



Antier Jérôme

3^{ème}

Collège Marmoutier

Stage d'observation

Institut National de la Recherche Agronomique

Unité de Recherches Avicoles



28 Novembre au 01 Décembre 2016

Professeur : Madame Dessimond

Responsable : Docteur Sophie Réhault-Godbert

Table des matières

Introduction	2
I) Présentation de l'entreprise	3
A) Fiche d'identité de l'entreprise	4
B) Sa taille	4
C) L'équipe	4
II) Déroulement du stage	5
A) Planning	5
B) Conformité des pipettes	6
C) La qualité dans l'unité	6
D) Connaissances sur l'œuf	7
E) Une expérience SDS-PAGE	8
F) Une expérience HPLC	9
III) Les métiers à l'INRA	10
A) Les métiers	10
B) Etude d'un métier (interview)	10
Conclusion	12
IV) Remerciements	13
V) Lexique	14
VI) Bibliographie et sitographie	15
Annexes	16

INTRODUCTION

J'ai choisi ce stage car je voulais faire de la chimie dans un laboratoire (Annexe 1). Je voulais également manipuler sur la paillasse et observer sous les microscopes.

Ce que j'attends de ce stage est de voir les différents métiers exercés autour d'un laboratoire et de découvrir les techniques réalisées pendant le stage.

Ma mère travaillant dans un institut de recherche, je n'ai eu aucune difficulté à trouver ce stage. Elle a contacté une de ses collègues, Sophie Réhault-Godbert, biochimiste de formation. J'ai écrit mon CV et ma lettre de motivation pour les donner à mon maître de stage.

A mon arrivée la secrétaire de l'unité de recherche, Claudette De Bue m'a donné les livrets d'accueil du centre et de l'unité et un badge permettant d'accéder au bâtiment et de manger au restaurant de l'institut. Derrière le badge, on trouve les consignes de sécurité en cas d'urgence (Annexe 2).

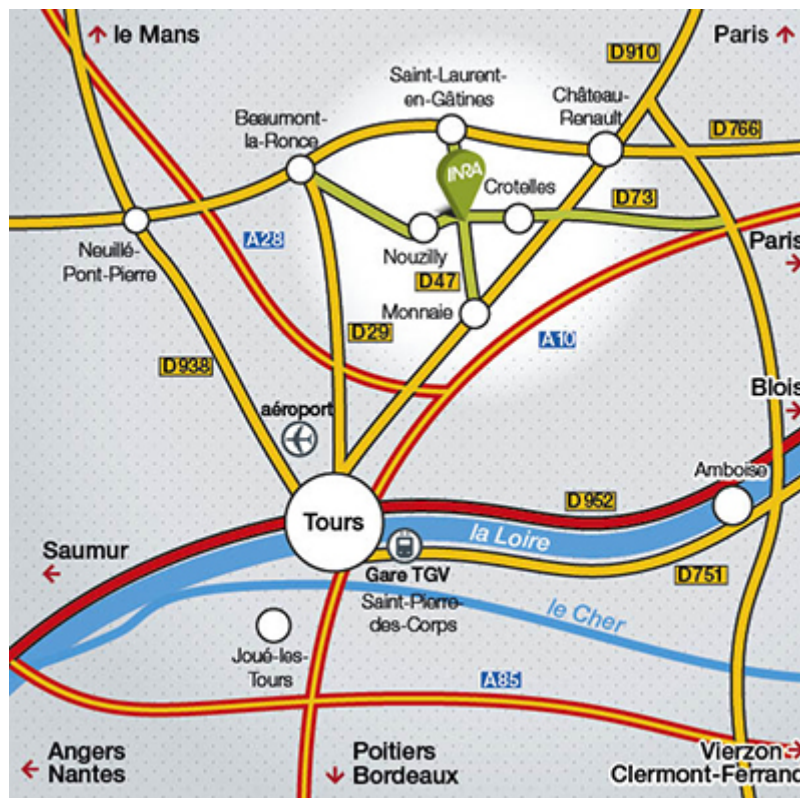
Sophie m'a accueilli dans son équipe et m'a expliqué le travail de l'équipe, donné le planning de la semaine du stage.

Je n'ai eu aucune crainte vis à vis du stage. Je me suis dit que tout se passerait bien si j'écoute et je suis les consignes qui me sont données, le but étant de mieux comprendre les métiers du laboratoire dans un centre de recherche.

I) Présentation de l'INRA

L'Institut National de Recherches Agronomiques est situé au centre de recherche Val de Loire sur le site de Tours 37380 Nouzilly. On peut y accéder par les transports en commun (par train et une navette à partir de Tours). On peut aussi y accéder en voiture par les autoroutes A10 de Paris et A28 du Mans et ensuite quelques kilomètres sur les départementales. Il est distant d'une vingtaine de kilomètres du collège Marmoutier de Tours.

L'INRA a fêté ses 70 ans de recherches. Sur le site de Tours, les recherches portent sur les animaux : bovins, chevaux, ovins, caprins, porcs, volailles et rongeurs. Elles sont réparties dans trois unités. Dans chaque unité, il y a plusieurs équipes. Je suis dans l'équipe FRPO (Fonction et Régulation des Protéines de l'Œuf) de l'Unité de Recherches Avicoles (URA).



A) Fiche d'identité de l'Unité de Recherches Avicoles

L'Unité de Recherches Avicoles a pour objectif de produire des connaissances dans le domaine de la physiologie et de la génétique des oiseaux et de contribuer au développement de systèmes d'élevages avicoles durables (économiquement viables, respectueux de l'environnement et acceptés par la société). Elle est dirigée par Michel Duclos (Annexe 3).

L'unité, à travers ses quatre équipes de recherche (Sélection Avicole Qualité alimentaire Sécurité et Environnement ; Dynamique Nutritionnelle ; Métabolisme des Oiseaux, Croissance et Adaptation ; Fonction et Régulation des Protéines de l'œuf) développe des travaux sur :

- La nutrition
- Le métabolisme
- La qualité des produits (œufs et viandes)
- La sélection
- L'évaluation et la conception de systèmes d'élevage innovants

B) Sa taille

L' INRA a ouvert 21 centres dans la France et un centre qui regroupe les Antilles et la Guyane. L'Unité de Recherches Avicoles compte 48 agents titulaires de l'INRA et dispose d'une surface de 4220 m² de laboratoire. L'unité s'appuie sur le pôle d'Expérimentation Avicole de Tours et réalise une centaine de protocoles par an sur 50 000 à 70 000 oiseaux (poules, dindes, cailles et pintades).

C) Equipe Fonction et Régulation des Protéines de l'œuf

Les objectifs de l'équipe sont l'amélioration de la qualité sanitaire de l'œuf de poule et la valorisation des activités biologiques de ses protéines. Les stratégies de recherches mises en place sont :

- L'analyse exhaustive et globale des protéines de l'œuf
- La caractérisation des protéines participant aux défenses naturelles de l'œuf, qui sont de deux ordres, une défense physique assurée par la coquille et une défense moléculaire antimicrobienne
- L'étude des moyens d'améliorer les défenses naturelles

II) Déroulement du stage

J'ai été accueilli dans l'équipe Fonction et Régulation des Protéines de l'Œuf (FRPO). J'ai travaillé dans leurs laboratoires, avec leurs matériels (par exemple, pipettes présentées en Annexe 4. J'ai observé deux techniques de laboratoire pour l'identification des protéines : SDS-PAGE et HPLC.

A) Planning

Lundi matin, à mon arrivée j'ai rencontré ma responsable de stage Sophie Réhault-Godbert, chercheur et co-directrice de l'équipe FRPO de l'unité de Recherches Avicoles (URA) de l'INRA sur le site de Tours. Elle m'a expliqué les thématiques de l'équipe et donné le programme de mon stage sur les quatre jours du 28 novembre au 1^{er} décembre 2016. Elle m'a également distribué des documents présentant les activités de l'Unité Recherches Avicoles dirigée par Michel Duclos.

Quand ?	Ce que j'ai fait ?	Avec qui ?
Lundi matin	<ul style="list-style-type: none">- Discussions sur les thématiques de l'équipe- Présentation du programme- Distribution des documents pour la présentation de l'unité	Sophie Réhault-Godbert
Lundi matin	Manipulation : préparation des échantillons et mise en incubation BMPS/HS	Maryse Mills
Lundi après-midi	Présentation de la qualité à l'URA	Isabelle Grasseau
Lundi après-midi	Contrôle des pipettes	Maryse Mills
Mardi matin	<ul style="list-style-type: none">- Les différents compartiments de l'œuf- Qualité de l'œuf- Différents œufs stockés/frais	Sophie Réhault-Godbert
Mardi après-midi	Présentation des techniques de purification des protéines et des peptides de l'œuf par HPLC	Jean-Claude Poirier
Mercredi matin	<ul style="list-style-type: none">- Préparation de la technique SDS-PAGE- Préparation des échantillons- Gel- Chargement sur SDS-PAGE	Maryse Mills

Mercredi après-midi	- Migration - Coloration	Maryse Mills
Mercredi après-midi	Analyse des résultats	Sophie Réhault-Godbert Maryse Mills
Jeudi	Découverte d'un métier (interview) et rédaction du rapport de stage	Sophie Réhault-Godbert

B) Conformité des pipettes

Maryse Mills est assistante ingénieure dans l'équipe. Elle m'a encadré pour les travaux pratiques. Elle m'a montré comment se servir d'une pipette. J'ai vérifié la conformité d'une pipette de 1000 microlitres (μL) en contrôlant par pesées différents volumes (200, 500 et 1000 μL) à l'aide d'une balance et d'un logiciel (calculs statistiques) spécifique connecté à la balance. Ce dispositif permet de voir si la pipette est conforme en justesse et en répétabilité¹. Pour la vérifier j'ai pris 10 mesures de chaque volume testé (Annexe 4).

Après ce test, nous avons constaté que la pipette ne correspondait pas aux normes. Il est conseillé de renvoyer la pipette en réparation. On peut à la limite l'utiliser pour les grands volumes.

C) La qualité dans l'unité

Le centre Val de Loire est très impliqué dans la démarche qualité et applique principalement deux types de normes ISO. La norme ISO 9001 concerne le système de management de la qualité avec pour objectif de fournir un produit/service conforme aux attentes du client dans un schéma d'amélioration des processus. La deuxième norme ISO 14001 est le système de management environnemental dont l'enjeu est le bilan des impacts d'une unité sur l'environnement, de pratiquer des améliorations et de respecter la réglementation. Le centre a accompagné la mise en œuvre de la qualité en formant des animateurs dans les unités.

Isabelle Grasseau, animatrice de la qualité dans l'unité, m'a présenté l'assurance qualité mise en œuvre dans l'unité. Les démarches qualité sont très importantes pour garantir la fiabilité des résultats et la traçabilité des travaux de recherche. A chaque expérience, un protocole est rédigé. Le protocole contient le nombre d'animaux nécessaire à l'expérience, la description de toute l'expérience, les mesures réalisées sur les animaux.

Isabelle Grasseau m'a aussi parlé de la gestion des déchets et du cahier de laboratoire. Sur ce cahier, on décrit les expériences faites dans le laboratoire et les résultats (fiabilité et traçabilité). En bas de chaque page, le cahier porte le nom de l'expérimentateur et sa signature. Il est

¹ Terme défini dans le lexique

également signé par le responsable d'équipe. C'est aussi un moyen de prouver ce qui a été produit et par qui. Pour la gestion des déchets, des poubelles différentes sont utilisées en fonction des produits dangereux.

D) Connaissances sur l'œuf

L'équipe FRPO développe des recherches autour de l'œuf pour

1. Mieux comprendre comment se forme un œuf et quel est le rôle de chaque compartiment dans le développement embryonnaire
2. Identifier la fonction des protéines de l'œuf (valorisation non alimentaire de leurs propriétés)
Par exemple : le lysozyme, la molécule OVAX ("ovalbumin-related protein X")
3. Etudier comment sont régulées les défenses naturelles de l'œuf (coquille, molécules antimicrobiennes) pour imaginer des moyens de les renforcer (conditions d'élevage, développement embryonnaire, conditions de stockage, etc.)

Description de l'œuf

Pour mieux connaître l'œuf, Sophie Réhault-Godbert m'a expliqué les différents compartiments. Elle m'a montré les deux membranes interne et externe de la coquille de l'œuf. Les deux membranes coquillères¹ (Annexe 5) sont collées les premiers jours. Sur la coquille de l'œuf, les petits trous sont des pores qui permettent à l'embryon de respirer. La coquille est aussi une protection physique et elle résiste à une pression importante. Au bout de quelques jours, une poche d'air se forme qui plus tard, permettra au poussin de respirer avant de sortir de sa coquille au bout de 21 jours.

Pour étudier les propriétés du blanc et du jaune d'œuf séparément, on utilise un séparateur (Annexe 6). Sur le jaune de l'œuf, la membrane vitelline¹ très fine s'enlève facilement dans l'eau froide avec une pince (Annexe 7). Plus l'œuf est gardé longtemps, moins il va être frais donc le jaune et le blanc s'étaleront quand on cassera l'œuf. Plus le jaune s'étale et plus il devient fragile et peut se casser facilement. Si le blanc est visqueux alors l'œuf est frais. L'indice de couleur du jaune est calibré avec une gamme (Annexe 8). Sur les deux côtés de l'œuf, il y a des chalazes¹ qui servent à maintenir le jaune au milieu de sa coquille. En annexe 9, les différents composants de l'œuf sont représentés.

Lysozyme

Le lysozyme possède une activité antibactérienne contre la bactérie *Staphylococcus aureus*. C'est une protéine présente dans le blanc d'œuf et elle est capable de lyser certaines bactéries. Elle est utilisée dans le médicament Lysopaïne contre les maux de gorge.

¹ Terme défini dans le lexique

OVAX

Les chercheurs de l'équipe FRPO ont identifié une protéine aux propriétés anti-listeria. Elle s'appelle OVAX (pour "ovalbumin-related protein X") et elle est extraite à partir de blanc d'œuf. *Listeria monocytogenes* est une bactérie responsable de la listériose. Elle provoque une intoxication alimentaire dangereuse pour les femmes enceintes, les nourrissons, les personnes âgées et les personnes immunodéprimées. L'intoxication à la listeria se fait par ingestion de nourriture contaminée : lait cru, charcuterie, produits non pasteurisés, etc. même conservés à 4°C. L'OVAX permet la réduction de la croissance de *Listeria monocytogenes*.

E) Une expérience SDS-PAGE

Objectif

L'objectif de cette expérience est d'observer le comportement de protéines de l'œuf au cours de l'incubation par SDS-PAGE aux temps J0, J1 à 24h d'incubation à 37,8°C et J2 à 48h d'incubation à 37,8°C. Nous avons observé au cours d'une expérience préalable la dégradation de la protéine BMSP de l'œuf à partir du quatrième jour.

Question : Est-ce que la BMSP disparaît au cours de l'incubation à 37,8°C ?

Protocole

Le protocole consiste à étudier quatre échantillons possédant des activités antimicrobiennes (**HS** une fraction de blanc d'œuf, **OVAX** Ovalbumin-related protein X, **BMSP** Beta-microseminoprotéine, **AvBD11** Beta-défensine aviaire de type 11). Les quatre échantillons ont été répartis dans quatre tubes indépendants. Puis, les tubes ont été placés en incubation à 37,8°C pendant 24h (J1) et 48h (J2).

Réalisation

Le mardi et le mercredi matin, Maryse Mills, assistante ingénieure a prélevé 20µl de chaque échantillon (HS, OVAX, BMSP, Avbd11) au temps J1 et J2. Elle m'a présenté la technique de SDS-PAGE¹ qui permet de **visualiser les protéines** dans un gel discontinu. Avec un marqueur de taille intégré au gel, nous pouvons **déterminer la taille des protéines** présentes dans l'échantillon.

Le gel est coulé entre deux plaques de verre. En haut du gel avec un « peigne » on fait des puits qui vont accueillir les échantillons (Annexe 10). Il faut travailler rapidement car le produit composant le gel polyacrylamide est liquide au départ et devient rapidement solide en présence de catalyseurs. Ensuite, il faut incorporer du bleu de bromophenol¹ et du glycérol dans les échantillons pour visualiser les protéines dans le gel. Les échantillons sont déposés dans les puits à l'aide d'une pipette. **Les protéines migrent dans le gel sous l'influence d'un courant électrique permettant ainsi leur séparation en fonction de leur taille.** Les grosses protéines

auront du mal à migrer dans le gel (elles resteront en haut) tandis que les petites protéines se retrouveront en bas du gel. Pour cela, il faut une cuve à électrophorèse (Annexe 11), un générateur électrique, un gel de polyacrylamide (précédemment cité) et des tampons adaptés au gel. Quand la migration est terminée, le gel est retiré de son support et il est coloré avec du bleu de Comassie (30 min). Il est nécessaire ensuite de réaliser une décoloration (40% d'alcool, 10% acétique et 50% d'eau) pour mieux identifier les protéines par leur taille.

Résultats

Le résultat de la migration est visible grâce au colorant qui s'est fixé sur les protéines à une taille donnée. Plus il y a une grosse marque plus il y a de protéines. Nous utilisons un étalon¹ pour connaître les protéines (Annexe 12 et 13).

Nous observons sur le gel que **les protéines HS et OVAX sont en haut du gel**, elles mesurent environ 50 KDa. Ce sont des grosses protéines. **Les protéines BMSP et AvBD 11 sont plus petites**. Elles se trouvent en bas du gel. Au cours du temps, la quantité de toutes les protéines augmente puisque les marques sont plus grosses.

Conclusion

Les résultats nous montrent qu'au bout de deux jours, la quantité de protéines augmente. Dans une expérience précédente, la protéine BMSP est dégradée à partir du quatrième jour. **En deux jours les protéines résistent à la chaleur et ne se sont pas dégradées**. La dégradation a lieu entre le deuxième et quatrième jour.

F) Une expérience HPLC

Jean-Claude Poirier, ingénieur dans l'équipe, m'a montré la purification des protéines et des peptides de l'œuf par HPLC¹. Pour ça il utilise une High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) (Annexe 14) pour purifier les protéines. L'HPLC est composée d'une colonne, d'une pompe qui permet de régler le débit du tampon et un détecteur UV qui indique le passage des protéines.

Grâce à un logiciel qui est directement relié avec la HPLC, un pic est formé à chaque passage de protéine. Le logiciel produit un graphique sur l'ordinateur qui montre un ensemble de pics (Annexe 15). Jean Claude récupère les protéines quand sur le graphique un pic se forme. L'HPLC est une des techniques les plus employées dans les laboratoires d'analyse chimiques. Elle permet **l'identification, la séparation des protéines** dans un mélange. Cette technique dure un peu plus d'une heure.

¹ Terme défini dans le lexique

III) Les métiers à l'INRA

A) Les métiers

A l'INRA, environ 200 métiers sont présents dans 14 domaines différents associés à la recherche ou en appui à la recherche.

Domaines associés à la recherche

- Biologie
- Production et expérimentation végétales
- Production et expérimentation animales
- Milieux naturels et ruraux
- Analyse chimique, sciences des matériaux, synthèse chimique, biomolécules
- Instrumentation et expérimentation scientifique, électronique
- Sciences humaines et sociales

Domaines d'appui à la recherche

- Administration générale : direction, pilotage, secrétariat et gestion
- Bâtiment, logistique et services généraux
- Communication, information scientifique et technique
- Coopération internationale et valorisation de la recherche
- Informatique, statistiques et calculs scientifiques
- Prévention, hygiène et sécurité
- Ressources humaines et affaires juridiques

B) Etude d'un métier

Chercheur : Sophie Réhault-Godbert (SRG)

Depuis combien de temps êtes-vous dans l'Unité de Recherches Avicoles ?

SRG a été recruté sur concours de Chargé de Recherches. Elle est dans l'équipe Fonction et Régulation des Protéines de l'Œuf depuis décembre 2004 et cela fait maintenant 12 années.

Depuis combien de temps l'INRA centre Val de Loire existe ?

Le site de Tours de l'INRA centre Val de Loire a été créé en 1966. L'INRA a fêté cette année ses 70 ans.

Quel est votre métier ? En quoi consiste-t-il ?

SRG est chercheur, elle conçoit, conduit des projets de recherche, valorise les résultats par des articles et des conférences. Elle réalise des échanges avec le grand public (fête de la science).

Elle forme et encadre des stagiaires. Elle réalise des enseignements et participe à la vie collective.

Sur quoi travaillez-vous principalement ?

SRG travaille principalement sur l'œuf de poule, pour comprendre à quoi servent les composés de l'œuf au cours du développement de l'embryon. Elle s'intéresse au biomédicament.

Est-ce que vous utilisez un logiciel en particulier ?

SRG utilise Pubmed sur internet pour rechercher des articles scientifiques et ainsi elle se tient au courant des connaissances sur les protéines de l'œuf.

Combien êtes-vous à travailler dans l'INRA ?

Dans l'INRA, il y a 961 agents dont 660 titulaires.

Quelles sont les recherches menées sur le centre de Tours ?

Les recherches portent sur les animaux d'intérêts agronomiques. Les thèmes de recherche sont :

- La reproduction et la conservation des ressources génétiques
- La santé des animaux et la santé publique
- La qualité des produits et la sécurité sanitaire des matières premières d'origine animale
- Le comportement, l'adaptation et le bien-être des animaux.

Combien coûte un projet de recherche ?

C'est très variable, le dernier projet que SRG a réalisé, a coûté 300 000 euros financé par la région Centre Val de Loire. Cependant, un projet européen peut coûter jusqu'à 3,6 millions d'euros.

Qui finance les recherches, les expériences ?

Les recherches et les expériences sont financés par des contrats. Les financeurs sont des agences de recherche au niveau de la France, de l'Europe et de la région, les départements de recherche de l'INRA et aussi les partenaires privés.

Qu'est-ce que vous aimez le plus dans votre métier ?

SRG aime la diversité de ses activités. Elle monte des projets scientifiques, écrit en anglais ou en français. Elle communique avec beaucoup de personnes différentes et encadre des étudiants.

Conclusion

C'était un stage très intéressant qui m'a appris beaucoup sur les techniques de laboratoire comme par exemple manipuler une pipette, produire un gel SDS-PAGE, ou encore purifier une protéine à l'aide d'une HPLC. La chercheur Sophie Réhault-Godbert et l'assistante ingénieur Maryse Mills m'ont bien expliqué le déroulement de l'expérience sur l'effet de l'incubation sur des protéines de l'œuf. J'ai aussi découvert des propriétés intéressantes sur l'œuf et ses constituants que je ne connaissais pas.

Ce stage m'a aussi permis de mieux connaître le métier de chercheur dans un laboratoire et également de découvrir d'autres métiers importants pour mener à terme une expérience. Je serai volontiers resté plus longtemps. Au collège, j'aime bien les Sciences et Vie de la Terre et j'aimerais beaucoup m'orienter vers un baccalauréat Sciences et Techniques de laboratoire.

IV) Remerciements

Je remercie Sophie Réhault-Godbert de m'avoir accepté en tant que stagiaire dans son équipe et encadré tout au long de la semaine. Je suis très content d'avoir participé à la réalisation d'une expérience. Je remercie aussi Maryse Mills pour ses explications et ses conseils sur les techniques de laboratoire et la mise en œuvre d'un protocole. Je remercie aussi l'équipe FRPO qui m'a bien accueilli où règne une ambiance de travail et de solidarité pour la réussite des projets.

Je remercie également Isabelle Grasseau pour son explication sur la qualité dans un laboratoire et Jean Claude Poirier pour la technique HPLC.

V) Lexique

Bleu de bromophenol : colorant permettant de suivre la migration des échantillons dans le gel.

Étalon : permet d'avoir une idée de la taille des protéines d'un échantillon (gamme).

HPLC : High Pressure Liquid Chromatography, appareil pour purifier les protéines.

La membrane vitelline : fine couche qui entoure le jaune d'un œuf.

Les membranes coquillères : deux fines couches qui sont autour du blanc d'œuf.

Répétabilité : c'est la capacité à reproduire une action.

Tampon : liquide contenant des sels et à pH donné.

Gel SDS-PAGE : gel d'électrophorèse pour étudier les protéines et les séparer.

Les chalazes : petits ressorts qui retiennent le jaune au milieu de l'œuf. Il y en a deux de chaque côté.

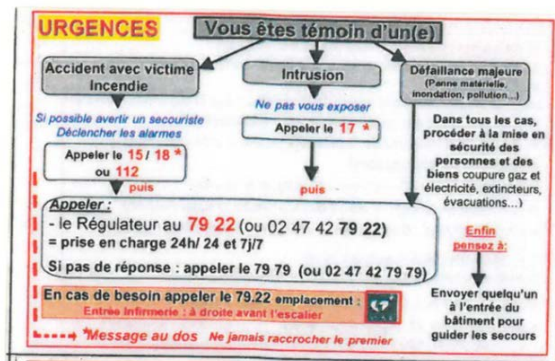
VI) Bibliographie et sitographie

- Vidéo sur l'embryon d'oiseau. Youtube : chicken Embryo Development
<https://www.youtube.com/watch?v=PedajVADLGw>
- Livret d'accueil de l'Unité de Recherches Avicoles
- Livret d'accueil du Centre Val de Loire
- Sites Internet de l'INRA Val de Loire www.val-de-Loire.inra.fr
- Revue « Biologie » Mystère de l'œuf. Comment permet-il la vie ?
- Dossier INRA sur l'œuf, vidéo et articles parus en 2013
[http://www.val-de-loire.inra.fr/contents/list/101021/inra_all/\(iLimit\)/5/\(word\)/blanc%20d'%20Oeuf](http://www.val-de-loire.inra.fr/contents/list/101021/inra_all/(iLimit)/5/(word)/blanc%20d'%20Oeuf)
- Vidéos de l'émission Allô Docteurs de France 5 du 28 /11/2013, sur les secrets de l'œuf, dont une vidéo sur « Des œufs pour soigner ».
http://www.allodocteurs.fr/alimentation/aliments/l-oeuf-et-ses-secrets_11895.html

ANNEXES



Annexe 1 : Le laboratoire dans lequel j'ai réalisé l'expérience.



Message type : Ici l'INRA de Nouzilly.
Suite à ... (accident, incendie, pollution, intrusion) je sollicite votre intervention

Le point de rendez-vous est le Château d'eau sur la départementale 47

- L'événement est situé: Secteur ... Bâtiment N° ...
- Il s'agit de : (laboratoire, animalerie, bâtiment d'élevage, hangar...)
- Risques de propagation ...
- Victimes? Non / Oui si possible indiquer le nombre
- Animaux en danger? Non / Oui si possible indiquer l'espèce
- Intrusion? Non / Oui si possible indiquer le nombre de personnes

Ne pas s'exposer

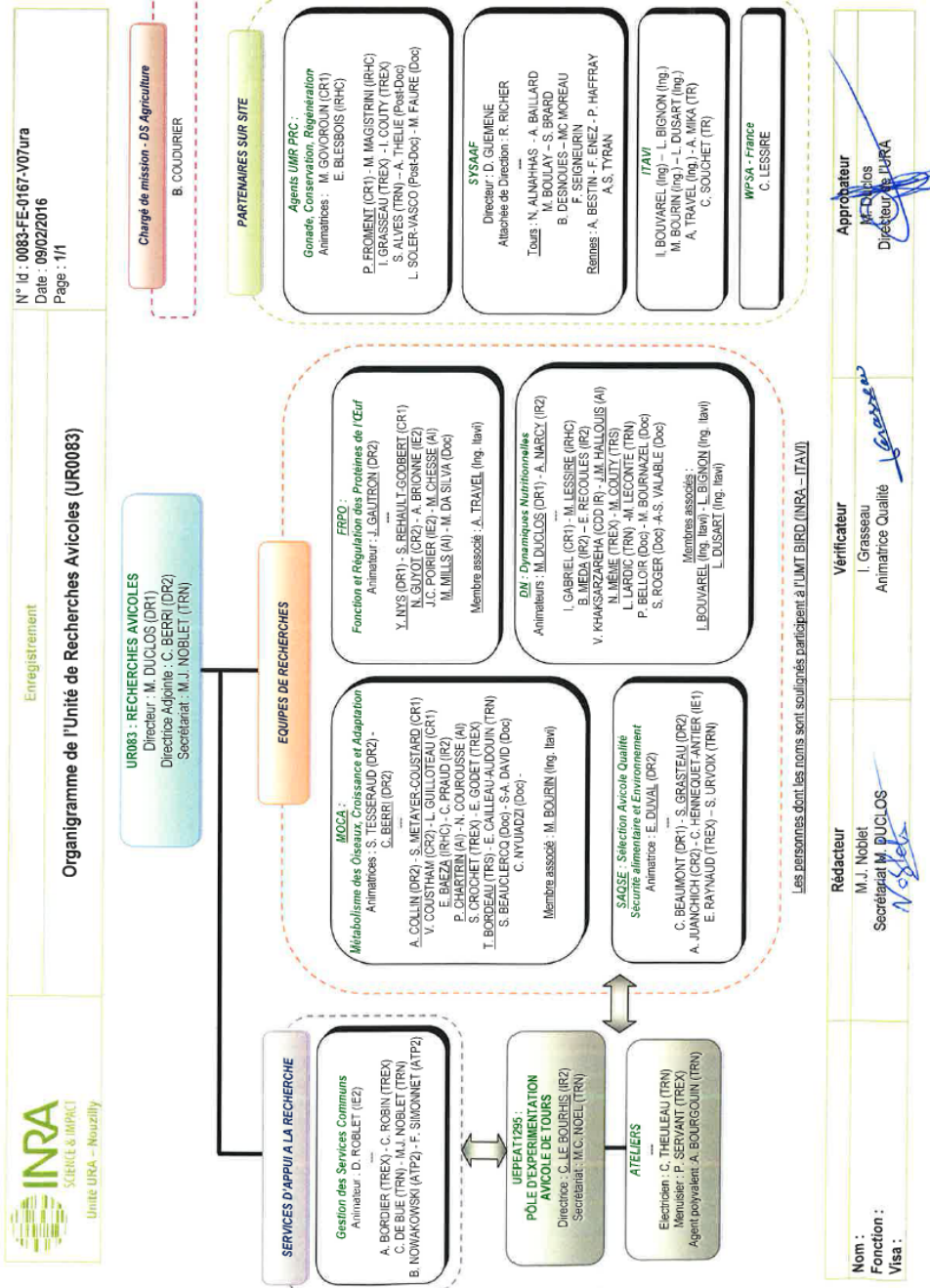
Les moyens déjà engagés sont :
(sauveteurs secouristes, extincteurs, autres protections mises en place ...)

Vous pouvez nous contacter au: 02.47.42.xx.xx

A défaut au 02 47 42 79 22 (régulateur)
ou 02 47 42 79 79 (cadre d'astreinte)

Ne jamais raccrocher le premier

Annexe 2 : Les consignes de sécurité à l'INRA en cas d'urgence



DM - Dynamiques Nutritionnelles

Animatrices : M. DUCLOS (DR1) - A. MARCY (R2)
 I. GABRIEL (CR1) - M. LESSIRE (RHC)
 B. MEDA (R2) - E. RECOULES (R2)
 V. KHAMSARZAREHA (CDD IR) - J. M. HALLOUS (AI)
 N. MÈME (TREX) - M. COUDRY (TRS)
 L. LARDIG (TRN) - M. LECOINTE (TRN)
 P. BELLOIR (Doc) - M. BOURWAZEL (Doc)
 S. ROGER (Doc) - A.S. VALABLE (Doc)
 Membres associés :
 L. BOUWAREL (Ing. IlaVi) - L. BIGNON (Ing. IlaVi)
 L. DUSART (Ing. IlaVi)

Les personnes dont les noms sont soulignés participent à l'UMT BIRD (INRA – ITAVI)

Redacteur

M. J. Noble
 Secrétaire M. DUCLOS

Vérificateur

I. Grasseau
 Animatrice Qualité

Approbateur

M. Duclos
 Directeur de l'URA

Nom :

Fonction :

Visa :

M. J. Noble

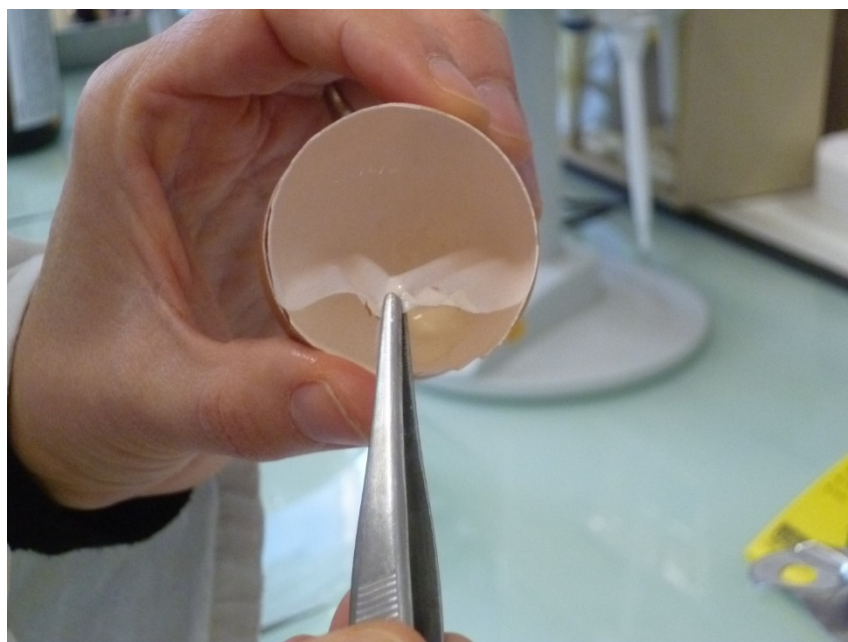
I. Grasseau

M. Duclos

Annexe 3 : Organigramme de l'Unité de Recherches Avicoles.



Annexe 4 : 3 types de pipettes. J'ai utilisé la pipette bleue de volume 200 μ l à 1000 μ l.



Annexe 5 : Visualisation de la membrane coquillière qui se détache de la coquille à l'aide d'une pince.



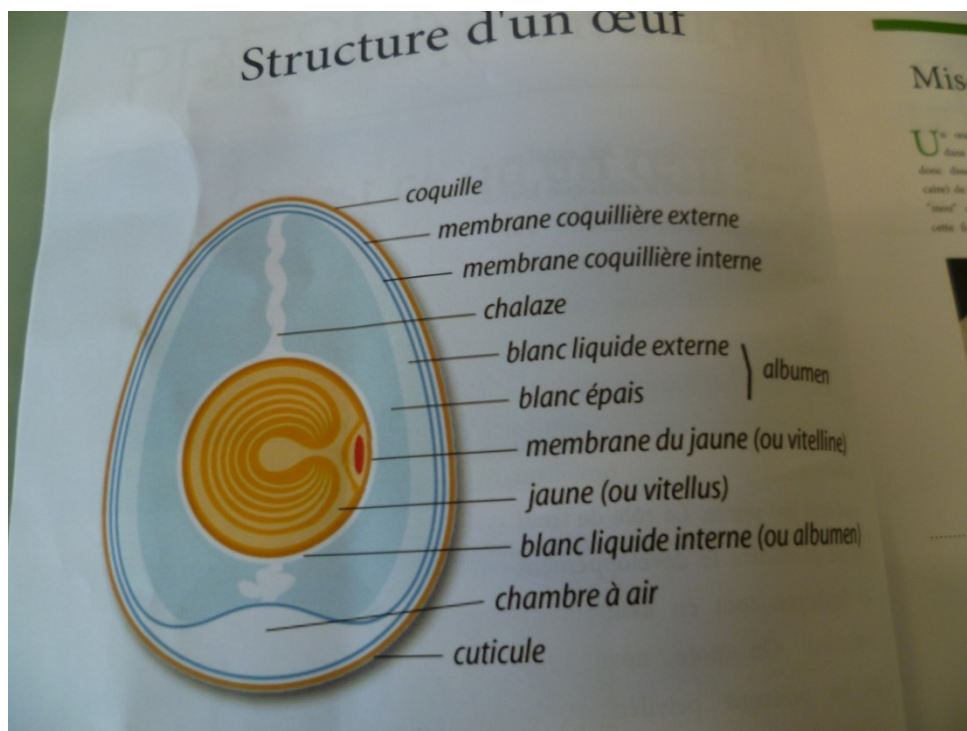
Annexe 6 : Séparation du jaune et récupération du blanc d'œuf grâce à un séparateur.



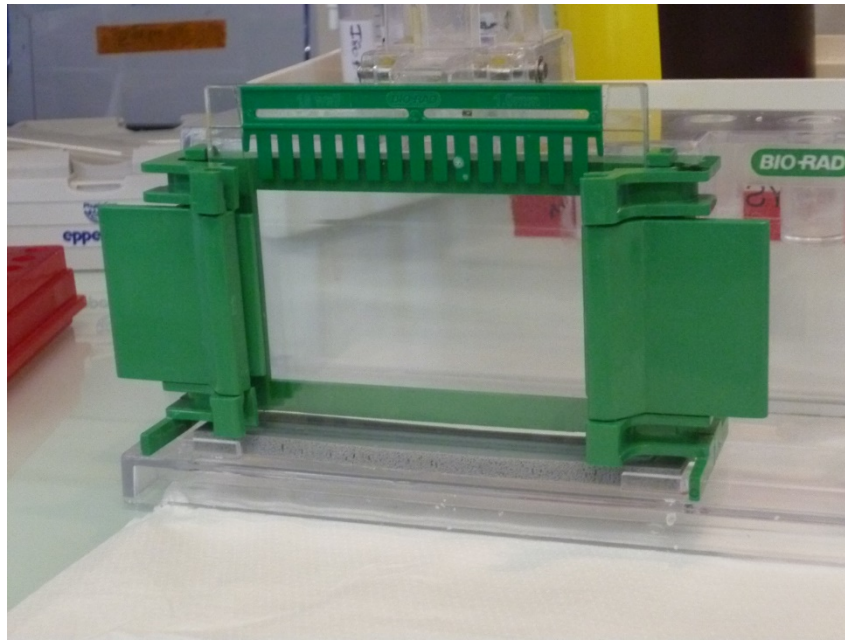
Annexe 7 : La membrane vitelline qui entourait le jaune d'œuf.



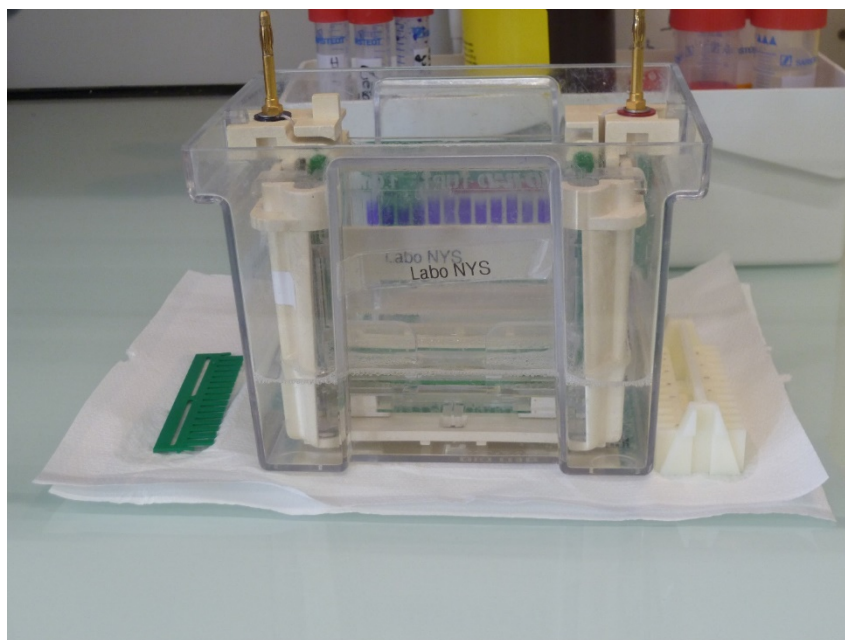
Annexe 8 : L'indice de couleur du jaune d'œuf est 9.



Annexe 9 : Les différents composants d'un œuf de poule.

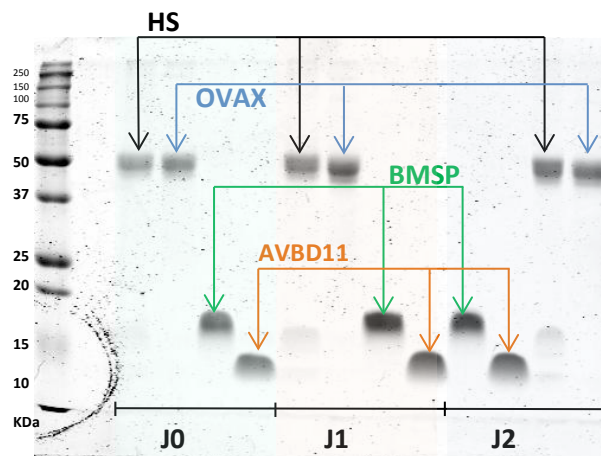


Annexe 10 : Peigne qui forme les puits pour la formation du gel SDS-PAGE.



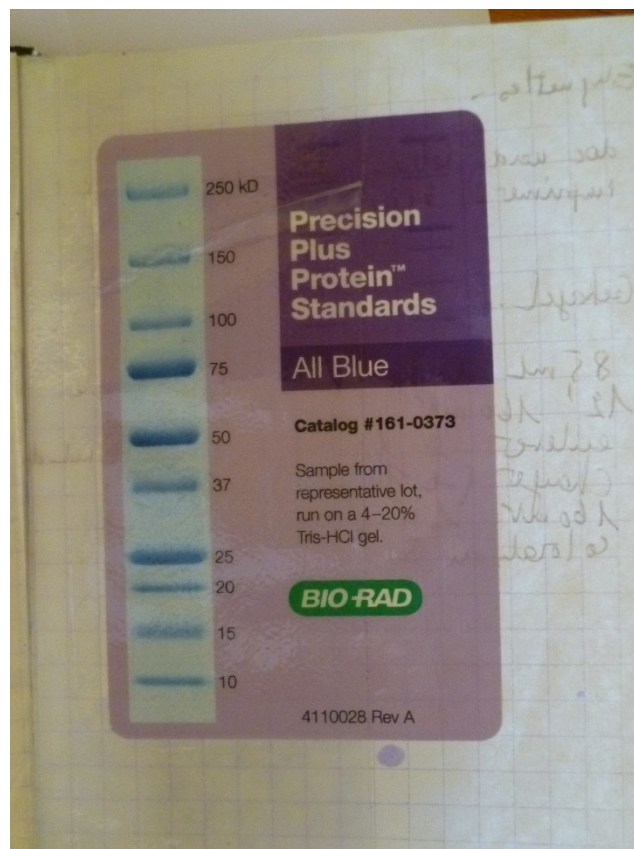
Annexe 11 : Cuve à électrophorèse.

SDS PAGE 12.5% Gel 1mm



Evolution du profil électrophorétique de protéines de l'œuf au cours d'une incubation à 37,8 °C.

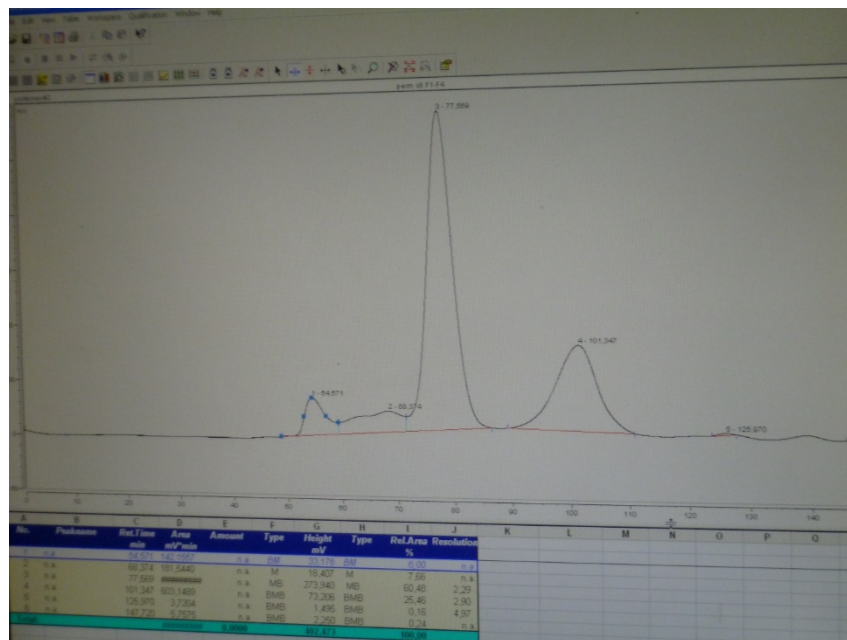
Annexe 12 : Gel SDS-Page avec description des molécules



Annexe13 : Indice de la taille des protéines.



Annexe 14 : HPLC du laboratoire de l'équipe FRPO.



Annexe 15 : Graphique de pics correspondants au passage des protéines.