



Problème : Comment estimer les surfaces permettant au végétal de capter la lumière, le CO² atmosphérique, l'eau et les minéraux du sol nécessaires à leur nutrition ?

La plante, une vaste surface fixe

Mesurer la surface d'un végétal n'est pas chose facile. Dans le cas d'un arbre, il faut évaluer le nombre de rameaux, et celui des feuilles, mesurer la surface de la feuille recto-verso, et celle d'un rameau, cumuler ces différentes surfaces partielles avec celles du tronc. On comprend que ce travail n'ait été fait que sur des arbres jeunes et de hauteur modeste. Les données sont rares : **340 m² pour un jeune châtaignier de 8 m de haut, 400 m² pour un petit palmier à huile de 3 m [...]**

Quelle peut-être la surface aérienne d'un arbre de 40 m de haut ? Une estimation de **10 000 m² (1 ha)** n'est certainement pas exagérée. Il a été suggéré de considérer aussi la surface interne permettant les **échanges gazeux** dans les **poches sous-stomatiques**, qui serait **30 fois supérieure à la précédente** : pour un **jeune oranger portant 2 000 feuilles**, la surface externe est de **200 m²** et la surface interne s'élèverait à **6 000 m²**.

En ce qui concerne les surfaces racinaires, les investigations sont encore plus difficiles et les données encore plus rares. La **surface d'un simple plant de seigle** s'élèverait à un total de **639m²**; sa surface souterraine serait **130 fois** plus grande que la surface aérienne, et ses racines mises bout à bout représenteraient **622 km**, avec un **accroissement quotidien de 5 km**. Pour les **poils absorbants**, les **chiffres deviennent énormes 10 620 km** de longueur cumulée avec un accroissement de **90 km par jour**. On ignore si les deux facteurs indiqués ici ont une valeur générale. En admettant que ce soit le cas et en estimant à 1ha la surface aérienne externe d'un grand arbre, la surface interne est de **30 ha**, la surface racinaire de **130 ha** et le total des surfaces d'échanges avec le milieu se monte à **160 ha** !

Extrait du livre Eloge de la plante de F. Halle

Groupe 1

I- Les surfaces foliaires

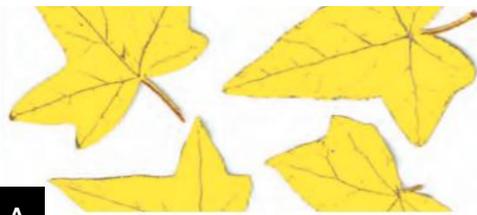
Consignes : A l'aide des données recueillies dans le doc 1 et de l'aide à la résolution, calculer les différentes surfaces foliaires puis compléter le tableau ci-dessous.

Toutes les cellules chlorophylliennes des parties aériennes d'un végétal captent la lumière nécessaire à la photosynthèse. De plus, toutes cellules en contact avec l'air peut effectuer des échanges gazeux via leurs parois pectocellulosiques perméables. Mais la majorité de cette surface d'échange n'est pas visible car elle se trouve dans les poches sous-stomatiques du parenchyme lacuneux. Selon F HALLE elle serait 30 x supérieure à la surface visible.

Paramètres étudiés	Résultats
Surface chlorophyllienne du plant de lierre (en cm ²)	
Densité stomatique d'une feuille de lierre (en stomates/mm ²)	
Surface d'échange gazeux du plant de lierre (en cm ²)	

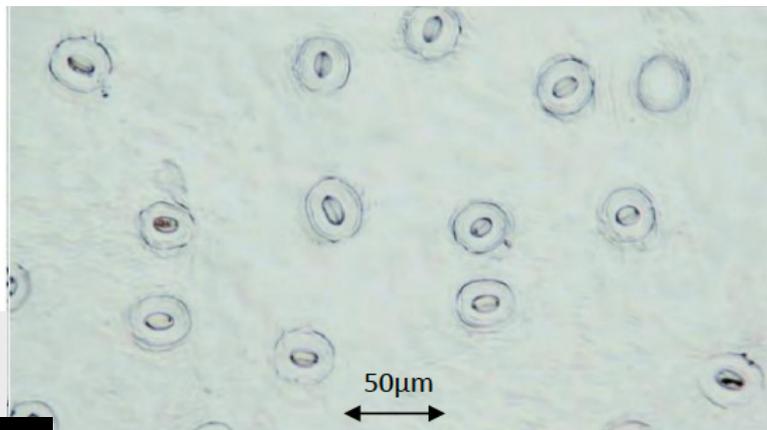


Doc. 1 : Mesurer la surface des feuilles d'un jeune plant de lierre.



A **Limbes de lierre scannés et analysés avec Mesurim.** Les feuilles de lierre ont été prélevées puis scannées et leur surface totale a été évaluée.

A l'aide du logiciel **Mesurim®**, on mesure que le limbe d'une feuille fait en moyenne environ 16 cm². Le plant de lierre utilisé possède 10 feuilles et ses tiges ne sont pas chlorophylliennes (plante ligneuse). Les feuilles sont recouvertes d'une cuticule imperméable et ne possèdent des stomates que sur la face inférieure.



B **Empreinte de la face inférieure d'une feuille de lierre observée au microscope (x25).** Les stomates sont des structures capables de s'ouvrir et se fermer. Sous les ouvertures se trouve une chambre stomatique dans laquelle les gaz sont en contact avec les cellules du parenchyme lacuneux. Pour les estimations, on peut considérer cet espace comme une sphère de 50 µm de diamètre.

Aide à la résolution :

- ➔ Estimer la **surface chlorophyllienne** sans oublier que les deux faces des feuilles sont vertes !
- ➔ Estimer la **densité stomatique** (nombre de stomates par unité de surface) à partir de la photo d'épiderme et de son échelle)
- ➔ Calculer la **surface d'une chambre sous-stomatique** en la considérant comme une sphère de 50 µm de diamètre.
- ➔ **Surface d'une sphère** = $4\pi R^2$
- ➔ Estimer la **surface d'échange gazeux** en multipliant la surface totale possédant des stomates par la densité stomatique et par la surface d'une chambre sous-stomatique stomatique.
- ➔ **Conversions** : $1\text{cm}^2 = 10^2 \text{mm}^2$, $1\text{mm}^2 = 10^6\mu\text{m}^2$



- ▶ **Déterminer l'intérêt de la structure lacuneuse du parenchyme foliaire en calculant le rapport entre la surface du plant et sa surface d'échange gazeux.**

Ce rapport est-il en accord avec les estimations de F HALLE ?

Groupe 2

II- Les surfaces racinaires

Consignes : A l'aide des données recueillies par H.J. Dittmer et du document 3, calculer les différentes surfaces racinaires et les rapports entre elles, puis compléter le tableau ci-dessous :

L'eau et les sels minéraux sont échangés au niveau des racines mais on observe sur les racines des poils absorbants et des mycorhizes (symbiose entre un champignon et des racines) qui augmentent considérablement cette surface d'échange. Ainsi, F. HALLE a estimé que la surface d'échange racinaire était 130 fois supérieure à la surface aérienne.



Paramètres étudiés	Résultats en m ²
Surface racinaire du plant	
Surface d'absorption du plant (avec la surface pilifère)	
Surface d'absorption réelle (avec symbiose)	

Doc. 2 : Mesurer la surface des feuilles d'un jeune plant de lierre.

ACTIVITE



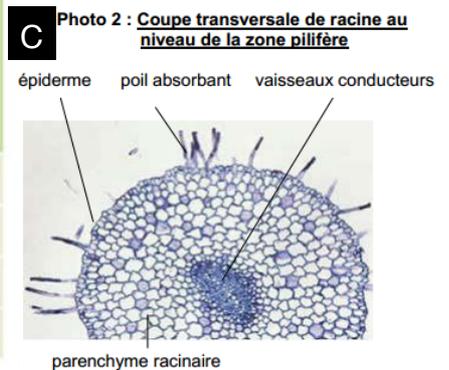
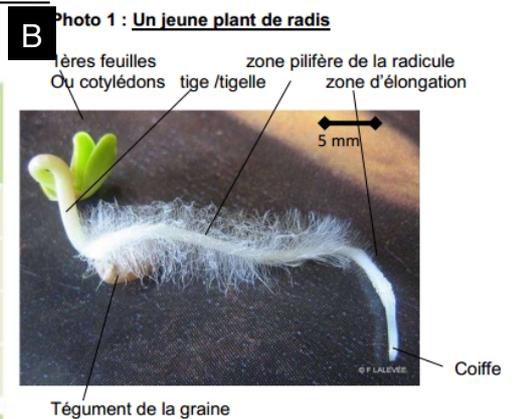
Analyse des racines

Catégorie de racine	Nombre de racines	Longueur moyenne (cm)	Longueur totale (m)	Diamètre moyen (µm)
Principale	143	45,72	65,3796	700
Secondaire	35607	15,24	5426,5068	250
Tertiaire	2296651	7,62	175004,806	130
Quaternaire	11483271	3,81	442592,643	120

Analyse des poils absorbants

Catégorie de racine	Nombre de poils absorbants	Longueur moyenne des poils absorbants (µm)	Longueur totale de poils absorbants (km)	Diamètre moyen (µm)
Principale	3481463	1000	3,4761744	15
Secondaire	244196860	860	209,536068	12
Tertiaire	5775159861	800	4609,7935	12
Quaternaire	8312730104	700	5805,05031	12

A Étude quantitative de l'appareil racinaire du seigle. En 1937, H.J. Dittmer a déterré soigneusement un seul pied de seigle (une céréale) pour étudier son système racinaire. En considérant les racines et les poils absorbants comme des cylindres, il a pu estimer la surface totale des racines d'un côté et des poils absorbants de l'autre.



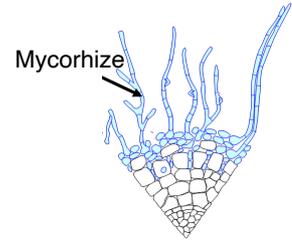
D Coupe longitudinale
 Une coupe longitudinale de 10µm de long dans la zone pilifère permettrait d'observer en moyenne 17 poils absorbants sur chaque côté. Les poils absorbants sont des cellules à la paroi très fine et perméable dont le diamètre moyen est de 13.5µm et leur longueur moyenne de 0.7mm.



Doc. 3 : Effet des mycorhizes.

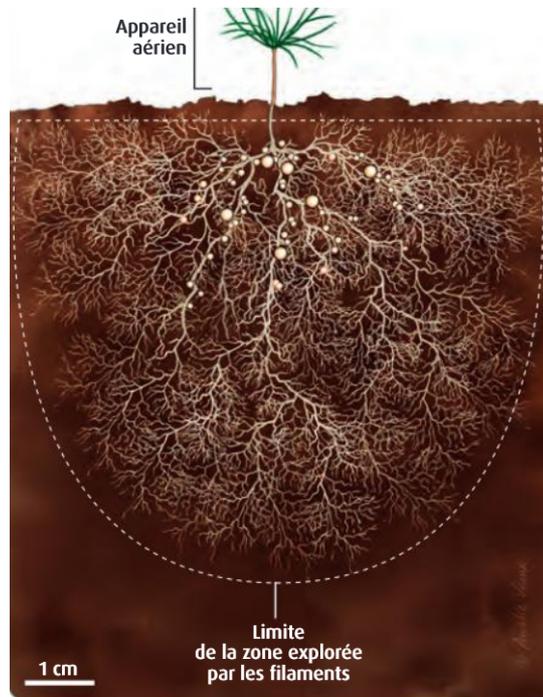
A 90 % des plantes assurent leur apport en eau par une association symbiotique avec des filaments de champignons, c'est ce qu'on appelle une mycorhize. Leur structure est une association entre des cellules de champignon et celles de la racine. On a une relation de symbiose (à bénéfices réciproques) entre le végétal et le champignon. Le réseau mycélien permet d'absorber eau et sels minéraux, et le végétal mycorhizé transmet des molécules organiques au champignon.

	Longueur totale en centimètres par gramme de sol sec	Diamètre moyen
Racines des plants de concombre	24	100 µm environ
Filaments des champignons mycorhiziens associés aux racines	2708	2,6 µm



Racine mycorhizée

B **Comparaison des longueurs des réseaux racinaires et mycorhiziens sur des plants de concombre.** Des chercheurs ont évalué les longueurs respectives de filaments de champignons et de racines sur les mêmes pieds de concombre.



C Visualisation schématique du système d'une jeune plantule de pin

Aide à la résolution :



- ➔ Calculer la surface totale des racines et des poils absorbants en prenant les longueurs totales et leur diamètre respectif.
- ➔ Surface d'un cylindre = longueur x circonférence = longueur x πD (avec D, le diamètre).
- ➔ Calculer le rapport entre surface racinaire et surface des mycorhizes d'un plant (ex du concombre ci-après) puis utiliser ce rapport pour compléter la dernière ligne de votre tableau.

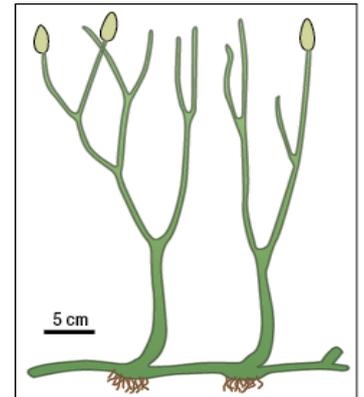


DM :

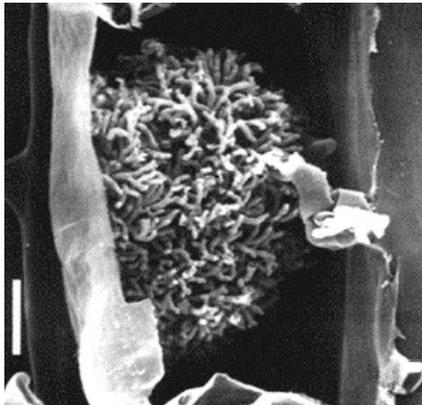
Les premiers végétaux vivaient dans un milieu aquatique, ce n'est que "tardivement" que les végétaux ont colonisé les terres émergées ... Cette colonisation n'a été possible que par l'acquisition d'innovations permettant l'absorption d'eau.

- **A l'aide des documents, déterminer les moyens que possédaient les premiers végétaux terrestres pour absorber l'eau.**

Document 1 : L'Aglaophyton est un des plus anciens végétaux vasculaires à ramifications aériennes découvert dans la flore de Rhynie datée d'environ **-410 Ma**. Les fossiles de Rhynie ont bénéficié d'une conservation exceptionnelle nous permettant de savoir que ces végétaux possédaient une cuticule protectrice, des stomates et des trachéides constituant des tissus conducteurs de sève brute. En revanche, ils ne présentaient pas de système racinaire bien développé mais de simples rhizomes permettant avant tout la fixation de la plante sur le sol.



Document 2 : Photo d'un arbuscule d'endomycorhize intracellulaire actuelle dans une cellule de Maïs.
(MEB, barre blanche = 5 μ m).



Document 3a : Coupe transversale d'un rhizome fossile d'Aglaophyton (lame mince en MO, x15)



Document 3b : Détail de deux cellules de la coupe transversale (en MO x 600)

