

La Renouée du Japon : plante invasive et plans de lutte

L'invasion par la Renouée du Japon représente une menace pour les écosystèmes dans lesquels elle s'implante. Plusieurs moyens de lutte ont déjà été mis en place mais très peu d'entre eux aboutissent à une éradication totale de la plante.



Caractéristiques



- Croissance** très rapide par multiplication végétative
- Surface foliaire** très développée entraînant une concurrence
- Capacité à développer un **important système rhizomal**



Dangerosité des rhizomes

Rhizome : Partie souterraine contenant des réserves nutritionnelles pouvant émettre des racines et des tiges aériennes

Le rhizome est un élément majeur du caractère invasif de la plante.

Bâchage Sur le terrain



Exemple de bâchage réalisé par les étudiants à Belleville (54) en Mars 2016

- Principe**: Couvrir le sol pour étouffer la plante et épuiser ses réserves
- Type de bâche** : Bâche agricole (double épaisseur)
- Durée** : 3 à 5 ans
- Expérimentation par les élèves** : Travaux de bâchage réalisés à Vandœuvre-lès-Nancy et Belleville en Mars 2016

Etude des réserves En laboratoire

Prélèvement des rhizomes

Culture dans des rhizotrons

Rhizotron : appareil expérimental permettant de faire pousser un rhizome dans un compartiment confiné, laissant sortir les tiges par un orifice supérieur.

Expériences



Simulation de bâchage

Simulation de fauche

Témoin

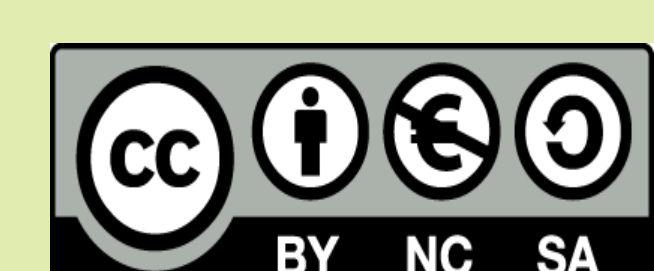
Dosage chimique des réserves

L'étude des réserves en laboratoire permet d'observer la réponse de la plante aux plans de lutte. Ceux-ci pourront être adaptés à l'aide des résultats obtenus. Le bâchage est une technique peu coûteuse mais qui nécessite un suivi régulier. Cette méthode semble prometteuse car elle permet d'affaiblir suffisamment la Renouée du Japon pour qu'une renaturation écologique soit possible.

Étudiants : CAMPANELLA Laurine, CREMILLEUX Maéva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa, PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise

Tuteurs : JURJANZ Stefan, LERCH Sylvain, LE ROUX Yves

Contacts : renoueebelleville@gmail.com et renoueevandoeuvre@gmail.com





Projet Professionnel 2015-2016
Rapport bibliographique
29/01/2016

Lutte contre des plantes invasives, les
Renouées asiatiques

Laurine CAMPANELLA, Maéva CREMILLEUX, Valentin FALCON, Aurélie HAMELIN,
Adeline KAROLKOWSKI, Lisa MICHAUD, Justine PAPIN, Charles PLESSIS, Maxime SCHMITT,
Élise THIRIET

Tuteurs du projet : Stefan JURJANZ, Sylvain LERCH, Yves LE ROUX

Table des matières

Remerciements.....	3
Table des figures.....	4
Résumé.....	6
Introduction.....	7
I. Botanique des plantes invasives – les Renouées asiatiques.....	8
I.A. Les Renouées, plantes invasives en France	8
I.A.1. Définition d'une plante invasive.....	8
I.A.2. Les différentes espèces de Renouées asiatiques	8
I.A.2. Les Renouées asiatiques en Lorraine	9
I.B. Le cycle biologique des Renouées asiatiques	10
I.B.1. Mode de reproduction	11
I.B.2. Une dispersion efficace grâce à un système de rhizomes très important.....	11
I.B.3. Une très grande capacité de régénération.....	11
I.C. Les dégâts causés par les Renouées asiatiques	11
I.C.1. Un impact sur la biodiversité végétale	11
I.C.2. Un impact sur la biodiversité animale	12
I.C.3. Un impact sur les activités humaines	12
II. Les différents moyens de lutte et les expériences réalisées	12
II.A. Méthodes de lutte radicales.....	13
II.A.1. Traitements chimiques.....	13
II.A.2. Décaissement du sol et extraction des rhizomes	13
II.B. Méthodes de lutte sur le long terme	14
II.B.1. Fauche répétée.....	14
II.B.2. Lutte biologique.....	15
II.B.2.a. Ecopâturage	15
II.B.2.b. Introduction d'insectes dans le milieu	17
II.B.3. Traitement thermique	18
II.B.4. Bâchage et géotextile	19
II.B.5. Renaturation écologique	19
II.C. Quelques exemples de bâchage en France.....	20
II.C.1. Méthode de concassage bâchage à Viviers-du-Lac (73) [10].....	20
II.C.2. Bâchage aux Collières à Epinouze (26) [10]	21
II.C.3. Végétalisation de berges au ruisseau de la Combaz (73) [10]	22
II.C.4. Bâchage de la friche industrielle des Prés de Vaux, Besançon [36].....	23
II.C.5. Les travaux de restauration écologique de la ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) des Prés de Coulanges (58) [37]	24
II.C.6. Bâchage réalisé par la mairie de Brest (29) [38].....	24
II.C.7. Bâchage par la Direction Principale des Routes du département de Seine-et-Marne (77) [39]	24
II.C.8. Expérimentation du bâchage à l'étang des Calettes (69) [40].....	25
II.C.9. Lutte contre la Renouée du Japon par bouturage sur géotextile au Val d'Ajol (88) [41] ...	25
II.C.10. Lutte contre la Renouée par bâchage et bouturage à Fougerolles (70) [41].....	27
III. Les enjeux des rhizomes de la Renouée du Japon	29

III.A. Le rôle du rhizome dans la dynamique d'invasion de la Renouée asiatique.	29
III.B. Difficulté à repérer et à évaluer les rhizomes.....	30
III.B.1. Présentation de la technique	30
III.B.2. Utilisation du géoradar.....	30
III.B.3. Les limites du géoradar	32
IV. Valorisations possibles de la plante.....	33
IV.A. Valorisation par méthanisation.....	33
IV.B. Des rhizomes riches en un métabolite secondaire, le resvératrol	34
IV.C. Extraction de composés actifs, vers une biotechnologie végétale	35
IV.D. Utilisation du resvératrol et de ses dérivés	36
<i>Conclusion</i>	37
<i>Références bibliographiques.....</i>	38

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document. Dans un premier temps, nos tuteurs qui nous ont donné de leur temps et leur patience : Yves Le Roux, Stefan Jurjanz, et Sylvain Lerch. Nous remercions également les autres groupes de projet professionnel qui ont traité comme sujet les Renouées asiatiques en 2013-2014 (Les plantes invasives) et en 2014-2015 (Ecopâturage : une stratégie de lutte contre les Renouées asiatiques et Maîtrise de la Renouée par la fauche répétée et valorisation par méthanisation). Nous sommes aussi reconnaissants envers Paul Montagne (botaniste de l'Association Florraine54) qui nous a transmis ses connaissances à propos des plantes invasives et Florence Piola (maître de conférence à l'Université Lyon I) qui nous a donné accès à de nombreuses informations sur les Renouées asiatiques.



Table des figures

Figure 1 : Une Renouée du Japon [13]	8
Figure 2 : Une Renouée de Sakhaline [13]	9
Figure 3 : Les différentes feuilles des trois espèces des Renouées asiatiques [4]	9
Figure 4 : Les différentes zones envahies par la Renouée à Belleville (54) [13]	10
Figure 5 : Le cycle biologique des Renouées asiatiques [13]	10
Figure 6 : Une Renouée passant à travers le bitume	12
Figure 7 : Véhicule Service Viabilité de l'entreprise Noremat [21]	15
Figure 8 : Site de Sadoul à Laxou [13]	16
Figure 9 : Des boucs de race Lorraine, Charlie [13] et Jacky (crédit photo Mr MERCENIER Frédérci, 10/06/15, Est Républicain)	17
Figure 10 : Aphalara itadori [26]	17
Figure 11 : Schéma explicatif des avantages et inconvénients d'un prédateur insecte [27] [28]	18
Figure 12 : Un désherbeur thermique	18
Figure 13 : Carte de localisation de certains essais de bâchage recensés en France	20
Figure 14 : Concassage bâchage à Viviers-du-Lac [10]	21
Figure 15 : Bâchage aux Collières à Epinouze [10]	22
Figure 16 : Contrôle de l'état de pourrissement des rhizomes de Renouée après une année de bâchage [10]	22
Figure 17 : Berge avant et après renaturation écologique [10]	22
Figure 18 : Détail du géotextile de la friche industrielle des Prés de Vaux à Besançon, parcelle traitée depuis quelques mois [36]	23
Figure 19 : Évolution après un an et demi de pose de géotextile sur les friches industrielles des Prés de Vaux, Besançon [36]	24
Figure 20 : Etang des Calettes envahi par la Renouée [40]	25
Figure 21 : Berge avant et après pose du géotextile [41]	26
Figure 22 : Plan de l'expérimentation de pose de géotextile au Val d'Ajol le long de la Combeauté [41]	26
Figure 23 : Site après pose de la bâche [41]	27
Figure 24 : Installation des 2400 boutures de saules [41]	27
Figure 25 : 80% des boutures mesurent 1,50 mètres [41]	27
Figure 26 : Exemples de rhizomes des Renouées asiatiques [21]	29
Figure 27 : Schéma d'un géoradar tiré du site internet de SOT prospection [43]	30
Figure 28 : Schéma explicatif de l'utilisation du géoradar dans le cadre de l'étude de la répartition de racine [44]	31
Figure 29 : Représentation des données après traitement informatique [44]	31
Figure 30 : Étude de l'amplitude de réflexion en fonction du diamètre des racines [44]	32
Figure 31 : Schéma d'un système de méthaniseur [21]	33
Figure 32 : Graphique représentant le pouvoir méthanogène de la Renouée Asiatique [21]	34
Figure 33 : Molécule de resvératrol [48]	34

Figure 34 : Comparaison des pièces de rhizome avant extraction et du resvératrol isolé après extraction [48]	35
Figure 35 : Effet de la polydatine sur le taux d'infarctus cérébraux [51]	36
Tableau 1 : Rendement de l'extraction du resvératrol [48]	35

Résumé

L'invasion par des plantes comme les Renouées asiatiques est un problème écologique important. En effet ces plantes appauvrissent considérablement la biodiversité du milieu.

Cette année, parmi les différents moyens de lutte possibles, notre intérêt s'est porté sur le bâchage, une méthode physique qui consiste à recouvrir une parcelle envahie par des Renouées asiatiques à l'aide d'une bâche. Cela permet de limiter la croissance de la partie aérienne et donc de « contrôler » l'expansion de la zone envahie tout en épuisant les réserves stockées dans la partie souterraine. Pour appliquer cette méthode, il faut connaître l'étendue du réseau de rhizome, cependant estimer le volume de la partie souterraine est compliqué. Il existe une technique capable d'analyser le réseau de rhizome en profondeur, le géoradar, mais il s'avère onéreux, difficile à se procurer et à utiliser.

Nous nous sommes également intéressés à l'évaluation des réserves stockées dans les rhizomes. En effet, ce sont elles qui permettent à la plante de produire une biomasse conséquente et d'assurer une reproduction efficace par multiplication végétative à l'origine d'une invasion importante : 0,7 grammes sont suffisants pour permettre la régénération d'un plant.

De plus, peu d'études sur les Renouées asiatiques ont été réalisées notamment parce que l'intérêt qui leur est porté est récent. La nature des réserves contenues dans les rhizomes est mal connue, mais des substances intéressantes telles que le resvératrol ont été identifiées et permettent une valorisation des Renouées.

Une autre mise en valeur est possible via la méthanisation : les parties aériennes récupérées après une fauche peuvent ainsi être converties en énergie, et ce sont notamment les jeunes pousses qui présentent le plus grand pouvoir méthanogène.

Ainsi, si la lutte contre les Renouées asiatiques a un coût économique, leur valorisation permet d'amortir les frais engagés.

Mots-clés : Renouées asiatiques, rhizomes, réserves, bâchage

Introduction

Originaires d'Asie orientale, les Renouées asiatiques sont aujourd'hui présentes en Europe et notamment en France où elles sont devenues l'une des principales espèces invasives. Son mode de reproduction asexué par des rhizomes (parties souterraines de la plante) lui permet de s'étendre sur de larges étendues. Cette expansion n'est pas sans conséquences, puisqu'elle implique entre autres une monotonie du paysage, une baisse de la biodiversité ou encore une instabilité de l'écosystème. Une surface envahie peut ainsi devenir inutilisable.

Les Renouées représentent un réel problème dans la mesure où il est très difficile de l'éradiquer. Elles nécessitent de plus d'engager de lourds investissements financiers. Actuellement il existe différents moyens de lutte : chimiques, physiques ou encore biologiques. Cependant la plupart de ces méthodes ne traitent pas la partie souterraine.

Comment lutter contre les Renouées asiatiques ?

Dans ce projet nous nous intéressons plus particulièrement aux rhizomes des Renouées, car peu d'informations existent sur ce sujet contrairement aux parties aériennes.

Cependant, ces rhizomes contiennent un certain nombre de réserves dont certaines ont été identifiées et présentent un intérêt économique.

I. Botanique des plantes invasives – les Renouées asiatiques

I.A. Les Renouées, plantes invasives en France

Elles sont présentes en France, notamment en Rhône-Alpes, Lorraine, Bretagne...

I.A.1. Définition d'une plante invasive

Une plante invasive est une espèce pionnière qui a été importée dans un écosystème qu'elle modifie. Elle s'est adaptée à ce nouveau milieu de vie, y prolifère et peut être toxique ou allergisante pour l'homme et les animaux [1]. Les espèces invasives se caractérisent par un fort potentiel d'occupation spatiale, une photosynthèse accrue à l'origine d'une biomasse importante et une reproduction efficace. Elles ont parfois une résistance considérable aux herbicides. Elles peuvent également produire des composés freinant la germination d'autres espèces, appelés composés allélopathiques. De plus, elles induisent progressivement le peuplement monospécifique du milieu en dégradant la biodiversité. Elles n'ont localement pas de prédateurs ni d'espèces concurrentes [2].

Tous ces critères les différencient des espèces importées naturalisées mais non invasives. En effet, seulement une espèce sur 900 espèces importées, volontairement ou non, est invasive. Le processus d'invasion se caractérise par trois étapes :

- l'implantation : une première population s'installe sur le milieu, s'adapte et se reproduit,
- la propagation,
- l'invasion : les populations installées prolifèrent en modifiant le milieu.

Cependant ce processus est lent, il peut durer de 150 à 200 ans. C'est pourquoi les plantes invasives peuvent être classées selon leur statut momentané local [1].

En Lorraine, la Renouée du Japon est une plante invasive. Elle se situe principalement sur des milieux pauvres en azote et en carbone, pollués ou dégradés par des activités anthropiques comme le long des cours d'eau, des routes et des voies ferrées [1].

I.A.2. Les différentes espèces de Renouées asiatiques

Les Renouées asiatiques sont des Polygonacées, il en existe plusieurs espèces.



Figure 1 : Une Renouée du Japon [13]

La Renouée du Japon a plusieurs noms latins : Reynoutria Japonica ou Fallopia Japonica. C'est une plante herbacée pérenne atteignant jusqu'à 3 m de hauteur et qui comporte un important réseau de rhizomes souterrains pouvant atteindre de 3 à 10 m de profondeur [3]. Ses feuilles cordées à nervation pennée et limbe

entier font en moyenne 18 cm de longueur pour 8 cm de largeur, ce qui lui apporte un fort pouvoir photosynthétique. Son inflorescence, de type épi de cyme triflore, est à port dressé [13].

La Renouée de Sakhaline, *Reynoutria Sakhalinensis*, réalise une reproduction végétative mais peut aussi se reproduire en disséminant ses graines de type akène [3]. Ses feuilles sagittées à nervation pennée et limbe entier mesurent en moyenne 30 cm de longueur pour 13 cm de largeur [1]. Son inflorescence, de type épi de cyme triflore, est à port tombant.

Enfin, il existe une dernière espèce hybride, la Renouée de bohème, *Reynoutria bohemica*, provenant du croisement des deux précédentes. De plus, elle est également capable de se reproduire en disséminant des graines de type akène.



Figure 2 : Une Renouée de Sakhaline [13]



Figure 3 : Les différentes feuilles des trois espèces des Renouées asiatiques [4]

I.A.2. Les Renouées asiatiques en Lorraine

La Renouée du Japon fut introduite aux Pays-Bas en 1846 comme plante ornementale, fourragère et stabilisatrice des sols puis fut propagée à travers l'Europe par les cours d'eau et les déplacements de remblais. C'est seulement en 1936 qu'elle apparaît en France sous forme de clone mâle octoploïde, capable de se propager par multiplication végétative mais aussi par reproduction sexuée [5].

Elle est notamment très présente en Lorraine comme à Belleville, le long de l'ancien canal de Moselle ou encore Laxou – deux communes de Meurthe et Moselle. La Renouée de Sakhaline, bien que moins répandue est également présente à Laxou.

Enfin, la dernière espèce hybride reste un souci non négligeable en Allemagne mais ne se développe pas en France [1]. C'est pour cette raison que notre synthèse bibliographique traite essentiellement des Renouées du Japon et de Sakhaline.



Figure 4 : Les différentes zones envahies par la Renouée à Belleville (54) [13]

I.B. Le cycle biologique des Renouées asiatiques

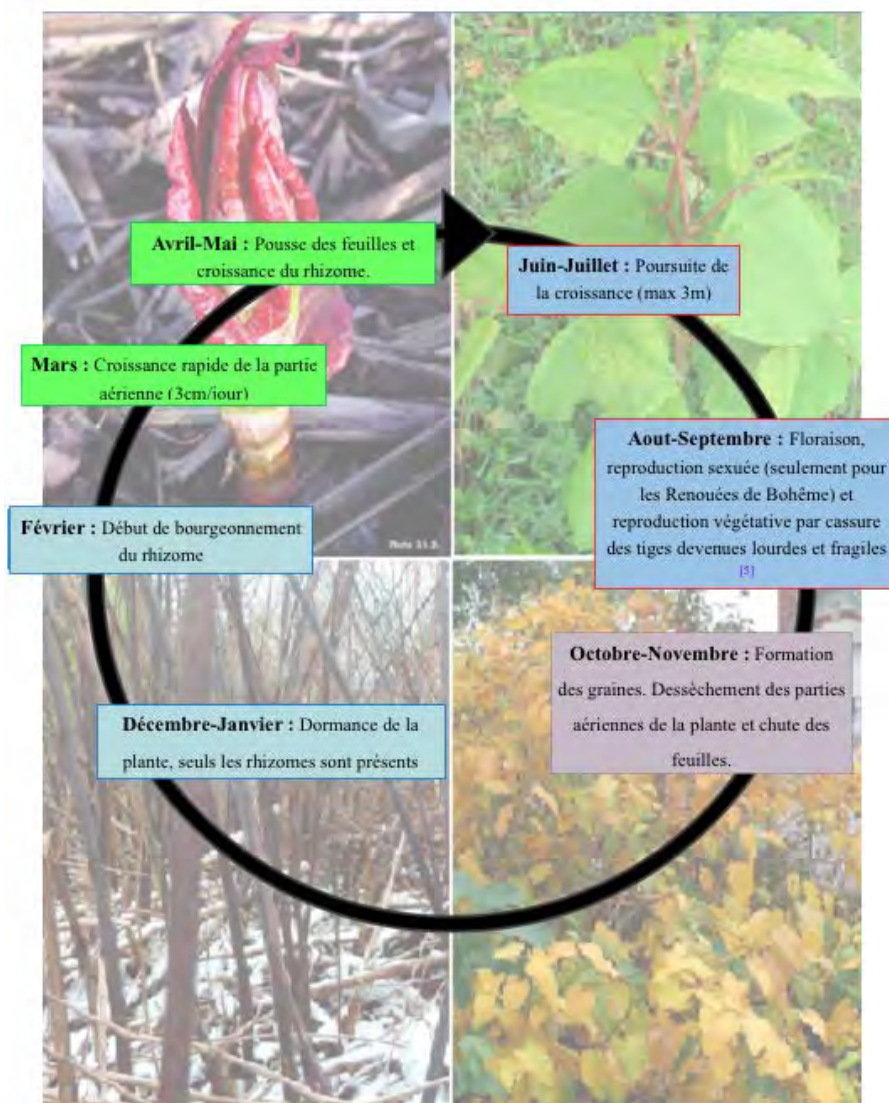


Figure 5 : Le cycle biologique des Renouées asiatiques [13]

I.B.1. Mode de reproduction

Chez les végétaux supérieurs, il existe deux types de reproduction :

- La reproduction sexuée a lieu surtout chez la Renouée de Bohême relativement aux autres espèces. Les fleurs sont blanches, hermaphrodites et fertiles. Elles apparaissent à la fin de l'été et les akènes sont mûres et peuvent être disséminés en automne [6]. Ce mode de reproduction n'est cependant pas majoritaire dans la reproduction de la Renouée de Bohême. En effet, la germination se fait très peu dans le sol (24%). En revanche, lorsque les akènes tombent dans l'eau, la germination est facilitée (91%), les plantules peuvent par ailleurs flotter/dériver pendant une période inférieure à 13 jours [7].

- La multiplication végétative à partir de fragments de rhizome, de rejets (marcottage) ou de tiges (bouturage). Ce mode de dissémination, majoritaire, est très rapide et efficace [1].

I.B.2. Une dispersion efficace grâce à un système de rhizomes très important

La propagation des rhizomes et des tiges est permise par l'eau ou par transport de terres contenant des fragments de plantes. Les rhizomes sont des organes de réserve qui permettent à la plante de passer l'hiver et de reprendre une croissance rapide au printemps. Cette reprise est d'ailleurs précoce par rapport aux plantes de la région.

I.B.3. Une très grande capacité de régénération

Lorsque la partie aérienne est fauchée, le rhizome n'est pas dégradé et il est capable ensuite de former de nouvelles tiges qui pourront donner un nouveau massif. Ainsi, 0,7 grammes de rhizome, ou encore une tige comportant deux nœuds suffisent pour former un nouveau plant [8].

Ce cycle biologique confère un avantage à la prolifération des Renouées asiatiques à l'origine d'impacts plus ou moins graves.

I.C. Les dégâts causés par les Renouées asiatiques

I.C.1. Un impact sur la biodiversité végétale

Les Renouées asiatiques sont responsables de nombreux problèmes écologiques. Elles sont en effet classées parmi les 90 espèces les plus préoccupantes selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature [9]. La présence de ces invasives diminue considérablement la biodiversité en colonisant les milieux au détriment des espèces indigènes végétales. Ces dernières ne peuvent pas survivre à ses côtés, entraînant ainsi une mono-spécificité du milieu [1]. Dans certains cas, la Renouée du Japon peut même éliminer jusqu'à 50% de la flore indigène d'une prairie [10].

De plus, cette perte de biodiversité est à l'origine d'une diminution de la présence d'espèces pionnières qui contribuent à la création de conditions stables pour la mise en place d'un écosystème [9].

D'autre part, selon certaines études [11], ces invasives modifient le cycle de l'azote en influençant l'activité de nitrification et de dénitrification des bactéries du sol. Ceci est possible par action de substances allélopathiques [12] qui empêchent la germination ou la croissance de certaines espèces végétales [13] [14]. En outre, la plante fixe l'azote dans la rhizosphère et favorise son implantation au détriment de la succession d'espèces végétales. Elle fournit également moins d'azote que les espèces indigènes, ce qui peut perturber l'équilibre chimique du sol [12]. Elle est capable de détourner les ressources nutritives et énergétiques du sol pour ses propres besoins.

Enfin, la Renouée du Japon empêche la lumière de pénétrer sous son feuillage en raison d'un important

couvert végétal. Ainsi, les végétaux de plus petite taille ne peuvent plus réaliser leur photosynthèse ce qui nuit à leur développement.

I.C.2. Un impact sur la biodiversité animale

La diminution de la diversité végétale entraîne d'autres conséquences sur la diversité animale. Tout d'abord, le nombre d'invertébrés phytophages diminue, ce qui est à l'origine d'une diminution du nombre de consommateurs secondaires se nourrissant de ces derniers. Par exemple, la diminution de la population des sauterelles a un impact sur celle des araignées. Cela peut causer une diminution de 65% de la biomasse des invertébrés dans les zones herbacées et de 40% dans les zones humides [11]. Toute la chaîne trophique se trouve alors en difficulté.

On note cependant un aspect positif des Renouées asiatiques pour les pollinisateurs, en effet elles fleurissent tardivement aux alentours de septembre lorsque les autres angiospermes ne fleurissent plus.

I.C.3. Un impact sur les activités humaines

L'invasion des Renouées entraîne également des conséquences sur les activités humaines. Elle pose par exemple d'énormes problèmes au niveau des cours d'eau. En effet, les tiges sèchent à la fin de la période végétative et sont alors emportées par l'eau. Le sol est ainsi nu en hiver, ce qui favorise son érosion, augmentant les risques d'inondation [15]. Les tiges entraînées par le courant peuvent par ailleurs s'accumuler au niveau des berges, rendant ainsi leur accès difficile voire impossible. En prenant la place d'espèces autochtones comme le Saule, stabilisatrices des berges, les Renouées diminuent la stabilité de ces sols.



Figure 6 : Une Renouée passant à travers le bitume

Cette plante peut également coloniser des terres cultivables et rendre de cette manière toute activité agricole impossible. Elle peut nuire à la visibilité le long des routes et au niveau d'intersections où elle masque des panneaux de signalisation. Elle est aussi capable de pousser dans des conditions peu favorables, notamment au niveau de fissures dans le bitume ou de fragilisation d'infrastructures.

Ainsi, la Renouée du Japon fragilise fortement les écosystèmes locaux par la pression qu'elle exerce sur ces milieux (biomasse importante, production de substances allélopathiques, concurrence des espèces indigènes,...). Elle est à l'origine d'une diminution de la présence d'espèces animales et végétales et tend à homogénéiser les paysages. Il y a alors un déséquilibre des écosystèmes et des sols qui s'accompagne d'une érosion plus importante de ces derniers. Toutefois, il ne faut pas oublier que les impacts écologiques sont décalés dans le temps par rapport à la dynamique d'invasion. Si cette dernière continue à proliférer, les conséquences écologiques seront de plus en plus importantes.

II. Les différents moyens de lutte et les expériences réalisées

Différentes méthodes ont déjà été mises en œuvre pour lutter contre le caractère invasif des Renouées asiatiques. Nos recherches ont surtout été portées sur la Renouée du Japon et de Sakhaline. Certaines méthodes consistent à épuiser progressivement les ressources de la plante par un travail en surface et d'autres plus radicales s'attaquent à son métabolisme ou consistent à détruire ses réserves en profondeur. Mais la pratique montre que l'utilisation combinée de plusieurs méthodes de lutte est plus efficace contre la plante.

II.A. Méthodes de lutte radicales

II.A.1. Traitements chimiques

Au sein de la lutte chimique, il est possible de distinguer un traitement dit « doux » et un traitement phytosanitaire plus « dur ». Le traitement doux consiste à pulvériser une solution saline concentrée sur les feuilles des Renouées afin de perturber l'équilibre des cellules végétales et d'aboutir à la mort des tissus. Cependant cette technique est encore expérimentale et aucune étude ne permet à ce jour d'affirmer que les rhizomes sont atteints.

Le traitement phytosanitaire est basé sur l'utilisation de molécules systémiques de synthèse, qui diffusent et ont une action néfaste sur la totalité de la plante. Parmi les substances employées figurent le Chlorate de sodium ou des produits comme le Garlon 2000 (Triclopyr 60 g/L, Fluroxypyr 20 g/L) [16], mais le plus utilisé est le glyphosate (RoundUp®), un herbicide non-sélectif provoquant la mort de cellules végétales et qui semble être le plus efficace. Cette technique est rapide, mais nécessite une utilisation soumise à de nombreuses conditions.

Il existe plusieurs manières d'utiliser ces phytocides systémiques : les pulvériser sur les feuilles de la plante, les injecter dans les tiges (5 à 10 mL de glyphosate par tige sont nécessaires), dans les rhizomes ou en badigeonnant la base des tiges préalablement coupées [17]. Chacune de ces techniques nécessite une coupe du massif quelques semaines auparavant pour que le couvert végétal à traiter ne soit pas trop important. Il est conseillé d'ajouter un colorant au mélange chimique de façon à visualiser l'avancement du traitement.

L'aspersion foliaire peut être utilisée juste avant la floraison pour des massifs larges, mais les injections ne peuvent être réalisées que sur des zones restreintes car chaque tige doit être traitée. Les pulvérisations ou les injections peuvent être renouvelées selon la repousse de la plante.

Il y a cependant de nombreuses précautions à respecter et l'utilisation est soumise à la législation. Tout d'abord ces types de produits, bien qu'en vente libre, représentent un danger pour la santé humaine, l'utilisateur doit donc se protéger entièrement avant utilisation. Mais leur application dépend de la météo et nécessite la plus grande rigueur car ils ont un impact très important sur les grands équilibres naturels. Il est strictement interdit de les utiliser à proximité d'un cours d'eau, de tout milieu ou de toute ressource en eau, afin d'éviter d'en perturber la flore ou de contaminer les eaux de consommation.

Cette technique montre des résultats plutôt satisfaisants, mais les effets sont très variables d'un contexte à l'autre. Ces substances hautement toxiques et non-sélectives doivent, par conséquent, être utilisées avec prudence et parcimonie et ne devraient être réservées qu'à des situations extrêmes ou pour des zones clés à forts enjeux. Beaucoup de communes se sont par ailleurs engagées à ne plus utiliser de produits phytosanitaires d'ici 2017, elles se tournent alors vers des méthodes moins nocives pour l'environnement.

II.A.2. Décaissement du sol et extraction des rhizomes

Une autre technique visant à éliminer entièrement la Renouée du Japon est le concassage des rhizomes. Moins dangereuse pour l'écologie du milieu, elle consiste à se débarrasser de la totalité de la plante ainsi que de ses rhizomes. Cette méthode requiert une grande attention car le risque de les fragmenter et de les disperser est important, sachant que 0,7 g de rhizome suffisent à la repousse d'un nouveau plant [8]. La majorité des rhizomes de la Renouée du Japon se situe dans les 50 premiers centimètres du sol, mais peut atteindre dans certains cas plusieurs mètres de profondeur. La plante est arrachée, la terre doit être retirée autour des rhizomes les plus en surface, ils sont ensuite extraits, séchés, puis brûlés. Puis le sol doit être décaissé et tamisé jusqu'à 3 m de profondeur. Ces opérations sont optimales dans un rayon « tampon » de 7 à 10 m autour du massif avec minutie, les outils et les équipements doivent être nettoyés attentivement pour éviter toute dissémination.

Ce type de traitement ne concerne que des plants très jeunes, des zones nouvellement infestées ou des surfaces très réduites, moins de 2 m² de préférence pour des raisons essentiellement financières. Pour des massifs en place depuis plusieurs années, l'étendue des rhizomes est difficilement évaluable et dépend de nombreux paramètres.

Cependant certains essais d'excavation sur de grandes surfaces ont déjà été faits, mais ils sont limités du fait de leur coût : 6900€/100 m². Cette estimation est réalisée pour un massif de 10x10 m, avec une zone « tampon » de 3 m et sur 3 m de profondeur [18].

Ces méthodes radicales ne sont pas les plus appropriées d'un point de vue environnemental ou économique. Il existe d'autres méthodes plus respectueuses sur le long terme.

II.B. Méthodes de lutte sur le long terme

II.B.1. Fauche répétée

Lorsqu'un massif couvre une surface plane et importante, de plus de 10m² [19], la lutte se complique. Un moyen applicable et déjà utilisé est la fauche répétée. En effet, la Renouée réagit à la coupe en augmentant la densité des tiges qui repoussent avec un diamètre plus faible car la plante puise dans ses réserves contenues dans le rhizome pour assurer la repousse. C'est pourquoi cette pratique n'a de sens qu'à long terme, sur une durée minimale de 5 à 10 ans [20]. En la fauchant régulièrement, à raison de 6 à 8 fois par an entre mai et septembre [19], la Renouée épuise ses réserves et repousse avec une vitalité moindre. De plus, la tige de la plante n'a pas le temps de se lignifier entre chaque intervalle ce qui facilite la fauche qui intervient entre mai et septembre, période durant laquelle la croissance des Renouées est maximale.

Cependant, cette méthode comporte plusieurs risques et doit être appliquée avec quelques précautions. La fauche ne doit pas être trop basse car elle risquerait de toucher le rhizome et donc de disperser la Renouée. De plus, la coupe doit être franche. Une broyeuse risquerait de favoriser la propagation de la Renouée en dispersant les fragments de tiges. L'outil utilisé pour la fauche est donc primordial et nécessite un nettoyage. La barre de coupe ne doit pas être trop basse, de l'ordre de quelques centimètres [20] et les résidus des Renouées ne doivent soigneusement être collectés.

Dans le cadre de notre projet, l'outil utilisé pour la fauche est une machine de l'entreprise Noremat® appelée Véhicule Service Viabilité [21]. Cet appareil est non seulement équipé pour couper, mais également pour aspirer et broyer les Renouées fauchées au sein d'un compartiment prévu à cet effet, limitant les risques de dissémination de l'espèce.



Figure 7 : Véhicule Service Viabilité de l'entreprise Noremat [21]

Dans le village de Sexey aux Forges (54), ce genre de protocole a été mis en place. Après 6 ans de fauche répétée sur une plaque de Renouée du Japon implantée depuis une trentaine d'années, la disparition totale de la plante invasive a été observée. Il faut noter cependant que la nature du sol (très acide) n'était que peu favorable au développement de la Renouée du Japon.

La fauche peut également être couplée à d'autres méthodes de lutte pour une meilleure efficacité.

II.B.2. Lutte biologique

II.B.2.a. Ecopâturage

Principe de la méthode

L'écopâturage est une technique d'entretien biologique des espaces verts par l'introduction d'herbivores sur la zone envahie, et ceci en complémentarité ou en substitution à l'entretien mécanique ou chimique. Les animaux se nourrissent de la partie aérienne de la plante, ce qui permet d'épuiser les rhizomes et de lutter contre l'invasive sur le long terme.

Cette méthode de lutte présente de nombreux avantages, qu'ils soient économiques, écologiques ou même sociaux. En effet, l'utilisation d'herbivores permet de diminuer l'usage d'engins et de dés herbants, et donc d'atténuer la pollution. De plus, cette technique peut être un vecteur de lien social et un support de communication et de sensibilisation aux problèmes des plantes invasives. Cette méthode permet également de gérer les milieux difficiles d'accès, comme les terrains en pente ou les friches [22].

Il est nécessaire de réaliser une fauche préalable du site avant d'introduire les animaux. Celle-ci permet de limiter la hauteur et la lignification des tiges.

Plusieurs herbivores peuvent être utilisés comme des vaches, des chevaux, des moutons, des chèvres et même des lamas. Le type d'herbivore est choisi en fonction du milieu et des besoins. En effet, des petits herbivores comme des moutons ou des chèvres peuvent atteindre des zones difficile d'accès, mais ils ont une plus petite capacité d'ingestion que les gros herbivores. A l'inverse, les gros herbivores ont l'avantage de détruire les parties lignifiées par piétinement, mais le coût pour les collectivités est alors plus important.

D'après une enquête réalisée par l'association Entretien Nature & Territoire en 2013, le mouton est l'espèce la plus choisie dans des projets d'écopâturage en France (45%), suivi des chèvres (24%) [23].

Différents essais d'écopâturages contre les Renouées

L'écopâturage dédié contre les Renouées a été testé à plusieurs endroits et ceux-ci ont été recensés par le groupe de projet professionnel travaillant sur l'écopâturage en 2015 à l'ENSAIA. Cette méthode a donc été mise en place à Lille (59), à Plérin (22), à Courdimanche (95), à Saint-Calais du Désert (53), à Sainte-Foy-lès-Lyon (69), en Bade Wurtemberg (Allemagne), sur la commune du Val d'Ajol (88) et enfin à Torcy (77) [13].

L'écopâturage a permis dans de nombreuses situations l'affaiblissement, voire la disparition, de la plante invasive, mais pour cela l'expérimentation doit être menée le plus sérieusement possible et sur plusieurs années. De façon générale, il est nécessaire de maintenir une surveillance sanitaire des animaux et vérifier que ces derniers ne soient pas en sous-nutrition. Il faut donc former des personnes afin de surveiller les animaux. De plus, cette méthode doit prendre en compte le montage économique qui permet d'assurer un revenu aux éleveurs sous contrat.

Un exemple d'écopâturage sur le site de Sadoul à Laxou :



Figure 8 : Site de Sadoul à Laxou [13]

L'écopâturage a été mis en place sur le site de Laxou par le groupe du projet professionnel Ecopâturage 2014/2015 sur un terrain présentant une forte pente (environ 50%) envahi par la Renouée de Sakhaline. Cette méthode a été choisie dans une démarche durable et respectueuse de l'environnement, mais également en raison des particularités du site trop difficile d'accès pour une fauche mécanique.

Les étudiants ont travaillé en partenariat avec l'association Les Amis de la Chèvre de Lorraine. La communication autour de ce projet a permis de revaloriser cette race dont il ne reste plus beaucoup d'individus. Les mâles ont été choisis car leurs besoins nutritionnels sont moins importants que ceux des femelles, de plus ils ne nécessitent pas de traite.

La parcelle a été nettoyée et débroussaillée au préalable puis une clôture et un abri pour les animaux ont été installés.

Durant le projet, les boucs se sont effectivement nourris de Renouée, ce qui est recherché dans une démarche d'épuisement de la plante. En revanche, ils n'ont consommé que les feuilles des plantes et non les tiges. Cependant ceci peut s'avérer intéressant car la plante bourgeonne sur ses tiges et s'épuise.

Le projet doit encore être reconduit sur plusieurs années de manière à affaiblir de plus en plus la Renouée de Sakhaline.



Figure 9 : Des boucs de race Lorraine, Charlie [13] et Jacky (crédit photo Mr MERCENIER Frédéric, 10/06/15, Est Républicain)

II.B.2.b. Introduction d'insectes dans le milieu

Dans le milieu dont les Renouées sont originaires, la population est contrôlée naturellement par des prédateurs ou des parasites, comme par exemple certains insectes. L'utilisation d'un prédateur a pour effet la destruction de certaines parties de la plante : les feuilles ou les tiges. Cela empêche la prolifération et permet une baisse de sa photosynthèse, entraînant de cette façon une création de réserves dans les rhizomes moins intense.

Cette technique est expérimentée en Grande-Bretagne par l'utilisation d'un insecte l'Aphalara itadori [25]. Cet insecte de petite taille (2 mm de long [26]) consomme la plante et limite ainsi son développement.



Figure 10 : *Aphalara itadori* [26]

Pour que cette méthode soit viable, plusieurs paramètres sont à prendre en compte :

- La capacité de l'insecte à s'adapter aux conditions climatiques du pays d'insertion,
- l'effet de ce nouvel insecte sur la faune et la flore autochtones.

Pour cela, il faut mettre en contact l'insecte avec les constituants de son futur milieu de vie en laboratoire. Si les études montrent une tendance propice à l'insertion du prédateur dans le milieu, il est possible, sous le contrôle de certaines instances, de mettre en place des études grandeur nature. C'est notamment le rôle du DEFRA - Department for Environment Food & Rural Affairs - en Angleterre.

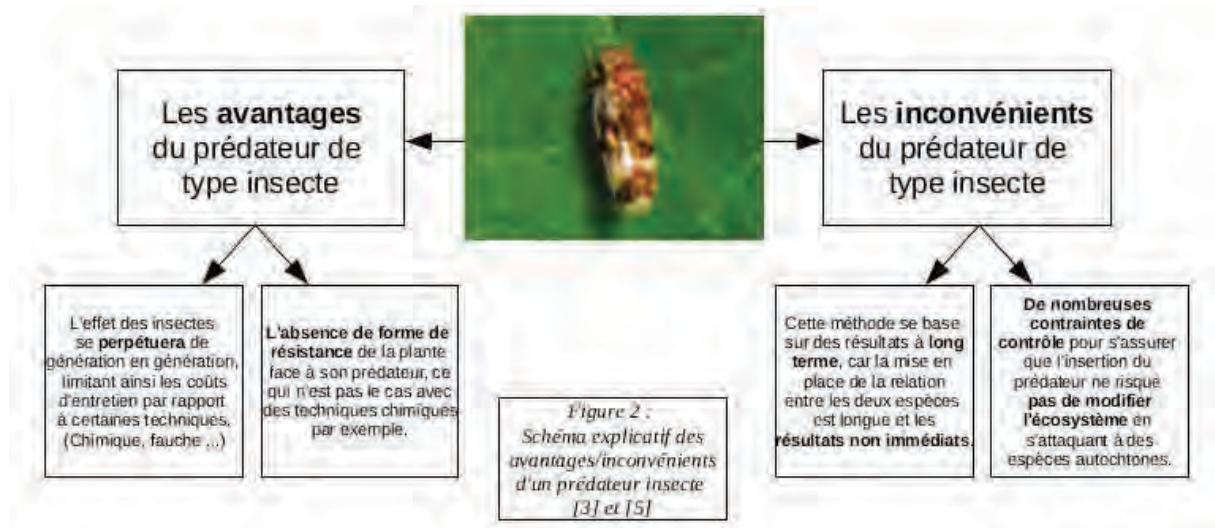


Figure 11 : Schéma explicatif des avantages et inconvénients d'un prédateur insecte [27] [28]

Cependant, cette méthode possède un ensemble de contraintes demandant beaucoup de temps en amont pour prévoir les effets du prédateur sur la proie. Cela peut correspondre à plusieurs années, comme ce fut le cas en Grande-Bretagne où les études ont demandé de sélectionner un phénotype capable de s'adapter à l'environnement anglais [28].

II.B.3. Traitement thermique



Figure 12 : Un désherbeur thermique

Ce traitement est une méthode actuellement à l'essai : les plantes sont détruites en surface suite à une exposition à de fortes températures. Il peut s'agir d'une flamme obtenue à partir de gaz ou encore de vapeur d'eau à forte température [29] [30].

Cette technique permet de détruire la partie aérienne de la plante de manière semblable à la fauche répétée : renouveler cette opération régulièrement peut donc avoir un impact non négligeable sur les réserves

des rhizomes. Le traitement thermique présente cependant l'avantage de détruire la partie aérienne de sorte à limiter la dispersion involontaire des tiges [30].

Bien qu'efficace, cette méthode semble peu utilisée car elle présente de nombreuses limites. En effet, le traitement s'applique sur une zone donnée dont la végétation est brûlée de manière non sélective, empêchant également les espèces autochtones de pousser. De plus, il est nécessaire d'effectuer ce traitement régulièrement, environ une fois par mois. Bien que les dépenses soient difficiles à évaluer, cette méthode semble coûteuse car elle requiert un équipement spécifique qui consomme par ailleurs de l'énergie pour produire une température suffisamment élevée. Enfin, cette dépense en énergie se traduit également par une émission de gaz à effet de serre [31].

Le traitement thermique présentant de nombreux aspects négatifs, il est intéressant de l'utiliser dans les zones ne pouvant être traitées autrement, telles que les enrochements [30]. Il est toutefois préférable d'avoir recours à d'autres moyens de lutte lorsque cela est possible.

II.B.4. Bâchage et géotextile

Le bâchage est une technique de lutte contre les Renouées consistant à la pose d'une bâche opaque, dépassant de 1 à 3 m autour du massif. Pour éviter le soulèvement de la bâche, il est nécessaire de lester et enfouir la bâche dans la terre en pourtour [32]. Le bâchage est un moyen de lutte intéressant, il empêche la photosynthèse indispensable au développement des plantes.

Pour bâcher une zone où la hauteur des pousses de Renouée dépasse 5 cm, une fauche préalable est nécessaire. Il est possible de bâcher en hiver, et également au printemps [32].

Une forme particulière de bâche biodégradable, se décomposant naturellement existe et qui ne nécessite pas de débâchage. Des plantations sont possibles à même cette bâche, ce qui permet d'envisager une renaturation écologique simultanée au bâchage.

II.B.5. Renaturation écologique

Certains phénomènes naturels, mais surtout l'intervention directe ou indirecte de l'activité humaine, peuvent transformer, altérer ou même détruire les écosystèmes. C'est un procédé visant à créer durablement un écosystème équilibré, dès lors que l'équilibre de l'écosystème correctement atteint aucune intervention humaine n'est nécessaire.

La stratégie de restauration écologique peut passer par la suppression d'une cause unique, (exemple d'un barrage qui, une fois rompu, ramènerait un régime d'inondations [33]) mais aussi par la gestion de nombreux facteurs.

La renaturation écologique n'est pas une action spécialisée dans la lutte contre les plantes invasives. Il s'agit d'une approche consistant à réimplanter des espèces locales pour prendre la place occupée par les Renouées asiatiques. Introduire différentes espèces occupant toutes les strates permet une compétition complète avec la Renouée. Cette méthode a été expérimentée sur l'un des sites laxoviens, à proximité de l'ENSAIA [34] et en Isère [35].

Les Renouées asiatiques ayant une vitesse de croissance exceptionnelle de par les importantes réserves dans les rhizomes, il est nécessaire d'affaiblir le massif au préalable.

Le choix des plantes à introduire dans l'écosystème doit prendre en compte des caractéristiques souhaitées :

- résistance à la fauche,

- pérennes,
- adaptation au milieu,
- concurrence envers les Renouées.

Les cultures suivantes répondent à ces exigences et ont été implantées sur plusieurs parcelles expérimentales à Laxou.

- ortie et consoude (résistantes à la fauche, rhizomateuses et fertilisantes),
- framboisier (attire paysager, rustique, vigoureuse),
- dactyle, fétuque et luzerne (plantes complémentaires, pérennes, adaptées à l'environnement [34]).

Ces expériences ont permis de montrer la réduction de la hauteur de la tige des Renouées, mais également de son diamètre et de sa surface foliaire.

Les travaux de renaturation écologique en Isère ont été effectués avec des plantes qui ont été sélectionnées pour leur efficacité à lutter contre la Renouée du Japon. Certaines plantes invasives comme la buddleia, *Buddleja davidii*, ou le robinier faux-acacia, *Robinia pseudoacacia*, ont montré une vitesse de repousse plus rapide que la Renouée. Quelques plantes indigènes ont dominé la Renouée du Japon sous certaines conditions. Il s'agit notamment de l'ortie dioïque, *Urtica dioica*, de la ronce bleuâtre, *Rubus caesius*, du lotier corniculé, *Lotus corniculatus*, du lierre terrestre, *Glechoma hederacea*, et du lierre grimpant, *Hedera helix* [35].

Parmi toutes ces méthodes de lutte, nous envisageons d'axer notre travail sur le bâchage. Il convient donc de s'intéresser à des exemples concrets réalisés en France.

II.C. Quelques exemples de bâchage en France

La carte suivante indique la localisation des différents essais de bâchage développés ci-dessous.

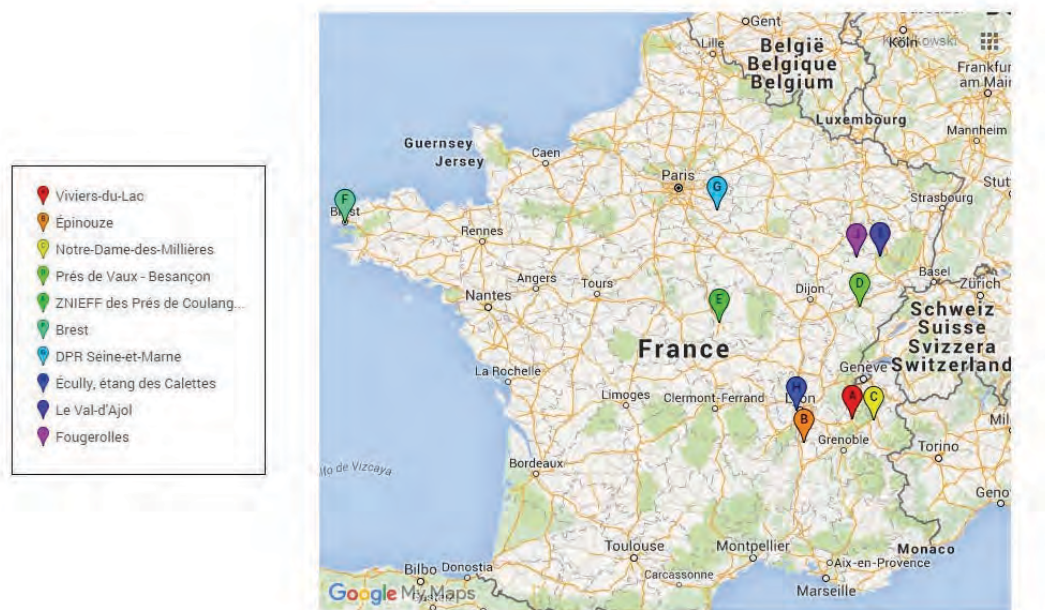


Figure 13 : Carte de localisation de certains essais de bâchage recensés en France

II.C.1. Méthode de concassage bâchage à Viviers-du-Lac (73) [10]

La technique du bâchage a été utilisée en 2010 sur l'ancienne décharge de Viviers-du-Lac, en cours de réhabilitation par le CISALB (Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget). Le maître d'œuvre

de cette opération est Concept Cours d'Eau, un bureau d'étude. L'apparition des Renouées asiatiques sur l'extrémité nord de l'ancienne décharge a eu lieu récemment lors d'apports de dépôts issus d'un chantier en rivière. La zone infestée couvre 2 200 m² (55 m x 40 m) et est longée par un réseau de fossés qui rejoignent le lac du Bourget. Une profondeur de seulement 0,9 m a été concassée du fait de la présence des premiers déchets vers 1,1 mètre de profondeur.



Figure 14 : Concassage bâchage à Viviers-du-Lac [10]

Avant le bâchage, des travaux de concassage de la terre infestée et de broyage des rhizomes ont été nécessaires. Au total, un volume de 1980 m³ a été traité. Pour ce concassage, deux modèles de broyeurs avec des puissances différentes ont été testés, l'un étant adapté aux travaux d'aménagement du paysage et l'autre adapté aux travaux agricoles ou forestiers. Après ces travaux, le CISALB a recouvert la surface d'une double épaisseur de bâche plastique peu épaisse et maintenue par un tapis discontinu.

De nombreux suivis expérimentaux ont eu lieu :

- Analyse de l'efficacité du concassage pendant les travaux,
- Vérification de l'état de la bâche en période végétative,
- Évaluation de la mortalité des rhizomes : prélèvement fin 2010,
- Observation de la reprise végétative au printemps 2011.

II.C.2. Bâchage aux Collières à Epinouze (26) [10]

Une opération d'éradication mécanique et de bâchage a été mise en place par la Communauté de Commune Rhône Valloire en 2009 aux Collières. Cette méthode de lutte contre la Renouée a été proposée par le bureau d'étude Concept Cours d'Eau.



Figure 15 : Bâchage aux Collières à Epinouze [10]

Les travaux se sont déroulés de la façon suivante : décaissement de la berge puis passage des déblais dans un godet concasseur et stabilisation du pied du talus. Ensuite le talus a été couvert à l'aide d'une bâche plastique, épaisse et opaque de type agricole.

Un contrôle des longueurs des rhizomes après le concassage a été effectué, l'objectif étant d'atteindre une longueur après broyage de moins de 10 cm.



Figure 16 : Contrôle de l'état de pourrissement des rhizomes de Renouée après une année de bâchage [10]



Figure 17 : Berge avant et après renaturation écologique [10]

Suite à cette expérimentation de bâchage, une renaturation de la strate arborée des berges a été mise en place avec ensemencements et plantations (frêne, aulne, érable, ...).

Le bilan montre que sur le premier massif 4 plants de Renouée repoussent et sont arrachés tous les ans cependant aucune repousse de Renouée n'a eu lieu sur le second massif.

Des perspectives d'amélioration sont possibles : utilisation d'une bâche biodégradable, utilisation d'une bâche agricole épaisse ou utilisation de deux épaisseurs de bâche pour éviter que la Renouée ne les transperce.

II.C.3. Végétalisation de berges au ruisseau de la Combaz (73) [10]

Le site expérimental du ruisseau de la Combaz présente un massif uniforme et dense de Renouée du Japon situé en aval immédiat du pont de la route départementale 925, en direction de Notre-Dame-des Millières. Le but de cette expérimentation est de renaturer le ruisseau, c'est-à-dire non pas d'éliminer le Renouée mais d'introduire une végétation concurrente et adaptée au cours d'eau. L'aménagement a été réalisé après quatre années de fauches répétées à raison d'une fauche chaque mois en période estivale.

Les étapes mises en œuvre en mai 2009 sur 90 m de berges sont les suivantes :

- Pose d'une bâche opaque, la bâche utilisée étant une toile de paillage type Polypropylène® 130 g/m². Elle a pour but d'empêcher la croissance des pousses de Renouée en les privant de lumière, la durée de pose est de quatre années végétatives, mais selon l'état de croissance des végétaux implantés et des rhizomes de Renouée elle peut être maintenue plus longtemps si besoin.
- Mise en place de 1 440 boutures de saules sur la partie basse du talus, à raison de 4 arbres/m². Ces saules ont un diamètre de 2 à 4 cm pour une longueur de 80 cm.
- La plantation de 720 arbustes à racines nues d'essences indigènes et adaptées, en partie supérieure du talus (à une hauteur de 60 à 90 cm, 2 arbres/m²).

Le coût global de cet aménagement a été de 14 000 € TTC. Après une saison végétative avec pose de bâche, des repousses de Renouée ont été constatées ainsi qu'une reprise des végétaux implantés sur la berge.

II.C.4. Bâchage de la friche industrielle des Prés de Vaux, Besançon [36]

Une expérience de bâchage a eu lieu sur la friche industrielle des Prés de Vaux à Besançon. Pour cette expérimentation une fauche intensive de la Renouée du Japon a été réalisée préalablement à la mise en place du géotextile. Le géotextile utilisé est biodégradable de type Feutramat®, ou équivalent. Sur ce géotextile, les plants sont mis dans de solides encadrés agrafés afin de limiter au maximum la pousse des Renouées asiatiques au pied du plant de la nouvelle espèce.

Au cours de cet essai plusieurs entretiens sont nécessaires dont l'écrasement au pied des repousses des Renouée dès qu'elles atteignent 10 cm. Cette action ralentit son développement tout en laissant la possibilité à d'autres plantes indigènes de se développer. Pendant la pose du géotextile (2-3 ans) une fauche annuelle sélective est nécessaire. Après quatre ans d'expérimentation, une surveillance de la flore indigène est mise en place.



Figure 18 : Détail du géotextile de la friche industrielle des Prés de Vaux à Besançon, parcelle traitée depuis quelques mois [36]



Figure 19 : Évolution après un an et demi de pose de géotextile sur les friches industrielles des Prés de Vaux, Besançon [36]

II.C.5. Les travaux de restauration écologique de la ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) des Prés de Coulanges (58) [37]

Pendant plusieurs années dans la zone des Prés de Coulanges, dans le cadre de la lutte contre la Renouée, des agents du CPIE Bourgogne (Centre Permanent d'Initiative Environnement) arrachaient la plante invasive dès sa repousse. Cette méthode ne leur a pas permis de s'en débarrasser, le CPIE Bourgogne s'est alors tourné vers la méthode du bâchage. Trois zones de 100, 175 et 275 m² sont concernées.

Actuellement pour lutter contre la Renouée du Japon, le CPIE arrache la plante avec des engins mécaniques et l'enterre sur son emplacement d'origine. Puis la zone est recouverte pendant plusieurs années d'une bâche opaque ancrée dans le sol. La plante ainsi privée de lumière par la bâche ne se développe plus. Si de jeunes pousses des Renouées arrivent à percer la bâche l'arrachage est préconisé. Des saules devraient également être plantés sur ces zones pour lutter contre la Renouée.

II.C.6. Bâchage réalisé par la mairie de Brest (29) [38]

Afin de contenir le Renouée du Japon, la mairie de Brest expérimente le bâchage. En effet, elle résiste à certains produits chimiques et naturels dont nous n'avons pas connaissance et la profondeur de son rhizome empêche tout arrachage manuel. Après plus de deux ans de bâchage, des repousses de Renouée sont observées une fois la bâche retirée, les techniciens conseillent ainsi un bâchage d'au moins cinq ans.

II.C.7. Bâchage par la Direction Principale des Routes du département de Seine-et-Marne (77) [39]

La Direction Principale des Routes (DPR) du département de Seine-et-Marne est activement engagée dans la lutte contre la Renouée du Japon. En effet après deux ans d'expérimentation sur les territoires de Provins et de Nangis, une fauche raisonnée a été effectuée sur les 4325 km de routes gérées par le département. Le fauchage raisonné consiste à couper en laissant une hauteur maximale de Renouée comprise entre 10 et 15 cm.

Une expérimentation de bâchage a été mise en place par la DPR grâce à l'utilisation de bâches en caoutchouc recyclé sur les accotements routiers. Cette expérimentation a été mise en place pour une durée de cinq ans.

II.C.8. Expérimentation du bâchage à l'étang des Calettes (69) [40]

Sur la ville d'Ecully, la Renouée du Japon est présente autour de l'étang des Calettes. La commune souhaite prévenir l'expansion de cette plante invasive afin de préserver le biotope de l'étang et a donc décidé d'installer des bâches de type agricole. Ces dernières doivent affaiblir la Renouée. De plus, lors de cette expérimentation des espèces concurrentes seront plantées et semées par les services de la mairie à l'automne.



Figure 20 : Etang des Calettes envahi par la Renouée [40]

II.C.9. Lutte contre la Renouée du Japon par bouturage sur géotextile au Val d'Ajol (88) [41]

Dans le Val d'Ajol, le bâchage par du géotextile est expérimenté pour lutter contre la Renouée. Le site s'étend sur 170 m², il est proche du centre de l'agglomération Ajolaise. Il s'agit d'une berge semi-naturelle, proche des habitations et qui inclut une partie pentue et rocheuse, ainsi qu'un chemin très fréquenté.

Le haut de la berge est bâché par du géotextile non tissé, biodégradable, sur une longueur de 49 m et une largeur de 4 m. De plus, une renaturation écologique a aussi été mise en place. Des boutures de saules ont en effet été plantées : 4 saules par m². Sur le haut de la berge et au milieu de la bâche, des arbustes ont été plantés (noisetier, fusain d'Europe, cornouiller sanguin et troène) espacés d'1 à 1,5 m.

Sur la partie la plus basse, moins pentue et sans rochers un géotextile a été posé et un bouturage de saule réalisé (4 arbres/m²). Les repousses de Renouée sont arrachées tous les 10 à 15 jours par les employés de la commune.

Le matériel utilisé pour cet essai est le suivant :

- Débroussailleuse,
- 170 m² de géotextile non tissé biodégradable,
- 750 boutures de saules d'essences variées : saule des vanniers, saule à 3 étamines, saule pourpre, une dizaine de plants arbustifs : noisetier, cornouiller sanguin, fusain d'Europe.



Figure 21 : Berge avant et après pose du géotextile [41]

Les travaux se sont déroulés en plusieurs étapes :

- Préparation du terrain (fauche de la Renouée et aplanissement),
- Pose du géotextile sur les parties non enrochées de la berge,
- Mise en place des boutures de saules,
- Plantations d'espèce arbustives,
- Arrosage des boutures et des plantations,
- Entretien du site l'année suivante.

Le coût total de ce bâchage s'élève à 2956 €.

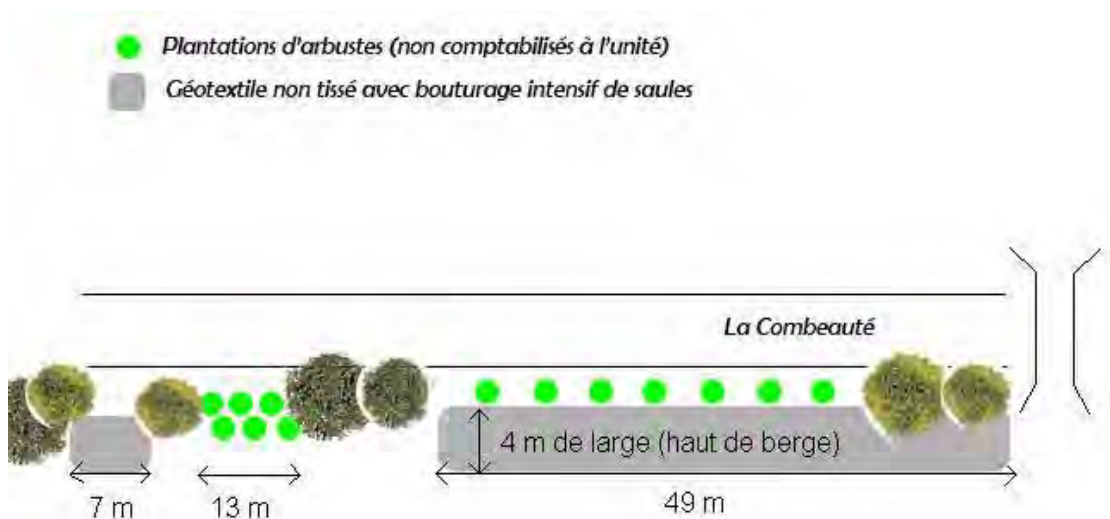


Figure 22 : Plan de l'expérimentation de pose de géotextile au Val d'Ajol le long de la Combeauté [41]

Les résultats de ce bâchage révèlent une mauvaise résistance du géotextile à la haute fréquentation du site et une dégradation trop rapide, ceci implique donc de replanter très rapidement d'autres végétaux. L'intérêt du géotextile biodégradable réside dans son esthétique (bonne intégration dans le paysage) et dans son côté pratique, il n'est pas nécessaire de l'enlever.

II.C.10. Lutte contre la Renouée par bâchage et bouturage à Fougerolles (70) [41]

Ce site expérimental de bâchage contre la Renouée d'environ 1000 m² est situé en aval du centre de Fougerolles, en contrebas des usines LUFKIN et le long de l'ancienne voie de chemin de fer.

Pour cette expérimentation l'utilisation d'une débroussailleuse et d'environ 900m² de bâches agricoles doublées (grammage entre 100 et 150 g/m²) fixées avec des agrafes métalliques ont été nécessaires. De plus, 2700 boutures de saules d'essences variées (Saule des Vanniers, Saule à 3 étamines, et Saule pourpre) ont été utilisées.



Figure 23 : Site après pose de la bâche [41]



Figure 24 : Installation des 2400 boutures de saules [41]



Figure 25 : 80% des boutures mesurent 1,50 mètres [41]

Les travaux se sont déroulés de la façon suivante :

- Fauche de la Renouée sur le site (900 m²),
- Pose et agrafage d'une bâche noire agricole sur 2 épaisseurs,
- Mise en place d'une clôture pour empêcher tout accès au site.

Le coût total s'élève à 18 190 €.

Les résultats présentés semblent concluants notamment lorsque le bâchage est accompagné d'un concassage et/ou excavation, d'une végétalisation. Des informations supplémentaires concernant ces expérimentations seront présentes dans le rapport final grâce aux réponses d'expérimentateurs du bâchage.

Le bâchage est une méthode lutte assez récente contre les Renouées asiatiques. Cette technique est généralement utilisée sur des surfaces à forts enjeux et peut être prolongée par une renaturation écologique. Comme toutes les autres méthodes de lutte elle ne concerne que la partie aérienne de la plante et en s'attaque pas directement aux réserves contenues dans les rhizomes, alors que le rhizome de la Renouée du Japon est un élément essentiel à considérer dans la lutte contre cette plante invasive. Nous nous intéressons donc aux enjeux de ce système racinaire particulier.

III. Les enjeux des rhizomes de la Renouée du Japon

Actuellement, le système racinaire des Renouées asiatiques est difficile à évaluer. Cependant, il peut être estimé théoriquement ce qui permet de comprendre la propagation du rhizome et la colonisation du milieu par la plante invasive.

III.A. Le rôle du rhizome dans la dynamique d'invasion des Renouées asiatiques.

L'importance du rhizome dans la dynamique d'invasion vient de sa capacité à générer de nouvelles tiges. En effet c'est surtout par reproduction végétative que la plante se propage et progresse une fois implantée dans un milieu [1].

Le rhizome génère de nouvelles tiges à partir d'un réseau bien établi ou bien d'un fragment minuscule, puisque 0,7 g de rhizome seulement suffisent pour générer un individu et initier la colonisation du milieu [8]. Cette propagation est d'autant plus importante que la Renouée a un système de rhizomes important, lors d'expériences 142 m de rhizomes ont été déterrés dans 1 m³ de sol sur une parcelle envahie [5]. Bien que les caractéristiques de ce réseau souterrain soient mal connues, ce dernier se développe jusqu'à 7 m autour de la plante mère, atteint une profondeur comprise entre 2 et 10 m [8], et a un diamètre de 30 cm [45].



Extrait de la thèse de Constançias Aurélie 2008 Faculté de pharmacie de Grenoble

Figure 26 : Exemples de rhizomes des Renouées asiatiques [21]

De plus, le rhizome des Renouées a une forte capacité à réparer les tissus abîmés et à résister aux agressions [5]. Ainsi, lors d'une fauche, d'une opération de destruction du rhizome ou encore du labour d'une parcelle bordée de Renouée la dissémination de petits fragments entraîne l'expansion de la plante.

La capacité de régénération provient des réserves du rhizome dont la nature exacte est encore peu connue. L'été une forte quantité de réserves est envoyée dans le rhizome [45], ce qui permet une repousse rapide au printemps [8] [45].

Le rhizome est capable d'entrer en dormance pendant une longue période jusqu'à 20 ans [8], la plante peut donc réapparaître après une longue absence. Il est alors compliqué de diagnostiquer son éradication d'un milieu. La localisation souterraine du rhizome le protège du gel en hiver.

Les Renouées présentent un réseau de rhizomes important qu'il convient d'étudier avec des techniques non destructives.

III.B. Difficulté à repérer et à évaluer les rhizomes

Afin de quantifier et d'estimer la taille et la masse des rhizomes, la visualisation du système souterrain de la plante serait un outil précieux. Aujourd'hui, l'utilisation d'un géoradar (ou GPR : *Gound-Penetrating Radar*) permet d'obtenir une image dans laquelle il est possible d'estimer le volume des racines. Cette technique permet d'étudier le système racinaire grâce à une méthode non destructive. Elle a déjà été utilisée lors d'une expérimentation en Floride dans le cadre de l'étude de racines de pin [42].

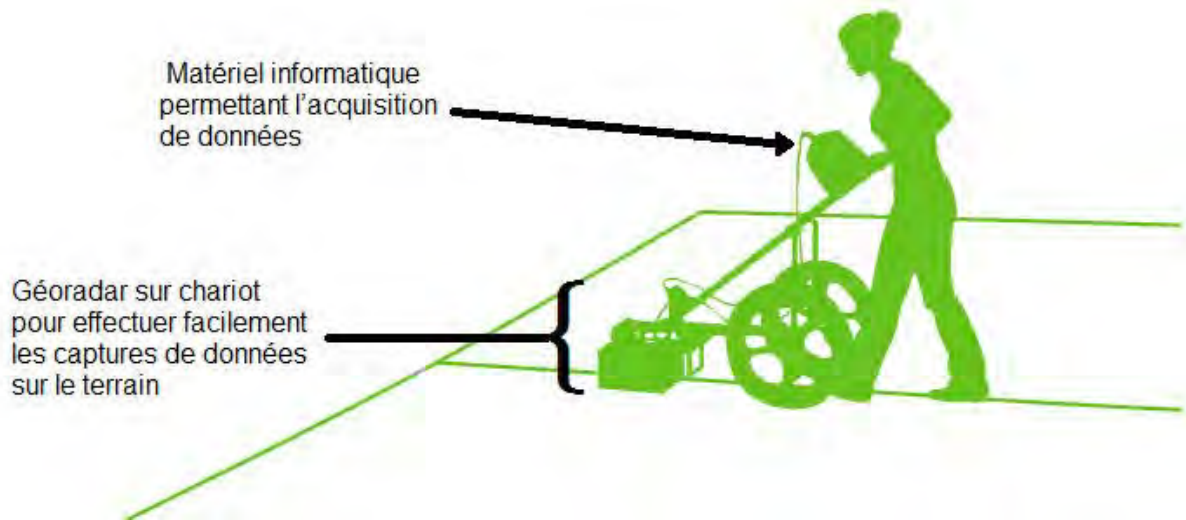


Figure 27 : Schéma d'un géoradar tiré du site internet de SOT prospection [43]

III.B.1. Présentation de la technique

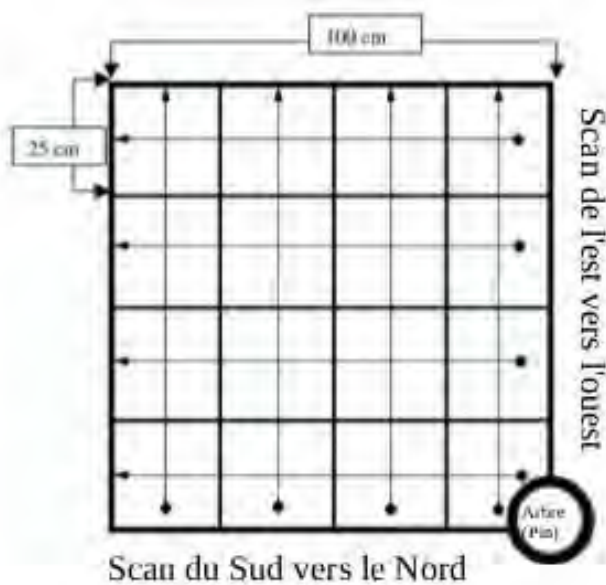
La méthode consiste à quadriller avec le géoradar sur la zone à analyser puis à traiter les données informatiques récoltées.

Le principe est le suivant, le radar envoie des ondes électromagnétiques plus ou moins absorbées ou réfléchies en fonction du milieu traversé [44]. Cela permet suite à un traitement des données d'obtenir par différence de contraste une structure du système racinaire. Ainsi le géoradar permet d'acquérir des données sur des profondeurs allant de 0,25 m à 1,5 m [44] pour l'étude des racines.

Il est possible d'utiliser différents types d'antennes avec des puissances variables en fonction du sol et de la profondeur des racines. Par exemple, une puissance de 400MHz ou 1,5 GHz, la première est plus utilisée pour des faibles profondeurs alors que la seconde permet d'obtenir une meilleure résolution sur les 45 premiers centimètres [47].

D'après les expérimentations réalisées en Floride [42], cette technique est adaptée pour cartographier des zones de petite taille (environ 1 m²) [44]. Il est possible de reproduire la méthode en découpant la zone à analyser en carré de 1m² (Voir figure 27), mais ceci entraîne un traitement des données informatiques long à réaliser. De plus, la capture des données sur le terrain nécessite au moins une personne formée à l'utilisation du matériel [44].

III.B.2. Utilisation du géoradar



- Explication de la figure 27

- Découpe du terrain à analyser en carrés de 25x25 cm.
- Passages du radar de façon parallèle du sud au nord, puis de l'est à l'ouest.

Figure 28 : Schéma explicatif de l'utilisation du géoradar dans le cadre de l'étude de la répartition de racine [44]

Le traitement permet d'obtenir le document suivant.

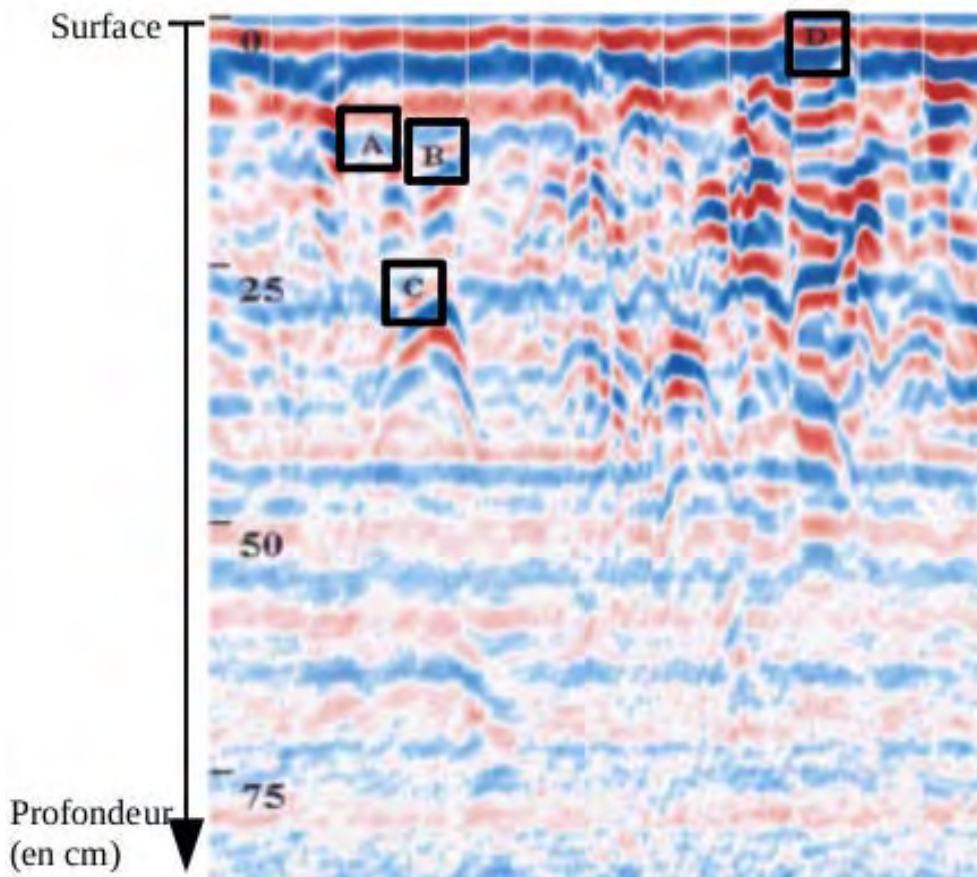


Figure 29 : Représentation des données après traitement informatique [44]

- Explication de la figure 28 [44]

- Le point A représente une racine de 0,6 cm de diamètre à 11 cm de profondeur.

- Le point B représente une racine de 1,7 cm de diamètre à 14 cm de profondeur.

- Le point C représente trois racines collées de 0,7 cm, 0,7 cm et 1,5 cm de diamètre à 27 cm de profondeur.

- Le point D représente une racine en surface.

Cette technique ne fait pas de distinction entre un rhizome de taille importante et un amas de rhizome de petite taille.

III.B.3. Les limites du géoradar

Cette technique comporte certains problèmes, par exemple un sol contenant beaucoup d'argile ou avec une forte rétention d'eau rend la visualisation difficile en influençant la conductivité des ondes électromagnétiques. Des effets de surfaces peuvent aussi détériorer les données comme : une forte irrégularité de la surface ou une importante strate herbacée [44].

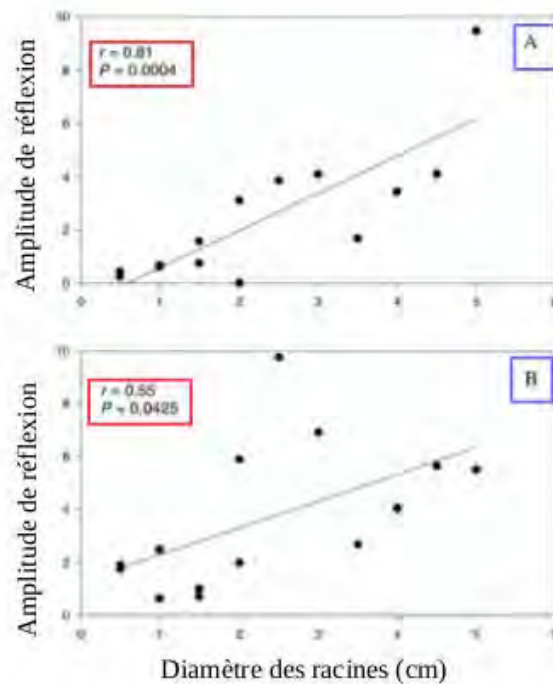


Figure 30 : Étude de l'amplitude de réflexion en fonction du diamètre des racines [44]

A : étude des racines à 15 cm de profondeur

B : étude des racines à 30 cm de profondeur

- Explication de la figure 29

La courbe représentant l'amplitude de réflexion en fonction du diamètre des racines n'est pas une droite d'après les coefficients de corrélation linéaire ($R_A=0,81$ et $R_B=0,55$). En effet les constituants du sol ont un pouvoir de réflexion, ils sont alors confondus avec les racines et provoquent des erreurs d'interprétation, la fiabilité diminue donc avec la profondeur.

Cette méthode est coûteuse et demande une formation pour capter et traiter correctement les données enregistrées par le géoradar. De plus, de nombreux facteurs sont sources de variation des résultats.

L'étude du système racinaire des Renouées asiatiques reste cependant intéressant au vue du rôle prépondérant des rhizomes dans la dynamique d'invasion de ces plantes. Cette technique demande à être améliorée pour devenir réellement exploitable.

Le rhizome a un rôle majeur dans la dynamique d'invasion des Renouées asiatiques. Le géoradar permet d'évaluer son réseau mais c'est une méthode onéreuse qui doit être réalisée dans des conditions optimales par des professionnels.

IV. Valorisations possibles de la plante

IV.A. Valorisation par méthanisation

Lors de fauches répétées, il est possible de récupérer la matière organique et de la valoriser par méthanisation.

La méthanisation est un processus de dégradation de la matière organique par des bactéries fermentescibles en l'absence d'oxygène. Cette technique permet la production de biogaz, un mélange de méthane principalement et de dioxyde de carbone, ainsi qu'un résidu le digestat qui sert de fertilisant agricole. Le biogaz permet par la suite la production d'électricité et de chaleur [46].

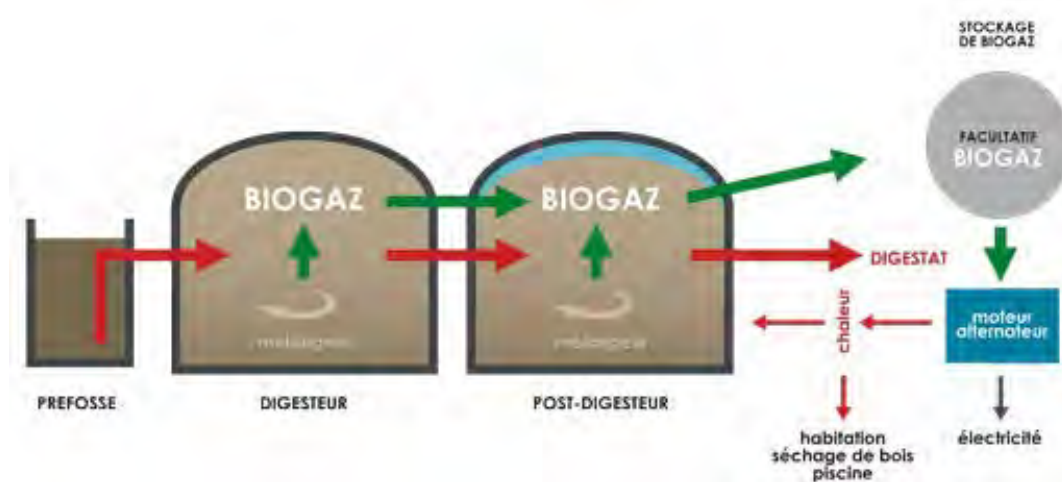


Figure 31 : Schéma d'un système de méthaniseur [21]

La Renouée étant un déchet organique, broyée très finement, elle peut intégrer le processus de méthanisation. Il s'agit donc d'un moyen de valoriser la plante invasive.

Un protocole de méthanisation a été mis en place l'année dernière à l'ENSAIA dans le cadre du projet professionnel [21] et a permis de mesurer les valeurs méthanogènes des différentes parties des Renouées asiatiques.

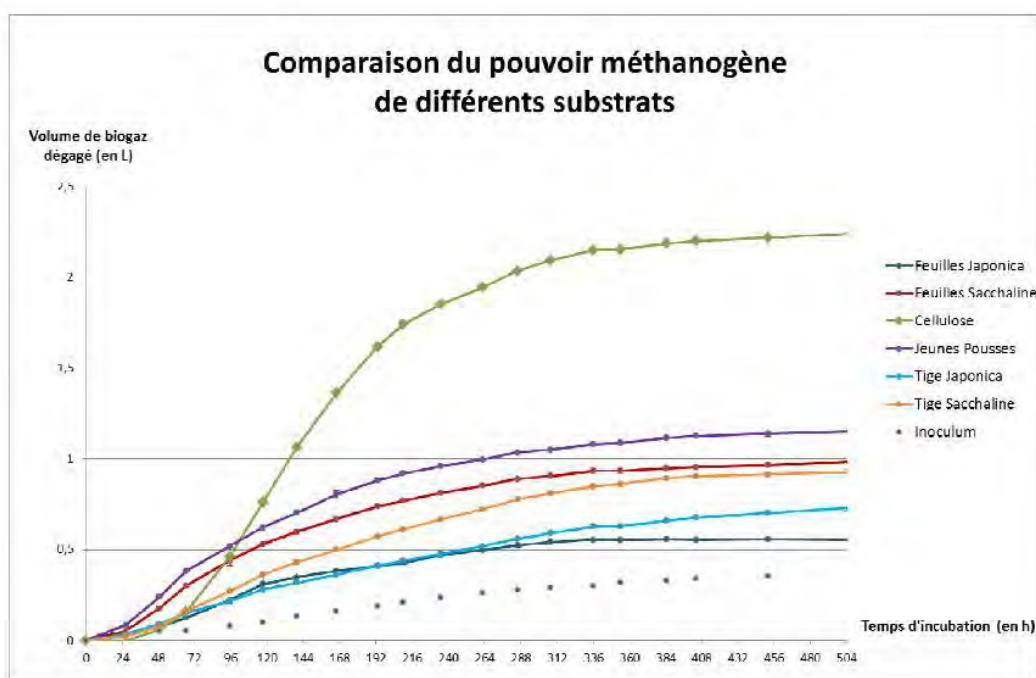


Figure 32 : Graphique représentant le pouvoir méthanogène des Renouées Asiatiques [21]

La méthanisation permet de valoriser entièrement la Renouée, un autre moyen de valorisation est l'extraction de métabolites secondaires.

IV.B. Des rhizomes riches en un métabolite secondaire, le resvératrol

Les métabolites secondaires [47] sont des produits facultatifs issus du métabolisme à la croissance de la plante ils n'existent pas chez toutes les espèces. De plus un grand nombre de ces composés ont des propriétés physiologiques intéressantes pour les industries pharmacologiques ou en cosmétique.

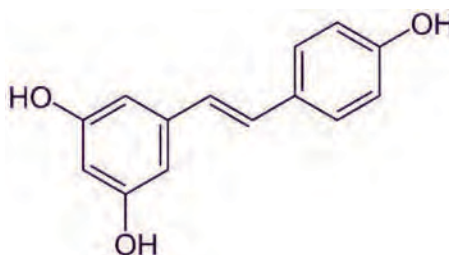


Figure 33 : Molécule de resvératrol [48]

La Renouée du Japon [49] est connue pour être une des plante les plus riche en resvératrol ou trans-resvératrol (=3,5,4'-trihydroxy-trans-stilbène). En effet, ce composé appartient à la famille des stilbènes, c'est un polyphénol qui possèdent des propriétés anti-fongiques. Cette substance est aussi présente dans d'autres plantes ou fruits (raisin). Le resvératrol est présent sous différentes formes dérivées comme le polydatine [50], une molécule de resvératrol liée à un ose formant un glucoside du resvératrol.

En revanche, le resvératrol est loin de constituer la majeure partie des stilbènes présents dans la Renouée du Japon, cette dernière contient surtout des dérivés glycosylés comme le picéide.

Le resvératrol est une des substances produites et accumulées en réponse à une blessure ou une agression extérieure, il appartient à la famille des phytoalexines, ce phénomène de défense est appelé élicitation. Ce mécanisme est utilisé en biotechnologies.

IV.C. Extraction de composés actifs, vers une biotechnologie végétale

Pour extraire du resvératrol à partir des rhizomes séchés, plusieurs techniques sont utilisées dont la chromatographie à contre-courant à grande vitesse (HSCCC) [48].

Origine	Extrait	Rendement en resvératrol	Année
Chine	Fraction acétate d'éthyle d'un extrait méthanolique (purification par HPLC sur gel de silice)	0,37%	2000
Etats-Unis	Fraction acétate d'éthyle d'un extrait méthanolique (purification par HPLC sur gel de silice)	0,29%	2000
Chine	Ethéré fractionné par HSCCC avec chloroforme-méthanol-eau (4 :3 :2)	0,4% à 0,5%	2001
Chine	Fraction acétate d'éthyle d'un extrait méthanolique, séparé par HSCCC avec chloroforme-méthanol-eau (4 :3 :2)	2,18 %	2001
Chine	Méthanolique, séparé par HSCCC en 2 temps avec éther de pétroleacétate d'éthyle-méthanol-eau (3 :5 :4 :6 puis 3 :5 :7 :3)	0,56%	2005

Tableau 1 : Rendement de l'extraction du resvératrol [48]

Les racines séchées de Renouée sont réduites en poudre puis extraites trois fois au méthanol à température ambiante pendant 24h. Le méthanol est ensuite éliminé par évaporation et l'extrait sec est dissous dans un mélange de solvants (contenant du pétrole brut léger, de l'acétate d'éthyle, du méthanol et de l'eau). Après décantation, la phase aqueuse est récupérée puis lavée une seconde fois avec le même mélange. L'extrait obtenu est enfin traité par HSCCC pour séparer et purifier les constituants [48]. Une pureté supérieure à 95 % en stilbènes totaux est obtenue via ce procédé. L'extrait obtenu contient en revanche peu de resvératrol en proportion des stilbènes totaux et qu'il est majoritairement composé de picéide. Pour obtenir le resvératrol à partir de cette forme, une hydrolyse est nécessaire.



Figure 34 : Comparaison des pièces de rhizome avant extraction et du resvératrol isolé après extraction [48]

Le resvératrol peut ensuite être identifié par RMN (Résonnance Magnétique Nucléaire), par IR (Infrarouge) et enfin par spectrométrie de masse. La teneur des différents stilbènes varie en fonction des conditions de développement de la plante (géographie, climat...).

Pour faciliter l'obtention de resvératrol, il est possible de se tourner vers les biotechnologies végétales. Cela permettrait une production alternative par l'intermédiaire de culture de cellules végétales produisant des métabolites secondaires d'intérêt. De plus, l'induction d'une élicitation par des agents pathogènes permet d'augmenter la quantité de resvératrol produite [48].

La production de resvératrol a pour débouché l'utilisation de la molécule et de ses dérivés en pharmacie et en cosmétique.

IV.D. Utilisation du resvératrol et de ses dérivés

Le rhizome de Renouée asiatique était utilisé en médecine traditionnelle asiatique mais aujourd'hui il entre dans la composition de nombreux compléments alimentaires, de crèmes et de médicaments. Depuis quelques années l'industrie pharmacologique s'intéresse à ses propriétés :

- Il possède des propriétés anti-tumorales et cardioprotectrices [49]. C'est un inhibiteur des cyclooxygénases et de l'orithine-décarboxylase, il agit indirectement sur le cycle cellulaire et le phénomène d'apoptose (suicide cellulaire programmé). Il a des propriétés antioxydantes (c'est à dire qu'il piège les radicaux libres), prévient de la peroxydation lipidique, protège l'endothélium vasculaire et induit une vasodilatation.

- Il est responsable d'une activité anti-infectieuse vis-à-vis des bactéries et virus, a une action directe sur le métabolisme des lipides et notamment le taux de cholestérol dans le sang[49].

- Le resvératrol n'est pas toxique chez l'animal et son élimination est rapide (80 % d'une dose de 0,5g est éliminé en 4h[49]).

- Il freine l'apparition des maladies neurodégénératives et s'oppose au vieillissement en apportant une activité neuroprotectrice [51].

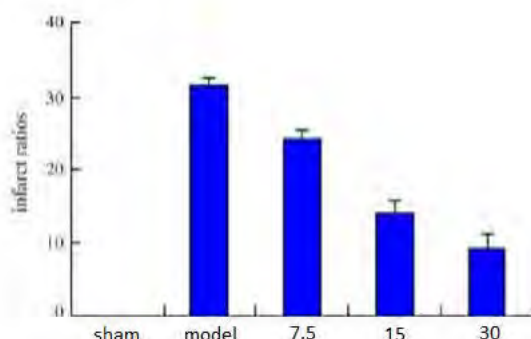


Figure 35 : Effet de la polydatine sur le taux d'infarctus cérébraux [51]

Ce graphique montre que la polydatine, réduit le déficit neurologique proportionnellement à la dose utilisée. L'administration intraveineuse de polydatine à 15 mg/kg(d'individu), réduit significativement le déficit neurologique et le volume cérébral touché par l'infarctus.

Le réseau de rhizomes des Renouées asiatiques joue un rôle majeur dans l'invasion cette plante, mais il est difficile à repérer et à évaluer. Il peut être valorisé d'un point de vue énergétique par la méthanisation mais aussi d'un point de vue biotechnologique par l'extraction de métabolites secondaires.

Conclusion

Les Renouées asiatiques sont des plantes invasives en France, notamment en Lorraine. Elles réduisent la biodiversité en se développant aux dépens d'espèces autochtones grâce à une multiplication végétative au niveau des rhizomes ce qui lui permet une dispersion importante.

De plus, les Renouées asiatiques impactent les activités humaines, c'est pour cette raison que des moyens de lutte ont été mis en place. Cependant, ces derniers doivent s'adapter aux particularités propres de chaque site. Il existe différentes méthodes chimiques peu respectueuses de l'environnement, mais également des méthodes biologiques comme l'écopâturage et des méthodes physiques comme la fauche répétée et le bâchage.

Le bâchage est actuellement à l'essai dans plusieurs régions de France. Chaque site présente des conditions particulières au niveau de la surface à traiter, du relief du terrain et de son environnement. Il est nécessaire de déterminer le type de bâche, la durée du traitement... Ce moyen de lutte est encore en développement et des études doivent encore être réalisées afin de déterminer les protocoles les plus adaptés en fonction du terrain à bâcher. Un bâchage d'une durée minimale de trois ans est nécessaire. Cependant, le traitement est souvent précédé par une étape de décaissement du sol et suivi d'une renaturation écologique avec des espèces souvent locales. Les résultats de ces essais nous permettent d'organiser notre projet dans les différents sites lorrains étant les plus adaptés au bâchage.

De plus, la mise en place de d'une méthode de lutte s'avérant souvent coûteuse, il est possible de valoriser la Renouée par la méthanisation ou encore par l'extraction de resvératrol. Enfin, le bâchage et la fauche répétée permettant d'épuiser les réserves contenues dans le rhizome sur le long terme. Il nous paraît important d'étudier l'évolution du rhizome. Nous allons donc tester notamment l'impact de la fauche répétée et du bâchage sur les réserves présentes dans les rhizomes des Renouées.

Références bibliographiques

[0] WIKIMEDIA, [Image] mise en ligne le 19/09/2005

Disponible sur : https://fr.wiktionary.org/wiki/renou%C3%A9e_du_Japon#/media/File:Riesenknauterich.jpg [Consulté le 23/11/2015]

[1] P.MONTAGNE [Entretien] de l'association Floraine à Vandœuvre-lès-Nancy (54), présentation de différentes espèces invasives et réflexion sur le cas de la Renouée en lorraine, [le 20/09/2015]

[2] I.THONE, [Documentaire] *Les plantes invasives*, diffusé sur Arte, le 11/07/2014 à 23h20, 53 minutes

[3] HINTERMANN, WEBER, Décembre 2012, *Plantes invasives*, Editions DGE-BIODIV

[4] COLLOQUE NATIONAL *RENOUEES ASIATIQUES*, réalisé les 23/10/2013 et 24/10/2013 à St Etienne.

Disponible sur : http://www.orenva.org/IMG/pdf/colloque_renouees_ORENVA_12022013.pdf [consulté le 27/11/2015]

[5] M.BOYER, *Les Renouées du Japon*.

Disponible sur : <http://fallopia.Japonica.pagesperso-orange.fr/index.html> [consulté le 29/11/15]

[6] CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, avril 2014, Guide scientifique et technique « Les Renouées asiatiques de redoutables invasives ».

Disponible sur : <http://www.loire.fr/upload/docs/application/pdf/2014-04/renouees1.pdf> [consulté le 12/10/2015]

[7] RENCONTRE REGIONALE POUR UNE GESTION INTEGREE DES RENOUUEES INVASIVES, 11/06/2015 à Laxou (54).

Disponible sur : <https://renouees2015.wordpress.com> [consulté le 05/11/2015]

[8] B.BOTTNER, septembre 2006, EPTB Vilaine, *Guide d'identification des rhizomes de Renouée du Japon. (Managing japanese knotweed on development sites)*

Disponible sur : http://www.eptbilaine.fr/site/telechargement/ZonesHumides/GuideRhizomeRenouee_Japon_BD.pdf [consulté le 4/11/2015]

[9] S.LAUREN URGENSON, 2006, The Ecological Consequences of Knotweed Invasion into Riparian Forests, Masters of Science (Forest Resources), University of Washington.

Disponible sur : <http://www.cfr.washington.edu/research.cesu/reports/J9W88030027-Urgenson-MSThesis.pdf> [consulté le 27/11/2015]

[10] ASSOCIATION RIVIERE RHONE ALPES, 2011, *Renouées du Japon : Gestion et Lutte, Actes des journées techniques*.

Disponible sur : http://www.riviererhonealpes.org/fichiers/journees/Journee_52_29-6-2010_Actes_Renouees_ARRA_2011.pdf [consulté le 27/11/2015]

[11] F.PIOLA, [Entretien], 07/12/2015, Maître de Conférences à l'Université Lyon 1 et chercheuse au laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés, réflexion sur la possibilité de développer des méthodes d'études en laboratoire pour étudier le rhizome de Renouée.

[12] M.BOYER, 2009 *Une nouvelle technique d'éradication mécanique des Renouées du Japon testée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère*, Ingénieries n° 57-58.

Disponible sur : <http://www.colloque-renouee.com/2012/res/nouvelletechniqueeradication.pdf> [consulté le 27/11/2015]

[13] SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, 2014-2015, *Ecopâturage : une stratégie de lutte contre les Renouées asiatiques*, projet professionnel, ENSAIA.

Disponible sur : http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/ecopaturage_renouee1.pdf [consulté le 24/11/15]

[14] C.MURRELL, 2011, *Invasive knotweed affects native plants through allelopathy*, American Journal of Botany.

Disponible sur : <http://www.amjbot.org/content/98/1/38.full.pdf+html> [consulté le 27/11/15]

[15] FDGDON : Fédérations Départementales des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles.

Disponible sur : <http://www.fdgdon974.fr/> [consulté le 27/11/2015]

[16] DOW AGROS SCIENCE, *Produit Garlon2000*

Disponible sur : <http://www.dowagro.com/fr/produits/products/garlon2000.html> [consulté le 10/11/2015]

[17] CENTRE DE CONSERVATION DE LA FAUNE ET DE LA NATURE, 22/03/2007, *Information à l'attention des communes et services du canton de Vaud. Plantes exotiques envahissantes – Recommandations et techniques de lutte*.

Disponible sur : http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dse/sffn/fichiers_pdf/GestInv_VD_Rjap.pdf [consulté le 2/11/2015]

[18] G.FRISSON, E.DELBART et G.MAHY, décembre 2010. *Traitement des terres contaminées par les Renouées asiatiques*.

Disponible sur : https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/120978/1/traitement_terres_version_orbi.pdf [consulté le 17/09/2015]

[19] CANTON DE VAUD, *Renouée du Japon : Recommandations de lutte* :

Disponible sur : [http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/faune_nature/fichiers_pdf/Flore_et_Champignons/Recommandations_de_lutte_VD_F4-8 - Renou%C3%A9e du Japon.pdf](http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/faune_nature/fichiers_pdf/Flore_et_Champignons/Recommandations_de_lutte_VD_F4-8_-_Renou%C3%A9e_du_Japon.pdf) [consulté le 21/11/2015]

[20] CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL ALPIN, *Les Renouées du Japon*

Disponible sur : <http://www.invmed.fr/sites/invmed.fr/files/pictures/Reynoutria%20sp.pdf> [consulté le 23/11/2015]

[21] SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE : *Plantes invasives et méthanisation, projet professionnel*, ENSAIA, rédigé en 2014-2015.

Disponible sur : http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/plantes_invasives_et_methanisation100.pdf [consulté le 24/11/15]

[22] DERVENN (génie écologie & écosystèmes), *Le savoir-faire de nos animaux au service de l'entretien et de la valorisation écologique de vos espaces verts ou naturels*.

Disponible sur : <http://www.dervenn.com/wordpress/nos-prestations/travaux-de-genie-ecologique/amenagement-et-gestion-des-espaces-de-nature-en-milieu-urbain-et-peri-urbain/eco-paturage/> [consulté le 24/11/15]

[23] ENTRETIEN NATURE ET TERRITOIRE, 2013, *Infographies de territoires*.

Disponible sur : <http://entretien-nature-territoire.fr/accompagnement-des-projets/589-2/> [consulté le 24/11/15]

[24] SITE OFFICIEL DE L'ASSOCIATION DES AMIS DE LA CHEVRE DE LORRAINE. *L'histoire de la Chèvre de Lorraine*.

Disponible sur : <http://www.chevredelorraine.fr/la-chevre-de-lorraine/historique/> [consulté le 23/11/15]

[25] H.MORIN, 12/03/2010, *En Grande-Bretagne, le duel à mort entre un insecte et une plante invasive venues du Japon*.

Disponible sur : http://www.lemonde.fr/planete/article/2010/03/12/en-grande-bretagne-le-duel-a-mort-entre-un-insecte-et-une-plante-invasive-venues-du-japon_1318196_3244.html [consulté le 18/11/2015]

[26] D.DERBYSHIRE, 24/07/2009, *Curse of Japanese knotweed could be at an end as plans are unveiled to import its bug nemesis*.

Disponible sur : <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1201665/Japanese-knotweed-faces-nemesis-bug-foe-imported-East.html> [consulté le 20/11/2015]

[27] A.SCHNITZLER, S.MULLER, 1998, *Écologie et biogéographie de plantes hautement invasives en europe : les Renouées géantes du Japon*.

Disponible sur : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/54881/RevuedEcologie_1998_53_1_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y [consulté le 12/11/2015]

[28] C.MILMO, 14/09/2014, *Japanese knotweed: Tiny insect could finally tame Britain's most invasive plant.*

Disponible sur : <http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/japanese-knotweed-tiny-insect-could-finally-tame-britains-most-invasive-plant-9804698.html> [consulté le 25/11/2015]

[29] DIRECTION DEPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES DE L'ISERE 2009, Association des maires et adjoints de l'Isère, *Ambrosia artemisiifolia (ambrosie à feuilles d'armoise), Envahissement – Gestion, Connaître cette plante, ses contraintes et les moyens de lutte associés.*

Disponible sur : http://www.maires-isere.fr/agenda2008/pr%C3%A9sentation%20POLLEN%20Ambrosie%2030%20mars%202009_Web.pdf [consulté le 22/09/2015]

[30] B.LOUBOUTIN, 2010 *Les plantes invasives de Brennilis situation et moyens de lutte.*

Disponible sur : <http://www.brennilis.com/agenda21/invasives/invasives.pdf> [consulté le 12/09/2015]

[31] SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE, 2013-2014, *Les plantes invasives*, projet professionnel, ENSAIA.

Disponible sur : http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/les_plantes_invasives.pdf [consulté le 10/09/2015]

[32] N.PIPET, 23/05/2012, technicien à l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (IIBSN) : Réunion de l'Observatoire Régional des plantes exotiques ENVahissantes des écosystèmes Aquatiques de Poitou-Charentes (ORENVA)

Disponible sur : http://www.orenva.org/IMG/pdf/Copil_Orenva_-_renouees_-_23_mai_2012.pdf [consulté le 30/11/2015]

[33] A.CLEWELL, J.ARONSON, K.WINTERHALDER, traduit par : FONTAINE Christelle et ARONSON James. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson : Society for Ecological Restoration International.

SER International Primer on Ecological Restoration, rédigé en 2004

Disponible sur : <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration> [consulté le 23/11/2015]

[34] R.MORELLATO, *Essais de restauration écologique par fauche et concurrence végétale*, Rencontre régionale pour une gestion intégrée des Renouées invasives, réalisée 11 juin 2015 à Laxou (54).

Disponible sur : <https://renouees2015.files.wordpress.com/2015/07/morellato-ensaia-restauration-rr-11juin-2015.pdf> [21/11/2015]

[35] M.LE BERRE, Juillet-Aout 2010, Mastère 1 Biodiversité Ecologie Environnement, pour l'Association Départementale Isère Drac Romanche (A.D.I.D.R.), *Proposition de plan de gestion des Renouées exotiques invasives (Fallopia spp.) et d'autres espèces envahissantes sur les digues de l'Isère, du Drac et de la Romanche.* 27 pages.

Disponible sur : http://www.isere-drac-romanche.fr/IMG/pdf/Gestion_Invasives_MaelleLeBerre.pdf [consulté le 13/11/2015]

[36] M.JUAN, L.BOURQUE, 2012-2013, *Projet de lutte contre la Renouée du Japon sur le CET d'Etueffont*.

Disponible sur : http://www.mairie-flavigny-sur-moselle.fr/files/AEUIUT_Etueffont_ProjLutteRenou_Japon_v3_2013-04-24.pdf [consulté le 13/11/2015]

[37] le jdc.fr, *La Znieff lutte activement contre la Renouée du Japon*, 26/07/14.

Disponible sur : http://www.lejdc.fr/nievre/actualite/pays/grand-nevers/2014/07/26/la-znieff-lutte-activement-contre-la-renouee-du-japon_11093377.html [consulté le 21/11/2015]

[38] OUEST FRANCE, 22/11/2013, *Le bâchage pour lutter contre les plantes invasives*.

Disponible sur : <http://www.ouest-france.fr/bretagne/brest-29200/le-bachage-pour-lutter-contre-les-plantes-invasives-1737759> [consulté le 22/10/2015]

[39] CONSEIL DEPARTEMENTAL DE SEINE ET MARNE, *Le Conseil départemental s'engage*

Disponible sur : <http://eau.seine-et-marne.fr/export/print/prevention-le-conseil-general-s-engage> [consulté le 24/11/2015]

[40] VILLE D'ECULLY, *Lutte contre la propagation de la Renouée du Japon, plante invasive*, 2015

Disponible sur : <http://www.ville-ecully.fr/Lutte-contre-la-propagation-de-la.html> [consulté le 24/11/2015]

[41] EPTB Saône et Doubs, 17/05/2013, *Contrat de rivière de la Lanterne, Visite des sites expérimentaux de lutte contre la Renouée du Japon, Journée des élus du PNR des Ballons des Vosges*.

Disponible sur : http://www.parc-ballons-vosges.fr/wp-content/uploads/2015/11/visite_terrain_contrat_riviere.pdf [consulté le 24/11/2015]

[42] J.BUTNOR, B.ROTH et K.JOHNSEN, 2005, *Forest Biology Research Cooperative : Feasibility of Using Ground-penetrating Radar to Quantify Root Mass in Florida's Intensively Managed Pine Plantations* ».

Disponible sur : http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_butnor007.pdf [consulté le 8/11/2015.]

[43] SOT prospection[Image] .

Disponible sur : <http://www.sotprospection.com/eng/georadar.phpHPSESSID=54b6f284d05fc90086eabc205687fa58> [consulté le 23/11/2015]

[44] J.BUTNOR, J.A.DOOLITTLE, L.KRESS, S.COHEN, and K.H.JOHNSEN, 2001, *Use of ground penetrating radar to study tree roots in the southeastern United States*.

Disponible sur : <http://treephys.oxfordjournals.org/content/21/17/1269.long> [consulté le 8/11/2015]

[45] R.THOMES, D.BUSTI, M.MAILLART, septembre 2011, *La Renouée à la conquête du monde*.

Disponible sur : <http://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/la-plante-du-mois/la-renouee-du-japon-a-la-conquete-du-monde/index.html> [consulté le 29/11/15]

[46] AEB MethaFrance, *Principe de la méthanisation*

Disponible sur : <http://www.aeb-energie.fr/principe-de-la-methanisation.php> [consulté le 18/11/2015]

[47] J.LGUIGNARD, 11/04/2000. *Biochimie végétale*. 2ème édition de l'Abrégé. Paris : Dunod, 274 pages. Sciences sup nature et vie. ISBN : 2-10-004527-X

[48] T.CHASTANG, 2014. *Etude de la synthèse du resvératrol et de ses dérivés (viniférines) par des suspensions de cellules de vigne et optimisation de la production en bioréacteur*. Thèse de doctorat. Génie des Procédés & Biotechnologie végétale. Châtenay-Malabry : Ecole centrale de Paris, 161 pages.

Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01037913> [consulté le 23/11/2015]

[49] J.BRUNETON, 03/10/2009. *Pharmacognosie : Phytochimie et Plantes médicinales*. 4e édition. Tec & Doc Lavoisier, 1268 pages. ISBN-10: 2743011882

[50] C.FEELGOOD & L.FREEMAN, 20/02/2013. *Les nouveaux espoirs de l'antiâge*, 59 pages.

Disponible sur : http://actualites.nutritionconcept.com/wp-content/uploads/2012/08/ebook_anti%C3%A2ge-ebook-v1-2625.pdf [consulté le 24/11/2015]

[51] A.CONSTANCIAS, 2008. *La Renouée du Japon : Polygonum Cuspidatum Sieb. et Zucc. (Polygonaceae)*. Thèse pour l'obtention du titre de docteur en pharmacie. Science Pharmaceutique. Grenoble : Faculté de Pharmacie. 123 pages.

Disponible sur : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00592141> [consulté le 21/11/2015]



Projet Professionnel 2015-2016
Rapport final
20/05/2016

*Les Renouées asiatiques : rhizomes,
bâchage et communication autour d'une
plante invasive*

Laurine CAMPANELLA, Maéva CREMILLEUX, Valentin FALCON, Aurélie HAMELIN,
Adeline KAROLKOWSKI, Lisa MICHAUD, Justine PAPIN, Charles PLESSIS, Maxime SCHMITT,
Élise THIRIET

Tuteurs du projet : Stefan JURJANZ, Sylvain LERCH, Yves LE ROUX

Table des matières

<i>Remerciements</i>	47
<i>Table des figures</i>	48
<i>Résumé</i>	50
<i>Introduction</i>	51
I. Matériel et méthodes	52
I. A. Etude des rhizomes de la Renouée du Japon	52
I. A. 1. Etude du rhizome en laboratoire.....	52
I. A. 1. a. Présentation du projet.....	52
I. A. 1. b. Protocoles et mises en place.....	53
I. A. 1. b. 1. Etude de la faisabilité d'étudier le rhizome de Renouée du Japon en laboratoire.....	53
I. A. 1. b. 2. Etude des effets de la fauche et bâchage sur la partie souterraine de la Renouée du Japon en laboratoire.....	54
I. A. 1. b. 3. Etude des effets du stade végétatif et de la masse du rhizome sur la croissance des parties aériennes.....	58
I. A. 2. Etude des rhizomes sur le terrain.....	58
I. A. 3. Test de réserves.....	59
I. A. 4. Réalisation d'un profil de sol à la Sapinière.....	60
I. A. 5. Fauche répétée à la Sapinière.....	60
I. B. Expérimentation d'une méthode de lutte : le bâchage	61
I. B. 1. Préparation du bâchage.....	61
I. B. 1. a. Réalisation d'un questionnaire.....	61
I. B. 1. b. Rencontre avec l'association SAVA à Muttersholtz.....	61
I. B. 2. Elaboration d'un protocole de bâchage.....	62
I. C. Communication autour de notre projet	63
I. C. 1. Communication auprès des partenaires.....	63
I. C. 1. a. Présentation du projet à l'entreprise Noremat®.....	63
I. C. 1. b. Rencontre avec les élus municipaux de Belleville.....	63
I. C. 1. c. Rencontre avec les élus municipaux de Vandœuvre-lès-Nancy.....	64
I. C. 1. d. Diffusion des comptes-rendus.....	65
I. C. 2. Communication directe.....	66
I. C. 2. a. Porte-à-porte à Belleville.....	66
I. C. 2. b. Réunion publique à Belleville.....	66
I. C. 3. Communication indirecte : développement de supports visuels.....	66
I. C. 3. a. A Belleville.....	66
I. C. 3. a. i. Via des panneaux de communication.....	66
I. C. 3. a. ii. Via un article dans le journal municipal.....	66
I. C. 3. b. A Vandœuvre-lès-Nancy.....	67
I. C. 3. b. i. Via un article dans le journal municipal.....	67
I. C. 3. b. ii. Panneaux provisoires pour présenter le bâchage.....	67
I. C. 3. c. A Laxou.....	67
I. C. 4. Actions de sensibilisation auprès de groupes scolaires.....	67
I. C. 4. a. Venue des élèves d'une classe de seconde du lycée Stanislas de Villers-lès-Nancy.....	67
I. C. 4. b. Visite du site de Belleville avec l'école primaire de la ville.....	68
II. A. Etude des rhizomes de la Renouée du Japon	69
II. A. 1. Etude des rhizomes en laboratoire.....	69

II. A. 1. a. Création d'un cahier des charges pour la faisabilité d'étudier la Renouée du Japon en laboratoire	69
II. A. 1. b. Etude des effets des moyens de lutte sur les caractéristiques du rhizome de la Renouée du Japon en laboratoire	70
II. A. 1. b. i. Conséquence de la fauche tous les 10 jours sur le développement de la biomasse aérienne	70
II. A. 1. b. ii. Comparaison des effets de la fauche F1 et F2 sur la biomasse aérienne sur une période de 20 jours	71
II. A. 1. b. iv. Comparaison des masses des rhizomes des différentes modalités (F1,F2,B,T) obtenues entre $T_{mise\ en\ terre}$ et T1	72
II. A. 1. c. Etude de l'influence de la masse des rhizomes sur la biomasse aérienne produite et observation de l'effet du stade végétatif sur la vitesse de reprise des rhizomes	73
II. A. 1. c. i. Etude de l'influence de la masse des rhizomes sur la biomasse aérienne produite	73
II. A. 1. c. ii. Etude de l'influence du stade végétatif sur la vitesse de reprise des rhizomes	74
II. A. 1. d. i. Conclusion sur les expériences en laboratoire	74
II. A. 2. Etude des rhizomes sur le terrain	75
II. A. 3. Interprétation du profil de sol	77
II. B. Mise en place du bâchage	78
II. B. 1. Préparation du bâchage	78
II. B. 2. Nos deux expérimentations du bâchage	79
II. B. 2. a. Première étape : le nettoyage des sites	79
II. B. 2. b. Deuxième étape : la pose de la bâche	81
II. B. 2. c. Evolution des zones bâchées : réaction au printemps	82
II. B. 2. b. A Vandœuvre-lès-Nancy	83
II. C. Communication	84
II. C. 1. Communication directe	84
II. C. 1. a. Porte-à-porte à Belleville	84
II. C. 1. b. Réunion publique à Belleville	84
II. C. 2. Communication indirecte	85
II. C. 2. a. A Belleville : panneaux de communication	85
II. C. 2. b. A Vandœuvre-lès-Nancy	86
II. C. 2. c. A Laxou	87
II. C. 3. Communication auprès des élèves de seconde du lycée Stanislas	87
<i>Conclusion</i>	89
<i>Discussion</i>	91
<i>Table des annexes</i>	Erreur ! Le signet n'est pas défini.

Remerciements

Nous souhaitons remercier tous les intervenants qui nous ont aidés, de près ou de loin à réaliser notre projet professionnel. Tout d'abord, nous remercions nos tuteurs, Stefan Jurjanz, Sylvain Lerch et Yves Le Roux, pour leur suivi ainsi que leur aide précieuse tout au long de cette année.

Nous remercions également l'entreprise Noremat®, plus précisément Bruno Chanudet, Nicolas Morin et Martial Bruder qui ont été nos interlocuteurs tout au long de cette année. Nous sommes par ailleurs reconnaissants envers l'association des Amis de la chèvre de Lorraine ainsi que l'association Floraine qui ont financé une partie de nos expérimentations, et plus particulièrement envers Paul Montagne pour sa disponibilité et son intérêt pour notre travail. Merci également à Jacky Fritsch de l'association SAVA (Section Aménagement Végétal d'Alsace) pour son accueil et ses précieuses explications sur le bâchage. Merci également à Thierry Maire, Florence Piola, Frédéric Bourgaud, Benoît Mignard, Alexandre Laflotte et Benjamin Ravard pour le temps qu'ils nous ont accordé.

Nous tenons à remercier le maire de Belleville, Serge Laurent, le conseiller municipal délégué à la gestion des bois communaux, Hervé Noël, mais également les agents communaux des espaces verts qui nous ont apporté une grande aide matérielle lors de la mise en place de la bâche et des panneaux de communication ainsi que lors de son suivi pour les années à venir. De plus, un grand merci à Patrick Rezler qui nous a permis de bâcher une partie du terrain de l'immeuble "La Cantine" envahie par la Renouée du Japon.

Nous voulons également remercier la mairie de Vandœuvre-lès-Nancy et en particulier Danielle Ackermann, élue en charge de l'environnement, pour nous avoir permis d'expérimenter sur le site de la Sapinière et pour nous avoir soutenus tout au long de notre projet sur ce site. Nous souhaitons également remercier Éric Marchand et David Bour, responsables des espaces verts de la ville, ainsi que Thierry Maire et les agents municipaux, pour leur aide matérielle lors de la mise en place de nos expérimentations (nettoyage, bâchage, profil de sol...) mais aussi pour la réalisation des panneaux de communication.

De plus, nous voulons remercier Christophe Robin, directeur de Recherche à l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Claude Gallois du LAE (Laboratoire Agronomie et Environnement), Agnès Fournier du Laboratoire URAFPA (Unité de Recherches Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux), Dominique Gérant, Nina Bayer, Pascale Maillard, Bernard Amiaud, ainsi que toute l'équipe du LSE (Laboratoire Sols et Environnement), en particulier les techniciens Adeline Bouchard et Stéphane Collin, celle du LAE et de l'URAFPA pour le prêt de matériel (bêche, rhizotrons, locaux...) et l'aide qu'ils nous ont apporté pour l'ensemble des expériences sur les rhizotrons.

Nous tenons aussi à remercier Pierre Leglise du LSE, professeur de sciences du sol à l'ENSAIA, pour avoir été présent lors de la réalisation du profil de sol et nous avoir aidés à analyser ce profil.

Pour finir, merci à toutes les personnes ayant pris le temps de répondre au questionnaire sur le bâchage que nous leur avons envoyé.

Merci également aux Renouées asiatiques sans qui rien n'aurait été possible...



Table des figures

Figure 1 : Rhizotron vide et en culture	52
Figure 2 : Explication de la méthode de fauche	55
Figure 3 : Photographie d'un rhizotron bâché	55
Figure 4 : Photographie d'un rhizotron témoin.....	56
Figure 5 : Schéma de la répartition temporelle de l'expérience	56
Figure 6 : Arbre récapitulatif des modalités de l'expérience	57
Figure 7 : Photographie des pots après implantation des rhizomes	58
Figure 8 : Tri des rhizomes en fonction des deux horizons	59
Figure 9 : Les rhizomes des différents horizons	59
Figure 10 : Schéma de la zone de démonstration de la fauche répétée à la Sapinière (Vandœuvre-lès-Nancy)	60
Figure 11 : Schéma de la technique du bâchage	62
Figure 12 : Schéma de la zone de la Sapinière présenté à la mairie	65
Figure 13 : Graphique présentant l'évolution de la biomasse aérienne coupée pour le F1=10 jours (pendant T1=30jours).....	70
Figure 14 : Comparaison des masses sèches aériennes totales des différentes modalités (F1, F2, B, T) à T1 = 30jours	71
Figure 15 : Evolution des masses de rhizomes après de 51 jours selon les méthodes de lutte	72
Figure 16 : Biomasse aérienne en fonction de la masse humide du rhizome au bout de 15 jours.....	73
Figure 17 : Photographies de pousses de Renouée du Japon au bout de 15 jours de culture d'un rhizome collecté en hiver (à gauche) et d'un collecté au printemps (à droite)	74
Figure 18 : Répartition du diamètre des rhizomes	76
Figure 19 : Profil de sol et ses trois couches	77
Figure 20 : Exemples de rhizomes trouvés au niveau de la coupe	78
Figure 21 : Les différents essais de bâchage répertoriés en France	78
Figure 22 : Récapitulatif des réponses au questionnaire sur le bâchage	79
Figure 23 : Site de Belleville non nettoyé	80
Figure 24 : Site de Belleville nettoyé	80
Figure 25 : Site de la Sapinière non nettoyé.....	80
Figure 26 : Site de la Sapinière nettoyé.....	81
Figure 27 : Pose de la bâche à Belleville	81
Figure 28 : Séance de bâchage à Belleville par les élèves	82
Figure 29 : Zone bâchée à Belleville Vue 1	82
Figure 30 : Repousse de Renouée du Japon dans les interstices	83
Figure 31 : Zone bâchée à Belleville Vue 2	83
Figure 32 : Repousse de Renouée du Japon aux bords de la bâche Vue 1	83
Figure 33 : Zone bâche de la Sapinière.....	84
Figure 34 : Repousse de Renouée du Japon aux bords de la bâche Vue 2	84
Figure 35 : Présentation aux Bellevillois.....	85

Figure 36 : Le panneau de communication de Belleville	86
Figure 37 : Le panneau de communication de Belleville 2	86
Figure 38 : Atelier présentation des expériences en laboratoire	88
Figure 39 : Atelier présentation des différentes méthodes de lutte.....	88

Tableau 1 : Les différentes structures testées :.....	54
Tableau 2 : Présentation des différentes classes de rhizome :	69
Tableau 3 : Evolution de la biomasse aérienne coupée à T= 20 jours (pour les rhizotrons T1=30jours) pour les fréquences F1 et F2 de fauche :	71
Tableau 4 : Masse brute des rhizomes selon le type d'horizon	75
Tableau 5 : Moyenne, écart type et médiane des diamètres des rhizomes des lots 30 et 180	75
Tableau 6 : Masses des lots 30 et 180 :.....	76

Résumé

La présence de plantes invasives pose de nombreux problèmes à la fois économiques, environnementaux et sanitaires. Les communes de Belleville, Laxou et Vandœuvre-lès-Nancy situées en Meurthe-et-Moselle (54) sont envahies depuis des années par les Renouées asiatiques, des espèces qui possèdent un important réseau souterrain de rhizomes ce qui rend leur éradication difficile. L'ENSAIA, en partenariat avec ces communes, des associations et des entreprises a testé certaines méthodes de lutte pour empêcher l'avancée de ces plantes invasives.

Ce rapport final présente nos différentes interventions réalisées lors de ce projet professionnel. Le rhizome est la partie souterraine de la plante qui lui permet de coloniser tout un milieu, c'est pourquoi son développement en laboratoire a été modélisé à l'aide de différents matériels : rhizotrons et pots. Cette étude a permis de définir un cahier des charges pour l'analyse de rhizome en compartiments artificiels, mais aussi de montrer qu'il n'y a pas de variation de masses et réserves du rhizome à très court terme (30 jours). De plus, l'utilisation des pots a permis d'observer que la biomasse aérienne mise en place est proportionnelle à la masse du rhizome. Enfin cette expérience a aussi permis de montrer qu'à un stade végétatif plus avancé (début bourgeonnement), la reprise de croissance des pousses était nettement plus rapide.

Ensuite, deux parcelles ont été bâchées, une première située à Belleville près de l'ancien canal de la Moselle et une à Vandœuvre-lès-Nancy sur le site de la Sapinière afin d'expérimenter cette méthode à échelle réelle. Sur chacun de ces deux sites, une surface comprise entre 300 et 400 m² a été bâchée. Le massif de Renouée du Japon présent à Belleville semble plus vigoureux que celui de Vandœuvre-lès-Nancy. En effet, comme les repousses sont mieux exposées au soleil, elles ont plus d'énergie ce qui a permis un soulèvement de la bâche.

Enfin, un important travail de communication visant le grand public a été réalisé. Plusieurs interventions orales ont eu lieu, ainsi, une réunion publique et du porte-à-porte ont été effectués à Belleville, une matinée d'accueil des lycéens de Villers-Lès-Nancy et une présentation à notre partenaire Noremats®, ont aussi eu lieu. Des supports écrits ont été utilisés en complément comme des panneaux de communication sur les sites de bâchage et des articles dans les journaux communaux de Belleville et Vandœuvre-lès-Nancy.

Introduction

Les collectivités des zones urbaines et péri-urbaines ont recours à différents moyens de lutte afin d'éradiquer ou de réduire l'avancée d'espèces invasives présentes sur des espaces verts ou sur des sites naturels.

Ces plantes, et notamment les Renouées asiatiques (*Fallopia japonica*, *Fallopia sakhalinensis*, *Fallopia bohemica*) sont responsables de nombreux dégâts environnementaux comme l'affaiblissement de la biodiversité d'un écosystème ou l'uniformisation d'un paysage. Un projet professionnel mené par les étudiants de l'ENSAIA en 2013/2014 sur les plantes invasives a listé les différentes méthodes de lutte contre les Renouées asiatiques. En 2014/2015, le projet professionnel Ecopâturage a testé cette méthode dans le but d'éradiquer la Renouée de Sakhaline présente à Laxou. Afin d'assurer la continuité de ces différents projets, nous nous sommes intéressés au bâchage. La méthode du bâchage est utilisée comme une méthode de lutte contre ces Renouées asiatiques. Le bâchage est particulièrement intéressant pour des parcelles de petite taille à forts enjeux. En effet, cette méthode est intéressante pour de petites surfaces car sa mise en place est technique (besoin de beaucoup de main d'œuvre), le prix des matières premières (bâche de type agricole) et de son entretien restent faibles et enfin l'éradication de la plante est plus efficace sur un massif isolé (recouvrement total du massif par la bâche). De plus, cette technique permet d'épuiser les réserves souterraines contenues dans les rhizomes. La bâche prive les feuilles de lumière à l'origine de la création d'énergie, cette énergie n'est donc pas utilisée pour alimenter les réserves du rhizome.

Notre objectif consiste à installer des bâches sur des parcelles de faibles dimensions envahies à Belleville et Vandœuvre-lès-Nancy. Le but est aussi de réaliser une restauration écologique avec des espèces locales après trois à cinq ans de pose pour concurrencer la croissance de la Renouée du Japon.

Ce rapport présente les succès mais aussi les difficultés qui ont pu être rencontrés au cours de ce projet.

I. Matériel et méthodes

Dans cette partie sont présentées les démarches et logiques suivies au sein de nos différents axes de travail, ainsi que les protocoles élaborés et appliqués. D'autre part, le matériel et les outils utilisés durant nos différentes expériences sont particulièrement détaillés.

I. A. Etude des rhizomes de la Renouée du Japon

Les Renouées du Japon ont la particularité de développer un réseau de rhizome très conséquent, ce qui est un paramètre clé de leur caractère invasif. Il est donc intéressant de se pencher sur ce critère peu étudié jusqu'alors. La démarche appliquée peut se décomposer en deux parties :

- Une recherche en laboratoire afin de définir les conditions de repousse de la Renouée du Japon à partir d'un morceau de rhizome, ainsi que la visualisation de l'appareil racinaire et du rhizome pendant cette phase. Mais aussi de quantifier les effets des moyens de lutte sur les réserves de la Renouée du Japon.
- Une application sur le terrain, consistant à observer la répartition des rhizomes dans le sol, ainsi qu'à les quantifier.

I. A. 1. Etude du rhizome en laboratoire

I. A. 1. a. Présentation du projet

Dans le cadre de l'étude des rhizomes, l'un des premiers points a été de réussir à faire pousser un morceau de rhizome dans un espace confiné. Pour ce faire, il a fallu déterminer les caractéristiques permettant à un rhizome de repartir (masse, diamètre, stade végétatif, lignification). Ainsi, l'utilisation de rhizotrons a semblé la plus adaptée. En effet ce dispositif permet de cultiver une plante dans un espace restreint et de visualiser son développement sous terre grâce à une plaque de plexiglas®.

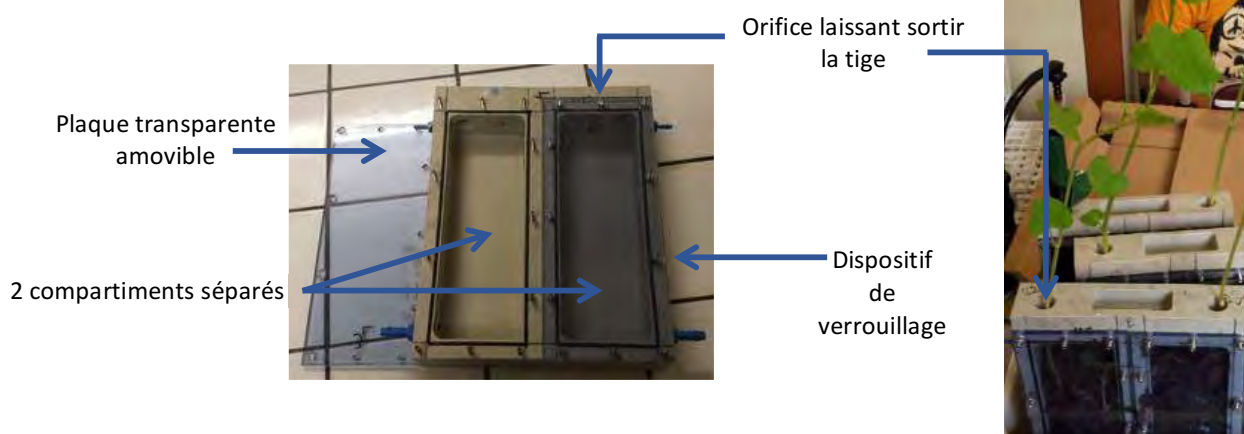


Figure 1 : Rhizotron vide et en culture

Dans un premier temps, les recherches se sont portées sur la création d'un cahier des charges permettant de sélectionner un rhizome capable de se développer en rhizotron.

Une fois ces caractéristiques obtenues, les rhizotrons ont été utilisés pour évaluer l'effet des méthodes de lutte (la fauche, bâchage) sur les réserves du rhizome. L'évaluation des réserves se fait à travers des mesures de masse mais aussi des dosages d'amidon.

Cette étude s'étant uniquement basée sur une méthode de pousse en rhizotrons, il a été important de tester une alternative n'ayant pas pour but d'observer la partie souterraine mais plutôt la partie aérienne. Pour ce faire, cette expérience s'est effectuée avec des pots ayant une contenance de 4 litres, permettant de faire pousser des rhizomes de plus grande taille et laissant plus de place au système racinaire qu'en rhizotron.

Ce dispositif a aussi permis de tester différents stades végétatifs du rhizome. En effet, pour les rhizotrons, les prélèvements de rhizomes ont eu lieu en période hivernale alors que l'étude en pot s'est faite avec des rhizomes prélevés au printemps.

I. A. 1. b. Protocoles et mises en place

Les recherches en laboratoire se concentrent autour de trois piliers :




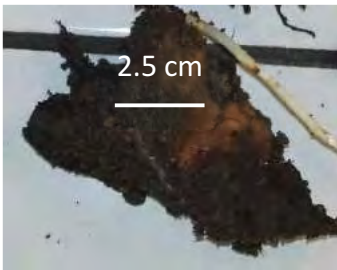
- L'établissement des caractéristiques des rhizomes pour la culture en rhizotron
- L'effet des méthodes de lutte sur la partie souterraine de la Renouée du Japon
- L'étude de l'effet du stade végétatif sur la reprise du rhizome ainsi que l'effet de la masse du rhizome sur la biomasse aérienne

I. A. 1. b. 1. Etude de la faisabilité d'étudier le rhizome de Renouée du Japon en laboratoire

L'intérêt de cette manipulation est d'étudier la reprise des rhizomes en fonction de leur structure (taille, diamètre et lignification) et de leur masse. Ces observations permettent de créer un cahier des charges pour prélever des rhizomes et les utiliser dans le cadre d'une étude en rhizotron.

Les structures testées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Les différentes structures testées

Type de rhizome	Photographie
Jeune rhizome non lignifié	
Rhizome faiblement lignifié	
Rhizome moyennement lignifié	
Tranche de rhizome fortement lignifiée	

Grâce à Christophe Robin, directeur de recherche à l'INRA, l'expérimentation a été faite via des rhizotrons. Ainsi deux rhizomes de chaque type ont été implantés dans les rhizotrons (quatre rhizotrons donc huit compartiments). Pour éviter tout effet de variation du milieu de vie, une terre provenant du site de prélèvement a été utilisée pour permettre aux rhizomes de se développer dans les rhizotrons.

L'expérience durant un mois, au terme de cette période les rhizomes n'ayant pas donné de signe de reprise sont interprétés comme des types non aptes à être utilisés pour une étude en rhizotrons.

Par la suite, ces caractéristiques seront employées pour faire pousser la Renouée du Japon en laboratoire et mesurer les effets des méthodes de lutte.

I. A. 1. b. 2. Etude des effets de la fauche et bâchage sur la partie souterraine de la Renouée du Japon en laboratoire

Lors de cette expérience, le but a été de tester la fauche sur deux temps différents, pour observer l'effet sur les rhizomes (baisse de la masse ainsi que des réserves). La fauche consiste à couper la partie des tiges sortant par l'orifice supérieur des rhizotrons.

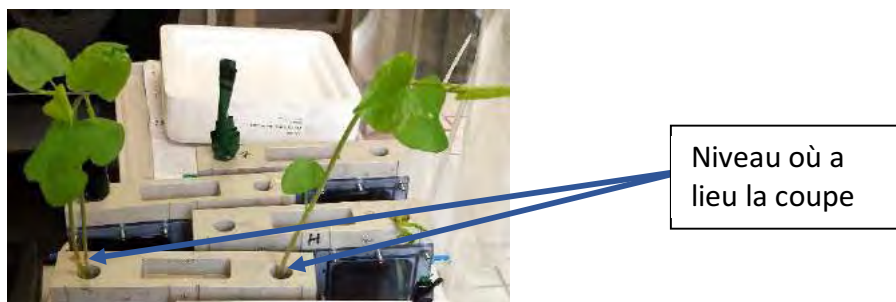


Figure 2 : Explication de la méthode de fauche

Lors de l'expérience, la fauche est testée sur deux fréquences différentes :

- F1 : fauche tous les 10 jours,
- F2 : fauche tous les 20 jours.

Ce choix se base sur les observations réalisées lors de l'expérience précédente, où il a été démontré que 10 jours semblent être la durée minimale pour que le rhizome crée suffisamment de biomasse aérienne pour pouvoir être fauché.

L'intérêt de mettre en place deux fréquences a été d'étudier l'effet de la photosynthèse sur la création de réserve au niveau des rhizomes. En effet, sur une fauche de 10 jours, la photosynthèse est faible car les tiges comportent peu de feuilles contrairement à la fauche de 20 jours.

Des rhizotrons bâchés ont été mis en place, ils consistent à empêcher l'accès à la lumière au niveau de la plante. Le but de ce type de rhizotron a été d'observer en profondeur l'impact de la limitation de la photosynthèse au niveau des tiges et du rhizome.

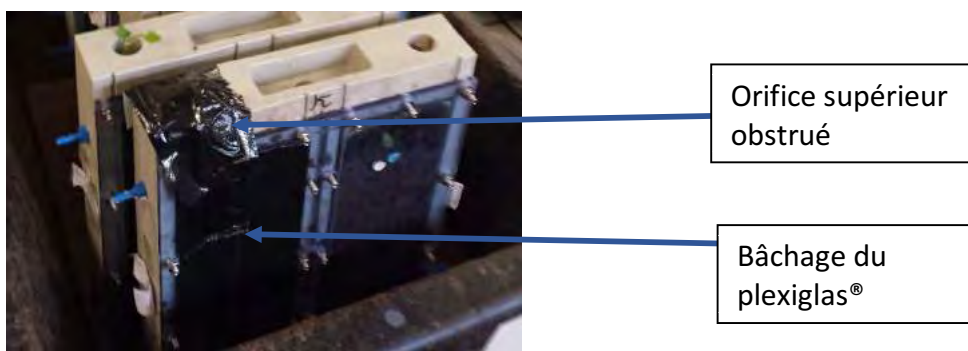
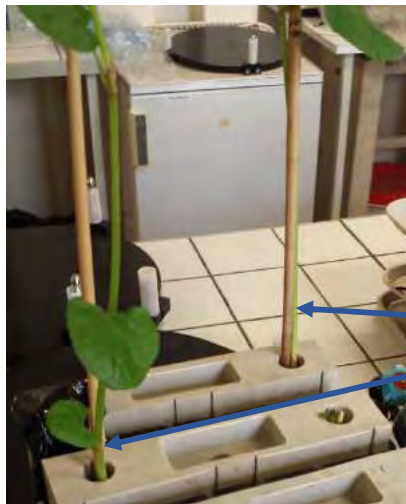


Figure 3 : Photographie d'un rhizotron bâché

Pour interpréter les résultats selon une référence, des rhizotrons témoins ont été mis en place. Le rhizome met librement en place des tiges qui ne seront pas fauchées et seront maintenues via des tuteurs.



Tiges de
rhizotron témoin
avec tuteur

Figure 4 : Photographie d'un rhizotron témoin

Pour mesurer la masse des rhizomes il a fallu retirer l'intégralité des tiges et racines, ce qui en fait une mesure destructive obligeant donc à arrêter la manipulation après mesure. L'étude portera par conséquent sur deux longueurs d'expérience : trente jours ou soixante jours. Cela permet de comparer les effets des méthodes à court et plus long terme sur les réserves des rhizomes.

Le rhizome a besoin d'un temps d'adaptation lors de sa mise en terre, au cours duquel il met en place des racines ainsi que des bourgeons. Ce temps est évalué entre deux et trois semaines. Au terme de cette période, une fauche est effectuée pour instaurer les mêmes conditions initiales entre chaque rhizotron. Cette étape est essentielle car à la fin de la période d'implantation, les rhizomes possèdent une biomasse aérienne totalement inégale.

Le temps d'expérimentation est découpé comme indiqué dans la figure ci-dessous.

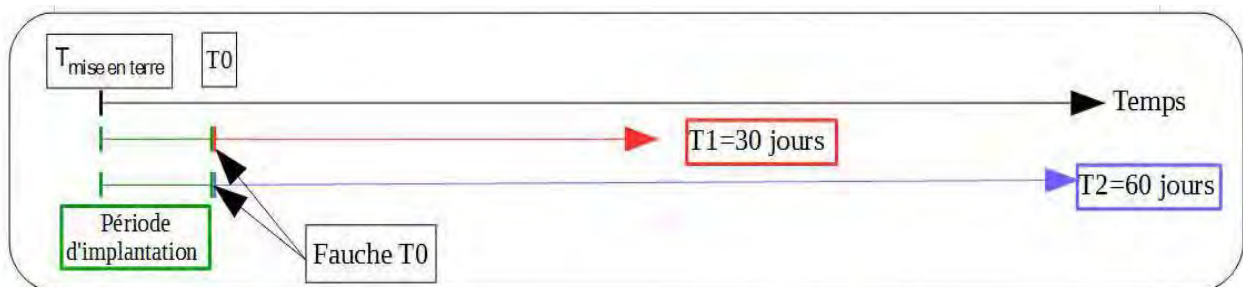


Figure 5 : Schéma de la répartition temporelle de l'expérience

La manipulation dure 81 jours en comptant la période d'implantation et la période de pousse.

Enfin pour obtenir des valeurs exploitables statistiquement, les études doivent être effectuées à plusieurs reprises. Six répétitions ont été choisies.

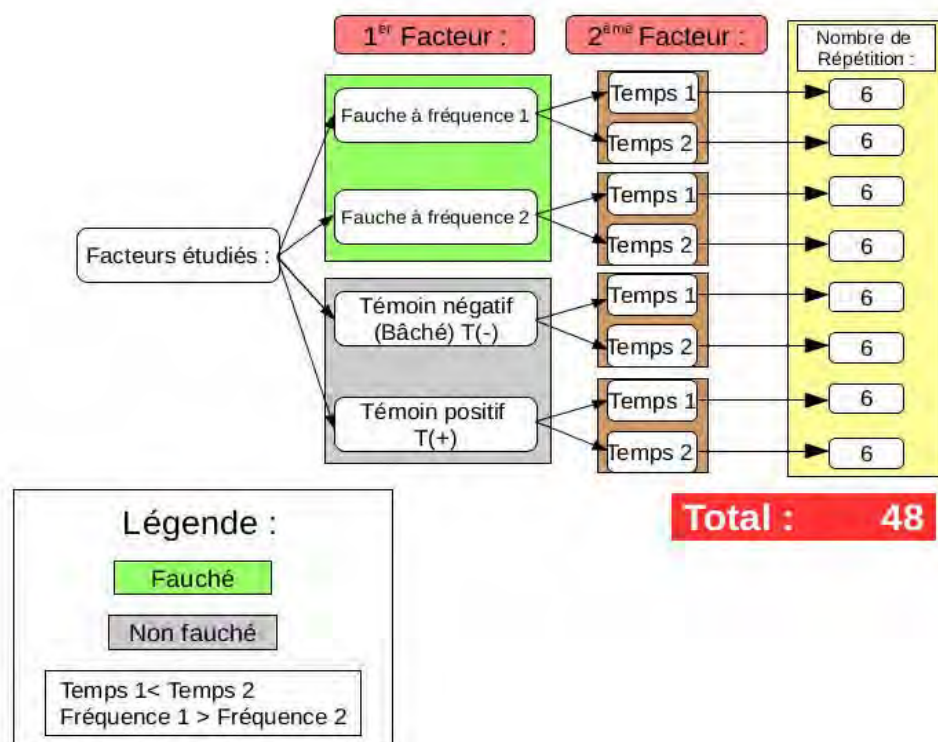


Figure 6 : Arbre récapitulatif des modalités de l'expérience

Au terme du temps T1 (30 jours) d'expérimentation, des mesures sont réalisées pour quantifier différents facteurs :

- Les conséquences de la fauche tous les 10 jours sur le développement de la biomasse aérienne,
- Comparaison des effets de la fauche F1 (10 jours) et F2 (20 jours) sur une période de 20 jours,
- Comparaison des biomasses aériennes des différentes modalités (F1, F2, Bâché, Témoin) obtenues pour la temporalité T1 (30 jours),
- Comparaison des masses des rhizomes des différentes modalités (F1, F2, Bâché, Témoin) obtenues entre $T_{\text{mise en terre}}$ et T1

Les valeurs disponibles ne couvriront que la période des 30 premiers jours, ce qui permet d'avoir les valeurs de T1, l'expérience a été débutée trop tardivement par rapport à la date de fin du projet, pour avoir la possibilité de réaliser l'expérience sur 60 jours.

Pour déterminer la biomasse aérienne fauchée, les tiges coupées sont mises à l'étuve pour obtenir leur poids sec (70°C pendant au minimum une semaine). Cette étude permet de suivre l'évolution de la masse de tige produite par le rhizome en fonction des deux types de fauche (F1 et F2) et des deux temporalités (T1 et T2).

Un protocole détaillant cette manipulation est disponible dans l'annexe G.1, pour des informations plus précises sur le déroulement de l'expérience.

Pour obtenir des données chiffrées, il faudrait tester des quantités d'amidon entre le $T_{\text{mise en terre}}$ et le T_{final} d'expérience, cependant cette méthode n'aura pas lieu lors des études décrites ci-dessous. Le protocole du dosage de l'amidon est disponible dans l'annexe G.2.

Une analyse statistique est réalisée sur les résultats obtenus avec l'outil ANOVA sur le logiciel R, elle est disponible dans l'annexe G.2., notamment sur la masse des rhizomes et des parties aériennes. Ces travaux devront être complétés par les résultats de la période T2, pour apporter une plus grande valeur aux interprétations statistiques.

Cette méthode convient pour l'analyse souterraine de la plante, mais contraint le rhizome à se développer dans un faible espace. L'utilisation de pots permet d'aller au-delà de ces contraintes en se focalisant sur les parties aériennes.

I. A. 1. b. 3. Etude des effets du stade végétatif et de la masse du rhizome sur la croissance des parties aériennes

Un prélèvement aléatoire est réalisé sur le terrain fin avril pour obtenir 9 échantillons de rhizomes de masses différentes. Ces rhizomes sont implantés dans des pots de 4 litres et arrosés plusieurs fois (10cL par pot) par semaine.

Au bout de 15 jours, l'expérience est arrêtée et des mesures de masse sont effectuées (masse des rhizomes et masse sèche de la biomasse aérienne).



Figure 7 : Photographie des pots après implantation des rhizomes

Les rhizomes utilisés pour les expériences en rhizotron sont issus de la période hivernale (fin mars 2016) entraînant un état de vie ralentie, alors que dans cette expérience les rhizomes ont été prélevés au début de la reprise des bourgeons (fin avril 2016). Cette expérience consiste donc à étudier l'effet du stade végétatif sur la reprise en laboratoire, et plus particulièrement sur la vitesse d'implantation.

Dans un second temps, l'effet de la masse du rhizome est aussi étudiée sur la biomasse aérienne mise en place. Pour ce faire, une mesure de la masse des rhizomes est réalisée afin d'étudier la corrélation entre la biomasse sèche coupée au bout de 15 jours et la masse obtenue.

En plus de ces expérimentations en laboratoire, des études de rhizomes sur le terrain ont également eu lieu afin de mieux comprendre leur fonctionnement dans leur milieu naturel.

I. A. 2. Etude des rhizomes sur le terrain

Le mardi 29 mars 2016, un sondage de sol a été réalisé par la ville de Laxou en partenariat avec l'entreprise Noremat® sur un terrain expérimental envahi de Renouée du Japon fauché régulièrement depuis plusieurs années, à côté du Chemin des Vaches. Ce sondage a eu lieu en présence des employés municipaux de Laxou, de l'association Floraine et de l'entreprise Noremat®. Le principe est de retirer, à l'aide d'un tractopelle, l'horizon supérieur (de 0 à 10 cm de profondeur) puis l'horizon inférieur (de 10 à 20 cm) d'un quadrat de 1m². Cette étude devait initialement être réalisée sur une profondeur plus importante. Cependant, aucun rhizome n'a

été trouvé à une profondeur allant de 20 à 30 cm, l'ensemble des données ont ainsi été récoltées sur une profondeur de 0 à 20 cm.



Figure 8 : Tri des rhizomes en fonction des deux horizons

Cette expérimentation a pour but d'évaluer la quantité de rhizomes présente dans chaque horizon et de pouvoir ensuite étudier leurs caractéristiques. Pour cela, chaque horizon du sol a été trié en retirant les rhizomes de la terre. Pour des soucis de facilité de récupération de ceux-ci et afin d'éviter les pertes et disséminations, les rhizomes ont été mis de côté sur des bâches. Ils ont ensuite été ramenés à l'ENSAIA où ils ont été nettoyés.



Figure 9 : Les rhizomes des différents horizons

Suite à cette opération de nettoyage, les rhizomes de chaque horizon ont été pesés en masse brute puis en masse sèche. Ils ont en effet été mis à sécher dans une étuve à 65°C pendant au minimum 96 heures. Une estimation de la quantité de rhizomes de Renouée du Japon présente dans un mètre carré a ainsi été obtenue. En plus de cette quantification, le diamètre des rhizomes dans chaque horizon a également été mesuré afin de réaliser une étude statistique. Cette mesure de diamètre a été effectuée à l'aide d'un pied à coulisse gradué au dixième de millimètre. Pour plus de précision, le diamètre de chaque rhizome a été mesuré en trois points : son milieu et ses deux extrémités. Ceci a permis de travailler avec le diamètre moyen des rhizomes. Enfin, la longueur des rhizomes a été mesurée à l'aide d'un mètre mesureur gradué au millimètre.

I. A. 3. Test de réserves

Pour comprendre l'impact des méthodes de lutte mises en place sur le terrain il est important d'étudier l'évolution des réserves contenues dans les rhizomes. En effet toutes ces méthodes visent à épuiser les réserves des Renouées asiatiques afin d'en diminuer la vigueur. Mesurer et quantifier les réserves présentes dans un rhizome est donc essentiel afin d'évaluer l'efficacité des moyens de lutte contre ces plantes.

Pour cela les laboratoires LAE et LSE de l'ENSAIA ont été contactés afin de mettre au point un protocole d'analyse des réserves. Des rhizomes témoins ont également été conservé au congélateur avant les expériences en rhizotron afin d'effectuer des analyses et de voir l'évolution des réserves de ces rhizomes.

Ces tests concernant la nature des réserves seront effectués à l'ENSAIA par une étudiante en Master2 dans les prochains mois.

I. A. 4. Réalisation d'un profil de sol à la Sapinière

Afin de visualiser la présence des rhizomes dans un sol envahi de Renouée du Japon et d'analyser la nature de ce sol, un profil de sol a été réalisé. Celui-ci a été effectué sur le site de la Sapinière à Vandœuvre-lès-Nancy avec l'aide des employés municipaux de la ville. Pierre Leglize, professeur de sciences du sol à l'ENSAIA et membre du LSE, était présent pour aider à analyser le sol. Ce profil a été réalisé à l'aide d'un tractopelle fourni par la mairie et conduit par un des agents municipaux. Tout le matériel nécessaire à une analyse d'un profil de sol a été utilisé : un couteau, un mètre, un bidon d'HCl (pour réaliser le test avec HCl de la présence de calcaire), ...

Ce profil a eu lieu dans un premier temps pour observer le réseau souterrain de rhizomes situé sous un massif de Renouée du Japon. L'objectif est de visualiser l'agencement des rhizomes, leur nombre et de quantifier jusqu'à quelle profondeur ils sont situés. Un comptage des rhizomes présents le long de la coupe du profil en fonction de leur profondeur a eu lieu pour réaliser.

Dans un second temps, ce profil a pour but d'analyser si certains paramètres du sol peuvent influencer ou non l'invasion de la plante sur ce terrain.

I. A. 5. Fauche répétée à la Sapinière

Le site de la Sapinière est composé d'une zone d'expérimentation du bâchage et d'une zone de démonstration. Sur cette dernière, la plante est présentée à l'aide d'un massif témoin jamais fauché et de panneaux explicatifs, mais le principe de la fauche répétée est aussi expliqué de manière à présenter au public une autre méthode de lutte que le bâchage.

Pour cela, à côté du massif témoin, deux espaces destinés à la fauche répétée ont été séparés. Ils mesurent chacun deux mètres de largeur sur trois mètres de longueur. Au moment de l'écriture de ce rapport, la mise en place des barrières pour les différencier n'a pas encore eu lieu. Leur installation aura lieu durant le mois de mai, c'est pourquoi un schéma est présenté à la place d'une photo. Les deux espaces seront séparés à l'aide de poteaux en bois espacés de deux mètres et d'une épaisseur d'environ huit centimètres qui dépasseront du sol d'environ soixante-dix centimètres. En bas de ces deux massifs les poteaux seront reliés à l'aide d'une planche en bois sur laquelle figurera un panneau précisant la fréquence de fauche, cinq semaines pour l'un massif et dix semaines pour l'autre.

La fauche est donc réalisée à ces deux intervalles de temps par l'ENSAIA. Un panneau de communication sera placé devant ces massifs pour présenter la fauche répétée en général, celui-ci est disponible dans l'annexe B.4.a.

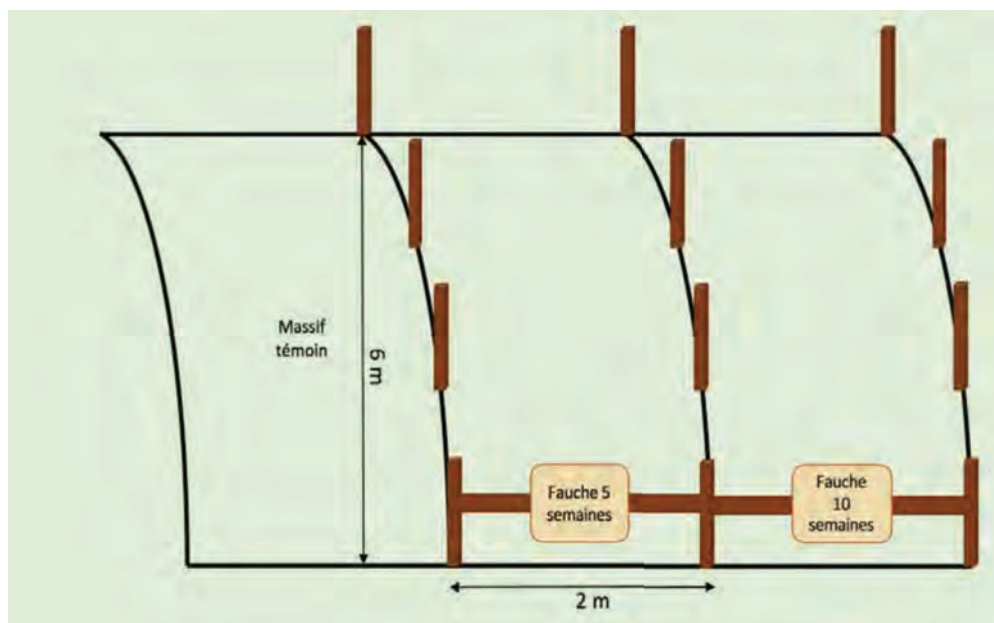


Figure 10 : Schéma de la zone de démonstration de la fauche répétée à la Sapinière (Vandœuvre-lès-Nancy)

I. B. Expérimentation d'une méthode de lutte : le bâchage

I. B. 1. Préparation du bâchage

Avant la mise en place des expériences, des recherches bibliographiques ont été réalisées, disponibles dans le rapport bibliographique précédent. Celles-ci avaient pour but de recenser toutes les informations sur le bâchage. A la suite de cet inventaire, il a été constaté qu'il y avait un manque d'informations précises sur cette technique. Pour cette raison, il a été décidé de réaliser un questionnaire, à destination des acteurs qui avaient déjà testé le bâchage, pour obtenir de plus amples informations. Dans cette optique, une visite en Alsace, au sein d'une association qui pratique cette méthode depuis plusieurs années, a aussi été réalisée.

I. B. 1. a. Réalisation d'un questionnaire

Un questionnaire en ligne a été créé pour compléter nos recherches bibliographiques sur le bâchage qui avaient été effectuées en amont. En effet, au cours de ces recherches initiales, les informations récoltées sur l'expérimentation du bâchage contre les Renouées asiatiques n'étaient pas assez précises ou peu nombreuses pour élaborer un protocole de bâchage.

Afin d'obtenir de nouvelles données, différents professionnels ou collectivités ayant déjà expérimentés cette méthode de lutte ont été contactés par mail pour connaître les différentes modalités du bâchage. Leurs coordonnées ont été trouvées via différents compte-rendus d'expérimentations ou grâce à des articles trouvés sur internet. Lors de la prise de contact avec ces différents acteurs, il leur a été demandé de remplir un questionnaire en ligne. Ce dernier est disponible à l'adresse suivante : <http://goo.gl/forms/2WpkbErOQ9> et est présent dans l'annexe C.1. Les questions posées étaient surtout techniques (Quel a été le type de bâche utilisé ? Quel était l'ampleur du massif ? Une autre technique de lutte a-t-elle été testée avant celle-ci ?), afin de connaître précisément les modalités du bâchage. Ce support a été choisi car il prend peu de temps à remplir par les personnes interrogées et permet d'obtenir des réponses variées.

I. B. 1. b. Rencontre avec l'association SAVA à Muttersholtz

Lors de la rencontre régionale organisée à Laxou le 11 juin 2015 autour de la gestion intégrée des Renouées invasives, Jacky Fritsch, responsable de l'association SAVA (Section Aménagement Végétal d'Alsace), est intervenu pour parler de la mise en place de bâches en Alsace. Souhaitant avoir plus d'informations et une vision concrète du bâchage, une visite en à Muttersholtz et à Scherwiller (67) a eu lieu afin de découvrir l'opération de bâchage réalisée par l'association SAVA. L'entretien avec Jacky Fritsch a permis de mieux comprendre la mise en place du bâchage, puis le terrain bâché a été observé afin de se rendre compte de la réalité du bâchage. Certaines pratiques ont été retenues pour l'élaboration du protocole, en particulier le fait de doubler la bâche, d'utiliser des objets lourds pour la fixer, ainsi que le type d'agrafes utilisé.

Une parcelle d'environ 6000 m² située à Scherwiller, à quinze minutes de Muttersholtz, sous une ligne à haute tension a ainsi pu être observée. A la demande du RTE (Réseau de Transport d'Electricité) et en partenariat avec l'association SAVA, une opération de bâchage a été menée en 2013 sur cette zone. La Renouée du Japon, amenée par un cours d'eau, s'était répandue sur tout le terrain et menaçait les vignes adjacentes et aurait pu rentrer en contact avec la ligne à haute tension.

Actuellement, la zone est toujours bâchée. L'expérimentation réalisée par l'association donne des résultats assez probants. De nombreuses espèces sont présentes pendant les deux premières années après débâchage involontaire d'une petite partie de la zone expérimentale. Ces zones découvertes servent de zones d'expérience avec réensemencement occasionnel des espèces présentes à la demande du RTE.

Sur le long terme, l'installation d'un pâturage de chevaux est envisagée après le débâchage complet de la parcelle. Le compte-rendu de cette journée est disponible dans l'annexe A.4.

I. B. 2. Elaboration d'un protocole de bâchage

Suite à la rencontre avec l'association SAVA et à l'aide des différentes informations obtenue grâce aux réponses du questionnaire nous avons élaboré notre protocole de bâchage qui a été mis en place sur nos deux parcelles d'expérimentation à Belleville et Vandoeuvre-lès-Nancy.

Avant d'effectuer un bâchage, il est nécessaire de faucher les cannes de Renouées asiatiques et de nettoyer toute la parcelle. En effet la zone à bâcher doit être propre et dépourvue de débris. Ces étapes se réalisent facilement si les cannes de Renouée sont sèches car elles se cassent rapidement. Une fois la zone nettoyée, la pose de la bâche peut s'effectuer. Celle-ci se réalise généralement à la sortie de l'hiver avant que des repousses apparaissent.

Pour effectuer le bâchage, deux épaisseurs de bâche au minimum doivent être disposées en formant de longues bandes sur le massif de Renouée. Une zone de recouvrement entre deux bâches d'au moins 20 à 30 cm doit être effectuée afin d'empêcher toute repousse dans cette zone sensible. De plus, il est nécessaire de déposer des objets lourds sur cette zone, comme une bûche ou une pelletée de terre pour éviter tout décolllement de la bâche par le vent. Si cela est possible, il faut croiser les deux bandes de bâche entre elles pour une meilleure efficacité. La bâche est généralement de type agricole, haute performance. La couleur foncée de la bâche permet de capter la chaleur des rayons du soleil ce qui entraîne un épuisement et une dégradation des Renouées asiatiques. De plus, cette bâche a l'avantage d'être peu coûteuse, légère, facile à manipuler et réutilisable. Les bâches sont fixées dans le sol avec des crochets ou des agrafes disposées tous les mètres sur le bord de la bâche. De plus il est nécessaire de bâcher au moins un mètre de plus autour du massif de Renouée afin de limiter les risques d'expansion de celle-ci.

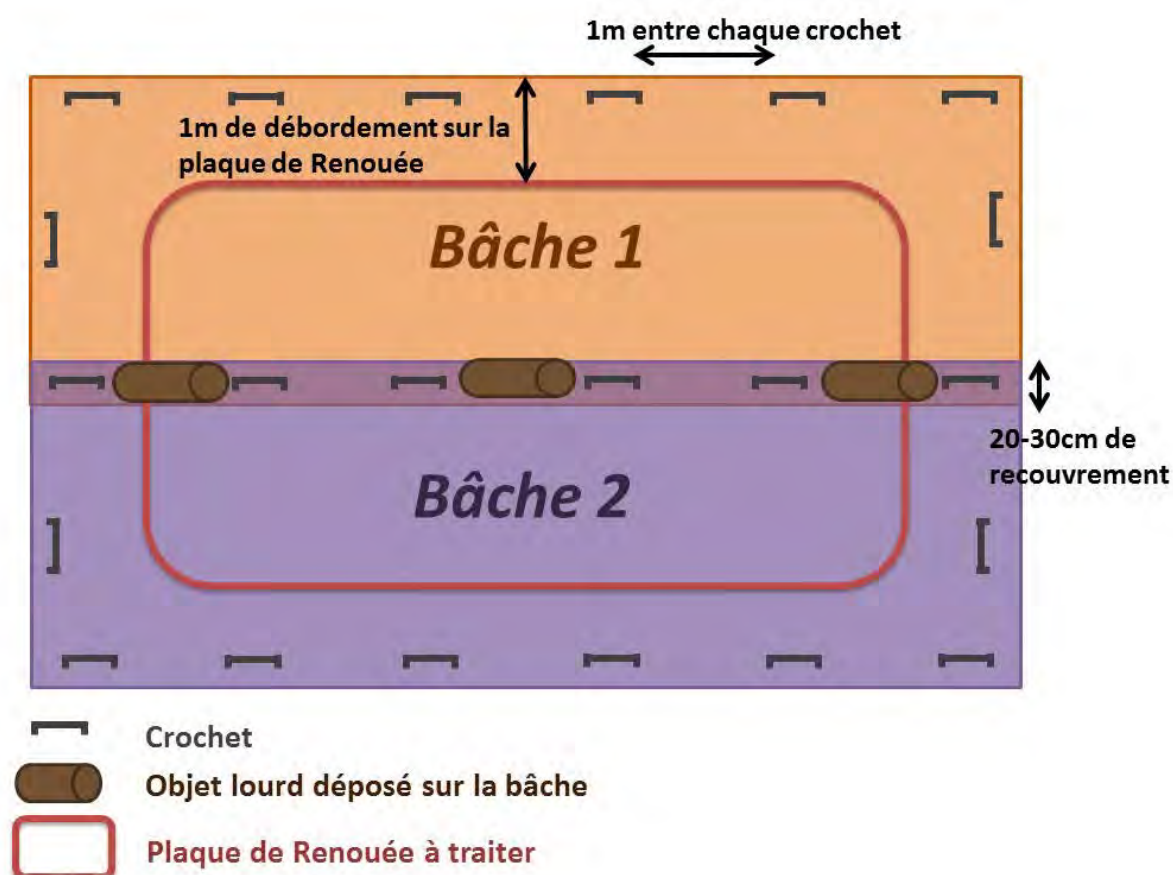


Figure 11 : Schéma de la technique du bâchage

Pendant toute la durée du bâchage, il est nécessaire de surveiller et d'entretenir régulièrement la zone. Comme les Renouées asiatiques peuvent pousser en périphérie de la bâche, il faut régulièrement arracher les tiges qui dépassent, toutes les trois semaines environ lors de la première année de bâchage notamment. Celles-ci peuvent être déposées directement sur la bâche où elles sont asséchées naturellement. Cependant, il faut faire attention à ce que les tiges ne s'envolent pas et ne disséminent les Renouées asiatiques dans d'autres endroits. Un bac fermé par un couvercle peut être mis à côté de la zone à bâcher pour y déposer les tiges afin d'éviter toute dispersion.

Le débâchage doit se faire au minimum après trois années de pousse, soit environ trois périodes Avril-Octobre.

Voici quelques informations complémentaires sur le bâchage (obtenues lors de la visite à l'association SAVA) :

- Il est possible que les Renouées asiatiques « débordent de la bâche » en périphérie. Cette repousse, traitée par arrachage, témoigne de l'affaiblissement de la plante. Dans 90 % des cas, elle ne pousse qu'en hauteur et ne s'étend pas sur la parcelle.
- Les résultats ne sont pas toujours très probants la première année, il faut être patient pour voir les premiers résultats positifs qui apparaissent à partir de la deuxième année.
- Lors d'un bâchage le long d'une route, l'association SAVA s'est heurtée à certains désavantages. Les bâches noires renvoient énormément de lumière et peuvent éblouir les conducteurs. De plus, en cas de sortie de route d'un véhicule, il y a un risque de dérapage sur la bâche. Un tissu naturel mat a donc été ajouté sur la bâche pour palier à ces problèmes.
- Si les Renouées asiatiques ne percent pas la bâche, elles s'immiscent dans les interstices lorsque la bâche est percée, il faut donc contrôler régulièrement l'état de cette dernière.
- S'il y a un obstacle dans la zone à bâcher, il est préférable de commencer par bâcher minutieusement le contour de l'obstacle (en limitant les trous et interstices par lesquels les Renouées asiatiques pourraient s'immiscer) puis de progresser vers la périphérie de la zone de bâchage.

I. C. Communication autour de notre projet

I. C. 1. Communication auprès des partenaires

I. C. 1. a. Présentation du projet à l'entreprise Noremat®

Un des premiers partenaires de notre projet est l'entreprise Noremat® qui intervient techniquement avec notamment le VSV (Véhicule Service Viabilité) et financièrement sur le projet. Une réunion a été réalisée le mardi 2 Février 2016 dans les locaux de l'ENSAIA pour présenter à l'entreprise l'avancée de notre projet. Elle a eu pour but d'échanger avec eux afin d'améliorer nos idées concernant l'étude des rhizomes et de trouver de nouvelles pistes de travail. C'est d'ailleurs au cours de cette réunion que l'hypothèse de réalisation d'un profil de sol a été émise avec l'utilisation d'un quadrat afin de visualiser l'étendue du réseau de rhizome, ce qui semblait impossible à réaliser.

Au cours de cette réunion étaient présents Bruno Chanudet, en charge de la veille scientifique à Noremat®, Nicolas Morin, chef de produits en charge des expérimentations terrains à Noremat®, ainsi que Benjamin Ravard, ingénieur d'étude méthanisation travaillant à la Bouzule (la ferme expérimentale de l'ENSAIA), et Alexandre Laflotte, directeur de la Bouzule. A l'aide d'un diaporama, quelques éléments bibliographiques concernant les méthodes de lutte ont d'abord été exposés afin de montrer que dans notre cas le bâchage est la méthode la plus adaptée. L'étude des réserves ainsi que les plans de communication ont également été présentés lors de cette réunion.

Le diaporama est disponible dans l'annexe D.1.

Après avoir présenté notre projet à un de nos partenaires, nous avons souhaité communiquer sur le bâchage mis en place avec les élus de Belleville et de Vandœuvre-lès-Nancy.

I. C. 1. b. Rencontre avec les élus municipaux de Belleville

Hervé Noël, conseiller municipal délégué à la gestion des bois communaux de Belleville, a été contacté afin d'exposer le projet de bâchage sur sa commune et de recueillir son avis concernant la communication auprès

des habitants. Une réunion a eu lieu le 9 Février 2016 avec lui-même et les deux agents communaux des espaces verts dans le but de leur montrer notre plan de communication. Le diaporama qui par la suite a été projeté lors de la réunion publique a été présenté, celui est situé dans l'annexe D.2. La municipalité a approuvé le diaporama et le maintien de cette réunion d'information.

D'autre part, le propriétaire de l'immeuble "la Cantine", Patrick Rezler, dont une partie de son terrain est envahi par la Renouée du Japon a été contacté via une lettre postale. Comme toute la zone à bâcher n'est pas communale, son autorisation a dû être obtenue pour mettre en place ce moyen de lutte afin d'éradiquer la Renouée du Japon présente sur toute la parcelle.

I. C. 1. c. Rencontre avec les élus municipaux de Vandœuvre-lès-Nancy

Une réunion a eu lieu à la mairie de Vandœuvre-lès-Nancy le 4 Février 2016 avec Danielle Ackermann, élue en charge de l'environnement. Éric Marchand, responsable des espaces verts de la ville, n'a pas pu être présent mais a reçu un compte-rendu.

Durant cet entretien, le projet étude en laboratoire, bâchage et plans de communication ont été présentés à la mairie avec comme support un book. Celui-ci est disponible dans l'annexe D.3.

Cette entrevue a permis de prendre des décisions d'expérimentation et de mise en place d'une communication sur le site de la Sapinière à Vandœuvre-lès-Nancy.

Le site a virtuellement été divisé en deux parties, séparées par le chemin qui descend du terrain de football.

La partie de droite constitue la zone d'expérimentation du bâchage. Elle a été totalement bâchée cette année. Elle sera débâchée en plusieurs étapes, une partie après un an de bâchage, deux autres après deux et trois ans de pose et enfin la dernière partie sera débâchée dans cinq ans. Des analyses des réserves des rhizomes de Renouée du Japon ont été réalisées à un temps zéro et d'autres seront effectuées à chaque débâchage afin de visualiser l'influence du bâchage sur l'état des réserves de la plante.

La partie de gauche constitue la zone de démonstration. Elle est divisée en trois zones : une première qui est fauchée toutes les cinq semaines, une seconde qui est fauchée toutes les dix semaines et enfin une dernière qui constitue le massif témoin. Cela permet de montrer au public les caractéristiques de la Renouée du Japon, sa vitesse de repousse et de présenter une technique de lutte différente du bâchage.

Le schéma ci-dessous illustre ces propos.

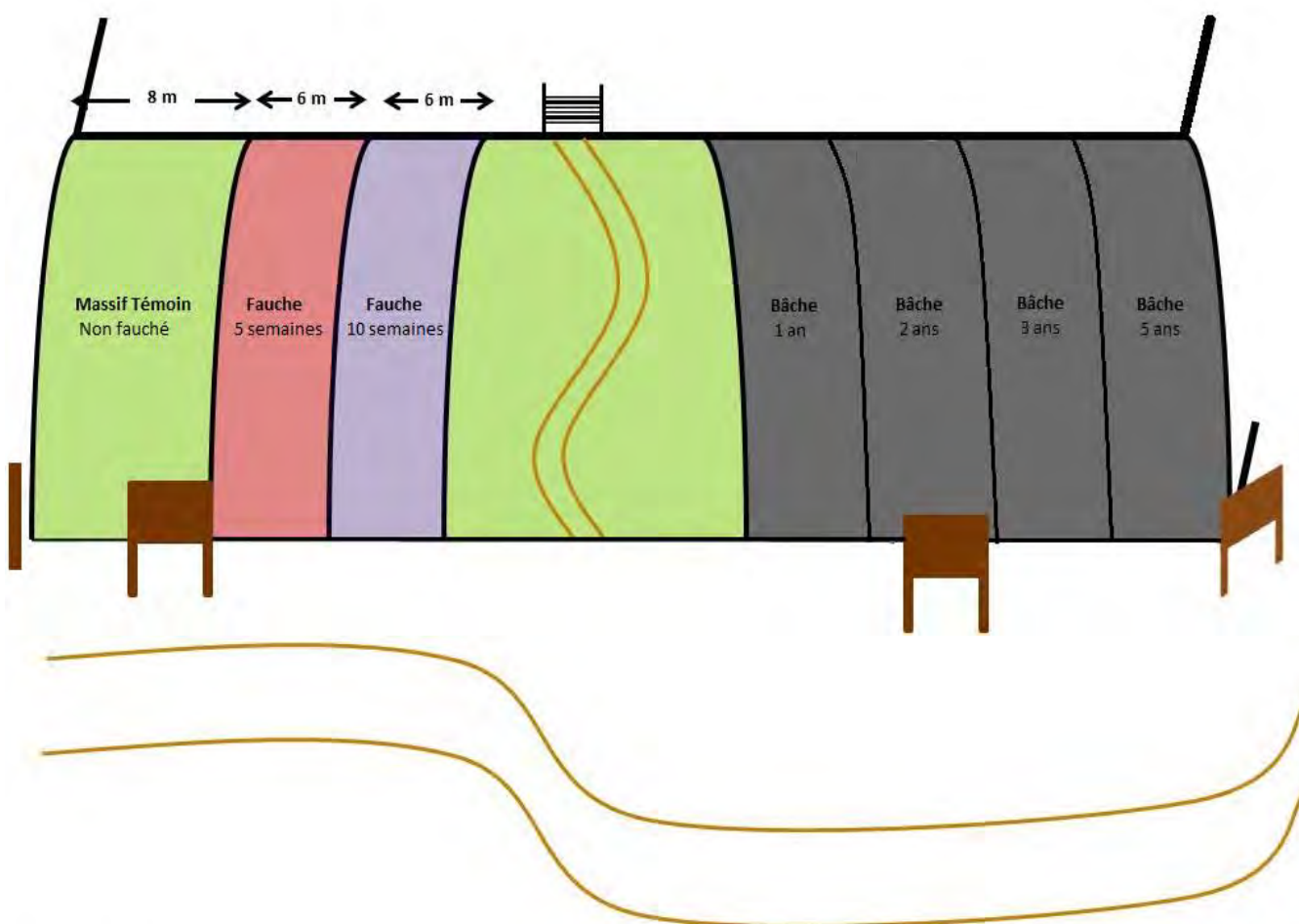


Figure 12 : Schéma de la zone de la Sapinière présenté à la mairie

Un profil de sol a également été réalisé sur le site de la Sapinière au niveau du massif témoin de la zone de démonstration.

A partir de ces zones d'expérimentation et de démonstration, un plan de communication a été mis en place en accord avec la mairie à l'aide de plusieurs panneaux d'information.

Celui-ci consiste en deux panneaux d'accueil, un à chaque entrée du site. De plus, deux panneaux au format 70x50 sont placés devant la zone bâchée et la zone de fauche répétée. Ces deux panneaux ont pour but d'informer les Vandopériens et les passants sur les impacts de la Renouée du Japon, notre projet et les techniques de lutttes pouvant être mises en place. Ces panneaux expliquent aussi précisément ce qui est réalisé sur le site de la Sapinière.

En accord avec la mairie, une communication auprès des enfants a aussi été mise en place. Pour ce faire, huit panneaux ont été construits au format A4 ainsi ils sont moins hauts que les autres panneaux. Ils constituent un parcours pédagogique tout le long du site de la Sapinière et sensibilisent avec une communication adaptée les enfants sur le problème de la Renouée du Japon.

I. C. 1. d. Diffusion des comptes-rendus

L'équipe de ce projet professionnel s'est réunie tout au long de l'année lors des créneaux réservés à cet effet. Ces réunions avaient lieu tous les mardis après-midi, et un vendredi matin sur deux environ. A chaque

séance un compte-rendu a été rédigé, ceux-ci ayant pour but de garder une trace de l'avancée de ce projet et de ce travail tout au long de l'année, mais aussi de tenir informés les tuteurs du projet professionnel.

Lorsqu'au cours de la séance quelque chose d'important était réalisé dans l'avancée du projet, des compte-rendu avec des photographies étaient réalisés et ceux-ci étaient envoyés, par mail, à l'ensemble des partenaires. Il s'agit par exemple des compte-rendu des séances où le bâchage a été mis en place ou encore de la séance où le profil de sol a été réalisé. Cette diffusion avait pour but de tenir informé tous les partenaires, et, quelque fois, d'obtenir des avis de leur part. Tous ces compte-rendu sont disponibles dans les annexes A.1. à A.10.

I. C. 2. Communication directe

I. C. 2. a. Porte-à-porte à Belleville

Quelques jours avant la mise en place du bâchage à Belleville les habitants du quartier ont été informés de cette expérimentation dans le cadre de la maîtrise de la Renouée du Japon. Pour ce faire, les habitants ont été rencontrés pendant la soirée du 22 février à partir de 17h30. Afin que ce porte-à-porte se déroule correctement, la population avait été préalablement informée de cette démarche à l'aide d'une lettre d'information que la mairie a distribuée dans les boîtes aux lettres de la population. Le porte à porte s'est effectué par groupe de deux ou trois pour plus d'efficacité.

I. C. 2. b. Réunion publique à Belleville

Le 26 avril 2016, une réunion publique a eu lieu à Belleville à la demande du maire, M. Serge Laurent. L'objectif de cette réunion était de sensibiliser tous les bellevillois - qui avaient par ailleurs tous été conviés via une invitation déposée dans leurs boîtes aux lettres - aux problèmes causés par la Renouée du Japon et plus particulièrement expliquer le bâchage. La réunion s'est déroulée dans la salle sous la mairie.

La présentation a été effectuée au moyen d'un diaporama expliquant l'enjeu que représente la Renouée du Japon au sein de Belleville, en parcourant tous les travaux mis en place autour de ce problème sur les différentes zones concernées à Belleville, à savoir l'écopâturage, la fauche répétée et le bâchage. Ce diaporama est disponible dans l'annexe D.2.

I. C. 3. Communication indirecte : développement de supports visuels

I. C. 3. a. A Belleville

I. C. 3. a. i. Via des panneaux de communication

Afin d'informer les éventuels passants à propos de l'expérimentation en cours, il a été envisagé que des panneaux de communications soient installés tout autour de la zone bâchée. L'objectif est de présenter les Renouées et les problèmes qu'elles posent afin de faire comprendre le but de l'expérimentation et la raison pour laquelle elle est mise en place. Il est également prévu que les panneaux comportent une partie sur quelques précautions à prendre et comportement à adopter pour ne pas abimer la bêche.

I. C. 3. a. ii. Via un article dans le journal municipal

Afin de prévenir les habitants de Belleville de la mise en place du bâchage en mars 2016 pour la maîtrise de la Renouée du Japon, un article a été écrit et est paru dans le journal communal : "Les Échos de Belleville" (numéro 57, mars/avril 2016). Cet article est disponible dans l'annexe E.1.

I. C. 3. b. A Vandœuvre-lès-Nancy

I. C. 3. b. i. Via un article dans le journal municipal

Pour la commune de Vandœuvre-lès-Nancy, de même que pour Belleville, un article a été rédigé, et est paru dans le journal de cette commune : le "54500" (numéro 84), afin d'informer les habitants du déroulement des travaux effectués à la Sapinière, ainsi que de les sensibiliser au problème de la Renouée du Japon sur la commune. Cet article est disponible dans l'annexe E.2.

I. C. 3. b. ii. Panneaux provisoires pour présenter le bâchage

Dans un souci de cohérence entre les deux zones d'expérimentation, le choix a été fait que la communication à Vandœuvre-lès-Nancy soit similaire à ce qui a été fait à Belleville avec deux panneaux autour de la zone bâchée à la Sapinière de Vandœuvre-lès-Nancy, dont la réalisation est rigoureusement la même qu'à Belleville. En revanche, leur contenu, bien que fortement inspiré de ceux de Belleville a été remanié et adapté. Ces deux panneaux ne sont que provisoires, ils sont disponibles à l'annexe B.2.

La Sapinière étant beaucoup plus fréquentée que la zone bâchée de Belleville, il a été décidé de mettre en place un plan de communication plus élaboré, avec plus de panneaux. Il est prévu que les panneaux provisoires soient remplacés par des panneaux plus solides, qui seront posés définitivement sur le site et qui resteront les 5 ans que doit durer le bâchage.

Cette communication s'adresse d'une part aux adultes et d'autre part aux enfants afin d'atteindre un public plus large.

I. C. 3. c. A Laxou

A la suite de la conception des panneaux enfants pour la mairie de Vandœuvre-lès-Nancy, la commune de Laxou a souhaité elle aussi en disposer autour du site de Sadoul. Ce site situé à proximité d'une école et des locaux de l'association Réalise qui fournit aide et éducation aux enfants en difficulté, se prête parfaitement à ce genre de communication pédagogique. De légères modifications ont été apportées aux panneaux utilisés à Vandœuvre-lès-Nancy afin de les adapter. Les panneaux modifiés sont disponibles dans l'annexe B.6.

I. C. 4. Actions de sensibilisation auprès de groupes scolaires

I. C. 4. a. Venue des élèves d'une classe de seconde du lycée Stanislas de Villers-lès-Nancy

Une présentation de ce projet et de la Renouée du Japon a été réalisée la matinée du vendredi 29 mai 2016, auprès d'une classe de seconde du lycée Stanislas de Villers-Lès-Nancy.

Déroulement de la matinée :

Tout d'abord une présentation générale d'environ une demi-heure a été réalisée, celle-ci avait pour but de présenter aux élèves la Renouée du Japon, ses caractéristiques, et son caractère invasif. Une vidéo a par ailleurs été présentée afin de rendre la présentation un peu plus ludique.

Ensuite, les élèves ont été séparés en trois groupes d'environ une dizaine d'élèves qui ont tourné au sein de trois ateliers dans l'ENSAIA.

Un premier atelier avait pour but de présenter les différentes plantes invasives, celui-ci était sous forme de jeu-débat et présentait neuf plantes invasives, le Sumac de Virginie, la Jussie, l'Arbre aux papillons, le Sénéçon du Cap, le Robinier faux-acacia, la Balsamine à grande fleurs, la Berce du Caucase, l'Ambrosie à feuilles d'armoïse et la Lentille d'eau minuscule. Les élèves devaient reconnaître les différentes plantes invasives et leur attribuer

des caractéristiques. Cet atelier a permis de faire connaître des plantes invasives, et les risques que présentent certaines.

Le second atelier avait pour objectif de présenter les différentes méthodes de lutte, celui-ci était aussi sous forme de jeu-débat, les élèves devant, par petit groupe, défendre une méthode de lutte. Le support de ce jeu est disponible dans l'annexe F.2.b. Il présentait la fauche répétée, l'écopâturage, la restauration écologique et le bâchage ainsi que les possibilités de valorisation comme la méthanisation. Cet atelier avait pour but de leur faire connaître les différentes techniques de lutttes envisageables contre la Renouée du Japon et permettait aussi de présenter notre projet.

Enfin, le dernier atelier avait lieu directement au sein du laboratoire de l'ENSAIA où se sont déroulées nos expériences avec les rhizotrons. Cet atelier avait pour ambition de présenter réellement notre travail, et aussi de faire comprendre aux élèves ce qu'est un rhizome.

Ensuite les élèves ont été amenés sur le site de la Sapinière à Vandœuvre-lès-Nancy, de manière à leur présenter concrètement ce projet, mais également des plants de Renouée du Japon et des rhizomes dans leurs conditions naturelles, ainsi qu'une zone bâchée. Sur le site expérimental, les élèves étaient de nouveaux séparés en trois groupes pour voir trois ateliers différents. Un premier atelier leur a permis de découvrir le bâchage que qui avait été mis en place à la Sapinière. Une explication plus précise de cette méthode de lutte leur a été donnée. Dans un second atelier le profil de sol leur a été présenté, permettant d'informer les élèves sur la Renouée du Japon, le sol et également la fauche répétée mise en place sur ce site. Finalement dans un troisième atelier, les élèves ont pu planter des rhizomes, qu'ils avaient préalablement récupéré sur le site, dans des pots avec du terreau. Des photos seront envoyées à cette classe un peu plus tard afin de leur montrer l'évolution de la pousse de la Renouée du Japon. Cet atelier avait donc pour objectif de les sensibiliser sur la rapidité de la pousse de la Renouée du Japon, et cela à partir d'un morceau de rhizome pesant seulement quelques grammes.

Cette matinée avait pour ambition de sensibiliser les lycéens sur les plantes invasives, plus particulièrement sur la Renouée du Japon.

1. C. 4. b. Visite du site de Belleville avec l'école primaire de la ville

Une intervention auprès d'une classe de l'école maternelle de Belleville avait été décidée afin de présenter les méthodes utilisées dans leur village : le bâchage et l'écopâturage. Dans le but de rendre cette sortie plus attractive et ludique pour de jeunes enfants il était également prévu de leur présenter l'écopâturage. Les chèvres arrivant sur Belleville fin mai/début juin, la sortie a été programmée pour le mois de juin. Ceci étant incompatible avec nos emplois du temps, c'est donc l'un de nos enseignants, Stefan Jurjanz qui est également le président de l'association "Les Amis de la Chèvre de Lorraine" qui fera la visite aux enfants. Lors de cette sortie, l'écopâturage et le bâchage seront donc tous deux présentés aux élèves. Le but de cette visite est de sensibiliser les enfants mais également leurs parents grâce à leurs récits de cette sortie.

II. Résultats

II. A. Etude des rhizomes de la Renouée du Japon

Cette partie s'intéresse à l'évaluation des caractéristiques de la partie souterraine de la Renouée du Japon, notamment à travers les observations en laboratoire et sur le terrain.




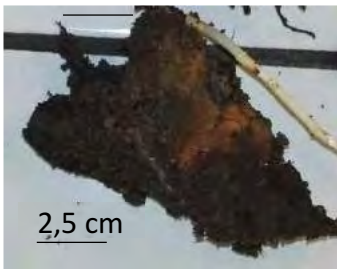
II. A. 1. Etude des rhizomes en laboratoire

II. A. 1. a. Création d'un cahier des charges pour la faisabilité d'étudier la Renouée du Japon en laboratoire

Pour pouvoir étudier l'effet des méthodes de lutte sur la Renouée du Japon en laboratoire, il a fallu déterminer un ensemble de règles permettant de sélectionner les rhizomes susceptibles de donner des plantes en rhizotrons.

L'ensemble des rhizomes testés possède des masses de (10 ± 3) grammes. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Présentation des différentes classes de rhizome :

Classe de lignification	Type de rhizome	Photographie	Résultats
Classe 1	Jeune rhizome non lignifié		Reprise rapide en rhizotron (une semaine en moyenne). Certains doutes sur la présence de réserves dus à la jeunesse de la structure.
Classe 2	Rhizome faiblement lignifié		Reprise rapide en rhizotron (une à deux semaines en moyenne). Certains doutes sur la présence de réserves dus à la jeunesse de la structure.
Classe 3	Rhizome moyennement lignifié		Reprise lente (deux à trois semaines en moyenne) Rhizome assez âgé pour contenir des réserves, ce qui permet de suivre l'évolution des réserves lors de l'utilisation de méthode de lutte.
Classe 4	Tranche de rhizome fortement lignifiée		Quasiment aucune reprise (un seul échantillon sur les quatre testés) Rhizome trop lignifié pour donner de nouvelles structures.

Ces résultats indiquent qu'il est possible d'utiliser les 1,2 et 3 classes pour notre étude en rhizotron. Quant aux rhizomes de classe 4, ils possèdent un degré de lignification trop élevé qui ne permet pas son étude. En effet, leur reprise est plus aléatoire : le temps d'implantation est fortement rallongé (plus d'un mois) et le nombre de rhizomes ne poussant pas augmente (75% pour la classe 4 contre presque 0% sur les types de rhizomes moins lignifiés).

La classe 3 de rhizomes moyennement lignifiés est le type de rhizome majoritairement observé sur le terrain c'est donc la classe la plus adéquate pour une étude des réserves. En effet, ce type de rhizome redonne chaque année des tiges et se remplit donc de réserves obtenues lors de la photosynthèse.

Pour ces diverses raisons, les rhizomes utilisés pour nos expériences sont toujours de classe 3 afin d'obtenir des résultats en adéquation avec la réalité du terrain.

II. A. 1. b. Etude des effets des moyens de lutte sur les caractéristiques du rhizome de la Renouée du Japon en laboratoire

Après avoir réalisé une expérience qui a permis de trouver la classe de rhizome de Renouée du Japon qui est capable de redonner une plante en rhizotron, nous nous intéressons alors à l'effet des méthodes de lutte sur les caractéristiques du rhizome. Les analyses présentées ci-dessous ont pour but de mettre en évidence les moyens de lutte qui influencent le rhizome à travers sa masse et la quantité de biomasse aérienne qu'il a produit.

Les résultats sont uniquement disponibles pour T1 (30 jours) car au terme de la rédaction de ce rapport, l'expérience est encore en cours pour T2 (60 jours).

L'analyse est d'abord axée sur l'évolution de la biomasse aérienne en fonction du temps pour F1T1 (fauche tous les 10 jours et arrêt de l'expérience à 30 jours) afin d'observer les caractéristiques de la pousse de la Renouée du Japon en laboratoire.

Ensuite, l'étude porte sur la comparaison des effets de la fauche en fonction de la fréquence de coupe avec les individus F1T1 (fauche tous les 10 jours et arrêt de l'expérience à 30 jours) et F2T1 (fauche tous les 20 jours et arrêt de l'expérience à 30 jours). En effet, cela permet de visualiser l'évolution de la biomasse aérienne des deux fréquences de fauches pendant les 20 premiers jours d'expérience (entre T0 et T= 20 jours)

Au terme des 30 jours d'expérience, la masse aérienne produite par le rhizome est quantifiée en fonction de la modalité testée.

Enfin, l'évolution de la masse des rhizomes entre le temps d'implantation et T1= 30 jours pour chaque modalité testée est étudiée.

II. A. 1. b. i. Conséquence de la fauche tous les 10 jours sur le développement de la biomasse aérienne

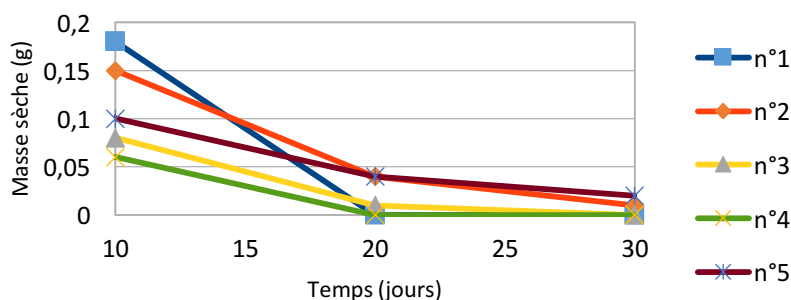


Figure 13 : Graphique présentant l'évolution de la biomasse aérienne coupée pour le F1=10 jours (pendant T1=30jours).

La répétition 6 n'est pas présentée car le rhizome a eu un retard de croissance.

Une diminution de la masse sèche des tiges au cours des fauches est observée. En effet, la masse des tiges est inversement proportionnelle au nombre de fauches pour une fréquence F1. De plus, les mesures de masses sèches après 20 jours semblent être proches de 0 gramme, ce qui montre une capacité limitée des rhizomes à créer de nouveaux bourgeons.

Nous avons observé qu'un bourgeon de rhizome donne une nouvelle tige et qu'une tige fauchée ne repousse pas. Après plusieurs fauches, le nombre de tiges produites par le rhizome diminue ce qui peut être dû à une réduction de ses réserves.

Cette analyse a aussi été observée avec la modalité F2 ce qui semble montrer que lors d'une fauche, le rhizome arrête la production de bourgeons à partir d'une certaine quantité de biomasse aérienne produite. En effet, le rhizome limite ses pertes énergétiques provoquées par la mise en place de tiges qui sont sectionnées.

II. A. 1. b. ii. Comparaison des effets de la fauche F1 et F2 sur la biomasse aérienne sur une période de 20 jours

Tableau 3 : Evolution de la biomasse aérienne coupée à T= 20 jours (pour les rhizotrons T1=30jours) pour les fréquences F1 et F2 de fauche :

Répétition	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	Moyenne	Ecart-type
Matière sèche aérienne fauchée F1T1 (g)	0,18	0,19	0,09	0,06	0,14	0,34	0,17	0,10
Matière sèche aérienne fauchée F2T1 (g)	0,23	0,29	0,03	0,12	0,17	0,00	0,14	0,11

La comparaison des masses sèches des parties aériennes de F1 et F2 à 20 jours montre que les écarts-types se recoupent. Les résultats ne sont donc pas significatifs, la masse des tiges ne varie pas en fonction de la fréquence de fauche. Par conséquent le rhizome met en place la même quantité de biomasse aérienne indépendamment de la fréquence de fauche pendant les 20 premiers jours.

Les valeurs obtenues sont fortement dispersées et engendrent donc un écart-type proche de la moyenne. Cette observation peut être expliquée par la différence de temps d'adaptation entre chaque rhizotron. Il faudrait donc mettre en place plus de répétitions d'expérience et supprimer les rhizomes aberrants (par exemple F2T1 n°6).

Cette expérience montre que le rhizome produit la même biomasse aérienne quelle que soit la fréquence de fauche. Nous nous intéressons désormais à l'ensemble des modalités testées (le bâchage, la fauche et le témoin) pendant les 30 jours afin d'observer l'évolution de la biomasse aérienne.

II. A. 1. b. iii. Comparaison des biomasses aériennes selon les différentes modalités

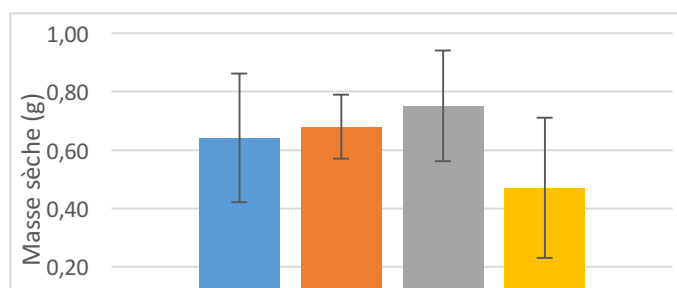


Figure 14 : Comparaison des masses sèches aériennes totales des différentes modalités (F1, F2, B, T) à T1 = 30jours

Aucune différence significative de la biomasse aérienne produite par le rhizome après 30 jours d'expérimentation n'est observée. En effet, les barres d'erreurs se recoupent pour chaque modalité.

Il semble qu'au cours de cette étude, le rhizome produit une quantité constante de biomasse aérienne. Cette remarque a déjà été proposée lors de la fauche (F1 et F2) mais elle peut être élargie au rhizome témoin. De plus, la biomasse aérienne des rhizomes bâchés semble plus faible. Cependant lors de l'ouverture des rhizotrons à 30 jours afin de récupérer les tiges et les rhizomes, nous avons observé que dans certains cas les tiges des rhizomes bâchés ont pourri dû à une atmosphère humide.

Le bâchage semble donc être la technique la plus adaptée. En effet quelle que soit la méthode de lutte employée, le rhizome produit la même quantité de biomasse aérienne annuellement mais le bâchage entraîne un pourrissement des tiges ce qui permet de limiter la multiplication végétative de la plante.

S'attaquer aux parties aériennes ne permet de lutter contre l'expansion de la Renouée du Japon, il faut donc s'intéresser aux rhizomes.

II. A. 1. b. iv. Comparaison des masses des rhizomes des différentes modalités (F1,F2,B,T) obtenues entre $T_{mise\ en\ terre}$ et T1

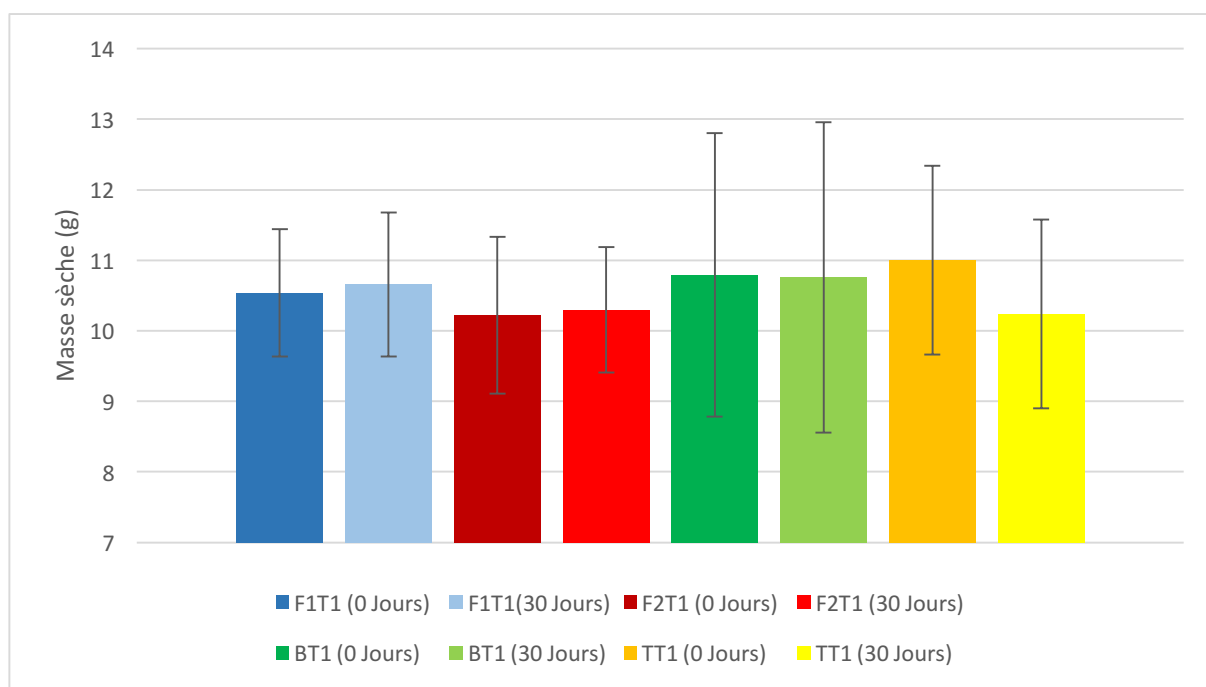


Figure 15 : Evolution des masses de rhizomes après de 51 jours selon les méthodes de lutte

Les masses entre $T_{mise\ en\ terre}$ (temps avant les trois semaines d'implantation) et T1=30 jours semblent être constantes. Les écarts-types se recoupant aucune variation significative de masse n'est à souligner.

L'absence de variation de masse peut s'expliquer par une différence de teneur en eau dans le rhizome au cours de l'expérimentation. Il est possible que le rhizome au temps initial ait une faible teneur en eau alors qu'à T=30 jours elle est plus importante à cause des arrosages. L'augmentation de la quantité d'eau dans le rhizome au cours de l'expérience compenserait la diminution de ses réserves et expliquerait l'absence de variation de sa masse. Par ailleurs, une analyse de la quantité d'amidon contenu dans le rhizome au cours du temps aurait pu éventuellement confirmer cette hypothèse.

L'expérience n'étant pas terminée, les masses pour T2=60 jours n'ont pas pu être pesées. Cependant, les résultats devraient montrer une diminution plus importante de la masse du rhizome au cours du temps dû à un meilleur épuisement des réserves qui ne serait pas compensé par l'apport d'eau.

II. A. 1. c. Etude de l'influence de la masse des rhizomes sur la biomasse aérienne produite et observation de l'effet du stade végétatif sur la vitesse de reprise des rhizomes

II. A. 1. c. i. Etude de l'influence de la masse des rhizomes sur la biomasse aérienne produite

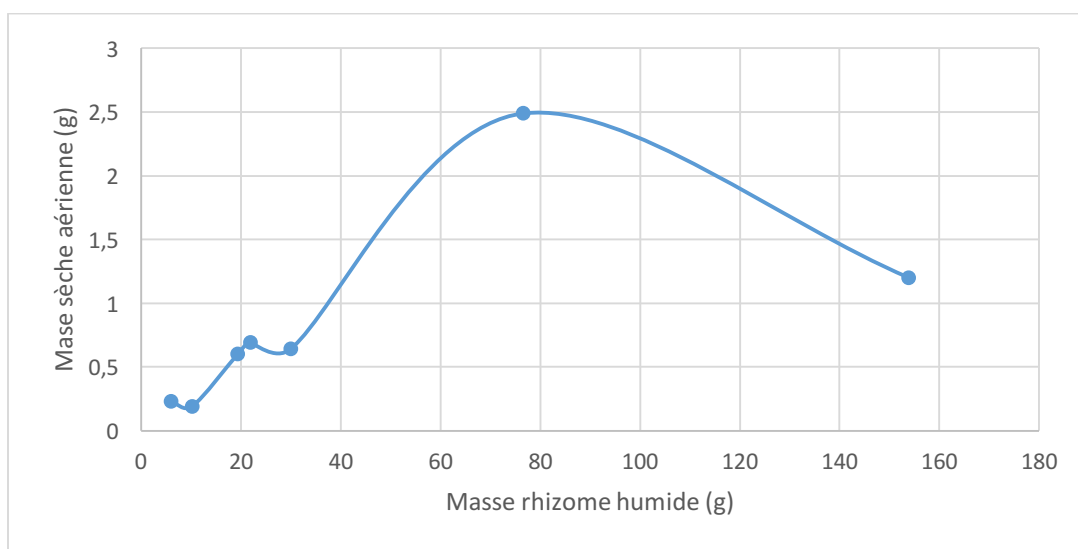


Figure 16 : Biomasse aérienne en fonction de la masse humide du rhizome au bout de 15 jours

Certains résultats ne sont pas présentés car les valeurs sont aberrantes.

Nous observons que la masse du rhizome influence directement la biomasse aérienne produite. En effet, le rhizome est capable de produire un maximum de tiges et de feuilles pour une masse dite optimale. D'après nos observations, le poids optimal du rhizome est de 80 grammes. De plus, un rhizome avec une masse supérieure à environ 85 grammes ne lui permet pas de produire une biomasse aérienne maximale. Cependant cette expérimentation résulte de neuf échantillons et entraîne une forte extrapolation. Afin d'obtenir plus de précision il faudrait réaliser plus de répétitions.

L'expérimentation en rhizotron présente une limite. En effet elle ne permet d'étudier que des rhizomes de faible épaisseur et pesant de 10 à 25 grammes. Cette structure ne reflète pas les conditions naturelles et les résultats obtenus ne sont que des modèles.

Le stade végétatif des rhizomes de la Renouée du Japon a alors été observé et analysé dans des rhizotrons et des pots.

II. A. 1. c. ii. Etude de l'influence du stade végétatif sur la vitesse de reprise des rhizomes

Les conditions de culture en laboratoire, lors de l'étude des rhizotrons, ont permis d'augmenter l'activité des rhizomes qui possédaient une faible activité due à une récolte hivernale. Pour l'étude en pot, les rhizomes ont été prélevés au printemps et produisaient leurs premiers bourgeons.

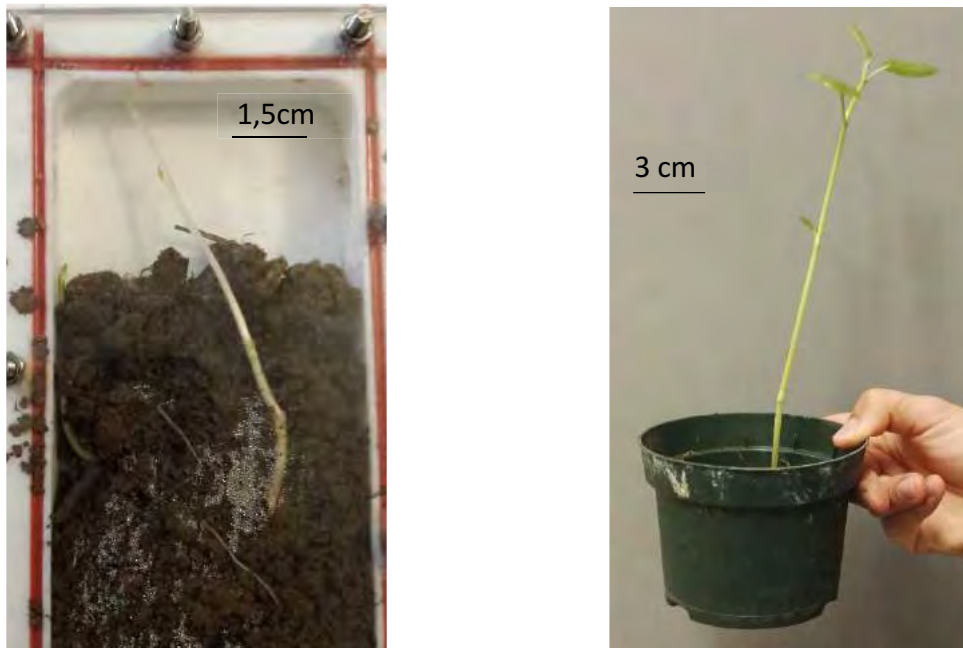


Figure 17 : Photographies de pousses de Renouée du Japon au bout de 15 jours de culture d'un rhizome collecté en hiver (à gauche) et d'un collecté au printemps (à droite)

Les deux rhizomes possèdent initialement la même masse de 10 grammes. Nous observons que la croissance est plus rapide pour un rhizome en période de reprise d'activité, c'est donc un élément à prendre en compte lors du prélèvement pour l'étude en laboratoire. En effet, la période d'implantation du rhizome est moins importante (trois semaines d'implantation en rhizotron pour un rhizome récolté en hiver contre une semaine en pot pour un rhizome récolté au printemps pour avoir des tiges équivalentes).

Le stade végétatif influence principalement la croissance de la Renouée du Japon, ce facteur est donc à prendre en considération pour une étude en laboratoire.

II. A. 1. d. i. Conclusion sur les expériences en laboratoire

Il est possible de faire croître de la Renouée du Japon en laboratoire, en pot ou en rhizotron. L'utilisation de rhizotron nécessite des rhizomes de faible masse à l'origine de tiges fines et peu nombreuses. De plus, il s'agit d'un modèle qui ne permet donc pas d'avoir des résultats comparables à la réalité du terrain.

Cependant, cette technique permet l'étude des réserves du rhizome et l'effet des méthodes de lutte sur un espace réduit. De plus, la masse de rhizome utilisée est à prendre en considération puisqu'elle est en relation directe avec le nombre de bourgeons produits et l'activité du rhizome à l'origine de la durée d'implantation.

Au vu des expériences réalisées, il est possible d'aller plus loin dans les recherches en laboratoire sur la Renouée du Japon.

- Il faudrait tester différents stades végétatifs car les réserves et les activités évoluent selon les saisons.

- Il faudrait étendre la gamme de masse de rhizomes utilisés afin d'affirmer si nos observations sont plausibles.
- L'étude en pot permettrait d'obtenir des résultats plus proches de la réalité du terrain que ceux obtenus en rhizotron.
- Il faudrait augmenter la durée des expériences afin de se rapprocher de la réalité, en effet la Renouée du Japon nécessite une lutte sur plusieurs années
- Enfin, l'amélioration des études de croissance doit être réalisée comme des paramètres de croissance absolue, de croissance relative, de ratio simple et de croissance composé. En effet, il est possible de calculer la SLA (Specific Leaf Area ou Surface Foliaire Spécifique) qui est un rapport de surface foliaire présente à chaque instant sur le poids sec des feuilles correspondantes. Cette mesure permettrait ainsi d'interpréter le taux de lumière assimilée par la plante et de déduire les effets des méthodes de lutte sur la photosynthèse des feuilles de tige du rhizome.

II. A. 2. Etude des rhizomes sur le terrain

Le prélèvement des rhizomes à Laxou a permis d'obtenir différentes informations sur la répartition de ceux-ci dans la zone envahie. Il est réalisé afin de distinguer deux horizons : le supérieur allant de 0 à 10 centimètres puis le profond allant de 10 à 20 centimètres, le prélèvement s'arrête à 20 centimètres de profondeur car aucun rhizome n'a été trouvé au delà. Ainsi, la masse brute des rhizomes a pu être mesurée le jour même du prélèvement après lavage en distinguant les deux horizons. Les valeurs obtenues figurent dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Masse brute des rhizomes selon le type d'horizon

Type d'horizon	Masse des rhizomes après lavage (kg)
Horizon supérieur (0-10 cm)	11
Horizon inférieur (10-20 cm)	1,4

Deux échantillons de rhizomes ont été prélevés au hasard dans l'horizon supérieur afin d'être représentatif de la population totale des deux horizons. L'étude statistique s'est concentrée sur l'horizon supérieur car il contient 90% des rhizomes totaux. Le premier échantillon contient 30 rhizomes, il permet de constituer les classes du second échantillon. Ce dernier a été élargi à 180 rhizomes (comprenant les 30 précédents) afin de les placer dans les classes permettant ainsi de modéliser au mieux la répartition des rhizomes.

Voici les résultats obtenus par l'analyse statistique de la mesure des diamètres des rhizomes.

Tableau 5 : Moyenne, écart type et médiane des diamètres des rhizomes des lots 30 et 180

	Diamètre moyen du rhizome (mm)	Ecart type (mm)	Médiane
Echantillon de 30 rhizomes (Lot 30)	6,86	5,61	4,7
Echantillon de 180 rhizomes (Lot 180)	6,3	3,2	5,7

L'écart type du lot 30 est très élevé ce qui indique que la dispersion du diamètre est importante, cependant cette valeur élevée provient d'un rhizome de 30 mm de diamètre. Sachant cela, la moyenne du Lot

180 semble proche de la médiane de l'échantillon. Cela permet de supposer que la répartition du diamètre des rhizomes pourrait suivre une loi normale.

Suite à la mesure du diamètre moyen, en millimètres, un graphique également a été réalisé afin de visualiser la répartition du diamètre des rhizomes du Lot 180.

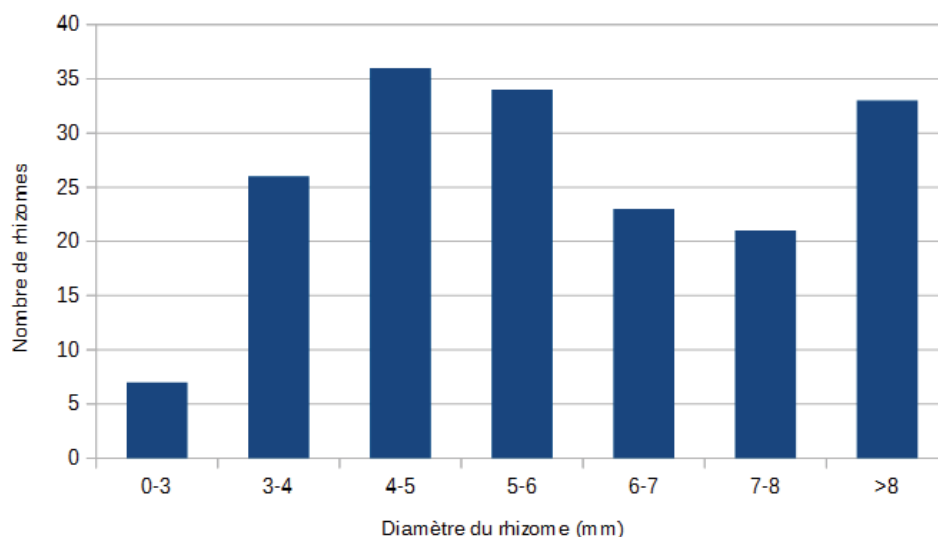


Figure 18 : Répartition du diamètre des rhizomes

Ce graphique est asymétrique et ne suit visuellement pas une loi normale. Ceci peut s'expliquer par la réalité du terrain : à l'endroit du prélèvement se trouvait probablement un rhizome de diamètre élevé duquel partaient d'autres rhizomes de diamètre plus réduit.

De plus, la masse après lavage a été mesurée ainsi que la masse sèche après plusieurs jours à l'étuve sur les deux lots étudiés. Il a alors été possible de calculer le rapport entre la masse brute et la masse sèche des rhizomes.

Tableau 6 : Masses des lots 30 et 180 :

	Masse lavée (kg)	Masse sèche (kg)	Masse sèche/Masse lavée (%)
Lot de 30 rhizomes	1,1	0,327	30 %
Lot de 180 rhizomes	4,7	1,248	26,6 %

Enfin, la longueur des rhizomes a été mesurée : le lot 30 mesurait 7,65 m et le lot 180, 47,57 m. A l'aide de cette mesure et des valeurs des masses lavées et sèches, il a été possible de remonter à la longueur totale des rhizomes présents dans 1m² de sol. Ainsi, sur les dix premiers centimètres d'1 m² de sol infecté sont présents environ 111m de rhizome. De plus, 2,9 kg de matière sèche de rhizome ont été extraits en tout sur ce m², soit 29 tonnes/ha.

Des recherches bibliographiques complémentaires sur ce sujet ont été faites afin de comparer les résultats obtenus avec ceux d'autres études. Un rapport réalisé par l'observatoire de la biodiversité de Bretagne a écrit que les parties souterraines des Renouées asiatiques représentent en masse sèche de 16 tonnes/ha, soit presque moitié moins que ce qui a été obtenu dans ce projet. Le rapport du Syndicat Mixte de Gestion Intercommunautaire du Buëch et de ses affluents (SMIGIBA) annonce 142m/m² de rhizome. Avec nos 111m/m² les résultats obtenus sont donc relativement proches. Il est à noter que toutes ces mesures dépendent du type de sol ainsi que du degré d'envahissement de la Renouée du Japon.

II. A. 3. Interprétation du profil de sol

Un professeur de sciences du sol de l'ENSAIA, Pierre Leglize, était présent lors de la réalisation du profil de sol pour aider à l'analyser.

Ce sol est un techno-sol, en effet, il est uniquement composé de remblais qui ont été ajoutés par l'Homme, il est donc difficile d'analyser le profil, il est de toute façon pas possible de définir d'horizon.

La Renouée du Japon a pu profiter du terrain remanié et meuble pour évoluer très rapidement. C'est un sol où les racines peuvent se développer facilement.

Les couches de remblai ont été ajoutées en plusieurs fois, trois couches sont distinguées :

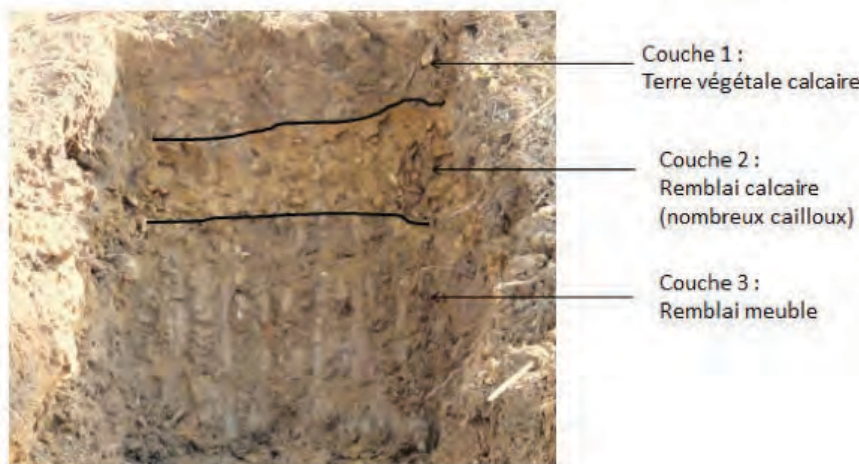


Figure 19 : Profil de sol et ses trois couches

Un test avec HCl a permis de constater que les matériaux sont globalement carbonatés.

La Sapinière est sur le plateau calcaire, au niveau des sols présents sur ce plateau il est possible de creuser qu'à une dizaine de centimètres avant de heurter des matériaux extrêmement durs.

La **couche 2** correspond à une terre de remblais calcaire avec de nombreux cailloux, celle-ci proviendrait donc d'un chantier au niveau du plateau de Vandœuvre-lès-Nancy. (33-63cm)

La **couche 3** correspond à du remblai qui proviendrait de chantiers au niveau du bas de Vandœuvre. En effet des marnes sont présentes dans cette couche, or il n'y a pas de marnes dans le plateau de Vandœuvre, par contre il y en a dans le bas de Vandœuvre-lès-Nancy. Cette couche est plus plastique et s'apparente à de la glaise. (63-150cm)

La **couche 1** correspond à une terre végétale carbonatée qui aurait pu être amenée d'ailleurs. (0-33cm)

Il s'agit d'un sol avec une très bonne fertilité physique et chimique, c'est un sol carbonaté argilo-limoneux. C'est donc un sol où la plupart des plantes peuvent se développer facilement -mises à part les plantes qui n'aiment pas le Carbone-. Il n'y a ici presque qu'aucune contrainte pour qu'une plante pousse.

Cela montre bien le caractère invasif de la Renouée du Japon : celle-ci s'est développée très rapidement et n'a laissé la place à aucune autre plante.

Ce terrain de remblais est donc propice au développement de la Renouée du Japon, il s'est alors posé la question : pourquoi la Renouée du Japon ne s'étend pas derrière le chemin ? Pour cela le sol de l'autre côté du chemin a aussi été rapidement analysé : il s'agit d'un sol très superficiel avec de nombreuses racines, c'est un sol grumeleux, qui correspond aux sols du plateau : il est possible de creuser que sur 10cm avant d'heurter le socle calcaire.

Un comptage des rhizomes a été réalisé sur la coupe : ils ont été recensés en fonction de leur diamètre et de la couche à laquelle ils appartiennent.

Il y a des rhizomes jusque dans la couche 3 à environ 1 mètre 30 de profondeur, les plus gros rhizomes sont proches de la surface.



Figure 20 : Exemples de rhizomes trouvés au niveau de la coupe

Le compte-rendu de cette après-midi est disponible dans l'annexe A.10. Celui-ci contient davantage de photos.

II. B. Mise en place du bâchage

II. B. 1. Préparation du bâchage

La carte ci-dessous présente les différents essais de bâchage dont les intervenants ont accepté de répondre à notre questionnaire.

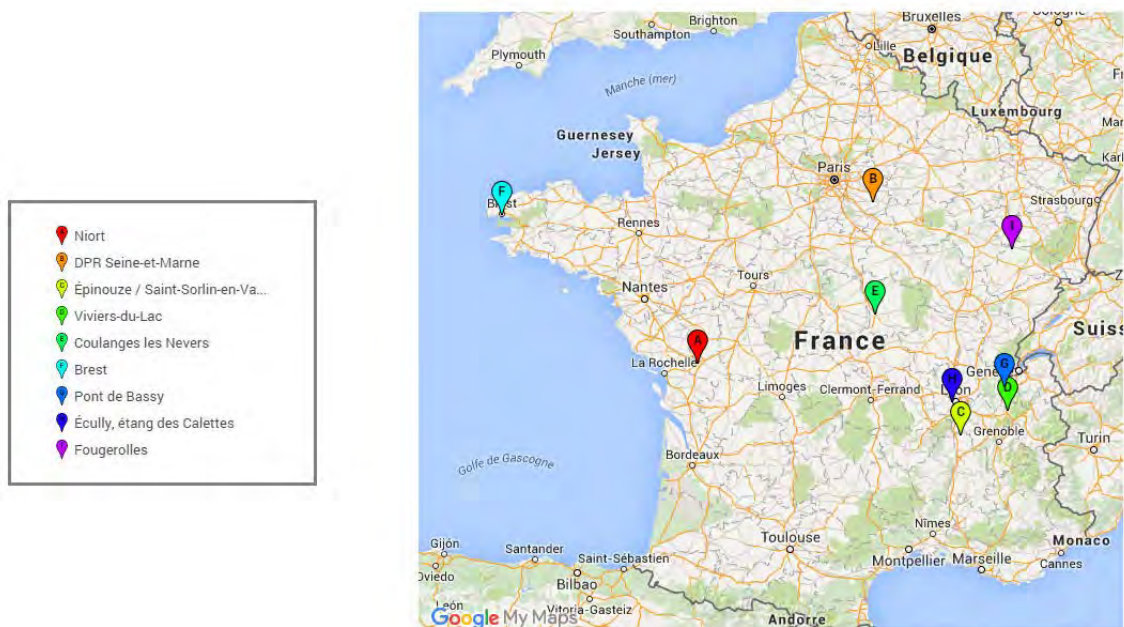


Figure 21 : Les différents essais de bâchage répertoriés en France

Certains intervenants ont toutefois souhaité communiquer leurs informations via un entretien téléphonique trouvant le contact plus simple. Différents intervenants ayant déjà mis en place le bâchage ont répondu à ce questionnaire. La collecte de l'ensemble de ces réponses a permis de faire un tour d'horizon des

différentes méthodes de bâchage et donc de pouvoir mieux adapter notre technique qu'appliquée sur les sites de Belleville et de Vandœuvre-lès-Nancy.

Afin de présenter les résultats de manière plus lisible et synthétique, les informations les plus importantes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Type de bâche	Nombre de bâche	Durée de l'expérience	Surface concernée	Fixation de la bâche	Entretien(s)	Traitement préliminaire au bâchage	Période de l'année de pose de la bâche	Résultat
Niort	Bâche de camion et bâche agricole	2 (l'une sur l'autre)	4 ans	120 m ²	Fixation des extrémités dans le sol.	Aucun	Fauche totale	Mai-Juin 2011	Moyen
Mitry Mory	Bâche biodégradable PRO-NAPPE (durée de vie 3 à 5 ans)	1	3 à 5 ans	500 m ²	Poser sans être fixée au sol. Bâche recouverte par un grillage métallique.	?	Fauche totale	Hiver 2011	Bâche toujours en place
Jouy le Châtel	Bâche épaisse en caoutchouc recyclé WATTELEZ	1 puis pose d'une 2ème	?	375 m ²	Pas de fixation, bâche suffisamment lourde.	?	?	Hiver 2013-2014	Bâche toujours en place
Coubert	Bâche épaisse en caoutchouc recyclé	1 puis pose d'une 2ème	6 ans	30 m ²	Pas de fixation, bâche suffisamment lourde.	?	?	Hiver 2012-2013	Bâche toujours en place
Epinouze	Bâche agricole	1	1 an	100 m ²	Extrémités enterrées dans le sol.	Surveillance et éventuellement réparation chaque semaine.	Simple écrasement des tiges	Mars 2009	Satisfaisant
St Sorlin en Valloire	Bâche sombre	1	?	200 m ²	?	Surveillance de l'état des rhizomes chaque semaine.	Décassement de la berge	?	?
Viviers du lac	Bâche agricole	2	1 an	2 200 m ²	Extrémités enterrées dans le sol.	Aucun	Broyage/concassage des rhizomes	Avril 2010	100 % de réussite
Coulange les Nevers	Bâche en polypropylène	1	8 ans	125 m ²	Extrémités enterrées dans le sol.	Couper des éventuelles repousses.	Bâchage à la mini pelle	Automne : hiver 2007	Eradication totale sur les sites bâchés depuis 8 ans
Brest	Toile tissée 130 g/m ²	> 2	5 ans	150 m ²	Laissez dépasser la bâche. Extrémités enterrées dans le sol.	?	Fauche totale	Novembre	Bâche juste installée, pas encore de résultat
Pont de Bassy	PLA 200 g/m ² + 2 autres de type de bâches	> 2	5 ans	1 500 m ²	Fixez les extrémités sur le sol.	?	Fauche totale	Printemps (Avril)	Résultats très encourageants
Ecully	Bâche agricole noire	1	2 ans	100 m ²	Fixez les extrémités sur le sol.	?	Fauche totale	Été	Non
Fougerolles	Bâche agricole noire	2	?	1000 m ²	Laissez dépasser la bâche. Fixez les extrémités sur le sol.	?	Fauche totale	Sortie d'hiver	? Opération coûteuse

Figure 22 : Récapitulatif des réponses au questionnaire sur le bâchage

Dans les annexes C.2. et C.3. sont respectivement présentés l'ensemble des réponses obtenues au questionnaire ainsi que des textes descriptifs sur chaque expérimentation du bâchage ayant été recensée.

II. B. 2. Nos deux expérimentations du bâchage

Le protocole de bâchage a été mis en place sur deux zones d'expérimentation différentes : sur les bords d'un terrain de foot au parc de la Sapinière à Vandœuvre-lès-Nancy (54) et à proximité d'habitations à Belleville (54).

II. B. 2. a. Première étape : le nettoyage des sites

Un nettoyage et une fauche préalable sont nécessaires avant de réaliser tout bâchage sur les sites concernés. C'est ce qui a tout d'abord été fait à Belleville et à Vandœuvre-lès-Nancy. De plus, il faut vérifier qu'aucune repousse susceptible de percer la bâche lors de sa pose n'est présente. Ainsi il est parfois nécessaire d'écraser les repousses pour éviter tout problème.

Le nettoyage du site de Belleville :

Etat du site avant nettoyage :



Figure 23 : Site de Belleville non nettoyé

État après débroussaillage par les agents communaux de Belleville



Figure 24 : Site de Belleville nettoyé

Etat du site avant débroussaillage



Figure 25 : Site de la Sapinière non nettoyé

Le nettoyage du site de la Sapinière :

Etat après débroussaillage par les élèves



Figure 26 : Site de la Sapinière nettoyé

II. B. 2. b. Deuxième étape : la pose de la bâche



Figure 27 : Pose de la bâche à Belleville

La bâche est déroulée et dépliée sur la zone en gardant deux épaisseurs superposées lors de la pose. Le côté noir de la bâche est laissé face visible sur la zone ce qui permet d'absorber davantage les rayonnements du soleil, favorisant une augmentation de la température et affectant les plantes sous la bâche.



Figure 28 : Séance de bâchage à Belleville par les élèves

La bâche est posée sur le sol, côté foncé vers l'extérieur. Elle est ensuite fixée par terre grâce à des agrafes. En théorie, il faut poser des agrafes tous les mètres mais la réalité du terrain complique les choses : par exemple il est impossible de poser une agrafe lorsqu'il y a présence d'une dalle en béton sur le bord du massif. Les obstacles tels que les arbres ou les poteaux en fer sont évités au moyen de fentes découpées dans la bâche. Il faut tout d'abord prendre les mesures nécessaires pour la réalisation de l'encoche. La bâche est ensuite découpée à l'aide d'un cutter puis coulissée pour que l'obstacle entre dans la fente. Si l'obstacle possède un diamètre important, il est nécessaire de réaliser une croix au cutter au niveau de l'obstacle. Une fois l'obstacle correctement inséré dans la fente, les deux morceaux de bâche (situés de l'autre côté de l'obstacle) sont superposés puis fixés à l'aide d'agrafes. Il est important de noter que même si la bâche doit être tendue, il ne faut pas qu'elle le soit trop afin de limiter le risque qu'elle ne se perce.

Le suivi des deux zones bâchées à Belleville et au parc de la Sapinière à Vandœuvre-lès-Nancy a été réalisé. Une grande différence d'évolution de ces deux zones est observée.

II.B.2.c. Evolution des zones bâchées : réaction au printemps

A Belleville, il a été observé une reprise vigoureuse de la Renouée du Japon à partir du mois d'avril. En effet de nombreuses pousses se sont développées et ont soulevé la bâche, certains endroits ont été dégrafés. Les pousses se sont également engouffrées dans toutes les déchirures ou trou dans la bâche. Les zones de bâche soulevée ont alors été piétinées, ce qui a eu pour effet de broyer et casser les tiges de Renouée du Japon. Ce traitement a permis de diminuer la pression sur la bâche et les agrafes manquantes ont été remplacées. Les tiges sortant de la bâche ont été coupées puis laissées sur la bâche pour sécher. De plus des pneus usagés ont été déposés sur la bâche afin de la maintenir en place.



Figure 29 : Zone bâchée à Belleville Vue 1



Figure 30 : Repousse de Renouée du Japon dans les interstices



Figure 31 : Zone bâchée à Belleville Vue 2

Une hypothèse possible pour expliquer cette reprise particulièrement intense sur cette zone peut être le fort ensoleillement auquel elle est exposée ainsi qu'au fait qu'aucune lutte contre la Renouée du Japon n'avait été mise en place auparavant. Par ailleurs de nombreux obstacles ont rendu le bâchage difficile et favorisé les imperfections.

II. B. 2. b. A Vandœuvre-lès-Nancy

Sur le site de la Sapinière, la réaction de la plante face au bâchage a été différente de celle sur le site de Belleville. En effet, après un mois de bâchage, et après la reprise de végétation de la plante, il n'y a pas de soulèvement de la bâche. Cela serait dû à la différence de température entre les deux sites. En effet, il fait plus froid à Vandœuvre-lès-Nancy, la Renouée du Japon a probablement poussé plus lentement qu'à Belleville.

Sur les zones du site de la Sapinière qui ne sont pas bâchées, la Renouée du Japon a poussé normalement, avec des tiges qui ont un gros diamètre, pourtant la bâche ne paraît pas soulevée, et lorsque un coin de la zone est débâché, il n'y a presque pas de pousses sous la bâche, et les rares pousses sont très petites et blanches.



Figure 32 : Repousse de Renouée du Japon aux bords de la bâche
Vue 1



Figure 33 : Zone bâche de la Sapinière



Figure 34 : Repousse de Renouée du Japon aux bords de la bâche Vue 2

II. C. Communication

II. C. 1. Communication directe

II. C. 1. a. Porte-à-porte à Belleville

Lors du porte-à-porte qui s'est déroulé le 22 février environ 80 % des habitants de la rue du Poirier de Fer, rue se situant à proximité du site de bâchage, ont été contactés. Il faut cependant noter que seulement la moitié des habitants de l'immeuble devant lequel le bâchage est en place ont été rencontrés, le reste des résidents étant absents. L'aspect invasif des Renouées asiatiques ainsi que le projet de bâchage ont été rapidement expliqué aux habitants. Certains riverains ont été intéressés par le projet, une discussion a pu être entamée avec eux. D'autres n'avaient pas connaissance de cette plante invasive mais paraissaient plutôt intéressés. Les bellevillois rencontrés ne semblaient globalement pas opposés au bâchage. Les habitants de "la Cantine" ont exprimé leur volonté de laisser une zone sans bâche pour leurs loisirs.

II. C. 1. b. Réunion publique à Belleville

La réunion publique a eu lieu à Belleville le mardi 26 avril à 16h30. Lors de cette-ci étaient présents M. Hervé Noël, conseiller municipal délégué à la gestion des bois communaux, M. Dominique Rouby, délégué aux services à la population, M. Bernard Racadot, délégué aux travaux communaux ainsi que la chevrrière de l'association "Les Amis de la Chèvre de Lorraine" Mme J. Barbarat. Il y a eu une faible réponse des bellevillois

concernant l'invitation pour la réunion publique. Néanmoins, deux bellevillois ont assisté à cette réunion. Ils avaient déjà été présents lors du porte à porte, ce qui montre l'intérêt de ceux-ci pour la lutte contre cette plante invasive présente dans leur commune. La présentation réalisée à l'aide d'un diaporama a duré une vingtaine de minutes puis un échange avec les habitants et la municipalité a eu lieu. Quelques questions ont ainsi été posées, montrant là encore l'intérêt que les bellevillois peuvent porter à cette thématique. La municipalité a remercié les étudiants pour cette intervention qui leur a paru de qualité.



Figure 35 : Présentation aux Bellevillois

II.

C. 2. Communication indirecte

II. C. 2. a. A Belleville : panneaux de communication

Lorsque le bâchage a été réalisé, quatre exemplaires du même panneau explicatif ont été placés autour de cette zone afin que les habitants comprennent l'intérêt de ce moyen de lutte. Ces panneaux sont constitués d'une feuille de format A4 imprimée et agrafée sur un panneau en bois, plastifiée afin de résister aux différentes conditions météorologiques. Sur ces panneaux la Renouée du Japon est présentée en insistant sur son caractère invasif, ainsi que la méthode du bâchage et les objectifs du projet. De plus, une adresse mail a été créée: Renouéebelleville@gmail.com. Elle est indiquée sur chacun des panneaux afin que les habitants puissent contacter les membres de ce projet plus facilement s'ils le souhaitent. Informer ainsi les habitants a semblé important puisque cela permet de limiter les risques de dégradation et aide au bon déroulement de l'expérimentation. Ils sont présentés dans l'annexe B.1. Voici l'explication du panneau de Belleville ci-dessous :

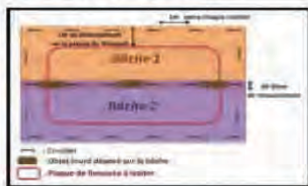
Lutte contre la Renouée du Japon : Bâchage à Belleville

Qu'est ce que la Renouée du Japon ?

- ❖ **Nom courant :** Renouée du Japon
- ❖ **Nom latin :** *Fallopia Japonica*
- ❖ **Provenance :** Introduite au XIX^{ème} siècle depuis l'Asie pour des raisons ornementales.
- ❖ **Caractéristiques :** Massifs pouvant atteindre 3m, larges feuilles en forme de cœur, fleurs blanches, important réseau racinaire stockant des réserves.



Qu'est ce que le bâchage ?



Le bâchage prive la plante de lumière ce qui la force à puiser dans ses réserves et donc l'épuise avec le temps. La couleur forcée de la bâche permet de capter la chaleur des rayons du soleil ce qui dégrade la Renouée.

⚠ La Renouée ne peut pas transpercer la bâche !



Le bâchage se poursuit pas une renaturation écologique : des espèces végétales prennent la place de la Renouée. L'expansion de ces espèces locales est contrôlée.

Quelles précautions sont à prendre ?

- ❖ **Ne pas marcher sur la bâche**
- ❖ **Ne pas jeter des objets sur la bâche**
- ❖ **Ne pas trouser la bâche**

Si vous observez un quelconque problème ou si vous souhaitez obtenir plus de renseignements, vous pouvez nous contacter : renoueebelleville@gmail.com.



Ici a été rédigée une « fiche identité » de la Renouée du Japon. Les échanges avec les habitants de Belleville ont fait ressortir qu'ils ne connaissaient pas bien la Renouée du Japon, ni ses caractéristiques, la désignant comme « roseau » ou « bambou ». De plus, une photo du chemin derrière la zone 1 a été ajoutée pour montrer l'ampleur que peut prendre la Renouée du Japon.

Ensuite le principe du bâchage a été expliqué succinctement avec un schéma simple accessible à toute personne non avertie.

« L'après-bâchage », a aussi été présenté, c'est-à-dire ce que deviendra la zone à l'issue de l'expérience, avec notamment la possibilité de réaliser une renaturation écologique.

Le panneau se termine par un message de prévention afin d'éviter tout comportement qui entrainerait la dégradation de la bâche.

Une adresse mail a également été mise afin que les personnes intéressées par ce projet puissent nous contacter.

Logos de tous les partenaires ayant joué un rôle dans la mise en place du bâchage à Belleville.



Figure 37 : Le panneau de communication de Belleville 2

Quelques habitants de Belleville se sont intéressés à ce projet de bâchage et se sont arrêtés pour lire le panneau. En effet lors de la visite pour vérifier le bâchage de Belleville, des habitants ont posé quelques questions concernant ce projet. Les panneaux ont joué leur rôle concernant la prévention autour de la bâche.

II. C. 2. b. A Vandœuvre-lès-Nancy

En accord avec les objectifs de communication, c'est à dire de s'adapter à tous les publics, trois types de panneaux ont été produits. Des panneaux d'accueil, des panneaux destinés aux adultes et des panneaux destinés aux enfants. Ces panneaux sont disponibles en annexes B.3., B.4. et B.5. respectivement.

A l'heure de la rédaction de ce rapport les panneaux sont imprimés et en attente d'être posés.

• Panneaux pour les adultes

Un certain nombre de panneaux destinés aux adultes ont été décidés, des panneaux qui soient solides et pouvant résister aux intempéries durant au moins 5 ans :

• Panneaux d'accueil et de présentation du site : Au format A3 (29,7x42cm)

Il s'agit de deux panneaux identiques annonçant le projet et présentant les partenaires, placés tous deux aux extrémités de la zone, près des sentiers pédestres.

- Panneaux adulte, expliquant le bâchage : Au format 70x50cm (paysage)

Ce panneau définitif, placé près des bâches, remplacera les deux petits panneaux provisoires placés autour de la zone bâchée, il traite de façon plus détaillée de la technique du bâchage et de son utilité.

- Panneau adulte sur la Renouée du Japon : Au format 70x50cm (paysage)

Ce panneau sera placé près de la zone de fauche répétée et du massif témoin de Renouée du Japon. Il traite de la Renouée du Japon, de ses particularités, de son caractère invasif et de ses dangers.

Pour l'impression de ces panneaux, la société PixColor qui se trouve à Essey-lès-Nancy a été retenue. L'impression se fait sur du DIBOND 3 mm résistant relativement bien aux intempéries, et sur lequel l'application d'un vernis protecteur en plus est possible. Les panneaux, une fois imprimés par le fabricant, seront fixés par les employés de la mairie de Vandœuvre-lès-Nancy sur des plaques en tôle de 2 mm d'épaisseur, le tout lui-même fixé sur des barres métalliques en tube de 6m qui seront ancrées au sol dans du béton. Le haut des panneaux atteindra 2m.

- Parcours de panneaux destinés aux enfants

En ce qui concerne la communication auprès des enfants sur ce site, il a été réalisé une suite de huit petits panneaux de communication formant un parcours tout le long de la zone d'expérimentation. Ceci dans le but de faire passer de manière ludique plusieurs messages simples concernant les caractéristiques de la Renouée du Japon et les méthodes de lutte déjà employées contre cette plante. Ces panneaux contiennent notamment une fiche d'identité de la plante, ses caractéristiques invasives, la concurrence qu'elle exerce sur les autres espèces, son développement souterrain, l'écopâturage, la fauche répétée, le bâchage, ainsi que quelques conseils à appliquer. Dans ce but, un personnage apparaissant sur les panneaux a été imaginé celui-ci s'adressant directement aux enfants afin de capter leur attention et de rendre le message plus accessible. Le choix s'est porté sur un petit animal des jardins : le moineau qui, de plus, jouit d'une image sympathique auprès des enfants. C'est un souci de poésie et de légèreté qui lui a valu d'être baptisé "Hugo Moineau".

La réalisation technique de ces panneaux est relativement la même que celle des panneaux adultes. Les panneaux imprimés seront fixés sur des plaques en tôle et soutenus par des barres métalliques. Cependant, ils seront inclinés et fixés à "hauteur d'enfant" soit : partie basse du panneau à 75 cm de hauteur et partie haute à 80 cm. Ils seront disposés sur le terrain de façon à former un petit parcours pédagogique.

II. C. 2. c. A Laxou

A la suite de la production des panneaux pour enfants, la ville de Laxou a souhaité en disposer également autour du site de Sadoul. De légères modifications ont été apportées aux panneaux destinés à Vandœuvre-lès-Nancy afin de les adapter.

II. C. 3. Communication auprès des élèves de seconde du lycée Stanislas

Lors de la matinée du 29 avril 35 élèves de seconde du lycée Stanislas à Villers-lès-Nancy ont été reçus. La journée s'est déroulée selon le planning prévu, un diaporama de présentation leur a d'abord été présenté, il est disponible dans l'annexe F.1. et les élèves se sont montrés attentifs et volontaires pour l'ensemble des activités proposées. Accompagnés de leurs professeurs de mathématiques et de SVT, ils ont pu suivre chaque atelier et ont pris de nombreuses photos. A la suite de cette demi-journée les élèves ont produit des articles décrivant la sortie et portant sur la Renouée du Japon.



Figure 38 : Atelier présentation des expériences en laboratoire



Figure 39 : Atelier présentation des différentes méthodes de lutte

Conclusion

Les rhizomes représentent un enjeu majeur pour comprendre le caractère invasif des Renouées asiatiques. C'est pourquoi cette partie de la plante a été plus particulièrement étudiée dans ce projet. Des expériences en laboratoire de simulation de bâchage et de fauche répétée ont eu lieu à l'aide de rhizotrons et ont permis d'établir un cahier des charges afin de connaître les besoins des rhizomes pour leur développement en milieu confiné. Ces expériences ont montré que les masses de la biomasse aérienne et de la biomasse souterraine ainsi que les réserves du rhizome ne varient pas sur le court terme (trente jours) selon différents moyens de lutte employés. Une étude complète des réserves des rhizomes issus des expériences en rhizotron suivra ce travail et permettra d'analyser au maximum les dispositifs expérimentaux mis en place lors du projet. De plus, des expériences en pot ont permis de démontrer que la quantité de biomasse aérienne produite par les rhizomes est proportionnelle à leur masse. Ces contenants ont aussi permis de montrer que le stade végétatif des rhizomes est déterminant pour la reprise de croissance des nouvelles tiges à partir d'un rhizome. En effet, les rhizomes présentant un stade bourgeonnement sont ceux qui possèdent les nouvelles tiges avec un taux de croissance plus important.

Ensuite, un quadrat et un profil de sol ont aussi été effectués afin d'estimer la quantité de rhizomes présente dans le sol et leur répartition spatiale (environ 2,9 kg de matière sèche de rhizome dans les 20 premiers centimètres de profondeur pour une surface d'un mètre carré). Une présence majoritaire du rhizome (90%) dans les dix premiers centimètres du sol a été constatée.

Pour élargir nos connaissances sur le bâchage, cette méthode de lutte a été mise en place sur deux sites différents à Vandœuvre-lès-Nancy et à Belleville. Un protocole d'étude de cette méthode a été proposé et prévoit un suivi des zones bâchées pendant cinq ans. Durant les trois premiers mois de bâchage, les repousses de Renouée du Japon n'ont pas percé la bâche dans les deux sites et aucune dégradation n'est à signaler. Cependant à Belleville, les repousses ont soulevé la bâche, il est donc nécessaire de couper les tiges qui dépassent de la bâche et de marcher régulièrement sur cette dernière pour tasser les repousses.

Enfin, l'un des objectifs globaux est de communiquer autour des Renouées asiatiques et des méthodes pour lutter contre ces dernières afin d'informer nos partenaires mais aussi de sensibiliser le grand public (enfants, adolescents, adultes). Les panneaux de communication sont les outils les plus utilisés et sont placés à proximité des zones bâchées afin d'expliquer notre intervention et d'informer des dangers des Renouées asiatiques. Ils sont efficaces puisqu'aucune dégradation n'a eu lieu et que les passants s'arrêtent pour les lire. Les enfants ont été un public cible, c'est pourquoi une série de huit panneaux ludiques ont été installés à la Sapinière (Vandœuvre-lès-Nancy) et à Laxou. D'autres moyens de communication ont été employés comme l'écriture d'article de presse parus les Echos de Belleville et le 54500, respectivement les journaux municipaux de Belleville et Vandœuvre-lès-Nancy respectivement. Une communication plus directe a aussi été effectuée lors du porte-à-porte à Belleville suivi d'une réunion publique à la mairie afin d'expliquer la mise en place du bâchage et de son intérêt. Enfin, nous avons accueilli à l'ENSAIA une classe de lycéens de Villers-lès-Nancy afin de présenter notre projet sur les Renouées asiatiques et d'expliquer les dangers de l'ensemble des plantes invasives. Les lycéens ont semblé intéressés et réceptifs à cette intervention.

Durant ce projet, nous avons pris conscience de la difficulté à lutter contre les Renouées asiatiques mais aussi de nombreuses méthodes pour maîtriser son extension. Nous avons découvert l'importance de partager nos démarches avec le public afin d'assurer leur bon déroulement.

Le travail mené au cours de ces huit mois a été également enrichissant sur de nombreux points. Nous avons travaillé avec des associations, des collectivités, des entreprises et donc appris à dialoguer avec chacun de

ces différents acteurs. Nous avons également su travailler en groupe de manière efficace afin de relever les objectifs imposés par le projet. Nous avons pu développer les compétences d'un ingénieur et être confronté à la réalité du terrain. Pour chacun d'entre nous, ce travail a été prenant mais très passionnant.

Discussion

Dans le cadre de ce projet, nous avons mené de nombreux travaux en laboratoire, sur le terrain et au contact du public. Notre durée de travail étant limitée, nous avons dû faire des choix afin de privilégier certaines méthodes de travail.

Concernant les expériences menées en laboratoire, l'objectif a été d'observer une variation de masse des rhizomes entre le début et la fin leur culture. Cet objectif n'a donc pas été atteint et peut s'expliquer par une période de manipulation très courte. Cependant d'autres résultats plus positifs ont été obtenus comme un protocole qui a permis la croissance de Renouée du Japon en laboratoire. Il pourra être employé à nouveau par les projets professionnels futurs. L'utilisation de rhizotron est discutable. En effet, il permet d'observer le système souterrain mais limite la masse du rhizome. Un autre support pouvant être employé est un pot de quatre litres qui permet au rhizome de croître sans contraintes et donc d'obtenir des résultats plus proches de la réalité.

Nous avons estimé la longueur des rhizomes sur le terrain cependant les incertitudes calculées sont élevées en raison du matériel et de la technique de mesure choisis. La technique devra donc être adaptée si cette expérience est reconduite.

Les résultats du questionnaire sur le bâchage ont été déterminants car ils renseignent sur sa mise en place et sur sa condition de pose. La méthode du bâchage a été réalisée à Belleville et Vandœuvre-lès-Nancy, elle a nécessité la présence d'au moins cinq à six personnes. Les agrafes ne semblent pas réellement adaptées à tous les terrains, en effet certaines ne résistent pas aux repousses de Renouée du Japon sous la bâche. Il faut donc être vigilant et inventif afin de maintenir la bâche à l'aide d'éléments lourds. L'utilisation de bâche agricole s'est révélée pertinente tant au niveau de sa résistance que de son efficacité.

Lorsque nous avons informé les Bellevillois, il semble que le porte-à-porte ait permis une meilleure communication que la réunion publique. Même si les habitants ne sont pas intéressés par les Renouées asiatiques, ils restent ouverts et réceptifs aux problèmes qu'elles engendrent et à notre travail. Quant à Vandœuvre-lès-Nancy, le partenariat avec la mairie a bien fonctionné. De plus, il aurait fallu mettre en place des panneaux de communication dès la reprise de végétation de la Renouée du Japon. Un autre aspect de notre communication consistait à exploiter le profil de sol réalisé à la Sapinière afin de fournir des informations à travers un poster ou un panneau. Actuellement, ces outils n'ont pas pu être mis en place malgré le fort intérêt qu'ils représentent.

Table des annexes

A.	Quelques exemples de compte-rendu de séance :	93
A.	1. Compte Rendu de la première séance (20.10.15)	93
A.	2. Visite des sites d'expériences et discussion autour des axes de travail (03.11.15)	94
A.	3. Choix des axes et planification à long terme du projet (17.11.15)	96
A.	4. Escapade Alsacienne à SAVA (11.12.15)	98
A.	5. Réunion avec les partenaires (02.02.16)	106
A.	6. Planification à moyen terme du projet (09.02.16)	108
A.	7. Porte à porte à Belleville et Nettoyage à la Sapinière (23.02.16)	111
A.	8. Bâchage à Belleville (01.03.16)	113
A.	9. Bâchage à Vandoeuvre (15.03.16)	117
A.	10. Profil de sol à la sapinière (22.03.16)	120
B.	Les panneaux de communication :	123
B.	1. Panneau de bâchage à Belleville	123
B.	2. Panneau provisoire de bâchage à Vandoeuvre	124
B.	3. Panneau d'accueil à Vandoeuvre	125
B.	4. Panneaux adulte à Vandoeuvre	126
B.	4.a. Présentation de la Renouée du Japon	126
B.	4.b. Présentation du bâchage	127
B.	5. Panneaux enfant à Vandoeuvre	128
B.	6. Panneaux enfant à Laxou (2 panneaux modifiés)	131
C.	Questionnaire concernant le bâchage :	132
C.	1. Questions posées	132
C.	2. Tableau des réponses obtenues	133
C.	3. Détail de chaque bâchage	138
D.	Diaporamas de présentation :	143
D.	1. Présentation aux partenaires	143
D.	2. Présentation effectuée lors de la réunion publique de Belleville	148
D.	3. PressBook destiné aux partenaires (utilisé pour la présentation aux élus de Vandoeuvre)	155
E.	Articles	166
E.	1. Article journal communal de Belleville	166
E.	2. Article journal communal de Vandoeuvre	167
F.	Accueil des lycéens	168
F.	1. Diaporama de présentation	168
F.	2. Contenu des ateliers	171
F.	2. a. Atelier plantes invasives	171
F.	2. b. Jeu de rôle sur les méthodes de lutt	172
F.	3. Exemples de compte-rendu réalisé par les élèves	173
G.	Protocoles	175
G.	1. Etude des effets de lutte contre la Renouée du Japon en laboratoire	175
G.	2. Traitement statistique des données obtenues en laboratoire	183

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

A. 1) Compte Rendu de la première séance (20.10.15)

Projet Pro 2015/2016
Plantes invasives

Compte-rendu,
séance du **20/10/15**

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	Stefan Jurjanz

Résumé de la séance :

- **Accueil** par Sylvain Lerch, 1^{er} contact, **présentation des membres du groupe** et discussion autour du choix du sujet.
- **Sortie jusqu'à la parcelle expérimentale** » dans le parc de la Sapinière, présentation générale de la Renouée du Japon, observation des rhizomes, et tour d'horizon des enjeux du projet ainsi que des 3 principaux axes de travail de l'année.
- **Visionnage d'un documentaire sur les plantes invasives**, apportant de nombreux exemples (notamment sur les types de lutte déjà mis en œuvre) et une vision d'ensemble sur ce type de plantes en Europe.
- **Brainstorming** concernant la Renouée et les différents moyens de lutte, **division du travail de recherche** d'informations pour la synthèse bibliographique.
- Choix des préposés DropBox, MailList et 1^{er} compte-rendu.

3 grands axes de travail :

- **Trouver comment estimer le volume (ou le poids) des rhizomes dans le sol, évaluer l'étendue de la plante invasive et de ses réserves sous terre.**
- **Tester et mettre en œuvre certaines stratégies de lutte** (ex : bâchage du sol)

- **Utiliser des méthodes de communication pour sensibiliser les populations** (habitants, horticulteurs, domaine du BTP...), sachant qu'aujourd'hui les objectifs sont de contenir la Renouée plutôt que de l'éradiquer

Brainstorming pour la synthèse bibliographique et répartition du travail :

Axes de recherche	élèves
Informations générales sur les 3 espèces de Renouée <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reynoutria japonica</i> - <i>Reynoutria sachalinensis</i> - <i>Reynoutria Boemica</i> (hybride) 	Tous (connaissances générales à avoir)
Botanique de la plante : <ul style="list-style-type: none"> - Reproduction - Cycle de vie - Propagation - Répartition géographique Différents moyens de lutte déjà utilisés ou déjà testés. Travaux faits, même sur d'autres plantes invasives (notamment plante à rhizomes), ou expériences n'ayant pas fonctionné.	Charles Elise Aurélie Maxime Maeva
Recherches sur les Rhizomes : <ul style="list-style-type: none"> - Informations sur le rapport : appareil végétatif/appareil racinaire - Comment les quantifier ? (en volume et en masse) - Quelle profondeur ? quelle répartition ? - Recherche de différents travaux déjà menés sur les rhizomes Contacts pouvant fournir des informations sur les méthodes d'étude du sol: élèves et professeurs de l'ENSG, ENSAIA 3 ^{ème} année spécialités du sol, (+travaux LAE)	Laurine Adeline Justine Lisa Valentin
Etude des rapports et travaux menés par les groupes des années précédentes sur ce même sujet de projet.	

/ ! \ bien penser à noter les références bibliographiques lors des recherches

Responsable DropBox : Lisa MICHAUD

MailList : PAPIN Justine

Rédaction du 1^{er} compte rendu : CAMPANELLA Laurine (puis à tour de rôle suivant l'ordre de la MailList)

Bilan, et objectifs pour la séance prochaine :

L'étude des rhizomes, la mise en œuvre de stratégies et la communication sont les principaux axes de notre travail, mais la première étape vise à rassembler des informations sur le sujet pour permettre

la réalisation de la synthèse bibliographique. La prochaine séance consistera à mettre en commun le résultat de nos recherches, chaque membre (ou chaque petit groupe) présentant ses informations aux autres (si possible sous forme de ppt), et à commencer une ébauche de synthèse.

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

2) Visite des sites d'expériences et discussion autour des axes de travail (03.11.15)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,
Plantes invasives séance du **03/11/2015**
Rédaction du compte rendu : CREMILLEUX Maéva

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	Yves Le Roux

Résumé de la séance

- **Présentation par Yves LE ROUX de photographies des différentes parcelles expérimentales à notre disposition**, réflexion autour des différents moyens mis en place (écopaturage, broyage) et de nouveaux moyens de lutttes (bâchage, insectes?) contre la renouée.
- **Rencontre et discussion avec les membres du projet pro « méthanisation » de l'année précédente**. Possibilité de continuer leur travail sur la méthanisation (ensilage...), ils ont fait quelques recherches sur l'étude des rhizomes, possibilité de les contacter pour poursuivre leurs recherches.
- **Sortie en fin de séance jusqu'aux parcelles expérimentales » de Saint Nicolas de Port, Laxou (à côté de Auchan)**. Découverte de l'état de la renouée selon les différents fauchages (témoin, 5 semaines et 10 semaines) ainsi que la nature du sol (renouée sèche à Laxou contrairement à Saint Nicolas de Port).

Les différentes parcelles et possibilités de travail :

Laxou : cabinet de radiologie, le radiologue paye une entreprise d'espace vert pour le broyage. Possibilité de mise en place d'une solution : le bâchage comme il s'agit d'une petite surface.

A côté de Auchan : zones avec broyage toutes les 5 semaines, 10 semaines et sans broyage. Massif pas broyé : renouée sèche → analyse de sol possible. Sur la parcelle broyée toutes les 5 semaines : gel a crevé les renouées en surface, pas sur la parcelle broyée toutes les 10 semaines : les renouées étaient plus « fortes ».

Belleville : l'agent municipal vient broyer, il y passe 15 jours/an. Pas efficace, cet été la renouée a poussé de 2m50 en 1 mois. Après broyage, possibilité de vérifier la non reprise de renouée selon longueur de la tige. Autre plante invasive : le robinier qui pousse même plus vite que la renouée. Il est intéressant de tester le bâchage car il existe un enjeu fort dû à la proximité des habitations. Mais on bâche une zone en contact (grâce aux rhizomes) avec une autre zone → qu'est ce qui va se passer ?

Sur la parcelle avec chèvres : elles ont mangé toute la renouée. La renouée contient du resveratrol, le retrouve-t-on dans le lait (bon pour le cœur) ? En quelle quantité ?

Il serait intéressant de mettre des panneaux de communication.

Vandœuvre : zone expérimentale, on peut tester broyage à différents intervalles, bâchage...

Il est possible de mettre des panneaux de communication

Saint Nicolas de Port : absence de givre avec la fauche de deux semaines : contexte pedo-climatique différent de celui de Laxou. Installation intéressante de panneaux de communication. Il faudra couper la renouée avant qu'elle sèche pour éviter de renforcer le rhizome.

Bilan :

Différents axes de travail possibles :

- Méthanisation
- Moyens de lutte contre la renouée : bâchage, écopaturage, broyage (à différents intervalles), renaturation écologique (il faut auparavant affaiblir la renouée → long terme)
- Etude des rhizomes (estimation des réserves...)
- Communication (mise en place de panneau, rencontre avec les mairies, les collègues...)

Pour la prochaine séance :

-Réflexion sur les possibilités de travail sur les différentes parcelles à notre disposition.

-Si possible, lire les rapport des projets pro de l'année dernière sur l'écopaturage et la méthanisation.

Objectifs de la prochaine séance :

- Bilan et partage des infos issues des deux premières demi-journées
- Quels axes vous semblent les plus pertinents à travailler ?
- Mise en commun de la biblio

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

3) Choix des axes et planification à long terme du projet (17.11.15)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,

Plantes invasives séance du **17/11/2015**

Rédaction du compte rendu : KAROLKOWSKI Adeline

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	Yves Le Roux (20min)

Résumé de la séance :

- **Résumé des différents axes envisagés** : choix de certains axes pour les mettre en œuvre et ceux restants apparaîtront dans la bibliographie (géoradar, méthanisation, resveratrol et lait de chèvre).

=> AXES DE TRAVAIL ENVISAGES :

- Labo (début hiver) :
 - Renouée hors sol (PAT, Florence Piola)
 - Test bâchage (que se passe-t-il à côté ?) , sable, géotextile, (colorant)
 - Étude moléculaire du rhizome (PAT, Labo Y. Leroux)
- Sur le terrain (début février) :
 - Bâchage
 - Géotextile
 - Sable
 - Colorant
- Communication :
 - Panneaux informatifs + explicatifs à coté des expériences
 - Présentation aux habitants (discussion, flyers, journal du mois)
 - Maternelle (Belleville) + Collège (St Nicolas de Port)
 - Radiologue (M. Jung) : book avec nos expériences à présenter

- **Intervention d'Yves Leroux (20-25 min)** : information sur Paul Montagne et quelles questions lui poser (logos, financement), 1000 m² de bâche (Floraine), RDV avec PAT mardi 24 novembre

- **Élaboration d'un plan pour la bibliographie** : envoyé par Lisa ce mardi

- **Recherche de matériel pour la coupe des tiges ce samedi avant le gel à St Nicolas**

- Prise de contact avec l'administration pour les remboursements
- Choix des expérimentations pour chaque lieu :

Laxou	Belleville Démonstratif	Vandœuvre Expérimental	St Nicolas
<div>Squat : doublage des expériences</div> <div>géotextile, bâche, sable (1 m² sur 1m), témoin</div> <div>Radiologie : bâchage</div>	<div>Chemin/"Dépotoir" :</div> <div>chèvres, tranchée (pelleteuse)</div> <div>Fil à linges :</div> <div>?</div> <div>Chemin derrière habitations :</div> <div>?</div> <div>Terrain derrière les jardins :</div> <div>?</div>	<div>La Sapinière :</div> <div>géotextile, bâche, sable , témoin</div>	<div>Route :</div> <div>fauche répétée, source de rhizome (labo), (observation écosystèmes)</div>

Bilan :

Nous avons maintenant clairement envisagé nos axes pour garder ceux qui nous semblent réalisables, cependant à Belleville nous n'avons pas encore déterminé le type d'expérimentation que nous souhaiterions mettre en place. Pour cela, nous avons besoin d'informations complémentaires notamment sur le bâchage.

De plus, le plan détaillé de la bibliographie a bien avancé mais il nous reste encore quelques parties où des informations manquantes sont à rechercher.

Pour la prochaine séance :

- Réfléchir à des questions pour Paul Montagne (le botaniste)
- Se renseigner auprès de Jacky Fritch sur le bâchage
- Se renseigner auprès de Florence Piola sur la culture hors sol de la renouée + épuisement des rhizomes (éviter la concurrence)
- Trouver une liste type de questions sur le bâchage (comme pour le projet pro éco-pâturage)
- Trouver des exemples de bâchages pour la biblio (environ une dizaine)

Pour les prochaines séances :

- Possibilité d'un trou à Belleville avant l'arrivée des chèvres en avril
- Relancer Bernard (Nom ?) début décembre
- Fournisseur pour le sable (prix : 1,5 tonne = 1 mètre cube entre 40-75€)
- Obtention des serres auprès de LAE

Objectifs de la prochaine séance :

- Mise en commun des recherches pour la bibliographie ou le choix d'expérimentation à Belleville
- Exploiter les infos de Paul Montagne pour la bibliographie

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

4) Escapade Alsacienne à SAVA (11.12.15)

Projet Pro 2015/2016

Plantes invasives

Rédaction : CAMPANELLA Laurine

Compte-rendu,

séance du 11/12/15

Escapade Alsacienne

Elèves présents :	Partenaire présent
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	Paul MONTAGNE

Déplacement à Muttersholtz (Alsace) et rencontre avec Jacky Fritsch de l'association SAVA.



Sommaire

I.	Résumé de la séance	p2
II.	Discussion autour du bâchage dans les locaux de SAVA	p2
1)	<i>Présentation de l'association</i>	p2
2)	<i>Technique de bâchage</i>	p2
a)	Préparation du terrain.....	p2
b)	Comment bâcher ?	p2-3
c)	Entretien pendant la période de bâchage.....	p4
d)	Débâchage.....	p4
3)	<i>Conseils concernant le matériel</i>	p4
4)	<i>Résultats obtenus, et après le débâchage ?</i>	p4
5)	<i>Informations complémentaires sur le bâchage/expérience de Jacky Frisch</i>	p5
	<i>En vert : Astuces et conseils particuliers de Jacky Fritsch</i>	
III.	Observations terrain : exemple de la parcelle sous une ligne à haute tension	p5
IV.	Objectifs de la prochaine séance	p7

I. Résumé de la séance :

- **Accueil** par Jacky Fritsch dans les locaux de l'association aux alentours de 8h30. Réunion et discussion conviviale autour d'un petit déjeuner. **Présentation de l'association**, par Jacky Fritsch, des objectifs et **des travaux de SAVA contre la renouée**. **Explications sur la méthode de bâchage, détails techniques** et précisions concernant les différents travaux réalisés sur le terrain.
- **Déplacement** jusqu'à Scherwiller (à 15 min de Muttersholtz) **sur un lieu de bâchage**. Explication par Jacky Fritsch du travail mis en place sur cette parcelle. **Observations de terrain et questionnement pratique**.

II. Accueil dans les locaux de SAVA et discussion autour du bâchage des parcelles de Renouée :

1) Présentation de l'association :

La Section d'Aménagement Végétal d'Alsace (SAVA) est une association d'une trentaine d'années, issue d'un mouvement de protection de l'environnement, fournissant des services à la demande de collectivités. Les travaux sur les milieux naturels, générateurs d'emplois et à dominante manuelle, ont permis à l'association de développer un secteur de (ré)insertion professionnelle par l'activité économique.

Le choix de travail contre la Renouée du Japon en particulier s'est fait en accord avec les collectivités et en raison de sa très grande expansion, qui représente un danger écologique.

Différentes techniques ont été initialement testées par l'association comme la fauche répétée ou la lutte thermique par exemple. C'est finalement la technique de bâchage qui a été adoptée pour l'aspect financier, pour la facilité de pose et pour son efficacité.

2) Technique de bâchage :

a) Préparation du terrain :

Avant toute pose de bâche il est nécessaire de faucher et nettoyer toute la parcelle, la zone doit être nette. Cette étape est celle qui demande le plus de temps.

Astuce Jacky Fritsch: Bêcher un peu les rhizomes en surface ou dans la première couche de terre, si possible.

b) Comment bâcher ?

Le bâchage se fait à la sortie de l'hiver environ.

/!\ Le sol ne doit pas être trempé, se méfier de la pluie !

Dérouler, déplier la bâche mais laisser 2 couches au minimum, puis la disposer en longues bandes sur la plaque de Renouée. Laisser une zone de recouvrement entre chaque bande, d'au moins 20-30 cm, et déposer quelque chose de lourd sur cette zone (ex : bûche ou pelleté de terre).

L'orientation du bâchage (Nord-Sud, Est-Ouest) dépend des vents de la zone de travail, de façon à ce que les bâches ne s'envolent pas.

Etre généreux sur la zone de recouvrement : à adapter selon l'intensité de la pousse dans la zone en question.

/!\ Se méfier des aspérités du terrain qui peuvent déchirer la bâche.

Si possible croiser les 2 couches de bâche pour une meilleure efficacité.

Ancrer les bâches dans le sol avec des crochets.

/!\ Si le sol est trop caillouteux, l'ancrage ne sera pas stable.

Bâcher au moins 1m de plus autour de la plaque de Renouée.

4 personnes au minimum sont nécessaires pour manipuler et poser les bâches.



c) Entretien pendant la période de bâchage :

Pendant toute la durée du bâchage, il est nécessaire de surveiller et d'entretenir régulièrement la zone. La Renouée poussera en périphérie de la bâche, il faut donc régulièrement arracher les plants qui dépassent (toutes les 3 semaines environ).

Pour se débarrasser des plants arrachés, il suffit de les laisser sur la bâche.

Même si ce travail paraît fastidieux, la zone nécessitant un arrachage régulier pendant le bâchage est minime par rapport à la surface totale de la plaque de Renouée non traitée. De plus, la repousse en périphérie a lieu surtout lors de la 1^{ère} année, la plante s'affaiblit les années suivantes.

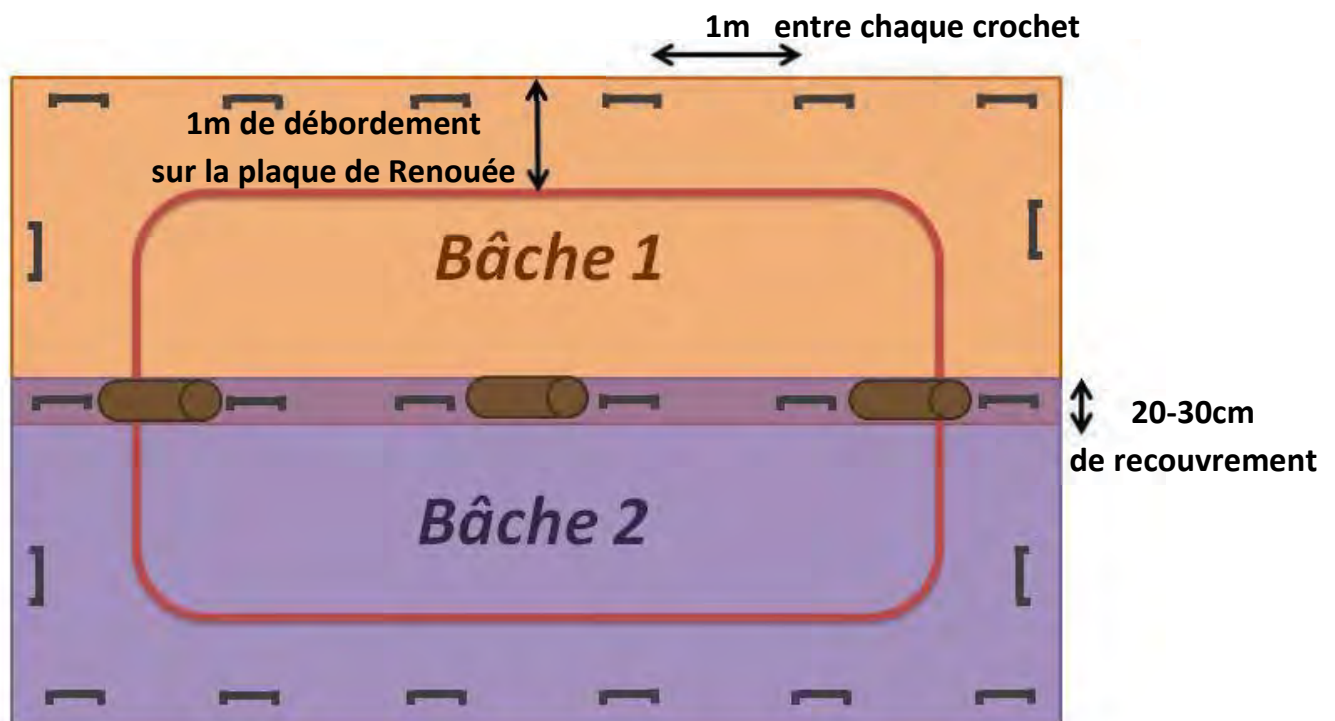
d) Débâchage :

Le débâchage doit se faire au minimum après 3 années de pousse de la Renouée, soit 3 périodes Avril-Octobre environ.

Si un débâchage accidentel a lieu sur une partie de la zone, il est possible de « rapiécer », mais ne pas rebâcher et laisser la Renouée repousser peut servir de témoin, afin de vérifier sa présence ou d'observer l'éventuelle progression d'autres espèces.

/!\ Lors du débâchage, la bâche est souvent recouverte de différents éléments, ou même d'eau, et est très lourde à manipuler.

Exemple de bâchage, Scherwiller.



— : Crochet

● : Objet lourd déposé sur la bâche

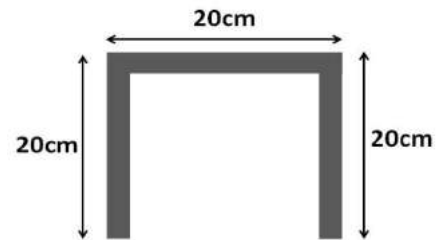
□ : Plaque de Renouée à traiter

3) Conseils concernant le matériel

- Bâche utilisée : Bâche agricole qui a l'avantage d'être peu coûteuse, légère, facile à manipuler et réutilisable.

Les bâches biodégradables ont été mentionnées par Jacky Frisch: elles ne sont posées qu'une seule fois et mettent 4 à 5 ans à se dégrader, mais elles n'ont pas encore été testées par l'association SAVA.

- Crochets utilisés : L'ancrage de la bâche dans le sol se fait à l'aide de crochets qui permettent de ne faire qu'un simple trou dans la bâche sans la déchirer.
Espacer les crochets d'1m lors de la pose.



Dimension des crochets utilisés par l'association

4) Résultats obtenus, et après le débâchage ?

Les réalisations de l'association donnent des résultats plutôt probants. Il existe généralement une diversité incroyable de la repousse sur les 2 premières saisons. (*image ci-contre*)

Après le débâchage, il est nécessaire de laisser le terrain « tranquille » de façon à ce qu'une flore diversifiée repousse, mais le terrain nécessite malgré tout un suivi régulier.

Des réensemencements sont possibles et certains ont été testés par l'association.

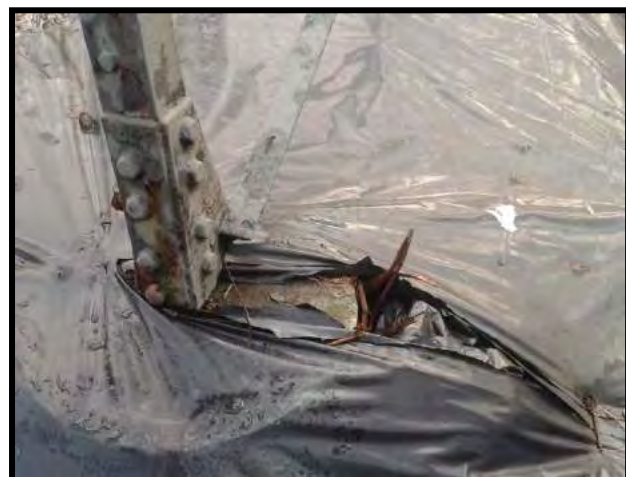
Il y a possibilité de créer des pâturages sur des parcelles ayant été débâchées.



5) Informations complémentaires sur le bâchage et expérience de Jacky Fritsch

- Il est tout à fait normal que la Renouée « déborde de la bâche » en périphérie, cette repousse traitée par l'arrachage, témoigne de l'affaiblissement de la plante qui, dans 90% des cas ne pousse qu'en hauteur et ne gagne pas de terrain.
- Il est également normal que les résultats ne soient pas très probants la 1^{ère} année, il faut être patient pour voir les 1ers résultats (seulement à partir de la 2^{ème} année).
- Lors d'un bâchage le long d'une route, l'association s'est heurtée à certains désavantages : les bâches noires renvoient énormément la lumière et peuvent éblouir les conducteurs, de plus en cas de sortie de route, il y a un risque de dérapage sur la bâche. Un tissu naturel mat a donc été ajouté par-dessus la bâche pour palier à ces problèmes.

- La Renouée NE PERCE PAS la bâche, elle s'engouffre dans les interstices lorsque la bâche est percée, il faut donc contrôler régulièrement son état.
- S'il y a un obstacle dans la zone à bâcher, il est préférable de commencer par bâcher minutieusement le contour de l'obstacle (en limitant les trous et interstices par lesquels la Renouée pourrait s'immiscer) puis de progresser vers la périphérie de la zone de bâchage.



III. Observations terrain : exemple de la parcelle sous une ligne à haute tension

La parcelle observée d'environ 6000m², est située à Scherwiller (à 15 min de Muttersholtz), sous une ligne à haute tension.

A la demande de RTE (Réseau de Transport d'Electricité), en partenariat avec l'association SAVA, une opération de bâchage a été menée en 2013 sur cette zone. La Renouée du Japon, amenée par un cours d'eau s'est répandue sur tout le terrain et menaçait les vignes adjacentes.



Aujourd'hui la zone est toujours bâchée. Volontairement ou non, certains morceaux de bâche ont été retirés, montrant une grande diversité des espèces végétales capables de repousser. Ces petites zones découvertes servent de zones d'expériences avec réensemencement occasionnel à la demande de RTE.

Sur le long terme, l'installation d'un pâturage (chevaux) est envisagée après le débâchage.

Cette visite de terrain nous a permis de visualiser concrètement la méthode de bâchage, et de toucher du doigt les éléments techniques de la pose.



IV. Objectifs de la prochaine séance

Grâce à cette rencontre très instructive, nous avons maintenant toutes les clés en main pour établir précisément nos protocoles de bâchage sur le terrain :

- Où bâcher ?
- Quelle surface ?
- Quels « bâchages expérimentaux » ? / Quels bâchages dans les communes ?
- Quelles précautions à prendre ?

La prochaine séance consistera également à faire un rapide bilan de la rencontre avec Benoit Mignard de chez PAT, ainsi qu'à régler nos problèmes matériels concernant les protocoles expérimentaux en labo.



A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

5) Réunion avec les partenaires (02.02.16)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu
Plantes invasives (Projet n°13) Séance du 02/02/16
Rédaction : Justine PAPIN

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	Yves Le Roux

Résumé de la séance :

13h30-14h : Réunion des 10 étudiants pour faire le bilan du travail bibliographique effectué. Quelques problèmes de communication et d'équité dans la répartition des tâches ont été soulevés. Une organisation différente sera mise en place pour la rédaction du rapport final en conséquence.

14h-15h : Répétition en présence de Yves Le Roux de la présentation à venir

15h : Rencontre avec :

Bruno Chanudet-Buttet : Norematt en charge de la veille scientifique

Nicolas Morin : Norematt, chef de produit en charge des expérimentations terrains

Alexandre Laflotte : Directeur Bouzule

Benjamin Ravard : Ingénieur d'étude méthanisation

Présentation par Élise, Maxime, Charles et Justine du travail réalisé jusqu'à présent, ainsi que nos objectifs à venir notamment concernant nos expérimentations sur les rhizomes et le bâchage que nous allons mettre en place.

Une partie question a ensuite suivi :

- Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre racine et rhizome ? *Le rhizome, bien plus gros qu'une racine et lignifié permet la reproduction asexuée des Renouées.*
- A propos des travaux précédemment réalisés à l'ENSAIA sur la renaturation écologique, comment les plantes utilisées ont-elles été choisies ? *Pour leur capacité à mettre rapidement en place un couvert végétal capable de concurrence ou freiner les Renouées.*
- Avons nous pour projet de faire un profil du sol pour mieux observer l'étendue des rhizomes ? *Oui, si possible à Vandoeuvre.*
- Concernant le désherbeur thermique : y en a-t-il un à la commune de Laxou ? *A priori non. Un désherbeur d'une génération antérieure a d'ailleurs déjà été expérimenté à la Bouzule.*

Le groupe s'est ensuite divisé en trois équipes :

Com' Belleville :

- Réalisation du diaporama qui sera présenté lors de la réunion d'information qui aura lieu à Belleville début mars (date encore à déterminer avec l'adjoint au maire lors de la rencontre du 09 février) auprès des conseillers municipaux et des habitants intéressés par le problème de la Renouée et le bâchage à venir.

Com' Vandoeuvre :

- Elaboration d'un book pour la rencontre avec Dany Ackermann et Eric Marchand de la mairie de Vandoeuvre (le Jeudi 4 à 14H à la mairie). Le book reprend pour base le diaporama présenté lors de la séance d'aujourd'hui. Cependant il est axé sur la communication autour du site de la Sapinière, il contient en particulier le schéma du site et les photos commentées.
- Ce document sera imprimé, servira de base pour l'entretien et sera laissé à disposition de la mairie. Prochainement

Equipe expérimentale :

- Mise en place des rhizotrons, congélation des rhizomes T0. Chaque morceau de rhizome a été pesé, et Yves Le Roux a conseillé de réaliser également des tests de dosage d'amidon sur plusieurs morceaux d'un même rhizome, afin de vérifier l'homogénéité des réserves.

(résultats des premières mesures expérimentales sur les rhizomes en pièce jointe)

Prochainement :

- jeudi 04/02 : réunion à 14h à la mairie de Vandoeuvre avec Dany Ackermann et Eric Marchand
- mardi 09/02 : réunion à 15h à la mairie de Belleville avec Hervé Noël, l'adjoint au maire

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance
6) Planification à moyen terme du projet (09.02.16)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,
Plantes invasives séance du **09/02/2016**
Rédaction du compte rendu : PLESSIS Charles

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	

Résumé de la séance :

► Groupe expérience en laboratoire :

→ Mise en place du bâchage sur les rhizotrons concernés.
→ Organisation des rhizotrons dans la salle pour pouvoir être dans des conditions optimales (Proche de la lumière sans gêner les autres expérimentations).
→ Rédaction d'un e-mail à C.ROBIN en rapport avec l'expérience de dosage d'amidon dans les rhizomes pour obtenir des données plus précises (prix/temps des techniques, précision...). Et aussi obtenir les coordonnées de la personne qui est capable de le faire pour convenir d'un rendez-vous et en savoir plus sur ces techniques.
→ Avancement dans la rédaction du protocole d'expérience réalisée avec les rhizotrons : déterrement des rhizomes, préparation des rhizotrons et mise en place des morceaux de rhizome.

► Com' Belleville :

→ Rencontre avec l'adjoint au maire (**Hervé Noël**) et 2 agents municipaux : discussion par rapport à la communication à mettre en place, et abandon de l'idée de faire une réunion dans le village car il risquerait d'avoir une trop faible influence. Un conseil donné par M.Noël est de faire du porte à porte (≈40 habitations dans le secteur proche de la gare) pour sensibiliser directement les personnes concernées par les Renouées.
→ Le groupe va mettre en place une lettre d'information délivrée dans les boîtes aux lettres, pour la quarantaine d'habitation présentant nos motivations ainsi que la date de notre porte à porte. Cela permet de préparer les citoyens à notre venue.
→ Pour ce qui est du bâchage, il a été convenu que la fauche pré-bâchage serait réalisée par Belleville. De plus, il a aussi été convenu que les panneaux de communication pour expliquer le bâchage seraient imprimés par la ville de Belleville.

► Com' Vandoeuvre :

→ Appel de Paul MONTAGNE pour se renseigner concernant les panneaux de communication et leurs financement par Floraine54.

→ Le groupe a rédigé un article (envoyé par mail le 09/02/2016) pour le journal de Vandoeuvre « Le 54 500 », présentant la renouée comme une plante invasive ainsi que notre démarche sur le bâchage aux habitants

→ Appel de B.CHANUDET-BUTTET de NOREMAT®, selon lui il serait possible d'avoir une aide technique lors de la mise en place de profil de sol (prêt de matériel).

► En fin de séance :

Suite à plusieurs séances de travail en sous-groupe, nous avons fait une réunion pour définir un emploi du temps par rapport aux séances du retour de vacances. En effet, il va falloir bâcher et faucher à Belleville et Vandoeuvre, et cela devait être planifié pour gérer au mieux notre temps sur le terrain et gérer en même temps la confection du poster. De plus nous avons défini une date pour le porte à porte sur Belleville, il se fera le Lundi 22 février 2016 après les cours. Tout le groupe sera mis à contribution en début de soirée (commencement vers 18h00 sur place).

Objectifs des prochaines séances :

Date :	15/02/16 00:00	16/02/16 00:00	17/02/16 00:00	18/02/16 00:00	19/02/16 00:00	20/02/16 00:00	21/02/16 00:00
Objectifs :							

Date :	22/02/16 00:00	23/02/16 00:00	24/02/16 00:00	25/02/16 00:00	26/02/16 00:00	27/02/16 00:00	28/02/16 00:00
Objectifs :	Porte à porte à Belleville. (Deux groupes, en fonction de l'heure de fin Des cours)	Fauche à la sapinière de Vandoeuvre.			Mise en place De la bâche à Belleville.		

Date :	29/02/16 00:00	01/03/16 00:00	02/03/16 00:00	03/03/16 00:00	04/03/16 00:00	05/03/16 00:00	06/03/16 00:00
Objectifs :		Mise en place de la Bâche à la sapinière.					

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance
7) Porte à porte à Belleville et Nettoyage à la Sapinière (23.02.16)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,
Plantes invasives séance du **23/02/2016**
Rédaction du compte rendu : SCHMITT Maxime

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	

Résumé de la séance : porte à porte à Belleville

Le porte à porte s'est effectué par groupe de deux la plupart du temps, et nous avons rencontré environ 80% des habitants de cette rue. Certains habitants étaient très intéressés par notre projet et ont échangé des questions avec nous. Dans l'ensemble nous avons eu un bon contact avec eux. La plupart d'entre eux ne connaissaient pas cette plante, mais ils savaient que des travaux de recherches étaient menés. Néanmoins, il reste certaines habitations dans lesquelles nous n'avons pas pu faire notre présentation (Personnes absentes ou ne voulant pas ouvrir). Pour ce qui est des habitations au plus proche de la bâche (la « cantine »), nous avons présenté notre projet à la moitié des habitants, car une partie n'était pas joignable (sonnette HS, porte de couloir fermé à clef ne permettant pas d'accéder aux portes d'habitations). Certaines personnes ne se sentaient pas concernées par la Renouée mais la plupart avait lu le papier de présentation et l'avait conservé. On a eu des retours très positifs. Les personnes âgées étaient très enthousiasmées par l'écopâturage. Des personnes nous ont mis en garde contre les sangliers qui pourraient venir causer des dégâts sur les bâches. On nous a aussi questionnés sur les résultats de l'écopâturage. Par contre certains habitants nous ont confirmé qu'une réunion d'information serait intéressante pour tenir au courant les résidents de notre travail. Nous avons aussi pris contact avec une personne travaillant à la SNCF, qui nous a mis en contact avec quelqu'un faisant partie d'une association dont l'une de ses activités est la lutte contre la Renouée.

Résumé de la séance : nettoyage à la Sapinière et à Belleville

- **Groupe à la Sapinière**

A Vandoeuvre-les-Nancy, nous avons nettoyé une première zone qui est destinée au bâchage. Nous avons déposé les tiges de Renouée sur trois tas près du massif afin de pouvoir facilement s'en débarrasser. Lors du nettoyage, nous avons rencontré deux employés municipaux qui nous disant qu'ils se chargeraient sûrement de charger les tas de Renouées, notamment pour éviter les risques d'incendie par des pyromanes dans le parc. Cependant il nous reste le nettoyage concernant le côté témoin et fauche répété. De plus un deuxième nettoyage au râteau sera nécessaire dans la première zone afin d'enlever les détritres restés au sol. De plus, nous avons remarqué de nombreuses souches d'arbres sur la pente qui risquent de nous rendre la tâche plus difficile lors du bâchage.

Suite à cela, le groupe Vandoeuvre a fait parvenir un mail à Eric Marchand (Responsable Espaces Verts (Technique)) afin de lui rendre compte des travaux qui ont été fait. D'autres séances de nettoyage seront alors à prévoir avant les travaux dans cette zone.

- **Groupe à Belleville**

A Belleville, la zone de travail était une ancienne décharge contenant des éléments comme : des poteaux électriques en métal et en béton, des câbles en métal, de nombreux morceaux de béton/bâche, ainsi que de nombreux détritres de constructions. Nous avons donc nettoyé au mieux la zone (on y a trouvé toutes sortes de choses improbables...). On a repéré ce qui n'est pas possible à enlever et qui pourrait gêner le passage de la machine de fauchage de Norematt. Deux employés de Norematt sont arrivés en fin de séance, nous leur avons expliqué les spécificités de la zone à traiter avec leur machine. Il y a eu une mise en place de peinture flash rose sur les objets ne pouvant pas être déplacés et ayant une possibilité d'endommager la machine de fauche. Nous avons aussi eu l'aide des employés municipaux (aide par tracteur, prêt de gants de chantier et de sac poubelle).

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

8) Bâchage à Belleville (01.03.16)

Projet Pro 2015/2016

Plantes invasives

Rédaction : CAMPANELLA Laurine

Compte-rendu,

séance du **01/03/16**

Elèves présents : Totalité du groupe

Bâchage sur la zone de Belleville

Cette séance a été entièrement consacrée au bâchage à Belleville, qui s'est déroulé dans la joie et la bonne humeur. A l'issue de cette première intervention, les travaux sur cette zone ne sont pas totalement achevés, une seconde intervention, plus rapide, sera nécessaire afin de peaufiner les détails.

Déroulement des travaux

Dernier nettoyage et préparation du terrain

Bien que les cannes sèches de Renouée aient été enlevées et la zone nettoyée auparavant, un dernier passage minutieux a été nécessaire afin d'éliminer tout déchet, tige de Renouée ou autre morceau proéminent susceptible de percer la bâche.

Installation des panneaux d'information

3 panneaux d'information et de sensibilisation réalisés par l'équipe « Comm' Belleville » ont été placés à des endroits stratégiques autour de la zone bâchée :

- Du côté des habitations, aux deux extrémités du parking
- Sur le chemin communal passant en bas de la zone bâchée



Pose des bâches

Pour cette étape, ainsi que pour la pose des panneaux, les employés municipaux de Belleville nous ont fourni leur aide et leurs outils. Un journaliste des « Echos de Belleville » est également passé nous voir et nous a gentiment donné un coup de main.

En suivant le protocole de bâchage établi, et en s'aidant de ce qui avait été observé lors de la sortie en Alsace, les bâches agricoles ont été déroulées, découpées, superposées et ancrées dans le sol avec succès.



Grâce à une inventivité folle, une rigueur technique, et un savoir-faire incomparable, les obstacles ont su être brillamment évités !



Fixation finale des bâches avec des objets lourds

Le pourtour des bâches a, par la suite, été lesté à l'aide d'objets lourds. On notera que l'adjoint au maire de Belleville, qui est passé nous voir au cours de l'après-midi, s'est engagé à nous apporter, sur la zone, plusieurs tas de terre, mardi 08/03/16.



Matériel

La totalité des deux rouleaux de bâche a été utilisée pour ces travaux, il sera donc nécessaire d'en recommander pour le bâchage de la seconde zone située à la Sapinière (Vandoeuvre-lès-Nancy).

Une grande partie des 200 agrafes a également été consommée, de même, une autre commande sera nécessaire.

Pour les bâchages à venir, prévoir éventuellement :

- Des massues/marteaux plus gros pour fixer les agrafes (sans le matériel les agents communaux, la tâche aurait été plus délicate)
- Des objets lourds à disposer sur les bâches ou un moyen d'obtenir de la terre (non contaminée par des rhizomes).



Séance prochaine

Si un accord avec l'administration est obtenu, un certain nombre d'élèves du groupe pourra se rendre de nouveau à Belleville afin de finir le bâchage des dernières petites zones mardi 08/03/16. Le bâchage de la parcelle vandopérienne se fera lors d'une séance prochaine.

Petite compilation en bonus..



A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

9) Bâchage à Vandoeuvre (15.03.16)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,
Plantes invasives séance du **15/03/2016**
Rédaction du compte rendu : HAMELIN Aurélie

Elèves présents :	Tuteur(s) présent(s)
CREMILLEUX Maeva, FALCON Valentin, HAMELIN, Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine.	

Résumé de la séance :

Nous avons effectué le bâchage à Vandoeuvre. Lors du bâchage, le futur responsable des espaces verts de Vandoeuvre-lès-Nancy est venu nous voir afin de parler de ce projet. Il semblait très intéressé par le sujet. De plus, quelques promeneurs sont passés et ont regardé les « jolis » panneaux.

Voici un petit résumé en photographies :

<p>Mis en place du panneau</p> 	<p>Et voici le « joli » panneau</p> 
<p>Etape du déroulage de la bâche</p> 	



Objectifs de la séance prochaine :

- Aller à la Sapinière afin d'accompagner la mairie de Vandoeuvre effectuant le profil de sol. Pierre Leglize sera présent.
- Effectuer un planning pour les mois à venir.
- Communication à Belleville : L'équipe de Belleville continuera le diaporama qui sera présenté lors de la réunion publique. De plus, ils devront réfléchir à la manière dont la présentation de notre projet sera présentée à la classe primaire de l'école de Belleville.
- Communication à Vandoeuvre : L'équipe de Vandoeuvre continuera à effectuer les panneaux de communication qui seront mis à la Sapinière.
- Réfléchir à la date et à la façon d'effectuer la présentation aux 70 élèves de première et terminal S.
- Continuer la rédaction du rapport

A. Quelques exemples de compte-rendu de séance

10) Profil de sol à la sapinière (22.03.16)

Projet Pro 2015/2016 Compte-rendu,
Plantes invasives séance du 22/03/16
Rédaction : THIRIET Elise

Elèves présents : Campanella Laurine, Falcon Valentin, Michaud Lisa, Thiriet Elise.

Profil de sol à la Sapinière

Déroulement de la séance :

Rendez-vous avec les agents municipaux à 14 heures. Un trou à la pelle a été creusé par leurs soins afin de visualiser le profil de sol. Pendant ce temps des agrafes ont été rajoutées sur le site bâché là où il en manquait.

Pierre Leglize, un professeur de sciences du sol à l'ENSAIA, est lui aussi venu à 14 heures pour nous aider à analyser le profil de sol.



Analyse du profil de sol :

Ce sol est un techno-sol. En effet, il est uniquement composé de remblai qui ont été ajoutés par l'Homme, il est donc difficile d'en analyser le profil. Nous ne pouvons de toute façon pas définir d'horizon.

La Renouée a pu profiter du terrain remanié et meuble pour se développer très rapidement. C'est un sol où les racines peuvent facilement se propager.

Les couches de remblai ont été ajoutées en plusieurs fois, on distingue trois couches :



Couche 1 :
Terre végétale calcaire

Couche 2 :
Remblai calcaire
(nombreux cailloux)

Couche 3 :
Remblai meuble

Les matériaux sont globalement carbonatés puisqu'ils ont réagi au test HCl.

La Sapinière est sur le plateau calcaire. Les sols présents sur ce plateau ne permettent de creuser qu'à une dizaine de centimètres avant de se heurter des matériaux extrêmement durs.

La **couche 1** correspond à une terre végétale carbonatée qui aurait pu être amenée d'ailleurs. (0-33cm)

La **couche 2** correspond à une terre de remblai calcaire avec de nombreux cailloux, celle-ci proviendrait donc d'un chantier au niveau du plateau de Vandoeuvre. (33-63cm)

La **couche 3** correspond à du remblai qui proviendrait de chantiers au niveau du bas de Vandoeuvre. En effet, des marnes sont présentes dans cette couche or il n'y a pas de marnes dans le plateau de Vandoeuvre. Par contre, il y en a dans le bas de Vandoeuvre. Cette couche est plus plastique et s'apparente à de la glaise. (63-150cm)

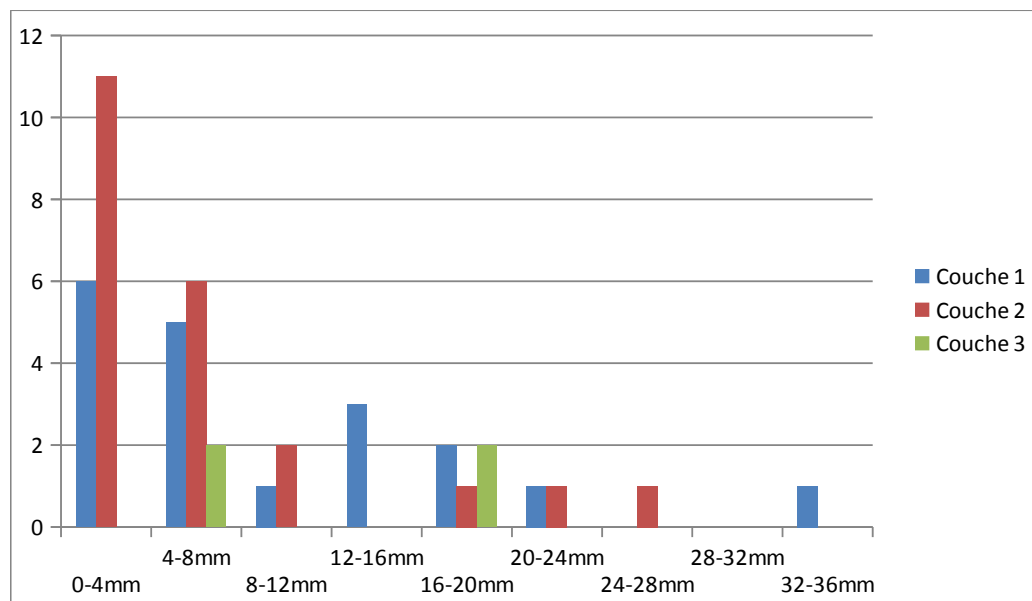
Il s'agit d'un sol avec une très bonne fertilité physique et chimique, c'est un sol carbonaté argilo-limoneux. C'est donc un sol où la plupart des plantes peuvent se développer facilement (à part les plantes qui n'aiment pas le carbone). Il n'y a ici presque aucune contrainte pour qu'une plante pousse.

Cela nous montre bien le caractère invasif de la Renouée du Japon : celle-ci s'est développée très rapidement et n'a laissé la place à aucune autre plante.

Ce terrain de remblai est donc propice au développement de la Renouée du Japon, Pierre Leglize s'est alors posé la question : pourquoi la Renouée ne s'étend-elle pas derrière le chemin ? Pour cela, le sol de l'autre côté du chemin a aussi été rapidement analysé : il s'agit d'un sol très superficiel avec de nombreuses racines. C'est un sol grumeleux, qui correspond aux sols du plateau : on ne peut creuser que sur 10 cm avant de heurter le socle calcaire.

Comptage des rhizomes :

Un comptage des rhizomes a été réalisé sur la coupe : ils ont été recensés en fonction de leur diamètre et de la couche à laquelle ils appartiennent.



Répartition des rhizomes selon leur diamètre dans les différentes couches

Ces données vont être analysées par la suite, pour l'instant nous pouvons tout de même observer qu'il y a des rhizomes jusque dans la couche 3 à environ 1 mètre 30 de profondeur, les plus gros rhizomes sont proches de la surface.



Deux exemples de rhizomes trouvés au niveau de la coupe

Pour la suite :

- Les agents municipaux de Vandoeuvre vont venir sécuriser la zone puisque le trou va rester ouvert jusqu'à la visite avec les lycéens.
- Les données obtenues aujourd'hui vont être analysées.
- Un panneau sera peut-être réalisé pour présenter au public le profil de sol.

B. Les panneaux de communication

B. 1) Panneau de bâchage à Belleville

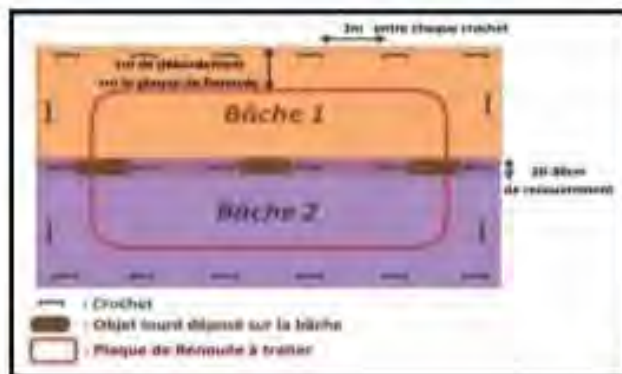
Lutte contre la Renouée du Japon : Bâchage à Belleville

Qu'est ce que la Renouée du Japon ?

- ❖ Nom courant : Renouée du Japon
- ❖ Nom latin : *Fallopia Japonica*
- ❖ Provenance : introduite au XIXème siècle depuis l'Asie pour des raisons ornementales.
- ❖ Caractéristiques : Massifs pouvant atteindre 3m, larges feuilles en forme de cœur, fleurs blanches, important réseau racinaire stockant des réserves.



Qu'est ce que le bâchage ?



Le bâchage prive la plante de lumière ce qui la force à puiser dans ses réserves et donc l'épuise avec le temps. La couleur foncée de la bâche permet de capter la chaleur des rayons du soleil ce qui dégrade la Renouée.

⚠ La Renouée ne peut pas transpercer la bâche !



Le bâchage se poursuit pas une renaturation écologique : des espèces végétales prennent la place de la Renouée. L'expansion de ces espèces locales est contrôlée.

Quelles précautions sont à prendre ?

- ❖ Ne pas marcher sur la bâche
- ❖ Ne pas jeter des objets sur la bâche
- ❖ Ne pas trouser la bâche

Si vous observez un quelconque problème ou si vous souhaitez obtenir plus de renseignements, vous pouvez nous contacter : renoueebelleville@gmail.com.

B. Les panneaux de communication

2) Panneau provisoire de bâchage à Vandoeuvre

Lutte contre la Renouée du Japon : bâchage à Vandoeuvre

Ici, la mairie de Vandoeuvre -lès-Nancy en partenariat avec des élèves de l'ENSAIA expérimente une nouvelle technique de lutte contre cette plante invasive : le bâchage.

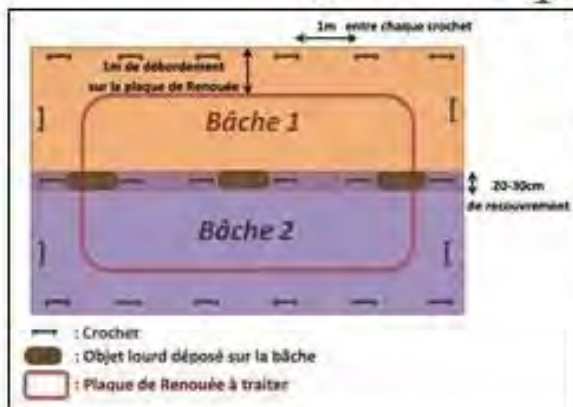


Pourquoi lutter contre la Renouée du Japon ?

- Massifs pouvant atteindre 3m
- Important réseau racinaire stockant des réserves
- Menace la biodiversité des milieux envahis
- Concurrence les autres espèces
- Colonise rapidement un milieu
- Très difficile à éradiquer
- Développe de nombreux rhizomes



Qu'est ce que le bâchage ?



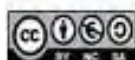
Le bâchage prive la plante de lumière ce qui la force à puiser dans ses réserves et donc l'épuise avec le temps.

La couleur foncée de la bâche permet de capter la chaleur des rayons du soleil ce qui dégrade la Renouée.

L'expérimentation sur ce site va durer au moins 3 ans.

Quelles précautions sont à prendre ?

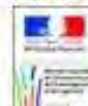
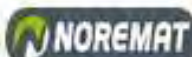
- Ne pas marcher sur la bâche
- Ne pas jeter des objets sur la bâche
- Ne pas trouser la bâche



Si vous observez un quelconque problème ou si vous souhaitez obtenir plus de renseignements, vous pouvez nous contacter: renoueevandoeuvre@gmail.com



UNIVERSITÉ DE LORRAINE



B . Les panneaux de communication

B. 3) Panneau d'accueil à Vandoeuvre



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



Ici, la **mairie de Vandoeuvre-lès-Nancy** et les élèves de l'**ENSAIA** s'associent dans l'expérimentation d'un protocole de lutte contre une plante invasive :

LA RENOUÉE DU JAPON

La zone est divisée en deux parties : une zone d'expérimentation du bâchage, et une zone de sensibilisation du public.

Ce plan de communication, en particulier auprès des enfants, se fait en partenariat avec la **mairie de Laxou**.



Étudiants : CAMPANELLA Laurine, CREMILLEUX Maéva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa, PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise

Tuteurs : JURJANZ Stefan, LERCH Sylvain, LE ROUX Yves

Contact : renoueevandoeuvre@gmail.com



La Renouée du Japon

UNE PLANTE INVASIVE À VANDŒUVRE

Fiche d'identité de la Renouée du Japon

Nom courant : Renouée du Japon.

Nom latin : *Fallopia Japonica*.

Provenance : Asie (introduite en France depuis 1939 pour des raisons ornementales)

Caractéristiques :

- plante herbacée formant des massifs
- peut atteindre 3m de haut
- larges feuilles en forme de cœur
- fleurs blanches
- important réseau racinaire stockant des réserves



Comment lutter ?

L'utilisation d'herbicides est déconseillée car ils ne sont pas sélectifs et peuvent éradiquer d'autres espèces. D'autres moyens plus écologiques visant à épuiser les réserves de la plante peuvent être employés.

Ecopâturage

Introduire des herbivores pour consommer la plante.



Bâchage

Priver la plante de lumière et épuiser ses réserves



Fauche répétée

Couper régulièrement la plante, avec une machine adaptée ou à la main.



Cette méthode est employée sur les parcelles devant vous. En période de croissance, l'une est fauchée toutes les 5 semaines, l'autre toutes les 10.



Dangerosité:

Menace la biodiversité des milieux envahis

Concurrence les autres espèces

Colonise rapidement un milieu, est très difficile à éradiquer

Développe de nombreux rhizomes



Rhizome : Partie souterraine contenant des réserves nutritionnelles pouvant émettre des racines et des tiges aériennes.

Le rhizome est un élément majeur du caractère invasif de la plante.



Elle pousse autant en hauteur qu'en profondeur!

La Renouée du Japon

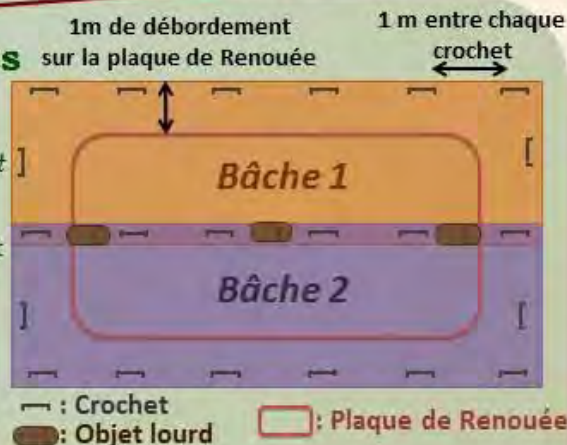
UNE SOLUTION ? LE BÂCHAGE

Pose des bâches

(ici bâches agricoles)

Le bâchage se fait généralement à la sortie de l'hiver

- ❖ Préparer le terrain : faucher et nettoyer
- ❖ Doubler la bâche
- ❖ Disposer de longues bandes ancrées dans le sol
- ❖ Laisser une zone de recouvrement entre chaque bande



Bâchage par les étudiants de l'ENSAIA, en Mars 2016



Entretien et débâchage

Laisser les bâches en place pendant 2 à 5 ans
Contrôler régulièrement l'état de la bâche
Arracher si besoin les repousses en bordure de bâche

Après bâchage, une renaturation écologique est possible !

Pourquoi bâcher ? Quels intérêts ?

Avantage économique : moins onéreux que la plupart des autres techniques de lutte

Avantages pratiques :

- ❖ Le massif de Renouée est recouvert et ne représente plus de gêne
- ❖ Facilité d'application, et entretien moindre pendant toute la durée du bâchage

Avantages écologiques :

- ❖ Méthode « douce » contrairement aux herbicides
- ❖ Après le débâchage, d'autres plantes apparaîtront naturellement ou pourront être plantées



Objectifs du bâchage

- Empêcher la plante de se développer
- Capter la chaleur des rayons du soleil pour brûler la plante
- La priver de lumière
- La forcer à puiser dans ses réserves
- Engendrer le pourrissement des rhizomes en profondeur

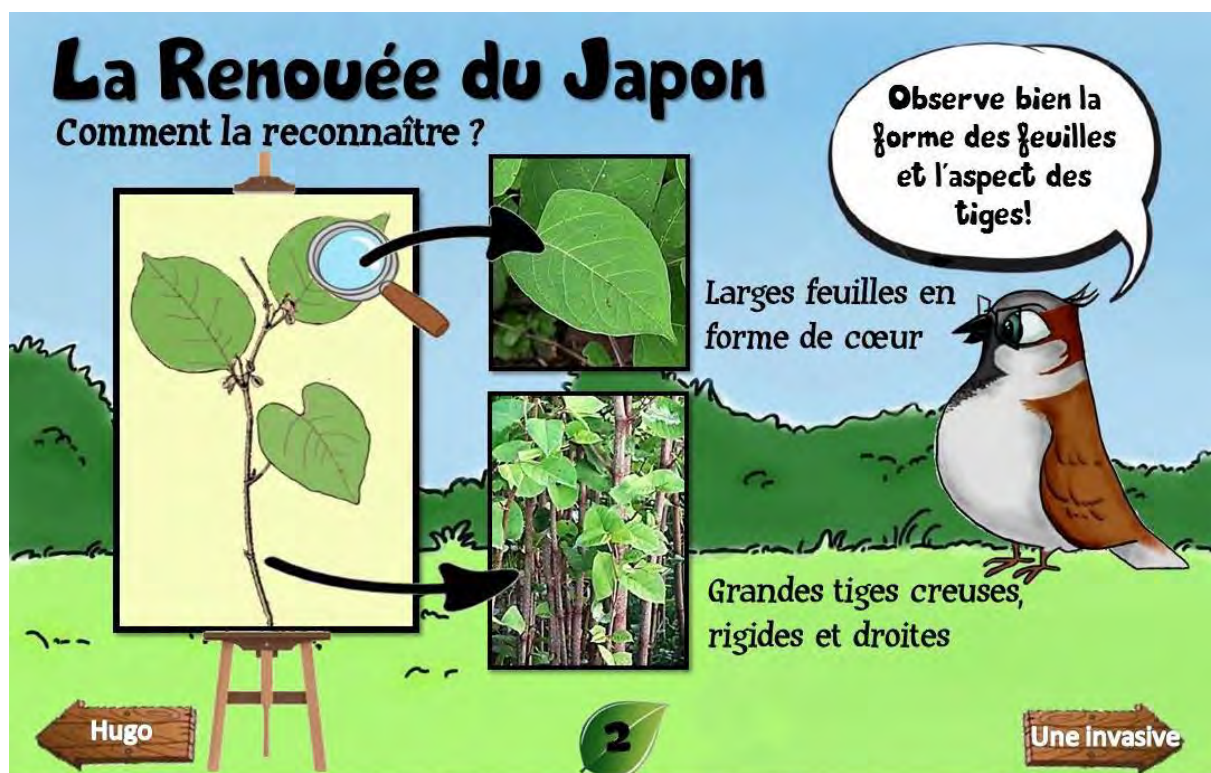


Quelles précautions à prendre?

- Ne pas marcher sur la bâche
- Ne pas trouser la bâche
- Ne pas jeter d'objets sur la bâche



B. Les panneaux de communication
B. 5) Panneaux enfant à Vandœuvre



La Renouée du Japon

Pourquoi est-elle invasive ?

De quoi cette plante est-elle capable ?

- Elle se développe très vite
- Elle est capable de s'installer sur n'importe quel terrain
- Elle étouffe toutes les autres plantes
- Elle réduit la biodiversité

ici, la Renouée a complètement envahi le milieu!



L'identifier

3

Concurrence



La Renouée du Japon

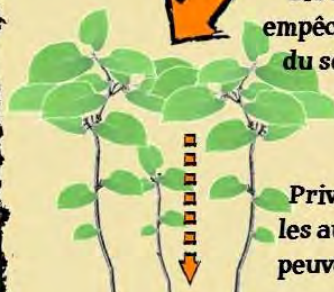
Elle empêche les autres plantes de pousser !

Dans le sol, elle occupe toute la place.

Les autres plantes ne peuvent plus se nourrir et n'ont plus de lumière.



Les larges feuilles empêchent les rayons du soleil de passer



Privées de lumière, les autres plantes ne peuvent plus pousser

Une invasive

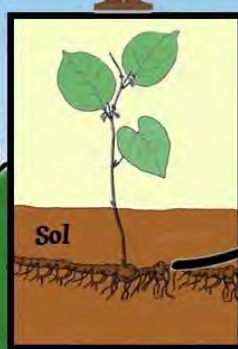
4

Le sol



La Renouée du Japon

Elle envahit même le sol !



Concurrence

5

Les luttres



La Renouée du Japon

Comment la combattre ?



Avec l'aide des animaux !
Les chèvres peuvent manger les feuilles de Renouée. Ce type d'**écopaturage** est notamment mis en place à Laxou sur le site de Sadoul.



On peut aussi utiliser une **machine** pour couper la Renouée régulièrement.

Le sol

6

Le bâchage



La Renouée du Japon

Une autre possibilité : bâcher

Devant toi, ces grandes bâches permettent de lutter contre la Renouée.



La bâche permet d'empêcher la Renouée de pousser

Privée d'eau et de lumière pendant plusieurs années, elle s'affaiblit

Les luttres

7

Précautions



La Renouée du Japon

Quelles précautions prendre ?

Et toi, que peux-tu faire ?

Fais attention à ne pas déplacer de tiges...

...ni à transporter de la terre ou des rhizomes...

...et évite de jouer là où il y a de la Renouée!



Pour en savoir plus...

Le bâchage

8



B. Les panneaux de communication

B. 6) Panneaux enfant à Laxou (2 panneaux modifiés)

La Renouée de Sakhaline

Comment la combattre ?

Elèves ENSAIA, Parc de la Sapinière
[Vandœuvre]

A Vandœuvre-lès-Nancy, par exemple, une zone a été bâchée.

NOREMAT

En utilisant une bâche
Poser une bâche permet d'empêcher la Renouée de pousser Privée d'eau et de lumière pendant plusieurs années, elle s'affaiblit

Le sol

6

On peut aussi utiliser une machine pour couper la Renouée régulièrement

Ecopâturage



La Renouée de Sakhaline

Combattre la Renouée

Avec l'aide des animaux !

Les chèvres peuvent manger les feuilles de Renouée.

Ces animaux sont très utiles lorsque le terrain est difficile d'accès.

Ce type d'écopâturage est mis en place, ici, à Laxou en partenariat avec l'association Réalise.

Cette technique s'appelle l'écopâturage !

Chèvre de Lorraine

Photos : Anaïs ROYET

Les luttres

7

Précautions



C. Questionnaire concernant le bâchage

1) Questions posées

Questionnaire concernant le bâchage pour combattre les plantes invasives :

Ce questionnaire a été formulé par les étudiants de l'ENSAIA (École Nationale Supérieure d'Agronomie et d'Industries Alimentaires) dans le but de récolter des informations sur le bâchage comme un moyen de lutte contre la Renouée (Plante invasive). Les réponses nous permettront de mieux comprendre et mettre en place cette technique dans nos expérimentations.

*Obligatoire

Courte présentation : votre nom, prénom ? *

(Cela nous permet de nous retrouver dans les réponses)

Votre e-mail ? *

(Cela nous permet de vous contacter s'il nous reste des questions)

Lieu du bâchage: ville, département ? *

(Cela nous permet de nous retrouver dans les réponses)

Pourquoi avoir choisi d'utiliser la méthode du bâchage ?

Pour lutter contre quelle plante invasive ? *

- ☐ Renouée du Japon
☐ Renouée de Sakhaline
☐ Renouée de Bohème

☐ Autre :

Quel était l'état du couvert végétal avant le bâchage ? *

- ☐ Terrain en début d'invasion
☐ Terrain déjà envahi depuis plusieurs années
☐ Exclusivement de la plante invasive
☐ Présence d'autres plantes invasives
☐ Présence d'autres plantes non invasives
☐ Autre :

Quelles sont les caractéristiques du terrain ?

- ☐ En pente
☐ Avec de nombreuses irrégularités
☐ Plat et sans irrégularités
☐ Inondable
☐ Difficile d'accès
☐ Autre :

Quel est le type de bâche utilisé ? *

Avez-vous effectué un traitement sur la durée avant le bâchage ?

Si vous avez effectué une fauche répétée, quelle en a été la fréquence (À préciser dans "Autre")

- ☐ Fauche répétée
☐ Aucun traitement

☐ Autre :

Avez-vous effectué un traitement avant le bâchage ? *

- ☐ Fauchage total juste avant le bâchage
☐ Fauchage total quelques jours avant
☐ Simple écrasement des tiges
☐ Autre :

Quelles méthodes de bâchage utilisées ? *

- ☐ Une seule bâche
☐ Deux bâches juste l'une sur l'autre
☐ Deux bâches l'une sur l'autre mais croisées
☐ Plus de deux bâches
☐ Autre :

Sur quelle période de l'année avez-vous bâché ? Quel mois ? *

Comment avez-vous fait la transition entre la bâche et la zone non traitée ? *

- ☐ Laissez dépasser la bâche au delà de la zone à problème
☐ Laissez la bâche juste à la limite de la zone infestée
☐ Enterrez les extrémités de la bâche
☐ Fixez les extrémités de la bâche sur le sol

Quelle surface (en m2) avez-vous recouvert avec le bâchage ? *

Quels sont les entretiens à apporter à la bâche ?

A quelle fréquence effectuez vous des entretiens ?

- ☐ Chaque jour
☐ Chaque semaine
☐ Toutes les deux semaines
☐ Toutes les trois semaines
☐ Tous les mois
☐ Autre :

Pendant combien de temps avez-vous laissé la bâche ? Ou depuis combien de temps est-elle en place ? *

(Merci de préciser "Toujours en place" dans "Autre" si c'est le cas)

- ☐ Moins d'un an
☐ 1 an
☐ 2 ans
☐ 3 ans
☐ 4 ans
☐ 5 ans
☐ Plus de 5 ans
☐ Autre :

Quels sont les coûts de l'installation lors de la mise en place ?

Quels sont les coûts de l'entretien de cette installation ?

Les résultats sont-ils satisfaisants selon vos attentes ?

Vos remarques éventuelles par rapport à la technique de bâchage ? Problèmes rencontrés ?

C. Questionnaire concernant le bâchage

C. 2) Tableau des réponses obtenues

Courte présentation : Votre nom, prénom ?	Philippe Baricault	Océane Martin	Sébastien Cachera	Thierry Merle	Jordan Briand	William Brasier	Marie Prévot	Olivier Catrin
Lieu du bâchage : ville, département	Niort (79)	Epiouze (26)	Viviers-du-lac (73 420)	Coulange les Nevers (58)	Brest (29)	Pont de Bassy (74)	Ecully (69)	Fougerolles (38)
Pourquoi avoir choisi d'utiliser la méthode du bâchage ?	Méthode testée sur un massif dense et pentu . A la place de la bâche il n'y a pas de repousse de Renouée. Mais elle déborde sur les côtés , la bâche devrait recouvrir 2 à3m en dehors du massif.	Méthode expérimentale à l'époque proposée par le Bureau d'Etude Concept Cours d'Eau (prestataire de notre Plan Pluriannuel d'Entretien de la végétation de berges)	Expérimentation avec un bureau d'études spécialisé	8 ans d'expérience	nouvelle expérimentation de cette méthode suite à des biais dans la précédente	Essais expérimentaux	essais	Facilités de mise en œuvre
Pour lutter contre quelle plante invasive ?	Renouée du Japon	Renouée du Japon	Renouée du Japon	Non identifiée	Renouée du Japon	Renouée du Japon Renouée de Sakhaline	Renouée du Japon	Renouée du Japon
Quel était l'état du couvert végétal avant le bâchage ?	Terrain en début d'invasion	Terrain déjà envahi depuis plusieurs années, Exclusivement de la plante invasive	Terrain déjà envahi depuis plusieurs années	Exclusivement de la plante invasive	Terrain déjà envahi depuis plusieurs années, Présence d'autres plantes non invasives	Exclusivement de la plante invasive	Terrain déjà envahi depuis plusieurs années	Terrain déjà envahi depuis plusieurs années
Quelles sont les caractéristiques du terrain ?	En pente	En pente, Inondable, berges de	Plat et sans irrégularités	Avec de nombreuses irrégularités,	En pente	Plat et sans irrégularités, Inondable En pente, Avec de	En pente, Avec de nombreuses irrégularités	En pente, Inondable

		cours d'eau		ancienne décharge		nombreuses irrégularités		
Quel est le type de bâche utilisé ?	Une bâche de camion très épaisse recouverte d'une bâche agricole noire, mesure contre le vol de la première bâche	bâche agricole	bâche agricole	polypropylène	toile tissée 130 g/m²	PLA 200 g/m2	bâche agricole noire	bâche agricole noire
Quelles méthodes de bâchage utilisées ?	Deux bâches juste l'une sur l'autre	Une seule bâche	Deux bâches juste l'une sur l'autre, chevauchement sur la moitié	Une seule bâche	Plus de deux bâches	Plus de deux bâches, 3 types de bâches ont été testées. Le recouvrement entre bâche est de 50 cm (tuilage)	Une seule bâche	Deux bâches juste l'une sur l'autre
Comment avez-vous fait la transition entre la bâche et la zone non traitée ?	Fixez les extrémités de la bâche sur le sol	Enterrez les extrémités de la bâche	Enterrez les extrémités de la bâche	Enterrez les extrémités de la bâche	Laissez dépasser la bâche au delà de la zone à problème, Enterrez les extrémités de la bâche, Fixez les extrémités de la bâche sur le sol	Fixez les extrémités de la bâche sur le sol	Fixez les extrémités de la bâche sur le sol	Laissez dépasser la bâche au-delà de la zone à problème, Fixez les extrémités de la bâche sur le sol
Quelle surface (en m2) avez-vous recouverte ?	120 m2	100 m2	2 200m2	125 m2	150 m2	1500 m2	100 m2	100 m2
Quels sont les entretiens à apporter à la bâche ?	Aucun	Surveillance et réparation des éventuels trous avec du scotch epais	Aucun-cloture en périphérie pour éviter passage de faune sauvage	Entretien d'éventuels rejets de Renouée	aucun juste un suivi mensuel	renforcement ponctuel du geotextile déchiré, plaquage supplémentaire (agrafes...)	rien	rustines ponctuelles + attention autour des boutures

A quelle fréquence effectuez-vous des entretiens ?		Chaque semaine	aucun	Tous les mois		tous les mois la première année, ensuite selon le besoin	plus d'entretien	1 fois ans
Pendant combien de temps avez-vous laissé la bâche ? Ou depuis combien de temps est-elle en place ?	4 ans	1 an	1 an	Indéfiniment car bouturage de Saule. Test actuel sur de la bâche biodégradable	juste installé, prévu de laisser 5 ans	5 ans	2 ans	toujours en place
Avez-vous effectué un traitement avant le bâchage ?	Fauchage total juste avant le bâchage, en 2011 avant la pose de la bâche	Simple écrasement des tiges	broyage/concassage des rhizomes	Béchage à la mini-pelle	Fauchage total juste avant le bâchage	Fauchage total juste avant le bâchage	Fauchage total quelques jours avant	Fauchage total quelques jours avant
Quels sont les coûts de l'installation Lors de la mise en place ?	1 journée à 2 agents technique	6000€ au total	12 €/m3	8,5 €/m²	pas encore calculé	cf. pièce jointe envoyée par ailleurs. Ajouter 5 euros/m2 au prix de fourniture pour la pose		11830€
Quels sont les coûts de l'entretien de cette installation ?	sans entretien			Très peu	pas d'entretien pour le moment	1 jour/mois d'arrachage manuel à 2 personnes, soit 700 euros/mois		6000€

Les résultats sont-ils satisfaisants selon Vos attentes ?	moyen	oui	100 % de réussite. Aucune repousse	Erradication total sur les sites de 8 ans.		oui très encourageants	non	L'opération c'est finalement avérée coûteuse D'autant qu'il faut repasser régulièrement dessus
Sur quelle période de l'année Avez-vous bâché ? Quel mois ?	en mai juin 2011	'mars 2009	D'avril 2010 à avril 2011	Automne / Hiver	novembre	printemps, avril	été	Sortie de l'hiver
Avez-vous effectué un traitement sur La durée avant le bâchage ?	Fauche répétée, 3 passages par an	Aucun traitement	Aucun traitement	Aucun traitement		Aucun traitement	Fauche répétée, 3 fois pendant la saison	Fauchage initial, fauchage annuel aux abords, Élagage des saules
Vos remarques éventuelles par rapport à la technique de bâchage ? Problèmes rencontrés ?	débordement des la renouée , coût trop élevé de mise en oeuvre	voir fichier envoyé par mail	Vérification très strict du taux de blessure des rhizomes. Si pas assez blessés, recommencer la procédure de concassage	Bâche non dégradable. Test actuel sur de la bâche biodégradable.	à utiliser sur tache bien isolée, prendre une emprise bien plus importante Que la surface de la tache, environ 2m	Technique à combiner avec de la plantation pour implanter un boisement autochtone. Bien soigner les recouvrements, les ancrages et limiter le nombre d'agrafes (renouée pousse par les trous)	bâche très vite transpercée par les repousses	bien vérifier les abords, faire attention au bouturage
Votre e-mail ?				t.merle@cpie-pays-de-bourgogne.com	jordan.briand@brest-metropole.fr	w.brasier@cnr.tm.fr	m.prevot@ville-ecully.fr	olivier.catrin@eptb-saone-doubs.fr

C. Questionnaire concernant le bâchage

C. 3) Détail de chaque bâchage

I. Bâchage réalisé par la ville de Niort (79)

Sur la commune de Niort, cette méthode de lutte a été testée sur un massif dense de Renouée du Japon couvrant une surface de 120m². Il s'agit par ailleurs d'une invasion récente sur un terrain pentu. Pour ce bâchage, ils ont utilisé une bâche de camion très épaisse recouverte d'une bâche de type agricole noire, la pose de la bâche agricole servant de mesure contre le vol de la bâche de camion. Ces deux bâches ont simplement été posées l'une sur l'autre, en mai-juin 2011, avec fixation des extrémités de la bâche dans le sol. Une fauche nécessitant l'intervention de deux agents techniques pendant une journée a eu lieu en amont de la pose de ces bâches. De plus, pendant plusieurs années avant le bâchage deux à trois fauches répétées annuelles avaient eu lieu sur ce massif. Durant les quatre années de pose de la bâche aucun entretien particulier des bâches n'a été effectué.

Les résultats concernant cette expérimentation du bâchage sont mitigés puisque le coût de mise en œuvre est jugé plutôt important et que, même si là où était la bâche il n'y a pas de repousses de Renouée du Japon, des débordements ont été observés. Pour cette raison, il est conseillé de bâcher 2 à 3 mètres supplémentaires autour du massif de Renouée du Japon.

Contact : BARICAULT Philippe

II. Bâchage par la Direction Principale des Routes de Seine et Marne (77)

La Direction Principale des Routes (DPR) du département de Seine et Marne est activement engagée dans la lutte contre la Renouée du Japon. Ainsi, plusieurs expériences de bâchage ont eu lieu dans ce département.

A. Bâchage à Mitry Mory

Le bâchage mis en place sur la commune de Mitry Mory par la DPR dans le cadre de la lutte contre la Renouée du Japon a eu lieu sur un remblai de 5 à 6 mètres, présentant une forte pente. La Renouée du Japon a commencé à envahir ce site lors des travaux de construction de la route, le terrain ayant été laissé nu. Sur ce talus envahi par la Renouée du Japon, plusieurs fauches avaient lieu chaque année. L'installation des bâches a eu lieu en hiver 2011, sur un terrain nu uniquement couvert par des broyats de Renouée du Japon. La DPR a choisi d'utiliser une bâche biodégradable de la marque PRO-NAPPE ayant une durée de 3 à 5 ans avant dégradation pour éradiquer la Renouée du Japon sur une surface de 500m². Cette bâche contient des matières naturelles entièrement biodégradables comme le lin, formant ainsi une toile fine légère. Cette bâche a été posée sans être fixée au sol. Ainsi, pour éviter que la Renouée du Japon ne la soulève, la DPR a fait recouvrir la bâche par un grillage métallique plaqué au sol ce qui a permis d'immobiliser la bâche. Ce grillage dépassait de 3-4 mètres autour de la bâche et était fixé au sol.

De plus, sur toute la surface ont été plantés des plançons de Saules afin de recouvrir complètement la zone ayant été envahie par la Renouée du Japon. Environ 1000 Saules ont été plantés soit 1 à 2 saules par m².

A l'heure actuelle, la bâche est toujours en place, il n'existe donc pas encore de résultats après débâchage. Toutefois, cette expérimentation semble prometteuse sur la partie du talus exposée au sud, les Saules ayant un bon développement. A l'inverse, sur la partie orientée au nord les Saules n'ont pas résisté à cette expérimentation. Cela semble être dû à la différence d'ensoleillement et d'humidité.

B. Bâchage à Jouy Le Châtel

Le second terrain expérimental de bâchage de la DPR se situe à Jouy Le Châtel, le long de la D231. Il s'agit d'une route en forêt, la Renouée du Japon ayant envahi l'accotement et le fossé mais pas la forêt. Avant le bâchage, des fauches répétées ont eu lieu à raison de deux fauches par an. La pose de la bâche a été réalisée début hiver 2013-2014 sur terrain nu avec uniquement des broyats de Renouée du Japon. La bâche utilisée est anti-végétative, c'est à dire qu'il s'agit d'une bâche épaisse en caoutchouc recyclé de 8 mm d'épaisseur de la marque Wattlez. Elle est constituée de morceaux de pneus agglomérés les uns aux autres, c'est pour cette raison que la bâche est suffisamment lourde pour être posée directement sur le sol, sans fixation. Les différents morceaux de bâche se recoupent sur environ 20 cm.

La bâche a été posée dans le sens de la route pour couvrir un massif de 20 mètres de long sur 10 mètres de large, avec un dépassement de la bâche de 5 mètres de chaque côté afin de réduire les risques de débordement de la Renouée du Japon. Au début, lors de la première repousse au printemps 2014, tout s'est bien déroulé mais à la repousse de l'année suivante, c'est à dire en 2015, beaucoup de morceaux de bâche se sont soulevés. C'est pour cette raison que la DPR a posé une deuxième bâche par-dessus, à la perpendiculaire de la première. La pose de cette seconde bâche a été efficace, toutefois une bande de 50cm en bordure de la chaussée n'a pas été couverte lors de la première pose de bâche et des repousses de Renouée du Japon ont été observées. Une bâche a donc été posée sur cette zone en 2015.

Ce bâchage est toujours en cours, il n'existe donc pas encore de résultats finaux.

C. Bâchage sur la commune de Coubert

Lors de cette expérimentation, le massif de Renouée du Japon à bâcher est de l'ordre de 30 m² et se situe en contrebas d'une route. La même bâche et la même méthode que lors de l'exemple précédent ont été utilisées, la pose ayant eu lieu 3 ans auparavant en hiver. Cependant en raison du couvert végétal autour de la zone envahie par la Renouée, la DPR n'a pas pu couvrir une largeur supplémentaire de 5 mètres autour du massif mais seulement sur 1 ou 2 mètres. Pour pallier ce problème, des végétaux ont été plantés et ont pour mission d'entrer en compétition avec la Renouée du Japon. 50 plantes ont été plantées tout autour de la bâche. Il est prévu d'enlever la bâche dans 3 ans, pour le moment les résultats semblent prometteurs.

Contact : Bertrand DUCHEZ, Référent « arbre et biodiversité », Direction Principale des routes, Direction de l'exploitation et des infrastructures, Service administratif et technique

III. Bâchage aux Colières, à Epinouze (26)

La méthode expérimentale du bâchage a été proposée par le bureau d'étude Concept Cours d'Eau, qui est un prestataire du Plan Pluriannuel d'Entretien de la végétation de berges pour la Communauté de Commune de Rhône Valloire. Une bâche agricole a été posée dans la cadre de la lutte contre les plantes invasives. Le terrain bâché mesurait 100m², était en pente inondable et était situé sur les berges d'un cours d'eau déjà envahies depuis plusieurs années par la Renouée du Japon. Lors de la pose de la bâche, ses extrémités ont été enterrées dans le sol. Préalablement à sa pose, un écrasement des tiges de Renouée du Japon ainsi qu'un décaissement de la berge a eu lieu. La pose de cette bâche a été effectuée en mars 2009 pour une durée d'un an. Chaque semaine, une surveillance a été mise en place pour vérifier l'usure de la bâche et boucher les éventuels trous formés avec du scotch épais. Le coût de cette opération s'élève à 6000€ au total et les résultats sont considérés par la communauté de commune comme satisfaisants.

Contact : Martin Océane

IV. Bâchage du Fossé de l'Argentelle à Saint-Sorlin-en-Valloire (26)

L'objectif de l'opération menée à Saint-Sorlin-en-Valloire est d'éradiquer le massif de Renouée du Japon présent sur un fossé drainant les eaux jusqu'à l'Argentelle afin d'éviter toute contamination de ce cours d'eau jusque-là préservé. La surface à bâcher est de 200m². Cette opération a été proposée par le bureau d'étude « Concept Cours d'Eau ».

Cette intervention s'est faite en plusieurs étapes :

- Décaissement de la berge sur 1m,
- Passage des déblais dans un godet concasseur,
- Terrassement et remise en forme du fossé,
- Mise en place de la bâche et d'un tuyau d'écoulement avec utilisation de pelles pour ancrage de la bâche,
- Mise en place de rhizomes témoins pour suivre leur dégradation,
- Sécurisation du chantier et pose de panneaux d'information,



Fossé de l'Argentelle avant bâchage



Installation de la bâche

Contact : MARTIN Océane



Repousses de Renouée du Japon

- Suivi de l'opération : toutes les semaines, plusieurs plants de Renouée du Japon sont arrachés manuellement.

Le contrôle de l'état des rhizomes témoins montre que ceux-ci ont présenté des états de pourriture qui empêchent toute reprise de la plante. Cette expérimentation est donc concluante.

V. Bâchage à Viviers-du-Lac (73)

A Viviers-du-Lac l'expérimentation du bâchage a été menée en collaboration avec un bureau d'étude spécialisé. La zone expérimentale est un terrain plat, sans irrégularités et envahi par la Renouée du Japon depuis plusieurs années avant l'expérimentation. Lors de ce bâchage, deux épaisseurs de bâche agricole ont été installées sur une surface de 2 200 m², les bâches se chevauchant sur la moitié. Cette expérimentation a eu lieu pendant un an, d'avril 2010 à avril 2011. Préalablement au bâchage un broyage/concassage des rhizomes avait été effectué afin d'améliorer la lutte contre la Renouée du Japon. Il est nécessaire de vérifier le taux de blessure des rhizomes et de recommencer la procédure de concassage si les rhizomes ne sont pas assez "blessés". Par ailleurs, une clôture a été mise en place pour éviter le passage de la faune sauvage et donc une altération prématurée de la bâche. Cet essai est concluant puisque Sébastien Cachera - qui a mené ce bâchage - estime le taux de réussite à 100 %, aucune repousse de Renouée du Japon n'ayant été observée. Le coût de cette opération s'élève à 12€/m³.

Contact : CACHERA Sébastien

VI. Travaux de bâchage à Coulange les Nevers (58)

A Coulange les Nevers, le bâchage dans le cadre de la lutte contre la Renouée du Japon a eu lieu sur une ancienne décharge dont le terrain présentait de nombreuses irrégularités et contenait exclusivement des plantes invasives. Avant de bâcher ce terrain de 125m², un bâchage à la mini pelle a eu lieu. Ce bâchage a eu lieu en automne-hiver avec une unique bâche de polypropène dont les extrémités ont été enterrées. Les éventuels rejets de Renouée du Japon ont été coupés lors des vérifications mensuelles de l'état de la bâche.

Le coût de cette expérimentation a été estimé à 8,5 €/m². Sur les essais qui ont commencé il y a 8 ans, la plante invasive a été totalement éradiquée.

Pour le moment les bâches utilisées sont dégradables mais des nouveaux essais avec des bâches biodégradables devraient avoir lieu. De plus, une tentative de restauration écologique est mise en place grâce à la plantation de saules.

Contact : MERLE Thierry

VII. Bâchage réalisé par la mairie de Brest (29)

La mairie de Brest vient de lancer une nouvelle expérimentation dans le cadre de la lutte contre la Renouée du Japon : le bâchage. Au mois de novembre dernier un terrain en pente déjà envahi depuis plusieurs années par la Renouée du Japon et présentant d'autres plantes non invasives a été bâché. Une fauche totale a été effectuée préalablement à ce bâchage. Pour ce faire, plus de deux toiles tissées de 130g/m² ont été

utilisées sur une surface de 150m². Il faut laisser dépasser la bâche au-delà de la zone infestée par la zone envahie d'environ 2 mètres. Les extrémités de la bâche ont été enterrées et fixées dans le sol.

Cette expérimentation est prévue pour 5 ans. Du fait de sa nouveauté, le coût n'a pas encore été calculé et aucun entretien n'a eu lieu. Aucun résultat n'est disponible pour le moment.

Contact Jordan BRIAND

VIII. Bâchage à Pont de Bassy (74)

Des essais expérimentaux de bâchage ont été réalisés à Pont de Bassy afin de lutter contre la Renouée du Japon et la Renouée de Sakhaline. Il s'agit d'un terrain inondable, plat et ne possédant pas d'irrégularités, qui couvre une surface de 1500m². La bâche utilisée est une bâche de type PLA (Poly Lactic Acid), c'est à dire une bâche de toilage biodégradable de 200 g/m². Par ailleurs trois types de bâche ont été testés (voir tableau ci-dessous). Le recouvrement des bâches est de 50 cm. Préalablement à la pose de la bâche qui a eu lieu en avril, au printemps une fauche totale a été effectuée. Lors de ce bâchage les extrémités de la bâche ont été fixées au sol.

Quelques entretiens ont été apportés à la bâche, tous les mois la première année puis selon les besoins. Par exemple, un renforcement ponctuel du géotextile lorsqu'il est déchiré ou encore des plaquages supplémentaires avec des agrafes ont eu lieu sur les zones de soulèvement de la bâche. La durée de cette expérimentation est de 5 ans.

Voici les prix des différentes bâches utilisées à Pont de Bassy :

	Marque	Composition	Grammage	Conditionnement	Prix	Biodégradabilité
Poly Lactic Acid	Hortaflex	Amidon	200g/m ²	Rouleau 4.20*40m	7.20€/m ²	3 ans
Coco latexé	Euro-textiles	Fibres de coco	1350 g/m ²	Dalles 2*1.5 m	10.65 €/m ²	4 à 6 ans
Feutre de paillage	Agobio	65% jute et 35 % fibres de coton	500g/m ²	Rouleau 2* 25 m	7.95 g/m ²	3 ans
Poly Lactic Acid	Tissage Reviron	Amidon	200g/m ²	Rouleau 2.10*50 m	1.80 €/m ²	6 à 10 ans

Cette technique est à combiner avec de la plantation d'espèces autochtones afin de créer un boisement permettant de lutter contre la Renouée du Japon. Il faut, de plus, bien soigner les recouvrements et les ancrages de la bâche. Même si l'ancrage est important, il faut limiter le nombre d'agrafes puisque la Renouée du Japon a tendance à repousser par les trous.

Contact : BRASIER William

IX. Bâchage à Ecully (69)

Un terrain en pente envahi depuis plusieurs années a été bâché par la mairie d'Ecully. Préalablement à cette expérimentation une autre méthode de lutte a été testée puisque trois fauches répétées annuelles avaient été effectuées. Pour cet essai une bâche noire de type agricole a été posée, en été, en fixant ses extrémités dans le sol. La surface bâchée est de 100m² et présente des irrégularités. La durée de cette expérimentation est de 2 ans durant lesquels aucun entretien n'a été apporté à la bâche.

La bâche a été assez rapidement transpercée par des repousses de Renouée du Japon, c'est pour cette raison que les résultats ne sont pas jugés satisfaisants par la ville d'Ecully. Cela peut être dû au fait que la pose de la bâche a eu lieu pendant la période de croissance maximale de la Renouée du Japon qui perce ainsi la bâche lorsqu'elle en a la possibilité.

X. Bâchage à Fougerolles (70)

Un bâchage a été mené par l'Etablissement Public Territorial du Bassin (EPTB) Saône-Doubs sur la commune de Fougerolles. Le bâchage a été utilisé en raison de la facilité de mise en place de cette méthode de lutte. La zone concernée est un terrain inondable, en pente, couvrant une surface d'un peu moins de 1000m². Deux bâches agricoles noires, simplement posées l'une sur l'autre avec fixation des extrémités dans le sol ont été installées à la fin de l'hiver suite à une fauche totale. De plus, un élagage des Saules a été réalisé. Des boutures ont également été plantées afin de permettre une revégétalisation sur cette zone. Les bâches dépassent quelque peu la zone couverte par la Renouée du Japon afin de limiter les risques de repousse de celle-ci sur les côtés de la bâche.

Des entretiens annuels ont eu lieu. Ils consistaient en la pose de rustines ponctuelles sur les zones abîmées de la bâche ainsi que sur les zones autour des boutures. Ces coûts d'entretien s'élèvent à 6000 €. La bâche est actuellement toujours en place. Le coût total de cette expérimentation est de 11830 €. Cette opération s'est donc avérée coûteuse, notamment à cause des nombreux entretiens apportés à la bâche. L'EPTB conseille de bien vérifier les abords de la bâche.

D. Diaporamas de présentation

D. 1) Présentation aux partenaires



Présentation du Projet Professionnel 2015-2016

*Renouée du Japon : plante invasive et plans
de lutte*

CREMILLEUX Maëva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa, PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Elise, CAMRANELLA Laurine

2 février 2015



Notre équipe



3 Tuteurs : Yves Le Roux, Stefan Jurjanz, Sylvain Lerch



Quelques éléments bibliographiques

- Ecopâturage - fauche répétée
- Concassage et désherbeur thermique
- Bâchage et restauration écologique

Notre projet

- Etude des rhizomes
- Expérimentation du bâchage
- Communication



Méthodes de lutte

Ecopâturage



Fauche répétée



Projets Professionnels 2014-2015



Méthodes de lutte

Concassage des rhizomes



Désherbeur thermique

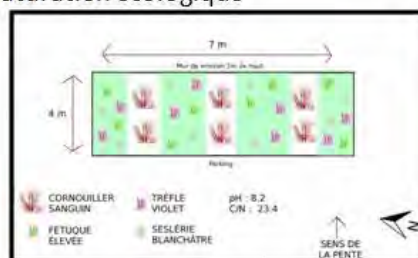


Méthodes de lutte

Bâchage et renaturation écologique



- Fauche puis pose d'une bâche opaque
- Empêche l'arrivée de lumière
- Brûle les plants



- Concurrence végétale
- Accompagnée d'une fauche répétée
- Implantation d'un écosystème équilibré

Epuisement des réserves de la plante



Notre Projet

Trois grands axes :

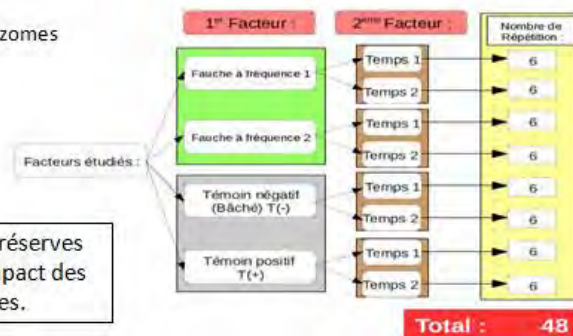
- **Etudier le rhizome** de la Renouée et ses réserves.
- **Expérimenter** le bâchage, une autre méthode de lutte.
- **Communiquer** avec le public et les acteurs de la lutte contre la Renouée.



Etudier les Rhizomes

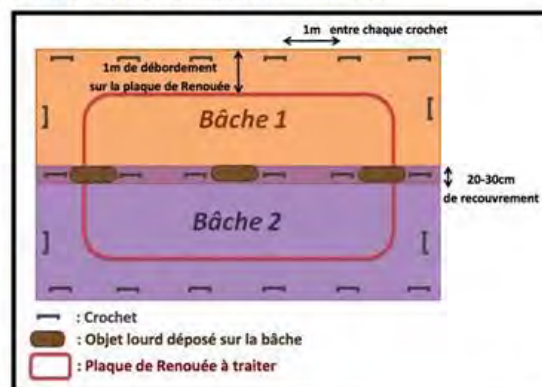
- Contact : Christophe Robin (INRA) Florence Piola (LEHNA)
- Utilisation de **rhizotrons** : expériences en laboratoire.
➢ protocole
- Analyse des réserves des rhizomes
Exemple : Fauche répétée

Objectif : Caractériser les réserves du rhizome et évaluer l'impact des méthodes de lutte actuelles.



Expérimenter le bâchage

Contact avec l'association SAVA en Alsace





Expérimenter le bâchage

Nos objectifs :

A court terme :



- Mettre en place des parcelles bâchées.
La Sapinière, Laxou, Belleville.



- Informer sur le bâchage et les expériences menées sur les zones tests.



Expérimenter le bâchage

À Belleville



Expérimenter le bâchage

Nos objectifs :

A long terme :

- Réaliser un suivi des parcelles bâchées pendant 5 ans.
Analyse de sols, suivi de la flore après débâchage.

- Renaturation écologique



Parcelle sans intervention 1 an après débâchage à Muttersholtz en Alsace.



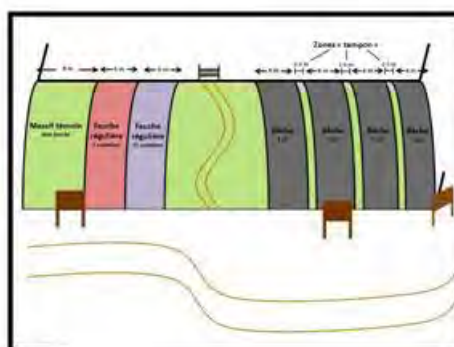
Communiquer

Quoi ?

- Connaissances et savoir-faire acquis depuis 3 ans
- Méthodes de luttes déjà mises en place.

Comment ?

- Mise en place d'une zone de communication et démonstration à la sapinière à Vandoeuvre.
- Parution d'un article dans le journal communal « Les échos de Belleville », intervention auprès d'une classe de primaire, stand à la fête des plantes.



Merci de votre attention

L'ensemble des membres du Projet est à votre disposition pour toutes questions particulières.

D. Diaporamas de présentation

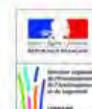
D. 2) Présentation effectuée lors de la réunion publique de Belleville



Le bâchage à Belleville : lutte contre la Renouée du Japon

CAMPANELLA Laurine, CREMILLEUX Maéva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa, PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise

Mardi 26 Avril 2016



Présentation de la Renouée du Japon

- Originaire du Japon
- Introduite en France en tant que plante ornementale et fourragère
- Invasive : vivacité exceptionnelle et pas de prédateurs locaux
- Se présente sous forme de massifs plus ou moins denses et étendus (3 à 4 mètres de hauteur)

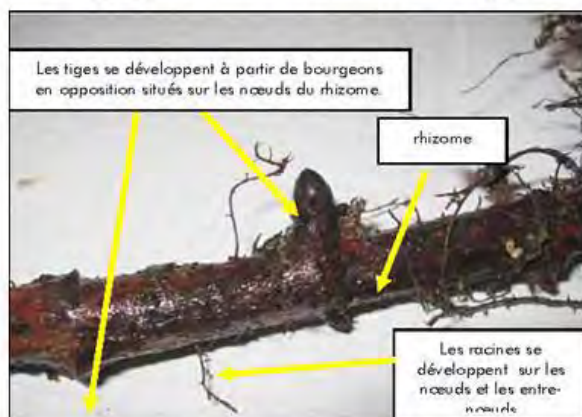
Qu'est-ce qu'une plante invasive ?

- Allochtone
- Importée
- Adaptée
- Prolifération rapide
- Modifie l'écosystème qui l'abrite





Les rhizomes : ses caractéristiques



Les Renouées se multiplient grâce à leurs rhizomes.

Avec seulement 0,7 g de rhizome, un pied feuillé entier peut repartir !



Une présence envahissante



La Renouée dans l'étendage à linge



Berges du ruisseau envahies



Capable de s'introduire au niveau d'une fissure dans du goudron



Les 3 zones d'étude à Belleville



30 juin 2015



14 septembre
2015



Zone plate recouverte de
renouées : éco pâturage vers
Mai/juin 2016



Plusieurs milliers de mètres carrés de renouées disponible en cumulée ...
30 tonnes de Renouées vont être fauchées et récupérées pour être méthanisées

Agrandissement Zone 1



Zone 2 : Fauche répétée
par l'agent municipal



Agrandissement Zone 2



Agrandissement Zone 3



Zone 3 : bord de jardin



Les différentes méthodes possibles pour la zone 3



Ecopâturage



Désherbeur thermique



Fauche répétée



Concassage des rhizomes

La solution la plus adaptée :



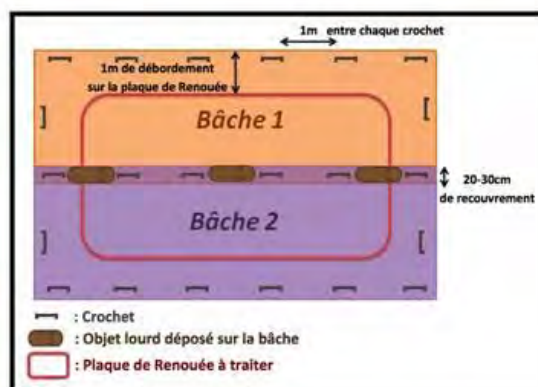
Le Bâchage



Le bâchage à Belleville pour une durée de 3 à 5 ans ...



Bâchage à Belleville le 01/03/2016





Mise en place du bâchage à Belleville

- Porte à porte le 23 février 2016 dans la rue du Poirier de Fer
- Mise en place de la bâche
- Panneau d'information



Belleville : vue du canal avant/après bâchage





Belleville : vue du parking avant/après bâchage



Simulation de l'avancée de la Renouée sans bâchage





Nos prochains objectifs à long terme

- Réaliser un suivi de la parcelle bâchée pendant 5 ans puis suivi de l'évolution de la flore après débâchage.
- Renaturation écologique : plantation d'espèces locales pour concurrencer la Renouée.



Parcelle sans intervention 1 an après débâchage à Muttersholtz en Alsace



Merci de votre attention !

L'ensemble des membres du Projet est à votre disposition pour toute question particulière.
Pour tout renseignement, contactez-nous à l'adresse suivante : renoueebelleville@gmail.com



D. Diaporamas de présentation

D. 3) PressBook destiné aux partenaires

(utilisé pour la présentation aux élus de Vandœuvre)



Projet Professionnel 2015-2016

Projet de communication : Terrain de la Sapinière, Vandœuvre-lès- Nancy



*Renouée du Japon : plante invasive et
plans de lutte*

CREMILLEUX Maéva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa,
PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine

Tuteurs du projet : Yves Le Roux, Stefan Jurjanz, Sylvain Lerch





Notre Projet

- **Etudier** les rhizomes de la Renouée et ses réserves.
- **Expérimenter** le bâchage, une autre méthode de lutte.
- **Communiquer** avec le public et les acteurs de la lutte contre la Renouée.

Terrain de la Sapinière

- **Expérimentation** du bâchage
- **Démonstration** des méthodes de lutte pour le grand public



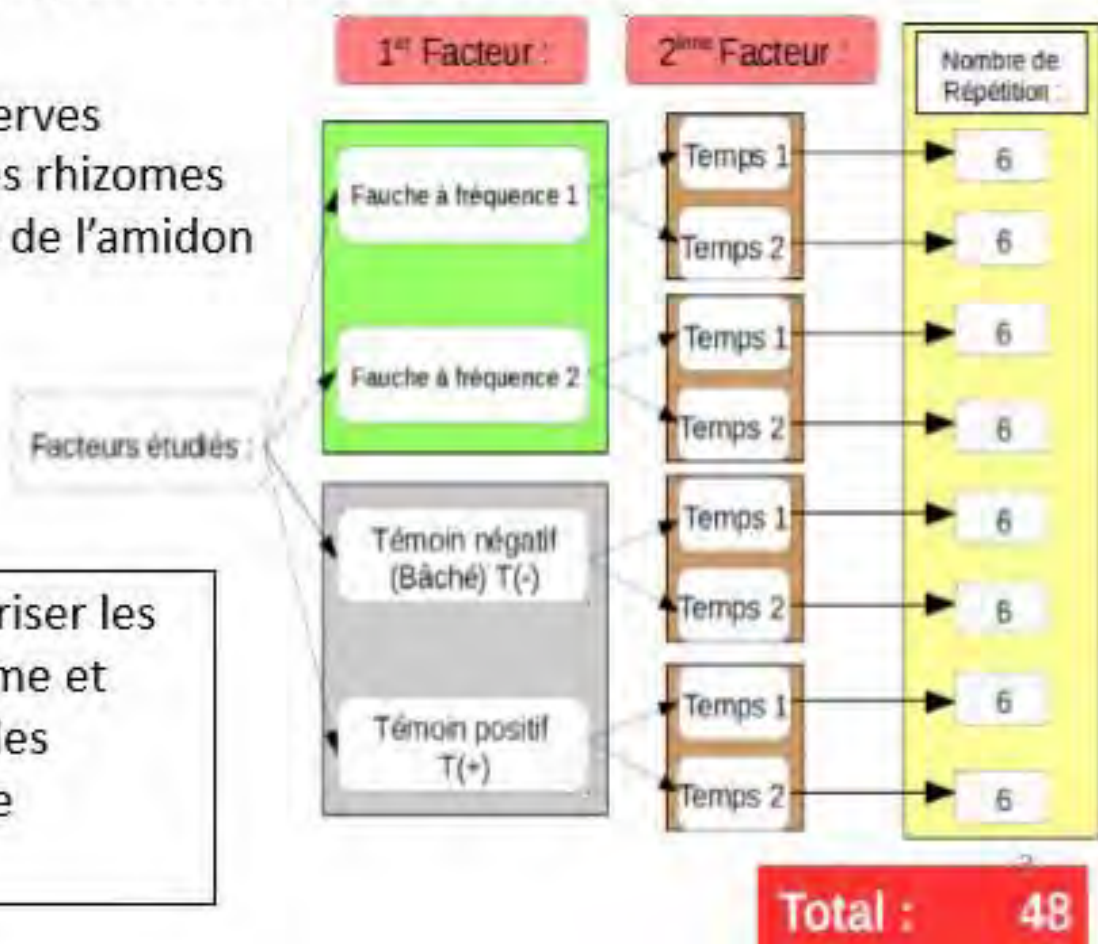


Photo d'un rhizotron

Etudier les Rhizomes

- Contacts : Christophe Robin (INRA) Florence Piola (LEHNA)
- Utilisation de **rhizotrons** : expériences en laboratoire.
 - Étudier la réponse des rhizomes en simulant une fauche répétée
 - Étudier la réponse en simulant un bâchage

• Analyse des réserves présentes dans les rhizomes
Exemple : dosage de l'amidon



Objectif : Caractériser les réserves du rhizome et évaluer l'impact des méthodes de lutte actuelles.



Expérimenter le bâchage

Contact avec l'association SAVA en Alsace

En décembre 2015 nous avons rencontré Jacky Fritsch, membre de l'association SAVA (Section d'Aménagement Végétal d'Alsace) et présent au colloque de Laxou en juin 2015, qui a recours depuis plusieurs années à la technique du bâchage contre la Renouée du Japon.

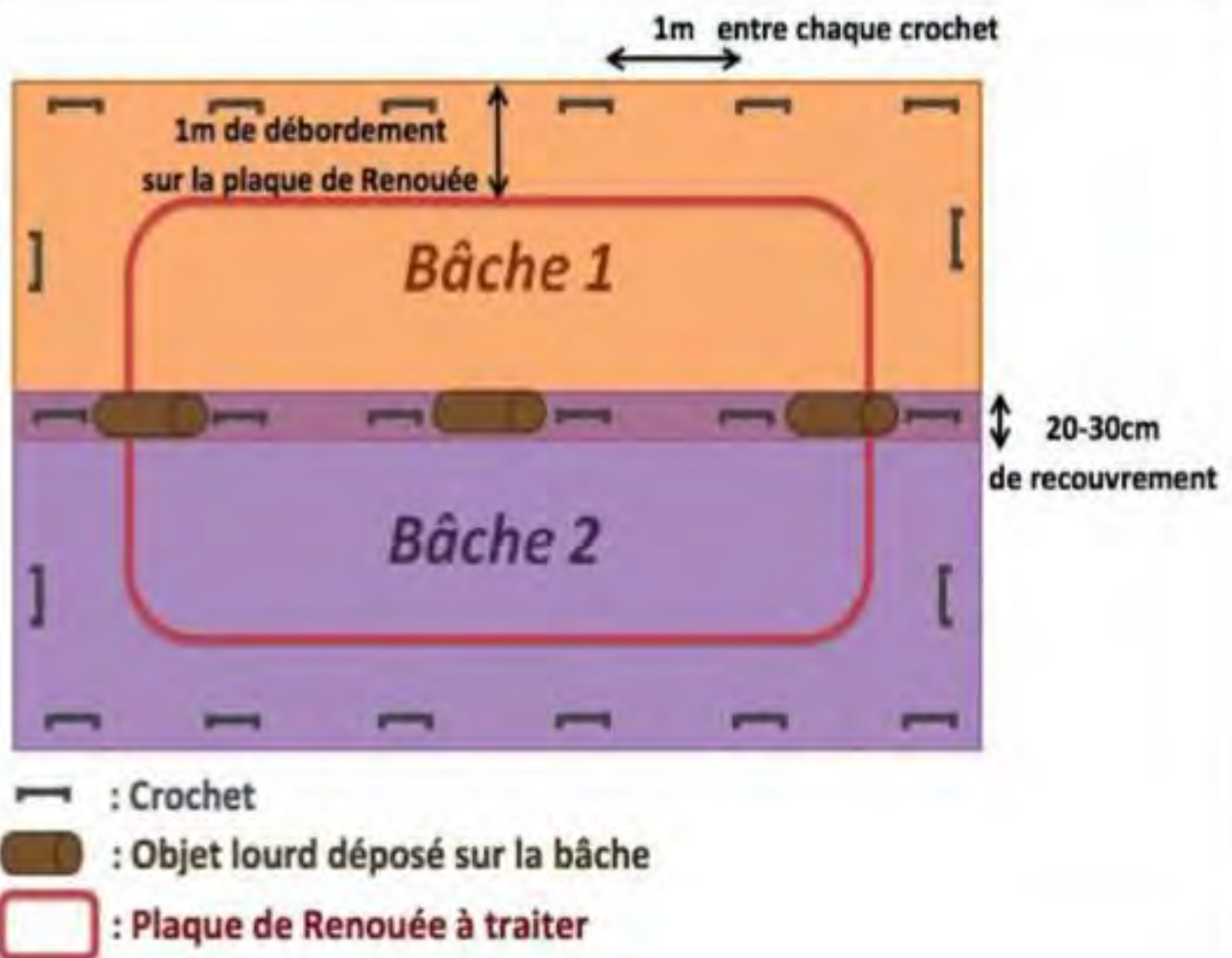
Il nous a exposé sa méthode, et nous a fait partager son expérience.

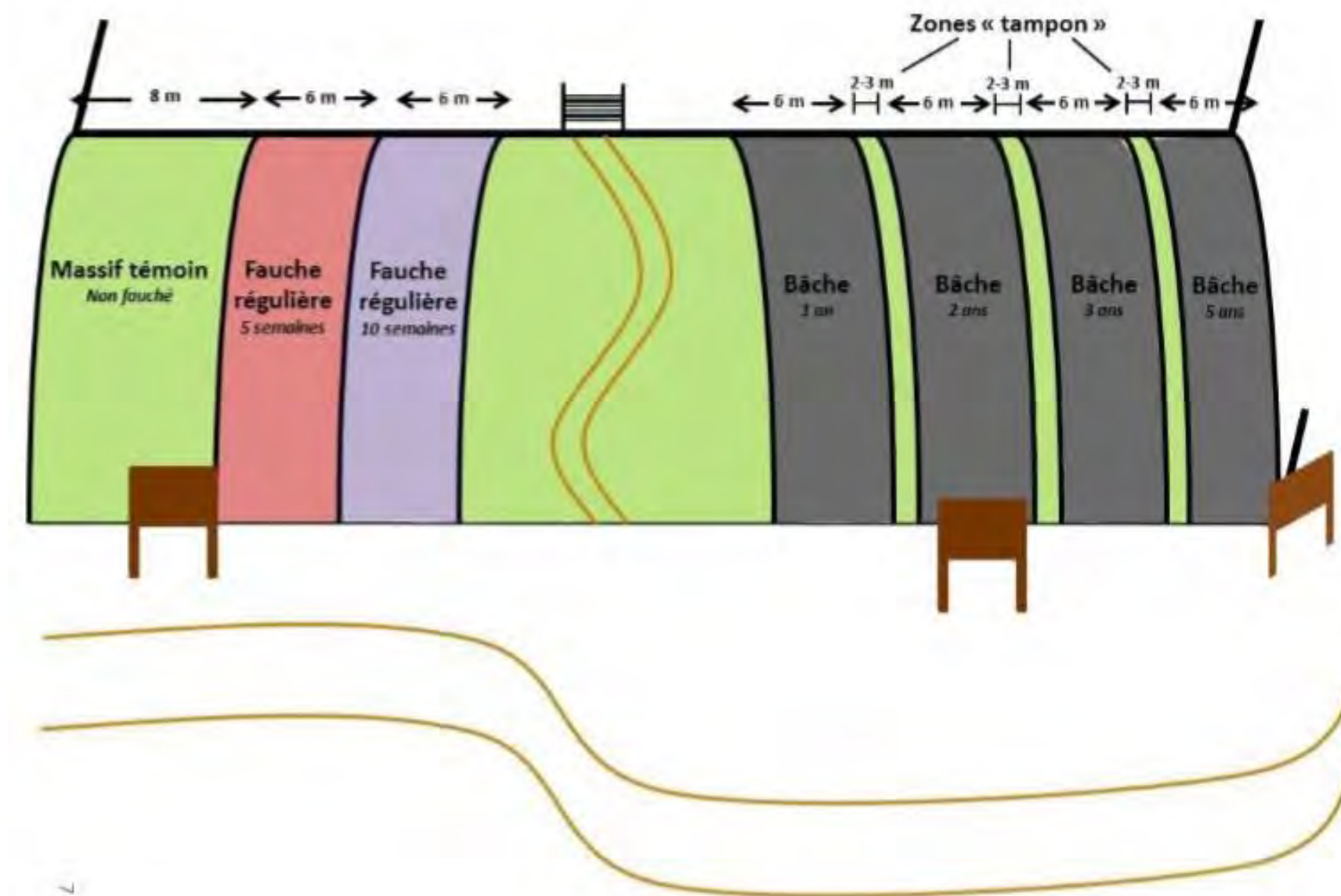




Expérimenter le bâchage

Description de la méthode de bâchage







Communiquer

Pour qui ?

- Le grand public
- Les acteurs de lutte

Quoi ?

- Connaissances et savoir-faire acquis depuis 3 ans de travaux à l'ENSAIA.
- Méthodes de luttes déjà mises en place.

Comment ?

- Mise en place d'une zone de communication et de démonstration à la Sapinière à Vandoeuvre.
- Parution d'un article dans le journal communal « Les échos de Belleville », intervention auprès d'une classe de primaire, stand à la fête des plantes.



Terrain de la Sapinière

Expérimentation du bâchage



- Mettre en place des parcelles bâchées.
- Informer sur le bâchage et les expériences menées sur les zones tests grâce à des panneaux de communication.



Terrain de la Sapinière

Démonstration pour le grand public



- Massif témoin: Zone dans laquelle aucune intervention n'est réalisée.

But: Montrer le développement de la plante invasive.

- Massif fauché toutes les 5 semaines
- Massif fauché toutes les 10 semaines

But: Montrer l'impact de la fauche sur le développement de la plante invasive.



L'ensemble des membres du projet reste à votre disposition pour toute question.

Nous contacter :

thiriet.elise@gmail.com

valentin.falcon@hotmail.fr

laurine.campanella@laposte.net

CREMILLEUX Maéva, FALCON Valentin, HAMELIN Aurélie, KAROLKOWSKI Adeline, MICHAUD Lisa, PAPIN Justine, PLESSIS Charles, SCHMITT Maxime, THIRIET Élise, CAMPANELLA Laurine

Tuteurs du projet : Yves Le Roux, Stefan Jurjanz, Sylvain Lerch

E. Articles

E. 1) Article du journal communal de Belleville

Une nouvelle expérimentation à Belleville pour la maîtrise de la Renouée

La Renouée est une plante invasive qui représente un problème écologique majeur et qui occupe un espace important contraignant les activités humaines.

Après les premières expérimentations d'écopâturage et de fauches répétées à Belleville, une nouvelle expérimentation de lutte s'ajoute, celle du bâchage. Ce moyen de lutte émerge de la coopération entre l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et d'Industrie Agroalimentaire), l'association de la Chèvre de Lorraine, Floraine54, la commune de Belleville et la fondation de Jacky Fritsch (un professionnel qui utilise le bâchage). Les étudiants de l'ENSAIA installeront une bâche après un fauchage préalable de la Renouée en mars afin de contenir cette plante. Le bâchage permet de limiter la croissance de la Renouée et donc de contrôler l'expansion de la zone envahie. Le bâchage de cette zone durera 3 ans. Vous pouvez voir ce bâchage au (préciser le lieu).



Zone de Belleville à bâcher



Zone bâchée par la fondation de Jacky en Alsace

E. Articles

E. 2) Article du journal communal de Vandœuvre

Renouée du Japon, l'invasion !

La Renouée du Japon est une plante invasive qui représente un problème écologique majeur et qui occupe un espace important, contraignant ainsi les activités humaines.

Implantée dans un milieu, elle est capable de le coloniser rapidement et menace ainsi la biodiversité. A Vandœuvre, cette plante est présente près du pôle scientifique de Brabois, dans l'avenue du Général Leclerc, ou encore au parc de la Sapinière.



En collaboration avec la mairie de Vandœuvre et l'association Floraine (Botanistes de Lorraine), des étudiants de l'ENSAIA (École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires) ont mis en place, depuis le mois de mars, des expérimentations

ainsi qu'une zone de communication au parc de la Sapinière. L'objectif est de tester, sur plusieurs années, une nouvelle méthode de lutte contre la plante invasive : le bâchage.

Le bâchage permettrait d'affaiblir la plante, d'empêcher sa re-

pousse, et offrirait la possibilité, à plus long terme, de planter à la place d'autres espèces, redonnant ainsi un écosystème stable.

La lutte contre ce type de plante passe avant tout par de bons gestes à adopter :

> Reconnaître la plante

> Limiter son expansion : la Renouée possède une remarquable capacité à se régénérer à partir d'un simple bout de tige ou de racine. Il ne faut donc en aucun cas déplacer un quelconque fragment de Renouée !

> Faire passer le message !

Vendredi 29 avril 2016

Les plantes invasives : Les Renouées.



Présentation de l'ENSAIA :

École d'ingénieur en industries
Alimentaire et Agronomie.

Majoritairement obtenue par réussite
d'un concours après 2 ans de CPGE
option BCPST.

Cursus en 3 ans.



Le projet :

Travail depuis 3 ans sur la renouée.

Essayer de comprendre au mieux la renouée pour la combattre.

Communiquer nos résultats pour aider les villes qui cherchent des solutions face aux problèmes causés par la renouée.



Notre groupe :

10 élèves composent le groupe : 8 en secteur Agronomie, 2 en Industries Alimentaires.

Travail en groupe sur le projet renouée.

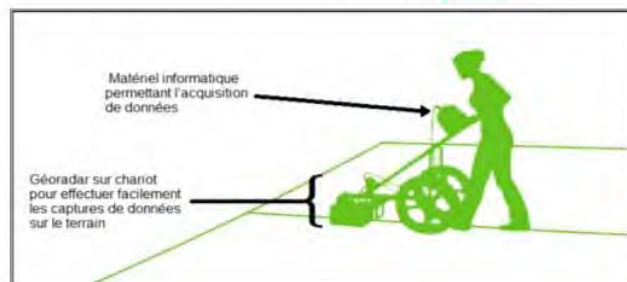


Un grand travail de recherche :

Création d'une bibliographie permettant de rassembler des informations concernant la renouée, ses réserves et son mode de développement.

Recherche de solution à nos problèmes : géoradar, escavation...

Visite de site pour apprendre les techniques de bâchage. (Alsace)



La réalisation :

Mise en place de deux zones de bâchage à Belleville et à la sapinière de Vandoeuvre.

Réalisation d'une expérience pour quantifier et vérifier l'évolution des rhizomes soumis à des fauches/bâchages.

Réalisation d'une campagne de communication à travers des panneaux sur les sites expérimentaux, par des réunions publiques, ainsi qu'une matinée de sensibilisation.



Présentation de la renouée :

Plante invasive :

- Plante introduites par l'homme.
- Capable de se naturaliser.
- Grande capacité de dispersion et donc forte augmentation de population.

La renouée du japon :

- Plante introduite en France pour de l'ornement et la nutrition des chevaux.
- Forte croissance l'été.
- Un système racinaire au moins aussi important que le système aérien.



Présentation de la renouée :

Vidéo

Merci de votre attention, maintenant
direction les ateliers !

F. Accueil des lycéens

F. 1) Contenu des ateliers

a) Atelier plantes invasives



Possède des épines

Ses fleurs sont blanches, en grappes pendantes de 10 à 25 cm de longueur

Robinier faux-acacia
Robinia pseudoacacia



Elle est originaire de Chine

Elle peut mesurer jusqu'à 6m de haut

Arbre aux papillons
Buddleja davidii

Elle a des fleurs de couleur blanche, rouge ou violette

Elle est présente dans les jardins comme plante ornementale



Elle est aussi appelée Vinaigrier

Elle possède des racines très toxiques

Elle porte des fruits velus et rouges

Sumac de Virginie
Rhus typhina



Balsamine à grandes fleurs
Impatiens glandulifera



Elle est très présente dans les Pyrénées

Ses graines sont contenues dans des capsules qui éclatent si on les effleure



Beaucoup de personnes sont allergiques à cette plante

Elle est très présente en Rhône-Alpes

Ambrosie à feuilles d'armoise
Ambrosia peruviana



Produit des milliers de petites graines légères

S'est propagée le long des routes

A été importée d'Afrique du Sud

Elle est toxique pour les animaux, en particulier les chevaux

Sénéçon du Cap
Senecio inaequidens



Elle possède des fleurs jaunes

Il s'agit d'une invasive aquatique

Ses racines peuvent atteindre 3m de profondeur

Jussie
Ludwigia grandiflora



Il s'agit d'une invasive aquatique

Elle est très présente en Bretagne

Elle mesure de 1 à 3 mm

Lentille d'eau minuscule
Lemna minuta



Ses feuilles peuvent atteindre une surface d'1m²

Elle provoque de graves brûlures sur la peau quand on la touche

Elle peut atteindre 4m

Berce du Caucase
Heracleum mantegazzianum

F. Accueil des lycéens

F. 1) Contenu des ateliers

b) Jeu de rôles sur les méthodes de lutte

6 bonnes raisons d'appliquer le bâchage.

- La méthode demande peu d'entretien une fois le bâchage installé.
- La méthode est adaptée à la proximité des routes ou chemins.
- Méthode peu coûteuse et simple à mettre en oeuvre.
- La méthode permet une renaturation écologique, c'est à dire l'installation de nouvelles plantes.
- Cette méthode résiste au temps et au climat et s'adapte à tout type de terrain.
- La bâche peut servir de toboggan géant.

La Renaturation Ecologique

Cette méthode consiste à réimplanter des espèces locales pour prendre la place occupée par la Renouée du Japon.

Cela suppose d'épuiser la Renouée avant afin de permettre aux autres espèces de s'installer.

C'est un apport de biodiversité et une méthode durable.

6 Bonnes Raisons d'appliquer la Fauche Répétée.

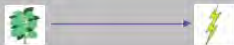
(Fréquence : 5 ou 10 semaines)

- La zone est facilement accessible par la route.
- La zone est plane et grande (au moins 200 mètres carrés).
- La zone présente des détritits, qui peuvent être évités par la machine lors de la fauche.
- Il y a une plateforme de méthanisation proche.
- Il y a une grande masse de plante pour permettre la méthanisation.
- Passer avec des grosses machines c'est cool ! Nous on aime les grosses machines !

La Méthanisation :

Permet l'utilisation de déchets verts (résidus de plantes ou déchets d'élevage) pour la production de méthane.

Le méthane obtenu fait fonctionner un moteur qui produit de l'électricité.



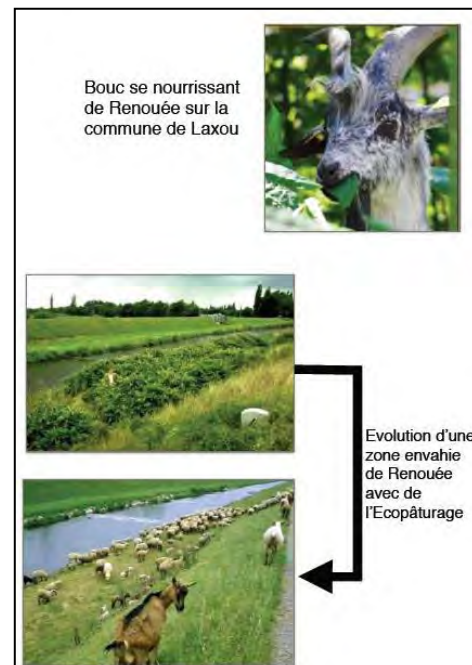
6 bonnes raisons d'appliquer l'Ecopâturage.

(Introduction d'animaux sur la zone infestée qui consomment la Renouée)

- Le déplacement des débris est difficile et les animaux permettraient d'éviter ce problème.
- Cette méthode est intéressante d'un point de vue économique car seule l'installation des animaux est coûteuse.
- Le terrain rend difficile le passage d'engins ou d'hommes.
- La zone est éloignée des axes routiers et difficile d'accès pour des engins.
- La zone permet une surveillance facile des animaux et un suivi de leur état de santé.
- Les animaux sont trop mignons et tout les passants voudront les caresser.

Le plus de l'Ecopâturage :

Certains animaux comme les chèvres par exemple ne consomment que les feuilles de la plante et laissent la tige intacte. Ainsi la Renouée ne peut plus capter l'énergie de la lumière. Elle doit puiser dans les réserves de son rhizome pour se régénérer.



F. Accueil des lycéens

F. 3) Exemples de compte-rendu réalisés par les élèves

Compte-rendu visite ENSAIA



Vendredi 29 avril nous avons été reçus par des étudiants de l'ENSAIA (École Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires) qui nous ont présentés leurs projets de lutte contre la renouée à travers des activités théoriques et pratiques comme à la sapinière de Vandoeuvre, où ils ont posés une bâche pour la combattre.

La renouée du Japon est une plante invasive introduite en Europe par l'Homme en 1823, provenant de Chine, du Japon, de Corée et de Sibérie. N'étant pas dans son milieu naturel, la nature n'est pas apte à se défendre envers elle. En effet elle libère des substances toxiques pour les autres plantes, dans le sol. Étant très dense, elle empêche la lumière de passer et donc les animaux ne peuvent plus vivre à cet endroit.



À l'époque elle a été introduite pour l'ornement. Elle se compose d'une tige, de rhizomes et de racines, la moitié de la plante est sous la terre, quand l'autre moitié est au-dessus.



Elle peut atteindre 3 à 4m de haut en dehors de la terre et de 30cm à 6m sous la terre, en été elle pousse d'environ 10cm par jour.

Les étudiants mettent des jeunes pousses dans divers « pots », certains sont transparents pour pouvoir observer l'évolution des racines et des rhizomes. Ils s'en servent pour tester les méthodes de lutte et faire des expériences comme mesurer la quantité d'amidon pour savoir si elle perd de l'énergie. Les plus jeunes tiges développent d'autres tiges et les plus vieilles stockent les réserves. Sur un terrain de foot on peut trouver jusqu'à 120 tonnes de rhizome (rhizome ≠ racines, elles vont chercher les nutriments).



Différents moyens sont possibles pour exterminer la renouée suivant le lieu et l'argent, dont l'introduction de chèvres qui mangent la plante, la fauche répétée pour affaiblir la plante mais qui demande beaucoup d'entretien, mais aussi le bâchage qui n'est pas esthétique mais qui fonctionne durant 3-4 ans (méthode utilisée à Belleville et à la sapinière de Vandoeuvre). Il existe aussi le géo radar et l'excavation mais ce sont des méthodes coûteuses et peu efficaces. La plante réussit à prolonger ses racines hors des zones bâchées pour survivre.



À la fin de la sortie, les étudiants nous ont permis d'aller chercher nos propres rhizomes pour ensuite les replanter dans des pots dont ils nous enverront des photos de leur croissance au bout de 3 semaines.

Le vendredi 29 avril nous sommes allées à l'ENSAIA (École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires) dans le cadre d'une sortie en SVT, où des étudiants nous ont expliqué leur projet pour lutter contre la renouée du Japon.

La renouée du Japon est originaire d'Asie, elle est cultivée au Japon. Elle a été importée en France en 1923 comme ornement de jardin. Elle peut faire 3 à 4 mètres de haut, possède des larges feuilles en forme de cœur et a une forte croissance l'été (10 cm par jour).



La renouée du Japon a un système racinaire très important et elle a une grande capacité de dispersion ce qui a pour effet une forte augmentation de sa population.

Cette plante est devenue invasive en France car elle est capable de se naturaliser (prendre possession de la zone)



Elle est dangereuse pour la biodiversité, crée des zones d'ombres et génère des substances toxiques pour les autres plantes et par réactions en chaîne chasse les animaux. Elle est devenue une des espèces les plus invasives en Europe.

La renouée est très invasive pour sa grande capacité de dispersion et notamment à cause de ses rhizomes.

Un rhizome est une tige dans le sol, il est différent d'une racine car il ne va pas chercher les nutriments dans la terre mais stocke l'énergie, c'est pour cela que l'hiver les branches en dehors du sol sont sèches car l'énergie s'est concentrée dans le rhizome. Un simple bout de rhizome peut faire naître une renouée du Japon et ainsi augmenter la propagation.



Les étudiants avaient créé un atelier pour nous informer sur les différentes techniques de lutte contre la Renouée du Japon. Parmi ces techniques il y a :

-Le Fauchage qui consiste à faucher régulièrement les renouées en faisant attention aux résidus de fauche qu'il ne faut pas disperser. Ces résidus vont être jetés dans un méthaniseur qui les brûlera ce qui produira du biogaz qui sera également utilisé (par exemple pour produire de la chaleur). Le fauchage est souvent utilisé au bord des routes pour ne pas gêner la vue. Il doit se faire assez régulièrement et nécessite des machines.



→ méthaniseur

-Les Animaux sont un moyen efficace de diminuer la masse de renouées du Japon car ils les consomment. Les animaux sont pratiques comme moyen de neutralisation de la renouée car cela n'a pas un fort coût et ils peuvent aller sur des terrains difficiles d'accès notamment pour les machines.



-Les étudiants de l'ENSAIA sont également allés en Alsace pour apprendre la technique de bâchage. Ils ont appliqué cette technique à la sapinière de Vandoeuvre et à Belleville. Nous sommes allés sur le site de la sapinière pour voir le bâchage. La technique de bâchage consiste à bâcher les pousses de la renouée du Japon. Afin que celle-ci ne repousse plus grâce au manque de lumière. La bâche est laissée de 1 à 3 ans. Après enlèvement de la bâche des autres plantes seront plantées pour diminuer les chances de repousse de la renouée.



Il existe d'autres plantes invasives comme le Sèneçon du Cap, la berce du Caucase et l'arbre à papillon...

Au cours de cette sortie, nous avons pu constater que les étudiants de l'ENSAIA réfléchissent sur les différents moyens pour lutter contre la Renouée du Japon en prenant en compte le type de terrain où elle pousse, le coût des différentes techniques tout en essayant de rester écologiques.

H. Protocoles

H. 1) Etude des effets de lutte contre la Renouée du Japon en laboratoire



Instruction	Référence :	
	Version :	1.7.2
	Date :	15/01/2016

Étude des effets de lutte contre la Renouée du Japon en laboratoire, permettant de visualiser la variation de biomasse au niveau des rhizomes ainsi que la croissance.

1.Principe :

Mesurer l'évolution de la biomasse des rhizomes, en fonction de la fauche et du bâchage, via utilisation de rhizotrons.

2.Contexte :

La Renouée du Japon constitue un problème majeur dans nos sociétés actuelles puisque cette plante invasive se comporte comme une espèce pionnière et laisse par la même occasion aucune place pour les espèces autochtones. C'est pour cela que nous décidons d'étudier ses caractéristiques en nous focalisant sur les réserves contenues dans son rhizome. En effet, ces réserves constituent la majeure partie des ressources permettant à la plante de repartir à la fin de l'hiver. Quelques recherches ont montré que ces réserves étaient constituées essentiellement de polysaccharides. Pour étudier la partie souterraine de la renouée, nous décidons de faire pousser des rhizomes de renouée dans des rhizotrons :



Figure 1 : Photographie d'un rhizotron (Crédit photo : C.PLESSIS)

Le rhizome de Renouée peut redonner une plante à partir de quelques grammes de rhizomes, c'est pour cela que les rhizotrons sont adaptés pour cette étude. En effet, ils permettent de séparer chaque rhizome et d'offrir une seule voie de sortie aux nouvelles tiges de Renouée. De plus certaines expérimentations réalisées en amont ont permis d'observer qu'il était possible de faire pousser une tige de renouée à partir d'un rhizome de 10g en 2 semaines. Pour guider dans l'expérience, Madame PIOLA Florence (Université Lyon 1 CNRS, UMR 5023 – LEHNA) lors d'un entretien téléphonique a partagé son point de vue et ses connaissances sur le sujet. Notamment sur la mise en place de culture en laboratoire de Renouée.

Instruction	Référence : Version : Date :	1.7.2 15/01/2016
-------------	------------------------------------	---------------------

3. Domaines d'application :

Ce protocole s'applique dans le cadre d'une étude de la variation des réserves de rhizome de Renouée. Cette méthode peut être mise en place pour l'influence de différents facteurs : fauche, bâchage...

4. Durée / Contraintes de temps :

Il faut au préalable obtenir des rhizomes de renouée, et trouver des morceaux possédant une taille adéquate pour rentrer dans les rhizotrons. Il faut faire attention de sélectionner uniquement des rhizomes et non des tiges déjà misent en place. De même, il faut obtenir la terre permettant la mise en culture des renouées (récoltée sur le terrain).

Suite à la mise en place des rhizotrons :

→ Il faut attendre que le rhizome s'implante dans son nouveau milieu (création de racines, mise en place de tige) : 10 à 25 jours en fonction des rhizomes (âge, taille).

→ Puis, étude pendant 2 durées, de l'évolution de la masse des rhizomes :

→ Temps 1 : 30 jours sans compter la période d'implantation.

→ Temps 2 : 60 jours sans compter la période d'implantation.

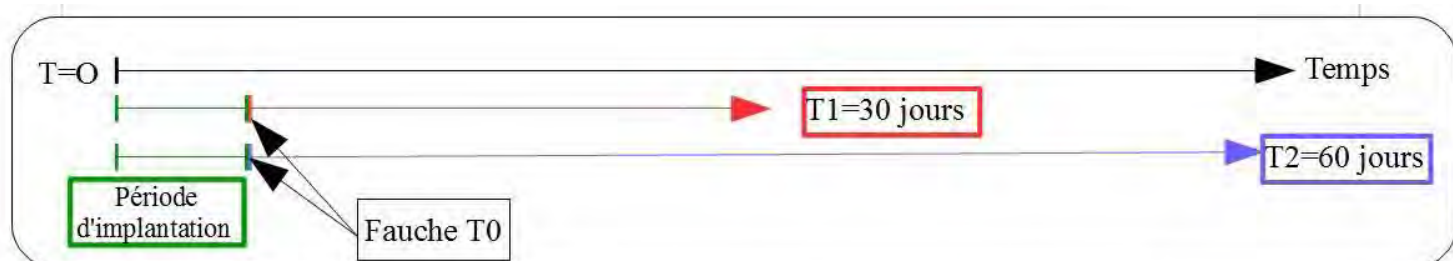


Figure 2 : Schéma explicatif de la répartition des expérimentations dans le temps

→ On effectue 2 fréquences de fauche :

→ Fréquence 1 : 10 jours en dehors de la période d'implantation.

→ Fréquence 2 : 20 jours en dehors de la période d'implantation.

La manipulation durera entre 70 jours et 85 jours, en fonction de la vitesse d'implantation des rhizomes dans les rhizotrons. Durant cette période, il sera alors possible de réaliser 6 fauches F1 et 3 fauches F2.

5. Hygiène et sécurité :

Bien nettoyer le matériel après chaque utilisation et éliminer les tiges/rhizomes sectionnés lors des fauches.

Être minutieux pour ce qui est de la gestion des déchets venant de la renouée pour éviter une invasion de la plante.

6. Matériel et produits nécessaires :

- Lors de la préparation :

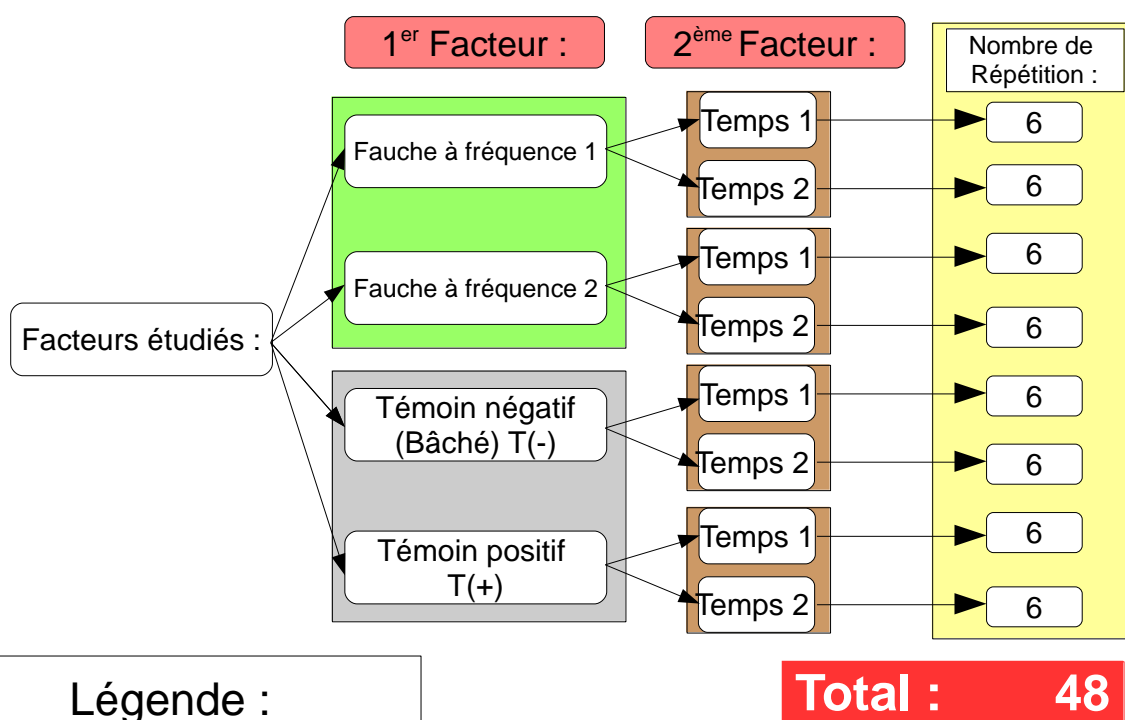
→ Nombre de rhizotrons nécessaire.

→ Terre pour la culture des rhizomes.

Instruction	Référence :	
	Version :	1.7.2
	Date :	15/01/2016

- Rhizomes de renouée (poids supérieur à 5g pour pouvoir effectuer une analyse d'amidon en fin d'étude).
- Eau
- 1 Ruban adhésif armé
- 1 sécateur
- 1 pièce chauffée (20°C) et éclairée.
- Des bassines pour mettre les rhizotrons : permet de transporter et d'éviter les pertes d'eau.
- 1 Balance de précision au 10^{-2} g près
- Tuteurs

Calcul du nombre de rhizotrons pour l'expérience :



Légende :

Fauché

Non fauché

Temps 1 < Temps 2
Fréquence 1 > Fréquence 2

Figure 3 : Présentation du nombre de rhizotron

Instruction	Référence :	
	Version :	1.7.2
	Date :	15/01/2016

7. Liste des consommables et des produits ayant un impact sur la fiabilité des résultats

Rhizome homogène : obtenir des rhizomes les plus homogènes possibles, le minimum étant d'avoir un morceau de rhizome avec lequel on peut remplir 8 rhizotrons ou alors récolter des morceaux individuels sur le terrain en étant sûr qu'ils viennent d'un seul rhizome. L'idéal serait d'obtenir un seul et même rhizome pour tous les rhizotrons.

D'après la figure 3, avec 8 modalités, et pour avoir des résultats statistiques les plus représentatifs de la réalité, il est important d'avoir des fragments issus d'un même morceau de rhizome pour les 8 modalités de chaque répétition.

Faire de la même manière pour chaque manipulation en prenant un seul rhizome pour chaque modalité

Répétition	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
Modalité						
M1 : F1 x T1						
M2 : F1 x T2						
M3 : F2 x T1						
M4 : F2 x T2						
M5 : T(-) x T1						
M6 : T(-) x T2						
M7 : T(+) x T1						
M8 : T(+) x T1						

Figure 4 : Tableau permettant de modéliser le découpage des rhizomes en fonction des répétitions

Cela permet de ne pas avoir des effets de variation à l'intérieur d'une répétition.

Instruction	Référence :	
	Version :	1.7.2
	Date :	15/01/2016

8. Mode opératoire

Avant expérience :

Sur le terrain :

- Prélever les rhizomes dans une zone la plus restreinte possible, de préférence sur le même plan de renouée. Creuser au pied d'un plan de renouée jusqu'à trouver un rhizome et le dégager sur la longueur la plus grande possible.
- Éviter de prendre un massif proche d'autres espèces végétales : arbres, buissons, pour éviter de confondre les rhizomes de renouée avec des racines.
- Récupérer la terre nécessaire sur le même lieu, ceci permettant de faciliter la reprise de la renouée. En évitant de prendre des espèces végétales ou encore des morceaux de rhizomes.

En laboratoire :

- Couper les rhizomes de façon à avoir 8 morceaux de 10 ± 2 g environ (plus 2 morceaux pour les tests de réserves au temps 0). Relever les masses pour chaque rhizome et réitérer l'opération pour toutes les modalités.
- Pour les morceaux représentant le temps 0, on les annote et on les conserve au congélateur pour une analyse de réserve ultérieure.
- Étiqueter les rhizotrons.
- Planter les rhizomes dans les différents rhizotrons au préalable remplis de terre. S'assurer que chaque rhizome est correctement recouvert et que le compartiment est rempli de terre avant de fermer.

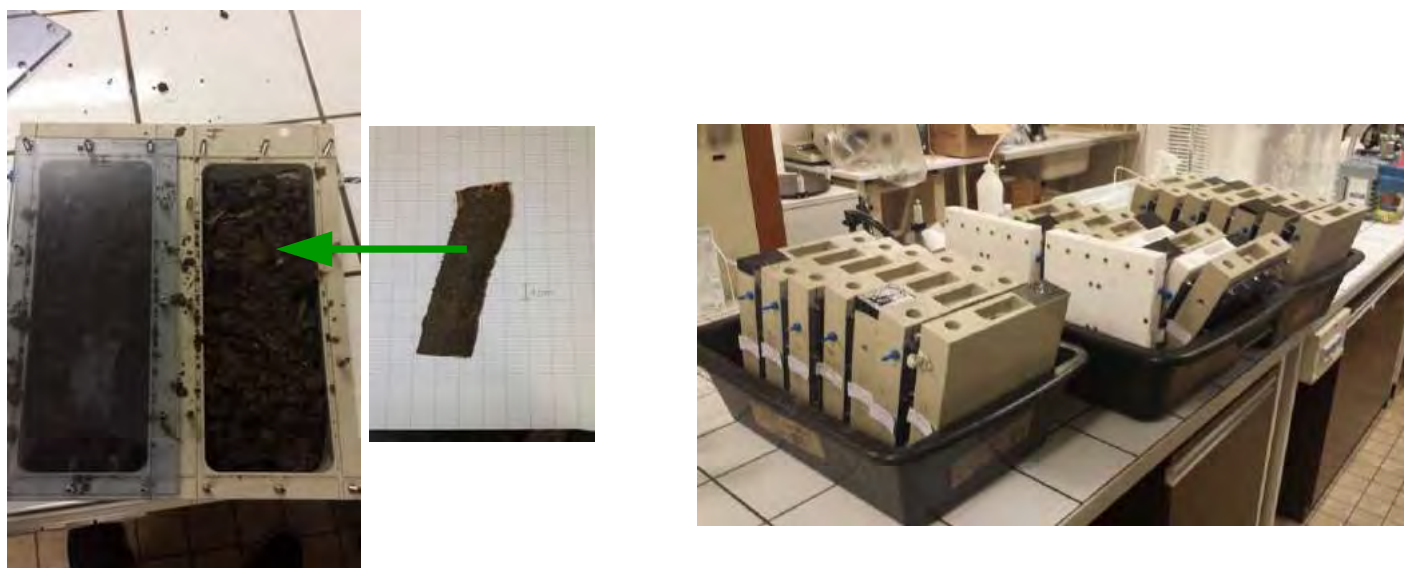


Figure 5 : Mise en place des rhizomes dans la terre

- Arroser avec 15 mL par compartiment.
- Bâcher le trou de sortie et la plaque de plexiglas à l'aide du scotch noir pour les compartiments concernés (Bâché). Si le scotch se décroche suite à la croissance des tiges, essayez alors de boucher le trou de sortie en profondeur.
- Une fois que la période d'implantation est finie, c'est à dire lorsque les tiges des rhizotrons concernés ont poussé en surface, coupez-les et placez-les à l'étuve afin de déterminer plus tard leur masse en matière sèche.

Instruction	Référence : Version : Date :	1.7.2 15/01/2016
-------------	------------------------------------	---------------------

Pendant l'expérience :

- Tous les 7 jours, arroser avec 15mL par compartiment. (L'arrosage peut être modulé en fonction de la température de la salle de culture, et de l'humidité de la terre)
- Effectuer les fauches de fréquence 10 et 20 jours, au niveau du trou de sortie des rhizotrons. Chaque nouvelle tige repartira du rhizome, même si celle-ci est coupée en surface. La croissance des tiges sera alors plus importante au début de la période expérimentale, et leur épaisseur diminuera avec les fauches
- Pour chaque fauche, récoltez les tiges et une fois passées à l'étuve, les peser à l'aide de la balance de précision.
- Ajouter des tuteurs pour aider les rhizomes témoins à développer des tiges optimales et pour qu'ils ne s'affaissent pas.



Figure 6 : Suivi des rhizomes et tiges fauchées placées à l'étuve

Fin d'expérience pour T1, T2, B, T :

- Démontez les rhizotrons
- Vider la terre en évitant d'éparpiller des rhizomes
- Peser les rhizomes
- Peser les tiges et feuilles, les racines, le tout séparément, après les avoir passés à l'étuve
- Placer les rhizomes T1 au congélateur afin de ne réaliser qu'un seul dosage d'amidon, lorsque l'expérience sera finie
- Répétez l'opération pour les T2, B, T
- Analyse des réserves dans les rhizomes selon le protocole (voir annexe)

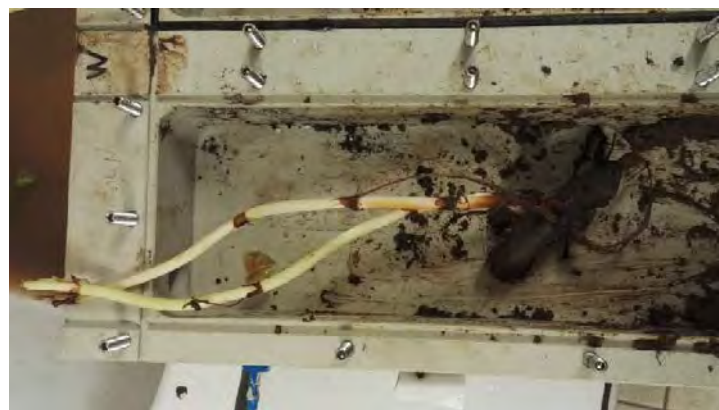


Figure 7 : Ouverture des rhizotrons et analyse des rhizomes

9. Expression des résultats

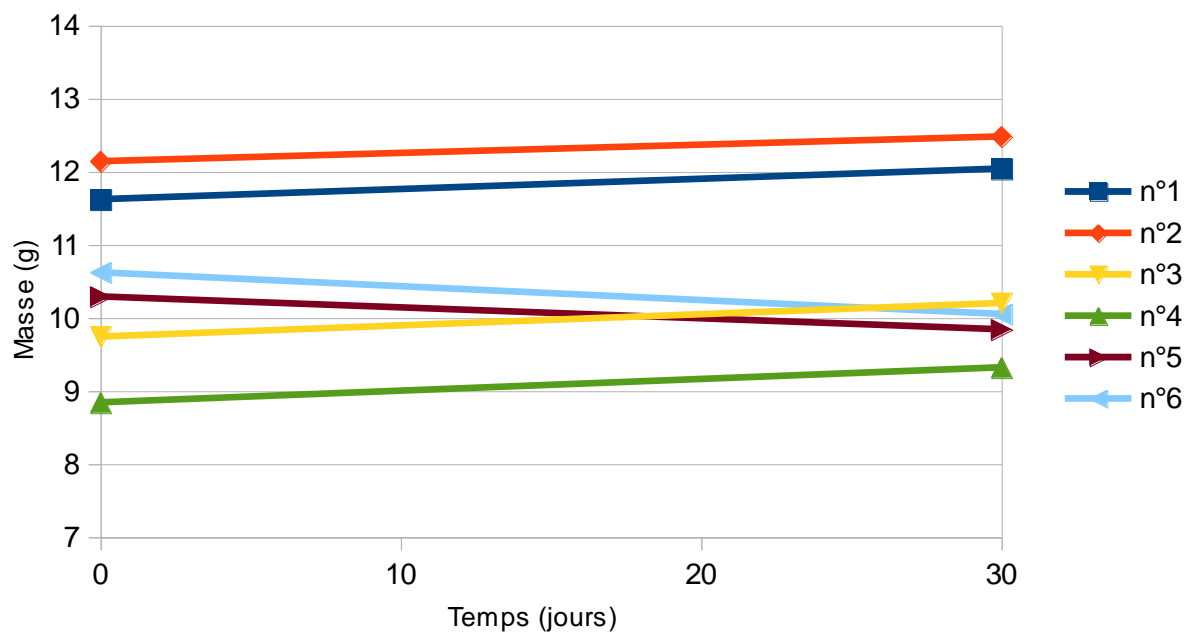


Figure 8 : Graphique présentant l'évolution des masses des rhizomes F1 = 10 jours entre le T0 et 30 jours

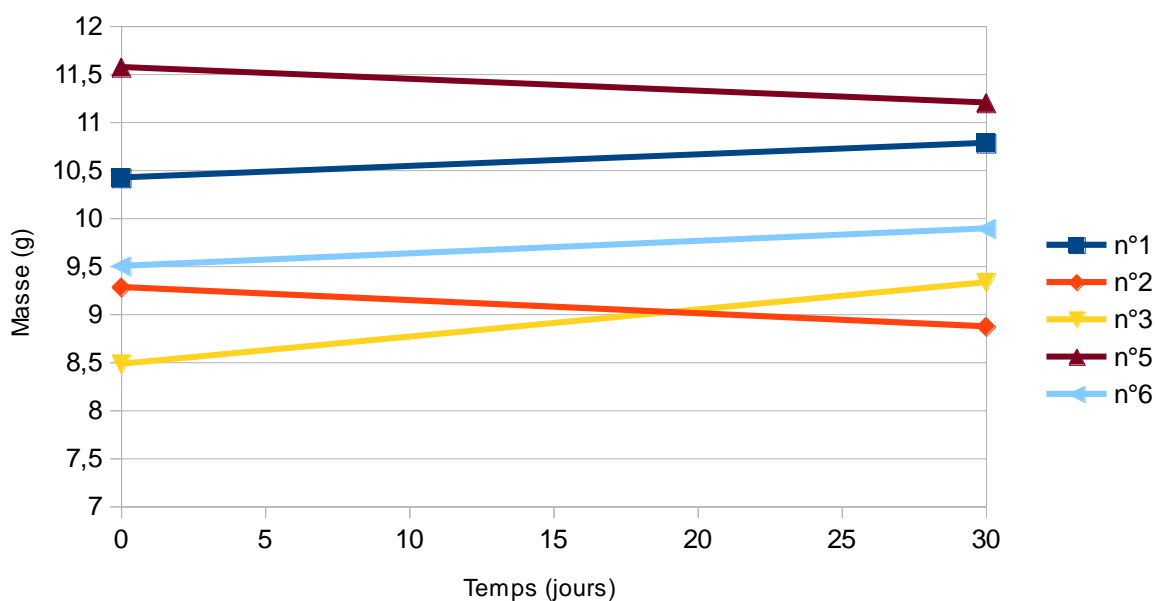


Figure 9 : Graphique présentant l'évolution des masses des rhizomes F2 = 20j entre T0 et T1 = 30

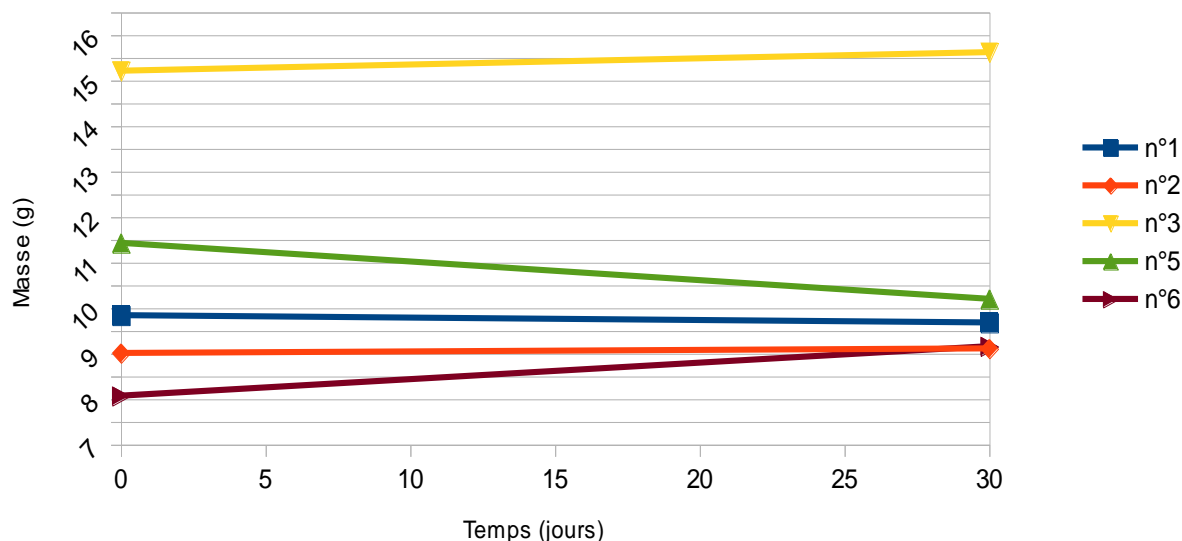


Figure 10 : Graphique présentant l'évolution des masses des rhizomes Bâchés entre T0 et 30 jours

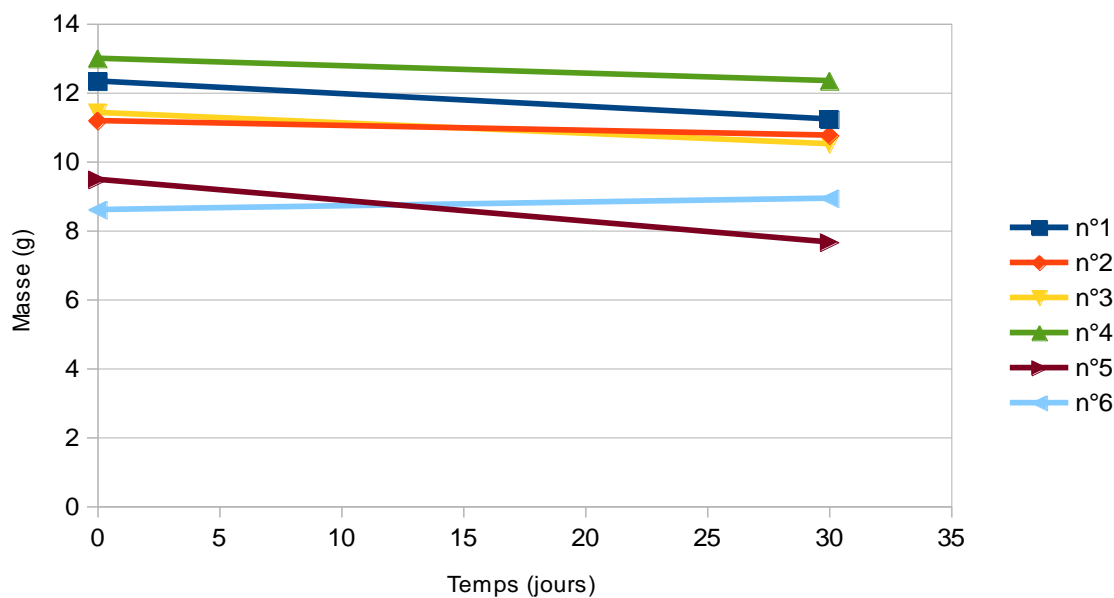


Figure 11 : Graphique présentant l'évolution des masses des rhizomes témoins entre T0 et 30 jours

	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	Temps
F1T1	11,62	12,14	9,74	8,84	10,29	10,62	0
F1T1	12,04	12,48	10,2	9,32	9,84	10,05	30
Δ	-0,42	-0,34	-0,46	-0,48	0,45	0,57	
F2T1	10,42	9,28	8,48	12,08	11,57	9,5	0
F2T1	10,78	8,87	9,33	11,72	11,2	9,89	30
Δ	-0,36	0,41	-0,85	0,36	0,37	-0,39	
BT1	9,84	9,01	15,21	11,18	11,43	8,07	0
BT1	9,68	9,11	15,62		10,2	9,16	30
Δ	0,16	-0,1	-0,41		1,23	-1,09	
TT1	12,33	11,18	11,42	12,99	9,48	8,6	0
TT1	11,23	10,76	10,51	12,34	7,66	8,93	30
Δ	1,1	0,42	0,91	0,65	1,82	-0,33	

Figure 12 : Résultats totaux des différences de masses des rhizomes à T 30 jours

Instruction	Référence :	
	Version :	1.7.2
	Date :	15/01/2016

Par faute de temps, seulement une partie des résultats sont disponibles, dont ceux jusque T1 30 jours. Certaines cases apparaissent en noir car ces rhizotrons ont dû être éliminé car une tige de Renouée a réussi à atteindre la lumière alors que les conditions étaient le bâchage. Les observations montrent que ces rhizomes présentent des différences de masses assez faible (10 % de la masse initiale), mais le problème est que certaines mesures sont négatives. Il est donc difficile d'analyser ces résultats car ceux-ci sont trop imprécis. Il faut alors faire l'hypothèse que ces incohérences sont peut-être dues à l'imprécision des mesures à la balance, ou alors aux changements possibles de l'humidité des rhizomes.

10. Ouverture

Après avoir réalisé les différentes manipulations et analysé les résultats, il serait possible d'apporter des mesures supplémentaires aux suivies des rhizomes. Ainsi il serait envisageable de réaliser une mesure de la taille de pousse des tiges chaque jour, pour pouvoir obtenir une courbe donnant vitesse de pousse des tiges par rapport aux conditions testées. Mais cette idée suppose un suivi quotidien, ce qui peut être un inconvénient selon le contexte d'étude.

H. Protocoles

H.2) Traitement statistique des données obtenues en laboratoire

Traitement statistiques des données sur R avec ANOVA

- Pour les résultats de masse des parties aériennes

F rep Masse F = facteurs (F1,F2,B,T) + temps (T1)

F1T1 1 0.6 rep = nb de répétition ($n^{\circ}1 \Rightarrow n^{\circ}6$)

F1T1 2 1.02

F1T1 3 0.4

F1T1 4 0.35

F1T1 5 1.11

F1T1 6 1.2

F2T1 1 0.95

F2T1 2 0.87

F2T1 3 0.63

F2T1 4 1.2

F2T1 5 0.89

F2T1 6 0.61

BT1 1 0.79

BT1 2 0.9

BT1 3 0.11

BT1 4 0.9

BT1 5 0.73

BT1 6 0.08

TT1 1 1.22

TT1 2 0.9

TT1 3 0.69

TT1 4 1.1

TT1 5 0.74

TT1 6 0.45

- Pour les résultats des masses des rhizomes

B T F rep Masse B = n° rhizotron

1 1 F1T1 1 11.62 T = 1 pour avant expérience et 2 pour après expérience

1 2 F1T1 1 12.04

2 1 F1T1 2 12.14

2 2 F1T1 2 12.48

3 1 F1T1 3 9.74

3 2 F1T1 3 10.2

4 1 F1T1 4 8.84

4 2 F1T1 4 9.32

5 1 F1T1 5 10.29

5 2 F1T1 5 9.84

6 1 F1T1 6 10.62

6 2 F1T1 6 10.05

7 1 F2T1 1 10.42

7 2 F2T1 1 10.78

8 1 F2T1 2 9.28

8 2 F2T1 2 8.87

9 1 F2T1 3 8.48

9 2 F2T1 3 9.33

10 1 F2T1 4 12.08

10 2 F2T1 4 11.72

11 1 F2T1 5 11.57

```

11 2 F2T1 5 11.2
12 1 F2T1 6 9.5
12 2 F2T1 6 9.89
13 1 BT1 1 9.84
13 2 BT1 1 9.68
14 1 BT1 2 9.01
14 2 BT1 2 9.11
15 1 BT1 3 15.21
15 2 BT1 3 15.62
17 1 BT1 5 11.43
17 2 BT1 5 10.2
18 1 BT1 6 8.07
18 2 BT1 6 9.16
19 1 TT1 1 12.33
19 2 TT1 1 11.23
20 1 TT1 2 11.18
20 2 TT1 2 10.76
21 1 TT1 3 11.42
21 2 TT1 3 10.51
22 1 TT1 4 12.99
22 2 TT1 4 12.34
23 1 TT1 5 9.48
23 2 TT1 5 7.66
24 1 TT1 6 8.6
24 2 TT1 6 8.93

```

- **listing partie aérienne**

```
> anova(ana)
```

Analysis of Variance Table

Response: Masse

```
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
```

```
F 3 0.2911 0.097033 0.9301 0.4444
```

```
Residuals 20 2.0864 0.104322
```

```
>
```

```
> TukeyHSD(aov(JNG$Masse ~ JNG$F))
```

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = JNG\$Masse ~ JNG\$F)

```
$`JNG$F`
```

```
diff lwr upr p adj
```

```
F1T1-BT1 0.195000000 -0.3269388 0.7169388 0.7252047
```

```
F2T1-BT1 0.273333333 -0.2486055 0.7952722 0.4754967
```

```
TT1-BT1 0.265000000 -0.2569388 0.7869388 0.5014163
```

```
F2T1-F1T1 0.078333333 -0.4436055 0.6002722 0.9743919
```

```
TT1-F1T1 0.070000000 -0.4519388 0.5919388 0.9814499
```

```
TT1-F2T1 -0.008333333 -0.5302722 0.5136055 0.9999668
```

```
>
```

```
> resid=residuals(ana)
```

```
> res=c(shapiro.test(resid))
```

```
> res
```

```
$statistic
```

```
W
```

```
0.9235857
```



```
$p.value  
[1] 0.07013682
```

```
$method  
[1] "Shapiro-Wilk normality test"
```

```
$data.name  
[1] "resid"
```

```
> hist(resid)  
>  
> detach(JNG)
```

- **listing masse rhizotron**

```
> rm(list=ls())
```

```
>  
> JNG<-read.table("rhizome.txt",header=TRUE)  
>  
> attach(JNG)  
The following objects are masked from JNG (pos = 3):
```

F, Masse, rep

The following objects are masked from JNG (pos = 4):

B, F, Masse, rep, T

The following objects are masked from package:base:

F, T

```
> B<-as.factor(B)  
> T<-as.factor(T)  
> F<-as.factor(F)  
>  
> summary(JNG)  
B T F rep Masse  
Min. : 1.00 Min. :1.0 BT1 :10 Min. :1.000 Min. : 7.660  
1st Qu.: 6.25 1st Qu.:1.0 F1T1:12 1st Qu.:2.000 1st Qu.: 9.322  
Median :12.00 Median :1.5 F2T1:12 Median :3.000 Median :10.245  
Mean :12.35 Mean :1.5 TT1 :12 Mean :3.478 Mean :10.545  
3rd Qu.:18.75 3rd Qu.:2.0 3rd Qu.:5.000 3rd Qu.:11.535  
Max. :24.00 Max. :2.0 Max. :6.000 Max. :15.620  
> rm(list=ls())  
>  
> JNG<-read.table("rhizome.txt",header=TRUE)  
>  
>  
> JNG$B<-as.factor(JNG$B)  
> JNG$T<-as.factor(JNG$T)  
> JNG$F<-as.factor(JNG$F)  
  
> summary(JNG)  
B T F rep Masse  
1 : 2 1:23 BT1 :10 Min. :1.000 Min. : 7.660  
2 : 2 2:23 F1T1:12 1st Qu.:2.000 1st Qu.: 9.322  
3 : 2 F2T1:12 Median :3.000 Median :10.245  
4 : 2 TT1 :12 Mean :3.478 Mean :10.545  
5 : 2 3rd Qu.:5.000 3rd Qu.:11.535
```

```

6 : 2 Max. :6.000 Max. :15.620
(Other):34
> model.tables(aov(Masse ~ F*T +B, data = JNG), type = "means")
Tables of means
Grand mean
10.54478

F
BT1 F1T1 F2T1 TT1
10.73 10.6 10.26 10.62
rep 10.00 12.0 12.00 12.00

T
1 2
10.61 10.47
rep 23.00 23.00

B
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 17 18 19 20
11.78 12.26 9.916 9.026 10.01 10.28 10.88 9.36 9.19 12.18 11.67 9.98 9.572 8.872 15.23 10.63 8.427 11.71 10.9
rep 2.00 2.00 2.000 2.000 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.000 2.000 2.00 2.00 2.000 2.00 2.0
21 22 23 24
10.89 12.59 8.496 8.691
rep 2.00 2.00 2.000 2.000

F:T
T
F 1 2
BT1 10.712 10.754
rep 5.000 5.000
F1T1 10.542 10.655
rep 6.000 6.000
F2T1 10.222 10.298
rep 6.000 6.000
TT1 11.000 10.238
rep 6.000 6.000
> ana<-lm(Masse ~ F*T +B, data = JNG)
> anova(ana)
Analysis of Variance Table

Response: Masse
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
F 3 1.428 0.4761 2.2443 0.11618
T 1 0.225 0.2254 1.0625 0.31559
B 19 117.406 6.1793 29.1286 3.256e-10 ***
F:T 3 1.576 0.5252 2.4757 0.09262 .
Residuals 19 4.031 0.2121
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
> TukeyHSD(aov(JNG$Masse ~ JNG$F*JNG$T + JNG$B))
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = JNG$Masse ~ JNG$F * JNG$T + JNG$B)

$`JNG$F`
diff lwr upr p adj
F1T1-BT1 -0.13466667 -0.6891916 0.41985831 0.9023343
F2T1-BT1 -0.47300000 -1.0275250 0.08152497 0.1113748

```

```

TT1-BT1 -0.11383333 -0.6683583 0.44069164 0.9376972
F2T1-F1T1 -0.33833333 -0.8670522 0.19038548 0.3041691
TT1-F1T1 0.02083333 -0.5078855 0.54955215 0.9994952
TT1-F2T1 0.35916667 -0.1695522 0.88788548 0.2570338

```

```

$`JNG$T`
diff lwr upr p adj
2-1 -0.14 -0.424272 0.144272 0.3155854

```

```

$`JNG$B`
diff lwr upr p adj
2-1 0.480000000 -1.43817125 2.39817125 0.9999389
3-1 -1.860000000 -3.77817125 0.05817125 0.0636074
4-1 -2.750000000 -4.66817125 -0.83182875 0.0013412
5-1 -1.765000000 -3.68317125 0.15317125 0.0933578
6-1 -1.495000000 -3.41317125 0.42317125 0.2533880
7-1 -0.891666667 -2.80983791 1.02650458 0.9220837
8-1 -2.416666667 -4.33483791 -0.49849542 0.0057824
9-1 -2.586666667 -4.50483791 -0.66849542 0.0027386
10-1 0.408333333 -1.50983791 2.32650458 0.9999954
11-1 -0.106666667 -2.02483791 1.81150458 1.0000000
12-1 -1.796666667 -3.71483791 0.12150458 0.0822675
13-1 -2.204666667 -4.12283791 -0.28649542 0.0146565
14-1 -2.904666667 -4.82283791 -0.98649542 0.0006870
15-1 3.450333333 1.53216209 5.36850458 0.0000702
17-1 -1.149666667 -3.06783791 0.76850458 0.6523526
18-1 -3.349666667 -5.26783791 -1.43149542 0.0001058
19-1 -0.070833333 -1.98900458 1.84733791 1.0000000
20-1 -0.880833333 -2.79900458 1.03733791 0.9290184
21-1 -0.885833333 -2.80400458 1.03233791 0.9258690
22-1 0.814166667 -1.10400458 2.73233791 0.9628806
23-1 -3.280833333 -5.19900458 -1.36266209 0.0001405
24-1 -3.085833333 -5.00400458 -1.16766209 0.0003174
3-2 -2.340000000 -4.25817125 -0.42182875 0.0081009
4-2 -3.230000000 -5.14817125 -1.31182875 0.0001734
5-2 -2.245000000 -4.16317125 -0.32682875 0.0122884
6-2 -1.975000000 -3.89317125 -0.05682875 0.0393864
7-2 -1.371666667 -3.28983791 0.54650458 0.3746364
8-2 -2.896666667 -4.81483791 -0.97849542 0.0007110
9-2 -3.066666667 -4.98483791 -1.14849542 0.0003441
10-2 -0.071666667 -1.98983791 1.84650458 1.0000000
11-2 -0.586666667 -2.50483791 1.33150458 0.9989631
12-2 -2.276666667 -4.19483791 -0.35849542 0.0106971
13-2 -2.684666667 -4.60283791 -0.76649542 0.0017832
14-2 -3.384666667 -5.30283791 -1.46649542 0.0000917
15-2 2.970333333 1.05216209 4.88850458 0.0005184
17-2 -1.629666667 -3.54783791 0.28850458 0.1571399

```

- **script ANOVA partie aériennes**

```

rm(list=ls())
JNG<-read.table("biomasse.txt",header=TRUE)

```

```

attach(JNG)
F<-as.factor(F)
summary(JNG)

```

```
model.tables(aov(Masse ~ F, data = JNG), type = "means")
ana<-lm(Masse ~ F, data = JNG)
anova(ana)
```

```
TukeyHSD(aov(JNG$Masse ~ JNG$F))
```

```
resid=residuals(ana)
res=c(shapiro.test(resid))
res
hist(resid)
```

```
detach(JNG)
```

- **script ANOVA masse rhizomes**

```
rm(list=ls())
```

```
JNG<-read.table("rhizome.txt",header=TRUE)
```

```
JNG$B<-as.factor(JNG$B)
JNG$T<-as.factor(JNG$T)
JNG$F<-as.factor(JNG$F)
```

```
summary(JNG)
```

```
model.tables(aov(Masse ~ F*T +B, data = JNG), type = "means")
```

```
ana<-lm(Masse ~ F*T +B, data = JNG)
anova(ana)
```

```
TukeyHSD(aov(JNG$Masse ~ JNG$F*JNG$T + JNG$B))
```

```
resid=residuals(ana)
res=c(shapiro.test(resid))
res
hist(resid)
```