

Annexe P.1 : Guide du microstage en recherche

Introduction

Ce guide vise à vous renseigner sur la place qu'occupe le microstage au sein du cours de biologie *Compléments de biologie en Sciences de la nature* (101-GCC-05) et sur le déroulement du microstage en recherche.

Le microstage de dix heures se déroule durant la semaine dite de lecture, prévue au calendrier scolaire. Il contribue à assurer une adéquation entre le monde collégial et la communauté scientifique et à soutenir le désir d'apprendre de nos futurs universitaires.

Grâce à la collaboration du milieu de microstage, les élèves ont la chance d'établir des liens entre la science, la technologie et la société en plus d'être mieux informés sur les carrières scientifiques. Nous vous invitons à exposer vos projets de recherche, votre motivation ainsi que la démarche scientifique appliquée et l'approche multidisciplinaire sous-jacente, s'il y a lieu.

Clientèle visée

Ce microstage fait partie d'un cours optionnel offert à une trentaine d'élèves du profil *Sciences de la santé*, qui vise essentiellement à intégrer et à compléter les apprentissages du premier cours de biologie, *Évolution et diversité du vivant*, suivi à la première session et du deuxième cours de biologie, *Anatomie et physiologie du vivant*, suivi à la dernière session. La plupart des élèves sont des finissants, donc au seuil de leur entrée à l'université.

Milieus de recherche associés au microstage

Les élèves choisissent, par ordre de préférence, le milieu de microstage parmi les organismes suivants :

- La Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal :
 - Groupe de recherche sur les maladies infectieuses du porc (GREMIP);
 - Laboratoire de diagnostic microbiologique;
 - Centre de recherche en reproduction animale (CRRA).
- Le Centre de recherche et de développement des aliments (CRDA) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Saint-Hyacinthe.

Objectifs visés

- Sensibiliser les élèves aux carrières scientifiques, notamment au profil du chercheur, à ses motivations, aux enjeux associés à la recherche fondamentale et appliquée, ainsi qu'aux attitudes et aux compétences requises dans ce domaine.
- Inciter les élèves à participer, dans la mesure du possible, au processus de démarche scientifique : contexte théorique ou problématique, revue de littérature, formulation et validation d'hypothèses, expérimentation, compilation, analyse et interprétation de données, et discussion portant sur des sujets d'actualité en biologie, s'il y a lieu.
- Amener les élèves à acquérir et à intégrer des connaissances en sciences biologiques appliquées pour qu'ils puissent les utiliser, ensuite, au retour du microstage.
- Développer, chez les élèves, un sentiment de fierté et d'appartenance à la communauté scientifique.

Évaluation formative de l'élève et du microstage

Chaque superviseur doit remplir une fiche d'évaluation formative pour évaluer le comportement professionnel et les attitudes de l'élève ainsi que l'organisation du microstage en général.

Fiche d'évaluation formative de l'élève et du microstage

Nom de l'élève : _____

Lieu du microstage en recherche : _____

Superviseur : _____

Titre du projet : _____

Cochez (s'il y a lieu) :

Comportement professionnel et attitudes	Excellent	Très bien	Bien	Inadéquat	Commentaires
Communication claire lors des échanges ou des discussions					
Respect des consignes de sécurité					
Travail technique rigoureux					
Ponctualité					
Curiosité intellectuelle					
Lectures préalables effectuées					

Commentaires et suggestions sur l'organisation générale du microstage (choix des dates, taille des équipes, clarté des objectifs, etc.) :

Annexe P.2 : Exemple d'un rapport de microstage

Caractérisation des souches de *Escherichia Coli* pathogènes chez le porc

Supervisé par Melha Mellata
Réalisé au laboratoire du Dr John Fairbrother,
GREMIP, Faculté de Médecine Vétérinaire, Saint-Hyacinthe

Travail remis
À
Mme Huguette Thibeault
Microbiologie : recherche et expérimentation

Par
Ariane Hébert-Jodoin
Marie-Eve Racine
Groupe 64

19 avril 2002
Cégep de Saint-Hyacinthe

Introduction :

Au cours de notre formation collégiale, nous n'avons jamais eu l'occasion d'appliquer nos connaissances dans un milieu de travail. Cette chance nous a enfin été offerte dans le cadre du cours de microbiologie : recherche et expérimentation. En effet, nous avons eu la chance de réaliser un microstage de dix heures en recherche fondamentale et appliquée. Ses objectifs premiers étaient de nous sensibiliser aux carrières scientifiques, de nous impliquer dans le processus de démarche scientifique, de nous permettre d'acquérir des connaissances en sciences biologiques appliquées que nous pourrions réinvestir dans un futur proche et de nous faire développer un sentiment de fierté et d'appartenance à la communauté scientifique. L'expérience s'est déroulée au laboratoire d'*Escherichia coli* du Dr John Fairbrother, œuvrant depuis bientôt 18 ans dans la recherche des mécanismes de virulence, du diagnostic et de la vaccination se rapportant aux souches d'*E. coli* pathogènes du porc et de la poule. Cependant, le docteur étant absent pour le mois, c'est à Melha Mellata, étudiante au doctorat, qu'il revenait de nous superviser. Mme Mellata possède une formation générale en biologie, ainsi qu'une spécialisation en microbiologie. Ses recherches, qui lui permettront de réaliser sa thèse, portent sur les *E. coli* pathogènes aviaires (APEC : avian pathogenic *E. coli*). Son travail consiste à déterminer le rôle des différents facteurs de virulence dans la pathogénie des APEC, particulièrement leur rôle dans la résistance au système immunitaire inné. Elle était secondée dans son travail de supervision par Brigitte Lehoux, technicienne en santé animale, qui œuvre depuis bientôt trois ans dans ce laboratoire.

Le but de notre stage était d'apprendre à caractériser des souches de *Escherichia coli* responsables de la diarrhée post-sevrage chez le porc par différentes techniques de laboratoires et, par la suite, de participer à la réalisation d'un vaccin s'attaquant à certaines souches particulières.

Pour identifier les souches, nous avons appris à réaliser certaines manipulations telles que des antibiogrammes, des sérotypages par agglutination et des dénombrements bactériens par la méthode de dilution sur gélose. Pour ce qui est du vaccin, nous avons dû faire fermenter des bactéries, pour ensuite les récupérer et en faire une poudre.

Cadre théorique et méthodologique :

Escherichia coli est une entérobactérie, c'est-à-dire qu'elle est un bacille GRAM-, non-motile et anaérobie facultatif. Les bactéries GRAM- possèdent une paroi plus complexe que les GRAM+. Elles sont notamment affublées d'une couche mince de peptidoglycane et d'une membrane externe, contrairement aux GRAM+ qui ne possèdent qu'une couche épaisse de peptidoglycane. Il existe plusieurs souches de *E. coli* pouvant être commensales ou pathogènes. Les souches saprophytes vivent à l'intérieur d'organismes hôtes sans toutefois leur causer de dommage. Ce n'est malheureusement pas le cas des souches infectieuses qui possèdent des facteurs de virulence. Le terme virulence fait référence à trois caractéristiques de l'agent pathogène : le pouvoir invasif (capacité de la bactérie à se répandre dans l'organisme hôte), le pouvoir infectieux (aptitude à établir un foyer d'infection) et le pouvoir pathogène (abondance de toxines produites. Selon les facteurs de virulence d'une souche, elle agira différemment et provoquera divers symptômes allant de la diarrhée à la septicémie. Voici différentes catégories de souches et leurs particularités :

EPEC: *E. coli* entérotoxigène,
VTEC: *E. coli* vérotoxigène,
AEEC: *E. coli* attachante et effaçante,
SEPEC: *E. coli* septicémique,
UPEC: *E. coli* uropathogène,
APEC: *E. coli* pathogène aviaire.

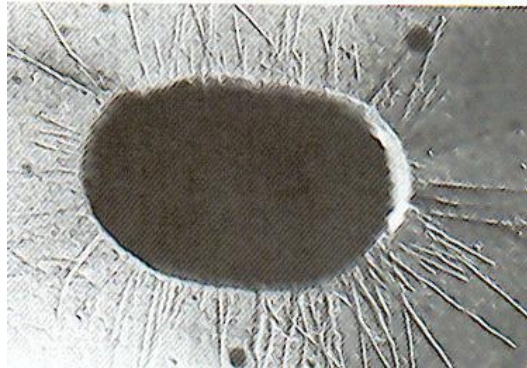


FIGURE 1 : *E. coli* munie de fimbriae

Les souches de *E. coli* pathogènes utilisent plusieurs stratégies pour échapper au système immunitaire et mieux attaquer l'hôte. Elles peuvent être dotées d'un fimbriae (voir figure 1), fibre protéique située à la surface de la bactérie et qui lui permet une meilleure adhérence. Elles peuvent également utiliser certains enzymes pour synthétiser les monosaccharides environnants en polysaccharides de manière à former une capsule protectrice. Celle-ci lui permet de résister à la phagocytose des neutrophiles et des monocytes, globules blancs du système immunitaire. Une fois bien adhérente, la bactérie pathogène a le pouvoir de produire certaines toxines. Celles-ci sont habituellement des protéines assemblées

sur un ribosome à partir de l'ARNm (messager), synthétisé le long du brin matrice d'ADN, et de l'ARNt (de transport). Ces toxines sont ensuite expulsées à l'extérieur de la bactérie, c'est pourquoi on les appelle exotoxines. Il existe également des endotoxines résidant sur la membrane externe de la paroi des bactéries GRAM-, on les nomme lipopolysaccharides (LPS). Ces endotoxines sont libérées lors de la lyse et parfois lors de la croissance bactérienne. Elles sont formées de sucres et de lipides et divisées en trois parties, soit le lipide A, le polysaccharide central et la chaîne latérale O (voir figure 2). D'ailleurs, cette dernière peut être modifiée allègrement pour contrecarrer les défenses de l'hôte. Ces LPS sont particulièrement utiles lors de la caractérisation des souches, puisqu'ils sont spécifiques, il en sera question ultérieurement.

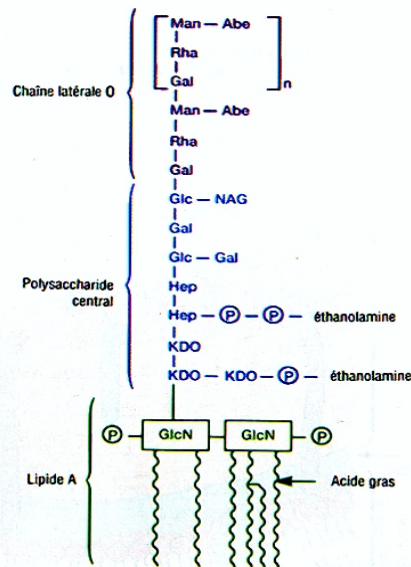


FIGURE 2 : un lipopolysaccharide

D'abord, pour permettre à la bactérie de se développer, il faut réaliser un milieu de culture propice, ayant un pH neutre (7,4). Il existe de nombreuses recettes de bouillons (comme le tryptic soy broth, TSB), chacun favorisant le développement de certaines bactéries. Toutefois, la plupart du temps, les chercheurs utilisent un mélange en poudre prêt à utiliser, qu'ils doivent diluer dans l'eau. De plus, il faut s'assurer que le bouillon est stérile pour être certain que seule la bactérie isolée s'y développe. Ensuite, dans l'optique de caractériser les différentes souches de *E. coli*, plusieurs tests sont réalisables.

Premièrement, il est intéressant d'accomplir un dénombrement bactérien pour découvrir la courbe de croissance d'une souche particulière. Cette technique consiste à faire des dilutions à partir d'un bouillon bactérien, pour ensuite les étaler sur des géloses Mac Conkey. Puis, après incubation, il est possible, pour les solutions les plus diluées, de compter le nombre de colonies (observations macroscopiques) et d'établir le rapport avec la concentration originale. On peut alors relier le nombre de bactéries dans un bouillon et sa densité, que l'on trouve rapidement à l'aide d'un spectrophotomètre. Une fois le lien établi, le dénombrement devient superflu et on n'a qu'à utiliser le spectrophotomètre pour observer la croissance caractéristique d'une bactérie dans le temps.

Il est également utile d'effectuer un antibiogramme de chacune des souches afin de vérifier leur résistance à certains antibiotiques. Ce test consiste à étaler sur une gélose Mueller-Hinton, une suspension bactérienne de densité appropriée (celle-ci est vérifiée en comparant à un témoin à l'aide d'un appareil : le néphélomètre) et d'y disposer divers petits disques d'antibiotiques. La mesure du diamètre de la zone d'inhibition de chaque disque permet, grâce à une table, de déterminer la sensibilité d'une souche aux antibiotiques. L'épaisseur de la gélose doit être précise pour que les résultats puissent concorder avec les valeurs de la table. Il est très pratique de connaître la résistance aux antibiotiques afin de mieux les caractériser. L'antibiogramme peut également servir à déterminer l'arme la mieux adaptée pour contrer le développement d'une souche particulière, tel que réalisé précédemment lors du laboratoire « enquête bactériologique ».

Parmi les tests microbiologiques souvent réalisés en laboratoire, le sérotypage par agglutination est fréquent. Il s'avère très utile puisqu'il permet de reconnaître une bactérie. Il fonctionne selon un principe très simple, soit la réaction entre un anticorps et un antigène. En effet, la chaîne latérale O (sur les LPS de la membrane externe des bactéries) est un antigène constitué de quelques sucres particuliers et reconnu comme étranger par le corps humain. Sa composition est spécifique à une souche. Le système immunitaire produit donc des anticorps, au niveau des lymphocytes B, qui s'agglutineront aux antigènes pour combattre la bactérie. Le test consiste à mettre en contact les bactéries inconnues avec un sérum contenant une ou plusieurs sortes d'anticorps. S'il y a agglutination, c'est qu'il y a présence de l'antigène O correspondant à un anticorps particulier. Pour accélérer les manipulations, il est courant de déterminer à prime abord le pool des bactéries à l'aide d'un sérum contenant plusieurs sortes d'anticorps, puis, par la suite, de faire seulement réagir les anticorps contenus dans le pool positif. Bien sûr, pour que le test soit possible, il faut d'abord éliminer la capsule protectrice des bactéries par autoclavage, à 128°C et à 15 psi (livres par pouce), pendant deux heures. Cet appareil ressemble à une grosse marmite à pression. En fait, il s'agit d'introduire de l'eau et de chauffer de manière à remplir l'appareil de vapeur saturée en évacuant l'air. On peut alors atteindre la température et la pression désirées. Bref, grâce à l'identification de l'antigène O sur la membrane, on peut déterminer la nature d'une bactérie inconnue.

Il existe également des techniques moléculaires plus modernes pour caractériser les souches de *E. coli*. Par exemple, le PCR (polymerase chain reaction) permet d'éviter certaines étapes préliminaires et d'obtenir ainsi les résultats en quelques heures. Cette technique d'amplification permet de vérifier la présence d'un ou plusieurs gènes connus, spécifiques à une souche bactérienne, en faisant réagir son ADN avec des brins connus de multiples fois. Si les gènes recherchés sont présents, il y a de multiples copies que l'on peut voir migrer sur un gel, tandis que, s'il est absent, il n'y en a aucune et le gel reste intact. En plus de servir à la caractérisation, cette technique peut servir à vérifier la présence de gènes précis, tels que des gènes de résistance aux antibiotiques.

Une fois la caractérisation de la bactérie effectuée, il est envisageable de chercher des moyens pour contrer son développement au sein d'une espèce. Outre l'hygiène et les antibiotiques, un excellent moyen est le vaccin. De manière générale, cette mesure de prévention consiste à administrer une préparation contenant des micro-organismes tués, atténués ou anatoxines à l'organisme à risque. Ainsi, une immunité artificielle est induite, forçant le système immunitaire à produire des anticorps appropriés. Subséquemment, lorsque l'organisme est en contact avec la bactérie pathogène, il est en mesure de se défendre et de conserver l'homéostasie.

Le GREMIP est à la recherche de telles solutions, principalement pour aider les éleveurs de porcs en contrant la diarrhée post-sevrage, causée par les toxines de *Escherichia coli* (les catégories ETEC et AEEC). Ils fabriquent présentement un vaccin qui est encore à l'état expérimental et qui permet de développer une résistance à plusieurs souches de *E. coli* possédant le facteur d'adhérence F4. C'est une préparation contenant une souche de *E. coli* anatoxines, c'est-à-dire qu'elle est identique aux bactéries pathogènes, à l'exception près qu'elle ne produit pas de toxines. Ainsi, l'organisme peut développer une résistance à toutes les souches ayant le F4.

Une fois la bactérie anatoxine trouvée (à l'état naturel) ou fabriquée (en retirant le gène commandant la production de toxines), le vaccin est assez simple à réaliser. D'abord, il faut cultiver la bactérie de manière à en obtenir une très grande quantité. Pour ce faire, il faut utiliser

un fermenteur (voir figure 3) fournissant des conditions de développement idéales (température à 37°C, circulation d'air, refroidissement à l'eau et agitation à une vitesse précise). La croissance doit durer environ six heures. Par la suite, le bouillon est récupéré et centrifugé. Les bactéries étant plus denses que le bouillon, elles forment le culot. Après décantation, les bactéries sont récupérées et congelées à environ -70°C. Enfin, elles sont lyophilisées pour en faire une poudre.

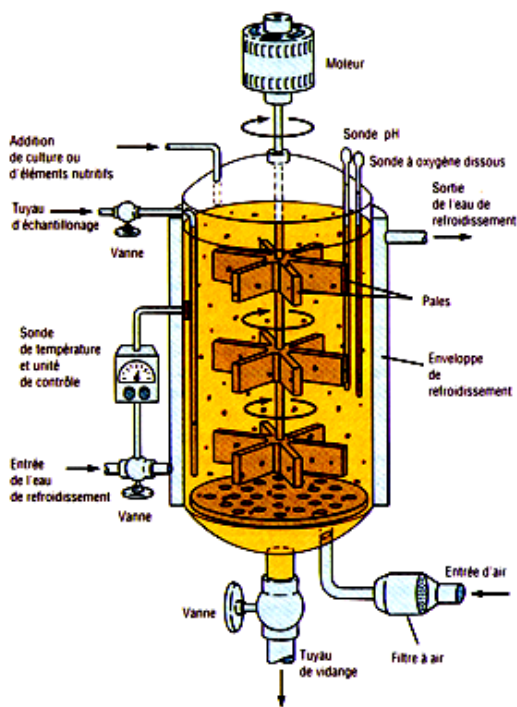


FIGURE 3 : Un fermenteur

statistiques sur son efficacité, de manière à l'améliorer ou à rendre possible sa commercialisation.

Naturellement, toutes les manipulations doivent être effectuées dans une zone stérile (près d'une flamme, table nettoyée, mains propre, instruments stérilisés), pour éviter toute forme de contamination.

Instrumentations et manipulations :

Liste des instruments utilisés :

- Ph-mètre : mesure le pH d'une solution.
- Étuve à CO₂ : Permet le développement des bactéries à une température idéale.
- Spectrophotomètre : Mesure la densité d'un bouillon bactérien de manière à étudier la courbe de croissance d'une souche.
- Autoclave : Selon la température, permet de tuer les bactéries en les abîmant plus ou moins. Il est possible de ne détruire que la capsule bactérienne.
- Néphélomètre : Compare la densité d'un bouillon bactérien à celle d'un témoin, dans l'optique d'effectuer un antibiogramme
- Fermenteur : Assure un développement rapide des bactéries.
- Centrifugeuse : Permet d'isoler le culot bactérien, de densité plus grande, du reste du bouillon.
- Lyophilisateur : Permet de mettre une substance en poudre en la déshydratant.

Liste des manipulations effectuées :

- Fabrication d'un bouillon de culture
- Dénombrement bactérien
- Antibiogramme cf. protocole, annexe 1
- Sérotypage par agglutination
- Fabrication d'un vaccin

Observations et résultats :

Certains de résultats obtenus dans le laboratoire, comme ceux de l'antibiogramme, par exemple, doivent rester confidentiels et ne pourront donc pas être divulgués. Nous présentons toutefois une fiche contenant les noms des antibiotiques testés et la signification du diamètre de leur zone d'inhibition. (Voir annexe 2)

TABLEAU 1 :

Sérotypage par agglutination :

Bactérie	Pool	Antigène O
PD17-D19 (3)	2 +	O45
PC31-N7 (1)	7s +	ND
PD15-D14 (3)	7s +	NE
	1s ±	
	2s ±	
	3s ±	
PC21-N9 (5)	2s +	ND
PD10-D15 (5)	A	SP
PD11-N9 (2)	A	SP
PD9-D13 (1)	ND	NE
PD6-D2 (1)	3 +	ND
PD6-D4 (6)	2 +	NE

Légende :

A : auto agglutine

ND : non déterminé

NE : non effectué

SP : ne s'applique pas

TABLEAU 2 :

Dénombrement bactérien

Dilution	Nombre de colonies visibles	
	Marie-Eve	Ariane
10^{-5}	ND	ND
10^{-6}	73	94
10^{-7}	12	14
10^{-8}	2	3

Légende :

ND : non déterminé

TABLEAU 3 :

Résultats du dénombrement bactérien

Noms	Concentration en bactéries (UFC/mL)
Marie-Eve	$7,3 \times 10^8$
Ariane	$9,4 \times 10^8$

Calculs :

Parmi les résultats obtenus pour le dénombrement bactérien, seuls ceux entre 30 et 300 peuvent être considérés. Dans le cas présent, les calculs sont donc faits à partir des valeurs comptées pour les dilutions de 10^{-6} , soit 73 et 94 unités formant une colonie (UFC). L'équivalence dans les solutions initiales est donc respectivement de 73×10^6 et de 94×10^6 . Puisque nous avons au départ 0,1 mL de solution chacune, il faut multiplier par 10 pour obtenir le nombre de UFC par mL. Nous obtenons donc $7,3 \times 10^8$ et $9,4 \times 10^8$ UFC/mL.

Discussion :

Parmi toutes les techniques d'identifications présentées théoriquement, une n'a pu être réalisée : le PCR. Pour ce qui a trait aux autres méthodes, soit le dénombrement bactérien, l'antibiogramme et le sérotypage par agglutination, les résultats obtenus sont plus ou moins concluants.

Le premier test que nous avons réalisé est le dénombrement bactérien. Celui-ci nous a donné deux valeurs différentes pour une même solution. La différence entre ces résultats était de $2,1 \times 10^8$ UFC/mL. Cette différence semble énorme, mais au fond, l'important c'est d'avoir obtenu le même ordre, ce qui est suffisant au tracé d'une courbe de croissance. Cette divergence de résultats peut évidemment avoir été causée par une erreur humaine lors du comptage. Elle pourrait également être due à la trop grande proximité des bactéries lors de l'étalage, faisant en sorte que deux colonies distinctes ne semblent en être qu'une.

L'antibiogramme (dont nous ne pouvons malheureusement pas divulguer les résultats) donne lui aussi des valeurs plutôt qualitatives. Le diamètre d'inhibition est mesuré approximativement, sans oublier que le contour de la zone d'inhibition était souvent flou. Cette mesure subjective ne permet d'obtenir qu'un qualificatif (résistant, intermédiaire ou sensible). Lorsque l'on connaît les gènes permettant d'obtenir une quelconque résistance, il est beaucoup plus utile d'utiliser d'autres techniques plus modernes telles le PCR ou l'hybridation.

Nous n'avons pas eu le temps de faire le test de sérotypage pour chacune des vingt souches autoclavées. D'abord, la détermination des pools ne s'est pas révélée un grand succès. En effet, sur neuf souches testées, une d'entre elles n'a pas réagi du tout, alors que deux se sont autoagglutinées. Parmi les six souches ayant donné un résultat concret, quatre ont été testées avec des sérums à anticorps uniques. Sur celles-ci, trois n'ont pu être déterminées, nous n'avons donc obtenu qu'un seul résultat, soit l'antigène O de la souche PD17-D19 (3) : O45. Ces difficultés techniques ont pu être causées par le fait que les bouteilles de sérum étaient pratiquement vides, il était donc difficile d'obtenir la quantité adéquate. De plus, le sérum était vieux et peut-être périmé, selon les dires de Melha. Cette fois encore, les tests biomoléculaires modernes seraient plus explicites.

La partie la plus gratifiante de notre stage fut sans aucun doute la réalisation du vaccin, nous permettant d'appliquer nos connaissances dans le « vrai monde »!!! Bien que cette recette ait probablement déjà été employée auparavant par le groupe de recherche du Dr. Fairbrother, il est plutôt valorisant d'imaginer que des bêtes pourront peut-être résister à certaines *E. coli* grâce à notre travail. Évidemment, pour pouvoir analyser son efficacité, il nous faudrait des statistiques récoltées par l'éleveur à long terme, c'est d'ailleurs ce qui est prévu pour les responsables du projet au laboratoire du docteur Fairbrother. Il serait aussi intéressant pour nous de recevoir ces résultats, en guise de rétroaction post-laboratoire.

Enfin, un des moments privilégiés de notre stage a été la visite guidée du GREMIP et des locaux environnants appartenant à la faculté de médecine vétérinaire. Nous avons alors pu avoir une vue d'ensemble sur les nombreuses carrières scientifiques différentes conduisant le personnel de l'établissement à collaborer et sur les nombreux types d'environnements dans lesquels il opère.

Enfin, l'analyse de l'atmosphère globale de notre microstage donne un résultat très positif. Nous avons été très impressionnées par le généreux accueil qui nous a été réservé. Les gens déployaient de grands efforts pour vulgariser et clarifier leurs explications, tout en nous considérant comme des égales. Nous n'avons ressenti aucun mépris provenant de nos superviseuses ou des autres chercheurs.

En fait, la seule chose qui nous a un peu surprises, c'est le peu de précautions prises au niveau hygiénique. Le lavage des mains et des surfaces de travail était souvent négligé, à l'entrée comme à la sortie du laboratoire. Ce manque de précautions pourrait pourtant causer des contaminations des tests par les chercheurs ou vice-versa, ce qui serait encore plus grave!

Conclusion :

Notre stage nous a permis d'acquérir de nombreuses connaissances en ce qui concerne *Escherichia coli* et sa caractérisation. Même si les tests effectués n'étaient pas tous concluants, nous avons pu acquérir une idée globale de la démarche scientifique menant à la caractérisation d'une souche. De plus, le contact privilégié partagé avec des chercheurs motivés nous a grandement sensibilisées aux nombreuses carrières scientifiques. Enfin, la réalisation d'un vaccin nous a permis de nous impliquer dans le processus de démarche scientifique et de développer un sentiment de fierté et d'appartenance à la communauté scientifique.

Bien sûr, nous sommes conscientes que les techniques microbiologiques que nous avons vues pour la caractérisation des bactéries ne sont pas les plus précises. En effet, aujourd'hui, la technologie permet des tests moléculaires d'une très grande précision, réalisés à l'aide de biopuces et permettant l'identification très rapide de plusieurs gènes contenus dans une bactérie, donc, de plusieurs des caractères qu'elle possède. La vitesse fulgurante à laquelle la technologie évolue force les chercheurs à suivre constamment l'actualité.

Médiagraphie :

BOISCLAIR, Gilles, PAGÉ, Jocelyne. *Guide des sciences expérimentales*, 2^e édition, ERPI, Montréal, 1998, 199 pages

PRESCOTT, HARLEY, KLEIN. *Microbiologie*, Boeck & Larcier S.A., Bruxelles, 1995, 1014 pages

Site du laboratoire Fairbrother : <http://www.medvet.umontreal.ca/ecoli>

Annexe E.1 : Fiche d'évaluation du microstage

Lieu du microstage en recherche : _____

Superviseur : _____

Titre du projet : _____

Nom de l'élève : _____

Cochez (s'il y a lieu) :

Lors du microstage, vous avez été exposé aux éléments suivants :	Tout à fait	Plutôt très bien	Plutôt bien	Pas du tout	Commentaires
Profil de carrière et motivations de votre superviseur					
Démarche scientifique privilégiée					
Contexte théorique de la problématique					
Formulation d'hypothèse(s)					
Compréhension de l'expérimentation et des mesures de sécurité					
Attitudes et habiletés requises en recherche					
Connaissances en biologie cellulaire et moléculaire permettant la résolution du problème					

Commentaires et suggestions sur l'organisation générale du microstage :

Annexe E.2 : Guide de rédaction du rapport de microstage

Pour la rédaction du rapport, d'abord se référer à BOISCLAIR G. et J. PAGÉ (1998), *Guide des sciences expérimentales*, 2^e édition, Montréal, ERPI, 199 p.

Rubriques	Commentaires
Page de présentation	Ajouts : <ul style="list-style-type: none">– Inscrivez le titre de votre microstage. Ex. : Purification de la toxine.– Nommez votre superviseur.– Identifiez le lieu du microstage.
Introduction (1 point)	Une page. Ajout : <ul style="list-style-type: none">– Présentez votre superviseur sommairement, en résumant son profil académique et sa carrière.
Cadre théorique et méthodologie (3 points)	5 pages. Cette partie est très importante. Ajout : <ul style="list-style-type: none">– Intégrez les connaissances acquises antérieurement, surtout en biologie, s'il y a lieu. Si vous n'avez pas d'expérience à réaliser, concentrez-vous sur la théorie. La méthodologie peut alors être la description de la méthode utilisée pour réaliser une revue de littérature significative pour le chercheur.
Instrumentation et manipulations (1 point)	Une page décrivant sommairement : <ul style="list-style-type: none">- les principaux appareils, leur utilité et leur précision;- les principales manipulations;- la source (incluez le protocole).
Observations, calculs et résultats (2 points)	Compilez, sous forme de tableaux clairement identifiés, vos observations qualitatives, semi-quantitatives et quantitatives, s'il y a lieu, et n'oubliez pas de mentionner les valeurs de référence. En l'absence de résultats, vous pouvez présenter les résultats attendus.
Analyse, discussion et conclusion (3 points)	Cette partie est très importante. Séparez l'analyse et la discussion (2 pages) de la conclusion (½ page).
Médiagraphie	Ajoutez les sites Internet, revues, livres, journaux, etc.

Pondération : 10 points dont 1 point est réservé à la qualité de la langue

Notez que ce rapport sera remis au superviseur.

Taille de la police : 12 points, espacement : simple interligne, paginé.

Annexe E.3 : Fiche d'évaluation sommative des présentations écrite et orale du microstage

Noms des membres de l'équipe :

Note : _____ / 15 points

dont 1,5 point est réservé à la qualité de la langue.

Présentation orale : _____ / 10 points

- Chaque membre de l'équipe intervient en utilisant la terminologie scientifique appropriée.
- L'équipe respecte la durée allouée de dix minutes suivie de cinq minutes de questions.
- L'équipe démontre un souci d'informer scientifiquement ses collègues.
- L'équipe utilise un support visuel approprié (PowerPoint, transparent, etc.).
- L'équipe présente :
 - la problématique;
 - la ou les hypothèses;
 - la méthodologie utilisée;
 - les résultats obtenus ou anticipés;
 - la conclusion ou la perspective de recherche.

Remarques :

L'évaluation est réalisée par les élèves du groupe et est pondérée par le professeur.

La moyenne est calculée à partir d'un échantillon de 10 évaluations prises au hasard après validation.

Résumé du microstage en recherche : _____ / 3 points

- Présentation soignée : travail dactylographié d'une page à simple interligne.
- Ce résumé est concis et démontre un usage approprié de la terminologie spécifique à la biologie.
- Ce résumé intègre des notions acquises lors du microstage.
- Ce résumé est accompagné, sur une autre page, d'une médiagraphie complète :
 - sources Internet;
 - articles scientifiques.
- Ce résumé traduit une compréhension de la démarche scientifique et un souci d'informer clairement :
 - en introduisant la problématique exposée lors du microstage;
 - en exposant brièvement les causes de cette problématique;
 - en présentant les stratégies de résolution du problème ou des recommandations;
 - en terminant par une conclusion sommaire.

Schéma de concepts : _____ / 2 points

- Présentation soignée d'un schéma de concepts d'une page.
- Ce schéma est concis et contient la terminologie spécifique à la biologie.
- Ce schéma traduit un souci d'informer clairement :
 - en classifiant de façon ordonnée les concepts à développer;
 - en reliant les termes sélectionnés par des flèches;
 - en spécifiant la relation entre ces termes avec des verbes.

Annexe E.4 : Guide de préparation de l'épreuve de synthèse intracours

Compléments de biologie en Sciences de la nature (101-GCC-05)

(10 points)

Partie I

Préparez un tableau synthèse (8½ X 14) d'un seul côté afin d'identifier et de comparer les composantes de la méthode scientifique utilisée par les conférenciers en recherche fondamentale et appliquée au GREMIP, au CRDA, au Centre de la nature et chez Boviteq.

Ce tableau, soumis à titre d'exemple, doit être préparé par les élèves et pourra être utilisé lors de l'épreuve de synthèse prévue au dernier examen théorique.

Composantes de la démarche scientifique :	Protéine Intimine... GREMIP	Santé publique... GREMIP	Diagnostic moléculaire en bactériologie... GREMIP	Etc.
Problématique				
Hypothèse(s) de recherche				
Méthodologie				
Analyse des résultats				
Discussion				
Conclusion				

Partie II

Intégrez les connaissances acquises lors de ces conférences à celles acquises au cours de votre microstage en recherche, ainsi qu'à celles acquises lors des lectures dirigées et des laboratoires, et ce, sur le plan de l'application de la démarche scientifique, pour les niveaux d'organisation moléculaire, cellulaire, tissulaire, organique, systémique et écologique.

Associez-y des enjeux éthiques, s'il y a lieu.

Vous aurez à répondre à dix questions à choix multiples (5 points) et à une question à développement (5 points).