

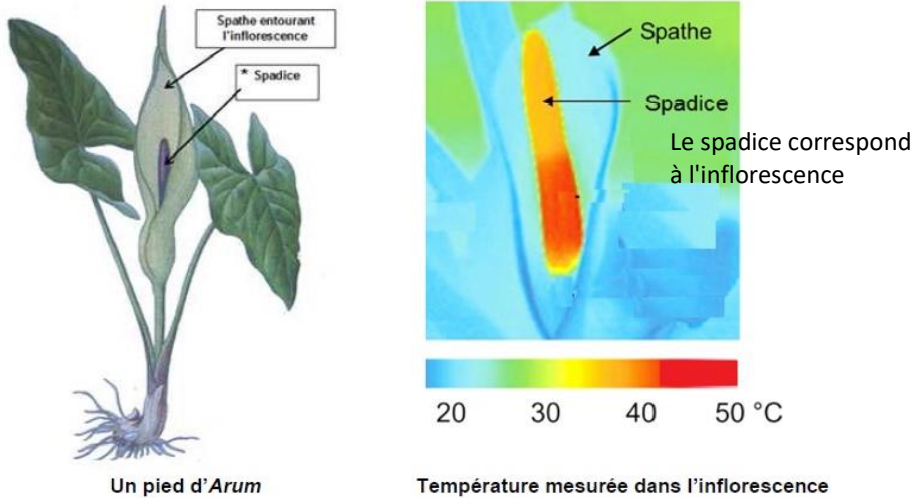
2ème PARTIE - Exercice 2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances (Enseignement de spécialité). 5 points.

ÉNERGIE ET CELLULE VIVANTE

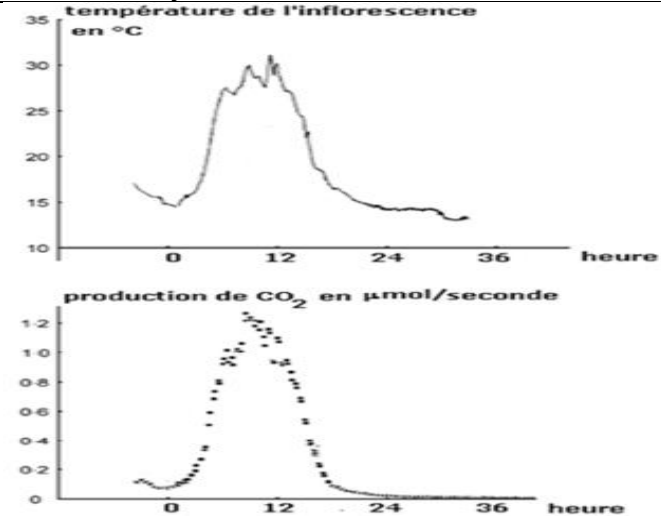
L'inflorescence d'arum présente une particularité remarquable. Lorsque les fleurs mâles produisent du pollen, une brutale élévation de température se produit dans l'inflorescence provoquant l'émission de substances volatiles qui attirent les insectes pollinisateurs.

À partir des informations extraites des documents et de vos connaissances, identifier et décrire le mécanisme expliquant la brutale production de chaleur chez l'arum.

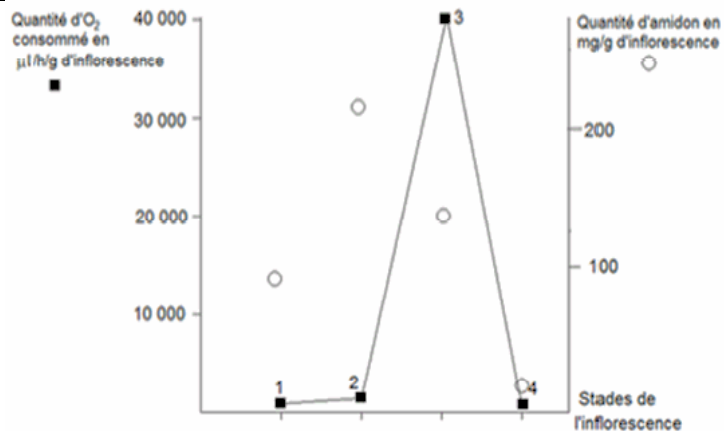
Document 1 : Température mesurée au niveau de l'inflorescence d'arum lors du brutal épisode de production de chaleur.



Document 2 : Mesure de la température et de la production de CO₂ dans l'inflorescence au cours de la journée

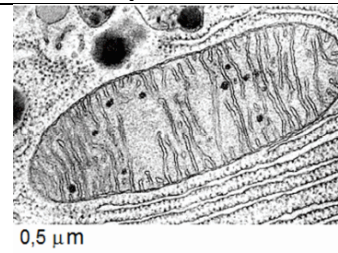


Document 3 : Mesures de la quantité de dioxygène consommé et de la quantité de réserves d'amidon dans l'inflorescence à différents stades



Stades de l'inflorescence
 1 : plusieurs jours avant la production de chaleur
 2 : juste avant la production de chaleur
 3 : au moment de la production de chaleur
 4 : après la production de chaleur

Document 4 : Mesure de la quantité de l'organe photographié ci-dessous dans le spadice.



Abondance relative de l'organe photographié ci-dessus

Nb: il faut reconnaître cet organe!

	Plusieurs jours avant la production de chaleur	Juste avant la production de chaleur	Au moment de la production de chaleur	Après la production de chaleur
Abondance relative de l'organe photographié ci-dessus	+	++++	++++	+

Corrigé Energie et cellule vivante

L'arum est une plante dont les fleurs mâles produisent du pollen. Lors de la reproduction, la plante émet des substances qui attirent les insectes pollinisateurs. Cette émission de substance est liée à une forte production de chaleur.

On recherche le mécanisme à l'origine de cette production de chaleur responsable de l'émission des substances volatiles.

(On peut émettre trois hypothèses: la production de chaleur est liée à une forte activité photosynthétique, ou à une forte activité respiratoire ou encore à une activité fermentaire qui sont trois types de métabolismes qui produisent de l'énergie. On peut penser qu'une partie de cette énergie est libérée sous forme de chaleur. Les documents vont nous permettre d'apporter des réponses.)

Document 1: On mesure ici la température de l'inflorescence de l'arum lors d'un brutal épisode de production de chaleur.

La température du spadice (inflorescence de l'arum) est relevée. On note que la température atteint une valeur élevée de l'ordre de 40 à 50°C et en particulier dans la partie inférieure du spadice. Dans les autres organes de la plante (par exemple le spathe), la température est nettement plus faible, 20°C en moyenne.

⇒ On en déduit que seuls les organes reproducteurs (le spadice) de la plante présentent une telle élévation de la température. Une telle élévation de la température montre une forte production d'énergie dégagée sous forme de chaleur.

On cherche maintenant à établir le métabolisme à l'origine de ce dégagement de chaleur en effectuant un certain nombre de mesures au niveau de la plante.

Document 2: On mesure la température et la production de CO₂ dans l'inflorescence au cours de la journée.

On observe qu'entre 10 et 15h, au milieu de la journée, la température du spadice est élevée et atteint 30°C environ alors que le matin, le soir ou la nuit la température est de l'ordre de 15°C.

On observe d'autre part que cette élévation de température se déroule de façon synchrone avec une élévation de la production de CO₂ qui atteint un pic de 12 μmol/s vers 11-12h alors que la production de CO₂, en dehors de ces périodes, est de l'ordre de 0 à 0,2 μmol/s.

⇒ On en déduit que ces deux phénomènes sont liés. La production de CO₂ nous informe qu'il s'agirait d'un métabolisme de type respiratoire ou fermentaire.

Il s'agit d'expliquer ensuite pourquoi la production de CO₂ et l'élévation de température sont liées.

Document 3: On mesure les quantités de O₂ consommé ainsi que les quantités de réserves d'amidon dans l'inflorescence avant, pendant et après la production de chaleur.

*Plusieurs jours avant la production de chaleur, on observe que les quantités d'amidon augmentent au niveau de l'inflorescence passant ainsi de 100 à 200 mg/g (doublement des réserves d'amidon):

⇒ On en déduit que l'inflorescence synthétise de l'amidon à partir de glucose. (On sait en effet que l'amidon est un polymère du glucose). Ce dernier est synthétisé au cours de la photosynthèse. Les produits de la photosynthèse permettent donc de synthétiser de l'amidon, molécule de réserve.

*Dans le même temps la quantité de O₂ consommé augmente mais très faiblement (de l'ordre de 1000 à 2000 μL/h/g (étapes 1 et 2) comparé à la consommation en O₂ pendant l'étape suivante:

⇒ Cette consommation de O₂ indique que les cellules de l'inflorescence effectuent la respiration.

*Par contre, au moment de la production de chaleur (étape 3), la quantité de O₂ consommé augmente rapidement pour atteindre 40 000 μL/h/g et on observe une baisse des réserves d'amidon dans le même temps puisque les quantités d'amidon au moment du pic de production de chaleur sont d'environ 130 mg/g. Après l'épisode de production de chaleur, les réserves d'amidon sont très faibles et la consommation de O₂ revient à sa valeur initiale (comme dans l'étape 1).

⇒ On en déduit qu'une forte consommation de O₂ indique une activité respiratoire intense. D'autre part, la respiration cellulaire nécessite une consommation de molécule organique, ici le glucose. Ce sont les réserves d'amidon de l'inflorescence qui vont servir à fournir le glucose, molécule oxydée au cours de la respiration.

Document 4: On mesure la quantité d'un organite dans le spadice de l'arum.

L'organite photographié, d'une longueur de l'ordre de 2 μm est une mitochondrie: on observe une double membrane qui délimite l'organite et dont la membrane interne forme des crêtes mitochondriales. L'intérieur de la mitochondrie est appelé matrice (*ou sinon faire un schéma légendé*). Les mitochondries sont les organites de la respiration cellulaire.

Or, on observe que plusieurs jours avant la production de chaleur et après la production de chaleur (étapes 1 et 4 du document précédent), l'abondance des mitochondries est quatre fois plus faible que juste avant la production de chaleur et pendant la production de chaleur. De plus, on peut noter grâce au doc.3, que l'augmentation du nombre de mitochondrie est synchrone d'une augmentation de la consommation de O₂, pendant le pic de chaleur.

⇒ On peut en déduire que les mitochondries participent à la production de chaleur et la plus forte abondance de mitochondries permet d'augmenter l'intensité de la respiration.

Synthèse: La brutale élévation de la température de l'inflorescence de l'arum est à mettre en relation avec une forte production de chaleur (doc.1). Cette énergie perdue sous forme de chaleur provient d'une augmentation de l'activité respiratoire. Plusieurs arguments permettent de le montrer:

- augmentation du nombre de mitochondries dans les cellules de l'inflorescence (le spadice), organite où siège l'activité respiratoire (doc.4).
- augmentation de la consommation en dioxygène et diminution des réserves d'amidon qui libère par hydrolyse du glucose. Le glucose est oxydé en présence de dioxygène.(doc.3)
- augmentation de la production de dioxyde de carbone pendant la production de chaleur (doc.2).

On retrouve donc les principaux éléments de la respiration cellulaire: oxydation de glucose par le dioxygène avec production de dioxyde de carbone dont l'équation bilan est $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$
Une partie de l'énergie issue de la respiration est responsable d'une forte production de chaleur qui sera à l'origine de la libération de substances volatiles qui attirent les insectes, ce qui va favoriser la pollinisation.

Pour aller plus loin:

Une partie de la respiration se déroule dans la mitochondrie (cycle de Krebs et chaîne respiratoire). L'oxydation d'une mole de glucose permettra la synthèse d'ATP (énergie chimique potentielle du glucose convertie en énergie chimique de l'ATP). Toutefois, la respiration présente un rendement de l'ordre de 40%, autrement dit une partie de l'énergie chimique potentielle du glucose n'est pas convertie en énergie chimique de l'ATP. Ainsi, une importante oxydation de glucose va générer une forte production d'énergie perdue sous forme de chaleur.

