الفصل الثاني : التوالد الجنسي عند النباتات اللازهرية

تقديم

النباتات اللازهرية هي نباتات لا تتوفر على أزهار، أي أن جهازها التوالدي يحمل على أعضاء خاصة، تأخذ أسماء مختلفة حسب نوع هذه النباتات، و تصنف هذه الأخيرة حسب درجة تطورها، ابتداء من الطحالب و مرورا بالحزازيات و وصولا إلى السرخسيات. و يتميز كل نوع بخصائص أنباتية و توالدية تميزه عن باقي الأنواع، مما يزيد من نجاحها و تأقلمها مع مختلف الأوساط التي تعيش فيها.

- فما هي المميزات الإنباتية و التوالدية عند النباتات الزهرية ؟ و كيف يتم التوالد الجنسي عندها؟

I- التوالد الجنسي عند الطحالب

1- الخصائص النباتية عند الطحالب و أنواعها

أ- خصائص الطحالب

الطحالب عبارة عن نباتات بدائية لا ساق و لا جذور و لا أوراق لها، جهازها الإنباتي مختزل في المشرة Le thalle.
تتميز الطحالب بتنوع أشكالها، فهناك طحالب أحادية الخلية أو متعددة الخلايا، هذه الأخيرة قد تكون على شكل خيطي كطحلب الأسبيروجير (Spirogyre) أو على شكل طحالب كبيرة مشرية مثل طحلب الفوقس الحويصلي (Fucus vesiculaire).
تحتوي جميع الطحالب على اليخضور، و قد يكون مقنعا بصبغة سمراء (طحالب سمراء)، أو حمراء (طحالب حمراء)،...و تستطيع الطحالب العيش في مختلف الأوساط البحرية منها و المائية العذبة و القارية الرطبة.

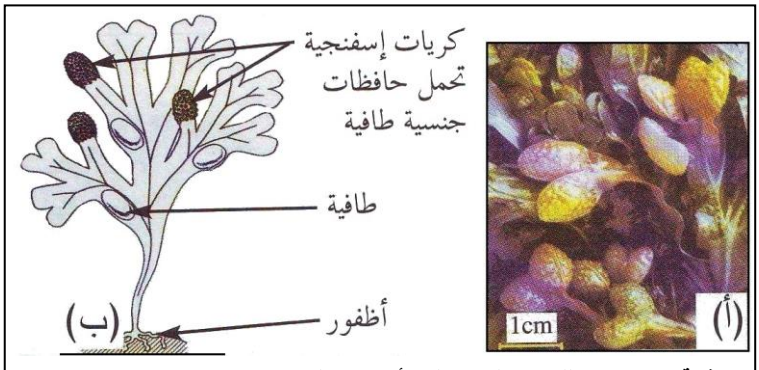
ب- تصنيف الطحالب

تصنف الطحالب حسب ألوانها فنجد :

- طحالب خضراء كطحلب الأسبيروجير Spirogyre.
- طحالب سمراء كطحلب الفوقس الحويصلي Fucus vesiculaire.
- طحالب حمراء كطحلب الجيليديوم Gelidium.

يمكن تصنيف الطحالب كذلك حسب توفرها على أحد جهازي التوالد أو على كليهما :

- طحالب متشابهة المشرة، حيث جهازي التوالد الذكري و الأنثوي محمولان على نفس المشرة (مشرة ثنائية الجنس).
- طحالب مختلفة المشرة، أي أن جهازي التوالد الذكري و الأنثوي محمولان على مشرتين مختلفتين (مشرة أحادية الجنس).



وثيقة 1 : صورة للفوقس الحويصلي (أ) و رت لجهازه الإنباتي (ب)

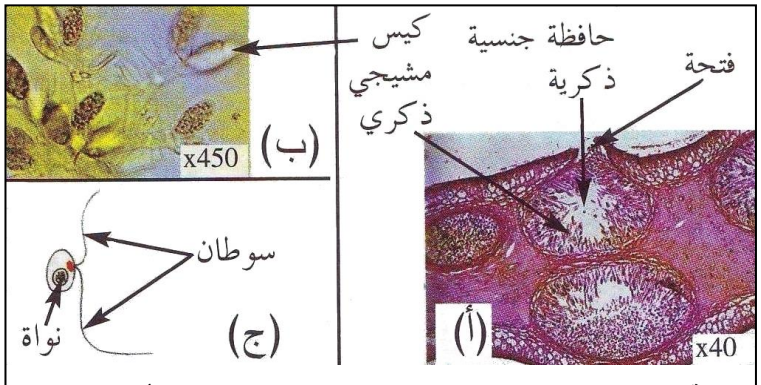
2- التوالد الجنسي عند طحلب الفوقس الحويصلي

الفوقس الحويصلي طحلب أسمر، يعيش مثبتا على صخور الشواطئ بواسطة أظفورات Crampons. خلال فترة نضجه تظهر في نهاياته كريات أسفنجية محببة تسمى حافظات جنسية Conceptacles، تكون مفتوحة على الوسط الخارجي، بواسطة ثقوب. تمثل هذه الحوافظ الجنسية، الجهازين التواليين. يكون لون الحافظات الأنثوية أسمر يميل إلى الاخضرار، أما الحافظات الذكرية فتكون برتقالية اللون. **(وثيقة 1)**

أ- تعضي جهاز التوالد الذكري و تشكل الأمشاج الذكرية

تضم الحافظات الذكرية الأعضاء التوالدية الذكرية، و هي عبارة عن أكياس بيضوية الشكل تسمى المئبريات Anthéridies، تضم بداخلها الخلايا الأم للحيوانات المنوية.

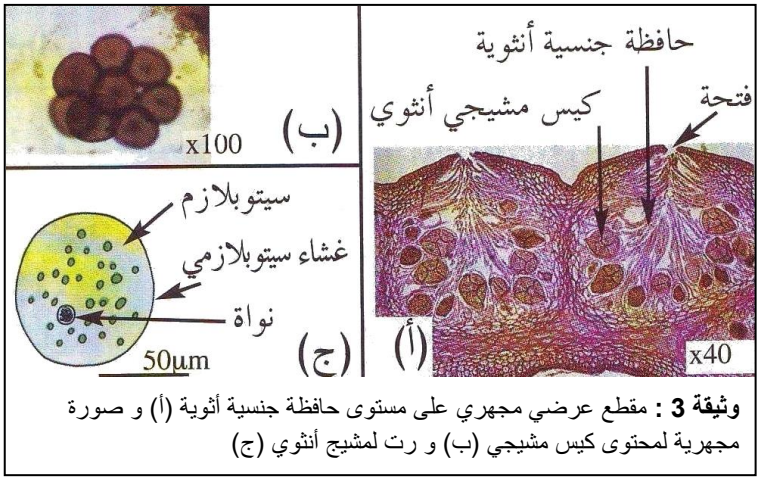
تتعرض الخلية الأم (2n) لانقسام اختزالي متبوعا بأربع انقسامات غير مباشرة لتعطي 64 حيوان منوي (كل حيوان منوي مزود بسوطين). تحرر الحيوانات المنوية في ماء البحر عبر فتحة الحافظة الجنسية. **(وثيقة 2)**



وثيقة 2 : مقطع عرضي مجهري على مستوى حافظة جنسية ذكرية (أ) و صورة مجهرية لأكياس مشيجية (مئبريات) تحتوي على أمشاج ذكرية (ب) و رت لمشيج ذكري (ج)

ب- تعضي جهاز التوالد الأنثوي و تشكل الأمشاج الأنثوية

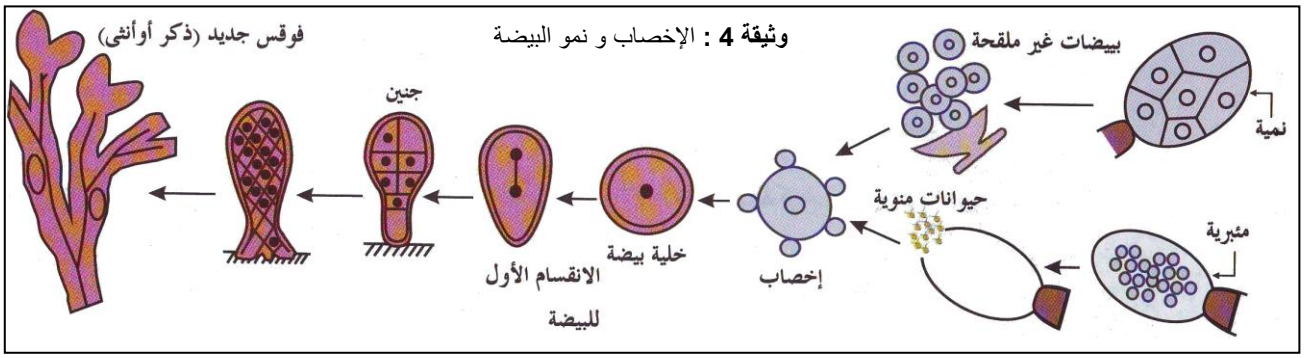
يتكون من الحافظات الجنسية الأنثوية و التي تحتوي على أكياس تسمى النميات Oogones. تحتوي هذه الأخيرة على خلايا أم للأمشاج الأنثوية. تتعرض الخلية الأم (2n) لانقسام اختزالي متبوعا بانقسام غير مباشر لتعطي 8 خلايا تكبر و تتطور إلى 8 بييضات غير ملقحة تحرر عبر فتحة الحافظة الجنسية في ماء البحر. **(وثيقة 3)**



وثيقة 3 : مقطع عرضي مجهري على مستوى حافظة جنسية أنثوية (أ) و صورة مجهرية لمحتوى كيس مشيجي (ب) و رت لمشيج أنثوي (ج)

ج- الإخصاب و مصير البيضة

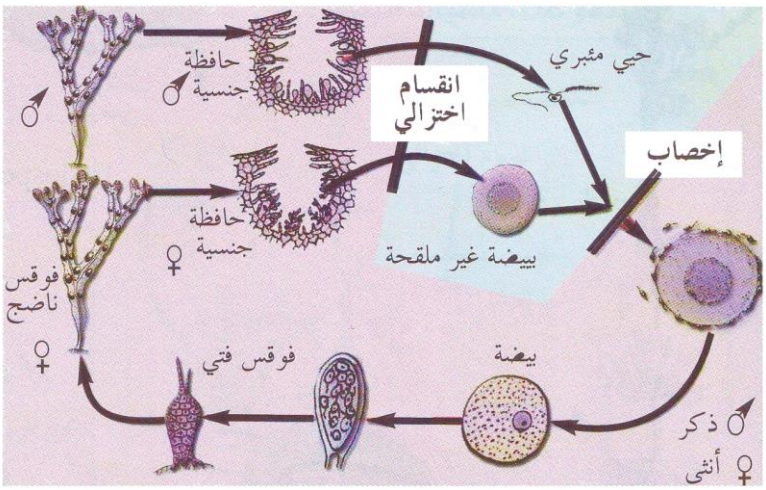
يتم تحرير الأمشاج في ماء البحر، فتترسب البييضات غير الملقحة. أما الحيوانات المنوية، فتستعمل سياطها، لتتجه نحو البييضات. تحيط بكل بييضة أعداد كبيرة من الحيوانات المنوية، لكن أحدها فقط، يتمكن من اختراق غشائها. تدخل نواة الحيوان المنوي، في حين يبقى السوطان في الخارج، ثم تقترب نواة الحيوان المنوي من نواة البييضة، فيلتحمان، و تتكون نواة الخلية البيضة، نقطة انطلاق فوقس جديد.**(وثيقة 4)**



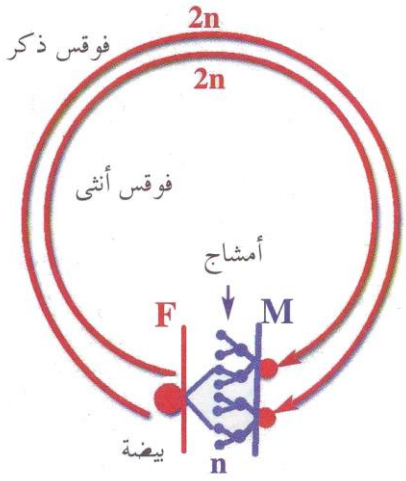
وثيقة 4 : الإخصاب و نمو البيضة

د- دورة النمو عند الفوقس

تتميز دورة النمو عند الفوقس بوجود جيل واحد ثنائي الصيغة الصبغية. نقول أن الفوقس أحادي الجيل و ثنائي الصيغة الصبغية.



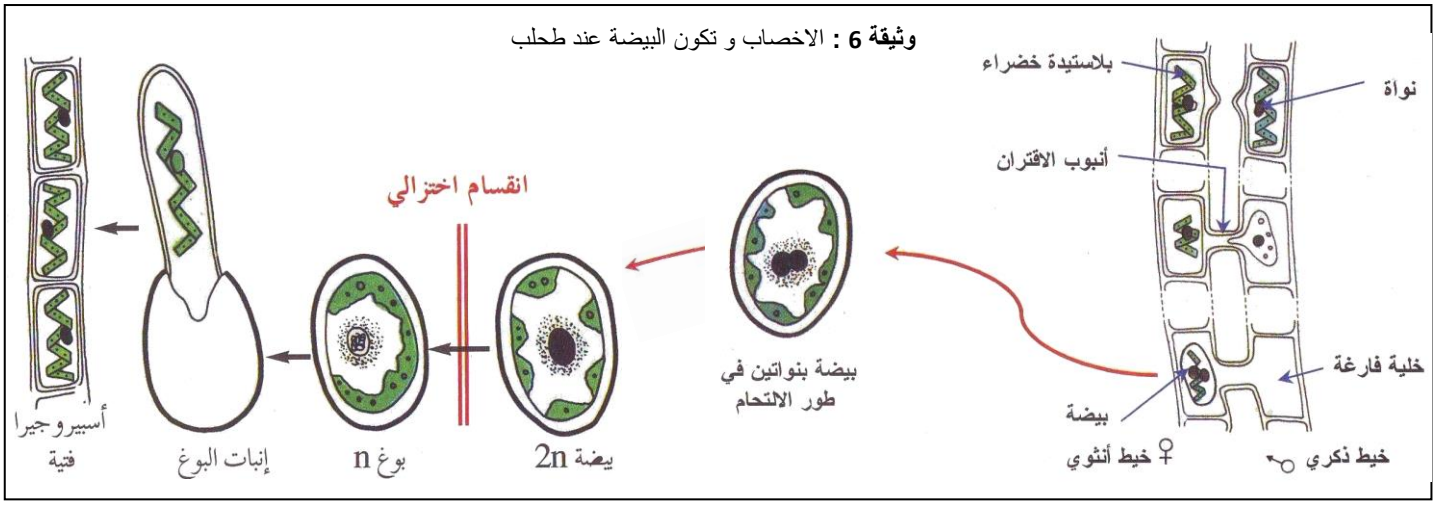
وثيقة 5 : دورة النمو عند الفوقس الحويصلي



تمثيل مبسط لدورة النمو عند الفوقس الحويصلي

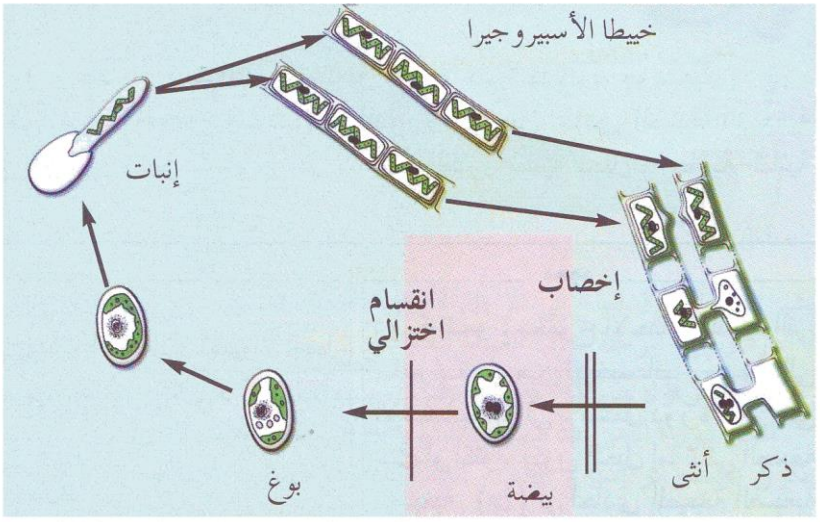
3- التوالد الجنسي عند طحلب الأسبيروجير

الأسبيروجير طحلب أخضر يعيش في المياه العذبة، و هو عبارة عن خييط مكون من عدة خلايا أحادية الصيغة الصبغية.
يتكاثر طحلب الأسبيروجير عادة عن طريق انقسامات غير مباشرة، مما يؤدي إلى استطالة خييطاته (توالد لا جنسي) و عندما تصبح الظروف المناخية غير ملائمة لهذا النوع من التكاثر، يعتمد طريقة ثانية، يمكن اعتبارها نوعا من التوالد الجنسي لهذا النوع من الطحالب، حيث تتقارب الخييطات الذكرية و الأنثوية و تظهر بين خلاياها المتقابلة أنابيب تدعى قناطر الاقتران Pons de conjugaison و التي تسمح بمرور النواة الذكرية نحو النواة الأنثوية الموجودة في الخييط الأنثوي. تتحد النواتان و تتشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n).
تتعرض البيضة مباشرة بعد الإخصاب للانقسام الاختزالي مكونة أربعة أبواغ (n)، ثلاثة من بينها تتلاشى و يدخل البوغ المتبقي في حياة بطيئة. و عندما تصبح الظروف ملائمة، ينبت البوغ و يعطي خييط أسبيروجيرا جديد أحادي الصيغة الصبغية (n). **(وثيقة 6)**

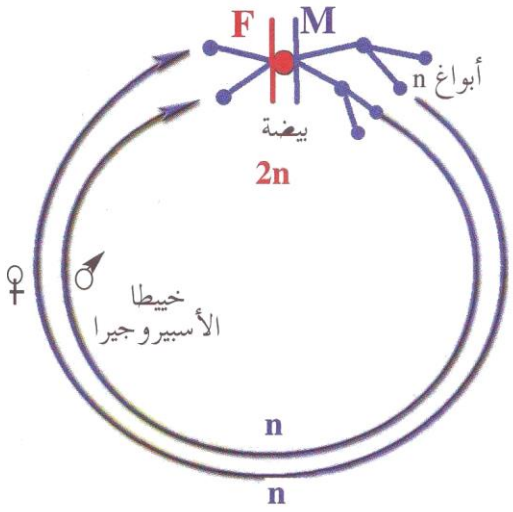


وثيقة 6 : الاخصاب و تكون البيضة عند طحلب

تتميز دورة النمو عند الأسبيروجيرا بوجود جيل واحد يتمثل في خيط الأسبيروجيرا أحادي الصيغة الصبغية إما ذكر أو أنثى. نقول أن دورة نمو الأسبيروجيرا أحادية الجيل و أحادية الصيغة الصبغية. **(وثيقة 7)**



وثيقة 7 : دورة النمو عند الأسبيروجيرا



تمثيل مبسط لدورة النمو عند الأسبيروجيرا

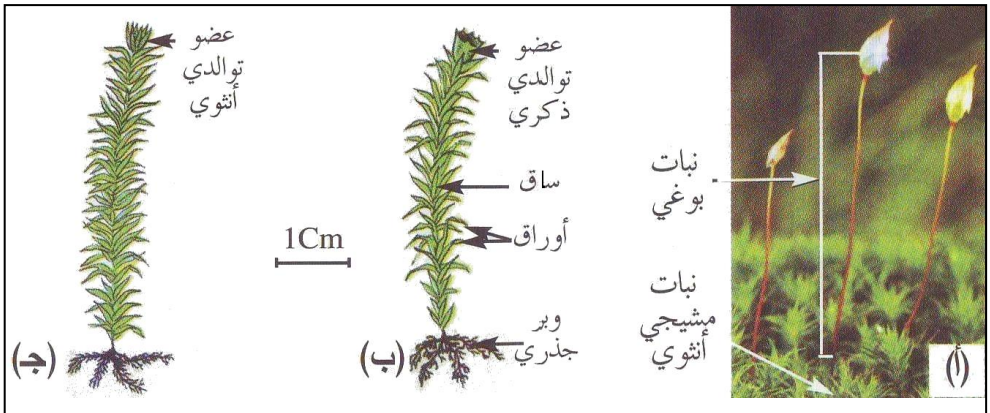
II- التوالد الجنسي عند الحزازيات Les mousses

1- بعض المميزات النباتية للحزازيات

الحزازيات نباتات لا زهرية، ظهرت منذ الزمن التفحمي و تتميز بالخصائص التالية :
- صغيرة القد.
- لها ساق و أوراق و لكن ليس لها جذور (وبر أو زغب جذري Rhizoide).
- تعيش في الأماكن الرطبة، حيث يمكن أن نجدها على الجدران و السقوف و على جذوع الأشجار، كما أن بعضها يعيش في المستنقعات بل و حتى في المياه الجارية.

2- جهاز توالد كسبرة البير الجبلية Polytric

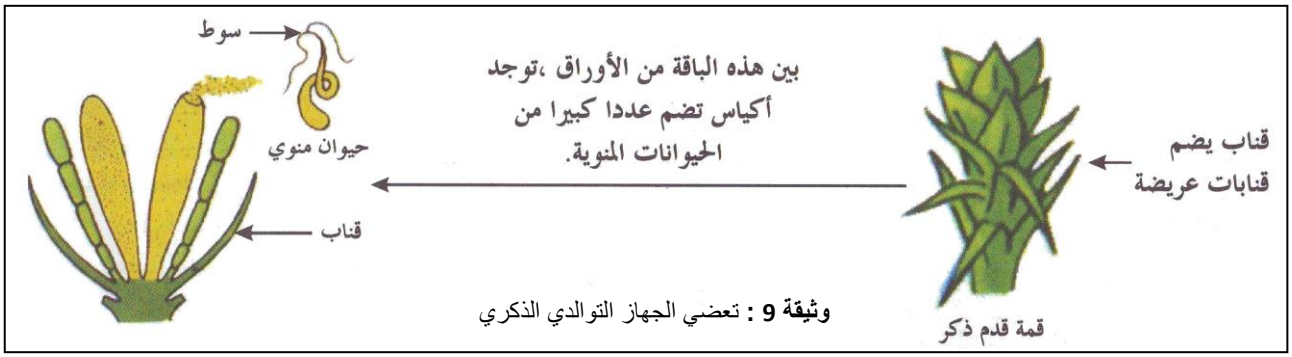
تتوفر كسبرة البير الجبلية على جهاز إنباتي بسيط. توجد هذه الحزازية على شكلين : نبات مشيجي Gamétophyte ذكري أو أنثوي يعيشان جنبا إلى جنب، و نبات بوغي Sporophyte يعيش متطفلا على النبات المشيجي الأنثوي. يحمل النبات البوغي أكياسا بوغية Sporanges تحرر أثناء النضج أبواغا Spores أحادية الصيغة الصبغية تشكلت نتيجة الانقسام الاختزالي. **(وثيقة 8)**



وثيقة 8 : كسبرة البير الجبلية (أ) و رسمان تخطيطيان للنبات المشيجي الذكري (ب) و الأنثوي (ج)

أ- تعضي جهاز التوالد الذكري

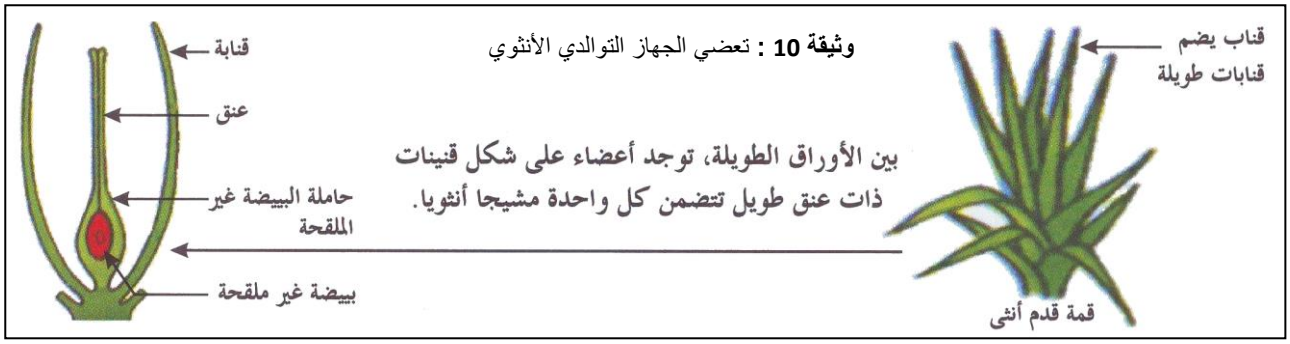
ينكون جهاز التوالد الذكري من قناب Involucre مكون من قنابات Bractées. يحتوي القناب على أكياس تسمى المئبريات يتم على مستواها إنتاج حيوانات منوية ثنائية السوط. **(وثيقة 9)**



وثيقة 9 : تعضي الجهاز التوالدي الذكري

ب- تعضي جهاز التوالد الأنثوي

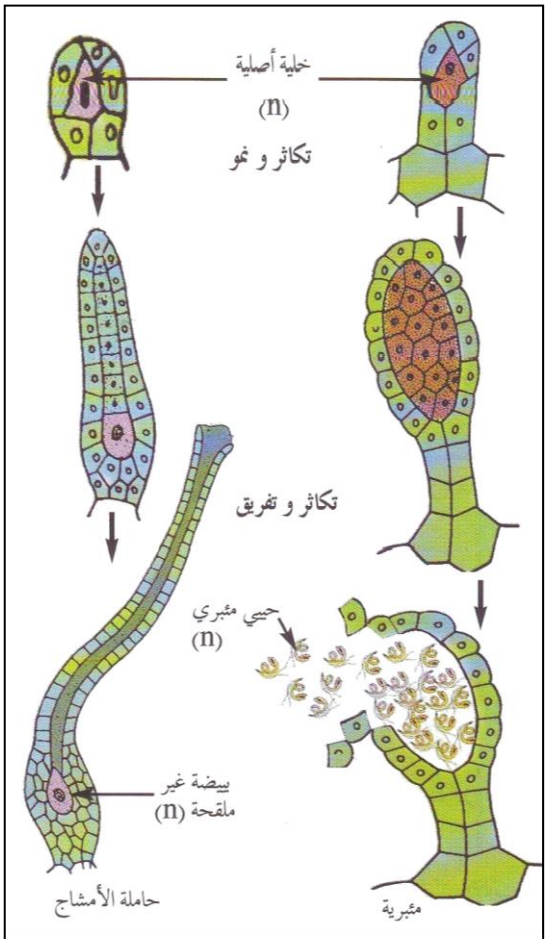
ينكون جهاز التوالد الأنثوي من قناب Involucre مكون من قنابات طويلة تضم بداخلها حاملة البييضة غير الملقحة.**(وثيقة 10)**



وثيقة 10 : تعضي الجهاز التوالدي الأنثوي

ج- تشكل أعضاء التوالد و الأمشاج

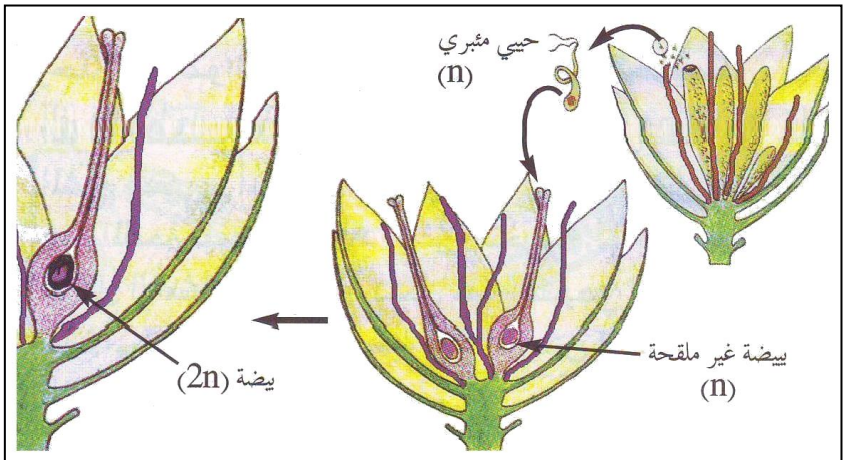
تتشكل كل من المئبرية و حاملة الأمشاج الانثوية انطلاقا من إحدى خلايا العضو الذكري أو الانثوي تسمى خلية اصلية و هي أحادية الصيغة الصبغية. بعد التكاثر و النمو و التفريق يتم الحصول على مئبرية تحتوي على حييات مئبرية (n) و على حاملة أمشاج تحتوي على بييضة غير ملقحة (n). **(وثيقة 11).**



وثيقة 11 : مراحل تشكل المئبرية و حاملة الأمشاج عند كسبرة البير الجبلية

د- الإخصاب و مصير البيضة

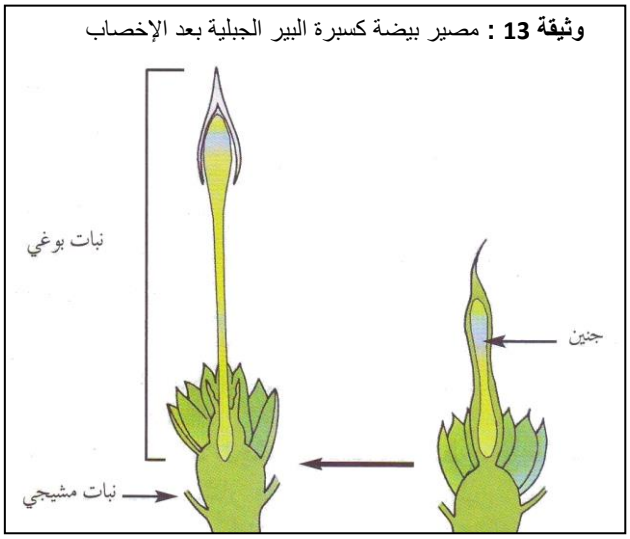
عندما تنضج المئبريات تحرر حييات مئبرية تتحرك بواسطة سياطها بوجود الماء حتى تصل إلى حاملة الأمشاج ثم إلى البييضة غير الملقحة حيث يتم الإخصاب فنحصل على بيضة (2n). **(وثيقة 12).**



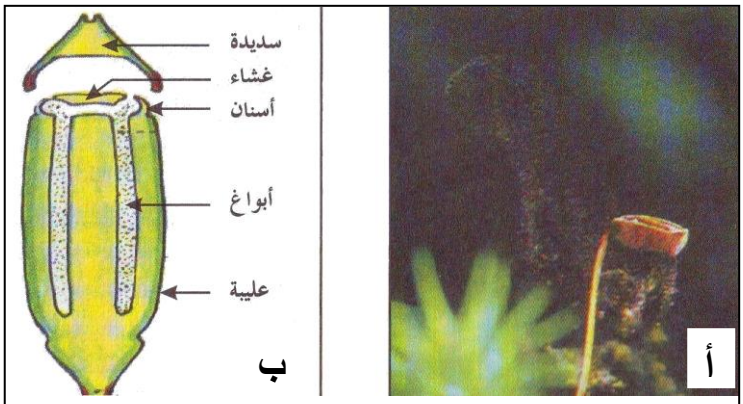
وثيقة 12 : الإخصاب عند كسبرة البير الجبلية

تتعرض البيضة بعد الإخصاب لانقسامات متتالية و تنمو لتعطي جنينا يعيش متطفلا على النبات المشيجي الأنثوي. يتحول الجنين إلى نبات بوغي يحمل في نهايته كيسا بوغيا له شكل وعائي و مغطى بكمة. **(وثيقة 13)**

توجد داخل الكيس البوغي الخلايا الأم للأبواغ، التي تتعرض للانقسام الاختزالي مشكلة عددا كبيرا من الأبواغ الأحادية الصيغة الصبغية. عند نضج الكيس البوغي، ينحني، و تسقط السديدة و الغشاء، فتتحرر الأبواغ الناضجة. **(وثيقة 14)**



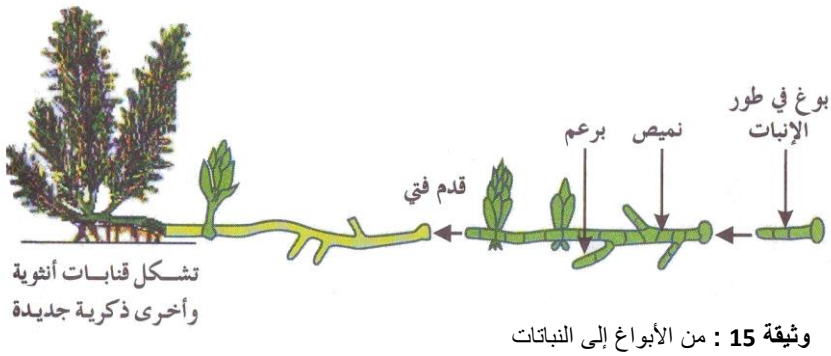
وثيقة 13 : مصير بيضة كسبرة البير الجبلية بعد الإخصاب



وثيقة 14 : صورة لنبات بوغي يحرر الأبواغ (أ) و رسم تفسيري للكيس البوغي (ب)

ه- إنبات الأبواغ و تشكل نباتات مشيجية جديدة

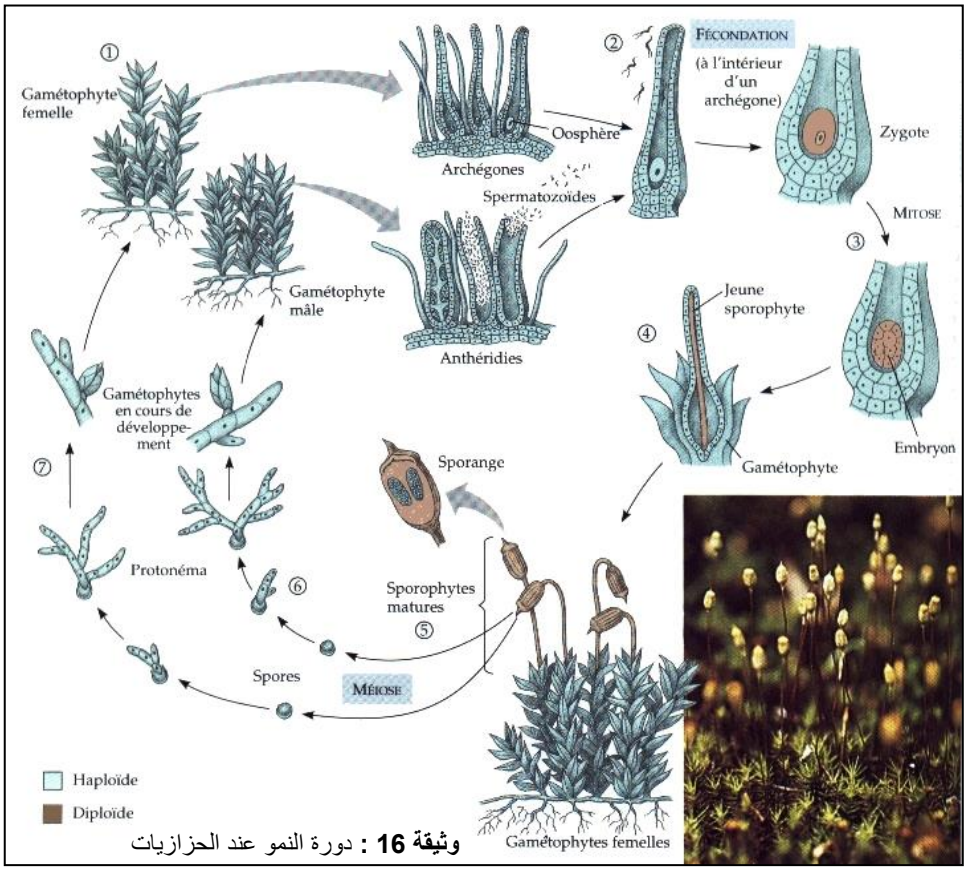
عند توفر الظروف المناخية الملائمة (رطوبة و دفء في التربة)، تنبت الأبواغ، و تعطي خيوطا سرعان ما تتفرع، مكونة نميصات (أول ما يظهر من النبتة و منه تولد العروق) Protonémas. تتكون هذه الخيوط من خلايا يخضورية قادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي. بعض الفروع تتحول إلى براعم، و البعض الآخر، يتحول إلى جذيرات تثبت في التربة، و ينتج عن إنبات الابواغ نباتات مشيجية، تنتشر على شكل بساط في الأماكن الرطبة. **(وثيقة 15)**



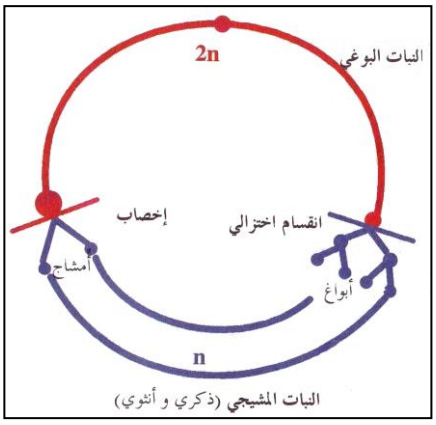
وثيقة 15 : من الأبواغ إلى النباتات

و – دورة النمو عند الحزازيات

تتميز دورة النمو عند الحزازيات بوجود جيل أحادي الصيغة الصبغية، المتمثل في النبات المشيجي الذكري و الأنثوي، و جيل ثنائي الصيغة الصبغية، المتمثل في النبات البوغي. نقول أن دورة نمو الحزازيات ثنائية الجيل و أحادية ثنائية الصيغة الصبغية. **(وثيقة 16)**



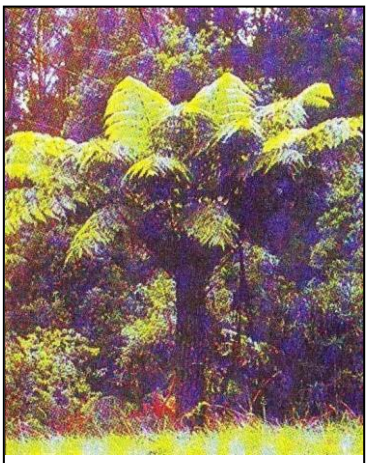
وثيقة 16 : دورة النمو عند الحزازيات



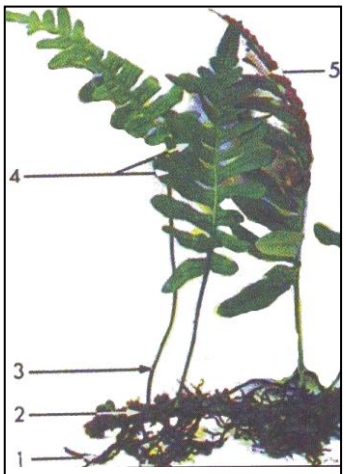
III- التوالد الجنسي عند السرخسيات Les fougères

1- بعض المميزات النباتية للسرخسيات

تعتبر السرخسيات من أقدم النباتات الوعائية. ظهرت منذ العصر الديفوني، و عرفت انتشارا واسعا خلال التفحمي (حوالي 300 مليون سنة)، حيث كانت تشكل معظم الغطاء النباتي الأرضي. و قد أدى انقراضها و استحاثتها إلى تشكل طبقات من الفحم الحجري، ما تزال تستغل إلى اليوم في العديد من البلدان.



وثيقة 18 : سرخس متشجر يعيش في الغابات الاستوائية



وثيقة 17 : الجهاز الإنباتي للسرخس

أما حاليا فتنتشر السرخسيات في الكثير من مناطق العالم، باستثناء المناطق الجافة. و هي تشكل على الخصوص، نبت الحراج (أو الخث La tourbe)، حيث الرطوبة و الظل، و هي الظروف المناخية التي تساعدها على النمو. أما السرخسيات المتشجرة، فتوجد في المناطق الاستوائية، و قد يصل طولها إلى 34 مترا، و تذكرنا بسراخس الدهر الثاني. **(وثيقة 18)**

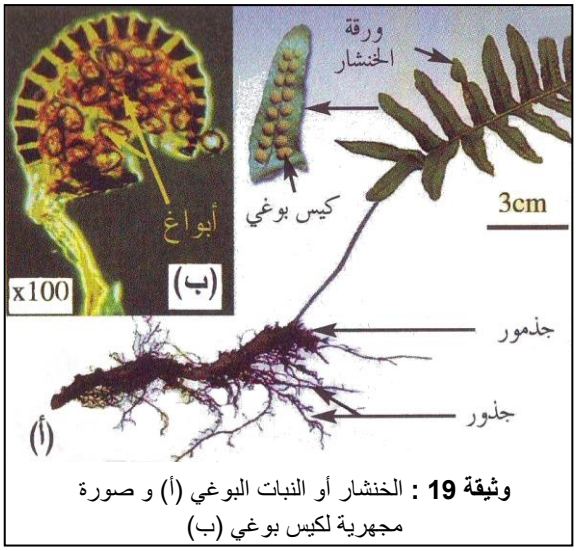
تمتد الساق التي تسمى الجذمور Rhizome (2)، أفقيا مباشرة تحت التربة. تنبثق من الجذمور مجموعة من الجذور العرضية (1) تثبتها بالتربة سويقات، و سويقات (3) تحمل أوراقا مفصصة (4). **(وثيقة 17)**

على الوجه السفلي للأوراق الناضجة تظهر في فصل الربيع ، صرر Sores (5) مملوءة بأكياس بوغية. تلعب دورا أساسيا في تكاثر السرخس.

2-جهاز توالد السرخسيات، الخنشار نموذجا

أ- النبات البوغي و الأبواغ

كل كيس بوغي يتضمن 16 خلية أم للأبواغ ثنائية الصيغة الصبغية. عند النضج، تتعرض الخلايا الأم لانقسام اختزالي مكونة أربعة أبواغ أحادية الصيغة الصبغية (n). **(وثيقة 19)**



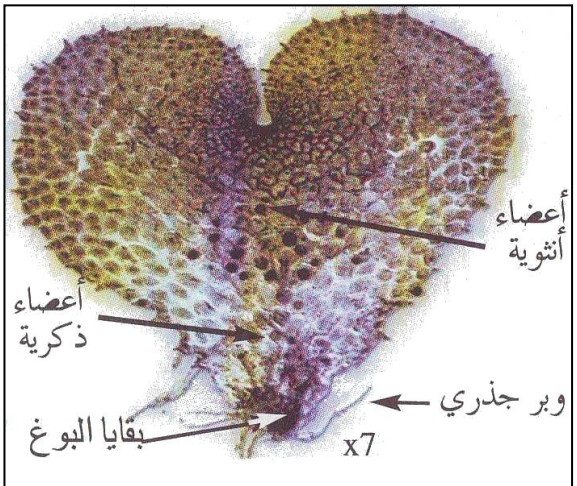
وثيقة 19 : الخنشار أو النبات البوغي (أ) و صورة مجهرية لكيس بوغي (ب)

ب- النبات المشيجي و تشكل الأمشاج

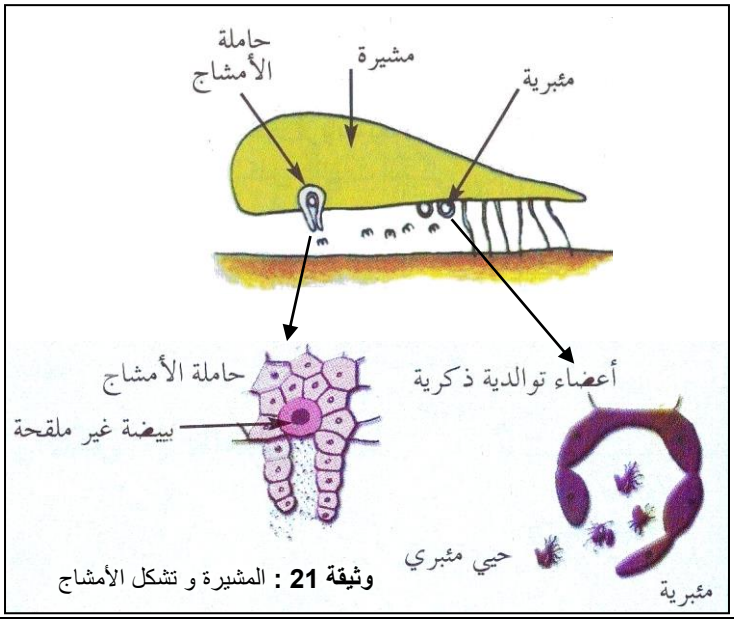
يؤدي سقوط الأبواغ (n) في أماكن رطبة، و في حرارة مناسبة إلى إنباتها، فيتحول البوغ إلى خلية منبتة. تنقسم هذه الخلية باستمرار، لتشكل بعد عدة أسابيع نباتا مشيجيا، يسمى المشيرة Prothalle، له شكل قلب و قطره بين 6 و 12mm. **(وثيقة 20)**

تتكون المشيرة من خلايا أحادية الصيغة الصبغية، كلها يخضورية. في الجهة السفلى من المشيرة تنمو جذيرات تثبتها بالتربة و تمكنها من الحصول على الماء و الأملاح المعدنية. تتكون كذلك في الجهة السفلى من المشيرة الأعضاء التوالدية الذكرية (المئبريات)، أما حاملات البييضات، فتتكون في الجهة السميكة من المشيرة.

تتشكل كل من المئبرية و حاملة الأمشاج انطلاقا من إحدى خلايا المشيرة تدعى الخلية الأصلية و هي أحادية الصيغة الصبغية (n). بعد التكاثر و النمو و التفريق، يتم الحصول على مئبرية بداخلها حييات مئبرية و على حاملة الأمشاج تحتوي على بييضة غير ملقحة (n). **(وثيقة 21)**



وثيقة 20 : مشيرة : النبات المشيجي

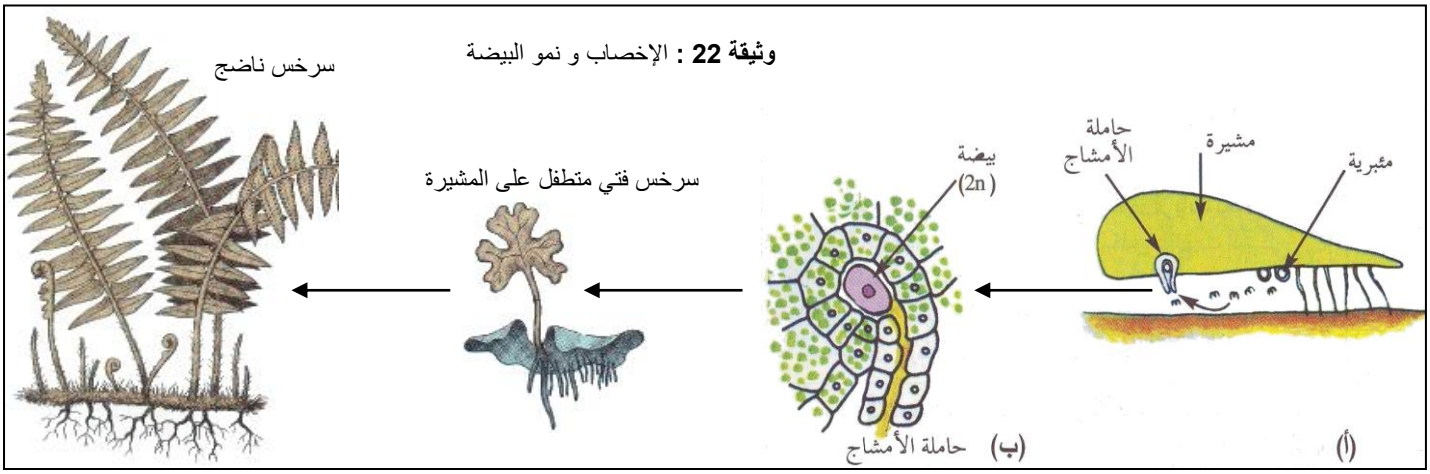


وثيقة 21 : المشيرة و تشكل الأمشاج

ج- الإخصاب و مصير البيضة

عند نضج الحيوانات المنوية و البييضات غير الملقحة، تكون طبقة من الماء على سطح المشيرة كافية لتمزيق غشاء المئبرية و انفتاح عنق حاملة البييضة غير الملقحة. تسبح الحيوانات المنوية في هذه الطبقة من الماء بفضل قدرتها على الحركة، و تتجه نحو البييضة غير الملقحة.

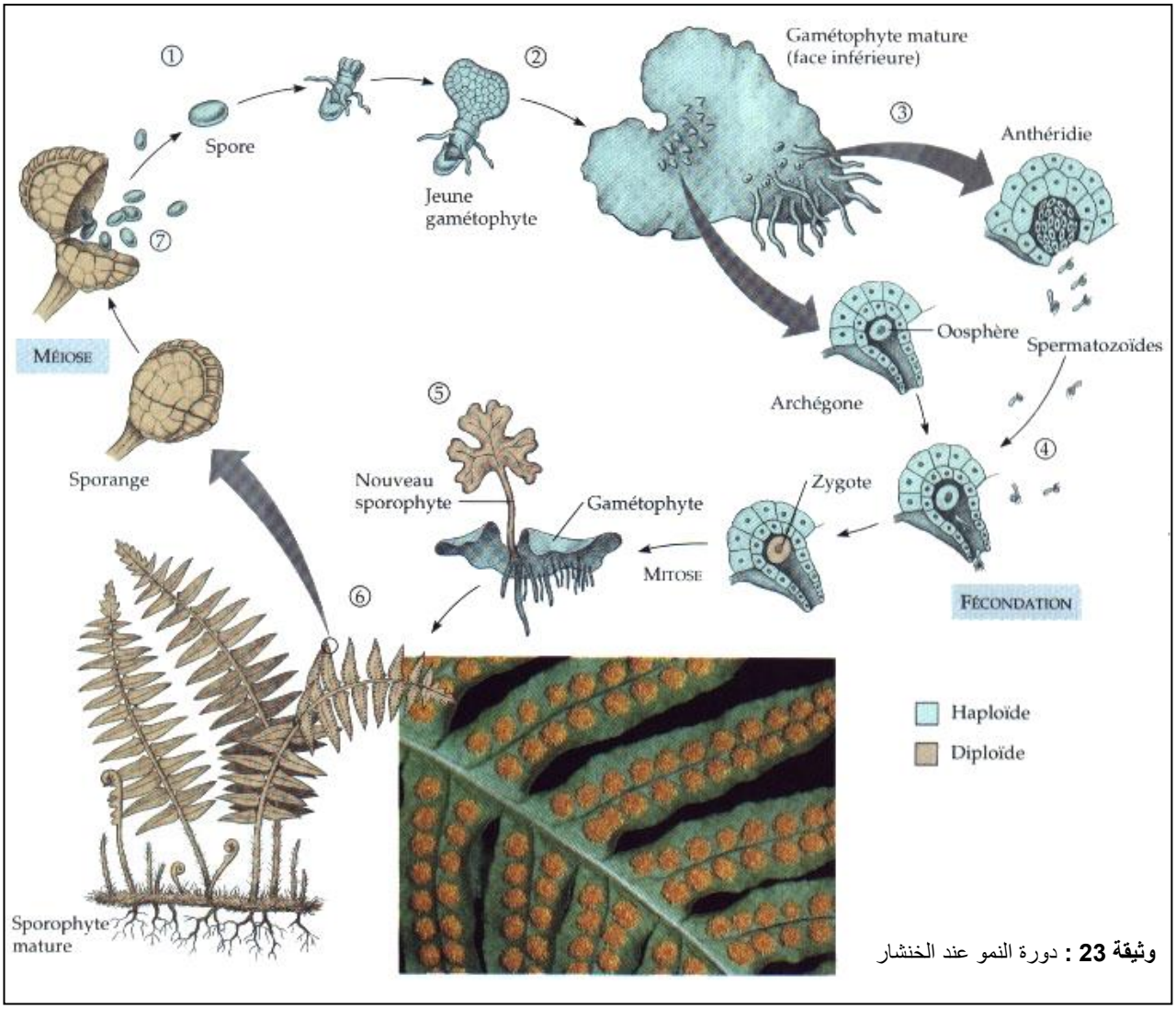
يتمكن حيوان منوي واحد من تخصيب البييضة، فتتكون الخلية البيضة (2n)، التي تبدأ في الانقسام مباشرة بعد الإخصاب. ينتج عن هذه الانقسامات تشكل جنين سرخس، ينمو في البداية متطفلا على المشيرة ثم يصير تدريجيا نبتة فتية خضراء مستقلة بذاتها تنمو لتعطي نباتا بوغيا. **(وثيقة 22)**



وثيقة 22 : الإخصاب و نمو البيضة

د- دورة النمو عند السرخسيات : الخنشار نموذجا

تتميز دورة النمو عند الخنشار بتعاقب جيلين، جيل يتمثل في خنشار بالغ ثنائي الصيغة الصبغية ينتج الأبواغ يتعاقب مع جيل آخر يتمثل في المشيرة أحادية الصيغة الصبغية التي تنتج الأمشاج. نقول إن دورة نمو الخنشار ثنائية الجيل و أحادية - ثنائية الصيغة الصبغية. **(وثيقة 23)**



وثيقة 23 : دورة النمو عند الخنشار