

**Le cannibalisme :
facilitation du conditionnement chez l'insecte
ténébrion (*Tenebrio molitor*) ayant mangé des
cerveaux de ténébrions préalablement conditionnés.**



Par :

Sébastien Bélanger, 1489 rue Notre-Dame, Saint-Félicien. G8K 1X4. thiamos00@hotmail.com.

Alexandre Dufour. 1301 rue Philippe. St-Félicien. G8K 2A8. zoldart@hotmail.com.

RÉSUMÉ: Bélanger, S et A. Dufour. 2004. *Le cannibalisme : facilitation du conditionnement chez l'insecte ténébrion (*Tenebrio molitor*) ayant mangé des cerveaux de ténébrions préalablement conditionnés*. Expo-Journal, rapport interne, programme des Sciences de la nature, Cégep de Saint-Félicien, Saint-Félicien, 8 pages.

Pour tester l'Hypothèse d'un transfert d'information cognitive par cannibalisme, nous avons reproduit expérimentalement ce phénomène chez des invertébrés. Nous mesurons l'acquisition et la mémorisation d'un réflexe conditionné simple. Trois modèles animaux ont été utilisés : l'hydre, le ver de terre et le ténébrion. L'hydre a été abandonné pour des raisons techniques. Le ver de terre n'a pas montré d'acquisition de réflexe conditionné. Le ténébrion montre une grande facilité de conditionnement et une bonne mémorisation. Des ténébrions nourris de cerveaux de ténébrions conditionnés montrent une diminution significative du temps d'acquisition du conditionnement. Nous proposons, en parallèle, une technique d'élevage des hydres.

MOTS-CLÉS : Biologie, cannibalisme, conditionnement, <i>Hydra attenuata</i> , <i>Lumbricus herculeus</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Homo sapiens</i> .

Démystification

Dans nos expériences, nous avons choisi l'hydre blanche car elle vit en eau douce (marais, étangs, lacs, rivières calmes) et il est facile de s'en procurer. Finalement, leur nourriture se constitue principalement d'artémias salina, de minuscules crevettes de mer (pour la culture des artémias, voir l'annexe 1). Cependant, elles peuvent se nourrir de divers petits organismes présents en son milieu de vie

Depuis le début de l'histoire de l'homme, plusieurs croyances ont régi les modes de vie de ce dernier. Que la pratique de ces croyances soit basée sur le divin ou sur de simples mythes qui traversent les âges, les hommes n'ont jamais accompli ces rites sans raison. L'un des rituels les plus tabous pour l'ensemble des hommes civilisés est sans aucun doute le cannibalisme. En effet, cette croyance qui pousse certaines tribus à manger leurs morts et leurs ennemis afin d'acquérir force, sagesse et connaissances entraîne une grande incompréhension pour la majorité du globe. Toutefois, qu'en serait-il si, comme nous le postulons en tant qu'hypothèse principale, *ces pratiques auraient un fondement biologique ; permettant ainsi à la nature d'avoir un dernier moyen de transfert d'information ?*

À partir de cette dernière hypothèse, il est possible de faire un lien entre les croyances de l'homme et les instincts de certains animaux. En fait, chez quelques rares groupes de rats, lorsque le chef se fait terrasser, son successeur le dévore. Pour atteindre les buts de cette expérience, donc de pouvoir vérifier si un transfert d'information par cannibalisme est bel et bien possible, il faut tout d'abord commencer par « informer » un être qui pourra ensuite être mangé par ses congénères. Pour ceci, nous avons choisi de procéder par conditionnement, une des formes d'apprentissage les plus primitives.

Le conditionnement, comme stipulé sur le site Internet de l'encyclopédie de Yahoo (voir médiagraphie numéro 5), consiste en l'association de deux stimuli. Prenons exemple sur le chat qui, au départ, ne fait pas le lien entre le son que fait la nourriture dans son contenant et le fait qu'il aura un repas. À la longue, il va associer le son caractéristique au futur repas et viendra vous coller aux pattes à la minute où

vous toucherez sa boîte de nourriture. Il existe un vocabulaire plutôt simple relié au conditionnement. En effet, dans l'exemple du chat, l'odeur et la vision de la nourriture correspondent aux *stimuli inconditionnels* qui ont comme caractéristique d'entraîner automatiquement une réponse instinctive ; ici la salivation. Ensuite, le son de la boîte de nourriture est un *stimulus neutre* car il ne provoque aucune réaction. Cependant, une fois que le chat l'a associé par conditionnement au stimulus inconditionnel, le son devient un stimulus conditionnel car il provoque une *réaction conditionnelle (réaction n'étant pas supposée exister chez l'organisme au départ)* : l'activation des glandes salivaires en présence du son seulement.

Les créatures avec lesquelles nous avons décidé de travailler sont le *Lumbricus herculeus*, ou lombric, ainsi que la larve de *Tenebrio molitor*, ou tout simplement ténébrion. Nous avons choisi d'utiliser le lombric, cet annélide de l'ordre des oligochètes, car il est photosensible ; ce qui nous permet d'utiliser la lumière comme stimulus. De plus, il s'agit d'un saprophyte (décomposeur) mesurant quelques centimètres qui se nourrit de déchets organiques. Aussi, le fait qu'il vive dans tout sol humide nous permet de le conserver aisément. Finalement, c'est une créature possédant des ganglions nerveux tout le long du corps, caricature de la colonne vertébrale avec ses ramifications, ainsi que de deux ganglions plus denses situés au niveau de sa tête comme le montre la figure 1.



Figure 1 : Système nerveux d'un lombric

Pour la larve de ténébrion, communément appelée « vers à farine », ce qui nous intéressait principalement était son système nerveux possédant un centre d'intégration plus développé que celui du lombric et de l'hydre, comme l'illustre la figure 2.

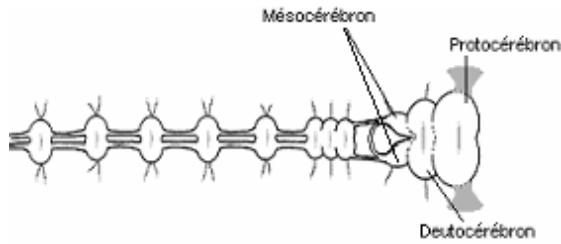


Figure 2 : Système nerveux d'une larve de ténébrion.

En effet, la principale différence se situe au niveau de la fusion et du développement des ganglions cérébroïdes ; soit le protocérébron, qui gère la vision, le deutocérébron, qui s'occupe des antennes et des osselets et le mésocérébron, qui innerve le glabre.

Suite à la comparaison des systèmes nerveux de l'hydre, du lombric et de la larve et en se basant sur les notions de conditionnement, nous avons posé les hypothèses suivantes :

-L'hydre et le lombric sont des organismes qui peuvent être conditionnés malgré le fait qu'ils ne possèdent pas de centre d'intégration développé.

-Le ténébrion peut se conditionner plus rapidement que l'hydre et le lombric en raison de son système nerveux plus complexe.

Bref, les systèmes nerveux de ces trois créatures forment une échelle évolutive qui pourrait nous permettre de délimiter les bases nécessaires à l'association de deux stimuli simples. En fait, dans le cas où seul le ténébrion serait apte à être conditionné, alors les bases biologiques nécessaires au type de conditionnement que nous utilisons seraient la fusion et le développement des ganglions cérébroïdes.

Somme toute, les répercussions possibles de ce sujet sont :

-Expliquer le fondement des rites cannibales ancestraux.

-Élaborer une technique de culture d'hydres plus efficace que celles suggérées afin de faciliter les expériences futures sur ces dernières.

-Découvrir s'il faut nécessairement un centre d'intégration développé pour apprendre.

Tout est dans la procédure

1) Vers de terre et ténébrions

Premièrement, il faut savoir que les vers de terre que nous avons utilisés proviennent d'un dépanneur (Raymond Gay St-Félicien) où ils sont vendus en paquet de 15 pour la pêche. Ensuite, nous nous sommes procurés les ténébrions dans une animalerie (Aquaplume St-Félicien) où ils sont vendus en paquet de 60 comme nourriture à divers lézards et poissons.

2) Test de conditionnement

Quant à ce qui a trait aux tests de conditionnement, nous avons dû élaborer un montage réunissant les paires de stimuli avec lesquels nous travaillions; soit la lumière et la douleur provoquée par un choc électrique ainsi que le touché et cette même douleur. La figure 3 fait état de ce montage.

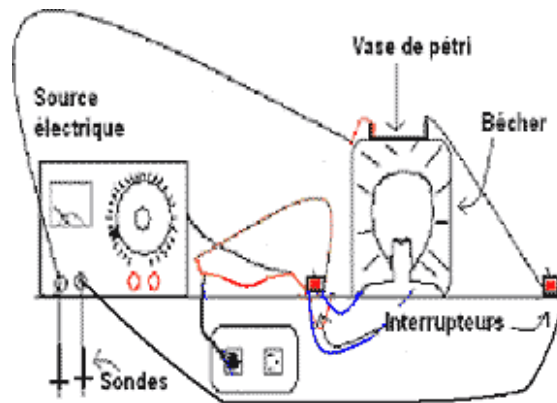


Figure 3 : Montage expérimental

Grâce à ce dernier, il nous était possible d'appliquer une succession de stimuli à intervalles précis (5, 10, 15 ou 20 secondes) afin de vérifier s'il y avait apprentissage après un certain laps de temps. Ce montage se devait d'être bien synchronisé afin de pouvoir rendre l'expérience reproductible; ce qui nous obligea à faire un montage électrique comprenant des interrupteurs. Nous avons ajouté un faible volume d'eau dans le vase de pétri afin de bien faire circuler la charge électrique. Il est à noter que ce premier montage n'a été effectué que sur

les lombrics car nous ne pouvions pas mettre de larves de ténébrion dans l'eau sans les tuer, étant donné que ceux-ci respirent par des pores de peau. Par la suite, nous placions un ver dans ce même vase avant de remettre le couvercle pour l'empêcher de s'échapper. Au départ, le premier interrupteur faisait allumer l'ampoule en même tant que la source de courant continu, mais nous avons fait varier la séquence des stimuli en insérant un deuxième interrupteur pour faire démarrer la source à différents intervalles de la lumière. Il est à noter que, conformément à la théorie, la lumière, en temps que stimulus neutre, ne provoquait aucune réaction à elle seule au départ. Bref, le but de ces manipulations était de faire associer au lombric la lumière et la douleur afin qu'il puisse réagir à la seule présence de luminosité.

Ensuite, nous avons procédé au conditionnement tactile, pour le lombric et la larve, qui consistait à les toucher avec des sondes électrifiées aux mêmes intervalles de temps que lors de l'expérience précédente. Puisque le toucher n'entraînait que peu ou pas de réaction chez nos cobayes, il était possible d'étudier le comportement lorsque nous les touchions avec du courant, ce qui entraînait une forte réaction. Par la suite, il devenait facile de vérifier, à toutes les 30 secondes, s'il y avait association des deux stimuli; soit que les toucher sans courant provoquerait la même réaction que lorsqu'il y en avait (chose qui n'était pas présente au départ).

L'expérience finale consistait à faire pratiquer un cannibalisme forcé à quelques larves de ténébrion sur leurs congénères déjà conditionnés. Cette pratique permettrait ensuite de vérifier si le temps nécessaire à l'association des deux stimuli utilisés allait changer ou rester le même. Pour ce faire, nous avons coupé les têtes de douze individus dont nous avons analysé le temps de conditionnement et nous les avons broyées. Par la suite, nous avons incorporé le résultat dans un mélange d'eau et de farine blanche. Nous l'avons ensuite fait cuire afin de faire évaporer l'eau pour obtenir une poudre semblable à la farine. Finalement, nous avons placé douze autres individus n'ayant subi aucun test dans ce nouveau milieu enrichi. Nous les avons laissés ingérer ces substances

pendant trois jours avant de procéder à nouveau aux tests de conditionnement.

Ce qui en résulte

Le tableau 1 révèle les résultats obtenus lors des tests de conditionnement utilisant les deux stimuli neutres à l'étude, pour le lombric ainsi que la larve de ténébrion, ainsi que les résultats de l'expérience finale sur le cannibalisme.

Tableau 1 : Temps de conditionnement des invertébrés en fonction du stimulus conditionnel

Temps* (sec)	Nombre d'individus	0	3	6	9	12	15	Échecs
Invertébrés								
Vers (stimulus : lumière)	40	0	0	0	0	0	0	40
Vers (stimulus : touché)	40	0	0	0	0	0	0	40
Larves de ténébrion (Stimulus : touché)	50	0	0	0	11	31	2	6
Larves de ténébrion ayant pratiqué le cannibalisme (Stimulus : touché)	12	0	0	2	6	3	0	1

*L'incertitude sur le temps est d'une seconde car il fut pris avec une montre à cadran (2 fois la moitié de la plus petite division équivaut à 1 seconde)

La figure 4 établie une comparaison entre le temps de conditionnement des larves de ténébrion ayant pratiqué le cannibalisme et celles qui ont servi de nourriture.

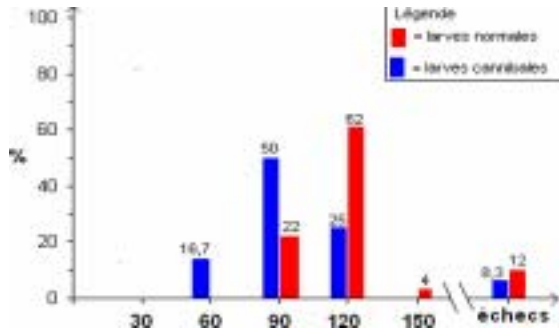


Figure 4 : Effets du cannibalisme sur le temps nécessaire à l'association

Pour les cultures d'hydres, le tableau 2 fait état de la durée de vie des organismes dans chaque milieu avant et après nos modifications.

Tableau 2 : Résultats des améliorations portées aux milieux de culture d'hydres

Durée de vie / Milieu de culture	Avant modifications	Après modifications
Milieu 1	6 jours	11 jours
Milieu 2	4 jours	∅
Milieu 3	8 jours	17 jours

Laissons parler les résultats

Premièrement, nous n'avons pas pu tester le conditionnement sur l'hydre. Nos techniques de cultures (voir annexe 1) n'ont pas vraiment fonctionnées sur cette espèce. En effet, les hydres sont mortes dans tous les milieux après environ une semaine, mais ce fut le milieu Anilab (milieu 3) qui se révéla le plus efficace tant avant qu'après l'amélioration de nos techniques. Puisque les hydres ont vécu une semaine de plus grâce aux améliorations apportées, il faut donc conclure que ces dernières ont bel et bien porté fruit. Par conséquent, nous avons donc réussi à définir les bases d'une technique de

culture plus favorable à l'épanouissement de ces polypes.

Deuxièmement, les résultats obtenus lors des tests de conditionnement du lombric démontrèrent que notre seconde hypothèse, soit que « l'hydre et le lombric sont des organismes qui peuvent être conditionnés malgré le fait qu'ils ne possèdent pas de centre d'intégration développé », s'est avérée fautive. En observant le tableau 1, il est facile de constater qu'aucun lombric n'a pu être conditionné, et ce malgré les différents types de stimuli utilisés. De ce fait, nous avons conclu que l'hydre, étant moins développé en terme de système nerveux, ne pouvait pas être conditionnée par ces types d'association puisque plus le système est évolué, plus il est apte à apprendre. Cette affirmation ne s'applique peut-être pas à l'hydre pour des raisons inconnues, mais étant donné les difficultés rencontrées dans nos milieux de culture, nous n'avons pas pu vérifier si ce postulat était véridique.

Troisièmement, pour ce qui en est de la créature que nous avons placée au sommet de notre petite "chaîne évolutive des centres d'intégration", soit le ténébrion, nous avons constaté que l'apprentissage de l'association entre la douleur et le toucher était bel et bien possible; chose qui ne l'était pas chez le ver de terre. En fait, ce qui permet de l'affirmer est que, conformément aux résultats compilés dans le tableau 1, seulement 6 larves sur 40 ont répondu négativement au test. Ce que nous entendons par "réponse négative au test" est le fait qu'après 10 minutes, rien n'était associé par la créature, ou tout simplement qu'elle avait malencontreusement succombé. Par conséquent, nous pouvons affirmer en premier lieu que cet insecte est apte à l'apprentissage simple effectué lors de l'expérimentation; soit associer toucher et douleur. De plus, nous pouvons déduire que la base évolutive requise pour la réussite de ce conditionnement est la fusion ainsi que le développement primitif des ganglions cérébroïdes, tel que défini par les comparaisons anatomiques du lombric et du ténébrion (voir figures 1 et 2). Bien sûr, l'anatomie minimale requise peut être un état intermédiaire entre le lombric et la larve de ténébrion, mais il demeure qu'avec ces ganglions frontaux fusionnés, il est possible d'apprendre des choses simples. Finalement, vue la réponse positive des larves de ténébrion

et celle négative des vers de terre, nous avons conclu que le ténébrion pouvait bel et bien se conditionner plus rapidement que l'hydre et le lombric en raison de son système nerveux plus complexe, ce qui était une autre de nos hypothèses.

En dernier lieu, les résultats obtenus lors de l'expérimentation finale sur le transfert d'information par cannibalisme furent étonnants. En fait, il est possible de constater par le tableau 1 qu'il existe un écart significatif entre le temps nécessaire au conditionnement chez les deux groupes cibles. De prime abord, la figure 4 révèle que le temps minimal requis au conditionnement des larves ayant pratiquées le cannibalisme forcé est un grade, soit 30 secondes, plus bas que les meilleures n'ayant pas séjournées dans le "milieu enrichi". Aussi, la moyenne des larves cannibales se situe également un grade en dessous de celle des autres. De ce fait, si nous ne tenons pas compte de la critique de ces résultats, chose que nous allons faire plus bas, **il faudrait alors conclure qu'il y a bel et bien possibilité de transfert d'information par cannibalisme puisque les ténébrions qui mangent le cerveaux de ténébrions conditionnés semblent acquérir significativement plus rapidement ce conditionnement.**

Quant à ce qui a trait aux implications théoriques des résultats de notre projet, nous avons décelé trois choses :

- Remettre en question le comité de bio-éthique sur ses permissions quant aux invertébrés puisque ceux-ci, du moins certains d'entre eux, sont ou peuvent être aptes à associer deux choses.
- Formation d'une précieuse banque de donnée qui rendra plus efficace la culture des hydres en laboratoire; ce qui permettra à quiconque d'utiliser ces organismes lors de diverses expérimentations sans rencontrer trop de problèmes pour leur survie.
- Possibilité de recherches approfondies sur le transfert d'information et par le fait même, tenter de trouver les agents chimiques de l'apprentissage.

Puisque l'erreur est humaine

Pour ce qui en est de la critique de nos résultats, il faut s'attarder en premier lieu à la culture d'hydres. Ayant passé plusieurs semaines à tester et à noter les effets des différents changements apportés, nous pouvons dire que, sur ce plan, la technique finale est fiable. De plus, puisque toutes les manipulations résultant de nos calculs furent effectuées avec des pipettes jaugées (précision 0,5% en raison des conditions de laboratoire), des balances précises au dix-millième de gramme et d'une burette (graduée à 1/10ml) pour la préparation des solutions tampon, nous ne pouvons pas remettre nos résultats en doute sur ces points. Aussi, la constance dans la difficulté de manipulation des hydres n'a pas pu affecter les résultats finaux plus que ceux du départ.

Dans un autre ordre d'idée, les dix premiers essais effectués sur les lombrics quant au conditionnement par luminosité ont été fait avec le "montage prototype"; manquant de synchronisation entre les stimuli car il fallait, pour activer la lumière et la source, brancher deux fils de courant dans deux prises différentes. Toutefois, une fois le montage amélioré, le reste, donc la majorité (75%) du groupe de vers de terre, fut conditionné et les mêmes résultats en ressortirent; permettant ainsi de valider les premiers.

Aussi, le fait que nous travaillions avec des réactions d'êtres vivants nous obligeait à remettre nos observations en question. Pour contrer cet effet pouvant altérer grandement la fiabilité de l'expérience, nous invitions une tierce personne à assister à nos manipulations afin de confirmer ou d'infirmer notre jugement. En dernier lieu, l'expérience sur le cannibalisme comporte plusieurs causes d'erreur, n'étant pas attribuable au matériel, que nous avons résumé en hypothèses pouvant expliquer nos résultats. Premièrement, le milieu créé était peut-être plus riche en éléments nutritifs puisque le fait d'ajouter des protéines et d'autres substances présentes dans les têtes de ténébrions conditionnés améliorerait la consistance du nouveau milieu. Bref, comme un enfant qui déjeune ou ne déjeune pas avant d'aller à l'école, nos ténébrions mieux nourris seront plus aptes à l'apprentissage. Ensuite, puisque nous avons constaté des différences de vitesse de

conditionnement entre les individus testés, alors il est possible que les larves sélectionnées pour l'expérience finale étaient plus aptes au départ à être conditionnées. Sur le plan technique, étant donné que les tests effectués sur le premier groupe de larves furent exécutés avant ceux sur les larves cannibales, il est possible que les tests finaux aient été plus efficaces que les premiers; expliquant ainsi l'amélioration des résultats. En dernier lieu, lorsque nous avons fait chauffer le milieu d'eau, de farine et de têtes de ténébrion pour faire évaporer l'eau et ainsi obtenir une farine enrichie, nous avons utilisé un four à une température de 90 °C. De cette façon, il est possible que nous ayons dénaturé certains éléments.

La tombé du rideau

Les hydres sont des créatures tout à fait magnifiques à observer et à manipuler et la voie est désormais ouverte à des étudiants futurs voulant les utiliser au cours de diverses expériences. En ce qui a trait à notre deuxième sujet, la mémorisation est un phénomène encore mystérieux pour la communauté scientifique. Les bases en demeurent inconnues, mais notre expérimentation était originale dans le sens où elle ouvre sur une démarche qui n'a probablement jamais été utilisée par le passé, ou du moins n'a jamais été répertoriée. Pour les aspects intéressants socialement et scientifiquement : pensons aux maladies de la mémoire (alzheimer, vache folle). Il est possible que de "l'information" ait circulé entre les cerveaux de ténébrion. Il est toutefois plus probable que certaines molécules très simples (acides gras, neurotransmetteurs, molécules) aient été données aux ténébrions lors de leur repas "cannibale". Il ne s'agit probablement pas de protéines, vu la cuisson à 90°C qui dénature ces dernières. Plusieurs autres expériences peuvent en découler et il y a une possibilité d'aboutir sur d'importantes découvertes sur le mystérieux phénomène qu'est l'apprentissage. Le fait de savoir que certains insectes sont aptes à apprendre pourrait aussi déboucher sur de nouvelles théories et lois à l'intérieur de ce domaine. Nos résultats nous ont confirmé qu'il y avait quelque chose à découvrir et nous allons tenter de mettre le doigt dessus dans les prochaines semaines. Somme toute, nous n'avons pas démontré que le cannibalisme avait

bel et bien des fondements biologiques, mais nous n'avons pas réussi à prouver le contraire.

Suggestions

Dans le même ordre d'idée, plusieurs expériences connexes peuvent avoir lieu. Nous suggérons à ceux qui sont intéressés par les hydres d'essayer de faire une culture qui survivra une session complète; ce que nous n'avons pas réussi à faire. Il faudrait peut-être créer une petite chaîne alimentaire à l'intérieur de la culture pour plus de stabilité. Ensuite, la régénération de ces êtres est très étudiée comme nous le mentionnions dans la théorie puisque c'est ce qui nous a emmené à faire ce projet. Il serait intéressant d'en étudier le fonctionnement.

Pour ce qui est du conditionnement et de la base de l'apprentissage, nous aimerions premièrement vous mentionner qu'une plus grande plage de données servant à vérifier si les tendances dans la vitesse d'apprentissage se sont maintenues sera disponible à la fin de l'été 2004 (pour les obtenir, veuillez nous contacter à Thiamos00@hotmail.com ou Zoldart@hotmail.com). Par le fait même, nous suggérons aux téméraires de tenter de conditionner encore une fois les vers et les ténébrions avec d'autres paires de stimuli, mais tout en incluant divers organismes qui se situent entre ces deux invertébrés en terme d'évolution du système nerveux (un bon exemple est la sangsue puisqu'elle est légèrement plus évoluée que le lombric, mais moins que le ténébrion).

Ensuite, il serait intéressant d'étudier le temps durant lequel ces êtres peuvent retenir ce qu'ils ont appris. Une étude approfondie des systèmes nerveux de ces créatures est cependant inévitable pour toute personne voulant s'y aventurer.

Finalement, les expériences possibles sur le cannibalisme et le transfert d'information sont nombreuses. Nous suggérons, afin de vérifier l'hypothèse finale qui stipulait qu'être mieux nourri facilitait l'apprentissage, et ce même pour les insectes, d'élever des larves de ténébrion dans deux milieux différents : de la farine de blé entier et de la farine blanche. Bref, étant donné que le ténébrion se révèle apte au conditionnement, cet insecte est un "modèle"

animale utile pour l'étude des processus biochimiques d'apprentissage. De cette façon, il serait possible de remettre tous nos résultats en question en prouvant que celles qui étaient le mieux nourries étaient plus aptes à l'apprentissage.

Remerciements

Nous tenons à remercier cordialement nos techniciennes de biologie qui sont restées à notre service le sourire aux lèvres. En effet, l'ampleur de notre projet n'avait d'égale que la quantité de matériel qui fut utilisée pour parvenir à nos fins. Ensuite, nous ne pouvons passer sous silence la passion de notre professeur de Biologie. C'est grâce à Mr Laval Duchesne que nous avons abouti sur ce sujet des plus intéressants. Nous avons toujours la possibilité de venir le rencontrer avec nos interrogations et il savait mieux que personne les remplacer par des éclairs de génie. Son amour pour les sciences et son éternelle bonne humeur sont des plus communicatives. Il est possible de le rejoindre au cégep presque tous les jours au local E-214-1, ou sinon par Internet à l'adresse :Lduchesne@cstfelicien.qc.ca.

Ensuite, nous tenons à remercier monsieur Lars Hansen qui nous a fourni de précieuses informations sur la culture des hydres et des artémias salina. Il est possible de le joindre au Cégep de St-Félicien, au bureau D-216, ainsi qu'à l'adresse suivante : lars.hansen@cgocable.ca.

Finalement, nous voulons aussi souligner le coup de main que nous a donné Jean-Marc Dufour pour nous aider à choisir un sujet et pour nous avoir conseillé tout le long de nos expériences. Il est possible de le rejoindre au Cégep de St-Félicien, au bureau E-215 ainsi qu'à l'adresse suivante : jmdufour@cstfelicien.qc.ca .

Médiagraphie

Figures :

- 1,2 - www.ittiofauna.org/.../microinvertebrati/
- 3 - biodidac.bio.uottawa.ca/
- 4 - <http://brain.biologie.uni-freiburg.de>
- 5 - http://fr.encyclopedia.yahoo.com/articles/sy/sy_1180_p0.html

http://www.unige.ch/~galliot/Culture_hydres_fr.pdf, Zoologiste Brigitte Galliot. Culture d'hydres (version en ligne)

<http://www.the-aps.org/education/k12curric/activities/pdfs/martin.PDF>, Carolyn Martin, enseignante de biologie au niveau secondaire. Hydra Mania (version en ligne)

Boué, H. et Chanton, R., 1994, Zoologie I:Invertébrés, 3^e édition, Éditions Doin, 558 pages.

Steyaert, J., 1987, Encyclopédie en couleurs de l'anatomie, 1^{ère} édition, Marabout université, 163 pages.

Annexe 1 :

Théorie sur l'hydre

Certains de nos bassins d'eau contiennent des organismes peu connus, souvent pris pour des algues, qui ont donné naissance à maintes légendes : les hydres. Dans notre expérience, nous nous intéressions premièrement à la grande capacité de régénération de ces créatures, mais lorsque le temps vint de préparer un milieu de culture pour ces dernières, nous nous sommes rapidement aperçu que ces polypes, de la famille des *cnidaires* et mesurant quelques millimètres, étaient négligées des écologistes. En fait, étant donné qu'il n'existait que très peu de méthodes pour les cultiver, nous avons décidé de remédier à ce problème. Suite à plusieurs recherches, nous avons décidé d'élaborer une technique de culture d'hydres à partir de deux milieux souvent suggérés : l'eau Evian et un composé constitué de diverses solutions. Finalement, nous avons intégré à notre expérience le milieu du laboratoire Anilab, où nous avons acheté nos hydres. En fait, nous avons stipulé comme hypothèse que *ces trois milieux de culture d'hydres seraient efficaces, mais que le milieu constitué de solution tampon serait le plus favorable à leur croissance*. Voici une liste de diverses informations sur l'anatomie des hydres qui se révèlent intéressantes : Elles possèdent de quatre à huit tentacules, chacune disposant plusieurs dards paralysant, qui lui permettent de capturer ses proies. Par conséquent, il fallait que la nourriture se rende à proximité des hydres; et non le contraire. De plus, ces organismes possèdent les deux sexes (hermaphrodites) et se reproduisent par bourgeonnement (illustré à la figure 1).

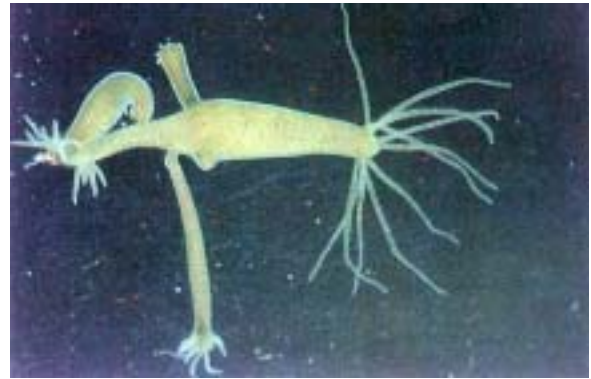


Figure 1 : reproduction d'une hydre par bourgeonnement

Il existe plusieurs types d'hydres comme par exemple l'hydre blanche, ou l'*Hydra attenuata*, l'hydre verte, ou *Chlorohydra viridissima*, et l'hydre brune, ou *Pelmatohydra oligactis*. De plus, elles sont sensibles à la lumière et possèdent un système nerveux des plus simple. En fait, comme la figure 2 le montre, l'hydre a un système nerveux périphérique sans centre d'intégration. Cette dernière caractéristique ne lui confère que la possibilité de gérer un stimulus à la fois. En effet, la réponse que donnera ce système à une stimulation quelconque se répercutera dans tout l'organisme.

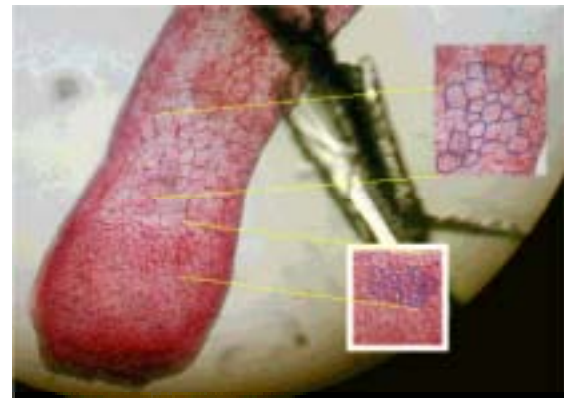


Figure 2 : Système nerveux d'une hydre

Tout est dans la procédure

Afin d'élaborer une culture d'hydres efficace à partir des informations que nous possédions (voir tableau 1), nous avons commencé par tester les trois milieux simultanément afin

d'établir des comparaisons. Par la suite, nous avons noté les forces et les faiblesses de chaque culture afin d'élaborer une nouvelle technique plus performante. Pour y parvenir, nous avons joué sur beaucoup de facteurs. Premièrement, nous avons étudié l'effet produit par la variation du volume des milieux pour se rendre compte qu'un milieu trop petit (en dessous de 100ml) entraînait trop d'instabilité et qu'un milieu dépassant 250ml augmentait la difficulté des manipulations. En deuxième lieu, nous avons utilisé deux sortes d'artémias. Au départ, nous les prenions mortes et très grosses, mais avons ensuite essayé d'en cultiver nous même (voir annexe 1) afin d'avoir des crevettes beaucoup plus petites et vigoureuses; donc plus attirantes pour nos prédateurs. Cependant, pour utiliser cette nourriture vivante, il faut avoir un environnement restreint en terme de volume puisqu'elle est portée à aller en surface. De plus, il faut s'assurer de ne pas mettre en contact les deux milieux de culture car l'un est salé et l'autre pas. De cette façon, il faut avoir un milieu intermédiaire de volume d'environ 500 ml afin de diluer le sel où l'on pourra mettre temporairement les artémias avant de les introduire chez les hydres. Troisièmement, nous avons fait varier la fréquence des lavages pour trouver laquelle était la plus efficace et nous avons conclu que la meilleure était d'une fois aux deux jours. Aussi, nous avons décidé d'abandonner le milieu d'eau Evian en raison de son inefficacité. De plus, nous avons déduit qu'il était mieux de laisser tomber le conditionnement des hydres en raison des difficultés rencontrées lors de l'élevage et de la quantité de travail qu'elles exigeaient.

Milieu 2	Eau de source Evian
Milieu 3	Milieu de culture inconnu du laboratoire Anilab (fournit avec les hydres lors de l'achat)

*Voir annexe 3 pour obtenir les détails portant sur la confection de ce milieu.

Pour ce qui en est des fréquences de repas, nous nourrissions les hydres une fois par jour à 10h. Puisqu'il fallait s'assurer que la nourriture touche aux hydres, conformément à la théorie, nous avons travaillé avec des pipettes jaugées de 5 ml. Nous utilisons un binoculaire pour s'assurer de ne pas les toucher. Quelques heures après les avoir nourries, il fallait retirer les excès avec ces mêmes instruments. Pour laver les cultures, conformément à ce qui était suggéré dans les diverses techniques, nous placions les hydres dans un nouveau béccher rempli d'un milieu de culture propre avec des pipettes à gros becs (10 ou 20 ml) afin de ne pas les blesser. Par la suite, nous pipetions les déchets transportés avec les hydres.

Méthodologie

Le matériel nécessaire à la réalisation des milieux de culture d'hydres est détaillé dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition des milieux de culture

Milieu de culture	composition
Milieu 1*	- Solution 1 : 0.5 M de tampon phosphate, pH 7.4 -Solution 2 : -1M CaCl ₂ -0.1M KCl -0.1M MgCl ₂

Annexe 2

La culture d'artémias salina

Pour cultiver ces minuscules crevettes, il faut premièrement un contenant de faible volume tel un vase de pétrie. Ensuite, il faut ajouter du sel selon la provenance des artémias. Pour continuer nous prendrons exemple sur celles que nous possédions, qui étaient originaires de la Baie de San Francisco. Celles-ci vivaient dans une eau saline à 30 ppt (parties par millier). Il suffit pour cela de prendre un pycnomètre et de calculer la densité de l'eau utilisé et d'établir un rapport de 30 pour 1000. Ensuite, il ne reste qu'à ajouter une petite pincé d'œufs et d'attendre environs 36h, le temps qu'ils éclosent. Il n'est pas nécessaire de les nourrir si vous ne les gardez que 4 ou 5 jours, donc il est conseillé d'établir un petit horaire qui stipulera que chaque culture sera donnée à manger après 2 jours.

Annexe 3

Élaboration du milieu de culture

1

Pour l'élevage des hydres dans ce premier milieu, il fallait faire deux solutions distinctes. Par la suite, il fallait mélanger 1 ml de chaque solution dans 1 litre d'eau distillée (cette technique est pratique car nous ne faisons les calculs stœchiométriques qu'une seule fois pour préparer les deux solutions de départ). La solution 1 est constitué de 0,5 mol/l de tampon phosphate à pH 7,4. Cette solution tampon est obtenue à partir d'un mélange de deux autres solutions. La solution A est constituée de 1.36 gramme de phosphate de potassium monobasique dans 20 ml d'eau et la solution B est elle-même constituée de 1.74 gramme de phosphate de potassium dibasique dans 20 ml d'eau. Il suffit d'ajuster la solution B avec la solution A à un pH de 7,4 (procéder avec une burette). Ensuite, pour la solution 2, il suffit de mettre dans un bécher de un litre une mole de CaCl_2 , 0,1 mole de KCl ainsi que 0,1 mole de MgCl_2 . Une fois en possession des deux solutions, pour obtenir un litre de milieu de culture, il faut diluer 1 ml de la solution 1 dans 1 litre d'eau distillée, bien agiter, et finalement ajouter 1ml de la 2^e solution (il est important de respecter cet ordre sinon le milieu va précipiter, et les hydres n'aiment pas ça). Nous conseillons de préparer une bonne quantité de milieu étant donné qu'il faut laver les cultures fréquemment. Ensuite, ne pas oublier de bien oxygéner les réserves de milieu ainsi que la culture elle-même. Finalement, pour éviter de faire monter la concentration des solutions présentes dans les milieux de culture, il faut les recouvrir d'une pellicule de plastique afin d'éviter l'évaporation.