Corrigé-type du TD8

Exercice 1 :

a) Synthèse du glycérol phosphate :

$$\frac{1}{2}\text{D-glucose} + \text{ATP} + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{L-glycérol 3-phosphate} + \text{ADP} + \text{NAD}^+$$

b) synthèse de l'acide dipalmitylphosphatidique :

$$2\ \text{acide palmitique} + \text{L-glycérol 3-phosphate} + 2\text{ATP} \rightarrow \text{acide dipalmitylphosphatidique} + 2\text{AMP} + 2\text{PP}_i$$

c) synthèse de la dipalmitylphosphatidylsérine :

$$\text{acide dipalmitylphosphatidique} + \text{CTP} + \text{L-sérine} \rightarrow \text{dipalmitylphosphatidylsérine} + \text{CMP} + \text{PP}_i$$

d) au total :

$$\frac{1}{2}\text{D-glucose} + 2\ \text{acide palmitique} + \text{L-sérine} + 3\text{ATP} + \text{CTP} + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{dipalmitylphosphatidylsérine} + \text{NAD}^+ + \text{ADP} + 2\text{AMP} + \text{CMP} + 3\text{PP}_i$$

Exercice2 :

$$\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{L-aspartate} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{ATP} \rightarrow \text{urée} + \text{fumarate} + 2\text{ADP} + \text{AMP} + 2\text{P}_i + \text{PP}_i \qquad (a)$$

Dans le bilan figurent, de part et d'autre de la flèche, l'aspartate et le fumarate qui ne peuvent se supprimer, car ils diffèrent par une molécule d'ammoniac, qui est précisément la deuxième molécule d'ammoniac à être introduite dans la molécule d'urée. On peut artificiellement « extérioriser » cette molécule :

$$\text{fumarate} + \text{H}_2\text{O} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{oxaloacétate} + \text{NADH} + \text{H}^+$$

$$\text{oxaloacétate} + \text{L-glutamate} \rightarrow \text{L-aspartate} + \alpha\text{-cétoglutarate}$$

$$\alpha\text{-cétoglutarate} + \text{NH}_3 + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{L-glutamate} + \text{H}_2\text{O} + \text{NAD}^+$$

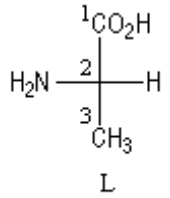
$$\text{fumarate} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{L-aspartate} \qquad (b)$$

En additionnant (*a*) et (*b*), on a :

$$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 + 3\text{ATP} \rightarrow \text{urée} + 2\text{ADP} + \text{AMP} + 2\text{P}_i + \text{PP}_i$$

Exercice 3 :

a/



b/

1. *a*) transamination :

L-alanine + α-cétoglutarate → pyruvate + L-glutamate

b) désamination oxydative du L-glutamate :

L-glutamate + H_2O + NAD^+ → α-cétoglutarate + NH_3 + NADH + H^+

c) oxydation du pyruvate :

pyruvate + $2H_2O$ + GDP + P_i + $4NAD^+$ + FAD
→ $3CO_2$ + GTP + 4NADH + $4H^+$ + $FADH_2$

d) au total :

L-alanine + $3H_2O$ + GDP + P_i + $5NAD^+$ + FAD
→ $3CO_2$ + NH_3 + GTP + 5NADH + $5H^+$ + $FADH_2$

c/ La molécule de GTP, formée au niveau du substrat dans le cycle de Krebs, permet la synthèse d'une molécule d'ATP (ADP + GTP → ATP + GDP). La réoxydation par l'oxygène moléculaire des 5 molécules de NADH (+ H^+) et de la molécule de FAD, par l'intermédiaire de la chaîne respiratoire, permet la synthèse de 15 et de 2 molécules d'ATP respectivement. Au total, la dégradation complète d'une molécule de L-alanine en CO_2, H_2O et NH_3 permet la synthèse de 18 molécules d'ATP, soit 6 molécules d'ATP par atome de carbone de L-alanine.

d/

1. *a*) transamination de la L-alanine :

2L-alanine + 2α-cétoglutarate → 2 pyruvate + 2L-glutamate

b) désamination oxydative du L-glutamate :

2L-glutamate + $2H_2O$ + $2NAD^+$
→ 2α-cétoglutarate + $2NH_3$ + 2NADH + $2H^+$

c) uréogenèse :

$CO_2 + 2H_2O + 2NH_3 + 3ATP \rightarrow$ urée + 2ADP + AMP + $2P_i$ + PP_i

d) oxydation complète du pyruvate :

2 pyruvate + $4H_2O$ + 2GDP + $2P_i$ + $8NAD^+$ + 2FAD
→ $6CO_2$ + 2GTP + 8NADH + $8H^+$ + $2FADH_2$

e) au total :

$$2\text{L-alanine} + 8H_2O + 3ATP + 2GDP + 10NAD^+ + 2FAD$$
$$\rightarrow \text{urée} + 5CO_2 + 2ADP + AMP + 2GTP$$
$$+ PP_i + 10NADH + 10H^+ + 2FADH_2$$

2. Les 2 molécules de GTP, formées au niveau du substrat dans le cycle de Krebs, permettent la synthèse de 2 molécules d'ATP (2ADP + 2GTP → 2ATP + 2GDP). La réoxydation par l'oxygène moléculaire des 10 molécules de NADH ($+H^+$) et des 2 molécules de $FADH_2$, par l'intermédiaire de la chaîne respiratoire, permet la synthèse de 30 et 4 molécules d'ATP respectivement. 3 molécules d'ATP sont consommées dans l'uréogenèse.

Au total, la dégradation complète de 2 molécules de L-alanine en CO_2, H_2O et urée permet la synthèse de 33 molécules d'ATP, soit 5,5 molécules d'ATP par atome de carbone de L-alanine.

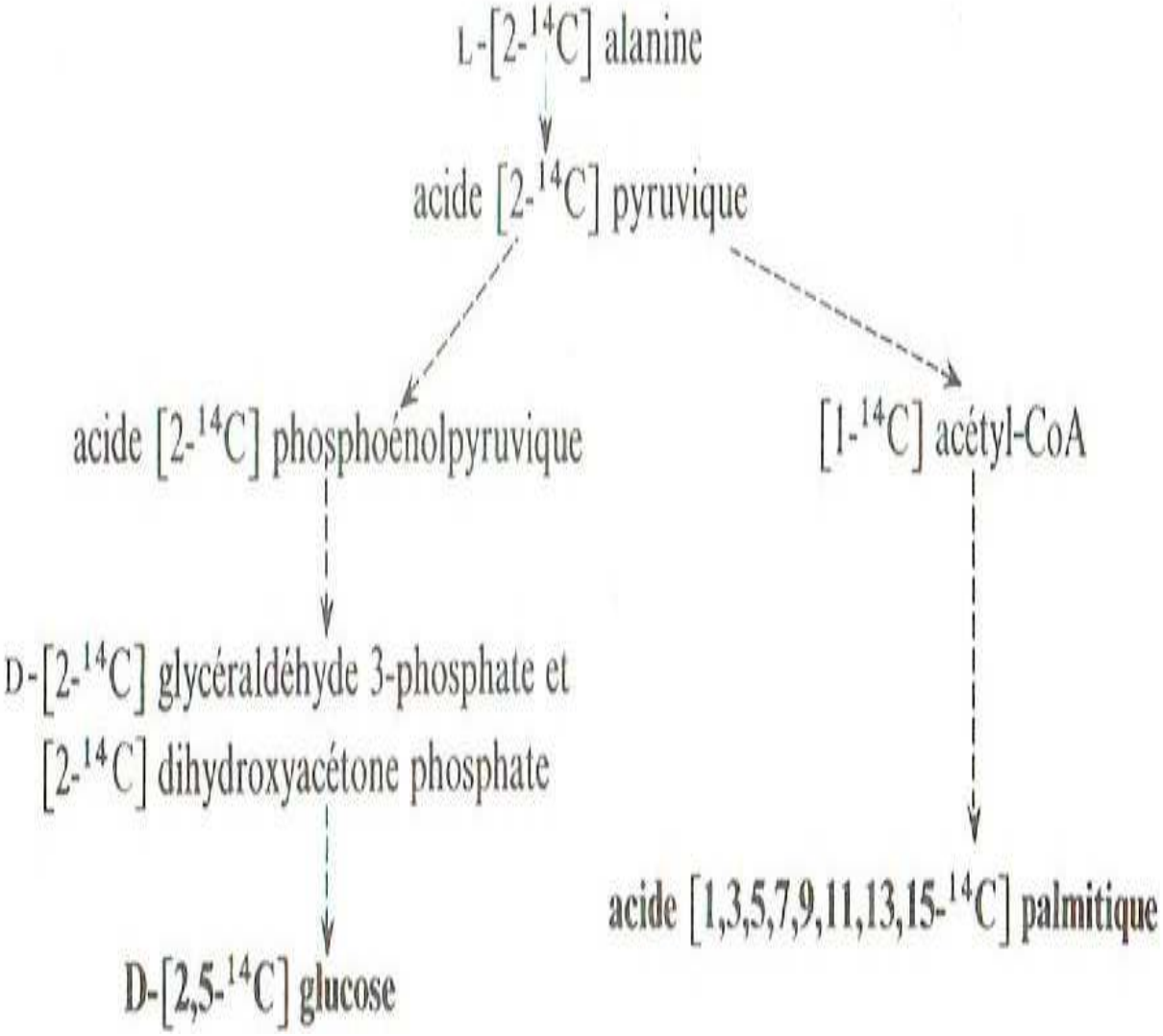
e/

1 g de poly-L-alanine, après hydrolyse, donne $\frac{1}{89-18} = 1{,}4.10^{-2}$ mole de L-alanine.

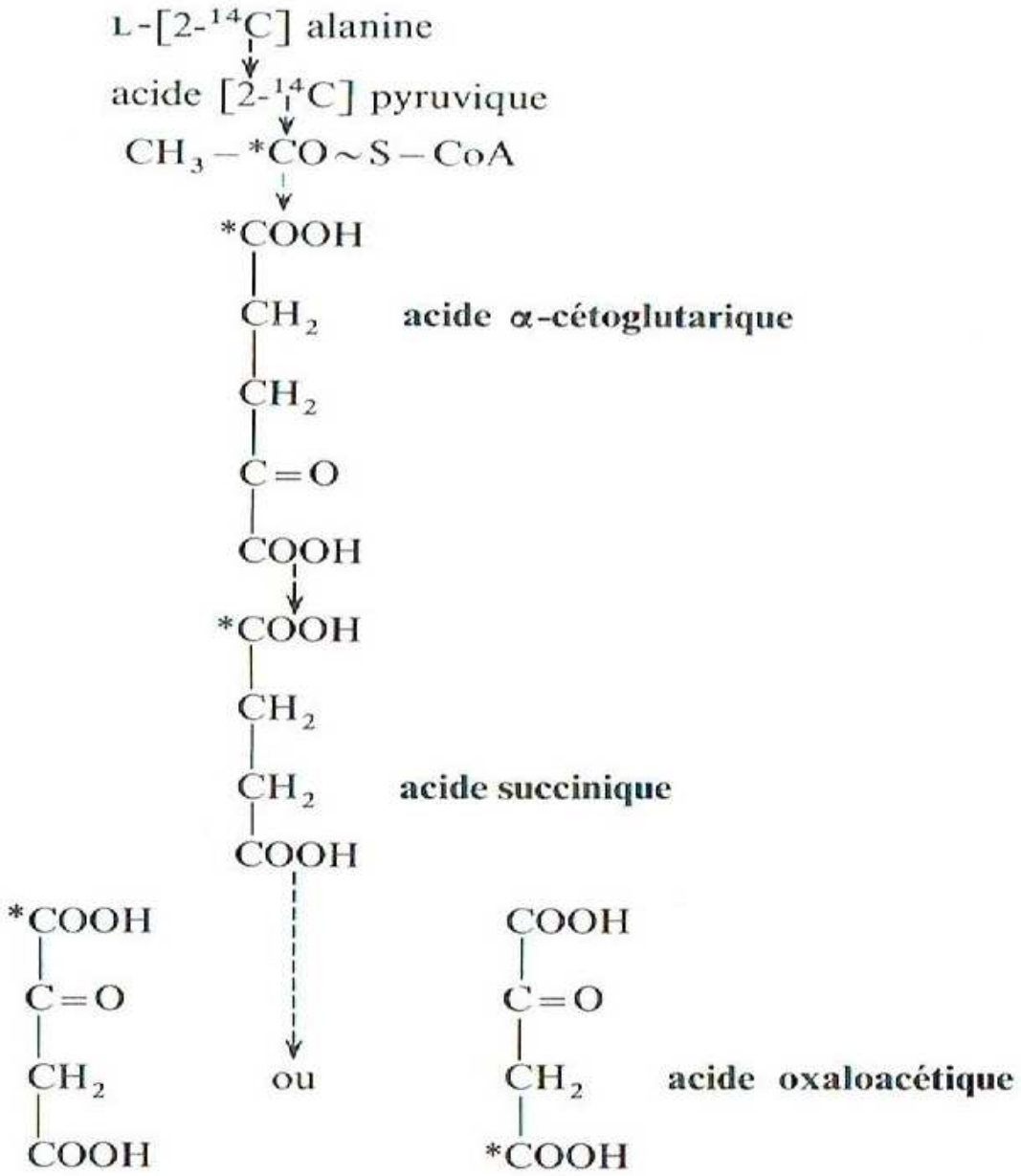
La dégradation de 1 g de L-alanine en CO_2, H_2O et NH_3 permet la synthèse de $1{,}4 \,.\, 10^{-2} \times 18 = \mathbf{2{,}52 \,.\, 10^{-1}}$ **mole d'ATP,** soit la mise en réserve de $2{,}52 \,.\, 10^{-1} \,.\, 7{,}3 = 1{,}84$ kcal.

(En nutrition, on considère qu'un gramme de protéine apporte environ 4 kcal. Le rendement de la mise en réserve sous forme d'énergie chimique de l'énergie libérée au cours des oxydations étant environ 40 %, 1,6 kcal est mis en réserve sous forme d'énergie chimique, lors de la dégradation des protéines. En étudiant la dégradation d'un seul des acides aminés (parmi tous ceux susceptibles d'être rencontrés dans les protéines, nous avons trouvé 1,84 kcal, ce qui est une bonne approximation.)

f/


L-[2-14C] alanine
acide [2-14C] pyruvique
acide [2-14C] phosphoénolpyruvique
[1-14C] acétyl-CoA
D-[2-14C] glycéraldéhyde 3-phosphate et
[2-14C] dihydroxyacétone phosphate
acide [1,3,5,7,9,11,13,15-14C] palmitique
D-[2,5-14C] glucose

g/


L-[2-14C] alanine
acide [2-14C] pyruvique
CH3 – *CO ~ S – CoA
*COOH
CH2
CH2
C=O
COOH
acide α-cétoglutarique
*COOH
CH2
CH2
COOH
acide succinique
*COOH
C=O
CH2
COOH
ou
COOH
C=O
CH2
*COOH
acide oxaloacétique

Corrigé-Type
Ex n° 4 (TD N° 8)

1) a) ① Ala + α Céto Glu. ⟶ Composé W + Composé X.

② Composé X + Composé Y $\xrightarrow{H_2O}$ α Céto Glu. + $NH_4^{\oplus}$ + Composé Z + $H^{\oplus}$

Composé X = Glutamate, Composé Y = $NAD^{\oplus}$, Composé W = Pyruvate,
Composé Z = NADH.

b) Dans le foie ⇒ Cycle de l'Urée

2 Ala ⟶ 1 Urée

Equation globale:

2 Ala + $8H_2O$ + 3ATP + 2GDP + 10 $NAD^{\oplus}$ + 2FAD ⟶
Urée + $5CO_2$ + 2ADP + AMP + 2GTP + PPi + 10 $NADH,H^{\oplus}$ + $2FADH_2$

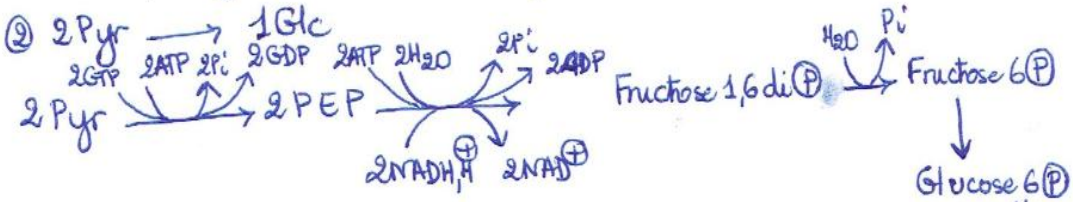
Bilan: 2GTP, 10 $NADH,H^{\oplus}$, $2FADH_2$ } 36ATP − 3ATP (consommés) = 33 ATP

2) a) 2 Ala ⟶ 1 Glc.

① 2 Ala ⟶ 2 Pyr.

2 Ala + $2H_2O$ + 2 $NAD^{\oplus}$ ⟶ 2 Pyr + 2 $NH_4^{\oplus}$ + 2 $NADH,H^{\oplus}$

② 2 Pyr ⟶ 1 Glc



2Pyr + 4 ATP + 2GTP + 2 $NADH,H^{\oplus}$ + $4H_2O$ ⟶ Glc + 4ADP + 2GDP + 6Pi + 2 $NAD^{\oplus}$

① + ②

2Ala + 4ATP + 2GTP + $6H_2O$ ⟶ Glc + 2 $NH_4^{\oplus}$ + 4ADP + 2GDP + 6Pi

b) 2 Lactate ⟶ 1 Glc.

① 2 Lactate ⟶ 2 Pyr.

2 Lactate + 2 $NAD^{\oplus}$ ⟶ 2 Pyr + 2 $NADH,H^{\oplus}$

② 2 Pyr ⟶ 1 Glc

① + ②

2 Lactate + 4ATP + 2GTP + $4H_2O$ ⟶ Glc + 4ADP + 2GDP + 6Pi.

3) Même Bilan Energétique ⇒ Consommation de 6 ATP ⇒ (− 6 ATP)