

# NUTRITION VÉGÉTALE



## 1. DE QUOI SE COMPOSENT LES VÉGÉTAUX?

☞ *fiche VI : analyse de la composition d'un végétal*

Si l'on chauffe un fragment de végétal, il se produit d'abord un dégagement de vapeur d'eau: l'organe se **déshydrate**.

Si l'on continue à chauffer, on assiste à une **carbonisation**. Pendant cette 2<sup>e</sup> étape, les matières organiques, faites de carbone, hydrogène, oxygène et azote, se décomposent partiellement et deviennent du charbon.

Si l'opération est poursuivie jusqu'à son terme, le charbon brûle à son tour et l'on obtient un résidu de cendres purement minérales.

La matière vivante est donc formée de :

- eau
- **matières organiques**
- **sels minéraux**

Le problème posé est le suivant : d'où proviennent ces différents éléments ?

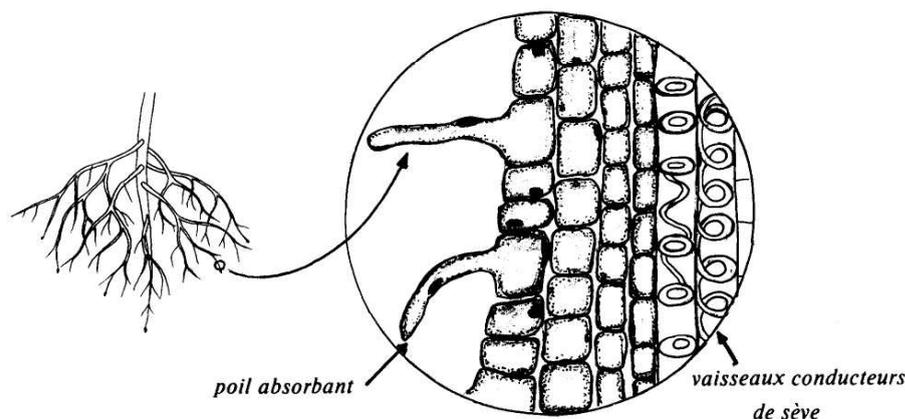
## 2. D'OÙ PROVIENNENT L'EAU ET LES SELS MINÉRAUX?

☞ *Fiche V2: évolution d'un modèle scientifique: la nutrition végétale*

Un long chemin scientifique, jalonné de nombreuses expériences, a permis d'aboutir à cette réalité.

**Les plantes puisent dans le sol l'eau et les sels minéraux indispensables à leur croissance: c'est la NUTRITION MINÉRALE**

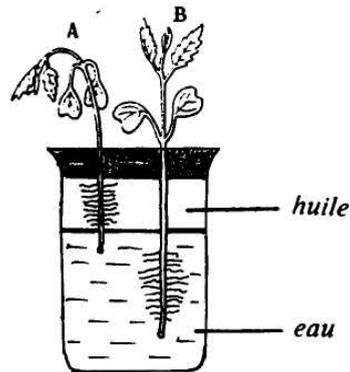
Cette absorption s'effectue par les racine au niveau des poils absorbants



## A. Comment la plante puise-t-elle les matières minérales ?

- l'eau

L'expérience illustrée ici a permis de montrer à quel niveau l'eau pénètre dans les racines.



Une racine aspire l'eau dans laquelle elle est plongée. Cet effet de pompage est dû à la forte concentration de sels minéraux présents dans les cellules de la racine : l'eau du sol pénètre dans ces cellules pour diluer ce milieu très concentré. Ce mécanisme complexe est appelé osmose.

Osmose = passage d'eau d'un milieu dilué vers un milieu concentré à travers une membrane cellulaire.

☞ *fiche V3: plasmolyse et turgescence: le phénomène de l'osmose*

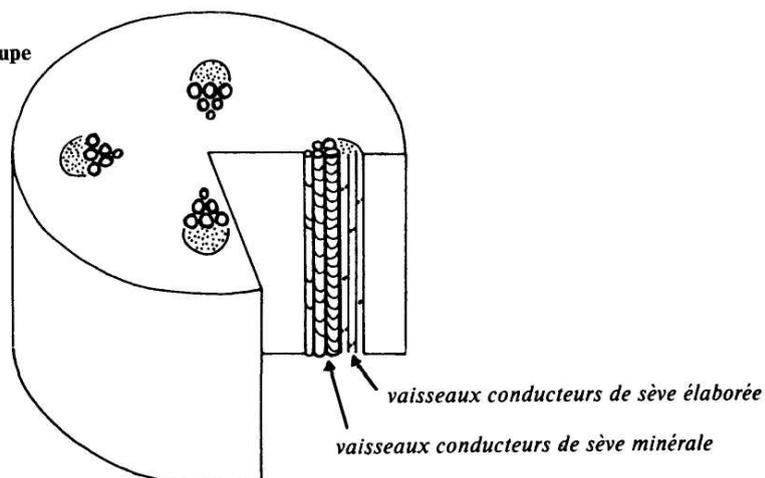
- Les **sels minéraux** pénètrent dans les poils absorbants grâce à un transport actif qui nécessite de l'énergie : ils sont absorbés par les cellules, même si leur concentration intérieure est supérieure à leur concentration hors de la racine.

L'eau et les sels minéraux pompés au niveau des poils absorbants constituent la sève **minérale**.

## B. Comment circule la sève minérale?

Elle circule dans des tubes extrêmement fins appelés **vaisseaux conducteurs de sève**.

Schéma d'une coupe de jeune tige:



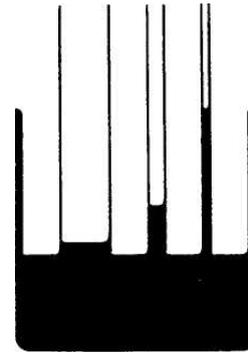
Plusieurs mécanismes permettent la montée de la sève minérale dans la plante :

- **la poussée radulaire**

L'eau entre passivement, par osmose, dans les poils absorbants. Pour l'entraîner plus loin, les cellules de l'intérieur de la racine dépensent de l'énergie. Elles fonctionnent comme des pompes aspirant l'eau et les sels minéraux jusque dans les vaisseaux conducteurs. Cette aspiration exerce une **poussée** qui fait monter la sève vers le haut.

- **la capillarité**

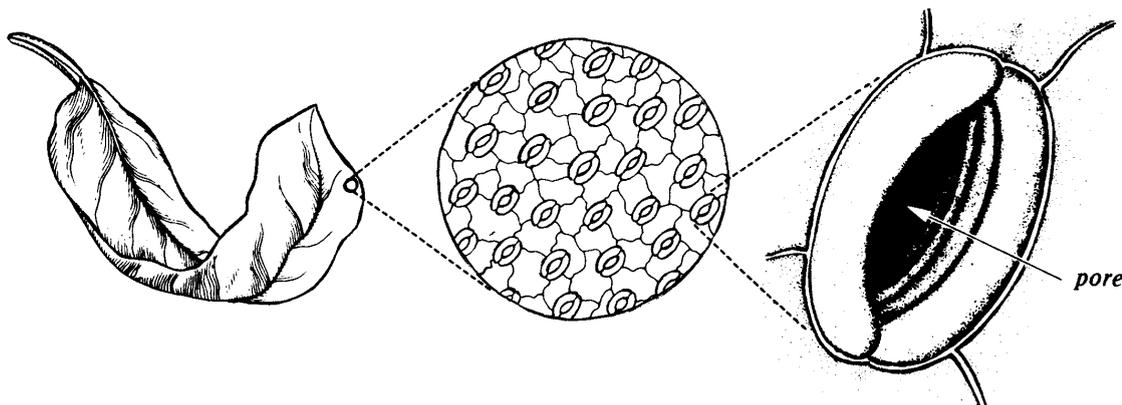
lorsque l'eau est en contact avec un tube de verre, elle monte le long des parois du tube. Plus le tube est étroit, plus l'eau monte haut. Ce phénomène se nomme **la capillarité**



Les vaisseaux conducteurs sont extrêmement fins et ce phénomène de capillarité aide la sève minérale à monter le long des parois des vaisseaux.

- **la transpiration**

Comme les animaux, la plante transpire. Elle perd de la vapeur d'eau au niveau des feuilles par des milliers de pores. Cette perte crée une aspiration de la sève minérale qui monte continuellement des racines et apporte ainsi à toute la plante l'eau et les sels minéraux indispensables. La transpiration est la cause principale de la montée de la sève



---

☞ *fiche V4: savez-vous imaginer le montage d'une expérience*

☞ *fiche V5 : mesure de la transpiration d'un rameau d'arbuste*

☆ *document VI*

### C. A quoi servent les matières minérales ?

**L'eau (H<sub>2</sub>O):** une partie de l'eau amenée dans les cellules de la plante intervient dans les réactions chimiques du contenu cellulaire. L'eau assure aussi la rigidité de la plante (turgescence).

**L'azote (N):** élément essentiel pour la construction des protéines:

**Le phosphore (P) :** entre dans la composition des molécules organiques chargées de stocker l'énergie.

**Le potassium (K) :** favorise la photosynthèse - améliore la résistance à la sécheresse, au froid et aux maladies.

**Le calcium (Ca) :** intervient dans la structure de la paroi cellulosique.

**Le magnésium (Mg):** entre dans la composition de la molécule de chlorophylle.

Exemple : nécessité de la présence des éléments azote, phosphore, potassium pour la croissance du radis :



*NPK  
milieu complet*

*NPK  
sans potassium*

*NPK  
sans phosphore*

*NPK  
sans azote*

☞ *fiche V6: imaginer des traitements expérimentaux*

☆ *document V2*

Les engrais sont constitués de sels minéraux. Leur utilisation a permis une augmentation du rendement, mais elle doit être bien étudiée car elle peut être toxique pour les plantes.

☞ *fiche V7 : influence de la concentration en engrais sur le développement des plantes*

☆ *document V3*

### 3. D'OÙ PROVIENT LE CARBONE DES MATIÈRES ORGANIQUES?

- Problème posé :**
- les plantes sont essentiellement formées de matières organiques (carbonées), c'est-à-dire de glucides, lipides et protides. Comment peuvent-elles se développer à partir d'un milieu nutritif dépourvu de carbone ?
  - d'où provient cet élément et quel est son rôle pour la plante?

☞ *fiche V8: comparaison entre la composition chimique d'un plant de blé et celle d'un liquide nutritif*

☞ *fiche V9: d'où viennent les matières organiques?*

#### Les étapes de la nutrition carbonée

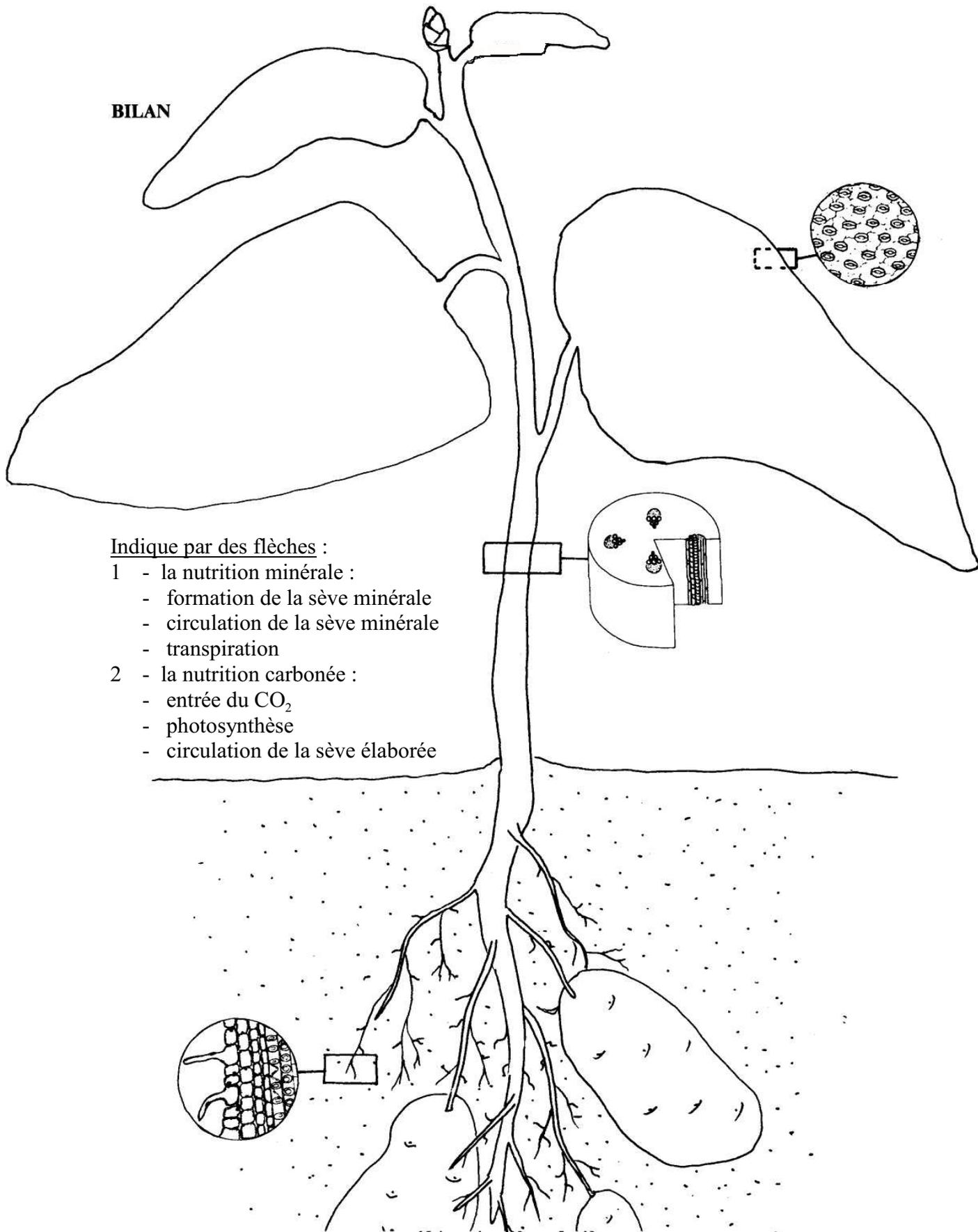
- **Le gaz carbonique** de l'air entre dans les pores des feuilles, fournissant ainsi à la plante le carbone dont elle a besoin.
- Dans les chloroplastes, grâce à **l'énergie lumineuse**, le gaz carbonique se combine à l'eau de la sève minérale pour former des sucres, premières **matières organiques fabriquées** (photosynthèse).
- D'autres matières organiques, dont l'amidon, seront ensuite fabriquées.
- Ces substances s'ajoutent à la sève minérale pour former la **sève élaborée**.
- La sève élaborée quitte les feuilles, circule dans des vaisseaux conducteurs situés dans la partie externe de la tige. Elle nourrit les organes en croissance (bourgeons, fleurs, fruits). Les matières nutritives en excédent peuvent être stockées dans les graines, les fruits ou les organes souterrains (pommes de terre, betterave, ...).
- Chaque cellule de la plante pourra, à l'aide des aliments contenus dans la sève élaborée, construire ses propres matériaux de construction et fabriquer l'énergie dont elle a besoin.

### 4. CONCLUSION

La nutrition végétale comprend :

- la **nutrition minérale** : prise d'eau et de sels minéraux dans le sol pour constituer la sève minérale
- et la **nutrition carbonée** : prise de gaz carbonique dans l'air et utilisation de la sève minérale pour constituer la sève élaborée (photosynthèse).

**BILAN**



Indique par des flèches :

- 1 - la nutrition minérale :
  - formation de la sève minérale
  - circulation de la sève minérale
  - transpiration
- 2 - la nutrition carbonée :
  - entrée du  $\text{CO}_2$
  - photosynthèse
  - circulation de la sève élaborée

**FICHE VI - ANALYSE DE LA COMPOSITION D'UN VÉGÉTAL**

**Calcination de feuilles de laitues en laboratoire**

**- Manipulations et observations**

- Pèse un creuset: \_\_\_\_\_
- Pèse 10 g de laitue fraîche - découpe-la en petits morceaux que tu déposeras dans un creuset à l'étuve à 200°.

Au bout de 45 minutes, que constates-tu? \_\_\_\_\_

Quel est alors le poids des feuilles ? \_\_\_\_\_

Complète la première partie du tableau ci-dessous.

- Brûle ensuite les feuilles desséchées directement à la flamme d'un bec Bunsen pendant 5 minutes.

Quel est le poids de ce qui reste dans le creuset? \_\_\_\_\_

Complète la deuxième partie du tableau ci-dessous.

	<b>laitue fraîche</b>	<b>① laitue déshydratée</b>		<b>② laitue calcinée</b>	
	Contient : matières organiques, eau, sels minéraux	qu'a-t-elle perdu?	que reste-t-il?	qu'a-t-elle perdu?	que reste-t-il?
<b>matières</b>					
<b>poids en g</b>	<b>10 g</b>				
<b>pourcentage</b>	<b>100%</b>				

**En conclusion**, la laitue analysée contenait:

EAU: \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_

SELS MINÉRAUX: \_\_\_\_\_ %

MATIÈRES ORGANIQUES: \_\_\_\_\_ %

## FICHE V2 - EVOLUTION D'UN MODÈLE SCIENTIFIQUE: LA NUTRITION VÉGÉTALE

De nombreuses explications scientifiques sont en fait des **modèles** explicatifs

### a. Un premier modèle explicatif :

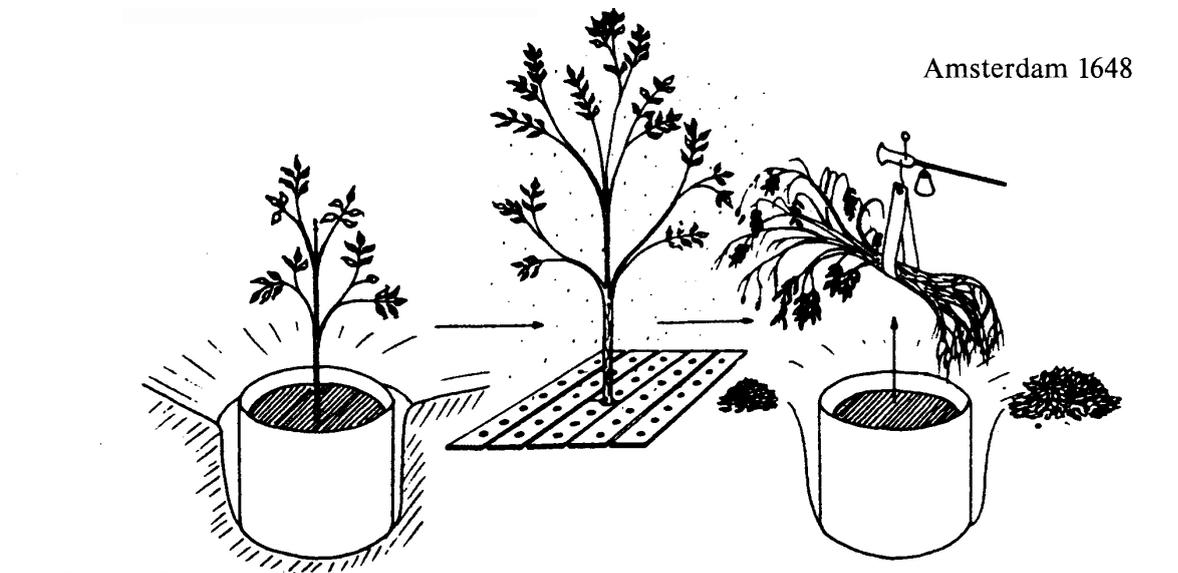
Pour Aristote, philosophe grec (384-322 avant J.-C), comme pour tout le monde savant de l'Antiquité et du Moyen Age, les plantes reçoivent du sol une nourriture organique toute prête : l'HUMUS.

Donc, **pour Aristote : nutrition végétale = prise d'humus**

### b. Un deuxième modèle explicatif se construit :

Ce n'est qu'au 17<sup>e</sup> siècle qu'un alchimiste belge, Van Helmont, réalisa l'expérience suivante:

«Je mis dans un vase d'argile 200 livres de terre végétale séchée au four et j'y plantai une tige de saule de 5 livres. Au bout de 5 ans, le saule pesait 169 livres et 3 onces. Le vase n'avait jamais été arrosé qu'avec de l'eau de pluie. Le vase était large et enfoui dans le sol et, afin de le mettre à l'abri de la poussière, je le recouvris de lames de fer percées d'un grand nombre de trous. Je n'ai pas pesé les feuilles tombées pendant les 4 automnes précédents. Enfin, je fis de nouveau dessécher la terre du vase et je lui trouvai le même poids que primitivement moins 2 onces. »



Sa conclusion :

«Donc, l'eau a suffi pour produire 164 livres de bois, écorce et racines.»

Donc, **pour Van Helmont : nutrition végétale = absorption d'eau**

- Questions :**
1. Pour Van Helmont, quels sont les rôles respectifs de la terre et de l'eau dans cette expérience?
  2. En quoi sa démarche peut-elle être considérée comme scientifique?
  3. Quelles questions aurais-tu posées à Van Helmont à propos de son expérience et de son modèle explicatif?

## ***FICHE V3 - PLASMOLYSE ET TURGESCECE: LE PHÉNOMÈNE DE L'OSMOSE***

**Matériel :**      microscope, lame et lamelle                      compte-goutte  
                         pince fine    solution de sel  
                         papier buvard    oignon rouge

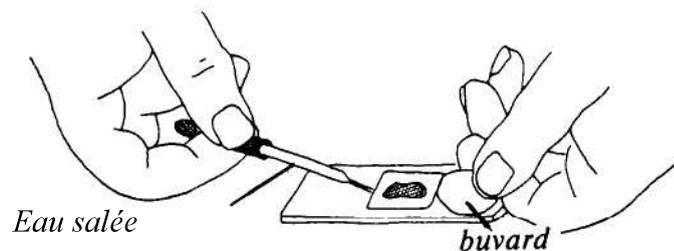
### **Manipulation et plan de travail :**

#### **a) Phénomène de turgescence**

- prélève un fragment d'épiderme externe d'oignon rouge et dépose-le dans une goutte d'eau sur une lame - recouvre d'une lamelle
- observe la préparation au microscope : choisis un groupe de 3 ou 4 cellules dont l'intérieur est bien coloré en rosé vif
- dessine ces cellules en marquant bien la limite entre la vacuole et le cytoplasme (cette limite est souvent plus visible dans les angles).

#### **b) Phénomène de plasmolyse**

- tout en observant la même préparation, change le milieu dans lequel baignent les cellules en faisant la manipulation suivante :



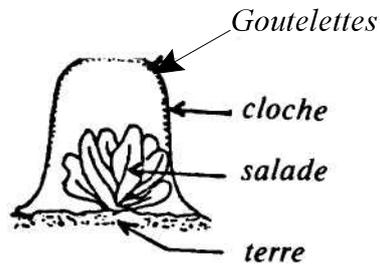
- comment les cellules réagissent-elles à ce traitement?
- dessine un groupe de ces cellules.



## ***FICHE V4 - SAVEZ-VOUS IMAGINER LE MONTAGE D'UNE EXPÉRIENCE?***

Dans un jardin potager, j'observe des salades que le jardinier a mises sous cloche de verre.

En m'approchant d'une des cloches, je vois qu'il y a des gouttelettes d'eau à l'intérieur



**Je me demande d'où peuvent venir ces gouttelettes d'eau.**

D'abord, je vérifie que les salades ne viennent pas d'être arrosées.

**Je fais alors 2 hypothèses :**

1. Je suppose que les gouttelettes viennent de la plante.
2. Je suppose que les gouttelettes viennent de la terre.

- **Imagine et décris** (avec dessins et légende) le montage d'une expérience simple permettant de vérifier :

1) la 1<sup>re</sup> hypothèse:

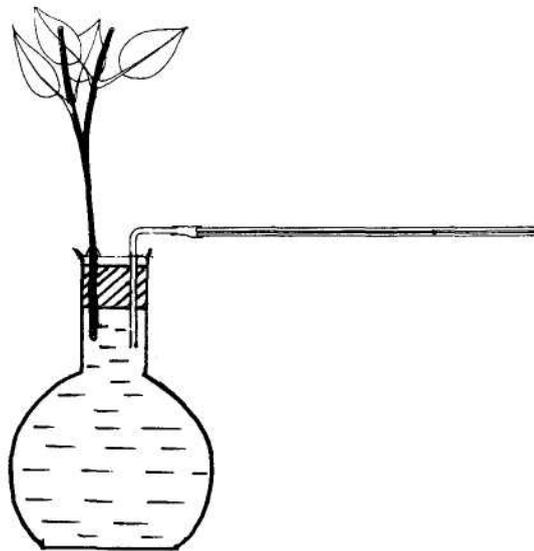
2) la 2<sup>e</sup> hypothèse :

## ***FICHE V5 - MESURE DE LA TRANSPIRATION D'UN RAMEAU D'ARBUSTE***

- Matériel :**
- rameau de lilas ou autre arbuste (section bien coupée)
  - ballon de verre, bouchon à 2 trous
  - tube capillaire de diamètre intérieur connu
  - papier millimétré
  - becher d'eau distillée
  - chronomètre
  - statif avec pince
  - ventilateur, lampe

### **Montage et principe de la mesure :**

- Réalise le montage ci-dessous



- Indique par un trait fin l'endroit où se trouve l'eau du capillaire.
- Après un temps déterminé (chronométré) mesure le déplacement de l'eau dans le capillaire.

### **Les mesures possibles :**

Il est possible de mesurer l'évaporation en fonction de différents facteurs :

- a la température extérieure
- b l'agitation de l'air (ventilateur)
- c l'humidité de l'air
- d la surface foliaire (couper aux ciseaux quelques feuilles)
- e la lumière...

**Tableau des résultats:**

Facteur étudié	Durée de l'expérience	Volume d'eau évaporée (= distance de déplacement x section du capillaire)

**Questions :**

1. Qu'est-ce qui fait varier le niveau d'eau dans le capillaire?
2. Parmi tous les facteurs étudiés par la classe, quel est celui qui a le plus d'effet sur l'évaporation d'eau?
3. Quel montage témoin imaginerais-tu pour cette expérience?

**FICHE V6 - IMAGINER DES TRAITEMENTS EXPÉRIMENTAUX PERMETTANT DE VÉRIFIER UNE HYPOTHÈSE** relative à la nutrition des plantes

L'analyse de la composition de la matière végétale peut conduire à poser **l'hypothèse** suivante :

**Chaque élément minéral qui se trouve dans la plante est nécessaire à sa croissance et doit lui être apporté par le milieu extérieur.**

**Questions :**

1. Comment feras-tu pour vérifier expérimentalement l'hypothèse énoncée?
2. Comment ferais-tu, par exemple, pour montrer expérimentalement que le calcium est nécessaire?
3. Quel serait le témoin expérimental que tu utiliserais à titre de comparaison pour savoir si un élément est nécessaire?
4. Quel critère utiliserais-tu pour évaluer la croissance des plantes testées?



**Questions :**

1. Quelle est, selon toi, la concentration optimale?
2. Cette concentration te semble-t-elle élevée?
3. D'après tes observations, comment la concentration en engrais influence-t-elle le développement du maïs?

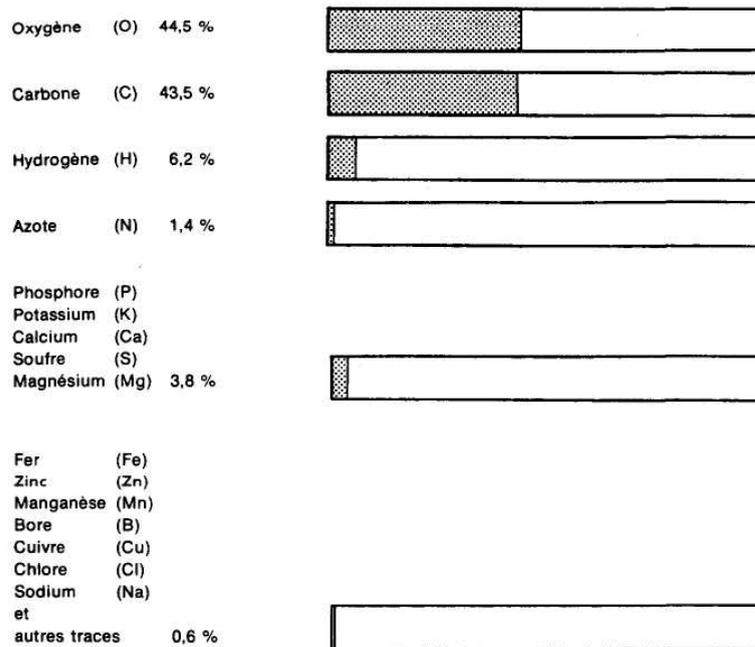
Compare avec le document V3.

4. Le fabricant conseille une concentration (par exemple 10 ml pour 5 l), dose inscrite sur la bouteille. Regarde l'étiquette du flacon d'engrais utilisé. Es-tu d'accord avec cette proposition d'utilisation du produit?

**FICHE V8 - COMPARAISON ENTRE LA COMPOSITION CHIMIQUE D'UN PLANT DE BLÉ ET CELLE D'UN LIQUIDE NUTRITIF**

**A) Voici la composition chimique (par éléments) d'un plant de blé.**

La plante a été entièrement déshydratée et les pourcentages de chaque élément sont calculés en rapport avec la masse sèche.



**B) Substances chimiques contenues dans une solution nutritive :**  
(liquide de Knop ou milieu d'hydroculture)

<i>Sels (en g/l d'eau pure)</i>	
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O (nitrate de calcium)	1
KNO <sub>3</sub> (nitrate de potassium)	0,25
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (sulfate de magnésium)	0,25
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (phosphate monopotassique)	0,25
Fe <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> (chlorure ferrique)	traces

**Questions :**

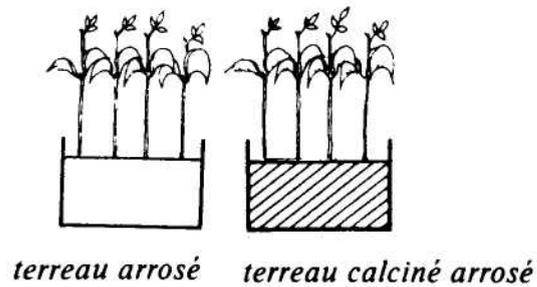
1. Quel est l'élément important présent en grande quantité dans les plantes et absent dans la solution nutritive?
2. Y a-t-il des éléments présents dans la solution nutritive et absents dans la plante?
3. Le modèle de la nutrition végétale = absorption d'eau + sels minéraux est-il acceptable après cette comparaison? Explique:

## ***FICHE V9 - D'OÙ VIENNENT LES MATIÈRES ORGANIQUES?***

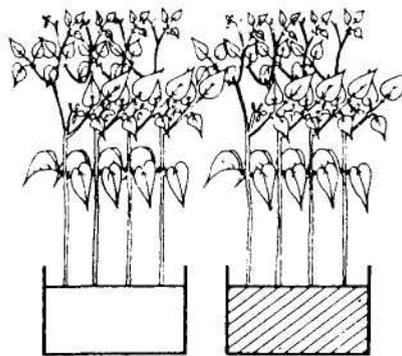
### **Hypothèse A: Les matières organiques de la plante proviennent du sol**

Si cette hypothèse est exacte, le végétal ne doit pas pouvoir se développer sur un sol SANS matières organiques. Vérifions-le.

Repiquons des plants de haricot aussi semblables que possible, âgés d'une vingtaine de jours, dans deux pots: le premier contient du terreau, c'est-à-dire une terre riche en matières organiques ; le second contient un sol calciné, c'est-à-dire une terre débarrassée de ses matières organiques par combustion. Les deux lots de plantes sont mis dans la même pièce et arrosés régulièrement.



Après plusieurs semaines, on observe les haricots des deux montages :



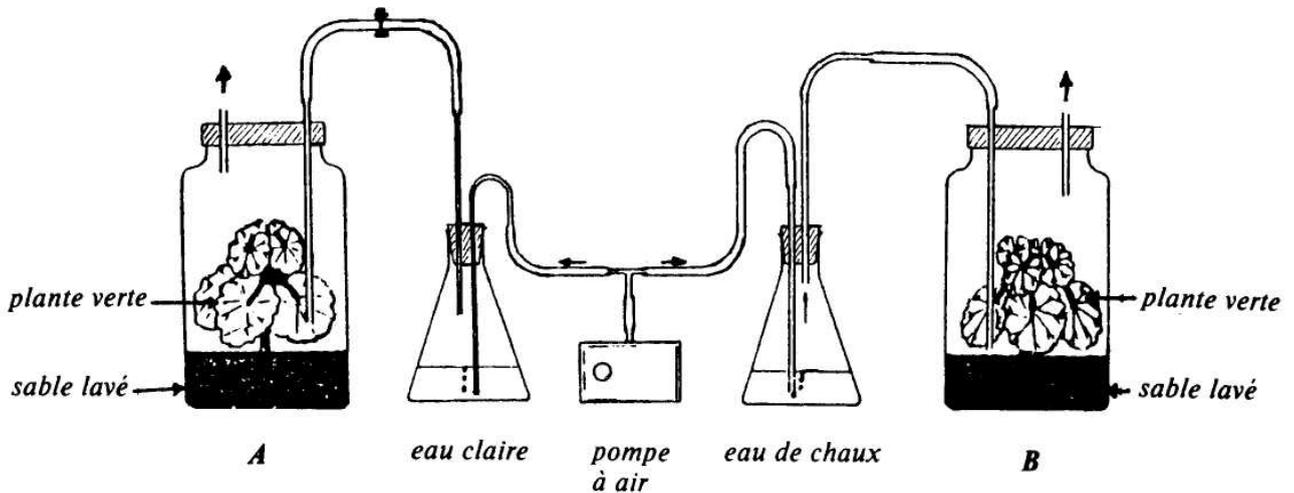
- Qu'observes-tu?

- Qu'en déduis-tu? L'hypothèse de départ est-elle vérifiée?

### **Hypothèse B : Les matières organiques sont fabriquées à partir du CO<sub>2</sub> de l'air**

Si cette hypothèse est exacte, le végétal ne doit pas contenir d'amidon (= matière organique présente normalement dans les feuilles) dans une atmosphère privée de CO<sub>2</sub>.

Vérifions-le à l'aide du montage expérimental suivant:



La pompe permet de faire circuler l'air dans le montage.

On laisse fonctionner l'appareillage pendant 1 jour entier, puis on teste la présence d'amidon dans une feuille de chaque plante.

**Résultat:**

- la feuille de la plante A contient de l'amidon
- la feuille de la plante B ne contient pas d'amidon

**Questions:**

- Pourquoi placer un flacon laveur à eau de chaux?

- Que contient l'air du flacon A? du flacon B?

- Pourquoi utiliser du sable lavé et non de la terre de jardin par exemple?

- L'hypothèse de départ est-elle vérifiée?

**Conclusion :** Résume en une seule phrase ce que t'ont appris les 2 expériences de cette fiche.

# NUTRITION VÉGÉTALE - DOCUMENTS

## VI. IMPORTANCE DE LA TRANSPIRATION

La quantité d'eau transpirée par les plantes est généralement grande, d'autant plus grande que leur alimentation en eau est meilleure. Un Bouleau évapore par jour 75 l d'eau, un Hêtre 100 l, un Tilleul 200 l, un ha de forêt 20 à 50 000 l. Un ha de Bouleaux, dont la masse foliaire n'est que 4 940 kg, évapore plus d'eau (47 000 l par jour) qu'un ha d'Épicéas, dont la masse foliaire atteint 31 000 kg (transpirant 43 000 l par jour).

Plus la surface foliaire est grande, plus la transpiration est importante. Si les feuilles sont coriaces, vernissées ou si elles sont petites avec des stomates enfoncés, protégés, la transpiration est très faible. C'est le cas de plantes adaptées à la sécheresse.

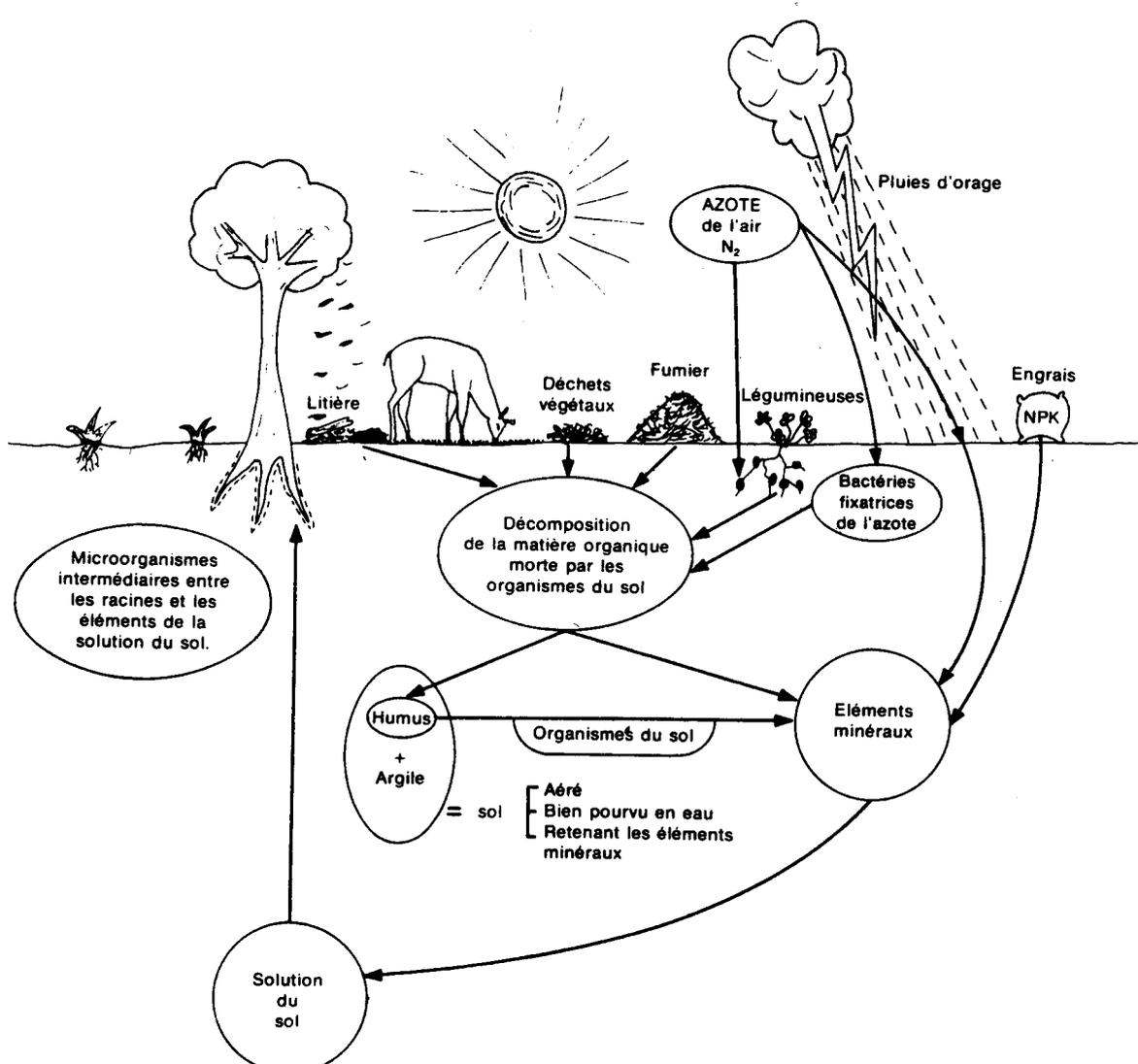
Pour une plante déterminée, l'ouverture des stomates n'est pas toujours la même. Elle dépend de la température, de la luminosité et de l'humidité de l'air, et même des rythmes biologiques.

Feuille»	Nombre de stomates (par mm <sup>2</sup> *)	Transpiration (mg. dm <sup>-2</sup> . h <sup>-1</sup> )
Dahlia face supérieure	22	500
face inférieure	32	600
Tilleul face supérieure	2	200
face inférieure	60	490
Lierre face supérieure	0	0
face inférieure	80	90

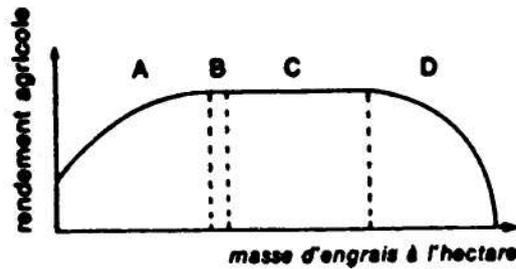
D'après Garreau

Le tableau nous montre que, pour une plante donnée, l'importance de la transpiration est liée au nombre de stomates. La transpiration peut également avoir lieu à travers les cellules épidermiques quand leur revêtement extérieur (la cuticule) est mince (cas du Tilleul et non du Lierre).

## V2. LES SOURCES DE L'ALIMENTATION MINÉRALE DES PLANTES PAR LE SOL



### V3. UN RENDEMENT AGRICOLE VARIABLE... UTILITÉ DES ENGRAIS



- A : le rendement augmente, en fonction de. la masse d'engrais répandu*
- B : le rendement est maximum pour une masse d'engrais optimale = situation idéale*
- C : le rendement n'augmente plus, il y a gaspillage d'engrais*
- D : le rendement diminue, l'engrais devient toxique*

### V4. UN RENDEMENT AGRICOLE VARIABLE... UTILITÉ DES HAIES

Un constat: Sur les surfaces agricoles très exposées au vent les rendements à l'hectare sont 6-20X plus faibles que sur des surfaces comparables protégées par des haies.

- Explication:
- l'abondance des vents provoque un dessèchement régulier des végétaux exposés
  - les plantes se protègent de ce dessèchement par la fermeture de leurs stomates
  - les stomates fermés, les échanges gazeux sont bien diminués
  - seule une très faible quantité de CO<sub>2</sub> pénètre dans les feuilles
  - donc peu de glucose est synthétisé, peu de produits organiques nouveaux (amidon, cellulose, bois, ...) sont produits
  - ce qui se manifeste par un rendement agricole inférieur.

Les haies forment donc de très bons écrans aux vents.

