Chapitre 3 : la Transpiration

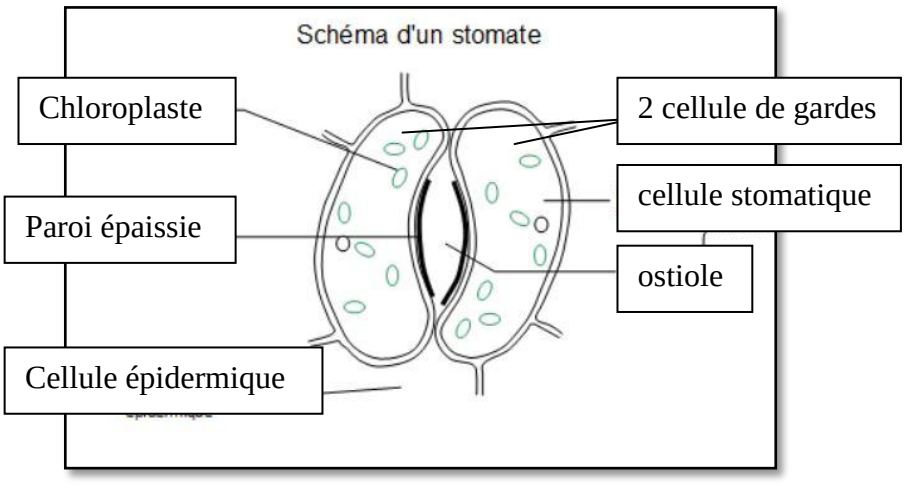
النتح la Transpiration

مقدمة

من المعلوم ان جميع النباتات تحتاج الى كميات كبيرة من الماء خلال فترة نموها وتطورها، ومعظم هذا الماء يفقد بعد امتصاصه بفترة وجيزة دون ان يكون له أي دور في التفاعلات الكيميائية أو المكونات البيولوجية للخلية. ويطلق على فقدان الماء للنبات على هيئة بخار الماء بالنتح لذلك يمكن تعريف النتح بأنه فقدان الماء من الأجزاء الخضرية للنبات على هيئة بخار ماء. وتحدث عملية النتح نتيجة لوجود فرق في الجهد المائي (ضغط بخار الماء) بين الهواء وسطح النبات.

تمتص الجذور الماء من التربة ثم ينقل الماء عبر نسيج الخشب إلى خلايا أنسجة الأوراق. هذه الخلايا حية رقيقة الجدران ذات التحام غير متكامل مما ينتج عنه وفرة في الفراغات التي بين الخلايا مكونة بذلك وضع مثالي لتبخر الماء من أسطح الخلايا. جزء من سطح بشرة الورقة مكون من عدد هائل من الثقوب المجهرية تسمى الثغور les stomates. ثقوب هذه الثغور تفتح في داخل فراغات الورقة التي بين الخلايا مكونة بذلك ممر متصل من داخل الورقة إلى المحيط الخارجي. باستطاعة المرء أن يتصور النتح كعمود ماء متصل مسحوب من التربة خلال الجذور فأوعية الخشب فخلايا النسيج الورقي و من ثم الثغور.

الثغور عبارة عن مسام تقع على بشرة الأجزاء الهوائية من النباتات **(شكل 1).** وهي مكونة من خليتين حارستين deux cellules de gardes تحيط بفتحة تسمى ostiole جدار الخلايا الثغرية غير متماثل dissymétrique وأكثر سمكًا على الجانب الداخلي. تتحكم الثغور في اثنتين من أهم العمليات في النباتات، التمثيل الضوئي والنتح. أكثر من 95٪ من ثاني أكسيد الكربون dioxyde de carbone (يدخل من أجل التمثيل الضوئي) وبخار الماء (الخارج من أجل النتح وتبريد سطح الورقة) المتبادل بين الورقة والغلاف الجوي يمر عبر الثغور. بسبب هذه الوظائف، فهي ضرورية لنمو النبات la croissance des plantes و أهمية أساسية في الإنتاج الزراعي.



شكل 1: الثغر stomate

Chapitre 3 : la Transpiration

2. تشريح الجهاز الثغري:

يتكون الجهاز الثغري **(شكل 2)** من ثلاث عناصر رئيسية هي:

1.2. الخلايا الحارسة cellule de garde

هي خلايا محورة من خلايا البشرة إذ تختلف في الشكل عن خلايا البشرة الاعتيادية المجاورة لها وذلك باختلاف درجة تثخن جدرها في المواقع المختلفة مما يتيح لها قابلية الحركة التي بنتيجتها تفتح أو تغلق الثغور،حيث يكون جدار الخلية المجاورة للثغرة أثخن واقل مرونة من الجدار المجاور لخلايا البشرة العادية.

تتواجد الخلايا الحارسة بشكل أزواج متقابلة وتتميز باحتوائها على بلاستيدات خضراء مما يتيح لها القدرة للقيام بعملية التركيب الضوئي وصنع الغذاء.

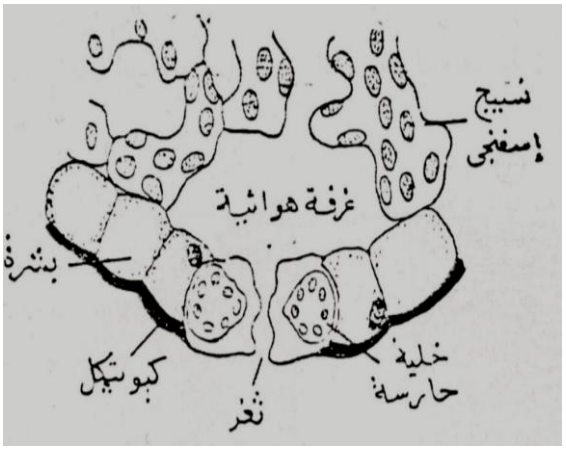
2.2. الفتحات الثغرية Pores ou ouverture des stomates

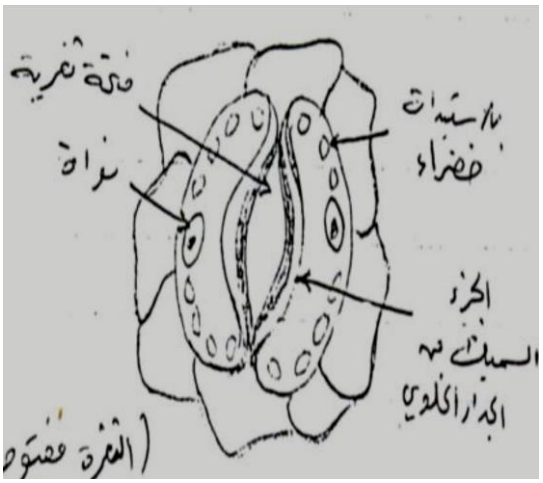
عبارة عن فتحات مجهرية توجد على سطح الورقة وبأعداد كبيرة وتمثل القناة المنفذة لبخار الماء من المحيط الداخلي للورقة إلى المحيط الخارجي للنبات.

3.2. الغرف الهوائية Chambre sous-stomatique

عبارة عن فسح أو فراغات هوائية توجد ما بين خلايا النسيج المتوسط للورقة وتتميز بكبر مساحتها وبكونها دائمة الابتلال بسبب ما تتشرب به من ماء من الخلايا المجاورة ذات الجدر الرقيقة.

فعند ازدياد المحتويات الأسموزية في الخلايا الحارسة بسبب صنعها للغذاء لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء يصبح جهد الماء في الخلايا الحارسة أكثر سالبية مما في الخلايا المجاورة وينتشر الماء إلى داخل الخلايا الحارسة من خلال الخلايا المساعدة التي تجاور الخلايا الحارسة وبالتالي تفتح الثغور ويحدث العكس تماما عند قلة المحتويات الأسموزية في الخلايا الحارسة ويخرج الماء منها إلى الخلايا المساعدة والمجاورة لها وتنكمش الخلايا الحارسة وتغلق الثغور . ولقد وجد بان فتح الثغور يستغرق حوالي ساعة بينما غلقها يستغرق اقل من ساعة.





شكل 2: تشريح الجهاز الثغري

Chapitre 3 : la Transpiration

3. توزيع الثغور:

توجد الثغور عادة على السطح السفلي للورقة النباتية وهناك نباتات كثيرة توجد فيها الثغور على السطح العلوي لأوراقها في حين هناك أنواع ثالثة توجد الثغور فيها على كلا السطحين (أنظر **الجدول 1**)، لكن يكون عددها في السطح السفلي أكبر من العلوي عادة في النباتات ذات الفلقتين يبلغ متوسط عدد الثغور لكل سم ^{2} حوالي 10000 في حين للنباتات النجيلية وذلت الفلقة الواحدة يتراوح ما بين 1000-2000. وبشكل عام تقدر مساحة الثغور مجتمعة وهي مفتوحة على اقصاها بحوالي 1-2 % من المساحة السطحية للورقة.

النبـــــات	البشرة العليا	البشرة السفلى
تفاح (Pyrus malus)	لاشيء	38,760
فاصولياء (Phaseolus vulgaris)	4,031	24,806
ذرة (Zea mays)	6,047	9,922
بلوط (Quercus relutina)	لاشيء	58,140
برتقال (Citrus sinensis)	لاشيء	44,961
القرع (Cucurbita pepo)	2,791	27,132
عباد الشمس (Helianthus annuus)	8,527	15,504

جدول 1: عدد الثغور لكل سنتيمتر مربع من سطح الورقة

4. أنواع النتح

يمكن تقسيم النتح حسب المسالك أو الطرق التي يفقد الماء من طريقها على هيئة بخار الى:

1.4 النتح الثغري Transpiration stomatiquem: و هو أكثر صور النتح في النبات حيث يشكل حوالي 50 - 97% من النتح الكلي.

معظم الماء المفقود في عملية النتح يمر عبر ثقوب دقيقة موجودة في بشرة الأوراق تدعى الثغور، و تتحكم الثغور بكمية الماء الخارجة، فعندما تذبل الأوراق تقل معه فتحات الثقب الثغري أو قد تنغلق الثغور كليا و بذلك يتوقف تبخر الماء عن طريق هذا المسلك.

2.4 النتح الأدمي Transpiration cuticulaire: و يعرف أيضا بالنتح البشري transpiration épidermique و في هذا يتسرب بخار الماء خلال الجذر الخارجية لخلايا البشرة و تبلغ نسبته 3-10% من النتح الكلي.

هو تبخر الماء على هيئة بخار بصورة مباشرة خلال بشرة الورقة شاقا طريقه عبر الطبقة الشمعية الكيوتينية المغلفة لسطح البشرة الخارجي والتي تسمى بالأدمة أو الكيوتكل وتختلف نسبة الماء المفقود عن هذا الطريق باختلاف سمك ونفاذية الكيوتكل حيث تقل النسبة (نسبة الماء المفقود) بزيادة سمك طبقة الكيوتكل أو تغطيتها بطبقة شمعية .وطبقة الكيوتكل تكون أكثر سمكا لنباتات المناطق الصحراوية وكذلك نباتات المناطق الجافة ويقل سمك طبقة الأدمة في الأوراق حديثة التكوين.

3.4 النتح العديسي Transpiration lenticulaire: و هو خروج الماء عن طريق العديسات الموجودة في قلف النبات و نسبته 0.1 %.

Chapitre 3 : la Transpiration

قد يخرج بخار الماء من مناطق أخرى غير الأدمة و الثغور وذلك عن طريق العديسات التي تكون موجودة في السيقان الخشبية في نسيج الفلين و نسبة الماء المفقود بهذه الطريقة قليل لأن الأنسجة الفلينية لا تمثل إلا جزءا صغيرا من المساحة السطحية للنبات و العديسات موجودة في الثمار و التي عن طريقها تتم عملية التبخر.

مقدار الماء المفقود من خلال النتح الأدمي cuticulaire و العديسات lenticulaire ليس له أهمية بالمقارنة مع فقدان الماء المفقود من خلال فتح الثغور stomatique. في الحالات الجافة جدا فقط، فقط عندما تغلق الثغور، يمكن اعتبار الماء المفقود من خلال النتح الأدمي (الكيوتيكيل) و العيسي مهما، إلا أن نتح العديسات ربما يسبب بعض الجفاف في الأشجار التي تسقط أوراقها في بداية الشتاء. خلال الشتاء البارد امتصاص الجذور للماء أقل ما يمكن و هذا يزيد من أهمية نتح العديسات.

5. مقدار النتح

معدلات النتح لبعض النباتات العشبية هي حقا ذات مقادير عالية قد تمكن النبات في الظروف الملائمة من استبدال كل محتوياته من الماء خلال يوم واحد. قدرت كمية الماء الذي ينتحها نبات الذرة maïs مثلا بما يقارب 54 جالونا من الماء في فصل نمو واحد. بهذا المعدل فقدان واحد من الذرة أن ينتح ما يعادل 15 بوصة من الماء خلال فصل نمو واحد. كمية الماء المفقودة تختلف من نبات لآخر كما هو موضح في الجدول التالي:

نوع النبات	النتح خلال موسم النمو
بازلاء *Phaseolus vulgaris*	13 جالون ما يعادل 53 لتر
البطاطا *Solanium tubersum*	25 جالون ما يعادل 114 لتر
القمح الشتوي *Triticum sativum*	25 جالون ما يعادل 114 لتر
الطماطم *Lycopersicum esculentum*	34 جالون ما يعادل 155 لتر
الذرة *maïs*	54 جالون ما يعادل 246 لتر

جدول 2: الماء المفقود من كل نبات من خلال النتح و ذلك بالنسبة لخمسة أنواع من النباتات خلال فصل النمو.

ناقشَ الكثير من الباحثين موضوع فقدان النبات للماء و ذكروا معلومات من عدة أبحاث تؤكد كميات الماء الهائلة التي تفقدها الغابات و الأشجار. مثلا: غابة متوسطة الحجم في جنوب الولايات المتحدة يمكن أن تفقد 8000 جالون ماء في كل يوم (ما يعادل 36470 لتر). إذا فإن الأرقام المذكورة أعلاه تبين أهمية الإدارة في الممارسات الزراعية. الخسائر الاقتصادية التي سببها ضياع المحاصيل خلال فترات الجفاف الطويلة هي خسائر ضخمة.

6. طرق قياس النتح

هو مقدار الماء المنبعث لكل وحدة زمنية ولكل وحدة كتلة unité de masse (المساحة) من المادة القابلة للتنفس.

- يمكن قياس هذه الكمية ببساطة **بالوزن** المفقود:

و ذلك بواسطة نبات محفوظ بوعاء غير مائي أو بواسطة عضو منفصل عن النبات الأم (فاكهة، ورقة، أفرع... إلخ) خلال فترة زمنية محددة ومحدودة. من خلال وزن النبات النامي بالأصيص في البداية ثم وزن بعد فترة من الزمن والفرق في الوزن هو عبارة عن الماء المفقود بعملية النتح. يجب تغطية سكح التربة كما يجب تغليف الإصيص (les pots) بمادة عازلة للماء مثل رقائق الألومنيوم و ذلك لمنع التبخر. و تعتمد هذه

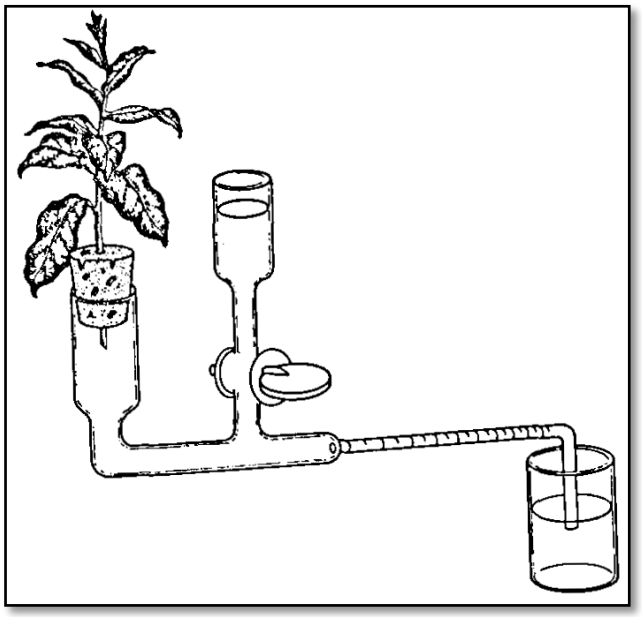
Chapitre 3 : la Transpiration

الطريقة على حساب كمية الماء الممتص من قبل النبات، في بعض الأحيان علينا أن نأخذ بعين الاعتبار فقدان ثاني أكسيد الكربون عن طريق التنفس.

- يمكننا أيضًا، لمعرفة النتح، قياس كمية الماء المنبعث من امتصاصه بواسطة جسم كيميائي ذو طبيعة hygroscopique مثل: كلوريد الكوبالت ($CaCl_2$) ؛ (P_2O_3) أو حامض الكبريتيك (H_2SO_4) عند إطلاقه.

تعتمد هذه الطريقة على **مقدار التغير الحاصل باللون** نتيجة لعملية النتح. فمثلا عند تنقيل أوراق النبات بحامض الخليك المخفف الذي يحتوي على 3 % من كلوريد الكوبالت وتترك كي تجف فيتحول لونها إلى الأزرق. وعند تعرضها للرطوبة يتحول لونها إلى اللون الأحمر نتيجة لتبخر الماء من ورقة النبات بعملية النتح.

- قياس الماء الممتص باستخدام **المقياس الوعائي potomètre de Vesque:** طريقة المقياس الوعائي تستفيد من حقيقة أن معدل امتصاص الماء عموما قريب جدا من معدل النتح. هذا الوعاء الزجاجي له منفذان، أنبوبة شعرية مدرجة و خزان ماء (أنظر **الشكل 3**).



شكل 3: المقياس الوعائي potometre

- تم تطوير طرق أخرى أكثر حداثة: تحديد رطوبة الهواء وتغيراتها عن طريق قياس قدرتها على الامتصاص في الأشعة تحت الحمراء

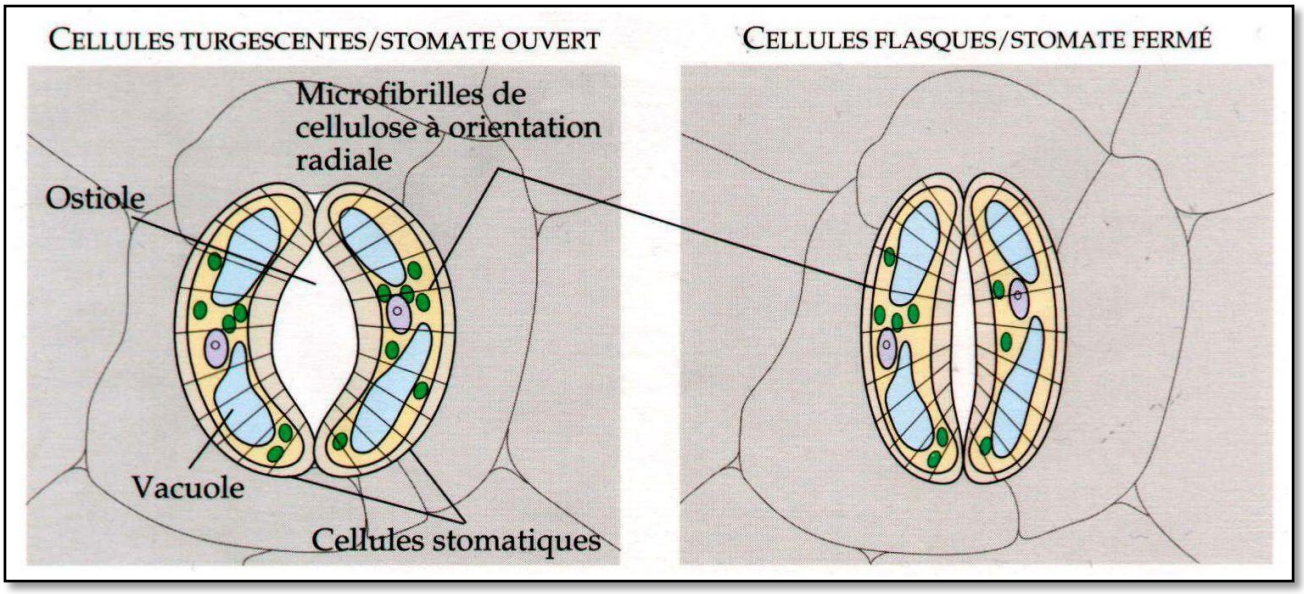
7. ميكانيكية فتح و غلق الثغور:

إن نسيج البشرة للورقة يحتوي على عدد كبير جدا من الثغور التي تكون بأحجام صغيرة لايمكن رؤيتها بالعين المجردة . كل ثغر يحاط بخليتين حارستين تسيطر علم عملية فتح وغلق الثغور . فعندما تكون الثغور مفتوحة يصبح عرض الثغر حوالي 3-12 مايكرون طولها 10-40 مايكرون.. أعداد الثغور عى سطوح الأوراق يختلف باختلاف نوع النبات و عموما يتراوح عدد الثغور في 1 سم^2 حوالي 1000-6000 ثغرة. و نتيجة لصغر حجمها فإنها تشغل مساحة لا تزيد عن 1-2% من مجموع مساحة سطح الورقة.

أوضحت الكثير من الدراسات التي أجريت أن ميكانيكية فتح وغلق الثغور تعتمد على مقدار الزيادة أو الانخفاض في الضغط الاسموزي للخلايا الحارسة. فالتغيير في الضغط الاسموزي للخلية الحارسة سيحدد دخول أو خروج الماء منها واليها.

Chapitre 3 : la Transpiration

فعند دخول الماء إلى الخلية الحارسة نتيجة إلى الضغط الاسموزي العالي يؤدي إلى زيادة الضغط الانتفاخي في الخلية الحارسة فان جدار الخلية المرن المجاور لنسيج البشرة سوف يتمدد نتيجة لانتفاخ الخلية الحارسة بالماء فيؤدي إلى سحب جدار الخلية المجاور للثغرة نحو الداخل مسببا تقوسه مما يؤدي إلى اتساع فتحة الثقب الثغري و بالتالي تفتح الثغور. أما عند انخفاض الضغط الاسموزي للخلية الحارسة فإن الماء يخرج منها فتعود إلى حالتها الطبيعية مما يؤدي إلى تقارب الجدارين الغليظين للخليتين الحارستين فتغلق الثغور (أنظر **الشكل 4**).

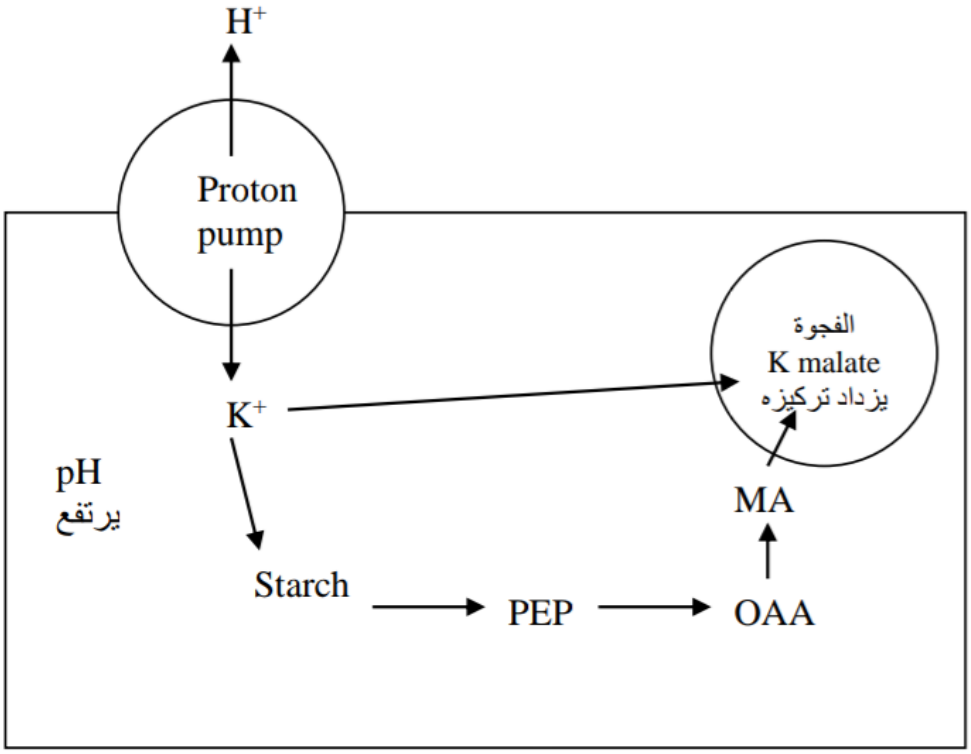


شكل **4** : الثغور المفتوحة و المغلقة (phénomène de turgescence)

إن ميكانكية فتح وغلق الثغور كانت و لاتزال موضع بحث بالرغم من كثرة الدراسات في هذا المجال، وبصورة عامة فانه من المعتقد بان حركة الثغور هي عبارة عن استجابة مباشرة للزيادة أو النقصان في درجة امتلاء الخلايا الحارسة.

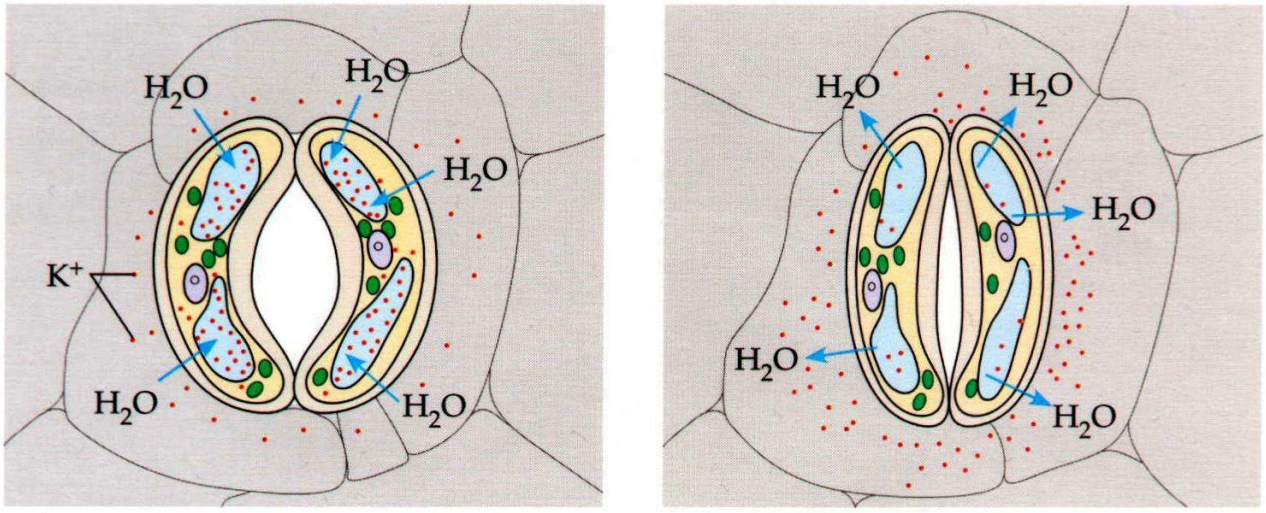
ومن المعلوم ان الثغور تنفتح عند تعرضها للضوء وتنغلق عند وجودها في الظلام، و يعتقد العلماء الباحثون أن تفسير عملية فتح و غلق الثغور تعتمد على نظرية المضخة الأيونية Ion Pomp و هي النظرية الأكثر قبولا، تنص هذه النظري على أن هناك **مضخة أيونية** تقوم بضخ أيونات الهيدروجين +H إلى خارج الخلية الحارسة وضخ ايونات البوتاسيوم K^+ الى داخل الخلية الحارسة.باستخدام طاقة ATP المتكون من الفسفرة الضوئية في النهار مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع PH في الخلية الحارسةإلى أن يصبح قاعدي فيؤدي ذلك إلى تحلل النشاء إلى Phospho Enol Pyrovate (PEP) و منه يتكون oxalo acetic acid (OAA) و منه يتكون malic acid (MA) فينتقل حامض الماليك MA إلى الفجوة و يتحد مع أيون البوتاسيوم +k مكونا مركب يدعى ملح مالات البوتاسيوم potassium Malate الذي يتجمع في الفجوة للخلية الحارسة مسببا زيادة في الضغط الاسموزي للخلية الحارسة فتنتقل جزيئات الماء من الخلايا المجاورة إلى الخلايا الحارسة فتمتلئ بالماء مسببة فتح الثغور و عكس ذلك يحدث في الظلام حيث تتوقف عملية الضخ البروتوني فيخرج ايون البوتاسيوم من الخلايا الحارسة فتزداد قيمة جهدها المائي وبذلك يتحرك الماء فيها نحو الخلايا المرافقة وينغلق الثغر. و كما هو موضح في الشكل التالي:

Chapitre 3 : la Transpiration



شكل 5: نظرية المضخة الأيونية

ولقد أوضحت الدراسات ان ايون البوتاسيوم k+ يلعب هذا الدور المنظم لعملية فتح وغلق الثغور في الكثير من العائلات والطائفات والأجناس والأنواع النباتية إلا في النباتات الملحية الإجبارية فإن أيون الصوديوم وليس ايون البوتاسيوم هو الذي يقوم بعملية تنظيم الجهاز الثغري.



شكل 6: ميكانيكية فتح و غلق الثغور

Chapitre 3 : la Transpiration

يعتقد بعض العلماء حامض الأبسسيك ABA في بعض النباتات يعمل على تغير ضغط الامتلاء دون أن يحدث تغير في الجهد المائي داخل وخارج الخلايا الحارسة وهذا التغير غالبا يؤدي إلى غلق الثغور حيث أن هذا الحامض يلعب دورا في الغلق.

أيضا هناك العديد من المعلومات التي تشير إلى زيادة ايونات الكالسيوم في سيتوبلازم الخلايا المساعدة في حالات الغلق وهذا ربما بتأثير فتح وغلق القنوات الأيونية في الغشاء الحيوي (زيادة نفاذية بعض الايونات عبر الغشاء مثل ايونات الكالسيوم).

8. العوامل المؤثرة في عملية الفتح والغلق

❖ **نظام داخلي المنشأ**

عادة تفتح الثغور اثناء النهار وتغلق اثناء الليل (هذا باستثناء بعض النباتات العصارية التي تعيش في المناطق الحارة والجافة لها نظام عكسي وذلك حتى تقتصد في فقد الماء وتحافظ عليه)، رغم ذلك فإن الثغور تبقى تفتح وتغلق على مدار 24 ساعة حتى لو عرضت إلى ضوء مستمر. مرحلة الفتح والغلق ممكن أن تتحول أو تتغير في أي وقت من اليوم وذلك بالتحكم في نهاية المرحلة المظلمة.

❖ **التوازن المائي**

أي مستوى المحتوى المائي للنباتات يلعب دورا في عملية فتح وغلق الثغور- . النباتات الذابلة تغلق ثغورها ويعتقد أن هرمون الأبسسيك (ABA) يلعب دورا وسيطا في هذه الظروف إذ يؤدي إلى الإغلاق حتى في ظروف الفتح العادية .ولوحظ أن نقص الماء الشديد في جذور النبات يمكن أن يرسل عبر أوعية الخشب تأثيره إلى الثغور في الأوراق عبر إشارة حامض الأبسسيك.

❖ **المستوى المنخفض من** CO_2

يسبب فتح الثغور .والعكس ارتفاع نسبة CO_2 تسبب غلق الثغور.

❖ **الضوء :**

يسبب الضوء فتح الثغور .الحد الأدنى من الضوء لفتح الثغور عند معظم النباتات يتراوح بين33 % إلى 0.1% من مجمل الضوء وهو الحد الكافي لبدء عمل تمثيل ضوئي كامل .الموجات الزرقاء ذات الأطوال الموجية بين 430 - 460 nmتعد أكثر فعالية بعشر مرات من موجات الضوء الأحمر ذات الأطوال الموجية 630 - 680 nm.

❖ **درجة الحرارة :**

كلما زادت درجة الحرارة كلما زاد انفتاح الثغور ، أن أفضل درجة حرارة الأقصى لانفتاح ا لثغور هي 30م °. و وجد من خلال الدراسات أن الثغور بقيت مغلقة عندما انخفضت درجة الحرارة إلى صفر وبقيت مغلقة حتى لو تم تسليط الضوء عليها.

9. العوامل المؤثرة في عملية النتح

1.9 العوامل الخارجية المؤثرة على معدل النتح (العوامل البيئية)

Influence des facteurs de l'environnement

Chapitre 3 : la Transpiration

❖ **التربة:**

انخفاض الرطوبة و الحرارة في التربة يقللان الامتصاص فيتسبب عجز مائي في النبات الذي يؤدي الى انغلاق الثغور و بالتالي انخفاض معدل النتح.

❖ **الرياح:**

الرياح تقلل النتح خاصة في المناطق الجافة أو القريبة من البحر اين يكون التبخر النتحي و جفاف التربة منخفضان. أيضا كلما زادت سرعة الرياح ازدادت عملية النتح حتى تصل سرعة الرياح إلى8 كم/ساعة وهنا تصبح الزيادة في النتح تدريجية إلى أن تصل سرعة الرياح إلى 34 كم/ساعة وهذا ما يؤدي إلى تقليل النتح بسبب التبريد وبالتالي إغلاق الثغور.

تعمل حركة الرياح أيضا إلى تحريك أوراق الأشجار ويساعد ذلك على تجديد الهواء الموجود في الغرف الهوائية في الجهاز الثغري ليحل محله هواء أكثر جفافا.

❖ **درجة الحرارة:**

إن الزيادة في درجة الحرارة تسبب زيادة انغلاق الثغور و تختلف هذه الظاهرة من نبات الى أخر باختلاف درجات الحرارة و قد يرجع ذالك الى نسبة CO_2 الموجود في الخلايا و ذالك بسبب زيادة معدل التنفس.

❖ **تركيز CO_2**

يؤدي ازدياد استهلاك CO_2 إلى فتح الثغور وزيادة النتح وزيادة تراكمه يؤدي إلى إغلاق الثغور وبالتالي نقص النتح.

❖ **تأثير الإضاءة:**

إن الإضاءة تسبب انفتاح الثغور عند أغلبية النباتات ما عدى النباتات العصارية CAM التي تفتح ثغور اوراقها في الليل و تغلق في النهار.

❖ **الضغط الجوي :**

تؤدي زيادة الضغط إلى زيادة كثافة الهواء وبالتالي انخفاض نسبة تبخر الماء من المسافات البينية إلى الجو وبالتالي انخفاض معدل النتح.

2.9. العوامل الداخلية المؤثرة على معدل النتح. (العامل النباتي)

Influence de la morphologie du végétal

❖ **نسبة المجموع الخضري الى المجموع الجذري:**

إن زيادة معدل النتح يزداد بزيادة نسبة المجموع الجذري الى المجموع الخضري و هذه الخاصية متباينة بين النباتات

❖ **مساحة الورقة**

كلما زادت مساحة الورقة زاد فقدان الماء لكن لا يوجد توافق نسبي بين مساحة الورقة و الماء المفقود على اساس وحدة المساحة فالنباتات الصغيرة (الأعشاب) تنتح بمعدل اكبر من النباتات الكبيرة (الأشجار).

❖ **تركيب الورقة**

Chapitre 3 : la Transpiration

إن مقاومة اوراق النباتات البيئة الجافة لفقدان الماء او الذبول هو في الأساس نتيجة لسمك طبقة الكيوتين وكفائتها حيث تحت الظروف الجافة تقفل الثغور و يصبح النتح عن طريق الكيوتين هو المنفذ الوحيد لفقدان الماء.

❖ **تأثير النتح على النمو و تكوين الأعضاء**

أثبتت الدراسات أن النتح يؤثر بطريق غير مباشرة على نمو بعض الأعضاء النباتية مثل نموات البراعم تحت الرطوبة العالية المؤثرة كما ان زيادة معدل النتح عن الامتصاص يحدث عجز مائي و ربما يذبل النبات مما يتسبب في موت النبات.

❖ **تاثير النتح على إمتصاص الأملاح المعدنية**

أثبتت الدراسات ان عملية امتصاص الأملاح المعدنية عملية فعالة تتطلب طاقة أيضية إذ يؤثر النتح على انتقالهم و توزيعهم في النبات بالإضافة الى حدوث امتصاص أخر ليس له علاقة بتأثير سحب النتح.

10. التوازن النسبي للنبات L'équilibre hydrique des végétaux

العامل الأساسي لهذا النبات هو انغلاق الثغور يتدخل مباشرة مجرد ما يكون النبات معرض لحالة متوترة مثل جفاف التربة او جفاف الهواء او درجة الحرارة المتطرفة أو انخفاض الامتصاص بفعل البرودة..... الخ و في النهاية يوجد توازن بين النتح و الامتصاص من خلال الجهد المائي للنبات فعندما يكون نقص في امتصاص الماء يؤدي ذالك الى انخفاض الجهد المائي الذي ينعكس على الجذور و الأوراق مما يتسبب في النتح و العكس حيث أن النتح المفرط يرفع من الجهد المائي مما يتسبب في تحريض الامتصاص.

11. دور النتح في نمو النبات Intérêt de la transpiration pour le végétal

إن دور النتح في نمو وتطور النبات لازال غير واضح لجميع النباتات فقد لوحظ بان بعض الأنواع النباتية تستطيع النمو في بيئة ذات رطوبة نسبية 100 ٪ حيث يكون النتح فيها قليلا أو معدوما في حين نباتات أخرى تنمو بنجاح في بيئة يحدث فيها النتح ومع ذلك يوصي بعض العلماء بوجود فوائد للنتح منها.....

❖ **يساعد على امتصاص العناصر المغذية من التربة ونقلها في مجرى النتح**

لقد افترض البعض بان امتصاص ايونات العناصر الغذائية المذابة في الماء من محلول التربة ونقلها علويا داخل جسم النبات يحدث كنتيجة لعملية النتح إلا ان البحوث الحديثة أوضحت ان امتصاص ايونات العناصر الغذائية يحدث نتيجة لعمليات حيوية تعتمد على الطاقة التنفسية وان قسم قليل جدا من الملح تمتص بعمليات حرة أو سلبية كنتيجة لمتصاص الماء.

❖ **التأثيير في عملية النمو**

لقد بينت بعض الدراسات بان النتح ضروري للنمو وذلك لأنه يخفض الجهد المائي في خلايا النباتات وبالتالي يقلل من قيمة الضغط الناتفاخي للخلايا وتجعله أكثر ملائمة.

❖ **تأثيير النتح على النسغ الصاعد (العصارة الصاعدة)**

تزداد حركة الماء من الجذر الى أعلى النبات بزيادة النتح وذلك للتعويض عن النقص الحاصل في الأجزاء الخضرية نتيجة التبخر.

❖ يلعب دور في **تبريد الأوراق** و النبات.