



**HAL**  
open science

# Exploration de nouvelles ressources issues du capital naturel des fermes pour l'alimentation et la santé des ruminants en agriculture biologique

Anaïs Riche

► **To cite this version:**

Anaïs Riche. Exploration de nouvelles ressources issues du capital naturel des fermes pour l'alimentation et la santé des ruminants en agriculture biologique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. hal-04514805

**HAL Id: hal-04514805**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04514805>**

Submitted on 21 Mar 2024

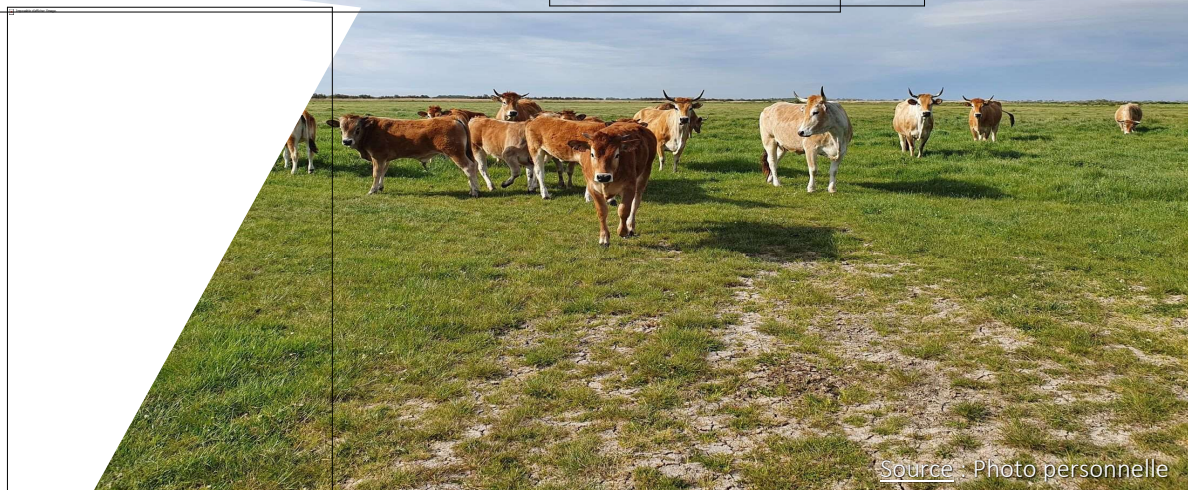
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain



Exploration de nouvelles ressources issues du capital naturel des fermes pour l'alimentation et la santé des ruminants en agriculture biologique



Source : Photo personnelle

Année 2021/2022

RICHE Anaïs

Tuteur de stage : DARROUZET Éric

Maître de Stage : DURANT Daphné

***M1 « Durabilité et Qualité dans les filières de productions animales »***

Rapport de stage pour l'épreuve de soutenance  
et d'obtention du diplôme de  
**Master 1 « Durabilité et Qualité dans les filières de productions animales »**

Session 2022

Auteur : **Anaïs RICHE**

Dates du stage :

**Du 04 avril au 29 juillet 2022**

Lieu du stage : **INRAE – Saint-Laurent-de-la-Prée**

Maîtres de stage : **Daphné DURANT et Anne FARRUGGIA**

Titre de l'étude :

**Exploration de nouvelles ressources issues du capital naturel des fermes pour l'alimentation et la santé des ruminants en agriculture biologique**

Mots-clés : *bovins, Maraîchines, ressources naturelles, Lentilles d'eau, Azolla, tests d'appétence*

Nombre de pages :

Nombre d'annexes :

## Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier vivement mon maître de stage, Daphné Durant, Ingénieure de Recherche au sein de l'Unité Expérimentale INRAE de Saint-Laurent-de-la-Prée, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expérience au quotidien. Grâce aussi à sa confiance, j'ai pu m'investir totalement dans mes missions. Elle fut d'une aide précieuse pendant toute la durée de mon stage.

Je remercie aussi Anne Farruggia, Directrice Adjointe et zootechnicienne (système d'élevage) pour ses conseils ainsi que son aide lors de la réalisation de mes différentes missions.

Un remerciement à mon tuteur de stage, Monsieur DARROUZET, pour m'avoir permis de réaliser mon stage au sein de l'Unité Expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée ainsi que pour sa disponibilité.

Je tiens également à remercier toute l'équipe d'INRAE pour leur accueil, leur esprit d'équipe et leur investissement tout au long de mon stage.

Un grand merci au Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA) pour avoir accepté d'analyser les différentes espèces de Lentille d'eau présentes sur la ferme.

Je remercie particulièrement le Métaprogramme METABIO qui finance le projet SourceN ainsi que mon stage.

Ensuite, j'adresse mes remerciements aux vachers, Michel et Pierre, pour leur aide ainsi que leurs nombreux conseils pendant toute la durée de mon stage.

Pour finir, je tiens à remercier les stagiaires présents en même temps que moi, pour leurs bons conseils, leur patience et leur écoute qui ont permis l'aboutissement de mon travail. Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillée et qui ont été présentes lors de la rédaction de mon rapport de stage.

## Lexique des abréviations utilisées dans le rapport

<u><b>Abréviations</b></u>	<u><b>Significations</b></u>
<b>INRAE</b>	Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’alimentation et l’Environnement
<b>UE</b>	Unité expérimentale
<b>SLP</b>	Saint-Laurent-de-la-Prée
<b>AB</b>	Agriculture Biologique
<b>MAT</b>	Matière azotée totale

## Résumé

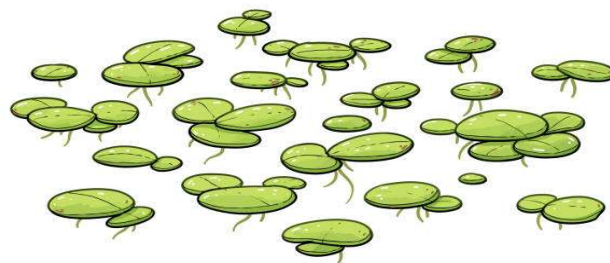
Ce document présente les missions qui m'ont été confiées pendant mon stage, effectué au sein de l'Unité Expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée. Ce stage, important pour l'obtention de mon Master 1 « Durabilité et Qualité dans les filières de Productions Animales », a une durée de 4 mois (04 avril 2022 au 29 juillet 2022).

L'UE de Saint-Laurent-de-la-Prée est une structure dédiée à la transition agroécologique des fermes en marais. La ferme dispose d'une cinquantaine de vaches de race Maraîchine et de leur suite (génisses et veaux). J'ai pour missions d'explorer le potentiel qu'ont deux ressources à être distribué en complément alimentaire aux vaches.

Les objectifs de ce stage portent sur l'exploration de ces deux ressources végétales présentes naturellement sur la ferme afin de savoir si elles peuvent être mobilisées en termes de complémentation fourragère et de « valeur santé » animale au sein du troupeau, sans pour autant compromettre leur pérennité et leur rôle dans la préservation de la biodiversité des marais. Mon stage s'inscrit dans le cadre du projet SourceN qui s'appuie sur trois dispositifs expérimentaux INRAE où trois catégories différentes de ressources seront analysées. Mes missions se focalisent sur la catégorie de plantes aquatiques ou de milieux humides.

Ma première mission consiste à produire des connaissances biotechniques sur l'Azolla (une petite fougère d'eau) ainsi que sur la Lentille d'eau (une plante aquatique) à l'aide d'analyses issues d'un laboratoire. J'ai mobilisé les données « valeurs nutritionnelles » et j'ai débuté la comparaison de ces deux ressources à l'aide d'analyses statistiques. D'autres analyses sont actuellement en cours en termes de « valeurs santé ».

Ma seconde mission consiste en la rédaction du protocole expérimental des tests d'appétence des deux ressources sur des vaches du troupeau de l'unité. J'ai ensuite mis en place les essais en stabulation pour examiner s'il est aisé de leur « apprendre » à consommer ces ressources alimentaires. L'intérêt de la mise en place de ce protocole est d'évaluer si l'utilisation de ces compléments alimentaires pourrait avoir un intérêt pour le système d'élevage actuel de la ferme. A l'aide d'analyses statistiques, nous avons pu faire une comparaison entre du grain de triticale et un mélange de grains et lentilles.



## Table des matières

<i>Lexique des abr�vations utilisées dans le rapport</i> .....	4
<i>Résumé</i> .....	5
<i>Introduction</i> .....	7
<b><u>1�re partie : Présentation de l'UE et des ressources</u></b> .....	8-9
<b><i>I) Présentation de l'UE de Saint-Laurent-de-la-Prée</i></b> .....	8
<b><i>II) Présentation de l'Azolla et de la Lentille d'eau</i></b> .....	9
<b><u>2�me partie : �tude réalisée</u></b> .....	10-16
<b><i>I) Objectifs et enjeux</i></b> .....	10
<b><i>II) Protocole expérimental</i></b> .....	11-14
a) Valeurs nutritionnelles .....	11
b) Tests d'appétence sur les vaches Maraîchines de l'UE.....	11-14
<b><i>III) Résultats et Analyses</i></b> .....	14-16
a) Valeurs nutritionnelles.....	14-15
b) Tests d'appétence sur les vaches Maraîchines de l'UE.....	15-16
1 - Prélèvements des ressources.....	12
2 - Distribution des ressources.....	13
3 - Modalités de distribution lors des tests d'appétence.....	13-14
<b><i>Discussions et perspectives</i></b> .....	17-18
<b><i>Conclusion</i></b> .....	18
<b><i>Bilan du stage sur l'UE de Saint-Laurent-de-la-Prée</i></b> .....	19
<b><i>Bibliographie</i></b> .....	20
<b><i>Table des figures</i></b> .....	21
<b><i>Annexes</i></b> .....	22-24



## Introduction

Dans un contexte de changement climatique, l'approvisionnement en ressources alimentaires au sein des exploitations de ruminants est aujourd'hui questionné en termes de quantité et de qualité. L'utilisation de nouvelles ressources végétales pourrait s'avérer une des alternatives afin de produire suffisamment et durablement. Chaque lieu dispose d'un capital naturel propre à sa localité et regroupe un ensemble de ressources naturelles exploitable par l'homme et des fois très peu valorisé. L'objectif du projet SourceN (Métaprogramme INRAE METABIO) dans lequel j'ai pu travailler est d'explorer dans quelle mesure des ressources atypiques issues naturellement des exploitations d'élevages de ruminants peuvent être mobilisées en termes de complémentation fourragère et de « valeur santé » animale et cela, sans compromettre leur pérennité et leur rôle d'habitat pour la biodiversité. Ce projet repose sur la volonté d'appliquer les principes de l'agroécologie. Ce modèle de production agricole vise à optimiser la production en s'appuyant sur des systèmes vertueux pour l'environnement. En outre, l'agriculture biologique est vue ici comme un mode d'exploitation prototype à des fins d'utilisations futures de ce capital naturel. Le projet s'appuie sur 3 dispositifs expérimentaux INRAE (UE SLP, UE Gotheron et UE Ferlus) et 2 exploitations partenaires (GAEC de la Barge et GAEC de Trévarn) dans lesquels 3 catégories de ressources seront analysées (plantes aquatiques ou de milieux humides dans l'UE SLP, plantes des milieux interstitiels soit des formations ligneuses dans l'UE Ferlus ou de l'herbe de vergers dans l'UE Gotheron, et les prairies naturelles marginalisées dans le GAEC de Trévarn). SourceN est ainsi organisé en deux tâches, la première visant à produire des connaissances biotechniques sur ces ressources et la deuxième, à construire un protocole qui permet d'évaluer l'intérêt de l'utilisation de ces ressources dans les systèmes d'élevage. Pendant mon stage j'ai travaillé sur la première catégorie de ressources : les plantes aquatiques et des milieux humides. Nous cherchons à produire des connaissances sur l'Azolla qui est une petite fougère d'eau ainsi que sur la Lentille d'eau qui est une plante aquatique. Ensuite, des tests d'appétence sur des vaches du troupeau de l'UE SLP ont été mis en place en stabulation pour examiner s'il est aisé d'« apprendre » aux vaches à consommer ces ressources alimentaires. Ces tests permettront d'évaluer si elles ont un intérêt pour le système d'élevage actuel de la ferme. Mes missions ont porté sur ces deux tâches et mon travail a abordé la problématique suivante :

### **Explorer des ressources issues du capital naturel des exploitations pour l'alimentation et la santé des ruminants en agriculture biologique**

Dans une première partie, je vais vous présenter l'Unité Expérimentale de SLP ainsi que les deux ressources principalement étudiées pendant mon stage. Dans un deuxième temps, je vais vous présenter l'étude que j'ai réalisée, pour ensuite parler des premiers résultats obtenus. Nous finirons par la discussion et les perspectives, la conclusion ainsi que mon bilan de stage.

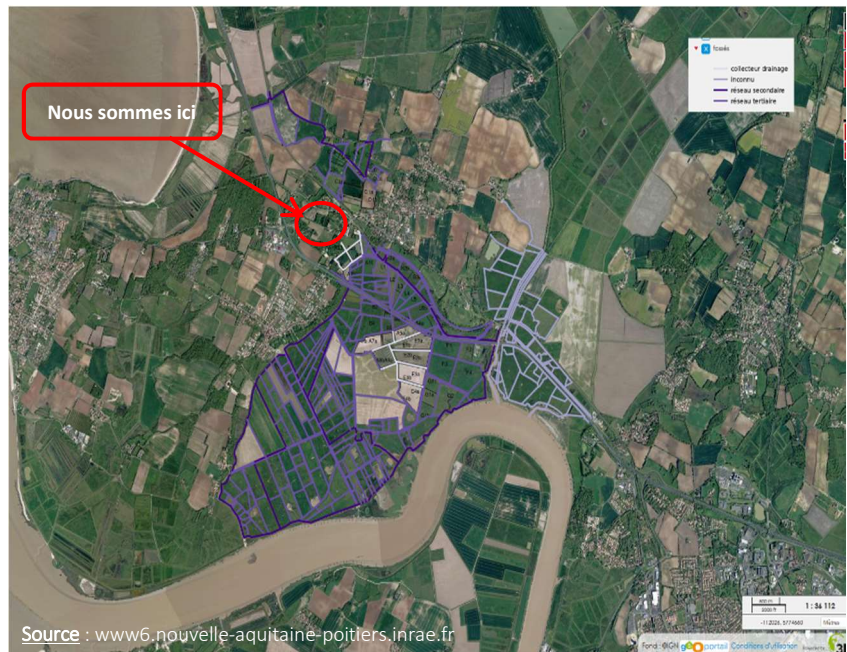


## 1<sup>ère</sup> partie : présentation de l'UE et des ressources

### 1) Présentation de l'UE de Saint-Laurent-de-la-Prée

J'ai réalisé mon stage de 4 mois à l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement dans l'unité expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée située en Charente-Maritime (17450). Elle compte aujourd'hui 21 personnes, et deux chercheurs associés. Elle réunit des compétences en écologie, agronomie, zootechnie, et gestion de l'eau.

L'UE de SLP est une structure dédiée essentiellement à la transition agroécologique des fermes en marais. La ferme expérimentale est localisée en bordure du fleuve Charente à 7 km de la mer. Elle se situe dans le vaste ensemble des marais de Rochefort-sur-Mer. Elle occupe une surface agricole utile de 165 ha, dont 52 ha de cultures, 106 ha de prairies naturelles et 5 ha de bandes enherbées, à laquelle s'ajoutent une peupleraie, un bosquet et un petit pré salé. 91% de cette surface est composée de parcelles de marais dites « desséchées ». La ferme dispose d'un total de 24 km de fossés d'eau douce dans lesquels j'ai fait mes prélèvements de ressources.



**Figure 1** : Localisation du parcellaire de l'UE de SLP

La ferme conduit un troupeau de bovins allaitants. Elle dispose d'une cinquantaine de vaches de race Maraîchine et de leur suite (génisses et veaux), soit un total de 120 à 130 animaux. La Maraîchine est une race rustique, dite à « petit effectif », bien adaptée au marais. Il y a deux périodes de vêlage, l'une en septembre et l'autre en mars, ce qui permet de vendre des animaux sur une grande partie de l'année. La ferme expérimentale vend ainsi des veaux rosés âgés d'entre 6 et 8 mois et des vaches adultes en vente directe, à une grande surface et à la restauration collective de la communauté de commune de Rochefort-Océan. Une grande attention est prêtée à la reconquête de la biodiversité sur la ferme. Ainsi, les pratiques sont pensées en fonction des espèces végétales et animales que l'unité souhaite restaurer et des installations d'infrastructures agroécologiques sont mises en place pour développer les habitats propices à la biodiversité tels que des mares, une roselière, des bandes enherbées et des bandes fleuries dans les parcelles de cultures, des haies, etc... Le capital naturel de la ferme offre une diversité importante de ressources dont il serait intéressant d'évaluer leur possible valorisation. J'ai donc pu explorer deux types de ressources atypiques au sein de l'UE SLP : L'Azolla et la Lentille d'eau.

## II) Présentation de l'Azolla et de la Lentille d'eau

Pendant toute la durée de mon stage mes missions ont porté sur deux ressources. En voici une présentation succincte :

### L'Azolla

Petite fougère aquatique non enracinée, flottant librement à la surface des eaux douces. Elle est distribuée aux bovins en Inde comme compléments alimentaires. Cette espèce n'est pas considérée comme invasive en Inde.



Exposition : ☀️ Mi-ombre

Espèce invasive en France

Se développe à des températures allant de 5°C à 45°C (optimale de 22 à 27.5°C). Elle peut vivre dans des pH allant de 3.5 à 10. Elle affectionne particulièrement les milieux légèrement ombragés et les eaux stagnantes. L'Azolla fixe l'azote de l'air et le stocke dans ses feuilles. Elle est plus riche en protéines, vitamines et minéraux que les grains et la plupart des fourrages verts. Elle est présentée comme complément alimentaire idéal.

#### Utilisation actuelle :

- Agent de détoxification eaux usées/industrie (métaux lourds)
- Alimentation animale en Asie (Bovins)
- Engrais vert

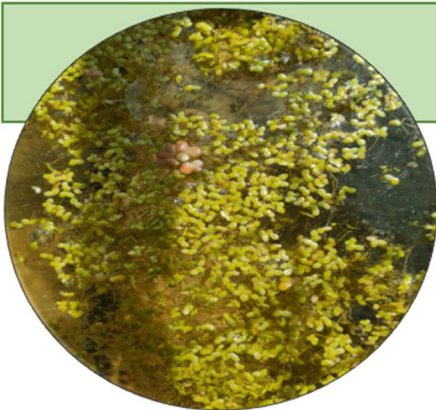
#### Plantation

JANV.	FEV.	MARS
AVRIL	MAI	JUIN
JUIL.	AOÛT	SEPT.
OCT.	NOV.	DEC.

#### Récolte

JANV.	FEV.	MARS
AVRIL	MAI	JUIN
JUIL.	AOÛT	SEPT.
OCT.	NOV.	DEC.

### La Lentille d'eau



Plante aquatique formant un tapis végétal vert en surface de plan d'eau stagnante. Elle est très utilisée pour dépolluer les plans d'eau car elle filtre les contaminants (azote, bactéries, phosphate...).

Exposition : ☀️ Soleil

Espèce endémique

Pour prospérer la Lentille d'eau a besoin d'une température entre 6° et 33° et d'un milieu riche en nitrates et bien ensoleillé. Elles privilégient les eaux stagnantes. Dans ces bonnes conditions, la population peut doubler toutes les semaines. Les lentilles peuvent se superposer et ainsi créer un tapis allant jusqu'à cinq centimètres d'épaisseur.

#### Plantation

JANV.	FEV.	MARS
AVRIL	MAI	JUIN
JUIL.	AOÛT	SEPT.
OCT.	NOV.	DEC.

#### Récolte

JANV.	FEV.	MARS
AVRIL	MAI	JUIN
JUIL.	AOÛT	SEPT.
OCT.	NOV.	DEC.

#### Utilisation actuelle :

- Traitement des eaux
- Alimentation animale (Poissons et volailles)

## 2<sup>ème</sup> partie : étude réalisée

### I) Objectifs et enjeux

L'objectif de mon stage est d'explorer dans quelle mesure certaines ressources peuvent être mobilisées au sein des systèmes d'élevages de ruminants en termes de complémentation fourragère et de « valeur santé » animale.

L'Azolla et la Lentille d'eau ont été prélevées dans les fossés de l'unité en 2021 et envoyées en amont de mon stage à un laboratoire d'analyses (URP3F de Lusignan – laboratoire d'INRAE) pour connaître leurs valeurs nutritionnelles. Ma première mission consiste à mobiliser ces données afin de comparer les deux ressources entre elles. L'objectif principal est de savoir si l'une des ressources dispose d'une meilleure valeur nutritionnelle que l'autre et si ces différences sont significatives ou non. L'autre objectif est de savoir si, en fonction de leur composition, elles peuvent être introduites en tant que compléments alimentaires dans l'alimentation des animaux. L'Azolla et la Lentille d'eau sont des espèces naturellement présentes dans les fossés de la ferme et les valoriser sur l'unité permettrait une diminution des coûts alimentaire. Leur cycle de reproduction leur confère un renouvellement régulier et elles pourraient montrer un intérêt économique. S'il s'avère qu'au niveau nutritionnel ces ressources ont des bienfaits et qu'elles sont bénéfiques pour les animaux, il serait intéressant de les exploiter. Utiliser l'une de ces ressources sur la ferme permettrait en hiver de disposer d'une complémentation hivernale pour pallier une éventuelle carence en micronutriments du foin de marais par exemple. En été, les ressources serviraient d'affouragement en vert lorsque les pâtures sont sèches et de moins bonnes qualités.

Ma seconde mission a pour objectif de savoir s'il est aisé d'« apprendre » aux vaches à consommer ces deux types de ressource de nourriture. Pour cela, j'ai préalablement écrit un protocole détaillé des essais que nous avons ensuite appliqué sur le terrain. Des tests d'appétence sont réalisés sur une durée de trois semaines consécutives. Mes analyses ne porteront que sur la première semaine de test avec les Lentilles d'eau. Le second objectif de ces essais est d'examiner si les vaches consomment ces ressources, sous quelles formes et si celles-ci sont appétentes. Il s'agit de tests exploratoires qui à notre connaissance n'ont jamais été faits en France et qui viseront à adapter les formes de distribution en fonction de leur appréciation par les animaux. Nous avons donc testé leur appétence, leur forme de distribution, et ainsi mesurer leur ingestion. Nous cherchons à mener l'étude en étant le moins consommateur en eau et en électricité.



## II) Protocole expérimental

### a) Valeurs nutritionnelles

Voici la liste des différentes analyses chimiques qui ont été réalisées :

• MAT (%)	• Potassium (g/kg)	• Cuivre (mg/kg)	• Cendre (%)
• ADL (%) : Acid detergent lignin	• Sodium (g/kg)	• Fer (mg/kg)	• CTD (g/kg) : Carbone
• NDF (%) : Neutral detergent fiber	• Aluminium (mg/kg)	• Phosphore (g/kg)	• NTD (g/kg) : Azote
• ADF (%) : Acid detergent fiber	• Calcium (g/kg)	• Magnésium (g/kg)	• Humidité résiduelle (%)
• Digestibilité (%)	• Manganèse (mg/kg)	• Zinc (mg/kg)	

**Tableau 1** : Les différents composants analysés en laboratoire

J'ai reçu les résultats du laboratoire pendant mon stage. Les analyses ont été faites sur cinq échantillons de chaque ressource. Différentes méthodes d'analyses chimiques ont été réalisées comme par exemple la méthode de Dumas pour la détermination de la teneur en azote des ressources. Elle est régulièrement utilisée en alimentation animale sur les matières premières. Elle permet la détermination rapide de l'azote et des protéines à l'aide d'une méthode de combustion. Une réaction exothermique permet de transformer instantanément toute matière organique en ses éléments chimiques. Dans un premier temps, j'ai pu mobiliser ces données. Cela m'a permis de comparer les deux ressources entre elles afin de mieux les connaître ainsi que de mieux comprendre leur façon de fonctionner (créer des connaissances biotechniques sur ces ressources). Ensuite, j'ai utilisé les tests statistiques pour déterminer s'il y avait des différences entre les deux ressources et si elles étaient significatives ou non (graphiques et analyses statistiques effectuées avec les logiciels R et Excel). J'ai choisi le test de Mann-Whitney avec un seuil de significativité de 0,05 (5%). Cela signifie qu'il y a 95% de chances que la différence ne soit pas due au hasard. Si la « valeur p » est inférieure ou égale au niveau de significativité, un résultat est alors défini comme statistiquement significatif et ne sera donc pas considéré comme un événement fortuit.

### b) Tests d'appétence sur les vaches Maraîchines de l'UE

Les tests sont effectués sur un petit lot de vaches Maraîchines (2 génisses et 2 vaches) en stabulation. La stabulation permet une meilleure contention des animaux ainsi qu'un meilleur suivi individuel. Les prélèvements se font sur une Lentille d'eau, *Lemna sp.* ainsi que sur l'*Azolla Filiculoides*.

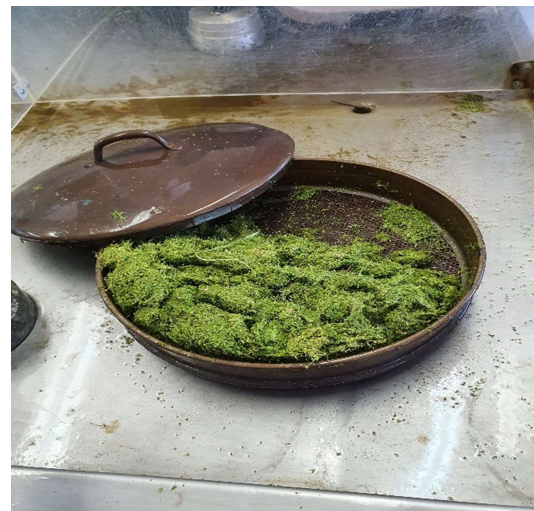


**Figure 2** : Prélèvements de l'Azolla (gauche) et de la Lentille d'eau (droite) dans les fossés

*Source* : Photos personnelles

### 1 - Prélèvements des ressources

Pour comprendre la façon dont les ressources se cultivent et sont prélevées, j'ai visionné des vidéos de culture de l'Azolla (en Inde) ainsi que de la Lentille d'eau. Pour les prélèvements, j'ai commencé par prélever les Lentilles d'eau et l'Azolla à la surface de l'eau des fossés à l'aide d'un râteau à feuilles. Les prélèvements pour les tests de ressources sèches ont été faits entre le 20 et le 30 avril 2022. Il est nécessaire de racler la surface de l'eau et ensuite d'égoutter les ressources en secouant légèrement le manche. Une fois un pré-égouttage fait, il faut remplir les contenants. J'ai ensuite essoré les ressources à la main et je les ai pesées pour vérifier que la quantité prélevée était suffisante. Les plantes fraîches ont subi un rinçage pour enlever les impuretés ainsi que les potentielles saletés.



**Figure 3** : Rinçage des Lentilles d'eau

*Source* : Photo personnelle

Pour les prochains prélèvements, il faudrait essayer de ne pas rincer les ressources pour économiser de l'eau (conseil d'un éthologue). Après, les ressources ont été égouttées dans des sacs en toile micro-perforés pendant une journée complète. Cela permettrait aussi de gagner du temps de travail. Après l'égouttage, j'ai transvasé les ressources dans des sacs micro-perforés et elles ont ainsi été étuvées à 80°C pendant une durée de trois jours. Nous nous sommes rendu compte que la température d'étuvage était un petit peu élevé donc pour les prélèvements suivant nous les avons étuvés à 60°C. Pour finir, les ressources ont été pesées une seconde fois et conservées dans des sacs jusqu'à leur distribution. Je disposais d'un surplus de ressources et j'ai décidé de broyer le reste à l'aide d'un broyeur de végétaux afin de faire un essai d'une journée sur la Lentilles d'eau sèche broyée. Je voulais savoir si cette forme de distribution pouvait permettre une meilleure ingestion de l'aliment.

En parallèle, lors des prélèvements de ressources j'ai gardé quelques échantillons de Lentilles et d'Azolla pour les cultiver dans des aquariums miniatures. J'ai fait des relevés de température, de la surveillance journalière ainsi que des pesées pour observer leur croissance.

## 2- Distribution des ressources

Les tests sont effectués sur une durée de trois semaines consécutives (du 10 mai au 25 mai 2022). Je n'ai pu effectuer que la première semaine de test avant le rendu de mon rapport. Nous avons convenu de deux distributions par jour (une le matin et une l'après-midi) sur le même lot de vaches à chaque fois. Chaque jour, il y aura une distribution uniquement composée de grain de triticale (1 kg/vache) et une distribution composée d'un mélange d'une des ressources avec du grain de triticale (1 kg de grain + 60 g de ressource/vache). Les trois semaines sont composées ainsi :

Mai 2022						
Semaine 1			Lentille d'eau SEC			
Lun 9	Mar 10	Mer 11	Jeu 12	Ven 13	Sam 14	Dim 15
Préparation du matériel		Tests d'appétence : Lentille d'eau			Week-end	
<b>Matin :</b> Tests cornadis + vidéo	<b>Matin :</b> 1 kg grain	<b>Matin :</b> 1 kg grain + 60 g Lentilles	<b>Matin :</b> 1 kg grain	<b>Matin :</b> 1 kg grain + 60 g Lentilles	/	/
<b>AM :</b> Prépa des seaux pour le mardi	<b>AM :</b> 1 kg grain + 60 g Lentilles	<b>AM :</b> 1 kg grain	<b>AM :</b> 1 kg grain + 60 g Lentilles	<b>AM :</b> 1 kg grain	/	/

Mai 2022						
Semaine 2			Azolla SEC			
Lun 16	Mar 17	Mer 18	Jeu 19	Ven 20	Sam 21	Dim 22
Préparation du matériel		Tests d'appétence : Lentille d'eau			Week-end	
<b>Matin :</b> 1 kg grain + 60 g lentilles broyées	<b>Matin :</b> 1 kg grain	<b>Matin :</b> 1 kg grain + 60 g d'azolla	<b>Matin :</b> 1 kg grain	<b>Matin :</b> 1 kg grain + 60 g d'azolla	/	/
<b>AM :</b> Prépa des seaux pour le mardi	<b>AM :</b> 1 kg grain + 60 g d'azolla	<b>AM :</b> 1 kg grain	<b>AM :</b> 1 kg grain + 60 g d'azolla	<b>AM :</b> 1 kg grain	/	/

Mai 2022						
Semaine 3			Azolla et Lentille d'eau FRAIS			
Lun 23	Mar 24	Mer 25	Jeu 26	Ven 27	Sam 28	Dim 29
Tests d'appétence : Azolla et Lentilles fraîches		Jour férié		Week-end		
<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g Lentilles	<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g d'Azolla	<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g Lentilles	Jour férié	/	/	/
<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g d'Azolla	<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g Lentilles	<b>Matin :</b> (Prélèvements frais) 1 kg grain + 60 g d'Azolla	Jour férié	/	/	/

(\*Plus une distribution de Lentilles d'eau sèches le lundi)

**Tableau 2** : Calendriers prévisionnels des tests d'appétence

## 3 - Modalités de distribution lors des tests d'appétence

Avant la réalisation des tests nous avons, mes encadrantes et moi, échangé avec un éthologue (M. Hans Erhard) sur l'aspect comportemental des vaches ce qui m'a permis de peaufiner mon protocole. Les animaux ont ensuite été rentrés en stabulation le vendredi 06 mai 2022 (4 jours avant le début des tests) pour les habituer à une alimentation à base de foin et de grains (absence d'herbe). Le jour des tests les vaches sont attirées aux cornadis avec une petite quantité de grain de triticale et elles sont ainsi maintenues pendant les essais. Les aliments sont pesés à chaque manipulation et sont ensuite distribués dans l'auge. Les ressources sont ensuite distribuées en même temps à tous les animaux.



Lors de chaque essai, deux caméras sur des trépieds filment les 4 vaches jusqu'au moment où celles-ci n'ingèrent plus d'aliment. Un document à remplir avant chaque début d'essai permet de relever les emplacements des vaches au cornadis, les dates et heures des tests, le type d'aliment distribué... Une fois l'ingestion terminée, la totalité des restes dans l'auge sont pesés pour évaluer les refus (s'il y en a).



#### Matériel nécessaire

- Un râteau
- Une étuve
- Huit seaux
- Des sacs micro-perforés pour l'étuvage
- Toile et ficelle pour l'égouttage
- Balance
- Un tamis
- Documents de prise de notes
- Deux trépieds
- Deux appareils pour filmer

**Figure 4** : Les vaches au cornadis avant la distribution

*Source* : Photo personnelle

### III) Résultats et analyses

#### a) Valeurs nutritionnelles

	$\bar{X}$ Azolla	$\bar{X}$ Lentille d'eau	$\sigma$ Azolla	$\sigma$ Lentille d'eau	Tests de Mann-Whitney
Humidité résiduelle (%)	6,02	<b>6,48</b>	0,3	0,4	NS
MAT (%)	<b>25,5</b>	9,5	0,7	0,4	**
Azote (g/kg)	<b>40</b>	15,4	1,1	0,6	**
Carbone (g/kg)	<b>424</b>	401,8	12,4	2,6	**
Cendres (%)	<b>17,8</b>	13,8	2	0,7	**
NDF (%)	<b>54,7</b>	30,6	1,5	1,3	**
ADL (%)	<b>25,8</b>	1	1,2	0,4	**
ADF (%)	<b>39,9</b>	11,5	1,6	0,6	**
Digestibilité (%)	41,4	<b>88,8</b>	2	1	**
Calcium (g/kg)	<b>32,3</b>	14,5	5,6	0,7	**
Magnésium (g/kg)	<b>8,2</b>	6,9	0,3	0,1	**
Phosphore (g/kg)	3,6	<b>4,8</b>	0,3	0,4	**
Potassium (g/kg)	13,6	<b>34,2</b>	0,7	1	**
Sodium (g/kg)	<b>13,7</b>	9,1	1,5	0,9	**
Zinc (mg/kg)	<b>48</b>	41,2	3,2	16,4	NS
Aluminium (mg/kg)	<b>4174</b>	513,4	1167,2	62,1	**
Cuivre (mg/kg)	<b>16,3</b>	29,6	14,9	4,7	**
Fer (mg/kg)	<b>3932</b>	425,4	1093,6	33,5	**
Manganèse (mg/kg)	<b>2842</b>	1614	374,4	612,8	**

**Tableau 3** : Valeurs nutritionnelles de l'Azolla et de la Lentille d'eau

#### Légende

NS : non significatif

\*\* : p-value  $\leq 0,01$  (niveau de signification)



Presque toutes les teneurs sont significativement différentes entre l'Azolla et la Lentilles d'eau à l'exception du zinc ainsi que de l'humidité résiduelle qui ont une p-value > 0,05. Toutes les autres p-values sont inférieures à 0,01.

L'Azolla a une teneur en MAT, NDF, ADF et ADL significativement plus élevée que la lentille d'eau (Tableau 3). Par conséquent, il est notable que la Lentille est deux fois plus digestible que l'Azolla. Cela semble cohérent puisqu'elle est beaucoup moins pourvue en fibre.

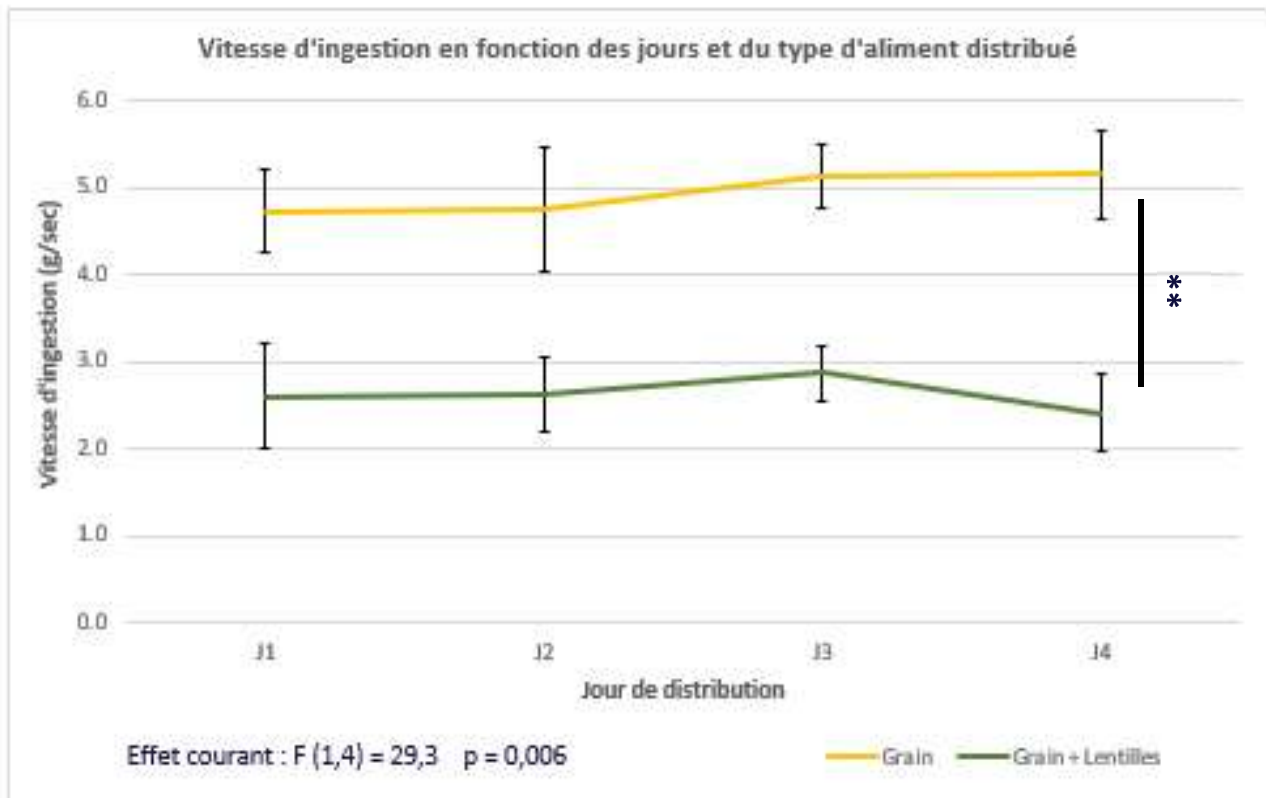
Concernant les minéraux, l'Azolla a une teneur significativement plus élevée dans la majorité des cas mis à part pour le phosphore et le potassium où la Lentille d'eau est la plus élevée (voir tableau 3). Ensuite, on remarque que la petite fougère d'eau dispose d'une teneur en azote ainsi qu'en carbone plus importante. Le carbone assimilé lui permet de croître. En termes d'azote, elle est connue pour sa capacité à le fixer dans l'air. C'est un élément déterminant pour son développement et son activité photosynthétique. Dans le tableau 3, la teneur en aluminium est beaucoup plus élevée pour l'Azolla que pour la Lentille d'eau.

### b) Tests d'appétence sur les vaches Maraîchines de l'UE

La première semaine de distribution a pu être réalisée (Lentilles d'eau sèches). Les deux semaines restantes ne sont pas encore achevées. J'ai fait des observations répétées sur les mêmes vaches donc on considère que les mesures ne sont pas indépendantes. J'ai utilisé le test de l'ANOVA sur mesures répétées pour l'analyse de données puisque les mêmes sujets sont mesurés plus d'une fois.

#### **Voici les résultats des ANOVA répétées que j'ai obtenu :**

- On peut observer un effet de la vitesse d'ingestion : il y a un effet du type d'aliment (grain ; grain + lentille d'eau) sur la vitesse d'ingestion des animaux :  $F(1, 4) = 27.3$ ,  $p = 0.006$ . Voici ci-dessous le graphique correspondant à la vitesse d'ingestion en fonction des jours et du type d'aliment distribué. La p-value est inférieure à 0,01 donc le nombre d'étoiles permettant de montrer le niveau de signification est de deux.



**Graphique 1** : Vitesse d'ingestion en fonction des jours et du type d'aliment distribué

La vitesse d'ingestion moyenne est supérieure avec le grain seul (4,9 g/sec), plutôt qu'avec le grain et les lentilles d'eau (2,6 g/sec).

Par contre, la catégorie de l'animal (génisse ou vache) n'a pas d'effet :  $F(1, 4) = 0.27$ ,  $p = 0.63$ .

- Il y a aussi un effet du temps d'alimentation : il y a un effet du type d'aliment sur le temps total d'ingestion : les vaches ont mangé plus longtemps en moyenne quand elles sont sur le grain + lentille (402 secondes) que le grain (207 secondes) :  $F(1, 4) = 9.07$ ,  $p = 0.04$ . Par contre, la catégorie de l'animal (génisse ou vache) n'a là encore pas d'effet :  $F(1, 4) = 0.02$ ,  $p = 0.90$ .

- On peut aussi remarquer qu'il reste en moyenne un peu plus de refus quand les vaches sont alimentées avec du grain et de la lentille (43,1 g) par rapport au grain (0,5 g), mais cela n'est pas significatif :  $F(1, 4) = 3.1$ ,  $p = 0.15$ . Il n'y a pas d'effet de la catégorie de l'animale non plus :  $F(1, 4) = 2.0$ ,  $p = 0.23$ .

- Au niveau du nombre de pauses : il y a un effet aliment :  $F(1, 4) = 361$ ,  $p < 0.001$ . Il y a plus de pauses avec grain + lentilles (en moyenne 5) que le grain (en moyenne 1). Il y a aussi un effet catégorie d'animaux :  $F(1, 4) = 121$ ,  $p < 0.001$  (les vaches font plus de pauses que les génisses), d'autant plus quand c'est du grain + lentilles :  $F(1, 4) = 106.8$ ,  $p < 0.001$ .

## Discussion et perspectives

Les résultats semblent montrer que l'Azolla dispose de propriétés plus intéressantes que la Lentilles d'eau en termes de minéraux sauf pour le phosphore et le potassium. En Inde, les agriculteurs ajoutent du lisier dans les bassins de culture d'Azolla pour apporter ces deux minéraux car elle en a besoin pour se développer et elle n'en contient pas naturellement en grande quantité.

La lentille dispose d'une teneur moins élevée en fibre ce qui lui confère une meilleure digestibilité par les animaux. En termes de matière azotée totale, l'Azolla a une teneur en protéines brutes significativement plus élevée que la Lentille. Elle est essentielle pour les performances de l'animal et c'est un critère important pour les agriculteurs.

Au sujet de l'azote et du carbone, la petite fougère d'eau est significativement plus élevée que la Lentille. Elle est régulièrement utilisée comme agent de détoxification des eaux usées ou d'industrie et elle permet de capter les métaux lourds et en partie l'aluminium. Comme expliqué précédemment, l'Azolla fixe l'azote de l'air ce qui affirme sa haute teneur en NTD.

L'Azolla est composée de presque 8 fois plus d'aluminium (métaux lourds) que la Lentille. Il est nécessaire que l'on contacte un toxicologue afin de discuter de la présence élevée de l'aluminium dans cette ressource et de savoir s'il est toxique au-delà d'un certain seuil. Au contraire, pour la Lentille d'eau la question ne se pose pas puisque la vente de complément à base de cette plante existe déjà dans l'alimentation humaine.

Néanmoins, il est préférable d'attendre les analyses des valeurs santes par le laboratoire afin d'établir les avantages et les inconvénients de chaque ressource et ainsi les mettre en comparaison avec les objectifs de l'unité. Il est nécessaire que la ressource dispose d'un intérêt « nutritionnel » mais aussi d'un intérêt « santé » pour les vaches.

Après avoir cultivé de l'Azolla et de la Lentille d'eau dans des petits aquariums j'ai pu remarquer que la Lentille semble plus facilement cultivable. Elle n'a pas besoin d'apport régulier en phosphore et en potassium elle n'a pas de contraintes d'exposition au soleil. La Lentille d'eau a presque doublé de volume en 2 semaines alors que l'Azolla a fini par mourir. La Lentille semble disposer d'une plus simple culture ainsi que de moins de besoin de temps à lui consacrer.

Au sujet de la distribution de la Lentille d'eau, la forme sèche que nous avons testée ne semble pas la plus adaptée pour être distribuée à des vaches allaitantes. En effet, la Lentille d'eau formait des « amas » filamenteux qui ne facilitaient pas son ingestion. Les vaches ont montré une certaine difficulté à ingérer ces amas, en cherchant à les trier aux grains de triticales. La Lentille a tout de même été consommée ce qui est encourageant.

La distribution de Lentille sous forme de poudre n'a pas été testée statistiquement mais lors du seul essai effectué les vaches ont mangé la totalité de l'aliment distribué. Je pense qu'il serait intéressant d'approfondir cette option. Il est possible que le mélange de la poudre au grain permette de faciliter l'ingestion du complément. Il faudrait analyser les ressources sous cette forme afin de savoir si les valeurs nutritionnelles sont identiques. Il faut aussi prendre en compte que les vaches ont besoin d'un temps d'adaptation lors de l'introduction d'une nouvelle ressource au sein de leur alimentation. Un nouveau goût peut perturber les animaux mais en la distribuant sur une durée de plusieurs jours cela permet d'améliorer les quantités ingérées.

Ensuite, nous allons voir dans les semaines à venir si nous pouvons éviter de rincer et d'élever les ressources pour économiser de l'eau, de l'électricité ainsi que du temps de travail. Selon moi, il

serait intéressant de creuser la piste du séchage naturel des ressources. Le but étant de disposer les ressources au soleil ou bien à l'air libre et de les retourner de temps en temps afin d'obtenir un séchage plus écologique.

En termes de perspectives, cultiver l'une de ces ressources sur la ferme pourrait permettre en hiver de disposer d'une complémentation hivernale pour pallier une éventuelle carence en micronutriments du foin de marais par exemple (sec). En été, les ressources serviraient d'affouragement en vert lorsque les pâtures sont sèches et de moins bonnes qualités (frais).

## Conclusion

Mon stage a pour mission d'explorer de nouvelles ressources atypiques issues de la ferme expérimentale de SLP. Actuellement, nous sommes encore au stade exploratoire. Ma mission m'a permis l'acquisition de connaissances au sujet de ces ressources afin de mieux comprendre leur fonctionnement. Comme nous avons pu le constater, les deux ressources sont assez différentes en termes de valeur nutritionnelle. L'utilisation de l'une ou de ces deux ressources au sein de l'unité nécessite un approfondissement des connaissances. Des échantillons sont actuellement en cours d'analyse pour leur valeur santé (polyphénols, caroténoïdes, anti-oxydants...). Une fois tous ces éléments en main, nous pourrons mieux nous prononcer sur l'intérêt d'utiliser l'une ou l'autre (ou les deux) de ces ressources pour être distribuées au troupeau.

Après avoir obtenu des connaissances sur ces ressources, j'ai effectué un travail de recherche bibliographique pour comparer la pertinence des résultats. La première semaine de test d'appétence m'a permis d'adapter certains points de mon protocole. Il est nécessaire d'attendre la fin des tests pour comparer les deux ressources entre elles. Les résultats sont encourageants puisque la Lentille a quand même été consommée. L'ingestion semble plus longue en présence de cette ressource ce qui me semble normal car c'est un nouveau goût qui change de leur habitude. Un temps d'adaptation permet d'augmenter les consommations au fil des jours. On a pu observer lors des premiers résultats un effet de la vitesse d'ingestion, un effet du temps d'alimentation ainsi qu'un effet du nombre de pause. Les grains sans Lentille disposent d'une vitesse d'ingestion plus élevée que le mélange. Le temps d'alimentation est moins long et il y a un nombre de pause moins important que les tests avec les Lentilles d'eau.

## Bilan du stage sur l'UE de Saint-Laurent-de-la-Prée

Ce stage a été très enrichissant pour moi, puisqu'il m'a permis de découvrir la filière « bovin allaitant » avec ses avantages et ses contraintes. J'ai pu découvrir la « Maraîchine » qui est une race qui se plaît sur les prairies humides des marais et que je n'avais jamais encore eu la chance de voir. Ce stage m'a permis de participer concrètement aux enjeux du projet SourceN au travers mes missions sur le terrain ainsi qu'au bureau. L'exploration de deux ressources atypiques issues naturellement de l'exploitation. Je me questionne à présent sur le fait d'introduire des ressources alimentaires autres que celles que l'on donne déjà à manger aux vaches. En fonction des localités de chaque exploitation, il y a un impressionnant capital naturel à exploiter et il est plus important qu'on ne le pense. L'Azolla et la Lentille d'eau sont des ressources très intéressantes qui sont présentes dans les fossés depuis de nombreuses années. Il serait extrêmement intéressant d'explorer d'autres voies que celles que l'on connaît déjà. Lors de mon stage j'ai appris que le capital naturel qui nous entoure peut-être valoriser autrement. Par exemple les roseaux dans les marais pour la litière des animaux ou le bois issu du taillage des haies pour en faire de la litière bocagère.

La grande nouveauté de ce stage fut le côté agronomique et environnemental des missions qui m'ont été confiées. Le cadre de ce stage ainsi que l'équipe m'a permis de d'accomplir pleinement mes missions.

J'ai pu proposer mes idées lors des différentes tâches à effectuer. Mes encadrantes m'ont permis d'être autonome pendant ces deux mois. La routine n'a pas fait partie de mon stage puisque chaque jour était différent et les missions proposées étaient très diversifiées.

Cette filière que je n'avais jamais eue l'occasion d'expérimenter fût une agréable surprise. Ce stage m'a permis d'étoffer et de confirmer mes attentes en termes de projet professionnel.

## Références bibliographiques

BOU M., PIPET N., DUTARTRE A., 2012. **Synthèse des études menées de 2006 à 2011 sur les lemnacées dans le Marais poitevin, IUT La Roche sur Yon, IIBSN, Irstea, 91 p.**

Disponible sur : « <https://www.gesteau.fr/sites/default/files/synthese-etudes-lentilles-marais-poitevin-2006-2011.pdf> »

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2009. **Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture.**

Disponible sur : « <https://www.fao.org/3/i1141e/i1141e03.pdf> »

Heuzé V., Tran G., 2015. **Lentilles d'eau. Feedipedia, un programme INRAE, CIRAD, AFZ et FAO.**

Disponible sur : « <https://www.feedipedia.org/node/15306> »

H Nantoumé., S Sidibé., S Cissé., D Cinq-Mars., A Kouriba., A Sanogo., A Olivier., et J Bonneville.,2014. **Feed preferences of sheep: palatability of the main browse/tree fodder species in the southeastern part of Mali.**

Disponible sur : « [https://www.researchgate.net/profile/Alain-Olivier/publication/287860119\\_Feed\\_preferences\\_of\\_sheep\\_Palatability\\_of\\_the\\_main\\_browsetre\\_e\\_fodder\\_species\\_in\\_the\\_southeastern\\_part\\_of\\_Mali/links/56eb291c08aeb65d7593aef3/Feed-preferences-of-sheep-Palatability-of-the-main-browse-tree-fodder-species-in-the-southeastern-part-of-Mali.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alain-Olivier/publication/287860119_Feed_preferences_of_sheep_Palatability_of_the_main_browsetre_e_fodder_species_in_the_southeastern_part_of_Mali/links/56eb291c08aeb65d7593aef3/Feed-preferences-of-sheep-Palatability-of-the-main-browse-tree-fodder-species-in-the-southeastern-part-of-Mali.pdf) »

MNHN & OFB [Ed]. 2003-2022. **Fiche de Lemna minuta Kunth, 1816. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).**

Disponible sur : « [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/105433](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/105433) »

ARCHIMEDE, H., BASTIANELLI, D., FANCHONE, A., GOURDINE, J.-L., & FAHRASMANE, L. (2019). **Aliments protéiques dans les systèmes mixtes intégrés polyculture-élevage en régions tropicales. INRAE Productions Animales, 31(3), 221–236.**

Disponible sur : « <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.3.2338> »

WEBMASTER.2019. **Fourrage vert : l'azolla.**

Disponible sur : « <https://www.agriculture-afrique.com/fourrage-vert-lazolla/> »

PIERRE HARLAUT, 2019. **Cultiver l'azolla caroliana en aquaponie.**

## Table des figures

<i>Figure 1 Localisation du parcellaire de l'UE de SLP.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 2 Prélèvements de l'Azolla (gauche) et de la Lentille d'eau (droite) dans les fossés .....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 3 Rinçage des Lentilles d'eau.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 4 Les vaches au cornadis avant la distribution.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 1 Les différents composants analysés en laboratoire.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 2 Calendriers prévisionnels des tests d'appétence.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 3 Valeurs nutritionnelles de l'Azolla et de la Lentille d'eau.....</i>	<i>14</i>
<i>Graphique 1 Vitesse d'ingestion en fonction des jours et du type d'aliment distribué.....</i>	<i>16</i>





# ANNEXES

Lors de mon stage j'ai pu visiter pendant une 1/2 journée l'unité expérimentale de Gotheron située aux alentours de Valence. Cette UE fait partie du projet SourceN. La problématique est identique à celle que je traite mais cette équipe explore si l'herbe située entre les rangs des arbres fruitiers dans les vergers de leur unité pourrait être valorisée par la filière cunicole (pâturage de l'herbe par des lapins de chair).



**Annexe 1** : Visite de l'unité expérimentale de Gotheron





### **Annexe 2 : Distribution des Lentilles d'eau broyées**

J'ai broyé des Lentilles d'eau sèches à l'aide d'un broyeur à végétaux. Les seaux ont été distribués aux vaches. L'essai a été un succès puisqu'il n'y avait aucun refus.