

L'adaptation à l'aridité des plantes à métabolisme CAM (Métabolisme Acide Crassuléen).

Dans les déserts chauds, la sécheresse du sol et de l'air en pleine journée est extrêmement élevée de sorte que peu de plantes peuvent y survivre.

Il existe cependant une catégorie de plantes adaptées à ces milieux particuliers : les plantes grasses qui ont développé un métabolisme qualifié de CAM (Crassulacean Acid Metabolism) qui diffère quelque peu du métabolisme qualifié de C3 des autres plantes chlorophylliennes.

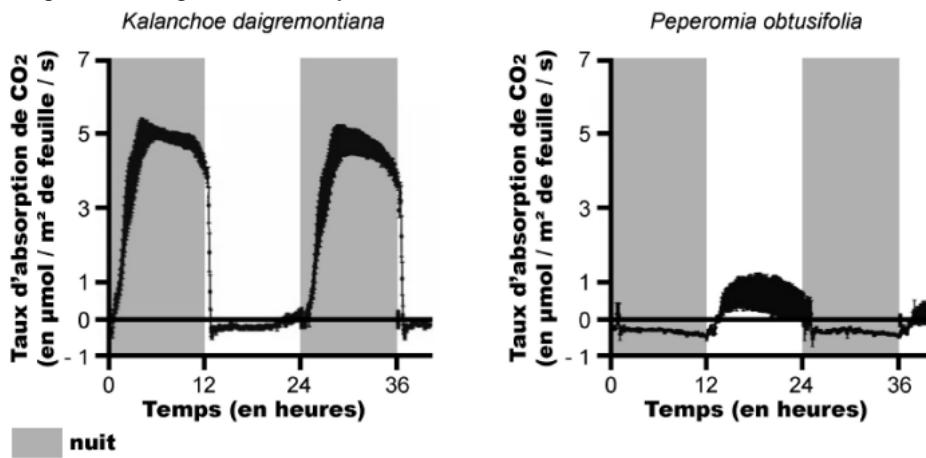
Ce métabolisme leur permet de limiter leur dessèchement face aux contraintes journalières extrêmes.

A partir de l'exploitation des documents mis en relation avec les connaissances, expliquer comment les particularités du métabolisme des plantes CAM leur permettent de résister à l'aridité de leur milieu de vie.

Document 1 : taux d'absorption nette de dioxyde de carbone (CO₂) mesuré sur des feuilles de deux espèces

Pour chaque espèce, une feuille est placée pendant 36h dans une enceinte de façon à pouvoir mesurer en continu le taux d'absorption du CO₂. Deux espèces sont utilisées :

- une espèce CAM : *Kalanchoe daigremontiana*
- une espèce C3 : *Peperomia obtusifolia*

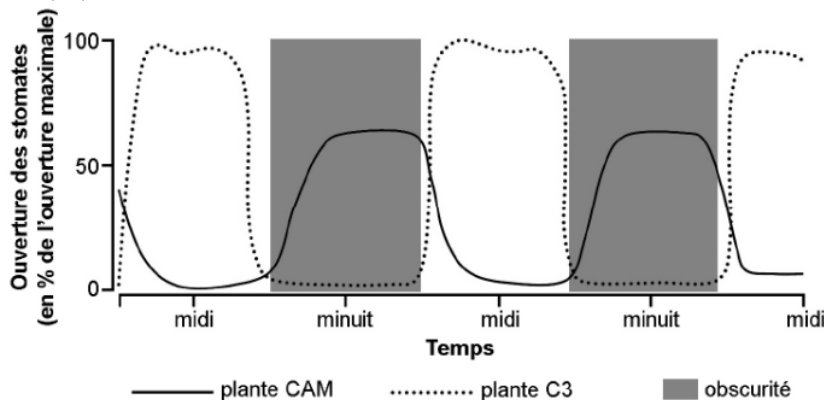


D'après Maxwell et al., 1999, Plant Physiology, Vol. 121

Document 2 : degré d'ouverture des stomates selon l'heure de la journée

Un stomate est une structure présente dans l'épiderme des organes aériens des végétaux (feuilles), constituée de deux cellules stomatiques entourant un orifice appelé ostiole. Il permet grâce à l'ouverture de son ostiole les échanges gazeux entre la plante et l'air ambiant. Lorsque l'ostiole est fermée, les échanges gazeux cessent. Les gaz échangés sont les suivants :

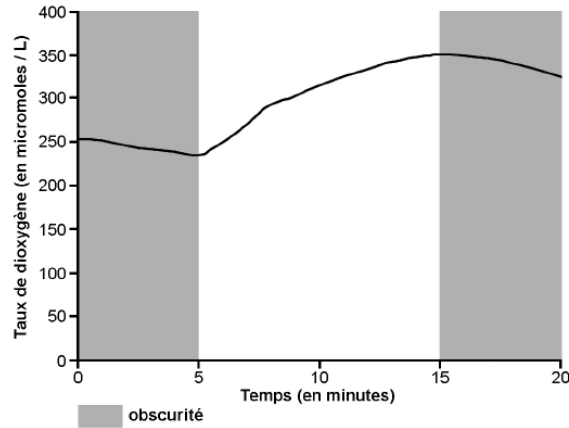
- vapeur d'eau (H₂O),
- dioxyde de carbone (CO₂),
- dioxygène (O₂).



D'après le site <http://biologie.univ-mrs.fr>

Document 3 : dégagement de dioxygène chez une plante CAM en fonction de la luminosité

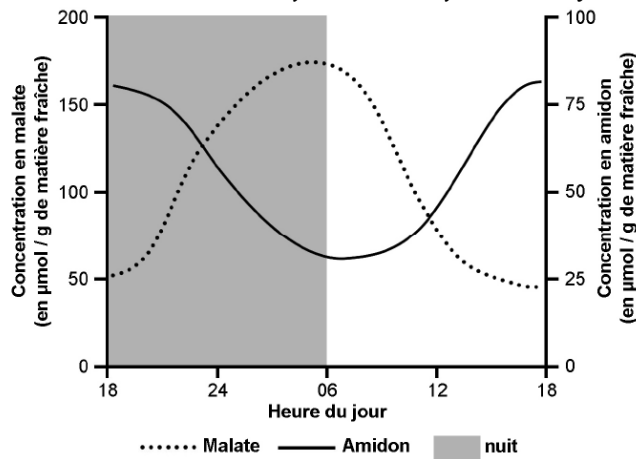
On mesure les variations du taux de dioxygène dans une enceinte dans laquelle sont placées des fragments de cactus (plante CAM).



D'après le site <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/>

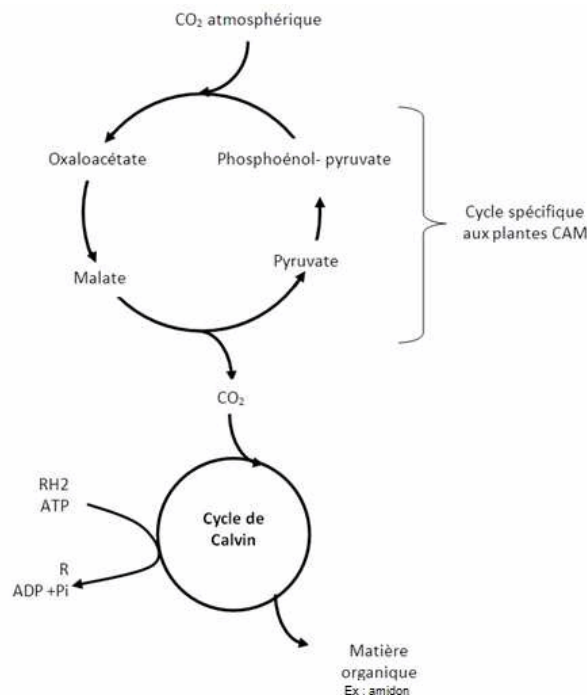
Document 4 : évolution de la teneur en malate et en amidon dans des feuilles de plante à métabolisme CAM

Le malate est une molécule qui intervient dans le métabolisme des plantes CAM. Les taux de malate et d'amidon sont évalués à partir de feuilles de *Mesembryanthemum crystallinum* ayant un métabolisme CAM.



D'après Botanique, Traité fondamental, U. Lüttge

Document 5 : réactions métaboliques simplifiées spécifiques des plantes CAM



Correction. Sujet d'après Pondichéry 2015.

On veut montrer comment des plantes qui ont un métabolisme photosynthétique particulier, dit CAM, peuvent survivre dans un environnement sec et chaud.

Doc1. Mesure du taux d'absorption du CO₂ chez une plante C3 (témoin) et CAM.

- Plante C3. Pas d'absorption du CO₂ la nuit (mais un rejet léger), mais absorption le jour (maximum de 1 μmol/m² environ).
- Plante CAM : pas d'absorption de CO₂ le jour (petit rejet), mais absorption la nuit (maximum de 5 μmol/m² de feuille) (valeurs difficilement comparables puisque ce ne sont pas les mêmes végétaux).
- (Pour les deux cas de figure, les rejets de CO₂ sont interprétables par la respiration).

Doc2. Degré d'ouverture des stomates dans la journée (structures permettant ou non les échanges gazeux en H₂O, CO₂ et O₂ suivant leur degré d'ouverture).

- Plante C3 : stomates ouverts le jour et fermés la nuit.
- Plantes CAM : stomates ouverts la nuit et non le jour. *Au moins une valeur attendue.*

Mise en relation documents 1 et 2 : l'ouverture diurne des stomates permet l'entrée du CO₂ (dans la feuille) le jour pour les plantes C3. L'ouverture nocturne des stomates permet l'entrée du CO₂ (dans la feuille) la nuit pour les plantes CAM. Cela leur permet d'économiser l'eau (qui s'évaporerait très rapidement le jour sous l'effet des fortes températures).

Doc3. Dégagement d'O₂ chez une plante CAM suivant la luminosité.

- Baisse légère du taux d'O₂ à l'obscurité dans l'enceinte = pas de production d'O₂ (respiration).
- Hausse de taux d'O₂ à la lumière dans l'enceinte = production d'O₂. *Au moins une valeur attendue.*

Connaissances : à relier à la phase photochimique de la photosynthèse (production d'O₂, besoin d'énergie lumineuse).

Doc4. Mesure de la teneur en malate et en amidon dans les feuilles de plantes CAM.

- Accumulation de malate la nuit = le malate est produit.
- Baisse du stock de malate le jour = le malate est consommé.
- Baisse du stock d'amidon la nuit = l'amidon est consommé.
- Accumulation d'amidon le jour = l'amidon est produit. *Au moins une valeur attendue.*

Il semble y avoir une relation inverse entre les deux paramètres.

Doc5.

- Il existe, en plus de la phase chimique de la photosynthèse (cycle de Calvin), un cycle supplémentaire chez les plantes CAM, produisant du malate (= stockage temporaire de CO₂).

Mise en relation documents 4 et 5 : le malate est produit la nuit à partir du CO₂ et est utilisé le jour pour faire fonctionner le cycle de Calvin (nécessité de CO₂) alors que les stomates sont fermés (document 2).

Connaissances :

- Phase photochimique de la photosynthèse : besoin d'énergie lumineuse (captée par pigments photosynthétiques) pour que du RH₂ et de l'ATP soient produits (conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique). Production d'O₂ lors de cette phase (thylakoïdes des chloroplastes).
- Phase chimique : permet l'incorporation du CO₂ dans les molécules organiques, puis sa réduction (stroma du chloroplaste). Nécessite l'ATP et le RH₂ produits lors de la phase photochimique.

Réponse à la problématique.

Les plantes CAM vivent dans des milieux arides et chauds : elles doivent s'adapter pour conserver l'eau si rare dans ces conditions. De ce fait, les stomates (portes d'échanges entre le milieu intérieur et le milieu extérieur) doivent être fermés le jour et ouverts la nuit. Cela limite les échanges gazeux en H₂O, mais également en CO₂. Or, ce dernier gaz est nécessaire lors de la photosynthèse. De ce fait, la phase photochimique a bien lieu le jour, mais la phase chimique ne peut se dérouler directement puisque le CO₂ ne peut entrer au sein des feuilles. Il existe alors un cycle intermédiaire, basé sur la molécule de malate : le CO₂ est stocké transitoirement la nuit dans cette molécule, avant d'être libéré pour que le cycle de Calvin (phase chimique) puisse avoir lieu le jour.

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des documents et issus des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	4
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	3
	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
Aucune démarche ou démarche incohérente	Insuffisant dans les deux domaines.	1
	Rien	0