

LC 35: Oxydoréduction dans la matière vivante

Niveau: L3

Prérequis: - Ox/red en chimie orga et inorganique

- Thermodynamique des réactions ox/red
- Biochimie: structure de l'ADN, sucre et enzyme
- Cycle catalytique.

Intro péda: → Cours de spécialité donc niveau L3.

→ Dans une unité de biochimie après une intro. sur les structures des biomolécules.

→ Cours qui s'adresse à des chimistes, point de vue complémentaire aux biologistes.

→ sollicite beaucoup de connaissance de chimie et permet de les utiliser dans un nouveau contexte.

→ Prérequis:

→ Choix: prendre l'axe de la production de l'ATP par apport énergétique des réactions red/ox.

→ limite de la leçon à l'étude d'une branche du métabolisme: l'oxydation du glucose chez les eucaryotes.

Objectif: faire comprendre le lien entre ox/red et production d'énergie

TD: étude de la photosynthèse

TP: inhibition d'enzyme dans des réactions red/ox.

Intro: → métabolisme = ensemble des réactions.

⇒ il faut de l'énergie : ATP

slide avec structure de l'ATP.

→ $ADP + P_i \rightleftharpoons ATP$ $\Delta_r G^{\circ'} = 30,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

⇒ endergonique

⇒ pas redox, mais énergie fournit pas de redox.

→ catabolisme : ensemble des réactions redox qui fournissent de l'énergie.

→ Réoxydation du glucose en milieu aérobie :



Réaction qui nécessite des étapes

Objectifs : * connaître les oxydants et réducteurs

* Reconnaître une étape redox.

1 - Oxydation totale du glucose.

A) Les agents oxydants.

→ NAD : slide avec structure



→ Autre oxydant : FAD

Tr: On se concentre sur NAD^+ et où il intervient.

B) Du glucose au pyruvate : la glycolyse.

Slide du cycle.

→ 3 premières étapes : consommation de 2 ATP

→ 5^{ème} étape = étape redox VOET p. 595

Mécanisme :

→ Formation d'un composé donneur de phosphorye
=> formation de 4 ATP

Slide bilan.

Tr: Bien formation de 2 ATP.
Mais ce n'est pas cette séquence qui en fournit se plus.

c) Le cycle de Krebs.

→ Que pour les systèmes aérobie.
Dans les mitochondries.

BERG p. 475

Slide avec cycle.

→ 1) Oxydation du pyruvate

2) cycle : 4 étape redox

=> Equation bilan.

Slide bilan.

Tr: Deux séquences à l'origine de la réduction totale du glucose. Mais où intervient O_2 ?

II - Recyclage de NADH.

A) Chaîne de transport des e^- .

→ Oxydation de NADH par O_2 est exergonique. $\Delta_r G^{\circ} = -218 \text{ kJ/mol}$

=> Devrait donner 7 ATP/mol

Mais en réalité seulement 3.

→ Passage par la chaîne de transport:

slide avec évolution de E°

Nom des 3 complexes et évolution de E°

Tr: Réduction de O_2 seulement à la dernière étape

B) Cytochrome C oxydase.

→ Def groupement prosthétique.

Slide avec protéine + complexe modèle.

Slide avec cycle.

→ Etape du cycle.

Au final: $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$

→ Production d'ATP grâce au gradient de proton.

Conclusion: → Réaction redox = source d'énergie dans la matière vivante.

→ Mise en avant du rôle du fer.

Ouverture: rôle des métaux.

Biblio: - VOET

- BERG

- WEIL

- CRABB

Le recyclage de l'ATP

→ le rôle de l'ATP

LC 35 : Oxydo-reduction dans la matière vivante

Niveau: L3

Intro. péda: cours plutôt d'option à placer en L3.

Demande beaucoup de recul sur la chimie des métaux de transition pour comprendre la rédox.

Choix: prendre l'axe de la synthèse d'ATP et donc la production d'énergie par ox-red.

Prerequis: - ox/red en chimie inorga. et organique

- thermodynamique des réactions ox/red
- structure de l'ADN, sucre et enzyme
- Cycle catalytique

L'idée de cette leçon est de faire comprendre aux élèves les mécanismes d'oxydo/red en insistant sur le lien avec la production d'énergie

*

TD: étude de la photosynthèse chez les végétaux

TP: utilisation d'enzyme pour faire des red/ox (peroxydase de raifort)

Difficulté: beaucoup de molécule avec des acronymes \Rightarrow difficultés d'identification.

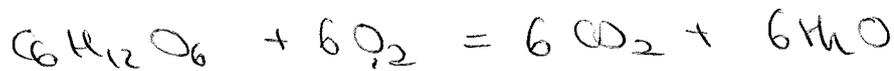
* limite de la leçon à l'étude d'une branche du métabolisme, l'oxydation du glucose.

Chez les eucaryotes aussi

Intro: → nombreuses réactions dans l'organisme et donc besoin d'énergie constante

→ source d'énergie: ATP (structure, réaction P=O, consommation)
Mais comment on se produit?

⇒ Respiration + glucose:



Mais cette réaction n'est pas directe et nécessite des étapes que nous allons étudier durant cette leçon

I - Oxydation totale du glucose par les cellules eucaryotes

A) Les agents oxydants

→ O_2 apporté par l'air respiré

→ NAD⁺ produit à partir de la vitamine niacine

- structure

- Potentiel standard

→ intervient dans la glycolyse.

→ FAD

B) Du glucose au pyruvate

→ 3^{ème} première étape: consommation de 2 ATP pour passer de composé C_6 à C_3

→ étape redox: $GAP \xrightarrow[-NADH]{NAD^+} 1,3-BPG$ p. 595 (VOET)

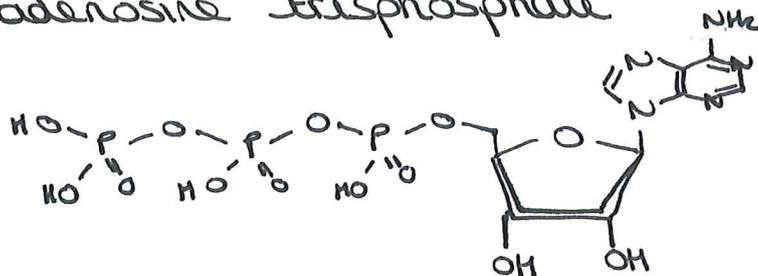
Mécanisme

→ formation d'un composé donneur de phosphate

⇒ formation de 4 ATP jusqu'à pyruvate

Intro: Il y a de nombreuses réactions dans le corps et donc un besoin constant en énergie, on appelle métabolisme l'ensemble de ces réactions.

La source d'énergie dans le vivant c'est l'ATP: adénosine trisphosphate



Comment on la synthétise?

=> Grâce à des réactions d'oxydo-reduction.

L'ensemble de ces réactions forment le catabolisme

Nous, on va se concentrer sur une branche, l'oxydation totale du glucose. On va se limiter à l'étude des systèmes aérobie: contenant O_2 .

Réaction globale: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$

Cette réaction n'est pas directe, elle nécessite plusieurs étapes que nous allons étudier.

Objectifs: * Connaître les oxydants et reducteurs des cellules

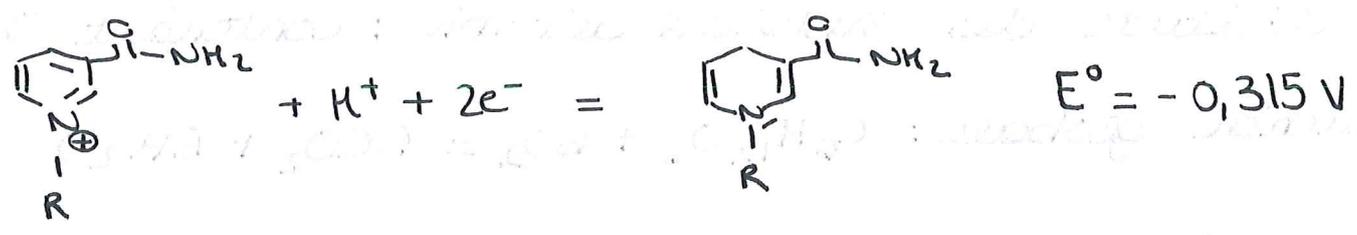
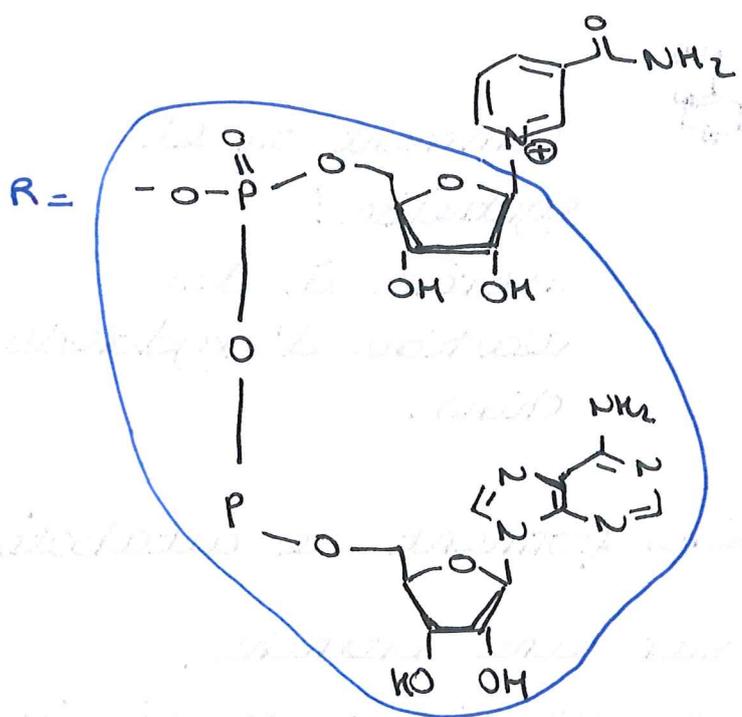
* Reconnaître une étape red/ox dans une séquence réactionnelle.

1 - Oxydation totale du glucose.

A) Les agents oxydants

→ O₂ n'intervient pas directement en tant que ox.

→ Nicotinamide adénine dinucléotide (NAD):



→ Autre reducteur : FAD

Seide avec structure

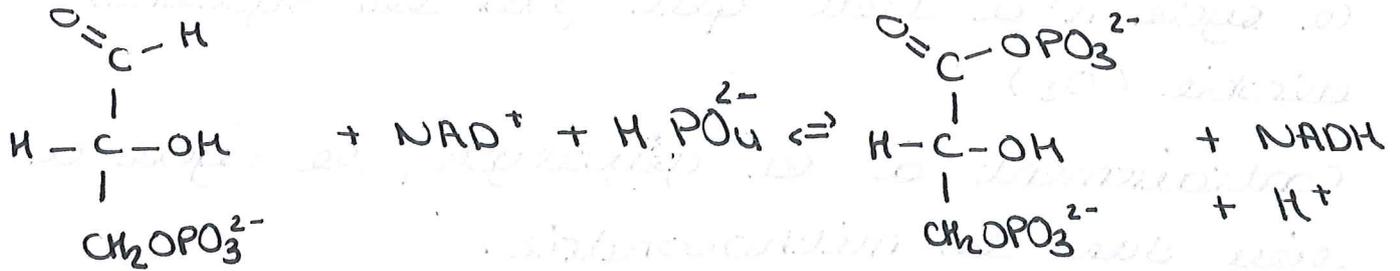
Tr: On va se concentrer sur NAD⁺ et où il intervient dans la glycolyse.

B) Du glucose au pyruvate : la glycolyse.

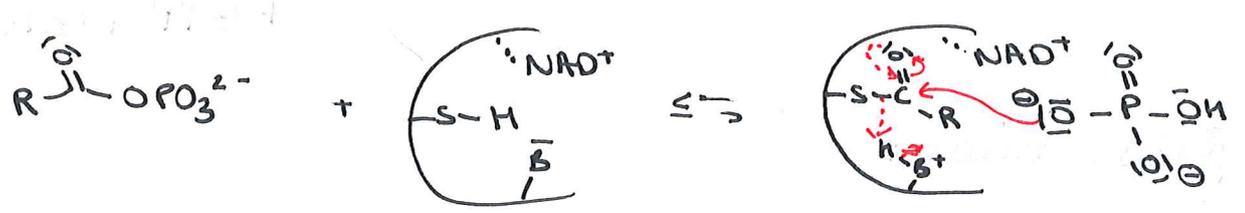
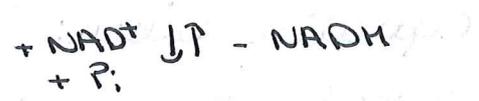
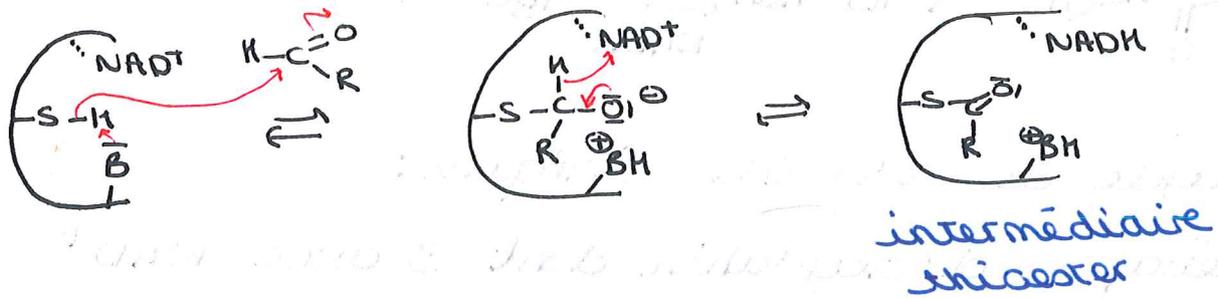
Slide du cycle

→ 3 premières étape : consommation de 2 ATP pour passer de composés à 6 C à des composés à 3 C.

→ 5^{ème} étape : étape redox.



cette réaction est catalysée par une enzyme qu'on modélisera comme :



→ Formation d'un composé donneur de phosphoryl
 ⇒ formation de 4 ATP jusqu'à la fin de la glycolyse.

Slide bilan

Tr: Grâce à l'étape redox, on a bien la formation de 2 ATP par cette séquence. Mais pourtant ce n'est pas cette séquence qui fournit le plus d'ATP.

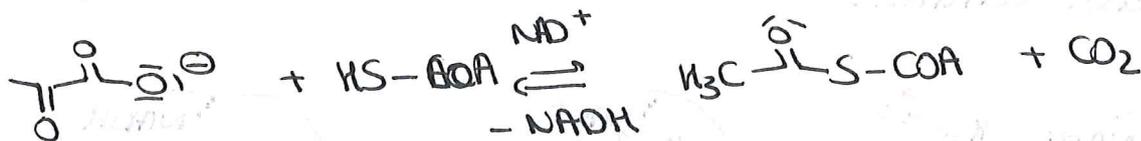
c) Le cycle de Krebs

Le cycle n'a lieu que pour des systèmes aérobie (O_2)

Contrairement à la glycolyse, le cycle a lieu dans le mitochondrie.

Seide avec cycle.

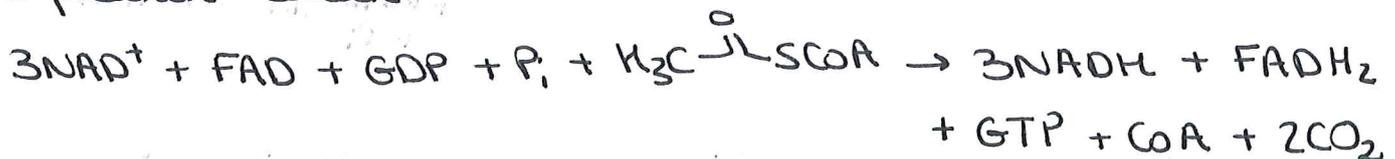
1) Oxydation du pyruvate:



2) Cycle de l'acide citrique:

4 étapes d'oxydation dont 3 avec NAD^+

Equation bilan:

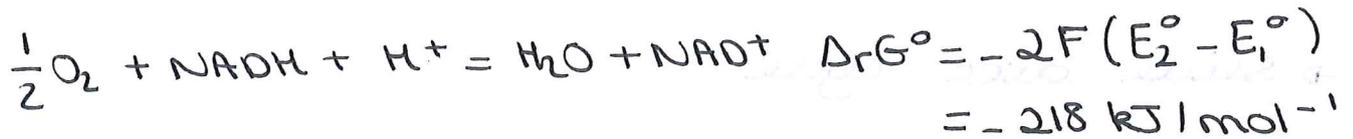
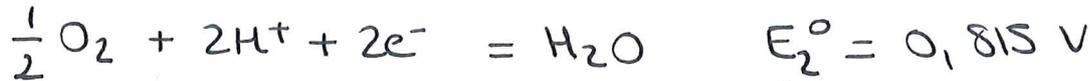


Seide bilan:

Tr: Les deux séquences sont à l'origine de la réduction totale du glucose. Mais où intervient O_2 ?

II - Recyclage de NADH

A) Chaîne de transport des e^-



\Rightarrow Réaction exergonique



Donc la réduction d'une mole de NADH devrait permettre la synthèse de 7 moles d'ATP.

En réalité seulement 3.

\rightarrow oxydation pas direct mais passage par la chaîne de transport. Slide

Passage par 3 complexes noté complexes I, III et IV

complexe I: NADH réductase

complexe III: cytochrome C réductase

complexe IV: cytochrome C oxydase.

Tr: la réduction de O_2 n'a lieu qu'à la dernière étape de la chaîne par ce complexe IV.

B) Réduction de O_2 .

→ Groupement prosthémique = partie d'une protéine n'étant pas composée d'acide aminé et lié de manière covalente à sa protéine.

→ Slide avec protéine + complexe modèle.

→ Slide avec cycle

Y = Tyrosine

1) fixation de O_2

2) Echange d' e^- interne

3) Réduction grâce à un proton issu du transfert

4) Idem

5) Idem

6) Idem.

Au final : $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$

→ Production d'ATP grâce au gradient d' H^+ .

Conclusion : On a vu que les réactions d'oxydoréduction étaient une source d'énergie dans la matière vivante car permettent la synthèse d'ATP

La dernière étape de ce processus a mis en avant le rôle du fer dans les réactions du métabolisme.

D'ailleurs, la prochaine séance portera sur le rôle de ce dernier dans le vivant.