

Caenorhabditis elegans

LE COUTEAU SUISSE DES LABORATOIRES DE BIOLOGIE
DAS SCHWEIZER TASCHENMESSER DER BIOLOGIELABORS



Hostettler Lola, Dr. Chantal Wicky, Dr. Nadine Tardant,
Dr. Marie-Pierre Chevron
22/01/2026

Table des matières

Insertion du projet dans le plan d'étude cadre	3
A. Nommer c'est reconnaître et protéger	4
Introduction : Pourquoi protéger les sols ?	4
<i>Caenorhabditis elegans</i> en bref.....	6
Expérience 1 : prélever et isoler.....	7
Expérience 2 : identifier phénotypiquement	9
Comment piquer des vers ?.....	10
Fabriquer son pic à vers.....	10
Piquer les vers	11
B. <i>Caenorhabditis elegans</i> un modèle en écotoxicologie	12
Introduction.....	12
<i>Caenorhabditis elegans</i> en bref.....	13
Expérience 1 : Découvrir l'organisme modèle.....	14
Expérience 2 : Tester l'impact de potentiels polluants du sol sur <i>C. elegans</i>	17
Tableau Swim Test vierge.....	19
Carte conceptuelle : rôles des sols	20
Propositions d'ouvertures interdisciplinaires.....	21
Si l'un de ces TPs vous intéresse.....	21

Insertion du projet dans le plan d'étude cadre

Le projet présenté ci-après a été pensé en adéquation avec le plan d'étude cadre des écoles de maturité gymnasiale (1er août 2024) tant en termes de compétences disciplinaires qu'en termes de compétences transversales.

En biologie le plan d'étude cadre comprend notamment les éléments suivants :

« **Objectifs généraux de formation**

*Les leçons de biologie forment à un **mode de pensée et de travail scientifique** et conduisent à une compréhension plus approfondie des formes et des processus du vivant, des bases de la biologie moléculaire aux **écosystèmes et à la biosphère**. Le **travail pratique et expérimental**, ainsi que les connaissances acquises par ce biais jouent un rôle important. Dans une interaction respectueuse et responsable avec la diversité des organismes vivants et des écosystèmes, **la curiosité et la joie de la découverte seront éveillées et développées.** » ...*

« **Compétences disciplinaires – 6. Ecologie – 6.2 Être humain et environnement**

Les titulaires d'un certificat de maturité gymnasiale sont capables d'évaluer, à l'aide d'exemples représentatifs, les influences anthropiques sur la dynamique et la capacité de charge des écosystèmes (EDD, ID, EC). »

Ces initiales EDD, ID et EC font référence aux domaines transversaux du plan d'étude cadre :

- Éducation au développement durable (EDD)
- Interdisciplinarité (ID)
- Éducation à la citoyenneté (EC)

Citons également :

*« – **Propédeutique scientifique (PS)** : elle constitue un principe didactique en partie spécifique à une discipline et en partie transversal qui consiste à acquérir et à **générer des connaissances par le biais d'une première approche du travail scientifique et en se basant sur des méthodes scientifiques**. Elle permet également une compréhension fondamentale des démarches scientifiques (art. 6, 12 et 17 RRM/ORM ; cf. chap. 2.4). »*

Nous proposons donc d'adresser la question complexe de l'écologie des sols et de leur préservation par une approche pratique concrète : étudier les nématodes de son jardin dans le cadre d'une future étude participative et tester la toxicité potentielle de polluants sur *Caenorhabditis elegans* en tant que bioindicateur. Ainsi, nous espérons engager les élèves dans une démarche citoyenne en faveur du développement durable.

A. Nommer c'est reconnaître et protéger

« Nous savons plus de choses sur le mouvement des corps célestes que sur le sol sous nos pieds. »

Léonard de Vinci

Introduction : Pourquoi protéger les sols ?

Exercice

- 1) Lisez l'article de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture et relevez 3 arguments en faveur de l'étude et de la protection des sols.

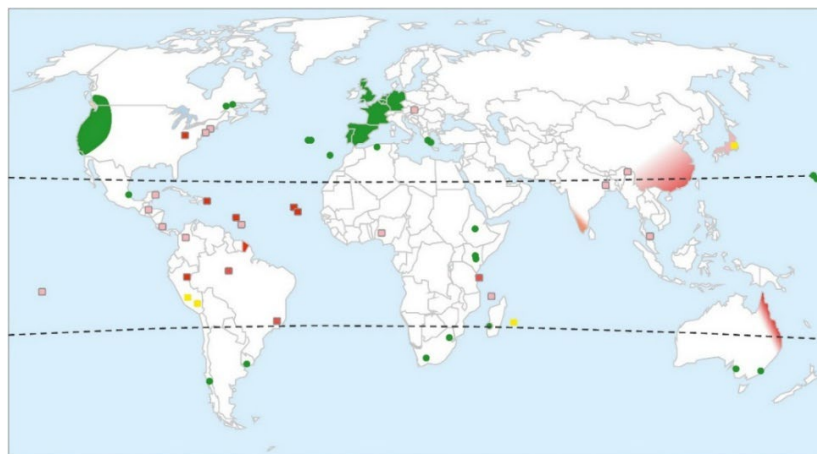
<https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/fr/c/1309290/>

- 2) Mise en commun : reportez vos arguments au tableau.

Une poignée de terre contient plus d'organismes vivants qu'il n'y a d'êtres humains au monde. Un gramme de sol peut abriter jusqu'à 10 milliards de micro-organismes, appartenant à des milliers d'espèces différentes. Le sol, un des écosystèmes les plus riches de notre planète, reste pourtant largement méconnu.

C'est grâce à sa diversité que le sol assure ses fonctions essentielles : décomposition de la matière organique, recyclage des nutriments, régulation de l'eau et du carbone, santé des plantes ... C'est cette organisation complexe qui fonde la stabilité et la durabilité des écosystèmes : pas de diversité, pas de résilience face aux changements.

Parmi les organismes clés assurant les fonctions des sols, les nématodes jouent un rôle essentiel. *Caenorhabditis elegans* est un nématode des sols organiques riches (compost) présent dans presque tous les laboratoires du monde. On ne dispose pourtant que de très peu d'informations sur sa répartition et son rôle dans son écosystème naturel, en particulier en Suisse.



Worldwide distribution of *C. elegans*

Lise Frézal Marie-Anne Félix (2015) The Natural History of Model Organisms : *C. elegans* outside the Petri dish eLife 4:e05849.

Comme l'explique Vandana Shiva :

*« Nommer, c'est donner du pouvoir. Ce qui n'est pas nommé reste invisible et sans valeur. »
Staying Alive : Women, Ecology and Development (1989).*

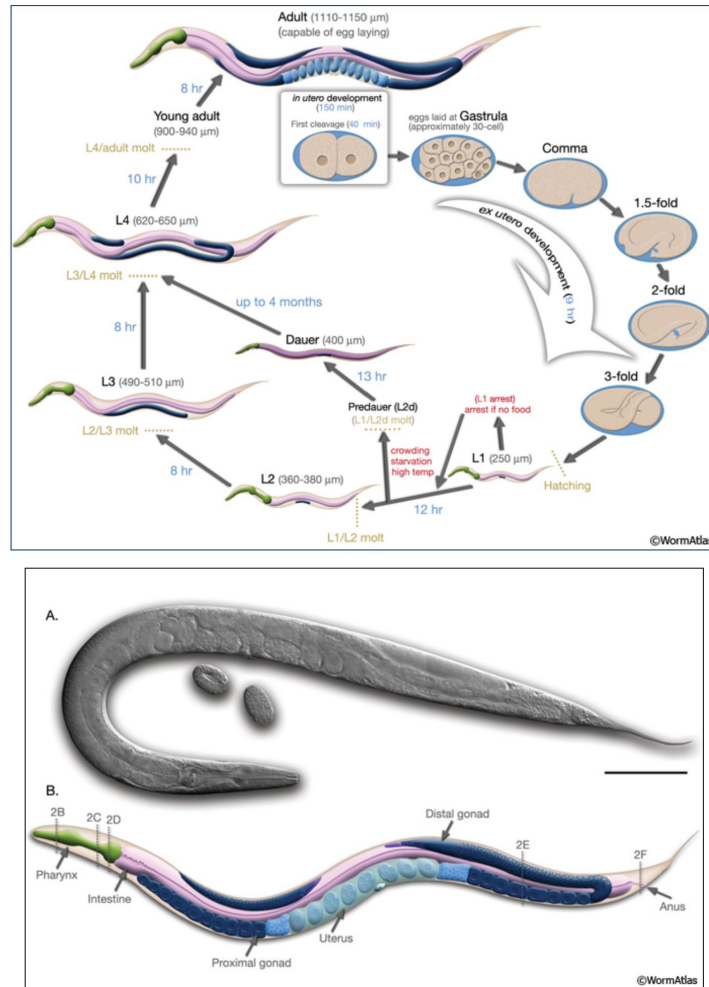
Sans nom, des espèces pourtant indispensables à l'équilibre des sols, ne sont pas reconnues et, en conséquence, ne peuvent pas être protégées !

Donnez du sens à vos apprentissages et pour la protection de nos sols et la nôtre, soyez les premiers chercheurs à nommer et définir la répartition des nématodes hermaphrodites présents dans les sols suisses !

Caenorhabditis elegans en bref

Structure et reproduction de l'hermaphrodite

C. elegans est un ver transparent de 1mm de long. Il est naturellement présent dans les sols et se nourrit de bactéries. En mettant en culture ce ver dans de l'agar recouvert de bactéries (source de nourriture), on peut aisément observer sa reproduction. A température ambiante un cycle de reproduction complet dure environ 3 jours. A 15 °C le cycle est ralenti et permet l'observation des générations de semaine en semaine¹.



Chez *C. elegans*, il existe des hermaphrodites et des mâles. Certains nématodes différents d'*elegans* sont gonochoriques : ils possèdent deux sexes distincts, deux individus doivent se rencontrer pour permettre la reproduction.

¹ Pour plus de détails cf. la reproduction avec *elegans* sur le site www.autresens.org

Expérience 1 : prélever et isoler

Travail par groupe de 2, 10 groupes

Matériel :

Par élève : sachet plastique avec zip, plaques de culture NGM + bactéries (25 plaques), loupe binoculaire, spatule, marqueur indélébile, microscope, plaques de culture *C. elegans* de référence (10 plaques).


But

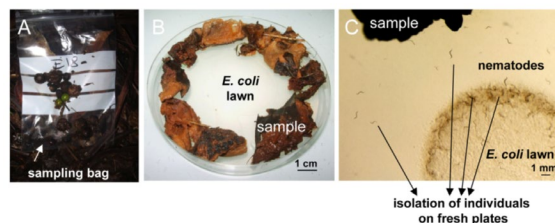
Isoler des nématodes hermaphrodites du sol de son jardin

Protocole

1. Prélevez une poignée de sol de votre environnement et déposez-la dans un sachet plastique zippé que vous emmènerez en classe. Conseils : prélevez un sol chaud comme dans un compost ou des fruits tombés sur le sol, les pommes fonctionnent très bien par exemple.

Jour 1 (semaine 1)

2. Avec une spatule, placez un peu de terre sur l'un des bords de la plaque de culture et observez au microscope. Laissez la plaque de côté le temps que les vers sortent de la terre.
3. Pendant ce temps, observez la plaque de référence contenant *Caenorhabditis elegans*. C'est ce type d'organismes que vous devez isoler de votre sol.
4. Après quelques minutes, isolez chaque *nématode* dans des nouvelles boîtes : un nématode par plaque. Comment piquer les vers : [C. elegans](#)  **YouTube**
[101: A Guide to Picking C. elegans - YouTube](#)



Wormbook

5. Identifiez le dos des plaques avec un marqueur en indiquant : date du jour, type de sol ou fruit, votre nom. Numérotez les plaques.
6. Créez un tableau d'observations avec les numéros des plaques et les références : lieu et date de la culture, type de sol.

7. Incubez les plaques soit :
- A température ambiante pendant 3 jours.
 - Près d'une fenêtre ou dans une cave pendant une semaine (env. 16°C pas plus froid, cela tuerait le ver ou le mettrait en dormance, on parle de *dauer*).

J3 (ou semaine 2)

8. Observez les plaques, notez vos résultats dans votre tableau d'observations. Ajoutez à votre tableau : date d'observation, résultats, interprétation, maintenu vs éliminé.

Deux résultats sont possibles :

- a. L'individu est seul ou mort sans descendants.
 - b. Le ver s'est multiplié.
- ➔ D'après ce que vous savez de la reproduction de *C. elegans* dans quel cas a ou b avez-vous potentiellement isolé un *Caenorhabditis* ?

9. Pour chaque plaque contenant des descendants, repiquer un individu dans une nouvelle plaque. Les plaques sans descendants sont jetées.

10. Incuber les plaques nouvellement inoculées comme précédemment décrit.

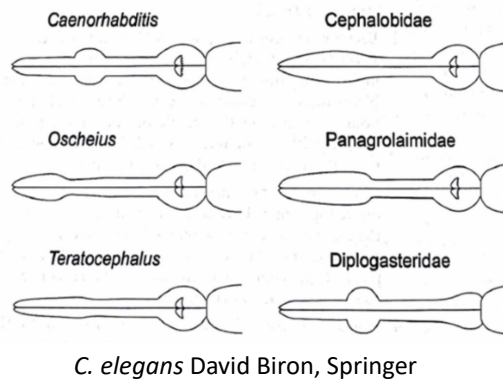
J6 (ou semaine 3)

11. Observez les plaques, complétez votre tableau d'observations, à nouveau deux résultats sont possibles :

- a. L'individu est seul ou mort sans descendants.
 - b. Le ver s'est multiplié.
- ➔ Comment expliquer qu'un ver ait pu se reproduire lors du 1^{er} piquage et non du 2^{ème} ?

Expérience 2 : identifier phénotypiquement

1. Placez une goutte d'eau sur une lame d'observation.
2. En utilisant la loupe, piquez 10 individus parmi les plaques contenant un potentiel *Caenorhabditis* et les déposer dans l'eau.
3. Recouvrez avec une lamelle.
4. Passez la lame rapidement dans la flamme d'une bougie pour qu'elle chauffe sans noircir.
5. Observez à la loupe. Les vers devraient être immobiles et droit pour permettre l'observation. Si ce n'est pas le cas chauffer un peu plus.
6. Observez au microscope.
7. Phénotypiquement de quelle espèce s'agit-il ? Comparez avec l'anatomie générale de *C. elegans* en se concentrant sur la forme du pharynx décrite pour les espèces principales de nématodes de nos sols.



8. Prenez des photos.

Gestion des déchets

Les plaques de culture contiennent des vers naturellement présents dans nos sol tout comme les lames d'observation. Vous pouvez jeter les plaques à la poubelle et les lames aux déchets de verre.

Résultats

Pour chaque espèce isolée, préparez un fichier contenant :

- 1) Nom de l'espèce identifiée phénotypiquement avec une courte justification
- 2) Localisation et date du prélèvement
- 3) Photos au microscope du pharynx
- 4) Photos au microscope des embryons

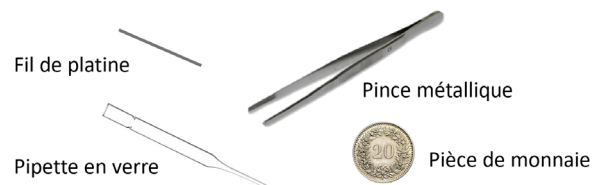
Comment piquer des vers ?

Afin de maintenir les vers, ceux-ci doivent être transférés sur une nouvelle plaque de culture 1-2 fois par semaine selon la température d'incubation (1/semaine à 16°C, par exemple à la cave et 2/semaines à température ambiante).

Lorsqu'on transfère des vers, on parle de piquer des vers. Vous pouvez utiliser un cure-dent pour ces manipulations mais si vous devez piquer une grande quantité de vers, nous vous suggérons de fabriquer un outil de repiquage spécifique.

Fabriquer son pic à vers

Matériel



Protocole

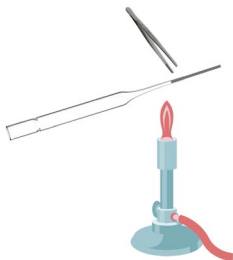
1. Insérer le fil

A l'aide de la pince métallique, insérez le fil de platine dans la pipette en verre.



2. Sceller le fil

Passez la pipette contenant le fil à la flamme afin de sceller le montage.

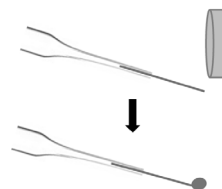


3. Laisser refroidir



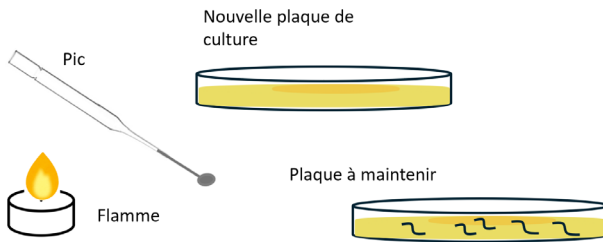
4. Former l'extrémité

Avec une pièce de monnaie, déformez l'extrémité du fil de platine pour créer une cuillère.



Piquer les vers

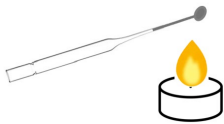
Matériel



Protocole

1. Stériliser

Passez le pic dans la flamme jusqu'à incandescence puis laissez refroidir quelques secondes.



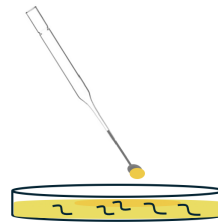
2. Prélever des bactéries

Prélevez quelques bactéries du tapis de votre plaque vide afin de rendre votre cuillère collante.



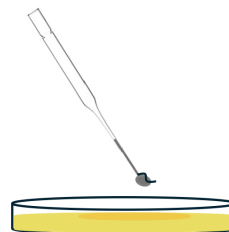
3. Piquer les vers

Collez les vers sur la face inférieure de votre cuillère. Vous pouvez en prélever plusieurs à la fois.



4. Transférer les vers

Touchez la surface de votre nouvelle plaque. Les vers quitteront spontanément votre pic.



B. *Caenorhabditis elegans* un modèle en écotoxicologie

Introduction

« Nous savons plus de choses sur le mouvement des corps célestes que sur le sol sous nos pieds. »

Léonard de Vinci

Loin d'être uniquement une surface que nous foulons de nos pieds, le sol est un élément essentiel à la vie sur Terre, comme l'eau, l'air ou le soleil.

Or, selon le site de la confédération :

« Sa gestion des sols n'étant pas durable, la Suisse perd des opportunités de produire des denrées alimentaires et de l'eau potable, d'utiliser des espaces pour des activités de loisirs, de réduire ses émissions de gaz à effet de serre, de préserver la biodiversité ou de lutter contre l'intensification des fortes chaleurs » [Sol: en bref](#) BAFU 31.10.2025

« Les effets de nombreux polluants présents dans les sols restent insuffisamment étudiés ou seulement en partie connus. Ils peuvent perturber la vie du sol, réduire sa fertilité et provoquer des troubles de croissance des plantes. » [Atteintes chimiques aux sols](#) BAFU 31.10.2025

L'étude de la toxicité des substances sur les écosystèmes est appelée écotoxicologie.

En écotoxicologie, il est souvent nécessaire de simplifier la complexité des écosystèmes pour mieux comprendre les mécanismes d'action des polluants environnementaux. Utiliser un organisme modèle en laboratoire permet d'étudier de manière contrôlée comment une substance affecte le vivant, sans interférences liées aux multiples interactions présentes dans la nature.

Par exemple, *Caenorhabditis elegans*, un nématode naturellement présent dans nos sols, peut être utilisé comme un bioindicateur. Ce qui signifie que les effets des polluants observés sur cet organisme, qu'ils concernent sa croissance, sa survie ou son comportement, rendent compte des impacts potentiels sur le vivant.

Cette démarche expérimentale est une étape essentielle dans le processus d'évaluation des risques globaux liés à la présence de polluants avérés ou potentiels dans l'environnement.

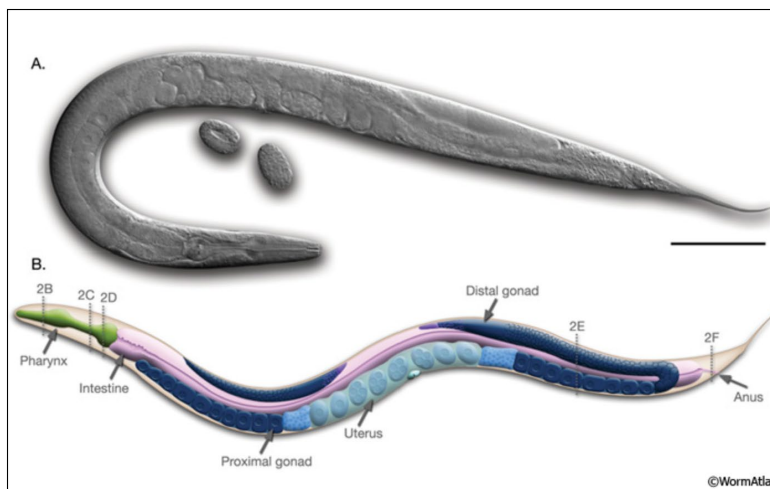
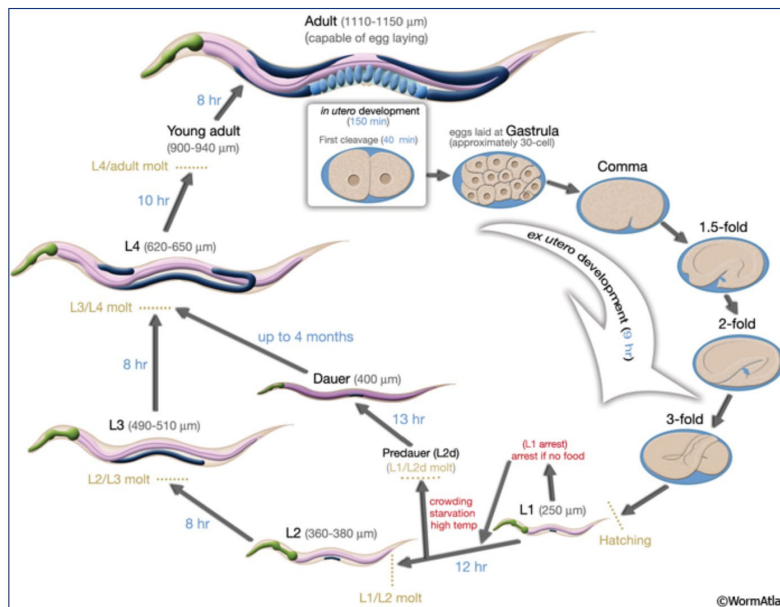
But

Lors de ce travail pratique vous découvrirez l'organisme modèle *Caenorhabditis elegans* afin de proposer, par vous-même, une démarche expérimentale permettant d'évaluer l'impact environnemental de certaines substances du quotidien.

Caenorhabditis elegans en bref

Structure et reproduction de l'hermaphrodite

C. elegans est un ver transparent de 1mm de long. Il est naturellement présent dans les sols et se nourrit de bactéries. En mettant en culture ce ver dans de l'agar recouvert de bactéries (source de nourriture), on peut aisément observer sa reproduction. A température ambiante un cycle de reproduction complet dure environ 3 jours. A 16 °C le cycle est ralenti et permet l'observation des générations de semaine en semaine².



² Pour plus de détails cf. la reproduction avec *elegans* www.autresens.org

Comportement – Swim Test

Un test souvent utilisé pour évaluer le comportement de *C. elegans* en présence de substances toxiques est un test de locomotion appelé Swim Test. [Caenorhabditis elegans swimming](#)



Expérience 1 : Découvrir l'organisme modèle

But :

- Observer les différents stades de développement du ver dans son milieu de culture
- Observer le comportement du ver dans l'eau

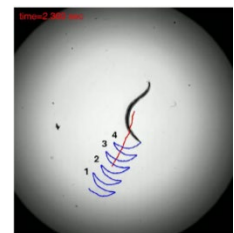
Dans un objectif statistique, chaque élève réalise individuellement le protocole suivant.

Matériel

- 1 plaque de vers type sauvage (N2, wild-type (wt))
- 1 Eppendorf rempli d'eau distillée
- 1 pic avec pointe de platine ou un cure-dent.
- 1 loupe
- 1 coupelle
- 1 pipette micrométrique (p200) avec pointes
- 1 chronomètre

Protocole

1. Prenez une plaque de vers et placez-la sous la loupe.
2. Repérez les différents stades de développement du ver.
3. Ajoutez 200uL d'eau distillée dans la coupelle.
4. Prélevez (piquez) 5-7 adultes vivants et transférez-les dans la coupelle.
5. Laissez les vers s'acclimater pendant 1-2min. Pendant ce temps, préparez le Swim Test.
6. Choisissez un ver visuellement. Le test débute lorsque vous démarrez le chronomètre. Vous devez compter les « thrashes » pendant 30 secondes. Définition d'un thrash : un cycle complet gauche-droite-gauche (ou droite-gauche-droite). Conseil : compter uniquement lorsque le corps passe par la position « droite ».
7. Testez 2 vers chacun et reportez vos résultats dans un tableau commun.



Résultats

Tableau commun à compléter.

Nombre moyen de thrashes en 30s pour la classe :

Tester des polluants potentiels

Contexte : Vous êtes un groupe de recherche du département fédéral de l'environnement (DFEV). Vous devez produire un premier rapport d'enquête concernant l'effet potentiellement toxique des substances suivantes sur l'environnement : produits utilisés en agriculture, tabac mégots de cigarette et sachets de snus jetés sur le sol. Lorsqu'elles sont produites ou utilisées, ces substances peuvent contaminer les eaux et infiltrer les sols et les nappes phréatiques.

Dans un premier temps, votre équipe s'organise en sous-groupes chacun s'intéressant à l'étude de l'impact d'une seule substance.

Les réflexions des sous-groupes seront ensuite mises en commun et discutées avec votre chef de laboratoire (votre enseignant.e) afin d'établir une stratégie d'étude globale.

1. Répartissez-vous par groupe de 2-3 élèves dans les groupes suivants :

Substances	Roundup (Herbicide)	Anti-limaces (Molluscicide)	Snus (Tabac)	Bouillie bordelaise (Antifongique)
Elèves				

2. Votre projet doit présenter chacun des points suivants tous caractéristiques de la démarche scientifique.

- a) Effectuer une recherche sur votre produit.

- Etablissez une liste des substances présentes dans le produit que vous allez tester sur *C. elegans*.
 - Quels sont les effets potentiels de votre produit sur la reproduction, la survie ou le comportement du ver ?
- ➔ En tenant de ces points, écrivez une question de recherche précise.

- b) Poser une hypothèse

Quelle est votre hypothèse de travail, à quoi vous attendez-vous ?

- c) Expérimenter

Schématisez un dispositif expérimental que vous pourriez mettre en place pour tester votre hypothèse de façon à pouvoir en parler avec l'ensemble du groupe.

d) Observer

Quels résultats pensez-vous observer, comment allez-vous les mesurer, les quantifier ?

Vous pouvez effectuer des recherches sur internet et interrogez l'IA.

3. Format de présentation : une diapositive contenant la question de recherche, l'hypothèse, le schéma expérimental et les résultats attendus que vous commenterez à voix haute (max 3min par groupe). Chaque groupe présente son projet, les autres groupes discutent les points forts et les points faibles de chaque projet avec le chef de laboratoire afin d'établir une stratégie commune.

Expérience 2 : Tester l'impact de potentiels polluants du sol sur *C. elegans*

Expérience 2.1 Exposition directe des vers aux polluants et Swim Test

But

Observer l'effets de divers polluants sur la survie et la locomotion de *C. elegans* lors d'un contact direct.

Matériel

Par élève :

- 1 plaque de vers type sauvage (N2, WT)
- 1 Eppendorf rempli d'eau distillée
- 5 tubes Falcon (pour la classe)
- Stylos indélébiles
- Pipettes micrométriques
- 1 pic avec pointe de platine ou un cure-dent.
- 1 loupe
- 1 coupelle
- 1 pipette micrométrique (p200) avec pointes
- 1 chronomètre

Préparation des substances à tester

L'enseignant prépare les solutions avant le TP. Respectez la notice d'utilisation des substances sur les emballages.

Snus

1. Mettez 5 sachets de snus dans un Falcon et complétez à 25mL avec de l'eau distillée.
2. Laissez reposer **24h**.
3. Avec la p1000, prélevez 1mL de jus de snus et le transférer dans un Falcon vide.
4. Complétez le tube avec 9mL d'eau distillée. (Dilution 1/10)
5. Seront testés : le jus pur et dilué.

Bouillie bordelaise

1. Préparez une solution selon les instructions de l'emballage.
2. Centrifugez la solution 2min à 13000rpm, utilisez le surnageant.

Granulés anti-limaces

1. Faites une solution saturée dans un Falcon en ajoutant suffisamment de granulés dans 10mL d'eau.
2. Centrifugez la solution 2min à 13000rpm, utilisez le surnageant.

RoundUP

1. Avec la p1000 prélevez 200ul de RoundUp et ajoutez-les à un tube Falcon vide.
2. Complétez à 10mL avec de l'eau distillée.
3. Seront testés : RoundUp pur et dilué.

Protocole

Portez blouse, gants en nitrile, lunettes et lavez-vous les mains après le TP.

1. Prenez une plaque de vers.
2. Ajoutez 200uL de substance à tester dans une coupelle.
3. Piquez 5-7 adultes et transférez-les dans la coupelle.
4. Laissez les vers s'acclimater pendant 3-4min sauf si on observe directement la mort des vers. Pendant ce temps préparez le Swim Test.
5. Choisissez un ver. Le test débute lorsque vous démarrez le chronomètre. Vous devez compter les « thrashes » pendant 30 secondes.
6. Testez 2 vers chacun et reportez vos résultats dans un tableau commun. Ajoutez des remarques si vous avez des observations particulières.
7. Recommencez pour chaque substance à tester.
8. Rangez le matériel.

Gestion des déchets

Éliminer les solutions dans un b cher de déchets commun puis aux déchets chimiques.

Résultats

Tableau commun à compléter.

Interprétation des résultats

Reprenez votre rôle de chercheur au DFEV, créez un graphique (histogramme Excel) des résultats, interprétez et proposez un classement de la toxicité potentielle des diverses substances testées sur l'environnement (impact : fort, moyen, faible).

Tableau Swim Test vierge

Dans Excel

Swim Test écotoxicologie

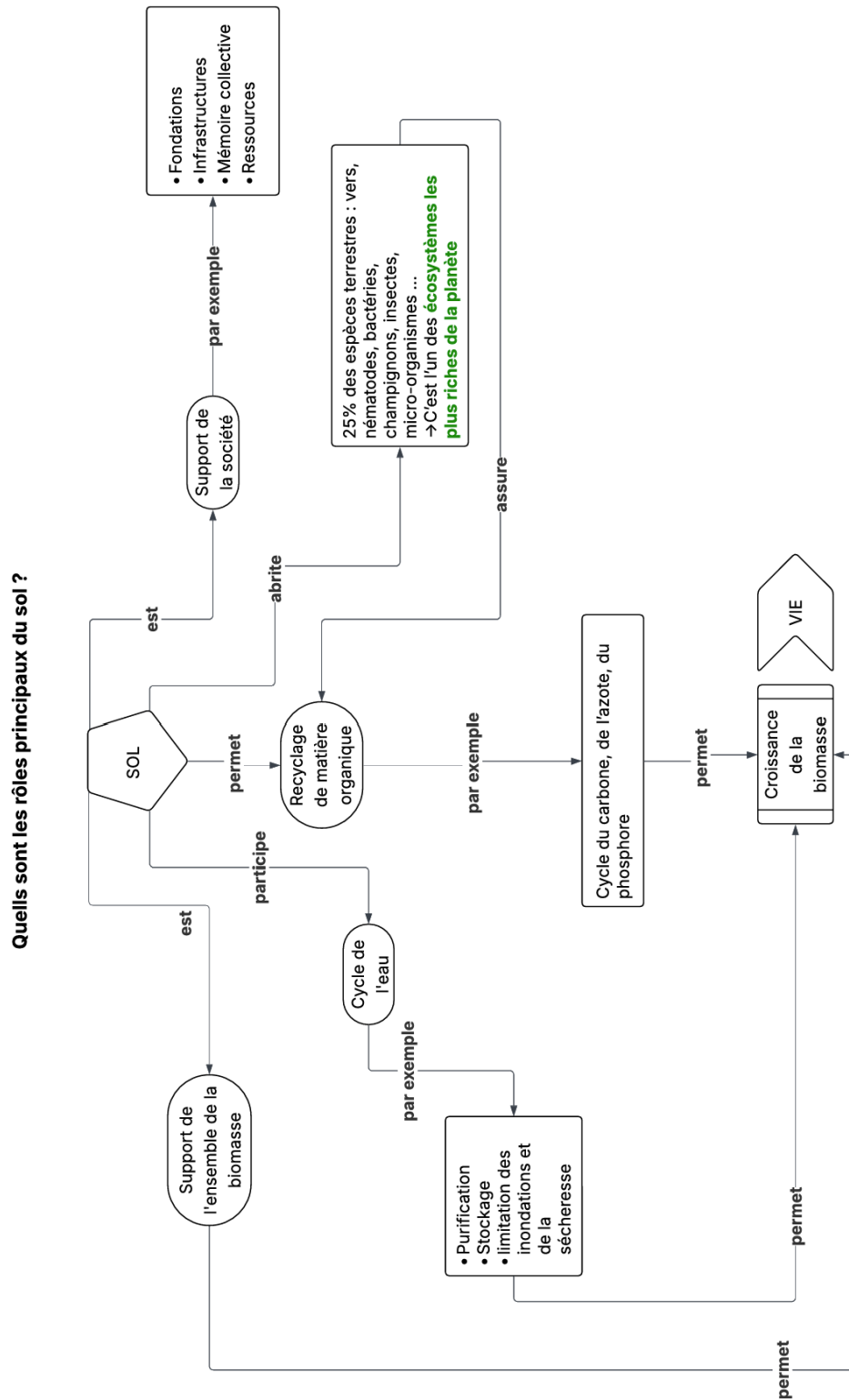
Classe

Date

Vers N2, WT

Condition :	
Vers	Nbre de trashes en 30s
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
Moyenne	#DIV/0!

Carte conceptuelle : rôles des sols



Propositions d'ouvertures interdisciplinaires

1. En français

- Rédigez un rapport détaillé à l'attention du DFEV présentant l'expérience effectuée, les résultats obtenus et votre conclusion. (ID, EDD, CdBA)

2. En allemand, anglais

- La Suisse étant un pays plurilingue, rédigez un flyer de sensibilisation à la préservation des sols en allemand. (ID, EDD)

3. En arts-visuels

- Créez un fichier de résultats à envoyer à l'UNIFR pour la future étude participative. (ID)
- Faites un poster présentant l'expérience et les résultats obtenus. (ID)
- Rédigez un flyer de sensibilisation à la préservation des sols. (ID, EDD)
- Créez une vidéo etc...

Si l'un de ces TPs vous intéresse...

- Commander le matériel : chantal.wicky@unifr.ch ou sur le site www.autresens.org

- Trouver nos autres protocoles : la génétique autrement, la reproduction avec *elegans* etc... sur www.autresens.org