

Nom de la situation d'apprentissage à l'extérieur (SAAE) : Les phytotechnologies en biologie

N. B. : Les situations d'apprentissage se veulent clé en main, mais il est tout de même nécessaire d'adapter le contenu ou la forme selon vos besoins et votre contexte.

Niveau	Secondaire
Cycle	1 ^{er} cycle (secondaire 1 et 2)
Matière	Science et technologie
Univers (discipline)	Vivant, matériel, terre et espace
Thèmes et concepts	Biologie, chimie, phytotechnologies, cellule végétale, cellule animale, photosynthèse et respiration, hydrosphère, atmosphère, cycle de l'eau, cycles biogéochimiques
Saison(s)	Printemps, été et automne N. B. : Cette activité est particulièrement adaptée aux mois les plus chauds de l'année.
Durée et nombre de périodes	Trois à quatre périodes de 60 à 75 minutes
Emplacement	Cour d'école et quartier avoisinant l'école

Description des activités* :

<i>Cours 1 : marche exploratoire sur les phytotechnologies</i>	2
<i>Cours 2 : projet créatif pour améliorer un espace urbain avec une phytotechnologie</i>	5
<i>Cours 3 : présentations orales et photosynthèse, respiration, cellules végétales et animales</i>	8
<i>Cours 4 (suggéré) : laboratoire sur l'observation de la cellule végétale au microscope</i>	11

*Matériel pédagogique en annexe

Compétences et apprentissages ciblés dans le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) :

- Définir la cellule comme étant l'unité structurale de la vie
- Nommer des fonctions vitales assurées par la cellule
- Distinguer une cellule animale d'une cellule végétale
- Décrire le rôle des principaux constituants cellulaires visibles au microscope
- Nommer les intrants et les extrants impliqués dans le processus de la photosynthèse
- Nommer les intrants et les extrants impliqués dans le processus de la respiration
- Expliquer le cycle de l'eau (changement d'état et échange d'énergie)
- Décrire les principales interactions entre l'hydrosphère et l'atmosphère (ex. : échanges thermiques, régulation climatique, phénomènes météorologiques)
- Décrire les relations entre l'atmosphère et certaines activités humaines (ex. : loisir, transport, exploitation de l'énergie)

De manière optionnelle

- Décrire des modes de reproduction asexuée chez les végétaux (ex. : bouturage, marcottage)
- Décrire le mode de reproduction sexuée des végétaux (plantes à fleurs)

- Représenter la formation d'une molécule à l'aide du modèle atomique de Dalton
- Décrire le tableau périodique comme un répertoire organisé des éléments
- Identifier les principaux constituants cellulaires visibles au microscope (membrane cellulaire, cytoplasme, noyau, vacuoles)

COURS 1 : MARCHE EXPLORATOIRE SUR LES PHYTOTECHNOLOGIES

Description générale de l'activité :

Les élèves sont invités à en apprendre davantage sur les phytotechnologies afin de comprendre comment la végétation a un impact sur l'environnement naturel et bâti et sur les cycles biogéochimiques. Au moyen d'une marche exploratoire, la personne enseignante discute des phytotechnologies présentes dans le quartier voisinant l'école afin de mettre en relation la théorie à l'environnement direct des jeunes. Ceux-ci doivent remplir leur cahier de route selon les informations fournies par la personne enseignante et photographier les phytotechnologies repérées.

Matériel nécessaire :

- Itinéraire de marche (**pour personne enseignante**)
- Aide-mémoire sur les phytotechnologies (**pour personne enseignante**)
- Cahier de route (voir annexe)
- Caméra (1 par personne, ou selon les ressources disponibles)
- Bouteille d'eau
- De quoi écrire (par ex. : une feuille de papier, un mini-tableau avec marqueur effaçable, un papier à l'épreuve de l'humidité, etc.)
- Une surface dure sur laquelle écrire à l'extérieur, en mouvement (ex. : cartable ou autre)

Déroulement proposé :

- Préparer, imprimer au besoin et réserver le matériel nécessaire.
- Planifier, quelques jours à l'avance, des vêtements appropriés à la météo prévue cette journée-là.
- Prévoir du temps de déplacement.
- S'informer suffisamment sur les **différents types de phytotechnologies** pour être en mesure de les expliquer et de les repérer. **Voir, en annexe, le résumé des 9 phytotechnologies.**
- Important - repérage avant la sortie : Planifier un **itinéraire de marche dans le quartier** en ciblant au préalable des exemples diversifiés de **phytotechnologies existantes** à proximité de l'école (**environ 3 à 4**).

Avant (10 à 15 minutes)

1. Amorcer la situation d'apprentissage pour **susciter l'intérêt des jeunes**. Par exemple :
 - Raconter une anecdote ou une courte histoire reliée au sujet
 - Présenter une courte vidéo ou un extrait filmique
 - Annoncer le but derrière la situation d'apprentissage
 - Effectuer des liens avec des cours passés ou à venir

2. Décrire l'objectif de l'activité aux élèves : en apprendre davantage sur les **phytotechnologies*** afin de créer des liens avec les notions biologiques apprises dans le cours. Expliquer que le groupe ira à la découverte de quelques phytotechnologies présentes dans le quartier et que les élèves devront remplir leur cahier de route au fur et à mesure de la marche exploratoire : ainsi, il est important qu'ils **restent attentifs !** *N. B. : Voir aide-mémoire pour personne enseignante en annexe.
3. Prendre soin d'expliquer aux élèves le déroulement de l'activité AVANT d'aller dehors. Demander aux élèves de **rester ensemble et de ne pas s'écarter pendant la marche exploratoire.**
4. Expliquer les règles de fonctionnement.
5. Brièvement décrire ce qu'est une **phytotechnologie** au groupe.
6. Distribuer le matériel nécessaire à l'activité et vérifier que les élèves ont tout ce qu'il faut.
7. Expliquer, au moyen d'un schéma, les **caractéristiques principales de l'hydrosphère et de l'atmosphère (cycles).**
8. Décrire les **7 étapes du cycle de l'eau** pour que les élèves les écrivent dans leur cahier de route.

Note : Il est possible de faire les étapes 5 et 6 au préalable (par ex. : en devoir, dans un autre cours...) afin d'avoir plus de temps pour l'activité à l'extérieur.

Pendant (30 — 35 minutes)

9. Une fois à l'extérieur, marcher environ 3 minutes, puis s'arrêter à un endroit sécuritaire et rappeler la **définition des phytotechnologies** en demandant aux élèves de l'inscrire dans leur cahier de route. *Les phytotechnologies sont des solutions technologiques centrées sur les plantes qui répondent à plusieurs problèmes environnementaux (Société québécoise de phytotechnologies, 2022).*
10. Demander aux élèves s'ils connaissent déjà certaines phytotechnologies, basé sur la définition fournie. Écouter les réponses fournies et renchérir au besoin.
11. Poursuivre sa marche dans le quartier en s'arrêtant de manière ponctuelle à des endroits particulièrement végétalisés, selon l'emplacement. **Discuter des fonctions, des attributs, des avantages et inconvénients** des phytotechnologies présentes dans le quartier, sous le format d'une marche exploratoire guidée, vis-à-vis les exemples existants* (ex. : mur végétalisé, arbre sur rue, toit végétalisé, jardin de pluie, haie brise-vent...).

*N. B. : Ne pas se soucier des autres phytotechnologies pour l'instant.

12. À chaque nouvel emplacement, les élèves **prennent en photo la phytotechnologie** observée et décrivent ses caractéristiques dans leur cahier de route.
13. Avant la fin de la marche, mentionner que tous les végétaux **permettent de fournir de l'oxygène, de séquestrer le carbone dans l'air et de rafraîchir l'air grâce à la photosynthèse**. Établir quelques liens entre le rôle des étendues de végétation et la régularisation des gaz et de l'eau dans l'atmosphère.
14. Arbres sur rue : pour mieux exemplifier l'impact de la végétation sur les **ilots de chaleur**, on peut faire ressentir la différence de température au groupe en se positionnant **1 minute ou plus en plein soleil, sur l'asphalte**, puis **1 minute ou plus à l'ombre, sous un arbre**. Les élèves vont constater qu'il y a une différence dans la température ressentie. En été, ils seront plus confortables à l'ombre, grâce à l'effet rafraîchissant de la végétation. Ainsi, ceci permet de créer des liens avec les relations entre l'atmosphère, l'hydrosphère, et le rôle de la végétation dans les cycles biogéochimiques.

Après (10-15 minutes)

15. Revenir en salle de classe et **communiquer des informations sur les autres phytotechnologies qui n'ont pas été observées pendant la marche**. Les élèves peuvent parler de leur expérience pendant quelques minutes avec leurs pairs, comparer leurs photos et leurs réponses, etc.
16. Ensuite, écrire au tableau la liste complète des 9 phytotechnologies afin que les élèves complètent leur cahier de route (voir annexe).

Pour aller plus loin

17. Avant la fin du cours, faire le jeu-questionnaire « autour de la maison » de **Pensez bleu** en grand groupe, puis avoir une discussion sur le lien entre le jeu-questionnaire, les phytotechnologies et le cycle de l'eau. <https://pensezbleu.com/quiz/>
18. Poser les questions suivantes :
 - Pourquoi la gestion de l'eau est-elle reliée aux phytotechnologies ?
 - Comment la phytotechnologie des marais filtrants participe-t-elle au cycle de l'eau ?
 - Quelles phytotechnologies interagissent avec l'atmosphère ? De quelles façons ?
 - Est-ce que toutes les phytotechnologies que nous avons observées étaient volontaires ? Ou est-ce que certaines phytotechnologies ont été aménagées « par accident » ? Discuter.
 - Est-ce qu'une phytotechnologie accidentellement créée est nécessairement de moins bonne qualité ? Pourquoi ?
19. Discuter du mode de reproduction sexuée et asexuée des végétaux en citant des exemples, comme la pollinisation versus le bouturage.

COURS 2 : PROJET CRÉATIF POUR AMÉLIORER UN ESPACE URBAIN AVEC UNE PHYTOLOGIE

Description générale de l'activité :

Les élèves sont invités à marcher une seconde fois dans le quartier dans le but de cibler les espaces qui manquent particulièrement de végétation (ex. : îlot de chaleur, terrain vague, perte d'espace urbain...). Ils doivent photographier les lieux ciblés, puis, en équipe de deux, en choisir un afin de mener un projet de réaménagement. Chaque équipe doit sélectionner une phytotechnologie à planter dans l'espace réaménagé, expliquer ses caractéristiques, ses avantages et ses limites, ainsi que trouver un exemple réel de la phytotechnologie. Pour finir, l'équipe commence à préparer une présentation orale de son projet, présentée au prochain cours.

Matériel nécessaire :

- Itinéraire de marche (**pour personne enseignante**)
- Cahier de route (voir annexe)
- Caméra (1 par équipe, ou selon les ressources disponibles)
- Ordinateurs ou tablette intelligente (1 par équipe, ou selon les ressources disponibles)
- De quoi écrire (par ex. : une feuille de papier, un mini-tableau avec marqueur effaçable, un papier à l'épreuve de l'humidité, etc.)
- Une surface dure sur laquelle écrire à l'extérieur, en mouvement (ex. : cartable ou autre)

Déroulement proposé :

- Préparer, imprimer au besoin et réserver le matériel nécessaire.
- Planifier, quelques jours à l'avance, des vêtements appropriés à la météo prévue cette journée-là.
- Prévoir du temps de déplacement.
- Planifier un **itinéraire de marche dans le quartier** en ciblant au préalable des exemples diversifiés **d'îlots de chaleur urbains, de perte d'espace et de terrains vagues** à proximité de l'école (**environ 3 à 4**).

Avant (10 à 15 minutes)

1. Amorcer la situation d'apprentissage pour **susciter l'intérêt des jeunes**. Par exemple :
 - Raconter une anecdote ou une courte histoire reliée au sujet
 - Présenter une courte vidéo ou un extrait filmique
 - Annoncer le but derrière la situation d'apprentissage
 - Effectuer des liens avec des cours passés ou à venir
2. Décrire l'objectif de l'activité aux élèves : marcher dans le quartier pour identifier les îlots de chaleur urbains, les pertes d'espace et les terrains vagues dans **le but de faire un projet créatif de réaménagement* avec des phytotechnologies**.

*N. B. : Je vous suggère d'exclure les phytotechnologies simplistes comme « l'arbre sur rue » des choix possibles, puisque cet exemple aura été amplement vu pendant la marche exploratoire et qu'il y a moins à dire sur ce sujet.

3. Prendre soin d'expliquer aux élèves le déroulement de l'activité AVANT d'aller dehors. Demander au groupe de **rester ensemble et de ne pas s'écartier pendant la marche exploratoire**.
4. Expliquer les règles de fonctionnement.
5. Distribuer le matériel nécessaire à l'activité et vérifier que chaque équipe a tout ce qu'il faut.
6. Demander aux élèves de former **des équipes de deux** pour leur projet créatif.

Pendant (25 à 30 minutes)

7. À l'extérieur, expliquer au groupe que nous allons retourner prendre une marche dans le quartier, mais cette fois-ci en s'attardant aux endroits **qui manquent de végétation, qui sont des îlots de chaleur urbains ou des terrains vagues**. Décrire brièvement ce que sont ces espaces : des endroits avec beaucoup d'asphalte, qui ont peu de végétation.
8. En équipe de deux, les élèves doivent **prendre en photo tous les espaces ciblés** par la marche, en gardant en tête qu'ils auront un projet à faire afin de bonifier un de ces espaces.
9. À la fin de la marche, chaque équipe de deux doit choisir un des espaces photographiés parmi leur sélection. Ils doivent **décrire l'espace et le dessiner (croquis)** dans leur cahier de route.

Après (30 minutes)

10. De retour en classe, les élèves commencent à travailler sur leur projet. Les équipes de deux doivent **sélectionner une phytotechnologie (parmi les choix possibles) à implanter à l'endroit déterminé pendant la marche** en expliquant **pourquoi ils ont choisi cette phytotechnologie en particulier, ses caractéristiques, ses avantages et ses limites** (voir site web *Société de phytotechnologie du Québec*) et **trouver un exemple de cette phytotechnologie** dans la vraie vie.
11. Le restant du cours est dédié au travail d'équipe. Les élèves devront terminer leur projet à l'extérieur des heures de cours et le présenter aux autres élèves dans la classe, au moyen d'une **courte présentation orale de 5 minutes pour le début du prochain cours**. Il est possible de varier le format des présentations orales. Par ex. : présentation vidéo, présentations en sous-groupes, etc.

Pour aller plus loin

12. Discuter des effets des changements climatiques sur les villes (voir <https://unpointcinq.ca/comprendre/vers-des-villes-plus-resilientes/>)

13. Poser les questions suivantes :
- Quelles actions peut-on mettre en place dès maintenant pour améliorer la qualité de l'air dans les villes ?
 - Si vous étiez maire ou mairesse de la ville, quels règlements mettriez-vous en place pour qu'il y ait plus de phytotechnologies ?
14. Pour la transcription des croquis, il est également possible de demander aux élèves d'intégrer l'échelle de réduction (dessin technique) utilisée, afin d'introduire des notions du 2^e cycle.

COURS 3 : PRÉSENTATIONS ORALES ET PHOTOSYNTHÈSE, RESPIRATION, CELLULES VÉGÉTALES ET ANIMALES

Description générale de l'activité :

Les élèves sont invités à présenter à l'oral leur projet créatif (voir cours 2). Ensuite, ils doivent collaborer entre eux pour définir des concepts tels que la photosynthèse, la respiration cellulaire et les composantes de la cellule animale et végétale. Enfin, une petite compétition permet de mettre les connaissances des élèves au défi : le plus rapidement possible, ils sont tenus de créer la réplique d'une structure cellulaire animale ou végétale à partir d'éléments trouvés dans la cour d'école.

Matériel nécessaire :

- Matériel pour les présentations orales des élèves
- Cahier de route (voir annexe)
- Mots et définitions imprimés et découpés en petits papiers individuels (voir annexe) (1 par personne)
- De quoi écrire (par ex. : une feuille de papier, un mini-tableau avec marqueur effaçable, un papier à l'épreuve de l'humidité, etc.)
- Une surface dure sur laquelle écrire à l'extérieur, en mouvement (ex. : cartable ou autre)

Déroulement proposé :

- Préparer, imprimer au besoin et réserver le matériel nécessaire.
- Planifier, quelques jours à l'avance, des vêtements appropriés à la météo prévue cette journée-là.
- Prévoir du temps de déplacement.
- Cibler un endroit dans la cour d'école ou à proximité où il y a beaucoup **de matières organiques et de débris naturels** (ex. : roches, plantes, branches...)

Avant (30 à 40 minutes)

1. **Assister aux présentations orales des équipes à l'intérieur ou à l'extérieur, au début du cours (voir cours 2).**
2. Décrire l'objectif de l'activité aux élèves : acquérir des **connaissances en biologie grâce à un petit jeu et recréer la structure cellulaire végétale ou animale** à partir des éléments naturels que l'on retrouve dans la cour d'école en format compétitif.
3. Prendre soin d'expliquer aux élèves le déroulement de l'activité AVANT d'aller dehors. Indiquer au groupe quelles sont les **limites physiques à respecter** (cour d'école).
4. Expliquer les règles de fonctionnement.
5. Distribuer le matériel nécessaire à l'activité et vérifier que chaque équipe a tout ce qu'il faut.

Pendant (25 à 30 minutes)

6. Le groupe se dirige dans la cour d'école. La **personne enseignante explique le jeu aux élèves** : il faudra compléter son cahier de route en communiquant avec les autres élèves et en tenant d'associer des mots à des définitions, en commençant par trouver son jumeau.
7. La personne enseignante remet à chaque élève un bout de papier sur lequel il est **écrit une définition, un mot, ou une information** (voir annexe). Attention : les élèves n'ont qu'un papier, donc ils doivent faire attention de ne pas le perdre ni l'endommager.
8. Les élèves doivent **aller à la rencontre de leurs collègues de classe dans le but de compléter les informations manquantes à leur cahier de route**. Ils peuvent s'aider des images de cellules fournies afin de mettre les composantes en relation. Le rôle de la personne enseignante devrait être secondaire afin de les laisser résoudre le problème.
9. D'abord, ils doivent **trouver leur jumeau** (la personne qui les complète). Par exemple, quelqu'un avec le mot « photosynthèse » doit essayer de trouver la personne ayant la définition de la photosynthèse.
10. Ensuite, **les paires de jumeaux doivent aller à la rencontre des autres camarades de classe** pour trouver les réponses à leurs questions.
11. Ensemble, le groupe doit compléter les informations manquantes et arriver à de bonnes réponses dans le cahier de route. **Attention, certaines questions n'ont pas de réponse imprimée** : elles requièrent que les élèves y répondent par eux-mêmes, lorsqu'ils auront les informations pour le faire.
12. Quand la majorité du groupe a terminé, la personne enseignante **reprend les papiers des élèves et les fait asseoir à un endroit ombragé** pour effectuer la **correction du cahier de route** (cours 3). En même temps, elle complète les explications et les apprentissages liés à la respiration, aux cellules animales et végétales, à la photosynthèse, etc.
13. Enfin, le groupe classe se fait **diviser en quatre équipes** par la personne enseignante.
14. Chacune des équipes est mandatée de reproduire une structure cellulaire animale ou végétale (2X animale, 2X végétale) à partir de ce qu'ils trouvent à l'extérieur. Les élèves doivent aller **chercher des matériaux dans la nature** (branches, feuille, roche...) **et dans la cour d'école** afin de recréer la cellule qui leur a été mandatée le plus rapidement possible.
15. Lorsque l'équipe a terminé, elle doit **présenter à la personne enseignante les composantes de sa cellule animale ou végétale**. L'équipe ayant accompli la tâche le plus rapidement possible et avec toutes les bonnes réponses est l'équipe gagnante du petit exercice éclair.

16. Retourner les matériaux utilisés à l'endroit où ils ont été trouvés (faire attention que les élèves ne rapportent pas de branches ou autres en classe).

Après (10 à 15 minutes)

17. Pour le temps restant, les élèves doivent compléter, accompagnés des instructions de la personne enseignante, le cahier de route depuis les trois derniers cours.
18. La personne enseignante réserve les dernières minutes du cours à la correction et à la révision du cahier de route.

Pour aller plus loin

19. Appliquer le modèle atomique de Dalton à quelques molécules reliées à la photosynthèse et/ou à la respiration de retour en salle de classe.
20. De retour en salle de classe, voir la définition d'un élément dans le tableau périodique en prenant exemple sur la photosynthèse et la respiration.
21. Poser les questions suivantes au groupe :
 - Croyez-vous qu'il y a un équilibre dans l'atmosphère entre la respiration et la photosynthèse ? Sinon, pourquoi ?
 - Comment les activités humaines ont-elles changé l'atmosphère et l'hydrosphère ?

COURS 4 (SUGGÉRÉ) : LABORATOIRE SUR L'OBSERVATION DE LA CELLULE VÉGÉTALE AU MICROSCOPE

Description générale de l'activité :

Grâce à un laboratoire en sciences, les élèves peuvent observer en temps réel la structure cellulaire végétale au microscope et identifier ses parties.

Matériel nécessaire* :

- lame de verre
- Microscope
- Prélèvement végétal (petit bout d'herbe)
- Pince
- Lamelle
- Colorant (bleu de méthylène)
- Papier à lentille
- Papier absorbant
- Gants et lunettes de sécurité

* Cours en laboratoire, accompagné par une personne technicienne de laboratoire, si disponible.

Brève description du déroulement proposé :

1. Aller à l'extérieur (dans la cour d'école) et demander aux élèves de prélever un échantillon d'herbe (gazon) à analyser sous le microscope.
2. De retour à l'intérieur, analyser la cellule végétale sous le microscope. Prendre les feuilles en exemple pour parler de l'anatomie de la cellule et revenir sur les apprentissages passés sur la photosynthèse, la respiration, etc.

Démarche pour le laboratoire :

1. Nettoyer la lame pour effacer les impuretés avec le papier à lentille.
2. Prélever un mince morceau du prélèvement végétal avec les pinces. L'échantillon doit être le plus fin possible et ne pas dépasser la taille de la lamelle.
3. Placer le prélèvement au centre de la lame et l'étendre de manière uniforme pour diminuer le risque de formation de bulles d'air.
4. Déposer une goutte de colorant sur l'échantillon prélevé. Attention, le colorant peut tacher la peau ou les vêtements.
5. Placer la lamelle à 45 degrés sur la lame, puis la laisser tomber délicatement de façon que la lame et la lamelle soient alignées et superposées l'une sur l'autre.
6. Si le colorant déborde sur les côtés, on peut éponger l'excédent sur les côtés de la lamelle.
7. Observer sous le microscope.
8. Dessiner une cellule végétale et identifier ses parties. Parties de la cellule végétale (forme rectangulaire) : noyau, cytoplasme, membrane cellulaire, paroi cellulosique.
(Alloprof, 2022)

Autoformation pour la personne enseignante avant la tenue de l'activité :

Ressources	Temps estimé
Annexe 1 : 9 types de phytotechnologies — Feuille aide-mémoire pour personne enseignante	20 minutes
Phytotechnologies Société québécoise de phytotechnologie. (2017). http://www.phytotechno.com/ Conseil des bassins versants des Mille-Îles (COBAMIL). (2022). La bande riveraine en milieu résidentiel. https://cobamil.ca/gestes-citoyens-2/bande-riveraine/	30 minutes
Ilots de chaleur Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2009). Mesures de lutte aux ilots de chaleur urbains. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988_MesuresIlotsChaleur.pdf (p. 5-10)	15 minutes
Gestion de l'eau Doyon, N. (s. d.) L'eau de pluie et le ruissellement. MRC Beauharnois-Salaberry. https://www.mrc-beauharnois-salaberry.com/sites/default/files/PDF/Amenagement_et_developpement/fiche_eaux_de_pluie_et_ruissel.pdf Organisme de bassin versant Abitibi-Jamésie (OBVAJ). (2020). L'eau de pluie et de ruissellement. https://obvaj.org/les-bonnes-pratiques/leau-de-pluie-et-de-ruissellement/ Pensez bleu. (2020). Les bonnes pratiques. https://pensezbleu.com/les-bonnes-pratiques/bonnes-pratiques-a-lexterieur-de-la-maison/	20 minutes
Adaptation aux changements climatiques (villes) Bourdillon, R. (2021, 12 octobre). Vers des villes plus résilientes. Un point cinq. https://unpointcinq.ca/comprendre/vers-des-villes-plus-resilientes/	5 minutes
La biodiversité Projet Pangolin. (2020). La biodiversité : pourquoi et comment la préserver ? https://www.projetpangolin.com/comment-preserver-la-biodiversite/ (En anglais) Preshoff, K. (2016). Pourquoi la biodiversité est-elle si importante ? https://www.youtube.com/watch?v=GK_vRtHJZu4 World Wildlife Fund (WWF). (2020). Rapport Planète vivante. Synthèse. https://wwf.ca/wp-content/uploads/2020/09/LPR_2020-SYNTHESE.pdf	30 à 40 minutes
(Optionnel) Le génie des arbres La semaine verte. (2021). Le génie des arbres. Radio-Canada. Production : Hauteville Productions, France 5 et Planète +. Parties 1 et 2. https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/site/episodes/517356/genie-arbres-episode-1 https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/site/episodes/517414/genie-arbres-episode-2	2 heures

RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES

Banques d'activités, conseils et idées :

Centre de service scolaire des Grandes-Seigneuries. (2020). Activités et jeux pour les élèves du secondaire. Gouvernement du Québec. <https://www.cssdgs.gouv.qc.ca/parents-et-eleves/sujets-varies/activites-ludiques/activites-et-jeux-pour-les-eleves-du-secondaire/#sts1>

Des sciences dehors. (2020). *Banque d'activités*. Apprendre et enseigner les sciences à l'extérieur du préscolaire au secondaire <https://www.sciencesdehors.com/>

Fondation Monique — Fitz-Back. (s. d.) *S'outiller : une banque d'activités collaborative et des ressources pratiques !* <https://enseignerdehors.ca/soutiller-ressources/>

Moffet, J. (2020). Enseigner dehors à l'ère de la COVID-19 : astuces, trucs et activités. Fondation Monique-Fitz-Back <https://enseignerdehors.ca/approche-pedagogique/enseigner-dehors-a-lere-de-la-covid-19-astuces-trucs-et-activites/>

Ville Sauvage Cœur d'épinette. (2022). Ville sauvage : l'édition hivernale. *10 aventures pour se connecter à la nature urbaine*. https://arboriculturemontreal.files.wordpress.com/2022/01/villesauvageedhivernale.pdf?fbclid=IwAR1ivfuS7hg9iPEsoUK5C_dkLneVjaZ8_aYCKxBENayg7Yf883HMxEQmMHO

Scénario d'apprentissage clé en main pour le premier cycle en sciences sur les types de sol :

Fondation Monique-Fitz-Back. (s. d.) *Sous nos pieds : les types de sols*. <https://enseignerdehors.ca/wp-content/uploads/2021/05/fiche-sciences-types-sols.pdf>

Ressources, actualités et cours en ligne :

100 degrés. (s. d.) <https://centdegres.ca/>

Auteurs multiples. (s. d.) un point cinq : média de l'action climatique au Québec. <https://unpointcinq.ca/>

École en réseau. (s. d.) <https://eer.qc.ca/>

Fondation Monique-Fitz-Back. (s. d.) *6 clés pour une activité en classe extérieure réussie*. <https://enseignerdehors.ca/wp-content/uploads/2020/05/six-cles-enseignement-exterieur-enseigner-dehors-jm.png>

RÉFÉRENCES

- Alloprof. (s. d.) Sciences et technologies. <https://www.alloprof.qc.ca/>
- Bourdillon, R. (2021, 12 octobre). Vers des villes plus résilientes. Un point cinq. <https://unpointcinq.ca/comprendre/vers-des-villes-plus-resilientes/>
- Conseil des bassins versants des Mille-Îles (COBAMIL). (2022). *La bande riveraine en milieu résidentiel*. <https://cobamil.ca/gestes-citoyens-2/bande-riveraine/>
- Des sciences dehors. (2020). *Banque d'activités*. Apprendre et enseigner les sciences à l'extérieur du préscolaire au secondaire <https://www.sciencesdehors.com/>
- Doyon, N. (s.d.) *L'eau de pluie et le ruissellement*. MRC Beauharnois-Salaberry. https://www.mrc-beauharnois-salaberry.com/sites/default/files/PDF/Amenagement_et_developpement/fiche_eaux_de_pluie_et_ruissel.pdf
- Espace pour la vie. (s. d.) Les phytotechnologies au Jardin Botanique de Montréal. <https://espacepurlavie.ca/les-phytotechnologies-au-jardin-botanique-de-montreal>
- Fondation Monique-Fitz-Back. (s. d.). *6 clés pour une activité en classe extérieure réussie*. <https://enseignerdehors.ca/wp-content/uploads/2020/05/six-cles-enseignement-exterieur-enseigner-dehors-jm.png>
- Fondation Monique-Fitz-Back. (s. d.) Enseigner dehors. <https://enseignerdehors.ca/>
- Gouvernement du Québec. (2021). Programme de formation de l'école québécoise. *Progression des apprentissages*. Ministère de l'Éducation. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/PDA_2021-2022-PFEQ_Science_ST_1er_cycle_secondaire.pdf
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2009). Mesures de lutte aux ilots de chaleur urbains. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/988_mesuresilotschaleur.pdf
- Louv, R. (2016). *Vitamin N. The Essential Guide to a Nature-Rich-Life*. Algonquin Books of Chapel Hill.
- Organisme de bassin versant Abitibi-Jamésie (OBVAJ). (2020). L'eau de pluie et de ruissellement. <https://obvaj.org/les-bonnes-pratiques/leau-de-pluie-et-de-ruissellement/>
- Pensez bleu. (2020). Les bonnes pratiques : À l'extérieur de votre maison. <https://pensezbleu.com/les-bonnes-pratiques/bonnes-pratiques-a-lexterieur-de-la-maison/>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2017). <http://www.phytotechno.com/>

RÉFÉRENCES (IMAGES)

- Alchimia. (2022). La phytoremédiation : du Cannabis pour nettoyer les sols.
<https://www.alchimiaweb.com/blogfr/phytoremediation-cannabis-nettoyer-sols-contamines/>
- ArchZine FR. (s. d.) Pinterest. <https://www.pinterest.com/pin/720153796648540010/>
- Bourque, A. (2014, 13 juin). *L'origine des haies brise-vent*. Sorel-Tracy magazine.
<https://www.soreltracy.com/2014/juin/13j1.html>
- Conseil des bassins versants des Mille-Îles (COBAMIL). (2022). *La bande riveraine en milieu résidentiel*.
<https://cobamil.ca/gestes-citoyens-2/bande-riveraine/>
- Jardins Aquadesign. (s. d.) Solutions écologiques : Marais filtrant.
<https://jardinsaquadesign.com/services/solutions-ecologiques/>
- Lambert, J-G. (2014, 1er juillet). Journal Métro.
<https://journalmetro.com/actualites/montreal/519214/peril-sur-les-toits-verts/>
- Les écrans verts. (s. d.) Quartier 10-30 Brossard. Pinterest.
<https://www.pinterest.fr/pin/77546424816443978/>
- Simard, G. (2014). Atomrace. *Les arbres de la rue Barrin sont morts !*
<https://atomrace.com/blogue/toutes/2014/09/les-arbres-de-la-rue-barrin-sont-en-voie-detre-abattus>
- Terre Permaculture. (2016). Jardin de pluie. <https://www.terrepermaculture.com/produits/jardin-de-pluie/>

Pour plus de renseignements : laurelle.quintin@gmail.com

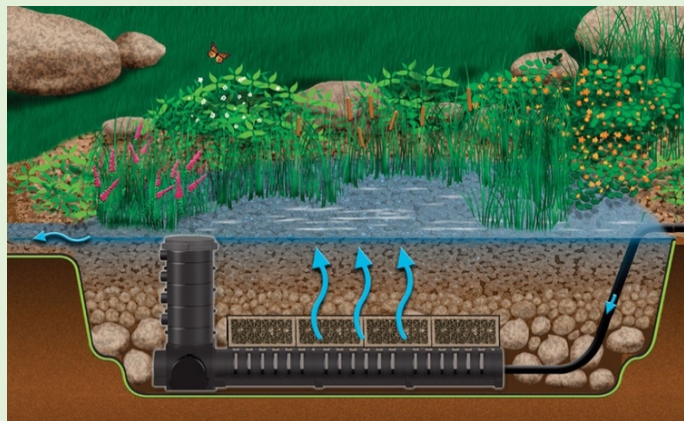
ANNEXE 1 : 9 TYPES DE PHYTOLOGIES — FEUILLE AIDE-MÉMOIRE POUR PERSONNE ENSEIGNANTE (tiré de la Société québécoise de phytotechnologies, 2022)

Pour plus d'informations, consultez le www.phytotechno.com/phytotechnologies/

Définition de phytotechnologie : Les phytotechnologies sont des solutions technologiques centrées sur les plantes qui répondent à plusieurs problèmes environnementaux.

Type de phytotechnologie et caractéristiques		
Phytoremédiation		
<p>The diagram shows a tree with various processes occurring above and below ground. Above ground, there is Phytovolatilization (releasing particles from leaves) and Phytodegradation (breaking down contaminants on leaves). Below ground, there is Phytoextraction (drawing contaminants into roots), Phytostabilization (immobilizing contaminants in soil), and Phytodegradation (breaking down contaminants in soil). A Phytostimulation process is also shown where roots release CO₂ into the soil.</p>		
<p>Description</p> <p>Utiliser des plantes ainsi que des microorganismes à un endroit précis pour nettoyer un environnement en extrayant, en dégradant ou en immobilisant des contaminants dans le sol, les sédiments, l'eau ou l'air. Il existe plusieurs types de phytoremédiation : la phytoextraction, la phytostabilisation, la phytodégradation, la phytovolatilisation et la rhizofiltration.</p>	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Économique • <i>In situ</i> • Versatile • Socialement acceptable • Durable • Services écosystémiques • Enrichissement de la biodiversité • Conservation de la structure et des propriétés des sols • Meilleure esthétique visuelle des sites 	<p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travaux à long terme • Inapproprié aux fortes contaminations • Contact nécessaire avec les racines • Nécessité de biodisponibilité des contaminants • Besoin d'espace • Risque de contamination de la chaîne alimentaire • Efficacité variable • Défis réglementaires

Marais filtrant



Description

Visent à copier ce que font des marais naturels pour bénéficier de leur capacité à épurer et décontaminer l'eau (eaux usées municipales, effluents miniers, industriels et agricoles...). Les marais filtrants peuvent traiter des eaux usées à faible coût, sans produit chimique et avec presque pas d'énergie, tout en offrant un habitat et en créant un petit écosystème.

Avantages

- Retenir, enlever et dégrader les polluants
- Réduire le volume d'eau ou de boue par évapotranspiration

Limites

- Grandes surfaces requises
- Moins efficaces (voir inutilisables) en hiver.

Toit végétalisé (toit vert)



Description

Les toits recouverts de végétation sont ce qu'on appelle des toits végétalisés. Ils

Avantages

- Contrer les îlots de chaleur urbains
- Participer à la régulation

Limites

- Posséder un toit dont la capacité portante peut soutenir le poids de la toiture végétalisée

<p>peuvent être extensifs (légers, de 5 à 15 cm d'épaisseur, avec une petite sélection d'espèces végétales), intensifs (lourds, plus de 30 cm d'épaisseur, avec une grande variété de plantes), ou semi-intensifs (entre 15-30 cm, incluant un système d'irrigation pour les plantes et une bonne variété de végétaux).</p>	<p>thermique du bâtiment (isolation)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ralentir et diminuer le ruissellement et le rejet d'eau de pluie à l'égout (gestion des eaux pluviales) • Améliorer l'aspect esthétique des toitures (contribution à la qualité du paysage) • Augmenter les superficies récréatives et productives • Favoriser la biodiversité (création d'habitats pour la faune et la flore) • Améliorer la qualité de l'air extérieur (poussières, CO2, O2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Respecter la réglementation • Obtenir le permis requis • Entretenu régulièrement
---	---	--

Mur végétalisé



<p>Description</p> <p>Les murs recouverts de végétation, par exemple des plantes grimpantes, sont des murs végétalisés. Ceux-ci régularisent la température des bâtiments en fournissant de l'ombre, en humidifiant et en rafraichissant le bâtiment par l'évapotranspiration en été, puis fournissant une barrière au refroidissement éolien en hiver.</p>	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Régulation thermique des bâtiments • Atténuation de la vitesse du vent et de son effet refroidissant l'hiver • Captation de l'eau de pluie • Réduction de la vitesse de ruissellement 	<p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les murs technologiques demandent un entretien régulier • Les plantes grimpantes peuvent endommager les murs déjà fissurés ou cacher les fissures préexistantes
--	--	--

Haie brise-vent



Description

« Les haies brise-vent sont des aménagements végétalisés linéaires qui permettent de réduire la vitesse du vent. »

Avantages

- Contre l'érosion et l'assèchement des sols
- Favorise l'accumulation de neige au sol, brise l'effet de rafales éoliennes
- Servent d'écran visuel
- Limitent la dispersion de poussière
- Réduisent la dispersion d'odeurs
- Offrent un refuge à la biodiversité

Limites

- Créer de l'ombre aux cultures (milieu agricole), ce qui diminue leur productivité.

Barrière sonore végétale



<p>Description C'est une « structure verticale composée de matériaux de remplissage et de végétaux qui ont une fonction (principalement) acoustique et esthétique. (...) Outre l'absorption du son, il est estimé qu'un kilomètre de mur coupe-son végétal en saule vivant pourrait capter jusqu'à 6,8 tonnes de CO₂ par année. Son implantation coûterait entre 400 \$ et 600 \$ le mètre linéaire selon le type de sol, le type de structure portante et la hauteur des tiges à l'implantation. »</p>	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Harmonie avec le paysage • Acceptabilité sociale accrue • Verdissement rapide <p>Limitation de la propagation du bruit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apparence saisonnière variable • Durée de vie de 20-30 ans • Captation des poussières et des gaz à effet de serre provenant des routes • Efficace comme brise-vent • Habitat propice à la faune aviaire • Implantation rapide et simple 	<p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> • Végétaux vivants nécessitant des conditions optimales de croissance • Entretien requis (dégarnissage possible) Occupation plus importante de l'espace que des parois non vivantes
---	---	--

Bio rétention et jardin de pluie



<p>Description Filtrent, retiennent, ralentissent, infiltrent et évaporent l'eau de pluie et l'eau de ruissellement. Leur objectif est surtout de mieux gérer les eaux pluviales en milieu urbain, puisque sans cela, elles engorgent facilement les réseaux d'aqueducs en périodes d'averses.</p>	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permet la rétention, l'infiltration, le transport, l'évapotranspiration et la filtration de l'eau de pluie • Permet de désengorger les systèmes d'égouts combinés où l'eau de pluie et les eaux usées sont traitées au même endroit. 	<p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> • Débits d'entrée irréguliers pouvant causer un stress hydrique chez les plantes • Nécessite des plantes capables de tolérer à la fois des conditions de sécheresse et d'inondation.
---	---	---

Stabilisation de pente et bande riveraine



Description

« Les bandes riveraines sont des aménagements végétalisés à l’interface entre les écosystèmes terrestres (champs, forêts, résidences, etc.) et aquatiques (fossés, ruisseaux, lacs, etc.) »
 Stabilisation du sol ou des pentes : « Utilisation de plantes vivantes pour maintenir le sol en place et en réduire l’érosion » (Société québécoise de phytotechnologies, 2022).

Avantages

- Diminue l’érosion des rives
- Diminue l’accumulation de particules lessivées
- Augmente la biodiversité locale
- Permet de maintenir le sol en place
- Éviter l’érosion de façon naturelle et durable.

Limites

- Efficacité de filtration des nutriments ou des pesticides variable
- Perte d’efficacité lorsque la bande riveraine est discontinue
- Perte d’espace sur des terres agricoles (empreinte au sol importante)
- Les pentes très fortes peuvent difficilement être maintenues par la présence seule de végétaux.

Arbres sur rue



Description	Avantages	Limites
<p>Luttent contre la pollution de l'air et l'abondance de poussière, aident à contrer le smog, diminuent les ilots de chaleur urbains, permettent l'infiltration et l'évapotranspiration de l'eau de pluie, améliorent la qualité de vie, embellissent les rues.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Permet l'infiltration et l'évapotranspiration de l'eau de pluie• Embellit les rues• Atténue l'effet des ilots de chaleur• Séquestre les gaz à effet de serre• Diminue la quantité de poussières	<ul style="list-style-type: none">• Mortalité élevée pendant les premières années si l'arbre est négligé• Sensibilité aux maladies dans les quartiers à faible biodiversité.

ANNEXE 2 : CAHIER DE ROUTE POUR LES ÉLÈVES

Prénom, nom : _____

Cours 1 : marche exploratoire sur les phytotechnologies

a. Écris les 7 étapes du cycle de l'eau.

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____

b. Qu'est-ce que la définition de « phytotechnologie » ?

Nom de la phytotechnologie	Caractéristiques, avantages, inconvénients
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Prénom, nom : _____

Cours 2 : projet créatif pour améliorer un espace urbain avec une phytotechnologie

Description de l'espace à refaire :

Croquis « avant » (selon vos photographies) :



Échelle de réduction (optionnel) :

Croquis « après » (selon votre imagination) :



Échelle de réduction (optionnel) :

Phytotechnologie choisie pour végétaliser l'espace : _____

- Pourquoi avez-vous choisi cet espace ?
- Quelles sont les caractéristiques de la phytotechnologie que vous avez sélectionnée ?
 - o Ses avantages et limites ?
- En effectuant une recherche, trouvez un exemple de cette phytotechnologie dans la vraie vie et décrivez-le.
- Vous devrez présenter votre projet en 5 minutes à la classe. Incluez une représentation (dessin) de l'espace urbain amélioré avec la phytotechnologie que vous avez choisie.

Préparation pour présentation orale :

Prénom, nom : _____

Cours 3 : Photosynthèse, respiration, cellules végétales et animales

Photosynthèse et respiration cellulaire

a. Quelle est la définition de la **photosynthèse** ?

b. Quelle est l'équation de la **photosynthèse** ?



c. Quelle est la définition de la **respiration cellulaire** ?

d. Quelle est l'équation de la **respiration cellulaire** ?



c. Quels liens peux-tu faire entre les deux ? Qu'est-ce qui est différent et similaire entre les deux processus ?

d. Je suis le pigment vert que l'on retrouve dans les cellules végétales. Je permets aux plantes de faire la photosynthèse en captant l'énergie lumineuse. Qui suis-je ?

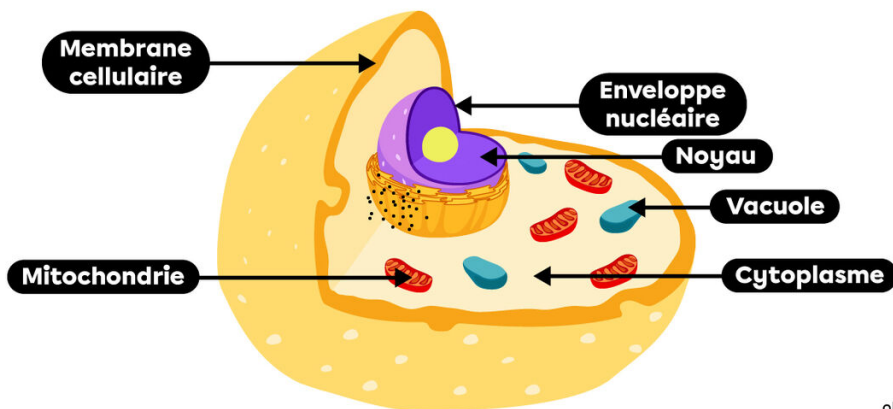
e. En quoi la cellule végétale est-elle différente de la cellule animale ?

f. Dans quoi retrouve-t-on la chlorophylle ?

Les cellules végétales et animales

a. Expliquez à quoi servent les constituants de la cellule animale :

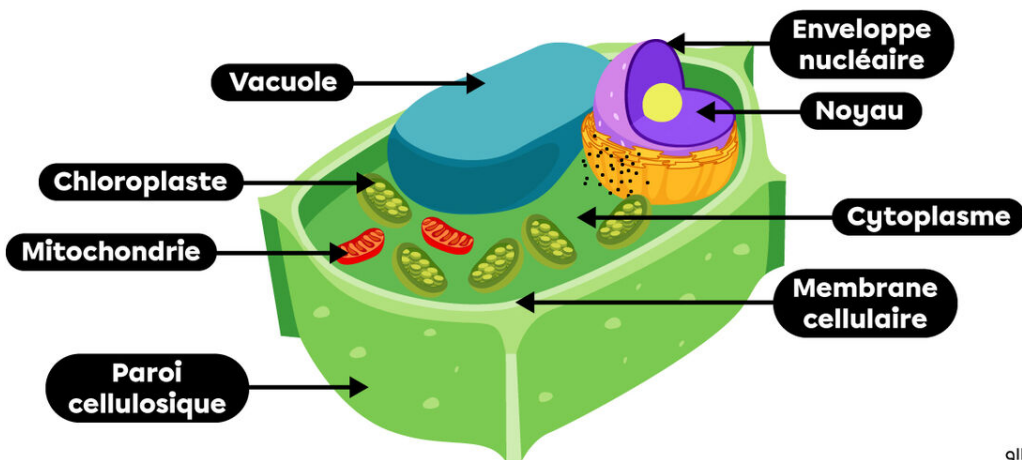
Constituant	Fonction
Membrane cellulaire	
Mitochondrie	
Cytoplasme	
Vacuole	
Noyau	
Enveloppe nucléaire	



alloprof

b. Expliquez à quoi servent les constituants de la cellule végétale :

Constituant	Fonction
Paroi cellulosique	
Mitochondrie	
Cytoplasme	
Chloroplaste	
Vacuole	
Noyau	
Enveloppe nucléaire	
Membrane cellulaire	



alloprof

ANNEXE 3 : MATÉRIEL À IMPRIMER ET À DÉCOUPER POUR COURS 3 (tiré d'alloprof, s. d.)

Pour plus d'informations, consultez le <https://www.alloprof.qc.ca/>

Photosynthèse	La photosynthèse est une réaction de synthèse se produisant dans les cellules des plantes. Cette réaction permet aux plantes de produire du glucose grâce à l'énergie solaire.
Dioxyde de carbone + Eau + Lumière → Glucose + Dioxygène	$6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Énergie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6 \text{O}_2(\text{g})$
Respiration cellulaire	La respiration cellulaire est une réaction de combustion ayant lieu dans les mitochondries des cellules qui permet de transformer le glucose en énergie.
Glucose + Dioxygène → Dioxyde de carbone + Eau + Chaleur	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Énergie}$

Noyau	Il communique avec le reste de la cellule par l'enveloppe nucléaire qui permet des échanges avec le cytoplasme. Il dirige et contrôle toutes les activités qui se produisent dans la cellule. Il dirige la division cellulaire. Il contient les chromosomes, qui sont porteurs des gènes. Les chromosomes sont faits d'ADN.
Enveloppe nucléaire	Elle entoure le noyau. Elle est poreuse et semi-perméable, c'est-à-dire qu'elle sélectionne les substances qui peuvent entrer ou sortir de la cellule. Elle permet ainsi les échanges entre le noyau et le cytoplasme.
Cytoplasme	Il est une substance gélatineuse dans laquelle baignent le noyau et les autres organites (vacuole, chloroplastes et mitochondries). Il est impliqué dans les échanges dans la cellule. Les substances peuvent voyager entre lui et le noyau et entre lui et l'extérieur de la cellule.
Vacuole	Elle est un sac situé dans le cytoplasme servant à entreposer des substances. Elle permet la croissance de la cellule végétale en y emmagasinant l'eau par un phénomène d'osmose. La cellule végétale n'en contient qu'une seule et grande.
Mitochondrie	C'est ici que se produit la respiration cellulaire. Elles convertissent l'énergie qui provient du glucose pour la rendre utilisable par la cellule.

Chloroplaste	Ils sont de petites bulles vertes situées dans le cytoplasme. Leur couleur verte est attribuable aux pigments qu'ils contiennent : la chlorophylle. Ils absorbent la lumière du Soleil pour faire la photosynthèse.
Membrane cellulaire	Elle entoure le cytoplasme. Elle est poreuse et semi-perméable, c'est-à-dire qu'elle sélectionne les substances qui peuvent entrer ou sortir de la cellule. Elle permet ainsi les échanges entre la cellule et le milieu dans lequel elle se trouve.
Paroi cellulosique	Elle est composée de cellulose, ce qui la rend rigide. Elle sert de squelette à la cellule végétale. Elle l'empêche de se déformer et lui donne une forme plus définie. Elle est élastique, ce qui permet la croissance de la cellule et la division cellulaire.

Noyau	Il communique avec le reste de la cellule par l'enveloppe nucléaire qui permet des échanges avec le cytoplasme. Il dirige et contrôle toutes les activités qui se produisent dans la cellule. Il dirige la division cellulaire. Il contient les chromosomes, qui sont porteurs des gènes. Les chromosomes sont faits d'ADN.
Enveloppe nucléaire	Elle entoure le noyau. Elle est poreuse et semi-perméable, c'est-à-dire qu'elle sélectionne les substances qui peuvent entrer ou sortir de la cellule. Elle permet ainsi les échanges entre le noyau et le cytoplasme.
Cytoplasme	Il est une substance gélatineuse dans laquelle baignent le noyau et les autres organites (vacuoles et mitochondries). Il est impliqué dans les échanges dans la cellule. Les substances peuvent voyager entre lui et le noyau et entre lui et l'extérieur de la cellule.
Vacuole	Elle est un sac situé dans le cytoplasme servant à entreposer des substances comme de l'eau, des nutriments ou des déchets toxiques. Il y en a plusieurs petites dans la cellule animale.
Mitochondrie	C'est ici que se produit la respiration cellulaire. Elles convertissent l'énergie qui provient des sucres contenus dans la nourriture (glucose) pour la rendre utilisable par la cellule.
Membrane cellulaire	Elle entoure le cytoplasme. Elle est poreuse et semi-perméable, c'est-à-dire qu'elle sélectionne les substances qui peuvent entrer ou sortir de la cellule. Elle permet ainsi les échanges entre la cellule et le milieu dans lequel elle se trouve.