

2ème PARTIE – Exercice 2 (spécialité). 5 points.

À partir des informations extraites des documents et des connaissances, expliquer comment la fleur de chou puant peut traverser la couche de neige et être ainsi visible.

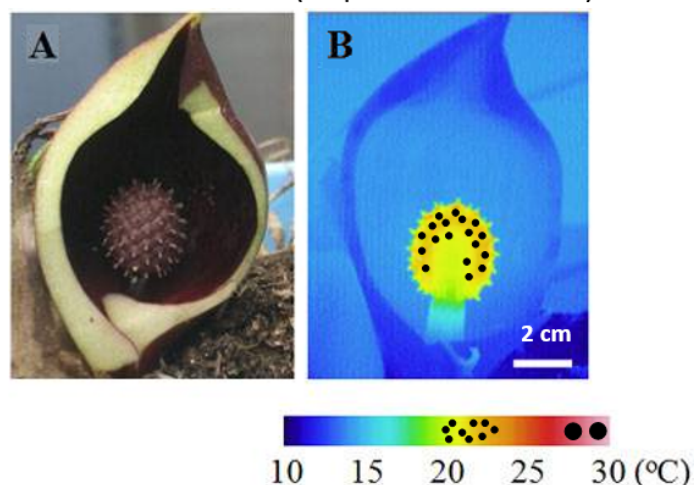
Document 1a : le symplocarpe fétide, une plante singulière



Le symplocarpe fétide ou chou puant est une plante sauvage de la famille des aracées dont la fleur apparaît dès la fin de l'hiver au Canada dans des bois encore enneigés.

La fleur est constituée d'une spathe qui protège un spadice (ou inflorescence = ensemble de minuscules fleurs). Le spadice (qui est la partie reproductrice), parvenu à maturité, forme alors une masse rouge-violet à l'odeur nauséabonde.

Document 1b : température de la spathe et du spadice
(Température extérieure -15°C)



A : spathe coupée avec au centre l'inflorescence ou spadice visible.

B : image thermique de l'échantillon A, produite par une caméra thermique.

D'après le site fleursduquebec.com et le dossier Pour la Science octobre-décembre 2012

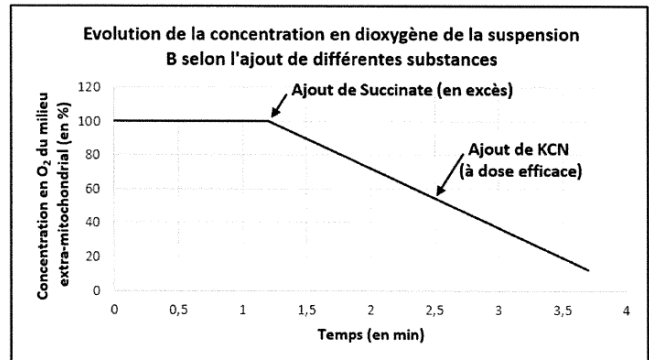
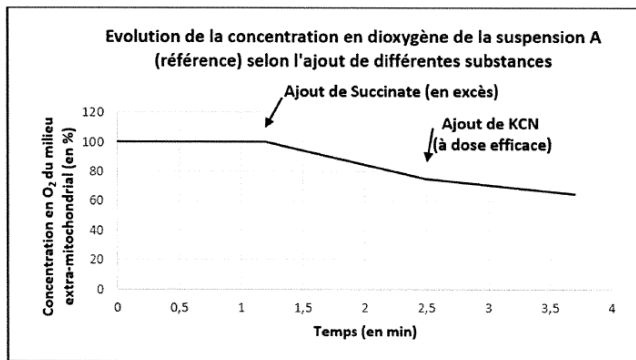
Document 2 : évolution de la concentration en dioxygène de suspensions de mitochondries

On suit l'évolution de la concentration en dioxygène de deux suspensions de mitochondries initialement dépourvues de substrat respiratoire.

- La suspension A est issue de cellules de la spathe
- La suspension B est issue de cellules du spadice

On teste sur ces suspensions les effets d'un ajout successif de différentes substances :

- du succinate, molécule organique dont l'oxydation au cours du cycle de Krebs est couplée à la production de composés réduits ($R'H_2$).
- du cyanure de potassium (KCN), molécule capable d'inhiber l'activité de l'enzyme cytochrome c oxydase de la chaîne mitochondriale.

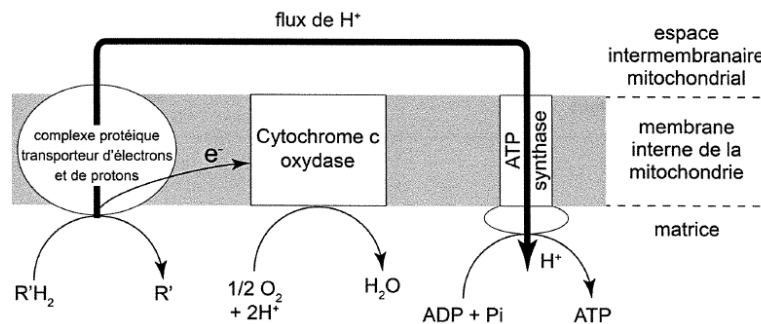


D'après le site SVT de JJ Auclair

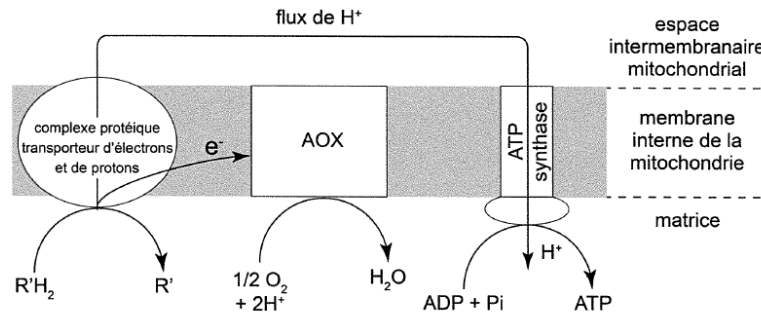
Document 3 : deux chaînes respiratoires chez les plantes

La cytochrome c oxydase et l'oxydase alternative (AOX) sont des accepteurs d'électrons de chaînes respiratoires intervenant dans la réduction du dioxygène en molécule d'eau.

Chaîne respiratoire à Cytochrome c oxydase



Chaîne respiratoire à oxydase alternative (AOX)



L'épaisseur de la flèche traduit l'intensité du flux de protons (H⁺)

Document 4 : couplage énergétique de deux chaînes respiratoires différentes

Type de chaîne respiratoire	Production d'énergie sous forme d'ATP	Production d'énergie sous forme de chaleur
Chaîne respiratoire avec la protéine « cytochrome c oxydase » exprimée	+++++	faible
Chaîne respiratoire avec protéine « AOX = oxydase alternative » exprimée	+	forte

Le nombre de + est proportionnel à la quantité d'ATP produite.

2ème PARTIE – Exercice 2 (spécialité). 5 points. Energie et cellule vivante

On veut expliquer comment le chou puant peut traverser la couche de neige et apparaître à l'air libre.

Document 1.

- Il nous présente le symplocarpe fétide ou chou puant, qui est une plante dont la floraison se produit à la fin de l'hiver au Canada alors que la couche de neige est encore présente.
- Sa partie reproductrice, parvenue à maturité, forme une masse rouge-violet à l'odeur nauséabonde.
- Elle est constituée d'une spathe (ou bractée foliaire) qui protège un spadice dont la température atteint une vingtaine de degrés (alors que la spathe est aux alentours de 10 à 15°C et probablement moins pour l'environnement vu qu'il reste de la neige).

Document 2.

- Il montre l'évolution de la $[O_2]$ de deux suspensions de mitochondries initialement dépourvues de substrat respiratoire (suspension A issue de cellules de la spathe ; suspension B issue de cellules du spadice).
- On teste sur ces suspensions les effets d'un ajout successif de différentes substances (succinate (= substrat respiratoire), molécule organique dont l'oxydation au cours du cycle de Krebs est couplée à la production de composés réduits $R'H_2$ et cyanure de potassium (KCN), molécule capable d'inhiber l'enzyme cytochrome c oxydase de la chaîne respiratoire mitochondriale).
- Pour la suspension A (cellules de la spathe, référence). Avant ajout de substrat, $[O_2]$ stable. Pas de consommation d' O_2 , pas de métabolisme. Après ajout de succinate, baisse de la $[O_2]$ (valeur). Consommation d' O_2 par les mitochondries qui est couplée à l'oxydation du succinate et à la production de $R'H_2$ dans le cycle de Krebs. Ajout de KCN (= chaîne respiratoire inhibée) : baisse moins rapide de la $[O_2]$. Il y a une inhibition certaine de la chaîne respiratoire (qui est couplée à la réalisation du cycle de Krebs).
- Pour la suspension B (cellules du spadice), toujours aucun métabolisme sans substrat. Ajout de succinate, baisse de la $[O_2]$ (supérieure au témoin). Cycle de Krebs qui se déroule (oxydation du succinate, réduction des R' en $R'H_2$, couplé à une consommation d' O_2 dans la chaîne respiratoire). Ajout de KCN : pas de modification de la consommation d' O_2 . Chaîne respiratoire non inhibée. Il semble que le fonctionnement des chaînes respiratoires soit différent entre les cellules de la spathe et du spadice.

Document 3.

- On étudie deux chaînes respiratoires chez les plantes.
- La cytochrome c oxydase et l'oxydase alternative (AOX) sont des accepteurs d'électrons de chaînes respiratoires intervenant dans la réduction du dioxygène en molécule d'eau.
- La chaîne à cytochrome c oxydase présente un fort flux de protons, couplée à une forte synthèse d'ATP par l'ATP synthase.
- La chaîne à oxydase alternative (AOX) présente un faible flux de protons, couplée à une faible synthèse d'ATP par l'ATP synthase.
- Hormis le flux de protons, tous les mécanismes sont communs.
- Il existe donc deux chaînes respiratoires chez les plantes : visiblement la spathe et le spadice n'ont pas la même.

Document 4.

- Il présente le couplage énergétique des deux chaînes respiratoires.
- Il confirme la forte production d'ATP avec la cytochrome c oxydase, et la faible avec l'AOX.
- Il montre que la production de chaleur est faible avec cytochrome c oxydase et forte avec AOX.
- Donc, les mitochondries de la spathe c'est la chaîne respiratoire à cytochrome c oxydase qui se réalise.
- Dans les mitochondries du spadice, c'est la chaîne respiratoire à AOX qui se réalise.

Connaissances.

- Rôle de la mitochondrie dans la respiration cellulaire.
- Le cycle de Krebs qui suit la glycolyse a lieu dans la matrice mitochondriale et permet l'oxydation de la matière organique par le cycle de Krebs (ici le succinate tel que présenté) couplée à la réduction de R' en $R'H_2$.
- La chaîne respiratoire localisée dans les crêtes mitochondriales permet la réoxydation des $R'H_2$ en R' ainsi que la réduction de O_2 en eau.
- Ces réactions s'accompagnent de la production d'ATP (la chaîne respiratoire en produit une grande quantité).

Conclusion.

Le symplocarpe fétide ou chou puant, est une plante qui fleurit alors que la couche neigeuse est encore présente. Pour la faire fondre, elle doit produire de la chaleur. C'est le spadice qui produit de la chaleur. Cela s'explique par les réactions de la respiration mitochondriale. Le cycle de Krebs permet l'oxydation du succinate et la réduction des R' en $R'H_2$. L'oxydation des $R'H_2$ est couplée à la réduction de O_2 en H_2O au sein de la chaîne respiratoire qui a lieu dans les crêtes mitochondriales. Dans le spadice, c'est la chaîne respiratoire avec AOX qui se réalise (contrairement à la spathe), produisant peu d'ATP mais beaucoup de chaleur (énergie thermique) : cela permet de faire fondre la neige et de faire apparaître la fleur.