

4. الفجوة Le Vacuole

مصطلح الفجوة Vacuome يشمل جميع العضيات الخلوية الداخلية المعروفة باسم الفجوات .vacuole.

الفجوة هي عضية خلوية موجودة في الخلايا حقيقية النواة، وهي مميزة للخلايا النباتية. تُعد الفجوات في الغالب عضيات كبيرة تخزن مختلف أنواع العناصر الغذائية والنفايات. كما أنها تشارك في تكسير البروتينات والمركبات الخلوية الأخرى.

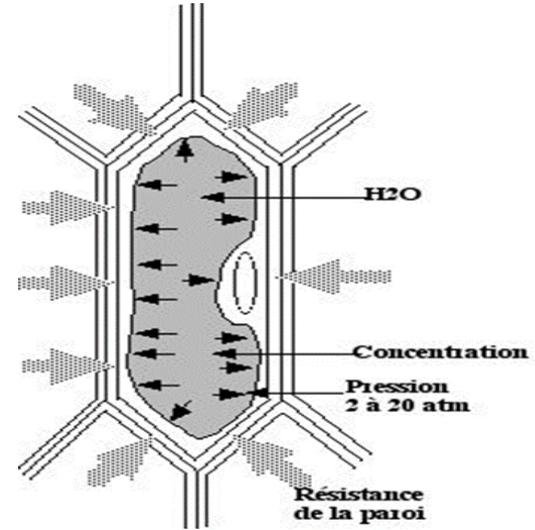
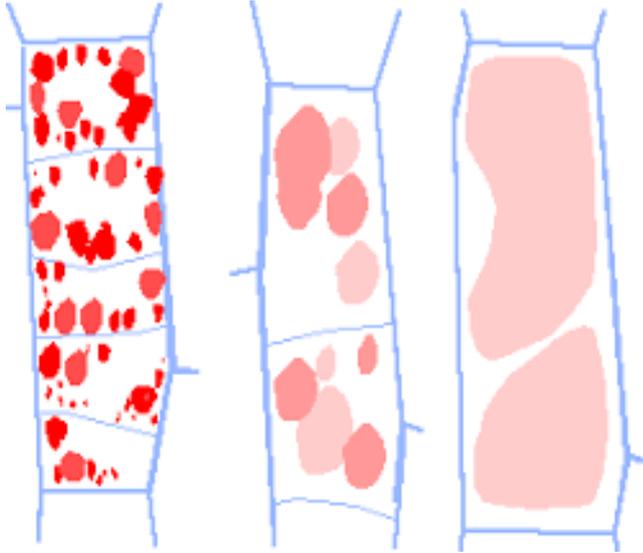
1.4. بنية الفجوة:

تنشأ الفجوات في الخلايا الصغيرة من شبكة أنابيب تُعرف بـ الشبكة الما قبل الفجوية (Réseau de tubules provacuolaire) وهي مستقلة عن الشبكة الإندوبلازمية وجهاز كولجي.

تكون الفجوات صغيرة ومتعددة في الخلايا الصغيرة. ومع نمو الخلية، تندمج معًا لتشكل في نهاية نمو الخلية، فجوة واحدة كبيرة جدًا تشغل نسبة كبيرة من حجم الخلية، مما يدفع السيتوبلازم إلى الأطراف.

تحتوي الفجوة بشكل أساسي على الماء، ولكنها تخزن أيضًا جزيئات عضوية مثل الكربوهيدرات،
والأيونات والأصبغ.

يختلف عدد الفجوات وشكلها وحجمها بشكل كبير من نوع خلية إلى آخر.



2.4. خصائص الفجوة:

محددة بغشاء يُعرف بالتونوبلاست (**Tonoplast**): هذا الغشاء قابل لنفاذية الماء، لكنه أقل نفاذية بالنسبة للمذابات. يسمح بمرور الماء بسهولة في كلا الاتجاهين ولكنه يحتفظ بالمذابات داخل الفجوة

تلوين الفجوة: يمكن تلوينها بسهولة باستخدام صبغة rouge neutre بتركيز مخفف (1 أو 0.1%).

3.4. وظيفة الفجوة:

تختلف وظيفة وأهمية الفجوات حسب نوع الخلية التي توجد فيها. بشكل عام، تشمل وظائفها ما يلي:

- الحفاظ على التوازن المائي داخل الخلية.
- تخزين الماء والجزيئات مثل بعض الأصباغ، والتخزين المؤقت للكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون.
- الحفاظ على الضغط والانتباج الخلوي **Turgescence**، مما يُسهم في صلابة بعض الهياكل مثل الأزهار، والسيقان، والأوراق.

1- الضغط الأسموزي:

تُعتبر الفجوة بمثابة جهاز أسموزي (Osmomètre) ينظم الضغط الداخلي للخلية. تعمل تركيزات الجزيئات المذابة في محلول الفجوة على توليد **ضغط أسموزي** كبير يتم توجيهه ضد جدار الخلية. يُعرف هذا الضغط بـ **ضغط الانتباجي** أو **الامتلائي Turgescence**، وهو ما يسمح للنبات بالحفاظ على هيكله وشكله القائم.

يتراوح هذا الضغط عادةً بين **2 إلى 20 ضغط جوي**، لكن في ظروف استثنائية، حيث يكون تركيز المحيط الخارجي مرتفعاً (مثل البيئات المالحة)، قد يصل الضغط إلى **160 ضغط جوي**، كما هو الحال لدى النباتات الملحية مثل (**Salicornia**) التي تنمو في البيئات المالحة (= halos) (**végétaux halophytes**) (**sel) Salicornes**

تكيف الخلية مع الضغط: عندما يزداد تركيز المحيط الخارجي، يمكن للخلية أن تعدل ضغطها الداخلي بطرق مختلفة:

الالتقاط الجزيئي (Épictèse): تقوم الخلية بالالتقاط جزيئات من الوسط الخارجي لزيادة تركيزها الداخلي.
تفكيك الجزيئات الداخلية (Anatonose): تقوم الخلية بتفكيك جزيئاتها الخاصة لزيادة عدد الجزيئات المذابة وبالتالي الحفاظ على الضغط الأسموزي.

أهمية الضغط الأسموزي:

- يلعب دورًا حيويًا في دعم النبات وبقاء أجزائه مثل الأوراق والسيقان في وضع قائم.
- يُساعد في التأقلم مع البيئات القاسية، مثل المناطق المالحة.
- يُظهر قدرة الخلية النباتية على التكيف مع تغيرات المحيط الخارجي لضمان استمرارية وظائفها الحيوية.

2- محتوى الفجوات:

تحتوي الفجوات على مجموعة متنوعة وكبيرة من الجزيئات التي تلعب أدوارًا مختلفة في الخلية النباتية. تشمل هذه الجزيئات:

- الماء تُعد المكون الأساسي داخل الفجوة.
- الأيونات مثل Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- .
- النفايات يتم تخزين النفايات الأيضية مؤقتًا داخل الفجوة.
- الأحماض الأمينية مواد أولية لبناء البروتينات.

- المواد المخاطية (Mucilages) : مركبات لزجة تخدم أغراضًا مختلفة مثل الدفاع أو تخزين الطاقة.
- السكريات مثل: الفركتوز، الجلوكوز، الجالاكتوز.
- الهيتيروسيدات **hétérosides** مركبات كيميائية ناتجة عن اتحاد السكريات مع مركبات أخرى.
- البروتينات والبوليبيبتيدات والجليكوبروتينات تُستخدم لتخزين الطاقة أو لتلبية احتياجات الخلية.
- أحماض الكربوكسيلية الخاصة بدورة كريبس تُستخدم في العمليات الأيضية.
- الفيتامينات مثل فيتامين C حمض الأسكوربيك.
- الهرمونات النباتية مثل : الأوكسينات والجبرلين.
- الأحماض العضوية مثل حمض الأوكساليك وأملاحه (أكزالات الكالسيوم)، والتي تتبلور في بعض النباتات.
- **نشاط انحلاي *Activité lytique* : تحتوي الفجوة على إنزيمات *Hydrolases, phosphatases***
- ***acides, alpha - mannosidases***، وهي مسؤولة عن تفكيك *glycoprotéines* والمركبات المعقدة.
- 3- حالة المنتجات المخزنة: تُستخدم الفجوات لتخزين منتجات احتياطية مثل:
 - السكروز: يوجد بكثرة في نباتات مثل قصب السكر والشمندر السكري.
 - الإنولين **inuline**: نوع من السكريات يُخزن في نباتات مثل الدهلية