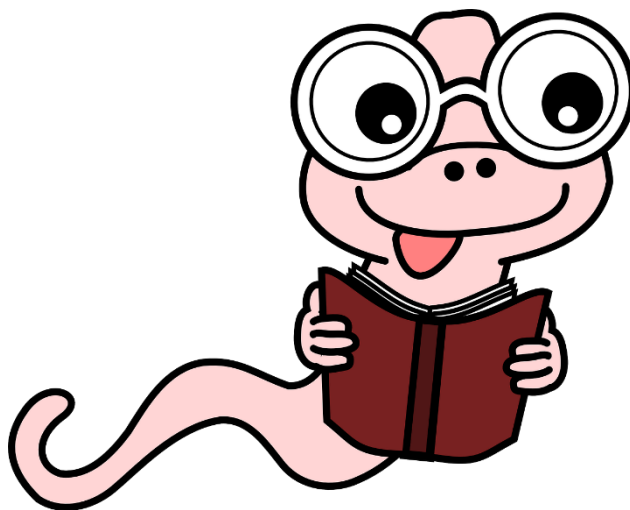


VALISE « APPRENDRE AVEC *ELEGANS* » SECONDAIRE I



Guide de prise en main pour l'enseignant.e



Les propositions didactiques qui suivent résultent du travail collaboratif de réflexion et de recherches bibliographiques effectué dans le cadre des mémoires de Master d'Alexia Carrupt, de Julie Rothen et de Melissa Lopes da Cruz sous la direction de Dr. Marie-Pierre Chevron.

Il s'agit d'un projet de l'Université de Fribourg (Lab2Rue) en collaboration avec AutreSens, sous la direction de Dr. Marie-Pierre Chevron et de Dr. Chantal Wicky.

Description générale

Nous proposons d'utiliser le nématode *Caenorhabditis elegans* en classe dans le cadre du programme de sciences naturelle de la 9^{ème} à la 11^{ème} année Harmos et ce pour les chapitres consacrés à la diversité et à la parenté du vivant, et ceux consacrés au corps humain et à la génétique. Ceci offre la possibilité d'aborder le fonctionnement d'un organisme modèle pour ensuite transférer ce qui a été appris au cas de l'être humain. Par ce biais, ce projet a pour objectifs de/d' :

- Accompagner la construction du concept d'*organisme modèle* afin d'améliorer celle du concept de *modèle* au sens large
- Faire germer l'idée d'origine commune des êtres vivants dans l'esprit des élèves par le biais du concept de caractéristiques communes
- Entraîner la démarche expérimentale en favorisant le questionnement, la formulation d'hypothèse, et l'approche expérimentale (proposition de dispositifs expérimentaux, procédure de validation/invalidation d'hypothèses).
- Favoriser l'engagement des élèves, la structuration des contenus et l'exercice du transfert des connaissances.
- Enrichir les concepts biologiques abordés par transferts successifs

Notre projet est structuré sur le schéma didactique « engager, structurer, transférer », mis en avant par la collaboration entre Lab2Rue et AutreSens :

<https://www.autresens.org/meaningful-learning/>

<https://www.autresens.org/apprendre-avec-elegans/>

<https://www.autresens.org/domaines/education/>



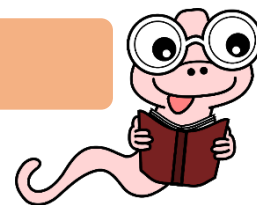
Nous proposons de faire découvrir progressivement le concept d'*organisme modèle* aux élèves en gardant dans le fond de la classe et tout au long de l'année des vers vivants, similaires à ceux utilisés dans la recherche biomédicale, afin d'offrir aux élèves la possibilité de travailler avec ces derniers, de faire des observations et de tester des hypothèses. L'objectif ici est que les élèves réalisent qu'ils ont à leur disposition un organisme vivant de laboratoire qui peut leur servir de *modèle* pour étudier les systèmes du corps humain et les caractéristiques du vivant.

Un atout de nos propositions est d'offrir des outils permettant d'entraîner la démarche expérimentale en classe dès la 9H.

Contenu de la valise « Apprendre avec *elegans* »

- Des vers *C. elegans* en culture dans des boîtes de pétri, à commander sur le site internet d'Autre Sens à l'adresse suivante :
<https://www.autresens.org/apprendre-avec-elegans/>
- Des documents pour les enseignant.e.s et les élèves, téléchargeables sur le site. Des documents sont disponibles pour accompagner spécifiquement les thèmes suivants :
 - Système nerveux et locomoteur
 - Diversité et unité du vivant
 - Modes de reproduction
 - Système reproducteur
 - Métabolisme

Chacun de ces dossiers thématiques contient les fiches de travail et de théorie spécifiques au thème, une fiche de présentation de l'organisme modèle *C. elegans* pour les enseignants.e.s et les élèves, des documents techniques à l'adresse des enseignant.e.s, ainsi qu'une fiche de synthèse permettant d'institutionnaliser la notion de parenté entre *C. elegans* et l'être humain ainsi que la parenté du vivant dans son ensemble.



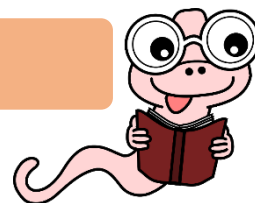
Mise en œuvre du dispositif

Bien qu'il soit possible de n'utiliser *C. elegans* qu'une fois et pour le chapitre souhaité, nous suggérons de l'intégrer en tant que **fil rouge** tout au long des chapitres touchant au corps humain et à la diversité du vivant, voire de l'étudier tout au long du cycle 3 (biodiversité et parenté, corps humain, génétique).

Marche à suivre suggérée :

Phase d'engagement

1) Nous suggérons d'introduire *C. elegans* aux élèves dès le premier chapitre consacré au corps humain ou lors du chapitre consacré à la biodiversité du sol. Des spécimens de *C. elegans* en boîtes de culture peuvent être commandés sur le site d'Autre Sens. Pour favoriser l'engagement des élèves, il est également possible de cultiver soi-même les nématodes. Pour ce faire, prélever un petit peu de compost et le déposer dans un bocal sur un trognon de pomme bio que l'on aura ramassé au sol. Si de la matière organique fraîche est régulièrement ajoutée, de nombreuses générations de nématodes peuvent survivre plusieurs semaines dans le bocal. Il est ensuite possible d'organiser en classe un prélèvement d'une petite quantité de fruit sur une lame et de proposer une observation sous une loupe binoculaire ou au microscope afin que les élèves découvrent les vers millimétriques sous l'objectif. Ceci permet de mettre en évidence qu'un reste de fruit en apparence stérile peut abriter une vie foisonnante. L'organisme ainsi que son rôle dans la recherche biomédicale peuvent ensuite être présentés par l'enseignant.e afin de faire découvrir le concept d'*organisme modèle*. Certaines études biomédicales récentes impliquant *C. elegans* pourraient être présentées afin de permettre une **actualisation** de la thématique. L'enseignant.e peut en profiter pour faire un rappel du concept de *modèle scientifique* (par exemple avec l'aide de l'Aide-mémoire de sciences, p. 25). Ce pourrait être également l'occasion pour l'enseignant.e d'annoncer que ces vers pourront servir d'*organismes modèles* tout au long de l'année ainsi qu'inviter les élèves à le considérer dans leurs réflexions pour éventuellement l'intégrer à des démarches scientifiques entreprises lors des séquences d'enseignement consacrées au corps humain. Nous proposons une fiche pour les élèves adaptée à cette phase d'introduction : « fiche d'activité_vousavezditelegans_élèves ».



Cette fiche est à compléter au fur et à mesure des observations sur le ver au fil des différentes séquences. Elle a pour objectif d'accompagner la mise en évidence des caractéristiques communes à *C. elegans* et à l'humain et de présenter le concept d'*organisme modèle* : il fait tout comme nous, mais en plus simple. Une fiche complétée à destination de l'enseignant.e est également disponible.

2) Phase de structuration

Les possibilités d'utilisation du ver en classe de sciences sont nombreuses et dépendent de la motivation des élèves, du temps à disposition et des moyens de l'école. Dans tous les cas, notre dispositif didactique consiste premièrement à offrir la possibilité (et non l'obligation) aux élèves de se baser sur l'*organisme modèle* pour formuler des hypothèses, proposer des dispositifs expérimentaux pour les tester et d'éventuellement les réaliser. Nous pouvons également évoquer le ver uniquement de manière théorique et illustrer certaines notions par des documents multimédias consacrés à *C. elegans* (par exemple, des documents vidéo présentant le trajet de la nourriture dans le tube digestif du nématode disponibles sur le web). L'objectif sous-jacent est ici de mener progressivement les élèves à réaliser, par le biais de comparaisons fréquentes, qu'il existe des similitudes et des différences entre l'être humain et le ver, et qu'il est donc possible d'utiliser ce dernier comme *modèle* de l'autre. De plus, ceci pourrait peut-être permettre de **faire germer l'idée d'origine commune du vivant dans l'esprit des élèves**.

Si le ver est introduit dans le cadre du chapitre consacré à la biodiversité du sol, une fiche d'activité permet de découvrir les principes de classification des êtres vivants à l'aide de tableaux d'attributs, d'ensembles emboîtés puis d'arbres. L'objectif est de découvrir les similitudes et les différences entre les êtres vivants et de construire le concept de *parenté*.

Les activités proposées dans le cadre des chapitres liés aux modes de reproduction ainsi qu'aux systèmes nerveux et locomoteur permettent d'entraîner la démarche expérimentale dès la 9H.

La fiche d'activité en lien avec le métabolisme guide les élèves lors d'une première observation du ver et permet d'entraîner la démarche expérimentale. Certains dispositifs expérimentaux pourront ensuite éventuellement être mis en place lors de séances ultérieures (en lien avec la respiration et la digestion) en fonction des

objectifs, des intérêts et du temps disponible. Nous conseillons de mentionner régulièrement *C. elegans* et/ou de présenter des images et vidéos du ver lors des chapitres consacrés au métabolisme afin d'établir des parallèles avec l'être humain.

Notre dispositif didactique se centre ensuite sur l'utilisation de *C. elegans* de manière pratique pour un chapitre en particulier : le système reproducteur. En effet, l'appareil reproducteur du nématode est aisément observable au microscope et présente de nombreux éléments similaires à ceux de l'humain. L'activité que nous proposons peut s'insérer à tout moment durant la séquence sur la reproduction humaine et consiste à observer des vers dans la boîte de pétri, fraîchement commandée sur le site d'Autre Sens, afin de comparer leur appareil reproducteur avec celui de l'humain. Dans un premier temps, les élèves sont amenés à se questionner « *Si nous laissons un ver seul dans une boîte de pétri avec des nutriments pendant une semaine, que vais-je observer la semaine prochaine ?* » puis à formuler leurs hypothèses. La semaine suivante, les élèves observent les résultats de l'expérience (la boîte de pétri est remplie de vers) et tentent de les expliquer (*C. elegans* est hermaphrodite). Dans un deuxième temps, les élèves observent les vers au microscope afin de repérer les structures appartenant au système reproducteur. Différents stades larvaires peuvent être observés et également des œufs *in* et *ex utero*. Cette démarche peut être menée également en 9H dans le cadre du chapitre consacré aux modes de reproduction. Des observations sont recommandées en 11H en lien avec le chapitre lié à la génétique car *C. elegans* a pour particularité d'offrir l'opportunité d'étudier des mitoses *in vivo*.

3) Phase de transfert : Finalement, les élèves sont amenés à comparer les modes de fonctionnement de *C. elegans* avec ceux d'*Homo sapiens* et à s'interroger sur l'origine des similitudes et des différences entre les deux organismes. Nous avons en effet imaginé que cela inviterait les élèves à progressivement construire l'idée d'une origine commune à tous les êtres vivants. Dans notre conception du dispositif didactique, cette phase de transfert devrait en effet permettre aux élèves de lier les connaissances travaillées dans le thème étudié, à celles liées aux caractéristiques que partagent en commun tous les organismes vivants. L'institutionnalisation se fait grâce aux fiches de théories spécifiques à chaque thème ainsi qu'à la fiche de théorie concernant la parenté du vivant.

Afin de remplir l'objectif PER lié à l'évolution (*Mise en évidence de l'origine de la biodiversité (évolution)*), cette dernière peut être simplement évoquée ici comme le mécanisme naturel à l'origine de *diversité* et de la *parenté* de tous les organismes vivants, mais ses mécanismes généraux pourront être éventuellement évoqués lors du chapitre consacré à la génétique en 11H. Nous encourageons l'enseignant.e à présenter un arbre phylogénétique aux élèves (par exemple ceux proposés dans l'Aide-mémoire de sciences, page de garde + p. 110-111) afin de rappeler les fondements de la classification étudiés en 9H (ou de l'évoquer, si la séquence 25 n'a pas été enseignée) et de mettre en évidence qu'elle se construit à partir des attributs communs. Les attributs communs à *elegans* et à l'humain sont présentés comme les indices d'une *parenté* entre les deux organismes. Une localisation de la place des deux organismes sur un arbre phylogénétique permet d'illustrer le degré de *parenté* entre eux. L'utilisation d'un arbre permet d'autre part de rappeler ou d'évoquer la notion centrale d'ancêtre commun afin d'éviter une vision généalogique ou linéaire de la *parenté* (et d'éviter une fausse représentation, par exemple : *C. elegans* est l'ancêtre primitif de l'être humain).

Au terme de ce travail avec *elegans* en classe, les limites de l'utilisation du ver (ou de tout autre organisme) comme *modèle* peuvent être discutées en les mettant en lien avec la distance taxonomique entre les espèces. La définition d'un *modèle* scientifique, quant à elle, peut être à nouveau discutée et complétée en mettant en évidence les attributs principaux et la fonction des *modèles*.

Envisager l'enseignement et l'apprentissage de la biologie dans le contexte de la *parenté du vivant* transforme radicalement la vision que l'on peut avoir de cette discipline et correspond mieux à la manière dont elle est largement appréhendée dans le monde de la recherche scientifique. Pour ce faire, nous encourageons les enseignants.e.s à être attentif.ve.s au langage utilisé, en particulier pour les chapitres consacrés au corps humain, en veillant à limiter les formulations de type téléologique ou évoquant une certaine finalité. Les efforts des enseignant.e.s visant à considérer et aborder les processus biologiques « à la lumière de l'évolution », même sans que ce soit explicite pour les élèves (les mécanismes de l'évolution ne font pas partie du PER), pourraient aider les élèves à se construire une meilleure représentation du fonctionnement et du développement des structures biologiques, ainsi que de l'origine de la biodiversité.