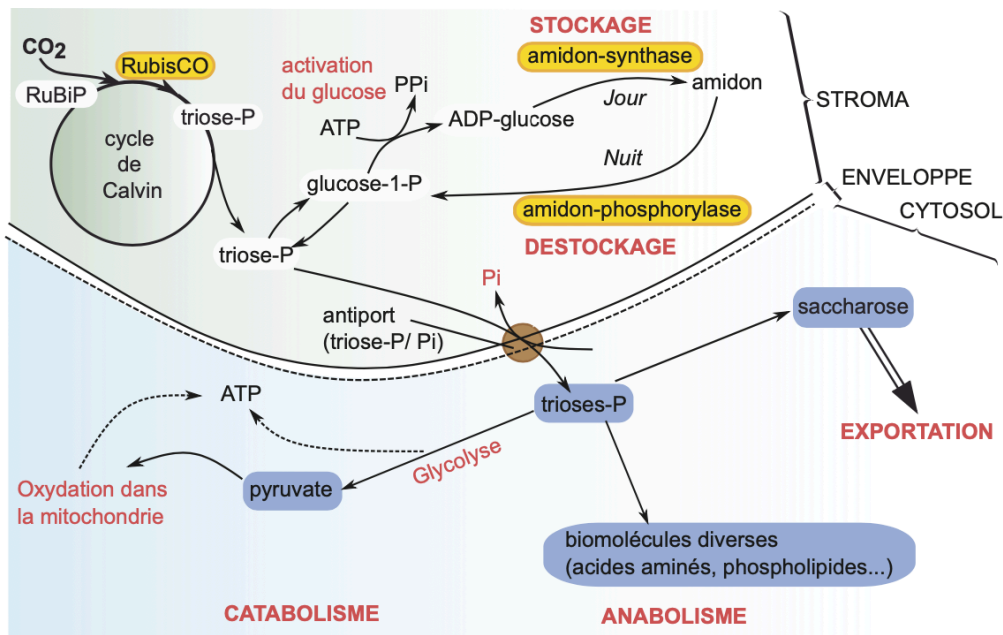
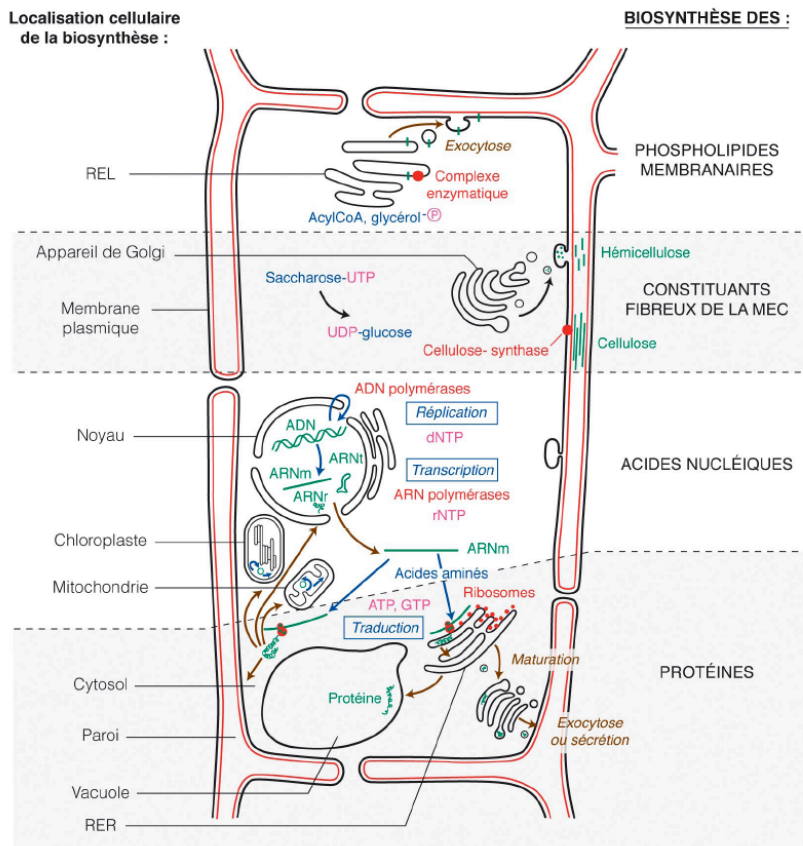


Figure 26 : Panorama des principales biosynthèses dans la cellule eucaryote (exemple d'une cellule végétale chlorophyllienne)
(in Segarra et al., Ellipse)



	Localisation de la biosynthèse	Molécules élémentaires	Coût énergétique de la biosynthèse	Rôle des biomolécules synthétisées
Acides nucléiques	Noyau, organites semi-autonomes	dNTP, rNTP	ATP	Informationnel, catalytique
Protéines	Ribosomes libres dans le cytosol ou liés au réticulum endoplasmique, appareil de Golgi	Acides aminés	ATP, GTP	Structural, métabolique, informationnel, catalytique. Interactions avec le milieu.
Molécules fibreuses des MEC	Réseau endomembranaire, membrane plasmique et milieu extracellulaire	Acides aminés UDP-glucose	ATP, GTP	Structural. Interactions avec le milieu.
Phospholipides membranaires	Réticulum endoplasmique lisse	acylCoA, glycérol-phosphate	CTP	Structural. Interactions avec le milieu.

Figure 27 : mise en place de la paroi primaire : coopération entre RE, appareil de Golgi et cellulose synthases

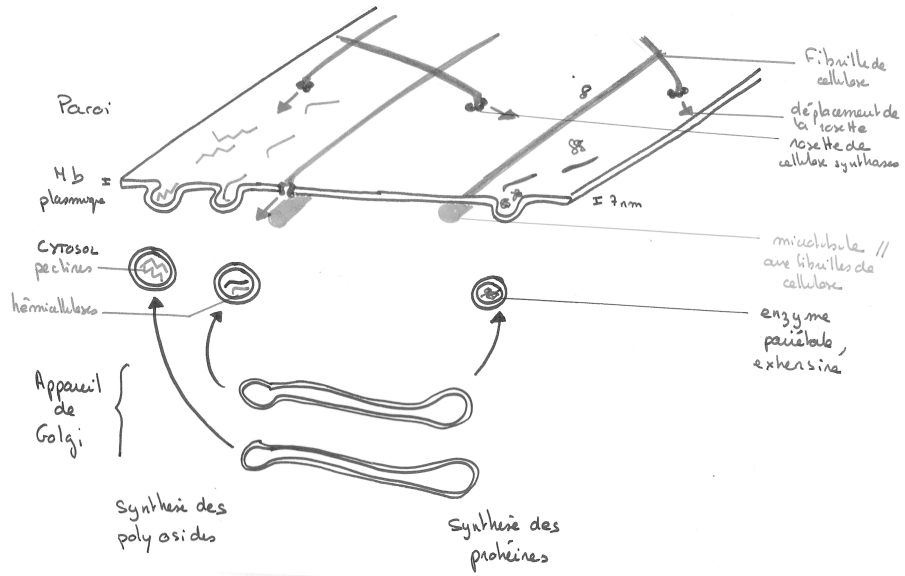
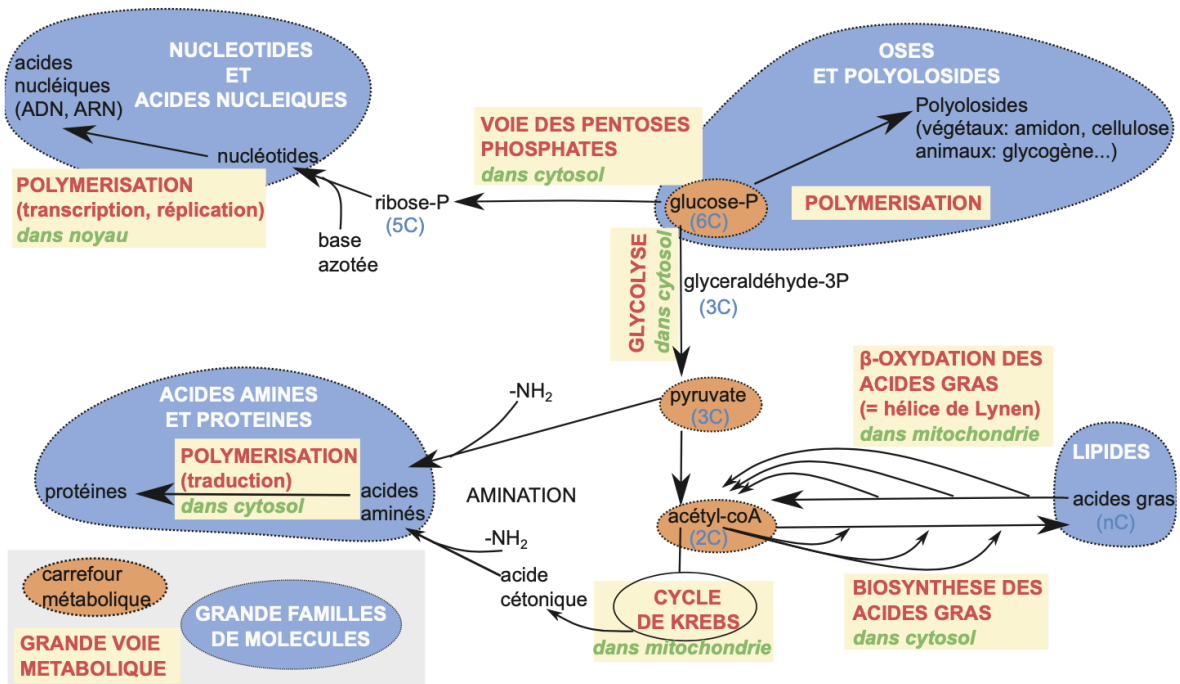


Figure 28 : Grandes voies du métabolisme et interconversions entre familles de molécules.
(in Dunod, M. Gazeau)



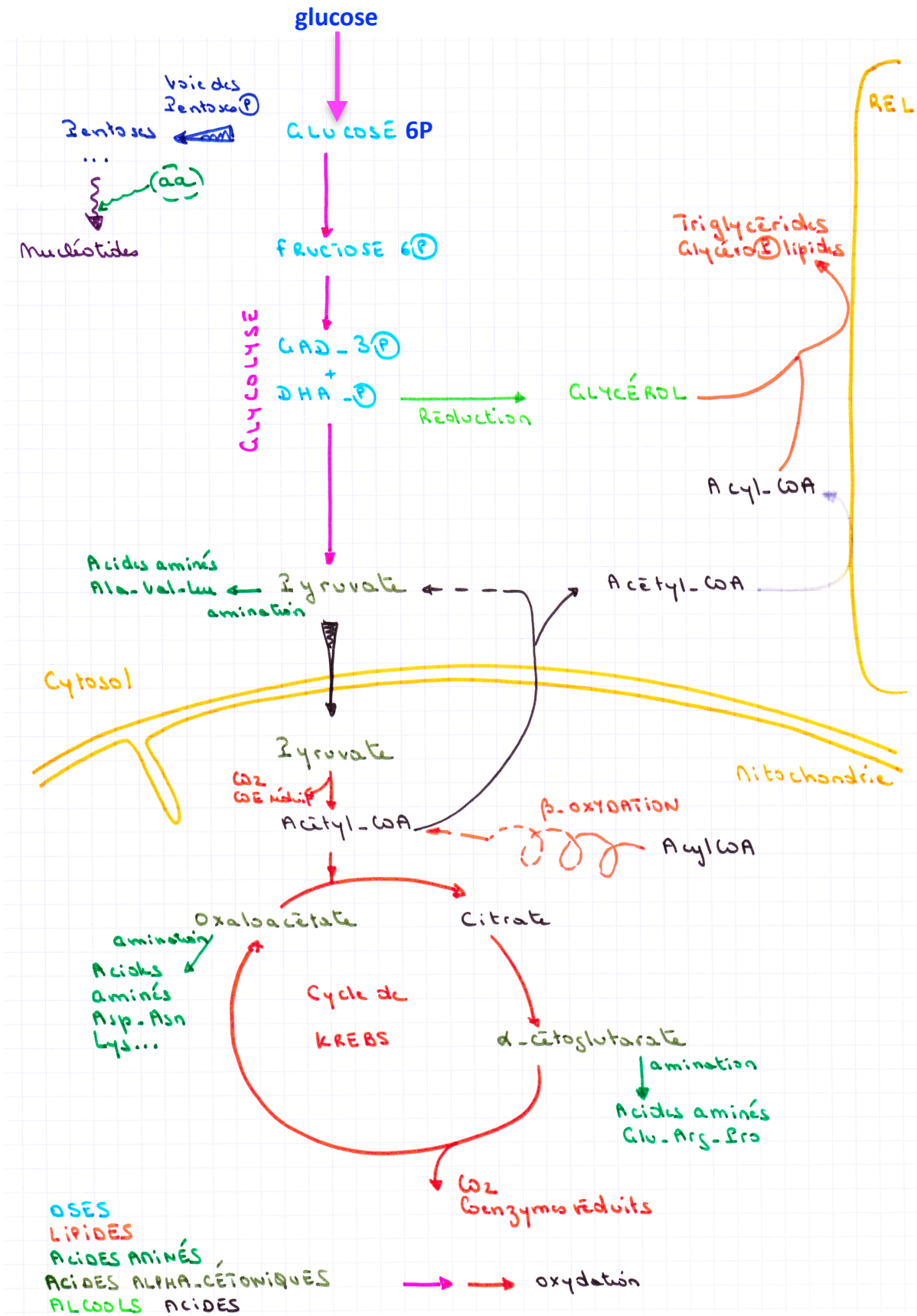


Figure 29 : synthèse d'acides aminés (alanine) à partir de pyruvate

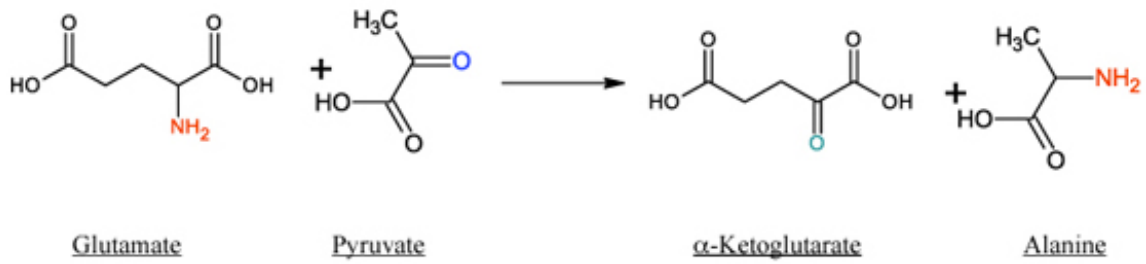


Figure 30 : l'acétyl Coenzyme A : un carrefour métabolique

