



gembloux
agro-bio tech



biodiversité
paysage



Université
de Liège

**Traitement des terres contaminées par les renouées asiatiques
(*Fallopia japonica*, *F. sachalinensis* et *F. x bohemica*)**

décembre 2010

Réalisation : G. Frisson
E. Delbart
Direction : G. Mahy

Financé par
le Service Public de Wallonie
DGOARNE-DNF



1. Introduction

Il a été demandé à l'Unité Biodiversité et Paysage, dans le cadre de la subvention « Problématique des terres contaminées par les plantes invasives en Région wallonne et suivi des tests de gestion pour *Spiraea* spp., *Cotonaster horizontalis* et *Acer rufinerve* » (financée par le SPW-DGOARNE-DNF) de réaliser une synthèse bibliographique sur le traitement des terres contaminées par les renouées asiatiques.

Une liste des principales espèces invasives concernées par la dispersion via le transport de terres a été mise au point, sur base bibliographique. Les espèces retenues dans cette liste sont des espèces qui sont sur la liste noire du système Harmonia et qui sont potentiellement concernées par la problématique de la dispersion par le transport de terres excavées. Il s'agit d'espèces dont des propagules sont plus susceptibles de se retrouver dans les terres excavées, par le fait de certains caractères biologiques comme le type de reproduction, les modes de dispersion, les milieux colonisés, etc. Par exemple, une espèce rhizomateuse qui occupe des milieux qui sont sujets à des travaux de déblai-remblai (bords de route, friches, etc.) aura plus de chance d'être disséminée par le transport de terres. Les espèces présélectionnées sont les suivantes : Aster américains (*Aster* spp.), renouées asiatiques (*Fallopia japonica*, *F. xbohemica* et *F. sachalinensis*), berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*), renouée à nombreux épis (*Persicaria wallichii*), solidages nord-américains (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*) et spirées nord-américaines (*Spiraea* spp.).

Toutefois, seules les renouées asiatiques seront traitées ici. Elles sont en effet reconnues comme concernées prioritairement par le transport de terres (Muller, 2004).

Biologie de l'espèce et implications

Les caractéristiques biologiques des renouées asiatiques rendent ces plantes particulièrement difficiles à gérer et à éradiquer. En Europe, les renouées asiatiques se reproduisent principalement de manière végétative. La reproduction végétative consiste en la production d'un nouvel individu à partir du fragment d'un individu parent de la même espèce, sans recours à la reproduction sexuée. Les rhizomes (tiges souterraines) de renouée du Japon sont capables : 1) de s'étendre sur 15 – 20 mètres autour du pied-parent 2) de montrer une extension latérale annuelle supérieure à 1 m 3) de s'ancrer dans le sol jusqu'à 7 mètres de profondeur et 4) de générer un nouvel individu à partir de quelques grammes. La reproduction végétative peut également se produire au niveau des nœuds des tiges. Les rhizomes et les nœuds des tiges sont donc les éléments de propagation principaux de ces espèces en Europe. Ces grandes capacités de régénération obligent les gestionnaires à prendre toutes les précautions afin d'éviter toute reprise de fragments de rhizomes et/ou de tiges. Une grande attention doit donc être portée aux résidus de gestion.

Le déplacement de terres « contaminées » par les renouées, à l'occasion de travaux de génie civil et rural, est un moyen reconnu de dissémination de ces espèces (Muller, 2004). De plus, les travaux de construction peuvent être fortement affectés par *F. japonica*, qui est capable de causer des dégâts aux revêtements et surfaces dures (Welsh Development Agency, 1994).

2. Gestion des terres contaminées

Les prix renseignés sont donnés à titre indicatif. Il est possible qu'ils varient en fonction des circonstances. Les coûts sont renseignés pour un clone de 100 m² avec 3 m de zone tampon et une excavation sur 3 m de profondeur. La largeur de la zone tampon a été choisie ici à titre illustratif. Idéalement, la zone tampon doit être plus importante, comme expliqué ci-dessous.

2.1. Traitement pré-excavation

Les renouées doivent idéalement être traitées avant l'excavation, afin de les affaiblir. L'utilisation d'herbicides doit être réfléchi en fonction du devenir des terres. Si elles seront utilisées pour du terrassement dans les années proches, l'utilisation d'un herbicide de type persistant est à exclure.

L'agence pour l'environnement (Environment Agency UK, 2009) préconise une application à l'herbicide puis la coupe des tiges au moins deux semaines après l'application. Les tiges sont alors laissées à sécher pour ensuite être brûlées.

Les coûts ont été calculés selon une main-d'œuvre de 36 €/h HTVA ; coût d'une entreprise privée sous-traitante. Les rendements pour la pulvérisation et l'injection sont respectivement de 74,2 m²/h et de 88 m²/h. La dose de produit considérée est de 8 L/ha, à un prix de 14,5 €/L HTVA de produit (Round-up, chiffre 2009). Le rendement de la fauche est de 21 m²/h en moyenne. Les rendements sont toutefois fort variables en fonction du clone à gérer (obstacles, pente, exportation, etc.).

Coût pulvérisation : 50 €/100 m² de clone

Coût injection : 42 €/100 m² de clone

Coût d'une fauche unique avec mise en tas : 170 €/100 m² de clone

2.2. Excavation

Dans la littérature, les rhizomes de renouée du Japon sont renseignés comme pouvant aller jusqu'à une profondeur de 7 m. D'après les observations réalisées par l'Unité Biodiversité et Paysage, il semble que la plupart des clones n'atteignent pas une telle profondeur. Si la renouée du Japon s'étend naturellement sur de nouveaux sols ou si des éléments de propagation sont jetés à même le sol, les rhizomes vont rarement au-delà de 3-4 m de profondeur. Au contraire, si les déchets de renouée ont été déposés dans le fond d'une décharge où il y a accumulation continue de matière pendant plusieurs mois ou années, ils peuvent se retrouver enterrés à plus de 3 m et être toujours viables (Environment Agency UK, 2009). Des sondages de reconnaissance ont été effectués en 2011 sur un chantier BESIX le long de la nouvelle ligne RER Louvain-Bruxelles dans le but d'estimer la profondeur des rhizomes et le cubage de terres à excaver. Dans ce cas précis, ces sondages ont montré une profondeur maximale des rhizomes de 1,8 m. Les rhizomes s'étendaient jusqu'à une distance latérale de 6 m depuis les parties aériennes du clone.

Lors de l'excavation des terres, une zone tampon doit être considérée autour du clone concerné, afin de maximiser les chances d'excaver l'entièreté du clone. La largeur de cette zone doit idéalement être déterminée au cas par cas, à l'aide de sondages pré-excavation.

Une des techniques proposées dans la littérature préconise une excavation sur 3 mètres de profondeur, avec une zone tampon de 7 mètres autour du clone de renouée (Delbart & Pierret, 2009).

Les engins ayant servi à l'excavation de terres contaminées par les renouées asiatiques doivent être soigneusement nettoyés sur le site contaminé (pneus, chenilles, etc.) afin d'éviter toute dispersion involontaire lors du déplacement ultérieur de ces engins.

Pour rappel, les coûts calculés ci-dessous sont considérés pour un clone de 10 m sur 10 m avec 3 m de zone tampon (il s'agit donc d'une zone de 16 m de côté) et une excavation sur 3 m de profondeur. Le cubage considéré est donc de 768 m³, ce qui correspond à 1536 T de terre si l'on considère une densité de 2 kg/dm³. Les coûts d'excavation pris en compte sont de 4,5 €/T.

Coût estimatifs d'une excavation: 6900 €/100 m² de clone

2.3. Méthodes de gestion

a) Exportation vers un site de dépôt

Si le stockage des terres contaminées est envisagé et qu'il n'est pas réalisable sur le site-même, les terres devront être amenées sur un site autorisé. Cette méthode est toutefois fortement déconseillée. Dans le cas où elle est inévitable, il est conseillé de traiter le clone au glyphosate deux semaines avant l'excavation afin de diminuer la vitalité des rhizomes (Environment Agency UK, 2009).

Le transport des terres contaminées du site d'excavation jusqu'à leur lieu de traitement ou de stockage doit se faire avec le plus grand soin, afin d'éviter toute dissémination. Les terres contaminées devront être soigneusement bâchées pour leur transport. Les camions doivent être remplis au maximum jusqu'à 20 cm du bord (Environment Agency UK, 2009). Idéalement, le véhicule (pneus, etc.) doit être nettoyé avant de quitter le site d'origine des terres.

Les coûts d'exportation pris en compte sont de 12 €/m³. Si les terres contaminées sont considérées comme des déchets de classe 2 et traitées en CET, il faut compter une majoration de 120 €/T.

Coût exportation: 9200 €/100 m² de clone

Coût exportation en CET : 193500 €/100 m² de clone

L'exportation vers un CET tend à être interdite. Cette solution ne sera dès lors plus à envisager.

b) Enfouissement

Parmi les diverses méthodes de gestion des terres excavées contaminées par les invasives, l'enfouissement semble offrir de meilleures garanties sur le long terme. La profondeur d'enfouissement dépend de l'alternative choisie (voir ci-dessous). Trois alternatives d'enfouissement sont mentionnées, afin de garantir une certaine efficacité et ainsi d'éliminer (minimiser), toute reprise inopinée des rhizomes. Le choix d'une alternative dépendra des contraintes du site de stockage mais aussi des moyens disponibles. Ces trois alternatives sont : 1) enfouissement à plus de 10 m, 2) enfouissement entre 5 et 10 m avec pose d'une membrane anti-racines sur le dessus de la terre contaminée par les rhizomes de renouée 3) enfouissement à moins de 5 m avec encapsulage complet dans une membrane anti-racines.

Enfouissement à plus de 10 m

L'enfouissement à plus de 10 m de profondeur (Bond & Turner, 2006) semble être la technique la plus simple et ne demande pas une main-d'œuvre qualifiée. Cependant, les propriétés du sol du site de stockage ne permettent pas toujours une excavation à une telle profondeur.

Les coûts ci-dessous supposent un site d'enfouissement de 10 m sur 10 m de côté. Le dessus des terres contaminées doit être à minimum 10 m de profondeur. Ainsi, le cubage à excaver comprend la place pour les terres contaminées (768 m³) et les 1000 m³ qui se trouveront au-dessus (10 m sur 10 m sur 10 m). Les coûts d'excavation pris en compte sont toujours de 4,5 €/T.

Coûts enfouissement à 10 m : 15900 €/100 m² de clone.

Enfouissement entre 5 et 10 m

L'enfouissement à plus de 5 m de profondeur (Environment Agency UK, 2009) nécessite la pose d'une membrane anti-racines sur le dessus du tas de terres contaminées enfoui. Ainsi, par horizon de sol du plus profond au moins profond se trouveront : la terre contaminée par les rhizomes de renouée, la membrane anti-racines (horizontalement) et les 5 m ou plus de terres saines. La membrane doit être suffisamment robuste et ainsi résister à la perforation par les rhizomes de renouée. En effet, sous certaines conditions, les rhizomes de renouées sont capables de percer un mur ou une route macadamisée. Plusieurs membranes anti-racines convenant à la gestion des renouées asiatiques sont mentionnées sur *Internet* : Dendro Scott, Hy-Tex Root Barrier C3, ROOT X, etc. La membrane ROOT X semble être la plus adaptée car perméable à l'eau ; empêchant ainsi tout mouvement de terrain. Une membrane aux propriétés mécaniques similaires peut être envisagée sur les chantiers. Plus d'informations sur ces membranes sont disponibles ci-dessous. Selon un contact avec l'« Environment Agency » (Royaume-Uni), la profondeur de 5 m est basée sur les observations de terrain.

Les coûts ci-dessous supposent un site d'enfouissement de 10 m sur 10 m de côté. Le dessus des terres contaminées doit être à minimum 5 m de profondeur. Ainsi, le cubage à excaver comprend la place pour les terres contaminées (768 m³) et les 500 m³ qui se trouveront au-dessus (5 m sur 10 m sur 10 m). Les coûts d'excavation pris en compte sont toujours de 4,5 €/T. Par sécurité, la membrane anti-racines est considérée avec 2 m de plus de chaque côté (14 X 14 m). Le prix de la membrane anti-racines est de 3 €/m² (Hy-Tex, chiffre 2007 pour entre 100 et 400 m² de membrane, sans coûts d'exportation).

Coûts enfouissement à 5 m : 11400 €/100 m² de clone

Coûts membrane anti-racines : 590 €/100 m² de clone

Enfouissement à moins de 5 m

L'enfouissement à moins de 5 m de profondeur nécessite l'« emballage » complet (encapsulage) des terres contaminées dans une membrane anti-racines (cf. enfouissement entre 5 et 10 m). La capsule doit être recouverte d'une couche de 2 m de terre. La mise en place d'un tel dispositif semble réalisable mais relativement plus fastidieux et coûteux que les deux autres alternatives. Les modalités d'encapsulage sont décrites dans « The knotweed code of practice » (Environment Agency UK, 2009).

Les coûts ci-dessous supposent un site d'enfouissement de 16 m sur 16 m avec une profondeur d'enfouissement de 2 m. Ainsi, le cubage à excaver comprend la place pour les terres contaminées (768 m³) et les 512 m³ qui se trouveront au-dessus (2 m sur 16 m sur 16 m). Les coûts d'excavation pris en compte sont toujours de 4,5 €/T. La membrane anti-racines

a été calculée comme devant faire 36 X 42 m pour encapsuler le volume de terres contaminées. Le prix de la membrane anti-racines est de 2,75 €/m² (Hy-Tex, chiffre 2007 pour plus de 400 m² de membrane, sans coûts d'exportation).

Coûts enfouissement à moins de 5m: 11500 €/100 m² de clone

Coûts membrane anti-racines (type Hy-Tex) : 4140 €/100 m² de clone

Remarques

Les coûts calculés pour les différentes méthodes d'enfouissement prennent en compte uniquement l'excavation nécessaire préalablement à l'enfouissement, à l'endroit où les terres contaminées seront enfouies. Les coûts du dépôt des terres contaminées dans le site d'enfouissement et le remblai de celui-ci sont difficiles à estimer. Ils doivent toutefois être largement inférieurs à ceux de l'excavation. Dans certains cas, la mise en place d'une rampe d'accès pour les camions se déchargeant de la terre peut s'avérer nécessaire. Les coûts pour l'excavation et le remblai de cette rampe d'accès ne sont pas pris en compte.

Afin de réduire les risques de reprise, les rhizomes peuvent être affaiblis avant l'enfouissement. Les techniques conseillées pour cela sont une application préalable d'herbicide sur le clone ou un broyage. Les coûts et les modalités d'application d'herbicide sont les mêmes que précisés au paragraphe 2.1. Les coûts du broyage sont de 4 €/T.

Coût pulvérisation : 50 €/100 m² de clone

Coût injection : 42 €/100 m² de clone

Coût concassage : 6140 €/100 m² de clone

Il a été fait état de rhizomes de renouée du Japon toujours viables après 20 ans. Ainsi, il est important de considérer la gestion sur le long terme. Le site d'enfouissement doit être clairement identifié et non perturbé. Un suivi régulier du site doit idéalement être effectué.

Membranes anti-racines

Les informations disponibles sur les membranes anti-racines convenant à *Fallopia japonica* sont peu nombreuses et généralement incomplètes. De plus, aucun rapport scientifique faisant état de tests de comparaison d'efficacité de plusieurs membranes à caractéristiques différentes n'est mentionné. Ainsi, il est possible que des membranes à caractéristiques mécaniques plus faibles suffisent pour le contrôle de l'expansion des rhizomes de la renouée du Japon. Aucune assurance ne pouvant être donnée par rapport à cela, il est plus sûr de recommander l'usage de membranes à caractéristiques égales ou supérieures à celles spécifiquement citées pour le traitement de la renouée du Japon.

Les caractéristiques générales suivantes sont recommandées quant au matériau constituant la membrane servant à contrôler l'expansion des rhizomes de renouée du Japon (Environment Agency UK, 2009):

- il doit être utilisable sans subir de dommages,
- il doit être disponible en pièces de grandes tailles afin de minimiser le nombre de jointures,
- il doit pouvoir être fermé de façon sécurisée,
- il doit rester intact pendant au moins 50 ans (résistance aux alcalis dans le sol, etc.),
- il doit résister aux UV si exposé au soleil.

La manière de disposer la membrane est également citée comme de la plus grande importance. Le nombre de joints doit être minimal car ils constituent des zones de faiblesse où les rhizomes pourraient s'introduire plus facilement. Idéalement, la membrane anti-racines doit être constituée d'une seule pièce. Une durée de vie de plus de 50 ans est recommandée car la renouée du Japon est citée comme pouvant rester à l'état de dormance pendant plus de 20 ans (Environment Agency UK, 2009).

Différentes membranes anti-racines sont proposées sur le marché. Ces membranes ne sont généralement pas spécifiquement conçues pour le traitement de la renouée du Japon. Deux membranes sont par contre mentionnées comme adaptées pour la renouée du Japon : Root X et Dendro-Scott Root Barrier. Elles sont recommandées pour leurs caractéristiques mécaniques élevées.

Ci-dessous se trouvent les informations plus particulières aux deux membranes recommandées pour le traitement de la renouée du Japon.

Dendro-Scott Root Barrier : Cette membrane anti-racines est celle recommandée par l'agence pour l'environnement du Royaume-Uni (Environment Agency UK, 2009). Il est mentionné que pour être efficace de manière permanente, la membrane doit être imperméable à l'eau. Une garantie d'espérance de vie technique de plus de 50 ans est donnée par la société qui fabrique la membrane (Tencate), sous des conditions de sol normales, avec une installation correcte et aucune exposition aux UV. Les caractéristiques techniques plus détaillées ne sont pas fournies.

Root X : La membrane Root X est un géocomposite lié mécaniquement et constitué d'une feuille de cuivre de 18 µm d'épaisseur incluse entre deux couches de géotextile. Les caractéristiques techniques de la membrane Root X (Water-Lines Solutions) sont renseignées dans le tableau suivant :

Masse par unité de surface (en moyenne)	g/m ²
Couche de base	100
Couche intermédiaire (cuivre)	150
Couche supérieure	200
Total	450
Propriété mécaniques	
Résistance à la traction MD	≥ 12 kN/m
Résistance à la traction CD	≥ 12 kN/m
Epaisseur	≥ 2.0 mm
Perméabilité à l'eau	> 3.3 x 10 ⁻⁶ m/s

c) Enfouissement et pulvérisation combinés (Child *et al.*, 1998 ; Child & Wade, 2000)

Child *et al.* proposent une méthode d'enfouissement à maximum 0,5 m de profondeur combinée à de la pulvérisation au glyphosate des rejets (1800 g/ha de glyphosate sous sa forme acide soit l'équivalent de 4L/ha de Roundup MAX). Une simple application d'herbicide donne de bons résultats : une diminution de 93% de la densité de tiges est observée. Une seconde application permet une diminution de 98%. Le traitement total avec deux applications d'herbicides se fait sur 18 mois.

La hauteur de la zone d'enfouissement ne doit pas excéder 0,5 m. Le but est de concentrer les rhizomes en surface. Ainsi, ils produisent de nombreux rejets, qui sont ensuite contrôlés par herbicide (une ou deux applications), ce qui permet d'affaiblir les rhizomes. Le but est que les rhizomes produisent un maximum de feuilles pour qu'une plus grande surface puisse être atteinte par l'herbicide. Si les rhizomes sont enterrés plus profondément, ils entrent en dormance et reprennent leur croissance une fois le stockage terminé. La zone de stockage doit être isolée de 18 mois à 2 ans. Il est conseillé de la perturber afin d'amener les rhizomes dormants à la surface pour s'assurer que l'entièreté a bien été traitée. Le site de stockage doit se situer à une distance minimale de 50 m des cours d'eau. Si possible, le site de stockage doit être muni d'une barrière anti-racines pour éviter la dispersion du matériel stocké (Environment Agency UK, 2009).

Coût enfouissement + 2 pulvérisations : 1550 €/100 m² de clone (Child *et al.* 1998)

Le coût renseigné considère une profondeur d'excavation de 2 m et non de 3 m comme il a été considéré pour les autres cas.

d) Criblage et incinération

Il s'agit de séparer la fraction terre saine de la fraction rhizomes, par tamisage. Une société anglaise propose cette méthode par l'utilisation d'une machine conçue pour les terres contaminées par la renouée du Japon : la méthode Xtract™ (Environet, 2009). Le sol sain peut ensuite être valorisé. Les rhizomes quant à eux doivent être gérés. La société Environet propose de les incinérer dans une chaudière à biomasse qui produit de la chaleur et de l'eau chaude.

Remarque pour la méthode Xtract :

- Le temps de traitement n'est pas renseigné. La seule mention à ce sujet stipule qu'il peut s'agir de jours ou de semaines, dépendant de la quantité de matière à traiter.
- La maille du tamis qui permet de séparer les rhizomes de la terre saine n'est pas renseignée. Si des fragments de rhizome de taille suffisante pour permettre la reprise sont présents dans la fraction de terre considérée comme saine après le passage dans la machine, la terre doit encore être considérée comme contaminée.
- L'efficacité du tri n'est pas renseignée. Sur les photos, deux hommes sont présents à la sortie de la machine. Si le tri n'est pas parfait, la terre peut encore être considérée comme contaminée.
- Si la charge caillouteuse des terres excavées est trop importante, est-il envisageable de traiter directement les terres par cette méthode ou faut-il séparer la fraction « terre-rhizome » de la fraction caillouteuse. Dans ce cas, l'usage d'une autre machine serait nécessaire (*e.g.* cribleuse industrielle).
- Une garantie de 20 ans sans reprise de renouée du Japon est mentionnée sur leur site Internet.

Les coûts de la méthode Xtract ne sont pas renseignés. Les coûts d'un criblage sont de 3 €/T.

Coût criblage : 4600 €/100 m² de clone

e) Compostage

Le compostage pourrait être une solution au problème des terres contaminées. Deux solutions s'offrent alors. Soit le compostage est directement réalisé sur l'ensemble « terre contaminée + rhizomes ». La grande proportion de terre ne devrait pas poser problème au processus. Mais dans ce cas, le produit obtenu après compostage ne pourra pas être valorisé en tant que compost, la fraction de terre y étant trop élevée. Par contre il pourrait toujours être valorisé en tant que « terre enrichie » (Schmitz, comm. pers.). La deuxième solution est de réaliser préalablement au compostage un tamisage afin de séparer les rhizomes de la terre. Dans ce cas, le compostage se fait uniquement sur la fraction rhizomes.

Cette méthode de traitement doit encore être testée, son efficacité ne peut donc pas être renseignée.

Les coûts de compostage considérés sont de 45 €/T.

Coût compostage : 69 100 €/100 m² de clone

2.4. Traitement des terres polluées chimiquement

En Belgique, il n'existe pas de traitement adapté à la problématique des terres contaminées par les plantes invasives. A contrario, il existe divers traitements pour les terres polluées chimiquement. Ces traitements pourraient peut-être convenir aux terres contaminées par les plantes invasives mais aucun test n'a encore été réalisé à ce propos. L'efficacité de ces traitements sur les rhizomes de renouées asiatiques est donc inconnue.

a) Stérilisation du sol

Des produits chimiques tels que le méthyl bromide sont utilisés à cette fin (Child & Wade, 2000). Aucun prix n'est renseigné à ce sujet.

b) Traitement à l'azote liquide

Le sol contaminé est traité à l'azote liquide (Child & Wade, 2000).

Les prix indiqués sont basés sur un prix de 1,1 €/L d'azote liquide et une dose nécessaire de 1150 L/m³ (1000-1300 L) de terre. La température de congélation du sol est de -10°C, ce qui ne suffit peut-être pas à dévitaliser les rhizomes.

Coût traitement à l'azote liquide : 970 000 €/100 m² de clone

c) Chaulage

Le coût du chaulage est considéré avec une application de chaux de 2%. A un prix de 125 €/T de chaux, cela revient à 2,5 €/T de terre. Le prix du chaulage en lui-même est de 7,5 €/T.

Coût chaulage : 15 360 €/100 m² de clone

d) Désorption thermique

Le coût de la désorption thermique considéré est de 65€/T.

Coût désorption thermique : 99 800 €/100m² de clone

2.5. Précautions de gestion

Plusieurs précautions à respecter scrupuleusement lors du chantier sont détaillées ci-après :

- Lors de l'excavation, vérifier si tous les rhizomes ont été effectivement extraits, sans quoi la gestion est vouée à l'échec étant donné les capacités de régénération des rhizomes de renouées asiatiques ;
- Lors de l'excavation, inspecter les roues de la grue et du camion-benne après chaque sortie du site envahi et retirer systématiquement toutes terres présentes sur les roues soit manuellement soit par la mise en place d'une aire de lavage de roue mobile. Prélever les terres récoltées dans le camion-benne ;
- Bâcher et vérifier l'étanchéité du camion-benne lors de l'évacuation ;
- Appliquer les mêmes précautions sur le site d'enfouissement ;
- S'assurer que les terres de remplacement soient saines de rhizomes de renouée asiatique ;
- Ne pas perturber le site d'enfouissement pendant plusieurs décennies (20 à 50 ans). Par précaution et dans la mesure du possible, placer un panneau indiquant que la zone a été remblayée avec des terres contenant des rhizomes de renouées ;
- Effectuer un suivi des résidus de gestion des terres contaminées afin de suivre les reprises et de pouvoir y remédier le plus vite possible.

3. Conclusion

Nous rappelons que le présent document constitue une synthèse de l'information existant dans la littérature. Il ne contient en aucun cas une prise de position quant à l'efficacité de ces méthodes de traitement ni par rapport au choix d'une de ces méthodes.

L'impression qui ressort des recherches effectuées sur le traitement des terres contaminées par les renouées asiatiques est un manque général de précisions sur ces méthodes. Beaucoup de ces traitements sont proposés par des entreprises privées (membranes anti-racines, Xtract, etc.) qui semblent profiter de l'opportunité commerciale provoquée par la problématique. Les présentations des méthodes ont l'air de s'axer principalement sur le côté attractif et publicitaire et il semble y avoir peu de données scientifiques à l'appui des techniques proposées. La littérature scientifique faisant acte de tests de traitements de terres contaminées fait cruellement défaut.

Au cours de cette synthèse bibliographique, différentes questions, sans réponse connue, ont été identifiées :

Concernant le compostage des parties aériennes:

- Quel pourcentage de déchets de renouées peut-on inclure dans des déchets verts mis à composter ?
- La qualité du compost réalisé avec des déchets de renouée sera-t-elle la même que celle d'un compost classique ?
 - La composition en azote et en nutriments du compost réalisé avec des déchets de renouée sera-t-elle la même que celle d'un compost classique ?
 - Le compost réalisé avec des déchets de renouée présente-t-il des propriétés allélopathiques ?

Concernant l'excavation des terres contaminées :

- Un traitement pré-excavation est-il utile ? Si oui, lequel ?
- A quelle profondeur faut-il excaver pour extraire l'entièreté des rhizomes ?
- A quelle distance latérale du clone faut-il excaver pour extraire l'entièreté des rhizomes (zone tampon) ?

Concernant la technique du criblage et de l'incinération :

- Dans la masse de terres contaminées et excavées, quelles sont les proportions de rhizomes, de cailloux et de terre ? Cette information est déterminante pour le choix de la technique de criblage.
- Comment séparer les rhizomes des cailloux, rochers ou dalles qui pourraient être de la même taille ?
- Que faire de la fraction qui contiendrait éventuellement à la fois des rhizomes et des cailloux (parce que mêmes dimensions) ? Peut-elle être mise à incinérer ?

Concernant la technique du compostage des terres contaminées :

- Faut-il effectuer un criblage au préalable, afin de ne mettre que la partie « rhizomes » à composter ou faut-il mettre l'entièreté des terres contaminées à composter ?
- Si pas de criblage préalable, quel est le pourcentage de cailloux et de terre qui peut être inclus pour le compostage ?
- Quel pourcentage de rhizomes peut-on inclure dans des déchets verts mis à composter ?
- La qualité du compost réalisé avec des rhizomes de renouée sera-t-elle la même que celle d'un compost classique ?
 - La composition en azote et en nutriments du compost réalisé avec des rhizomes de renouée sera-t-elle la même que celle d'un compost classique ?
 - Le compost réalisé avec des rhizomes de renouée présente-t-il des propriétés allélopathiques ?

Concernant l'enfouissement et la pulvérisation:

- A quelle « superficialité » enfouir la terre contaminée dans le cas de ce traitement ?
- Quelle est l'efficacité de cette technique ?

Concernant l'enfouissement :

- A quelle profondeur enfouir les terres contaminées ?
- Faut-il combiner l'enfouissement à l'utilisation d'une membrane anti-racines ?

Concernant le traitement des terres polluées chimiquement :

- Quelle est l'efficacité de ces techniques sur les rhizomes de renouée ?

Ces questions sont synthétisées à la Figure 1.

TRAITEMENT DES TERRES	
Partie aérienne : fauche	Partie souterraine : excavation <ul style="list-style-type: none">- traitement pré-excavation?- profondeur?- zone tampon?
<ul style="list-style-type: none">- incinération- compostage:<ul style="list-style-type: none">• % renouée?• qualité : N + nutriments?• qualité : allélopathie?- sur site	<ul style="list-style-type: none">- criblage + incinération :<ul style="list-style-type: none">• charge rhizomes/cailloux?• comment isoler rhizomes?• fraction cailloux + rhizomes?- compostage:<ul style="list-style-type: none">• criblage:<ul style="list-style-type: none">▪ charge rhizomes/cailloux?▪ comment isoler rhizomes?▪ fraction cailloux + rhizomes?• % cailloux?• % renouée?• qualité : N + nutriments?• qualité : allélopathie?- enfouissement<ul style="list-style-type: none">• avec pulvérisation :<ul style="list-style-type: none">▪ superficialité?▪ efficacité sur rhizomes?• sans pulvérisation :<ul style="list-style-type: none">▪ profondeur?- traitement des terres polluées<ul style="list-style-type: none">• efficacité?

Figure 1. Questions soulevées par rapport aux terres contaminées par les plantes exotiques invasives.

Rappelons enfin que le traitement des terres sur le site-même est la meilleure solution. Il réduit le risque de dispersion de la plante lors du transport, réduit le coût associé à l'exportation et diminue le besoin d'importer des terres saines pour réhabiliter le site contaminé. Le suivi de gestion est également facilité (Child & Wade, 2000).

Références bibliographiques

- BIMOVA K., MANDAK B. & PYSEK P. [2001]. Experimental control of *Reynoutria* congeners: a comparative study of a hybrid and its parents. In: Brundu G., Brock J., Camarda I., Child L. & Wade M. (eds.). *Plants Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management*, pp 283-290.
- BOLLENS U. [2005]. *Bekämpfung des Japanischen Staudenknoterichs (Reynoutria japonica, Syn Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decraene, Polygonum cuspidatum Sieb et Zucc.)*. Literaturreview und Empfehlungen für Bahnanlagen. Umweltmaterialien Nr. 192. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern. <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpEGJoax.pdf>. 44 pp.
- BOND W. & TURNER R. [2006]. *The biology and non-chemical control of Japanese knotweed (Fallopia japonica (Houtt))*. <http://www.organicweeds.org.uk>. 5 pp.
- CHILD L., WADE M. & WAGNER M. [1998]. Cost effective control of *Fallopia japonica* using combination treatments. In: Starfinger U., Edwards K., Kowarik I. & Williamson M. (eds). *Plants Invasions; Ecological Mechanisms and Human Responses*, pp 143-154.
- CHILD L. & WADE M. [2000]. *The Japanese knotweed manual*. Packard Publishing Limited. Chichester, 123 p.
- DELBART E. & PIERRET N. [2009]. *Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne : description et conseils de gestion*. DGARNE-SPW & Laboratoire d'Ecologie (FUSAGx), Gembloux, 76p.
- ENVIRONET. [2009]. *Japanese knotweed: A guide for landowners and developers*. Leaflet. Environet Consulting Ltd, 10pp.
- ENVIRONMENT AGENCY (UK). [2009]. *The knotweed code of practice*. Leaflet. Environment Agency, 36pp.
- FRISSON G. [2010]. *Problématique des terres contaminées par les plantes invasives en Région wallonne et suivi des tests de gestion pour Spiraea spp., Cotoneaster horizontalis et Acer rufrinerve*. Rapport final. 29p.
- MULLER S. (coord.). [2004]. *Plantes invasives en France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 168 p
- PETER SCOTT TREE CARE LTD. Japanese knotweed. The risk to structures is now removed. England, 10p, www.rootbarrier.com.
- WATER-LINES SOLUTIONS LTD. Product specification Root X. England, 1p, www.water-lines.co.uk.
- WELSH DEVELOPMENT AGENCY. [1994]. *Model Tender Specifications for the eradication of Japanese knotweed*. Welsh Development Agency, Cardiff.