

Respiration

Nos mouvements respiratoires pulmonaires, qui sont la manifestation concrète d'échanges gazeux entre l'organisme et l'atmosphère, ne sont qu'une partie d'un mécanisme complexe indispensable à l'utilisation des substances digérées. Le maintien de la vie est étroitement lié à la régularité de ces *échanges*.

1- Échanges gazeux respiratoires

a- Mise en évidence des échanges gazeux respiratoires

Divers montages expérimentaux simples (manomètre) peuvent être employés pour mettre en évidence, chez différents êtres vivants, le dégagement de dioxyde de carbone et l'absorption d'oxygène

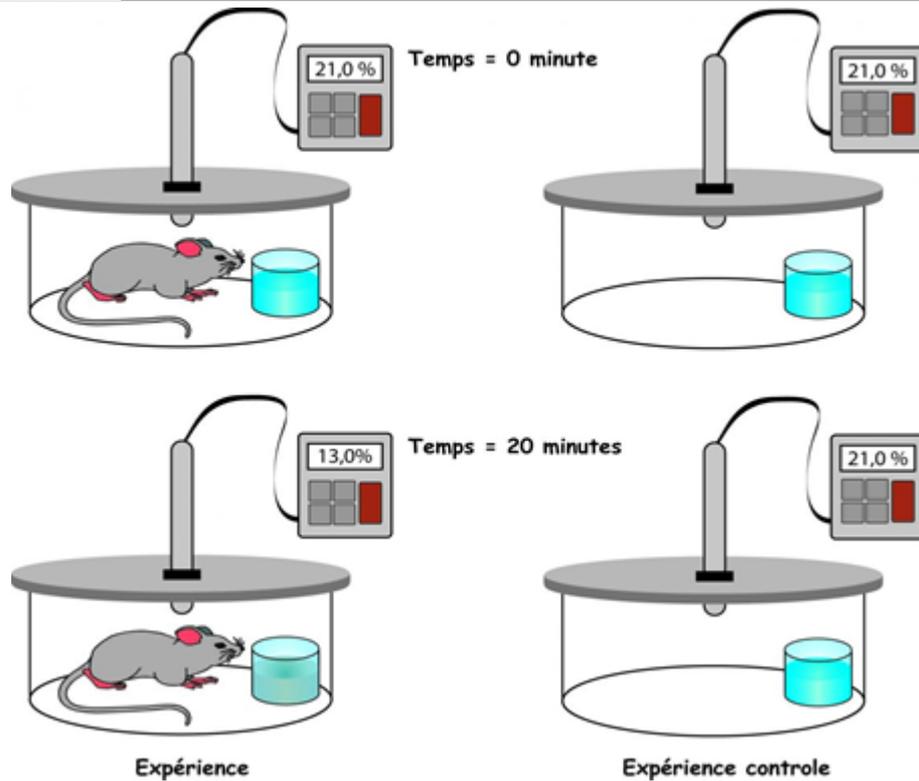
Chez l'homme, la comparaison de l'air inspiré et de l'air expiré confirme les résultats.

	Air inspiré	Air expiré	Variations
O ₂	21%	16%	-5
CO ₂	0,04%	4%	+4
N ₂	79%	79%	0
Vapeur d'eau	variable	3 à 4 g/litre	

Par la respiration, l'air est modifié : il y a diminution de volume d'O₂ mais augmentation de volume de CO₂ et vapeur d'eau

- Échange gazeux au niveau de l'organisme

Expérience Une souris est enfermée dans une enceinte reliée à un oxymètre électronique. Un bécher à eau de chaux est placé dans l'enceinte pour contrôler la présence de dioxyde de carbone ; le même dispositif où la souris est absent, sert de témoin.



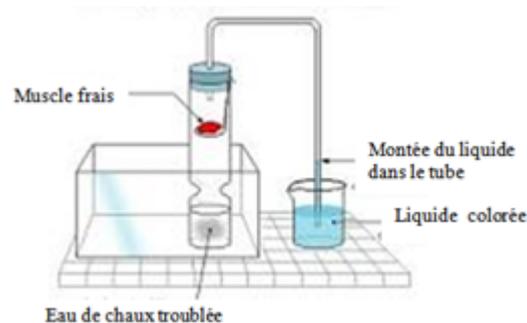
Résultats : dans le dispositif où la souris est présente, la teneur en O_2 diminue et l'eau de chaux se trouble montrant ainsi la présence de CO_2 dans l'enceinte

Interprétation : Pendant son séjour dans l'enceinte la souris absorbe de l' O_2 et dégage du CO_2

Conclusion : La respiration d'un organisme animal se manifeste par l'absorption de O_2 et le dégagement de CO_2

-
- **Échange gazeux au niveau des cellules**

Expérience : Plaçons un fragment de muscle frais dans un tube à essai dont la partie inférieure est occupée par de l'eau de chaux et la partie supérieure est fermée par un bouchon traversé par un fin tube qui vient plonger dans de l'eau colorée d'un bécher.



Résultats : Après quelques minutes, on constate que l'eau de chaux se trouble : il y a donc eu dégagement de CO_2 ; l'eau colorée s'élève dans le tube, ce qui indique une dépression à l'intérieur du tube à essai par consommation d' O_2 .

Interprétation : Le fragment de muscle frais respire.

Conclusion : Au niveau des organes et des tissus, la respiration se manifeste également par absorption d'O₂ et dégagement de CO₂

Un organe étant constitué de cellules, les échanges gazeux respiratoires au niveau de l'organisme sont donc la somme des échanges qui se produisent au niveau des cellules de chaque organe : La respiration est fonction cellulaire.

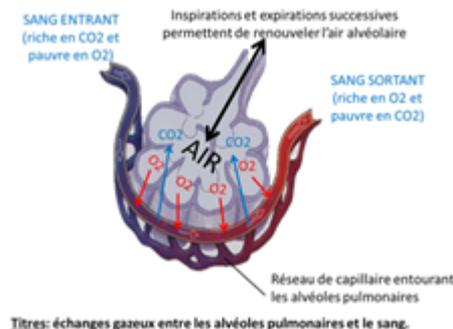
La cellule échange avec le milieu environnant de l'oxygène et du dioxyde de carbone :

- Soit directement si elle est en contact avec le milieu extérieur ; c'est le cas des organismes unicellulaires chez lesquels l'ensemble de la paroi de l'organisme peut participer aux échanges, ou encore des insectes chez lesquels l'air parvient directement aux organes par des conduits très ramifiés, les trachées

- Soit indirectement chez les animaux où le sang assure le transport de gaz respiratoires entre les cellules et un organe d'échange avec le milieu extérieur situé à la périphérie de l'organisme (branchie ou poumon)

- **Échange gazeux entre alvéole pulmonaire et sang**

Du sang riche en O₂ et pauvre en CO₂ sort des alvéoles pulmonaires et passe dans la circulation sanguine générale. Par contre du sang riche en CO₂ et pauvre en O₂ entre dans les alvéoles : De l'air inspiré riche en O₂ mais pauvre en CO₂ passe du poumon vers le sang pour être transporté vers les organes ; de l'air chargé de CO₂ et pauvre en O₂ venant des organes passe du sang vers le poumon pour être expiré : Inspirations et expirations successives permettent de renouveler l'air alvéolaire.



b- Mesure des échanges gazeux respiratoire

- Intensité respiratoire IR

On définit l'intensité respiratoire IR comme la quantité d'oxygène consommé ou le dioxyde de carbone libéré par unité de temps et par unité de masse de l'organisme en litre d'oxygène ou de dioxyde de carbone / heure/ kilogramme

$$IR = VO_2 \text{ absorbé (en l)/heure/kg}$$

Ou

$$IR = VCO_2 \text{ dégagé (en l)/heure/Kg}$$

Divers dispositifs permettent de la mesurer chez les êtres vivants. Comme c'est une mesure de volume gazeux, elle exige d'être réalisée à pression et à température constante.

- Calcul de l'intensité respiratoire

L'intensité respiratoire est calculée de la manière suivante :

$$\text{IR (en l/h/kg)} = \text{VO}_2 \times \frac{60}{x} \times \frac{1000}{y}$$

- x : durée de l'expérience en minutes
- y : masse de l'animal en gramme

L'intensité respiratoire présente des variations :

- Elle est plus grande chez les animaux à température constante
- Elle augmente quand la température externe baisse.
- Elle est d'autant plus grande que l'animal est plus petit est plus jeune
- Elle varie avec l'effort musculaire

- **Quotient respiratoire QR**

On définit le quotient respiratoire QR comme le rapport entre le volume de dioxyde de carbone dégagé et le volume d'oxygène absorbé pendant le même temps

$$\text{QR} = \frac{\text{Volume de CO}_2 \text{ dégagé}}{\text{Volume d'O}_2 \text{ absorbé}}$$

Le quotient respiratoire varie en fonction de la composition en glucides, lipides et protides des aliments consommé par l'animal. Pour une alimentation mixte, la valeur de QR est de 0,82.

2- La libération de l'énergie des nutriments

L'intensité respiratoire varie particulièrement en fonction de l'activité physique : la respiration est liée à la production d'énergie, c'est-à-dire elle correspond à la libération de l'énergie des nutriments dans l'organisme.

Des données expérimentales montrent les relations entre:

- Intensité respiratoire et quotient respiratoire
- nature des aliments
- quantité d'énergie dépensée par un organisme

a- Valeur énergétique des aliments

La combustion de matière organique produit de la chaleur. Cette chaleur représente l'énergie libérée par l'oxydation complète de molécules de matières organiques (glucides, lipides et protides).

Dans l'organisme, les mécanismes de l'oxydation sont très différentes d'une combustion, cependant l'énergie libérée est la même que celle qui apparaît dans les bilans d'oxydation complète. On peut retenir les valeurs moyennes suivantes ;

- 38 kJ pour 1 g de lipides
- 17 kJ pour 1 g de glucides
- 17 kJ pour 1 g de protides

b- Coefficient thermique de l'oxygène

Les bilans chimiques montrent une relation entre l'énergie libérée par l'oxydation d'un aliment et le volume d'oxygène consommé par celui-ci. On peut calculer, pour chaque catégorie de

nutriment organique, la quantité d'énergie libérée lors de la consommation d'un litre d'oxygène : c'est le « **coefficient thermique ou énergétique de l'oxygène** ». Pour une alimentation mixte, ce coefficient énergétique est de **20 kJ/litre** d'oxygène consommé.

c- Évaluation du métabolisme d'un animal

Le métabolisme étant l'ensemble de transformations chimiques et énergétiques qui s'accomplissent dans les cellules d'un organisme. On désigne par le même terme : **métabolisme** la quantité globale d'énergie mise en jeu par ces transformations ou dépense énergétique par l'organisme pendant un temps déterminé

On appelle **métabolites** les nutriments organiques (lipides : acide gras et glycérol, protides : acides aminés et glucides : oses) qui interviennent dans le métabolisme cellulaire.

Ainsi, connaissant la consommation d'oxygène et le quotient respiratoire, il est possible de déterminer la quantité d'énergie libérée par les phénomènes respiratoires ; elle correspond à l'ensemble des dépenses énergétiques de l'organisme considéré.

Dépense énergétique = Métabolisme d'un animal = volume d'oxygène absorbé x coefficient énergétique de l'oxygène

d- Mécanisme biochimique de la libération d'énergie

Si l'oxydation des métabolites dans l'organisme était une combustion, l'oxygène absorbé se retrouverait dans le dioxyde de carbone rejeté ; or, il se trouve dans l'eau éliminée. En fait, la respiration est une oxydation, mais c'est une oxydation par déshydrogénation des métabolites. Cette réaction, catalysée par des enzymes cellulaires, les **déshydrogénases**, produit des protons et des électrons qui alimentent une chaîne d'oxydo-réduction au cours de laquelle l'énergie libérée se trouve investie dans des molécules d'ATP.

Au bout de la chaîne, l'accepteur final des électrons est tout simplement l'oxygène absorbé : les ions O^{2-} ainsi produits se combinent aux protons pour donner de l'eau, premier déchet de la respiration.

Parallèlement, des **décarboxylases** arrachent au substrat carbone et oxygène pour produire du dioxyde de carbone, deuxième déchet de la respiration.

