

La problématique des renouées asiatiques sur un chantier routier

Analyse bibliographique des techniques de gestion et recommandations pour la gestion d'importants volumes de terres infestées

8 décembre 2020

Crédit photo : © Olivier Brosseau / Terra



Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	30/06/20	Livraison de la première note
V2	15/09/20	Prise en compte des commentaires effectués lors de l'échange téléphonique du 11 septembre 2020
V3	08/12/20	Livraison de la deuxième note
Vf	09/04/21	Fusion des deux notes en un seul document suite à la demande formulée lors de l'échange téléphonique du 07 avril 2021

Récapitulatif de l'affaire	
Objet de l'étude :	La problématique des renouées asiatiques sur un chantier routier - Analyse bibliographique des techniques de gestion et recommandations pour la gestion d'importants volumes de terres infestées
Résumé de la commande :	La DREAL Bourgogne-Franche-Comté a confié au Cerema Centre-Est une étude en deux temps sur les renouées asiatiques dans le contexte du programme d'accélération de l'aménagement à 2 x 2 voies de la Route Centre Europe Atlantique. Dans un premier temps, une analyse bibliographique des méthodes de gestion des renouées asiatiques mettra en évidence les techniques les plus adaptées pour ce chantier autoroutier. Dans un second temps, des recommandations seront faites pour la rédaction des cahiers des charges des terrassements notamment pour les chantiers d'archéologie préventive.
Référence dossier :	Affaire 20-CE-0116
Communicabilité :	<input type="checkbox"/> Libre (avec acceptation préalable du commanditaire dans le contrat) <input type="checkbox"/> Contrôlée (communiquée uniquement avec l'autorisation du commanditaire à posteriori) <input type="checkbox"/> Confidentielle (non référencée dans IsaWeb)
Chargé d'affaire :	Aurore Clavel Département Environnement Territoires Climat – DETC/BE Tél. +33 (0)4 74 27 51 51 / Fax +33 (0)4 74 27 52 52 Courriel : detc.dterce@cerema.fr
Autres membres de l'équipe :	Aurore Clavel
Mots Clés :	Fallopia japonica ; Invasion biologique ; Espèce exotique ; Espèce envahissante ; Technique ; Contrôle de la végétation ; Gestion ; Recommandations ; Cahier des charges

Liste des destinataires

Contact	Adresse	Nombre – Type
GUILLEMAIN Gilles	DREAL Bourgogne-Franche-Comté, TEMIS 17E rue Alain Savary, CS 31269 25005 BESANÇON CEDEX	1 pdf

Sommaire

Contexte de l'étude.....	5
Partie 1 : Analyse bibliographique des techniques de gestion des renouées asiatiques.....	9
1 - La gestion des renouées asiatiques lors les chantiers routiers.....	10
1.1 - Une réglementation en demi-teinte pour cette espèce exotique envahissante.....	11
1.1.1 - L'absence de cadre réglementaire pour sa gestion.....	11
1.1.2 - Mais une réglementation pour les déchets.....	12
1.2 - Les enjeux lors des chantiers routiers.....	14
2 - La gestion des parties aériennes des renouées.....	16
2.1 - Les méthodes écologiques et biologiques.....	16
2.1.1 - La lutte biologique.....	16
2.1.2 - L'utilisation de substances phytotoxiques.....	17
2.1.3 - L'éco-pâturage.....	18
2.1.4 - La concurrence végétale.....	19
2.2 - Les méthodes mécaniques.....	20
2.2.1 - Le bâchage.....	20
2.2.2 - L'arrachage précoce.....	21
2.2.3 - La fauche répétée.....	22
3 - La gestion des parties souterraines des renouées.....	24
3.1 - Les obstacles à la croissance des rhizomes.....	25
3.2 - La purge des terres.....	26
3.3 - Le compactage.....	27
3.4 - Le concassage.....	27
3.4.1 - Technique du concassage/bâchage.....	27
3.4.2 - Technique du criblage/concassage.....	29
4 - Conclusion de la partie 1.....	31
Partie 2 : Recommandations pour la gestion d'important volume de terres infestées par des rhizomes de renouées asiatiques.....	33
1 - Recommandations en phase amont du chantier.....	34
1.1 - Recommandations pour l'archéologie préventive.....	34
1.2 - Recommandations pour la rédaction des marchés publics de terrassement.....	36
2 - Recommandations pour la mise en œuvre de la méthode criblage-concassage....	41
Bibliographie.....	45
Annexes.....	50
Annexe A : Questionnaire aménageur préalable au diagnostic archéologique.....	51
Annexe B : Fiche 0. Espèces envahissantes du classeur « Règlement et sécurité »...	59
Annexe C : Coordonnées de la personne en charge du développement de la méthode criblage/concassage à la CNR.....	61
Table des illustrations.....	62

Contexte de l'étude

La Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Bourgogne-Franche-Comté a confié au Cerema Centre-Est une analyse bibliographique des méthodes de gestion des renouées asiatiques afin de choisir en connaissance de causes la technique la plus adaptée pour le programme d'accélération de l'aménagement à 2 × 2 voies de la Route Centre Europe Atlantique (RCEA).

En effet, elle est le porteur de projet de ce chantier autoroutier qui intéresse notamment le département de la Saône-et-Loire. D'ici 2025, il va permettre le doublement de cet itinéraire européen sur 70 km.

Lors de la première phase de ce chantier, qui a permis la mise à 2 × 2 voies de 35 km entre 2014 et 2019, le coût de la gestion des renouées asiatiques s'est élevé à un million d'euros. En effet, le coordinateur environnemental du projet, la Société d'études et de gestion de l'environnement et des déchets SEGED, recommande d'enfourer les terres infestées à 10 m de profondeur engendrant d'importants coûts de terrassement.

La deuxième phase débutée en 2019, permettra la mise en service de 30 km supplémentaires d'ici 2023 pour un budget de 328 millions d'euros. La troisième et dernière phase assurera un doublement total de l'itinéraire dans ce département en 2025 pour 121 millions d'euros.



DREAL Bourgogne-Franche-Comté

Logo du chantier RCEA en Saône-et-Loire

L'objectif du maître d'ouvrage est de réduire les coûts liés à la gestion des renouées asiatiques lors de la deuxième phase du chantier grâce à un apport de **connaissances théoriques et de recommandations pratiques**. Cette étude se divise donc en deux temps.

Une première partie présente une **analyse et une synthèse bibliographique des méthodes existantes de gestion des renouées asiatiques**, donnant autant que faire se peut des éléments de coûts et de résultats.

La seconde partie décrit, quant à elle, des **recommandations pratiques** sur la gestion d'un volume important de terres infestées par les renouées tant **en amont du chantier** (archéologie préventive et marchés de terrassement) que **durant la mise en œuvre** de la technique de criblage-concassage lors des travaux de terrassement. Ces recommandations n'ont pas pour but d'éradiquer totalement la renouée mais d'**adapter les pratiques de chantier à sa présence**.

Partie 1 : Analyse bibliographique des techniques de gestion des renouées asiatiques

1 - La gestion des renouées asiatiques lors les chantiers routiers

Les renouées asiatiques sont un complexe de trois espèces végétales : la renouée du Japon, la renouée de Sakhaline et la renouée de Bohême, hybride des deux précédentes.

Ce sont des **plantes vivaces herbacées rhizomateuses**. Originaires d'Asie du Sud-Est, elles ont été introduites en Europe au début du XIX^{ème} siècle pour leur intérêt ornemental.

Elles se propagent par la dissémination de graines ou de fragments de tiges ou de rhizomes (tige souterraine vivace, très souvent horizontale, émettant chaque année des racines et des tiges aériennes). Ces fragments sont appelés **propagules**, organe de propagation et de reproduction asexuée. (Dommanget 2014)

C'est ce mode de dissémination qui est le plus efficace pour la plante. En effet, **un seul segment de tige ou de rhizome d'un à deux centimètres** peut permettre la génération d'une nouvelle plantule. (Direction générale de la nature et du paysage 2014)

Sa forme en fourré dense et sa production de longs rhizomes engendre une **grande quantité de biomasse** lors de sa gestion. En effet, chaque opération de fauchage génère plus de 6 tonnes de tiges aériennes par hectare alors qu'on estime que les rhizomes représentent 16 tonnes par hectare. (Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval 2004)



King Rootbarrier Group

Fourré de renouées asiatiques

Les renouées asiatiques font partie des Espèces exotiques envahissantes (EEE). Le chapitre suivant présente la réglementation liée à ce classement, ainsi que les enjeux de leur gestion lors des chantiers routiers.

1.1 - Une réglementation en demi-teinte pour cette espèce exotique envahissante

1.1.1 - L'absence de cadre réglementaire pour sa gestion

Selon la définition de l'Union internationale pour la conservation de la nature, une **espèce exotique envahissante** (EEE) est une espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle (volontairement ou fortuitement) et dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques et/ou économiques et/ou sanitaires négatives. (« Définitions – Principaux termes utilisés pour décrire les invasions biologiques » 2016)

Le règlement européen UE n°1143/2014 du 22 octobre 2014 légifère sur les EEE en interdisant aux États membres l'importation, la culture, la reproduction, la vente ou la remise dans le milieu naturel de toute espèce inscrite sur la **liste des espèces préoccupantes** (49 espèces dont 23 végétales et 26 animales).

Le règlement d'exécution UE n°2016/1141 du 13 juillet 2016 a revu à la baisse le nombre de ces espèces préoccupantes (37 espèces retenues, 14 végétales et 23 animales). Il prévoit des mesures visant à réduire au minimum les dommages causés par les EEE déjà installées. À cette occasion, **les renouées asiatiques ont été déclassées** suite à une étude de risque ayant démontré que la plante est déjà largement répandue en Europe et que les nombreux plans de lutte n'ont pu empêcher sa propagation.

STRATÉGIE NATIONALE relative aux espèces exotiques envahissantes



Première de couverture de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes

En France, la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages transpose ce règlement européen.

Le ministère de l'Environnement, de l'énergie et de la mer s'investit sur ce sujet en publiant le 23 mars 2017 une **stratégie nationale relative aux EEE**. Son objectif général est de

renforcer et structurer l'action collective concernant la prévention et la sensibilisation, la mise en place de dispositifs de surveillance et de réaction rapide, les moyens de gestion sur le long terme, y compris la restauration des écosystèmes, et l'amélioration des connaissances. Elle est accompagnée de **listes supplémentaires** : pour les espèces préoccupantes spécifiques à chacun des territoires d'outre-mer et pour le territoire métropolitain. **Les renouées asiatiques n'apparaissent pas** dans ces listes.(Sarat 2018)

1.1.2 - Mais une réglementation pour les déchets

Après avoir présenté la réglementation pour les déchets au travers de généralités, ce chapitre détaille les techniques de valorisation des déchets ainsi que l'optimisation de celle-ci.

* Une valorisation obligatoire pour les biodéchets

La gestion d'EEE végétale produit des déchets assimilés à des **biodéchets** (R541-8CE). Ces derniers n'étant pas considérés comme des déchets ultimes, la **valorisation organique est obligatoire** (Circulaire Voynet 1998 et L.541-21-1CE). Cette valorisation incombe au producteur ou détenteur de déchets.

La note technique ministérielle¹ relative à la mise en œuvre des opérations de lutte contre les EEE du 2 novembre 2018 précise le devenir de ces déchets : « Les plantes invasives constituent un déchet vert qu'il convient **autant que possible de valoriser soit par compostage soit par méthanisation**, en s'assurant de la destruction complète des propagules potentielles. »

Selon les termes de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), les biodéchets issus des EEE constituent un « gisement ultime diffus », c'est-à-dire que les déchets de renouées asiatiques sont disponibles seulement à certaines périodes et qu'ils ne proviennent pas d'une production dédiée.(ADEME 2007) Ceci explique le peu d'installation dédiée à ces déchets, mais il convient alors de les **intégrer à des filières existantes** de valorisation de matière organique.

L'action 8.4 de la **stratégie nationale** relative aux espèces exotiques envahissantes, propose d'**optimiser la valorisation** des déchets végétaux issus des opérations de régulation des populations.

* Les techniques de valorisation organique

Les techniques de valorisation organique des déchets d'EEE préconisées sont le compostage et la méthanisation.

– le compostage

Selon la définition de l'Agence de la transition écologique, le compostage est un procédé de transformation aérobie de matières fermentescibles dans des conditions contrôlées. Il permet l'obtention d'une matière fertilisante stabilisée riche en composés humiques, le compost. Il s'accompagne d'un dégagement de chaleur et de gaz carbonique.(Ademe 2020)

Les résultats de dissémination des renouées via la filière de **compostage sont très**

1 www.especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2018/11/mtes_181102_note-technique-oprations-de-lutte-eee-signee.pdf

variables et dépendent de la technique de compostage utilisée : conditions du site, durées et nombre de retournements et organisation en tas ou en andains.

Dans **certaines conditions très strictes, le compostage est possible**. Ainsi en 2017, le département de la Savoie a réalisé une expérimentation à grande échelle sur sa plateforme du Grand-Chambéry. Elle démontre qu'il n'y a aucun risque de retrouver des diaspores vivantes (parties d'une plante se séparant de celle-ci et assurant sa multiplication) dans le produit final lorsque la production a lieu sur **huit mois avec deux retournements et des températures élevées** (de l'ordre de 70 °C le premier mois, puis de plus de 55 °C pendant plusieurs jours consécutifs après chaque retournement) **à l'intérieur de l'andain**.(Boyer 2019)



Aquabio

Plateforme de compostage de Chambéry-Le-Vieux

– la méthanisation

Selon la définition de l'Agence de la transition écologique, la méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène, c'est-à-dire en milieu anaérobie. Cette dégradation provoque :

- un produit humide, riche en matière organique partiellement stabilisée, appelé digestat. Il est généralement envisagé le retour au sol du digestat après éventuellement une phase de maturation par compostage ;
- du biogaz, mélange gazeux composé d'environ 50 % à 70 % de méthane, de 20 % à 50 % de gaz carbonique et de quelques gaz traces. Cette énergie renouvelable peut être utilisée sous forme combustive pour la production d'électricité et de chaleur, de production d'un carburant, ou d'injection dans le réseau de gaz naturel après épuration.(Ademe 2020)

Les renouées asiatiques présentent un **pouvoir méthanogène suffisant** (40 Nm³ de méthane par tonne de matière brute) pour être intégrées aux apports des unités de méthanisation existantes. (Le Roux et al. 2016) Une tonne de renouées ainsi valorisée pourrait permettre l'alimentation en électricité d'un réfrigérateur pendant une année. (Guepet et al. 2015)

Cependant, l'Union internationale pour la conservation de la nature UICN **déconseille ce procédé** en raison de la présence de lignine dans ses vieilles tiges. (UICN France 2015b) En effet, **la majorité des unités de méthanisation ne les acceptent pas**, car les matières ligneuses risquent de perturber la digestion des bactéries et d'occasionner des obstructions dans le méthaniseur. (UICN France 2015a)

Il convient donc de rester prudent quant à l'usage de ce type de valorisation.

– d'autres techniques de valorisation tolérées

Lorsque les deux méthodes de valorisation préconisées (compostage et méthanisation) sont impossibles, d'autres techniques peuvent être employées (Lavoie 2017) :

- brûlage sur place sous réserve d'accords locaux ;

- solarisation par ensachage : à l'intérieur de l'ensachage, la chaleur de l'énergie solaire tue les résidus végétaux. Cette technique est limitée à la gestion de petits volumes de déchets ;
- enfouissement simple : il consiste à enfouir les déchets plus profondément que la profondeur maximale qu'ils peuvent naturellement atteindre à partir de la surface. « Pour la renouée du Japon, l'agence environnementale du Royaume-Uni (Environment Agency 2013) recommande une profondeur d'enfouissement d'au moins 5 m, mais il s'agit plus d'une mesure très sécuritaire que d'une profondeur reposant sur des tests expérimentaux. D'autres gestionnaires de l'environnement (Frisson, Delbart, et Mahy 2010) suggèrent une profondeur de 10 m, une mesure nettement exagérée et sans fondement scientifique. À des profondeurs moindres (autour de 5 m), il pourrait être prudent de recouvrir le matériel enfoui avec une géomembrane obstruant tout passage vers la surface des tiges qui pourraient malgré tout émerger des rhizomes (Environment Agency 2013). » ;
- enfouissement avec capsulage : il s'agit d'enfouir sous une couche de sol d'au moins deux mètres des capsules en géomembranes emplies de déchets.

* L'optimisation de la valorisation

Une étude de 2018 analyse **les enjeux et les risques de la valorisation socio-économique** des EEE. Elle présente un retour d'expérience de deux catégories : les mesures incitatives des pouvoirs publics et l'exploitation commerciale. Elle conclut qu'il faut veiller à ce que la valorisation commerciale n'ait pas d'effets négatifs nouveaux, comme le maintien des populations à des seuils d'exploitation durable. (UICN France 2018)

On peut citer **deux exemples français de recherche** de valorisation des renouées asiatiques :

- le dépôt d'un brevet, par le laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés, basé sur l'utilisation des **procyanides** (métabolites secondaires de la famille des flavanols) pour réduire la dénitrification dans les sols et limiter ainsi les intrants azotés pour les cultures et les émissions à effet de serre.
- la production d'un **anti-oxydant** utilisé pour ses effets de ralentissement du vieillissement cellulaire (le resvératrol) à partir de broyat de rhizomes par la société Rhizomex, à destination des laboratoires nutraceutiques et cosmétiques. (Chatel et al. 2019)

1.2 - Les enjeux lors des chantiers routiers

Souvent peu exploitée faute de moyens, la **phase amont** du chantier pourrait permettre de **limiter la propagation** des renouées asiatiques. La quantité de biomasse à traiter en phase travaux serait alors moindre et diminuerait donc le coût de gestion. On pourrait alors envisager d'élaborer un **plan de gestion** dès cette étape (cf. le paragraphe ci-dessous sur la gestion courante).

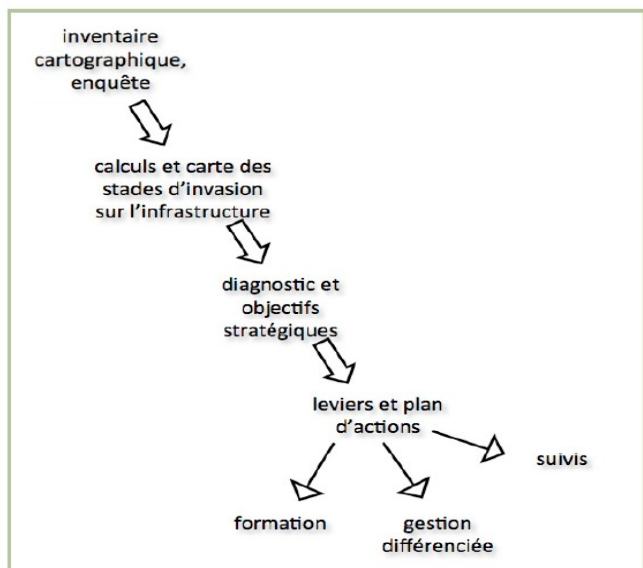
L'enjeu principal **durant le chantier est la préservation des emprises** du chantier. Il convient alors d'**informer** correctement tous les acteurs et de **fixer des recommandations** précises lors des phases de terrassements (le lavage minutieux des engins de chantier dans des aires prévues à cet effet pour limiter la dispersion des propagules vers des chantiers non infestés, origine des matériaux de remblais, gestion des terres infestées, gestion des tiges).

NB : Ces recommandations et des exemples de clauses particulières dans un cahier des charges donneront lieu à un deuxième rapport.

Le **chantier terminé**, la gestion des renouées asiatiques revient à une **gestion courante**

des infrastructures linéaires de transport.

On peut alors s'appuyer sur l'étude « Dynamique paysagère des renouées sur les infrastructures de transport » (Dynarp) qui décrit une méthode d'élaboration de **plan de gestion**. (Boyer et al. 2018) Elle préconise un **choix de méthodes en fonction du stade invasif, des moyens et des objectifs**.

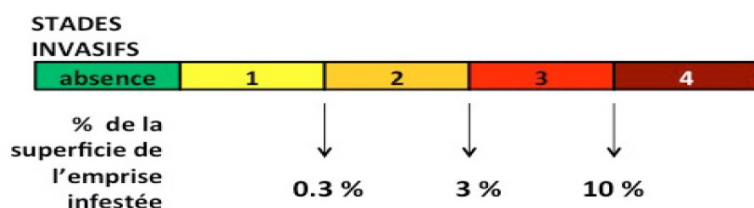


Étude Dynarp

Différentes étapes d'élaboration d'un plan de gestion

Pour ce faire, elle décrit une démarche en cinq étapes :

- inventaire, cartographie, enquête : pour les chantiers d'aménagement, il est recommandé de réaliser un plan détaillé des zones occupées par les renouées asiatiques ;
- calculs et carte des stades invasifs : cette carte traduit le niveau d'invasion, sur une échelle de 0 à 4, des emprises cartographiées mais également les impacts pour chacun des massifs de renouées (sûreté, viabilité, biodiversité, usages) ;
- diagnostics et objectifs stratégiques : la stratégie fixe par secteur des objectifs à atteindre sur la population invasive (stabilisation, recul, disparition) ;
- leviers et plan d'actions : le plan d'action, décrit au travers d'une cartographie et de fiches, précise les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés dans la stratégie ;
- mise en place effective du plan d'action : elle comprend à la fois la gestion différenciée elle-même (technique de gestion adaptée au stade invasif, aux moyens et aux enjeux) mais également la formation des acteurs et le suivi des actions.



Étude Dynarp

Échelle des stades invasifs des renouées asiatiques

Ces enjeux bien identifiés, il convient maintenant de décrire les différentes méthodes de gestion selon qu'elles s'intéressent aux parties aériennes ou souterraines des renouées asiatiques.

2 - La gestion des parties aériennes des renouées

Les parties aériennes constituent seulement un tiers de la biomasse produite, mais cette partie visible est la plus connue des gestionnaires.

Au vu des différentes politiques publiques visant à diminuer l'usage des produits phytosanitaires et à limiter la production de polluants, ce chapitre n'abordera pas les méthodes chimiques et thermiques.

Les différentes méthodes présentées dans ce chapitre nécessitent un à deux cycles végétatifs avant de montrer leur efficacité.

Sur un chantier routier, il convient alors de les utiliser pour limiter les proliférations des renouées asiatiques :

- en phase amont sur la totalité de l'emprise ;
- en phase chantier sur les zones qui ne subiront pas de terrassement ;
- en phase aval sur les dépendances vertes.

Les paragraphes suivants décrivent sept techniques regroupées en deux catégories : les méthodes écologiques et biologiques puis les méthodes mécaniques. Elles sont présentées en fonction de leur fréquence d'utilisation croissante par les gestionnaires. (Plante et cité 2016)

2.1 - Les méthodes écologiques et biologiques

Ces méthodes utilisent des organismes vivants ou leurs dérivés pour lutter contre les renouées asiatiques. Elles tentent d'éradiquer la plante ou au minimum de limiter son invasion.

Quatre techniques : la lutte biologique, l'utilisation de substances phytotoxiques, l'éco-pâturage et la concurrence végétale sont décrites ci-après.

2.1.1 - La lutte biologique

La lutte biologique est l'utilisation d'un organisme auxiliaire pour contrôler d'autres organismes nuisibles. (« Processus écologiques - La Lutte Biologique » s. d.)



Sciences Eaux et Territoires n°15

Psylle du Japon

La psylle du Japon *Aphalara itadori* est le prédateur naturel des renouées asiatiques dans leur aire d'origine. Introduite au Royaume-Uni en 2010, cette espèce s'est effectivement attaquée à la plante les premières années mais ne s'est pas adaptée au climat anglais par la suite. (Renals 2014) (« Et pourtant, c'est une belle plante » » s. d.)

2.1.2 - L'utilisation de substances phytotoxiques

L'allélopathie (ensemble des interactions biochimiques réalisées par les plantes entre elles, ou avec des micro-organismes (Gfeller et Wirth 2017) inhibant la croissance des plantes voisines par les plantes envahissantes n'est plus à démontrer. (Christina et al. 2015) (Chen et al. 2017)

Les renouées asiatiques sont reconnues pour leur inhibition de la communauté des bactéries dénitrifiantes du sol. Elles disposent alors d'une concentration locale importante en nitrate. (Barney et al. 2006)

Plusieurs recherches scientifiques mettent en évidence **plusieurs substances chimiques** qui pourraient de la même manière **se retourner contre** les renouées asiatiques. (Rouified et al. 2019) On peut ainsi citer l'huile essentielle de cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Liéval 2016), des extraits de piment royal *Myrica gale* (Popovici et al. 2011) ou encore des lessivats de bourdaine *Rahmnus frangula* et de sureau yèble *Sambucus ebulus* (Christina et al. 2015).



Tests des effets de lessivats de sureau yèble sur des plantules de renouées

Ces résultats encourageant doivent maintenant être expérimentés sur le terrain afin de prouver leur efficacité dans la lutte contre cette espèce exotique envahissante.

Le Laboratoire d'Écologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LENHA) a expérimenté une fauche sélective mensuelle des renouées associée à la plantation de sureau yèble. Les résultats montrent une réduction de la hauteur des massifs de renouées identique à celle des foyers traités par la même fréquence de fauche, mais surtout une baisse de la densité de tiges par mètre carré. (Conseil départemental Loire 2012)

2.1.3 - L'éco-pâturage

Dans un contexte de recherche de diminution d'utilisation de produits phytosanitaires et de maîtrise des coûts, les retours d'expérience sur l'éco-pâturage dans la gestion des renouées asiatiques sont nombreux. Il **diffère du pâturage** par le fait que l'alimentation des animaux est principalement destinée à entretenir le milieu et non à la production agricole. (Bozec et al. 2019)

Une expérimentation d'éco-pâturage caprin dans la zone humide du « Moulin à papier », en Mayenne, de 2011 à 2014 a permis de mesurer l'efficacité de cette méthode. Les bénéfices sur la densité de tiges ne sont pas significatifs. Par contre, l'**effet sur la hauteur des tiges et la production de biomasse aérienne** est incontestable. (Coudreuse et al. 2015)



Caroline Dechaume-Moncharmont

Pâturage de moutons aux abords d'une voie ferrée

L'éco-pâturage doit avoir lieu sur la **totalité de la période végétative** (du printemps à l'automne) et reconduit sur **plusieurs années**. La présence des animaux dès le début de la période végétative améliore l'efficacité de la méthode. (Delaune et al. 2015)

SCNF Réseau a réalisé une synthèse des cinquante expérimentations conduites sur son réseau depuis 2012. Dans la majorité des cas, la pratique a été confiée à des entreprises privées, mais il existe aussi des partenariats avec des éleveurs locaux ou des associations. **Les moutons et les chèvres de races rustiques** sont les animaux les plus utilisés, souvent en troupeau multi-espèces pour bénéficier de leurs intérêts complémentaires (les chèvres accèdent aux feuilles les plus hautes, alors que les moutons affectionnent les jeunes pousses).

Le **coût comprend l'installation de la clôture et le pâturage** en lui-même. Son amortissement doit être estimé sur plusieurs années. Cependant, le coût du seul pâturage est plus avantageux que celui d'un débroussaillage classique.

Un guide méthodologique, clarifiant le potentiel « éco-paturable » des sites ainsi que les étapes de mise en place, est en cours de rédaction par la direction de SNCF Réseau. (Lelay et al. 2019)

2.1.4 - La concurrence végétale

Le génie végétal comprend toutes les techniques construisant des **ouvrages composés essentiellement de végétaux**, ayant pour but la restauration d'un **écosystème fonctionnel**.

La **concurrence végétale** est l'une de ces techniques. Le milieu est recréé par la plantation d'espèces végétales locales. Une concurrence s'établit entre les deux espèces afin de limiter la propagation de l'espèce envahissante. Il s'agit d'une **technique de contrôle et non d'éradication** des renouées asiatiques. (Adam et al. 2008)

Les renouées asiatiques étant très sensibles à la compétition de lumière, le principe consiste à planter des **herbacées locales** qui créent rapidement une **ombre dense limitant** la pousse de la renouée.

Cette technique comprend systématiquement **trois étapes** :

– la préparation du terrain : au minimum une fauche des renouées présentes qui peut aller jusqu'à l'excavation des rhizomes. La mise en place d'un géotextile est fortement recommandée ;

– la plantation de boutures ou de plants de l'espèce locale choisie ;

– un suivi de la technique : soit par une fauche manuelle sélective sur les trois premières années sur un sol à nu, soit par un arrachage des repousses à travers le géotextile.

Les espèces conseillées sont plutôt des espèces **pérennes** dont l'ombre trouble la repousse annuelle des tiges. (Delbart et Pieret 2010) conseillent ainsi l'utilisation du noisetier *Corylus avellana* ou du saule des vanniers *Salix viminalis*.

Grâce aux prix indiqués sur le site internet (« Les techniques du génie végétal utilisées | Bureau d'Études Industrielles "Énergies renouvelables et Environnement" » s. d.) on peut estimer le coût de cette technique à **28 à 40 €/m²** selon que l'on utilise des boutures ou des plants (géotextile 10 €/m², 3 €/pièce de bouture ou 40 €/m² pour un lit de plant) auquel il faut ajouter les dépenses de suivi sur trois ans.



Fanny Dommangeat (Irislea)

Ouvrage de génie végétal quatre ans après son installation
A) vue d'ensemble
B) vue sous le couvert de saules

Malgré de nombreuses expérimentations locales, il n'existe pas de **protocole méthodologique spécifique** à cette technique. (Dommanget, Évette, et Piola 2019) Toutefois, le retour d'expérience réalisé par l'Irstea sur dix sites expérimentaux plantés en 2011 permet de juger l'efficacité de la technique de bouturage de saule des vanniers. Au bout de quatre saisons, les **saules dominant** les quelques pousses de renouées présentes. La densité des tiges (de 29 à 71 %) et la production de biomasse (de 37 à 99 %) sont significativement réduites. Toutefois, ces résultats encourageants n'ont pu être observés sur les sites où **l'ouvrage végétal a été détruit** par herbivorie (ragondin, castor), par des crues ou par des fauches. (Dommanget et al. 2015)

2.2 - Les méthodes mécaniques

Ces méthodes reposent toutes sur le même principe : une action mécanique limite la pousse des tiges. Elles ne permettent donc pas l'éradication de la plante, mais luttent contre l'invasion des renouées asiatiques.

Les chapitres suivants présentent trois techniques : le bâchage, l'arrachage précoce et la fauche répétée.

2.2.1 - Le bâchage

Le principe du bâchage est double : la pose d'une toile sur le sol permet de **limiter l'apport de lumière** et constitue également une **barrière physique** à la pousse des parties aériennes.

Cette technique est plutôt utilisée pour la gestion de petites taches isolées de renouées asiatiques.



A. Evette / Irstea

Jeune pousse de renouée ayant profité du trou d'une agrafe pour passer la bâche

Elle comprend **quatre étapes** : (Evette 2019)

- la préparation du sol : il consiste à la fauche des tiges au niveau du sol et éventuellement l'arrachage des rhizomes. Il est conseillé d'intervenir à la fin de l'automne.
- la pose de la toile : L'efficacité de cette technique est indépendante du type de toiles utilisées : appelées géotextiles lorsqu'elles sont perméables à l'eau, qu'elles soient biodégradables ou non ; appelées géomembranes lorsqu'elles sont étanches à l'eau et à l'air.

Son efficacité repose sur le respect de deux recommandations : avoir une **emprise** suffisante et assurer l'**étanchéité** du système.

L'extension du rhizome atteint un seuil de quatre mètres. (Fennell, Wade, et Bacon 2018) Les retours d'expériences du terrain s'accordent sur un compromis de deux mètres autour de la tache à traiter.

L'étanchéité du système repose sur : sa résistance au percement, la connexion entre les lés mais également avec les éléments du terrain, sa résistance sur plusieurs années et son bon maintien par ancrage ou lestage.

– l'entretien : il s'agit d'effectuer un suivi des pousses en procédant à l'arrachage au besoin, et à une remise en état de la toile si nécessaire

– le débâchage : la bâche doit rester en place plusieurs années. Certains auteurs préconisent jusqu'à six ans. (McHugh 2006)

Selon un forum de discussion de l'association Rivière Rhône Alpes Auvergne, **le coût de la bâche varie entre 4 et 12 €/m²** auquel il faut ajouter les coûts de préparation, de pose, de suivi et de débâchage. (« Bache pour Renouée du Japon » 2009)

Plusieurs systèmes expérimentaux tentent d'optimiser cette technique. (Evette 2019) Ainsi depuis 2017, SNCF Réseau en partenariat avec DuPont de Nemours et l'Irstea cherche à mesurer l'extension latérale des rhizomes et teste différents systèmes de fixation par agrafe ou entre les lés.

Par ailleurs, après quatre saisons de végétation, la Compagnie nationale du Rhône constate une disparition quasi totale des renouées à l'exception de petites pousses en bordure de bâche. Elle recommande l'utilisation de géotextile synthétique de plus ample largeur qui favorise l'étanchéité du système.

2.2.2 - L'arrachage précoce

La technique de l'arrachage précoce consiste en l'**arrachage des jeunes pousses** à l'aide d'un croc de jardin.

Il est recommandé **six arrachages successifs** dès avril pour les deux premières années d'action, puis un tous les quatre mois durant les trois années suivantes. (Conservatoire Botanique National 2014)

Le coût est uniquement celui du **personnel mobilisé estimé entre 100 et 225 €/an/km** (avec un coût horaire en personnel de 20 à 45 €/h (UICN France 2015b)). Sur le bassin versant du lac du Bourget, la communauté d'agglomération du Grand Chambéry y consacre en moyenne 520 heures/ an pour un traitement d'une centaine de kilomètres de rivières. Chaque année, 250 jeunes plants sont ainsi éliminés. (Cisalb 2017)

Sur le littoral du lac du Bourget, le comité intersyndical pour l'assainissement du lac du Bourget mène ce genre de campagne depuis 2012. La vérification au fil des années montre qu'**il n'y a pas de repousse dans 80 % des cas**. Ce sont 1610 jeunes plants récoltés sur six ans. Mais, on estime qu'ils ont permis d'**éviter l'apparition de 280 massifs supplémentaires** (déperissement du jeune plant dû à l'ennoiement des rivages du lac, concurrence avec d'autres jeunes pousses). (Barthod et Boyer 2019)

L'expérimentation sur plusieurs sites du bassin versant des Gardons après 7 années de travaux montre une diminution très nette des surfaces et de la densité des tiges. L'impossibilité d'extraire les rhizomes profonds ne permet l'éradication que sur quelques sites où l'implantation de la renouée est récente. (Sarat et Reygrobellet 2014)



Cisalb

Arrachage précoce de jeunes pousses

Cette technique est **essentiellement utilisée par les gestionnaires de milieux aquatiques**. En effet, les crues favorisent la dissémination des plantules à l'aval. (Colleran et Goodall 2015)

On peut imaginer que cette technique peu coûteuse soit employée dans d'autres contextes, comme celui d'un chantier routier. En effet, il serait pertinent de surveiller les pousses éventuelles de renouées asiatiques durant le chantier et les années suivantes afin d'intervenir dès l'apparition des jeunes pousses et ainsi les éradiquer avant une installation durable.

2.2.3 - La fauche répétée

Le fauchage est la technique **la plus utilisée** par les gestionnaires. (Plante et cité 2016) Cependant, une fauche annuelle n'a qu'un effet très limité sur la recharge des rhizomes. (Rouifed et al. 2011)

On lui préfère une **fauche répétée** qui limite la recharge des rhizomes. En effet, le stress ainsi généré favorise la repousse des tiges assurant la photosynthèse et accentue l'épuisement du rhizome. (Dommanget 2014) (Barney et al. 2006)

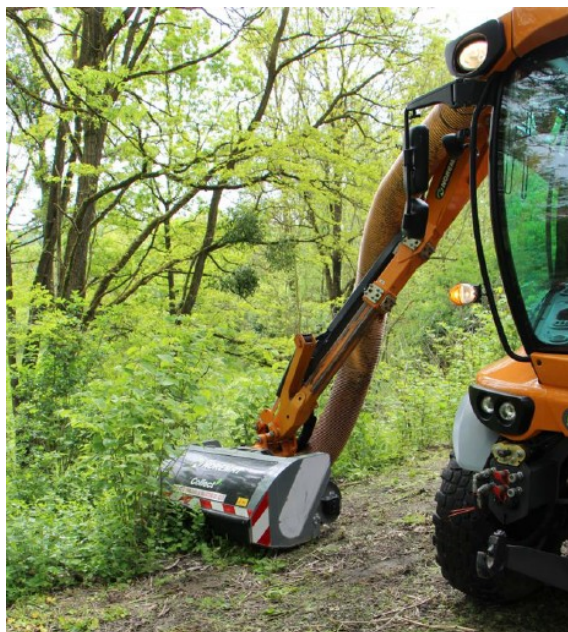
À condition de maintenir une pression suffisante, on obtient une **forte régression** des massifs, voire la disparition de petites populations. (Haury et al. 2014)

La **fréquence** de fauche est à adapter en fonction du but fixé : (Delbart et Pieret 2010)

- éradication : 2 fois par mois, d'avril à novembre ;
- lutte : 6 à 8 fauches par an, durant le printemps et l'été.

Les **moyens** sont à mettre en adéquation avec la surface traitée. On privilégiera ainsi une fauche manuelle à la faux pour les petits massifs et une débroussailleuse pour traiter un long linéaire.

D'après (UICN France 2015b), le coût estimé varie de **0,12 à 2 €/m² par fauchage** selon que la fauche est manuelle ou mécanique et selon si les déchets sont stockés sur place ou exportés (cf. paragraphe 1.1.2).



M. Tehrani / Norem

Fauchage de massifs de renouées asiatiques

Le bureau d'études « Synergie plantes invasives Grand Est Spigest » a expérimenté un fauchage toutes les **5 à 10 semaines** sur trois sites de Meurthe-et-Moselle. Plus la fauche est fréquente, plus la densité de tiges est importante mais leur **hauteur et leur diamètre sont plus faibles**. (Tehranchi 2019)

3 - La gestion des parties souterraines des renouées

Dans les parties souterraines des renouées asiatiques, **seuls les rhizomes sont à traiter**. En effet, les racines ne permettent pas la prolifération de la plante alors que les rhizomes sont le vecteur de propagation le plus efficace (Gowton, Andrew, et David 2016) Les gestionnaires doivent donc apporter une attention particulière à leur gestion.

Plusieurs sources (Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, Concept.Cours.d'EAU.-SCOP, et Tereo 2016) (Boyer 2016) s'accordent sur l'emprise des rhizomes sous un fourré dans un sol naturel : ils sont présents sur **un mètre de profondeur et sur deux mètres en périphérie** du fourré.

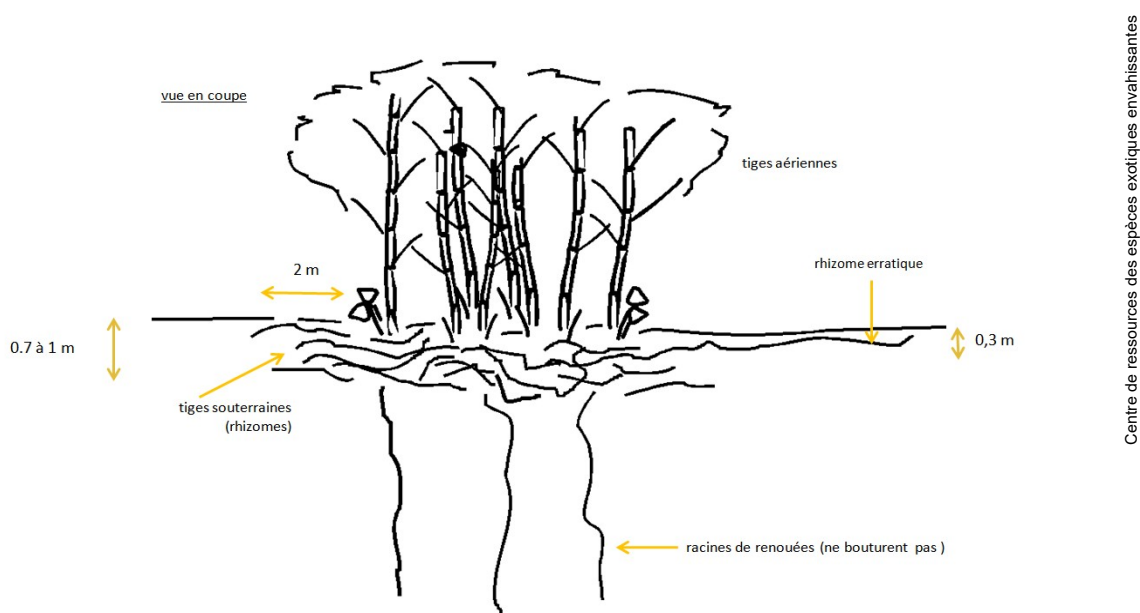
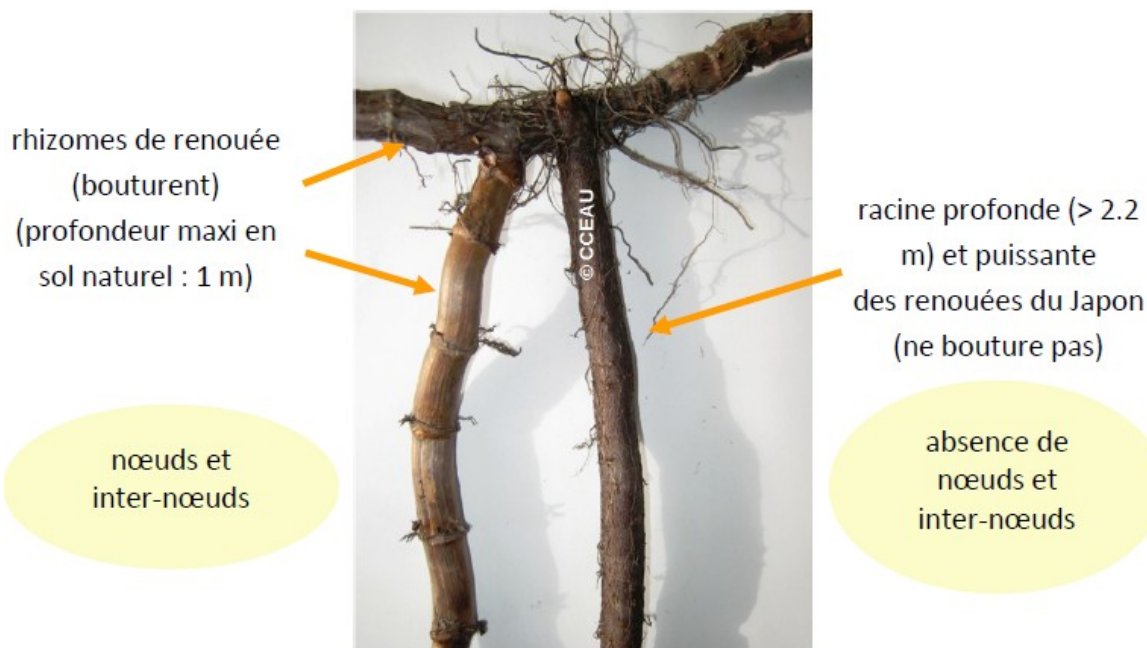


Schéma en coupe des renouées asiatiques

Il convient de ne pas confondre les rhizomes avec les grosses racines des renouées, qui peuvent descendre à plus de deux mètres, mais ne bouturent pas. **Les racines n'ont donc pas besoin d'être purgées.** (Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, Concept.-Cours.d'EAU.SCOPE, et Tereo 2016)



Distinction entre les racines et les rhizomes des renouées asiatiques

Il existe uniquement des méthodes mécaniques pour la gestion des rhizomes que l'on peut distinguer selon l'objectif fixé :

- limiter la prolifération : mise en place d'obstacle à la croissance des rhizomes ;
- décontaminer les terres : purge des terres, compactage, concassage.

3.1 - Les obstacles à la croissance des rhizomes

Le principe est la pose d'un **obstacle physique qui stoppe la croissance souterraine**, à la fois la pousse des racines et des rhizomes.

Plusieurs types d'obstacles peuvent être utilisés : un fossé sec, un fossé en eau, ou un film plastique épais enterré à la verticale. (« Gestion des renouées asiatiques : écrans racinaires » 2016)

L'efficacité de cette technique repose sur la **prise en compte de l'étendue des rhizomes** lors de la pose, et un **suivi annuel** (débroussaillage afin d'éviter l'ensevelissement sous la litière végétale, arrachage précoce des pousses qui pourraient être issues de tiges tombées sur la partie protégée). (Boyer et al. 2018)



Concept cours d'eau

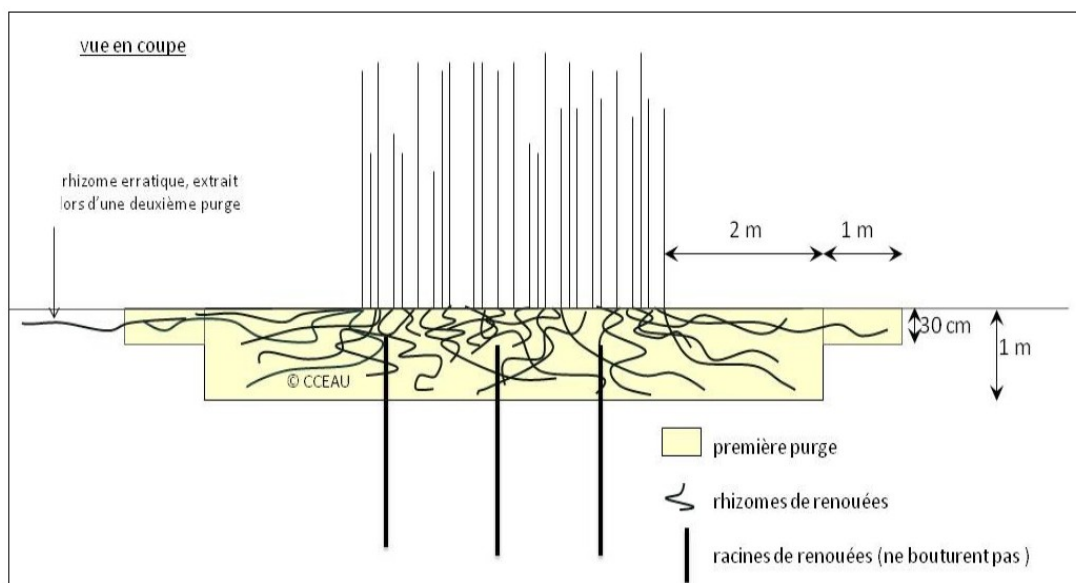
Écran racinaire stoppant la progression souterraine

Un site commercial propose un prix de bâche compris entre **6 et 15 €/m²** en fonction du grammage et de l'épaisseur du produit. (« Barrière anti-racines spéciale bambou - Barrière anti racine » s. d.)

3.2 - La purge des terres

Cette technique consiste à **excaver** les terres infestées puis les **stocker** dans des centres d'enfouissement technique de classe 2, aussi appelés Installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND).

L'excavation s'effectue en deux étapes : un premier décaissement dont l'emprise est décrite ci-dessous, puis extraction des rhizomes erratiques qui auront donné de jeunes pousses dans les mois suivants. Les volumes de terre à extraire sont très faibles lors de cette deuxième opération indispensable. (Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, Concept.Cours.d'EAU.SCOP, et Tereo 2016)



Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Profil de décaissement

Au coût de terrassement et de transport s'ajoute celui de l'enfouissement. Celui-ci est d'environ **100 à 150 € HT/m³**.(Moiroud, Brasier, et Boyer 2019)

Son **efficacité est incontestable** mais en addition de son coût élevé, elle immobilise des terres potentiellement utilisables.(« Base d'informations : Gestion des renouées asiatiques : traitement des terres contaminées » s. d.)

L'expérimentation par le conservatoire d'espaces naturels de l'Isère sur le site de l'étang de Mai en 2017 et 2018 montre la **renaturation** du site (espèces florales et odonates caractéristiques des zones humides). En effet, suite à une excavation des terres infestées sur 1 200 m² (sur 2 mètres de profondeur et 1,5 m de largeur tampon autour des taches de renouées), puis 4 500 m², la nature reprend ses droits sans aucune intervention humaine. Ainsi, en juillet 2019, on assiste à une compétition entre quelques plantes opportunistes, qui ont fait leur apparition sur le terrain nu, et des plantes adaptées au milieu humide apparues légèrement plus tardivement sur le site. Aucune repousse de renouée n'a été observée ni en 2019 (Merlin 2019) ni lors de la récente campagne de suivi de 2020.²

3.3 - Le compactage

Le centre de ressource des EEE décrit **deux expériences** en Savoie de compactage par fines couches pour la gestion d'un important volume en 2008 et 2011.(« Base d'informations : Gestion des renouées asiatiques : traitement des terres contaminées » s. d.)

Le bureau d'études « Concept.cours.d'EAU.SCOP Aquabio » est le seul à employer cette technique et n'a pas publié de détails techniques sur sa mise en œuvre et son coût. Cependant sur un chantier routier, on pourrait envisager d'employer cette méthode pour créer les **couches de forme** de la chaussée.

3.4 - Le concassage

Le principe du concassage est une action mécanique sur les rhizomes visant à réduire leur pouvoir de régénération.

On distingue les deux techniques suivantes présentées selon leur ordre chronologique d'utilisation : le concassage/bâchage et le criblage/concassage.

3.4.1 - Technique du concassage/bâchage

Le bureau d'études « Concept.Cours.d'EAU-SCOP Aquabio » a mis au point depuis 2009 une technique de concassage/bâchage permettant un repositionnement immédiat des terres infestées. (Boyer 2009)

Après décaissement sur un mètre de profondeur en moyenne (Boyer 2009), un concassage du sol endommage les rhizomes, offrant des portes d'entrée aux parasites du sol. Ensuite, un bâchage de 12 à 18 mois favorise le pourrissement total des rhizomes et limite l'apport en lumière nécessaire aux repousses. (Boyer 2013)

Le concassage peut être réalisé à l'aide de deux outils : un godet-cribleur-concasseur ou un broyeur à pierres. **Le rendement est très variable en fonction des outils utilisés pour le concassage et de la nature du sol.**

2 Entretien téléphonique du 08 juin 2020 avec Jean-Luc Grossi, chargé de projets au Conservatoire d'Espaces Naturels de l'Isère

Bien que moins efficaces, les godets-cribleurs-concasseurs sont plus maniables et ainsi plus adaptés aux traitements des petits volumes difficilement accessibles. **Les broyeurs à pierres** sont plus efficaces même s'ils imposent de préparer des couches minces de terre afin de traiter toute la profondeur de terre contaminée. Il est donc **à privilégier pour le traitement de gros volumes**.



Mireille Boyer

Broyeur à pierres

Son **coût moyen** est compris entre **100 et 300 €/m³** de terres traitées auquel il convient d'ajouter le **coût d'installation et de suivi** de la bâche pendant 18 mois pour garantir l'efficacité de la méthode (cf. 2.2.1 Le bâchage).

Le livret 2 du guide de l'UICN présente plusieurs retours d'expérience synthétisés dans le tableau ci-dessous.(UICN France 2015b)

Exemples de sites ayant utilisé la technique de concassage/bâchage

Maitre d'ouvrage	Lieu	Année
Centre de recherche CABI et Concept.Cours.d'EAU (Gerber et Boyer 2012)	11 sites	2005 à 2013
SMAGE Syndicat mixte d'aménagement et de gestion équilibrée des Gardons	Grand Combe	2012
SMAGE Syndicat mixte d'aménagement et de gestion équilibrée des Gardons (Sarat et Reygrobellet 2014)	Gardon d'Alès aval et Gardonnenque aval	2013

Dans la majorité de ces expériences, l'**élimination complète** des plantes a été observée en moins de deux ans à condition que la bâche ne soit pas retirée trop tôt.

3.4.2 - Technique du criblage/concassage

La Compagnie nationale du Rhône (CNR) a développé depuis 2013 une technique de gestion d'un volume important de terre contaminée permettant la **réutilisation immédiate** des terres ou leur mise en décharge dans un centre d'enfouissement technique de classe 3 (coût d'environ 13 €/m³). (Moiroud 2017)

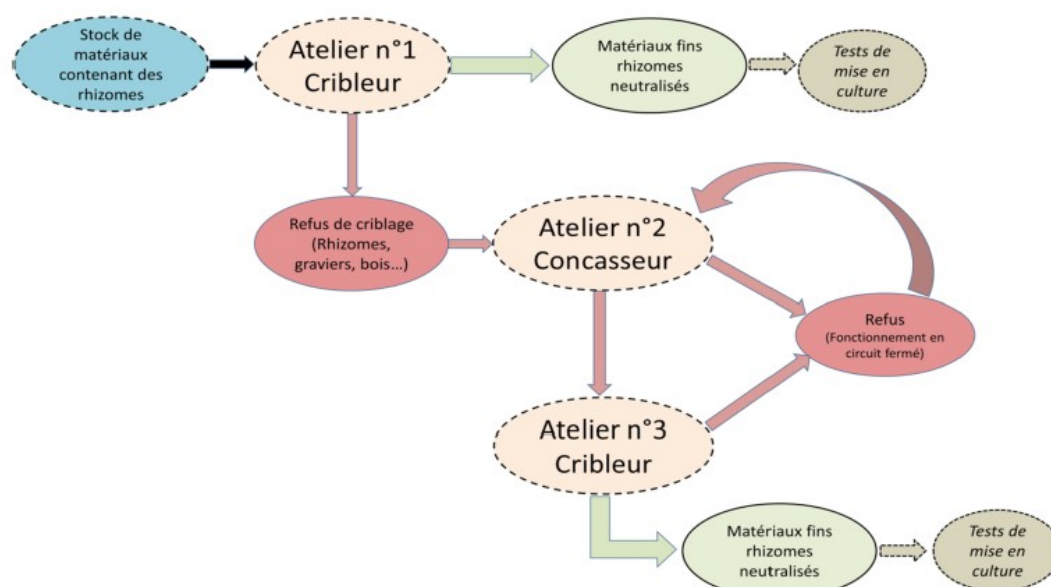
Une première étape de criblage, réalisé avec un tamis rotatif, sépare les matériaux fins et grossiers contenant les rhizomes. La seconde étape utilise un concasseur à percussion afin de réduire les rhizomes à l'état de fibres et de détruire entièrement les nœuds, parties des rhizomes à partir desquelles la plante peut se régénérer.

À chacune de ces étapes, un contrôle semi-quantitatif permet d'ajuster la mise en œuvre de la technique aux caractéristiques du sol et aux conditions du chantier.³

Enfin, après une phase de mise en culture de trois semaines, les matériaux neutralisés obtenus peuvent être utilisés : terre végétale, revêtement de surface, dépôt en centres d'enfouissement technique de classe 3. (Moiroud, Brasier, et Boyer 2019)

Après plusieurs essais sur la maille de criblage et de concassage, il est nécessaire de respecter la **maille de 10 mm** pour ces deux étapes. En effet, cette taille correspond à une dévitalisation suffisante du stock de rhizomes pour empêcher toute repousse.

De même, l'efficacité de la méthode est largement augmentée si l'on utilise un **concasseur à circuit fermé**, c'est-à-dire que tant que les matériaux n'ont pas atteint la fraction de 0/10 mm, ils sont réinjectés dans la chambre de concassage. (Moiroud 2017)



CNR

Synthèse de la technique criblage/concassage

Son **rendement** dépend du **taux d'humidité** du sol, de sa composition, ainsi que de son hétérogénéité notamment sa **proportion de matériel solide**.⁴

3 Entretien téléphonique du 08 juin 2020 avec Christophe Moiroud, responsable du pôle environnement, direction de l'ingénierie de la Compagnie Nationale du Rhône

4 Entretien téléphonique du 13 mars 2020 avec Vincent Delecour du SYAGE

L'humidité diminue le rendement du criblage lorsque les marteaux du godet cribleur se retrouvent saturés de terre collée mais d'un autre côté, l'humidité favorise la prolifération des champignons nécessaires à la dégradation des rhizomes.

Les matériaux solides, comme des pierres, favorisent les blessures sur les rhizomes, ce qui rend la phase de concassage plus efficace. Selon le sol traité, il est possible d'ajouter ces matériaux s'ils font défaut.

Le **coût** de cette technique comprend un **prix fixe d'installation des engins** de chantier sur le site et le **coût de traitement du volume** de terre. Le tableau ci-dessous en donne une approximation à partir d'une dizaine de marchés où les volumes traités étaient compris entre 7 000 et 20 000 m³. Il est difficile d'estimer le coût de traitement d'un volume donné, car le pourcentage de traitement par le criblage dépend du matériau traité (le criblage permet de traiter autour de 50 à 75 % du volume initial de matériaux contaminés). (Moiroud, Brasier, et Boyer 2019)

Coût d'utilisation de la méthode criblage/concassage

Décomposition du prix	Coût HT
Installation du cribleur	1 000 à 1 500 €
Installation du concasseur à circuit fermé	1 200 à 5 500 €
Criblage à 10 mm	5 à 8 €/m ³
Concassage à 0/10 mm	10 à 15 €/m ³
Forfait de contrôle semi-quantitatif et mise en culture des matériaux fins	1 000 à 2 000 €

Source : Sciences eaux et territoires n°27

Le **prix fixe d'installation** des engins limite cette technique à des volumes supérieurs à 3 000 m³ pour le criblage et 5 000 m³ pour le concassage.³

Pour ces volumes importants, l'**aire de travail** doit être suffisamment dimensionnée et peut constituer un frein à l'utilisation de cette technique.

Afin de réduire les coûts, le conservatoire d'espaces naturels de l'Isère entreprend la mise en place d'une **filière spécialisée** pour le traitement et le recyclage sécurisé de déblais contaminés par des EEE issus des chantiers isérois. La constitution d'un comité de pilotage a été effectuée en 2018. (Pasquier 2017) Ce groupe de travail devrait revoir le jour en 2021.²

Le tableau ci-dessous présente des exemples de sites où les terres infestées ont été traitées par cette méthode.

Exemples de sites ayant utilisé la méthode de criblage/concassage

Maitre d'ouvrage	Lieu	Année
CNR	Péage de Roussillon	2015
SAGYRC Syndicat mixte d'Aménagement de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et des Charbonnières	Bassin de l'Yzeron	2014
Symbhi SYndicat Mixte des Bassins Hydrauliques de l'Isère	Romanche	2015
SyAGE Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres	Yerres	2016 et 2017

(Moiroud 2017)

Sur le bassin de l'Yzeron, les tests de mise en culture ont montré une absence totale de reprise soit un **taux de mortalité de 100 %**. (Laplace et Lecoeur 2014) Il en est de même pour tous les chantiers effectués par la CNR.³

Tous ces retours d'expérience ont traité du **matériel sédimentaire alluvial**. Il convient donc de rester vigilant sur sa transposition sur un autre type de matériau.

Une nouvelle technique supprimant l'étape de concassage très énergivore est en cours de développement et devrait voir le jour d'ici deux ans.³

4 - Conclusion de la partie 1

Il existe de nombreuses méthodes de gestion des renouées asiatiques. Plusieurs analyses de retours d'expériences témoignent d'une satisfaction mitigée quant à l'efficacité face à leurs coûts de mise en œuvre. (Duc 2019)

Suite à la présente analyse bibliographique, il s'avère que **plusieurs méthodes** conviennent pour la gestion des terres infestées par les renouées asiatiques lors de **terrassements linéaires sur des chantiers routiers** :

- l'excavation et l'enfouissement à une profondeur d'au moins cinq mètres ;
- l'excavation et le stockage dans des centres d'enfouissement technique de classe 2 ;
- le concassage qui englobe deux techniques : le concassage/bâchage et le criblage/concassage.

Néanmoins, il semblerait que la **technique du criblage/concassage** présente le meilleur compromis coût/efficacité pour le traitement d'un volume important de terres infestées notamment au démarrage d'un chantier. Ainsi, l'installation technique peut être mise en place pour la durée totale de dégagement des emprises. Tous les matériaux ainsi décaissés pourraient être traités avant d'être mis en dépôts temporaires puis réutilisés.

Il convient toutefois de prendre un temps de réflexion nécessaire à l'adéquation de la méthode avec les enjeux et les stades invasifs des renouées asiatiques sur les emprises du chantier. Cette phase de conception conduit souvent au **choix d'un bouquet d'actions** et non à une solution unique.

Partie 2 : Recommandations pour la gestion d'importants volumes de terres infestées par des rhizomes de renouées asiatiques

La première partie de ce rapport a présenté une analyse et une synthèse bibliographique des méthodes existantes de gestion des renouées asiatiques, donnant autant que faire se peut des éléments de coûts et de résultats. Elle a conclu que plusieurs méthodes conviennent pour la gestion des terres infestées par les renouées asiatiques lors de terrassements linéaires sur des chantiers routiers :

- l’excavation et l’enfouissement à une profondeur d’au moins cinq mètres ;
- l’excavation et le stockage dans des centres d’enfouissement technique de classe 2 ;
- le concassage qui englobe deux techniques : le concassage-bâchage et le criblage-concassage.

Néanmoins, il semblerait que la **technique du criblage/concassage** présente le meilleur compromis coût/efficacité pour le traitement d’un volume important de terres infestées notamment au démarrage d’un chantier.

Il convient toutefois de prendre un temps de réflexion nécessaire à l’adéquation de la méthode avec les enjeux et les stades invasifs des renouées asiatiques sur les emprises du chantier. Cette phase de conception conduit souvent au **choix d’un bouquet d’actions** et non à une solution unique.

Cette seconde partie présente les **recommandations pratiques** souhaitées par la DREAL Bourgogne-Franche-Comté : tant **en amont du chantier** (archéologie préventive et marchés de terrassement) que **durant la mise en œuvre** de la technique de criblage-concassage lors des travaux de terrassement. Ces recommandations n’ont pas pour but d’éradiquer totalement la renouée mais d’**adapter les pratiques de chantier à sa présence**.

Elles sont un complément à l’élaboration d’un plan de gestion des espèces exotiques envahissantes notamment l’étape d’inventaire sur le terrain (cf. paragraphe 1.2 de la première partie du rapport et (Boyer et al. 2018).

1 - Recommandations en phase amont du chantier

Tous les travaux de terrassement ou de mouvements des terres sont facteurs de dissémination des renouées asiatiques par sa capacité de régénération à partir de quelques centimètres de rhizome. Il est alors nécessaire d’anticiper sa prise en compte dès les phases amont du chantier. Ainsi, il est important de tenir compte de sa présence dès les chantiers d’archéologie préventive et dans la rédaction des marchés publics de terrassement.

1.1 - Recommandations pour l’archéologie préventive

L’archéologie préventive englobe le diagnostic archéologique et la fouille. La **loi sur l’archéologie préventive du 17 janvier 2001**, modifiée par les lois du 1er août 2003, du 17 février 2009 et du 7 juillet 2016, ainsi que par le décret d’application du 9 mai 2017, prévoit l’intervention des archéologues en préalable aux chantiers d’aménagement, afin de réaliser un diagnostic archéologique, et si nécessaire une fouille. (« Qu’est-ce-que l’archéologie préventive ? » 2015).

Après la prescription d’un **diagnostic archéologique**, le **préfet de région attribue sa réalisation** à l’Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap) ou à un service archéologique de collectivité territoriale habilité par l’État et en informe l’aménageur. L’opéra-

teur désigné définit, **par convention avec l'aménageur**, les modalités de l'intervention sur le terrain. Cette opération permet, par des études de terrain (le plus souvent des sondages à la pelle mécanique) de détecter et de caractériser les vestiges éventuellement présents sur l'ensemble du site du futur aménagement. Elle est financée par la redevance d'archéologie préventive. (Inrap 2019))

Ces sondages déplacent un certain volume de terre potentiellement contaminée par les renouées asiatiques. Il convient donc de **mentionner la prise en compte des renouées asiatiques dès la rédaction de la convention** avec l'opérateur du diagnostic archéologique. Afin de rédiger cette convention, l'Inrap, principal opérateur en archéologie, utilise deux outils⁵ :

– le **questionnaire « aménageur », préalable au diagnostic archéologique** (Annexe A) : il permet, au responsable d'opération de l'Inrap, de recueillir les informations sur le terrain où aura lieu le diagnostic. Ce questionnaire a récemment évolué en région Bourgogne-Franche-Comté afin de mieux tenir compte des espèces exotiques envahissantes. Ainsi, on trouve une question spécifique à ce sujet dans la partie concernant les renseignements sur le terrain : « Le terrain est-il concerné par des plantes au titre des espèces invasives (Renouée du Japon, Ambrosie, Berce du Caucase, Jussie d'eau, etc.) ? Si oui, précisez les espèces et la surface concernée. ». Il appartient donc à **l'aménageur de compléter précisément** ce questionnaire.

– une documentation commune à tous les assistants techniques, les responsables d'opérations et les conseillers préventions afin d'harmoniser les pratiques. Elle se compose de cinq séries de documents techniques (« La formalisation des savoir-faire à l'Inrap » 2016).

Une fiche du classeur « Réglementation et sécurité » est dédiée à toutes les espèces envahissantes depuis septembre 2017, jusqu'alors elle traitait uniquement de l'ambrosie (Annexe B). Après avoir rappelé la réglementation, elle liste les bonnes pratiques à mettre en place pour intégrer cette dimension dans le montage des projets. Ainsi, on trouve des recommandations pour lutter contre la propagation des espèces envahissantes :

– « Le préalable essentiel en matière d'espèces envahissantes est l'identification de ces espèces sur le lieu de l'opération et ses abords afin d'éviter leur dissémination. Les espèces présentes sur le site peuvent être balisées. »

– « L'aménageur doit informer l'Inrap de la présence d'espèces invasives sur le site. À défaut, l'Inrap est tenu d'alerter l'aménageur en cas de découverte d'espèces invasives. »

– « Il faut donc établir des recommandations, qui permettront de limiter l'implantation et la propagation des plantes envahissantes »

Si le diagnostic confirme la présence de vestiges significatifs sur le plan scientifique ou patrimonial, le préfet de région peut prescrire la réalisation d'une **fouille** ou demander la modification du projet. La fouille se concentre sur la partie qui recèle les vestiges les plus importants. **L'aménageur** assure la maîtrise d'ouvrage de la fouille et **choisit, à sa charge, un opérateur** pour sa réalisation : l'Inrap, un service archéologique de collectivité territoriale habilité par l'État ou toute autre personne de droit public ou privé titulaire de l'agrément délivré par l'État. (« Les opérateurs en archéologie préventive » 2020) L'opérateur est tenu de réaliser la fouille conformément à la prescription et au cahier des charges scientifique dans les délais et selon les coûts fixés **contractuellement** avec l'aménageur.

La fouille équivaut donc à la passation d'un marché public de terrassement. Les recommandations dans ce cas seront décrites au paragraphe suivant.

⁵ échange téléphonique du 15 septembre 2020 et mail du 07 octobre 2020 avec Monsieur Bruno Rouelle, conseiller sécurité prévention de la direction régionale Bourgogne-Franche-Comté de l'Inrap

1.2 - Recommandations pour la rédaction des marchés publics de terrassement

Une quarantaine de personnes (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, gestionnaire) ont été interrogées sur leurs pratiques. Les recommandations suivantes ont été rédigées à partir d'exemples recueillis auprès de maîtres d'ouvrages (Autoroutes du Sud de la France ASF, Direction Interdépartementale des Routes DIR Ouest, DREAL Auvergne Rhône-Alpes, DREAL Bourgogne-Franche-Comté, Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise IIBSN, SNCF) et de guides (UPGE 2020) (MNHN et al. 2016).

Il est conseillé au pouvoir adjudicateur de les inclure dans la **Notice pour le Respect de l'Environnement (NRE)** du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

La NRE n'est pas une pièce contractuelle du marché, il est donc judicieux que le **Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) fasse référence à cette notice** en précisant les clauses administratives en lien avec les renouées asiatiques. On peut ainsi faire apparaître le paragraphe suivant dans la partie « prescriptions » des clauses générales :
« *L'attention de l'entrepreneur est attirée sur la présence avérée de plantes invasives de type renouée asiatique, dans la zone objet des travaux. À ce titre, il devra respecter l'ensemble des mesures décrites dans la notice pour le respect de l'environnement. Les frais de mise en place de ces mesures sont réputés inclus dans les prix du contrat* ».

Les recommandations suivantes sont à adapter en fonction du plan de gestion établi (**points surlignés en vert**).

Elles sont à inclure dans l'article « Lutte contre les plantes invasives » ou à décrire en tant que Procédure Particulière Environnement (PPE) de la NRE :

Lutte contre les renouées asiatiques

Afin de juguler la prolifération des renouées asiatiques (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, et leurs hybrides *R. x bohemica*), il est rappelé à la connaissance de l'entrepreneur, qu'il a obligation de respecter et de mettre en œuvre certaines mesures selon la nature des opérations à réaliser. Ces mesures sont décrites ci-après et budgétisées dans le Bordereau de Prix (BP).

Surveillance du site

Il faut porter une attention particulière aux abords des zones infestées (**ou du chantier**). En effet, toute plante et tout fragment de plante de renouée (fragment de tige aérienne et/ou de rhizome) disposent à la fois : d'une bonne capacité de survie, notamment si le support à son contact est humide (sol humide, motte, flaque, bâche mouillée, etc) et d'une bonne capacité de reprise végétative à la moindre occasion de fixation dans un milieu, même difficile, et avec un minimum de substrat.

Il est donc important que toutes les personnes qui évoluent sur le chantier soient vigilantes sur ces questions. L'entrepreneur nommera une personne unique responsable de la surveillance de ces éventuelles contaminations, aux abords des zones infestées (**ou du chantier**).

Sensibilisation des conducteurs d'engins affectés au chantier

Tous les conducteurs d'engins affectés au chantier seront réunis le premier jour des travaux aux frais de l'entrepreneur pour être informés des recommandations du maître d'œuvre et se voir présenter les espèces invasives cibles et les mesures préventives pour ne pas les disperser. Le maître d'œuvre présentera notamment les différents points de contrôles prévus dans le chantier et leurs effets sur la poursuite des travaux. L'entrepreneur présentera comment il a prévu d'intégrer ces contraintes, nommera une personne unique responsable de la bonne mise en application des mesures préventives et présentera la personne responsable de la surveillance des éventuelles contaminations (ces deux dernières fonctions peuvent être exercées par la même personne). Cette réunion durera environ deux heures et l'entrepreneur devra fournir un lieu adapté à cette présentation. Si l'entrepreneur n'est pas en mesure de réunir tous les conducteurs d'engins, il devra répéter l'organisation de la réunion à ses frais autant que nécessaire.

Arrivée des engins

À la première arrivée sur le chantier, tout engin sera inspecté et devra avoir été préalablement nettoyé au jet haute pression afin d'être exempt de toute terre ou de débris végétaux. La propreté et l'identification des engins feront l'objet d'un contrôle et d'un suivi permettant la traçabilité tout au long du chantier. Pour cela, l'entrepreneur devra inspecter ou faire inspecter par le maître d'œuvre, les engins avant que ceux-ci ne descendent du porte-char. Si le maître d'œuvre n'est pas présent, un constat de la propreté des engins par photographies lui sera envoyé. Les clichés devront couvrir tous les bas-côtés, l'intérieur et l'extérieur des outils (broyeurs, godets, etc.). Le matériel non conforme ne pourra pas être utilisé sur le chantier tant qu'il n'aura pas été nettoyé. Tout engin qui quitte le chantier puis revient devra faire l'objet de la même procédure.

Aire de nettoyage pour les outils et les engins

Chaque chantier connaît le déploiement d'engins, de véhicules, d'outils ..., et tous ces éléments présentent un risque de dissémination (mouvements des engins, roulage, etc.). Ils déplacent involontairement les rhizomes de renouée contenus dans les terres infestées sur de nouveaux sites.

Une aire spécifique pour le nettoyage des engins et des outils sera aménagée. Elle comprendra :

- une citerne d'eau et un dispositif de jet haute pression ;
- une protection du sol formée obligatoirement par l'étalement au sol d'un géotextile surmonté d'une couche de 20 cm d'épaisseur de graviers.

Les nettoyages éventuellement nécessaires en dehors de cette aire se feront sans eau avec des outils à main ou avec de l'air comprimé, au-dessus d'une bâche permettant de récolter les débris végétaux pour les évacuer vers l'aire de nettoyage.

Pendant le chantier, les outils ou accessoires utilisés pour manipuler de la terre infestée ne pourront servir à autre chose sans avoir été nettoyés au préalable.

Avant de quitter le chantier, l'entrepreneur devra procéder obligatoirement au nettoyage minutieux des outils et engins (godets et griffes des pelleteuses, bras, chenilles ...) et inspecter les moyens de transport (camion) de façon à ne plus conserver de terre ou débris végétaux.

À la fin du chantier, l'aire de nettoyage sera démontée : les matériaux au-dessus du géotextile seront évacués vers un site de stockage homologué et le géotextile emporté en déchetterie.

Circulation des engins

Pendant le chantier, les engins ne devront en aucun cas circuler sur des tas de terres infestées pour éviter tout emprisonnement (ou stockage) des rhizomes dans les roues et les chenilles et par la suite la contamination des terrains sains aux abords du chantier.

Évitement des zones infestées

Avant le démarrage du chantier, les zones concernées par les renouées asiatiques seront clairement identifiées par le coordonnateur environnement (écologue). Les visites préalables prévues à l'article XX du chapitre XX de la présente notice permettront à l'entrepreneur d'identifier les zones concernées.

Dès le démarrage du chantier, elles seront matérialisées puis mises en défens par celui-ci : pose de piquets et de rubalise et de panneaux interdisant le passage d'engins, remblaiement ou entreposage de matériels sur ces zones. Le piquetage sera posé à deux mètres de distance des derniers plants.

Cette matérialisation devra être maintenue, en bon état, pendant toute la durée du chantier. Des contrôles à la pose du balisage puis périodiques seront effectués par le maître d'œuvre.

Franchissement des zones infestées par les engins

Si l'évitement des zones envahies constitue une contrainte trop forte dans l'organisation du chantier ou que la zone du chantier est entièrement concernée par la présence de renouées, une piste les franchissant pourra être créée. Les secteurs concernés devront recevoir l'accord préalable du maître d'œuvre.

La piste sera ensuite créée en procédant si besoin à un nivellement préalable repoussant les matériaux vers les zones envahies. L'engin qui réalise le nivellement devra impérativement être nettoyé après cette opération sur une aire de lavage spécifique telle que défini ci-dessus. Puis la zone nivelée sera recouverte d'un géotextile résistant au poinçonnement (Géotextile non tissé aiguilleté – 330 g/m² – Classe 7, certifié ASQUAL – Résistance à la traction 25 kN/ml). Ce géotextile sera surmonté d'une couche compactée de 20 cm de matériaux sains.

La piste devra être suffisamment large et balisée pour qu'aucun engin ne s'en écarte involontairement

Gestion des plants de renouées asiatiques présentes sur l'emprise du chantier

Lorsqu'elles sont fauchées ou arrachées, les tiges aériennes de renouée, en période végétative de la plante, peuvent bouturer facilement en présence d'eau ou au contact du sol. Les tiges aériennes doivent donc faire l'objet d'une gestion spécifique pour éviter tout risque de propagation de la plante.

* Si des plantes sont présentes sur l'emprise du chantier mais n'impactent pas les travaux, il ne faut pas les faucher ou les arracher. Mettre en défens les zones et en interdire l'accès.

* Si des plantes nécessitent d'être supprimées, la méthode sera adaptée en fonction de leur proximité des fossés, cours d'eau et plans d'eau :

– massifs éloignés : Aucun engin mécanique (broyeur, épareuse, faucheuse, tondeuse, etc.) ne sera utilisé sur les zones colonisées par des renouées asiatiques. Leur débroussaillage sera réalisé avec des débroussailleuses à dos. Les projections seront évitées par le choix d'un disque adapté.

– massifs proches : Aucun engin mécanique (broyeur, épareuse, faucheuse, tondeuse, etc.) ne sera utilisé sur les secteurs colonisés par des renouées asiatiques. Les tiges de renouées ne seront pas arrachées, mais coupées une par une à l'aide d'un sécateur (pas de débroussailleuse).

Ensuite, il convient de regrouper toutes les tiges et de les incinérer en centre agréé (ou emporter dans un lieu sûr, où elles pourront sécher à l'abri de la pluie sans risquer de bouturer (sol bétonné ou bâché) ni d'être emportées ailleurs. Une fois sèches, les tiges seront emportées en déchetterie). Aucune tige de renouée, ni tas de matériaux infestés ne devra être laissé sur site. Le suivi et la traçabilité de ces déchets sera à la charge de l'entrepreneur et remis au maître d'œuvre sur simple demande.

Gestion des matériaux

Gestion des matériaux infestés du site

Les opérations de déblai sur des sites infestés constituent un risque fort de propagation de la plante. En effet, ces opérations favorisent le déplacement et le stockage de terres infestées sur de nouveaux sites.

** Principe*

Regrouper les interventions sur les zones envahies et proscrire le traitement linéaire simultané des zones indemnes et des zones infestées.

** Déblais*

Du géotextile sera déposé systématiquement sur le sol pour éviter la contamination par des pertes de terre, du sol ou des chenilles des engins pendant les déblaiements.

Les terres infestées à purger seront piquetées sous la direction du maître d'œuvre. Les surfaces à traiter s'étendront jusqu'à deux mètres au-delà des dernières tiges de plantes visibles à la surface du sol.

Les déblaiements se feront de préférence avec un godet de curage et non un godet de terrassement. La terre infestée sera déblayée par couches successives de 20 cm d'épaisseur environ et non pas d'emblée sur toute l'épaisseur de sol pour ne pas contaminer le fond de la zone excavée. La profondeur sera déterminée en fonction de l'absence de rhizomes : il sera mis fin au traitement – déblaiement dès que la couche de 20 cm sera constatée sans rhizomes. Pour contrôler les purges, les bords des tranchées seront nets et verticaux sans présenter d'effondrement immédiat des terres. Cette procédure de déblaiement fera l'objet d'un contrôle par le maître d'œuvre.

Les engins ne devront pas pénétrer dans les zones envahies. Pour les petites zones, la pelle mécanique restera en retrait de la zone à terrasser. Pour les zones étendues hors d'atteinte du bras de pelle, la terre sera purgée, avant que l'engin puisse pénétrer dans la zone.

** Chargement*

Le conducteur placera systématiquement l'ouverture du godet vers le haut au-dessus de la zone de déchargement avant de le recharger. Les camions fermeront systématiquement leur porte arrière après déchargement et avant de rouler.

Les bennes des engins de transport devront être remplies de façon à ne perdre aucune terre pendant le transport, soit 2/3 maximum, et bâchées si nécessaire.

Le chargement et le déchargement des bennes devront se faire de façon à ne pas contaminer l'extérieur des engins de transport. Un contrôle visuel sera réalisé en permanence lors du chargement des camions.

** Traitement*

Le traitement s'effectuera en fonction du plan de gestion établi par le maître d'ouvrage décrit au **chapitre XX** de la présente note.

Transport des matériaux

Si les matériaux infestés sont transportés vers un centre agréé : s'assurer au préalable que le centre accepte les renouées asiatiques et prendre toutes les dispositions pour éviter de disséminer des fragments de plantes sur le parcours pour les transports en vrac sur remorques ou bennes. Le transport s'effectuera dans des bennes obligatoirement bâchées ou munies de filets robustes tendus et à mailles fines (<2 cm).

Un justificatif de mise en décharge par livraison sera alors établi par le centre agréé.

Stockage temporaire des matériaux sur aires de dépôts intermédiaires

Aucun dépôt provisoire et reprise au sol des terres infestées ne seront autorisés en dehors des aires spécifiquement aménagées pour cela. Si à la suite d'un incident, des terres infestées sont éparpillées sur le sol, celles-ci devront être récupérées mécaniquement puis à la main pour la finition. Le maître d'œuvre pourra à tout moment demander que des terres infestées et abandonnées par l'entrepreneur au cours du transport soient immédiatement

récupérées.

Si l'entrepreneur prévoit de déposer provisoirement des terres infestées sur un site pour les reprendre ensuite, il devra obligatoirement protéger le sol sous la zone de dépôt. Après aplanissement de la zone, la protection sera obligatoirement réalisée par l'étalement au sol d'un géotextile surmonté d'une couche de 20 cm d'épaisseur de graviers faisant un contraste de couleur avec les terres infestées qui seront déposées dessus. Ce procédé permet de récupérer les terres infestées déposées sans contaminer le sol. Un merlon permettant de bien confiner la zone est dressé sur le pourtour de l'aire. L'emplacement précis de ces aires sera déterminé avec le maître d'œuvre.

Apport de matériaux extérieurs au chantier

L'apport de terre végétale extérieure au chantier peut s'avérer être un risque de contamination du site. En effet, si la terre apportée présente des traces de renouée, celle-ci peut infester le site.

Les terres rapportées proviendront uniquement de sites agréés par le maître d'œuvre. Aucun changement de provenance ou de qualité ne pourra être fait sans accord préalable du maître d'œuvre. Ces terres devront être exemptes de toute propagule (graine, bouture, rhizome, tige, racines) de renouées asiatiques. Pour cela, les stocks utilisés par l'entrepreneur devront être connus et ne pas avoir présenté la saison végétative précédente de repousses de renouées. Des photographies des stocks pourront servir de constats.

En cas de doute sur les sites de prélèvement, le maître d'œuvre pourra demander à l'entrepreneur d'organiser à ses frais une visite pour vérifier l'absence de renouées asiatiques.

À tout moment, le maître d'œuvre pourra stopper le chantier, s'il constate que des terres contenant des rhizomes de renouées asiatiques sont apportées dans l'emprise des travaux.

Suivi

Si dans les quatre mois après le début de la première saison végétative qui suit la réception des travaux, un constat établi par le maître d'ouvrage ou son représentant révèle la présence de renouées sur le site du chantier, l'entrepreneur sera soumis à l'obligation de réparer. L'entrepreneur proposera des solutions pour validation et réalisera ensuite à ses frais les mesures correctives nécessaires. Celles-ci comprendront l'enlèvement des terres infestées, leur exportation en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), la remise en place de terres saines (exemptes de rhizomes ou de tiges de renouées) et leur revégétalisation. Ce point constitue les pénalités applicables pour défaut de réalisation.

Suite à ces recommandations, l'entrepreneur répondant devra présenter un **Schéma Organisationnel de Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE)** présentant l'organisation mise en place dans le but de respecter les prescriptions de la NRE.

Lors de la phase de préparation des travaux, le titulaire devra fournir un Plan de respect de l'environnement (PRE) sur la base du SOPRE remis dans son offre.

Il convient de rester vigilant sur la bonne mise en œuvre de ces recommandations. En effet, il est nécessaire de prévoir un **temps de suivi dédié à cette thématique de la part du maître d'œuvre** afin de garantir la bonne exécution de ces recommandations qui ne sont pas coutumières des entreprises du BTP.

La capacité d'invasion des renouées asiatiques est telle que l'objectif d'éradication totale est illusoire. Il faut donc envisager de proposer des **recommandations semblables lors d'autres phases de travaux**, comme lors de la création des aménagements paysagers et durant **l'entretien** suivant la mise en service.

2 - Recommandations pour la mise en œuvre de la méthode criblage-concassage

La méthode de criblage-concassage, développée par la Compagnie nationale du Rhône (CNR) depuis 2013, est adaptée à la gestion d'un volume important de terre infestée. Elle permet la **valorisation immédiate** des terres (terre végétale, remblais, etc.) ou **leur évacuation** vers une mise en décharge dans un centre d'enfouissement technique de classe 3.

Les recommandations suivantes sont issues d'une revue (Moiroud, Brasier, et Boyer 2019) et d'entretiens téléphoniques avec des maîtres d'ouvrages utilisant cette méthode (CNR et SYAGE). Elles décrivent **la mise en œuvre de la méthode de criblage-concassage** :

Avant le démarrage du chantier

L'entrepreneur réalisera une caractérisation géotechnique (norme GTR) des gisements de renouées asiatiques à traiter dans les études amont afin de bien organiser les périodes d'intervention, les machines à mettre en œuvre, le choix des grilles, les points de contrôle. Tous ces choix seront réalisés en concertation avec le maître d'ouvrage.

Aire dédiée à la méthode de criblage-concassage

Cette aire comprend trois zones qui seront clairement identifiées : une zone de stockage des terres infestées, une zone de traitement, une zone de stockage des terres neutralisés. Cette identification devra être maintenue, en bon état, pendant toute la durée du chantier.

L'aire dédiée à la méthode de criblage-concassage s'étendra sur 2 000 m² minimum afin de disposer de suffisamment de place pour réaliser les traitements, sans risque de mélange entre les différents stocks.

La zone de stockage des terres infestées suivra les caractéristiques de la zone de stockage temporaire des terres infestées (cf. NRE).

À la fin du chantier, l'aire dédiée à la méthode de criblage-concassage sera démontée : les matériaux au-dessus du géotextile seront évacués vers un site de stockage homologué et le géotextile emporté en déchetterie.

Processus de neutralisation

* étape de criblage

L'étape de criblage permet de séparer les matériaux fins (avec pas ou peu de rhizomes) des matériaux grossiers contenant les rhizomes. Elle sera effectuée à l'aide d'un crible à tamis rotatif muni d'une vis sans fin dont le maillage inférieur doit être égal à 10 mm afin de garantir la meilleure efficacité (modèle Trommel SM-620 de la marque DOPPSTADT ou similaire, cf photos ci-contre). Cependant, le maillage doit être adapté à la nature des sols.



Fraction fine en sortie du tamis rotatif

Source : (Boyer et Brasier 2019)



Fraction refus en sortie du tamis rotatif

Source : (Boyer et Brasier 2019)

À partir d'un taux de refus supérieur à 70 %, le criblage n'est plus judicieux. Cette étape ne sera donc pas effectuée et on passera directement à l'étape de concassage.

Au-delà de 25 % de teneur en eau dans les terres infestées, l'étape de criblage est considérée inefficace car trop de rhizomes passent alors dans la fraction fine. Il est donc nécessaire de bien aérer les matériaux avant le traitement, en réalisant des andains, ou des tranchées pour favoriser l'évacuation de l'humidité ; ou d'intervenir pendant les périodes sèches (été).

Le contrôle semi-quantitatif de l'efficacité du criblage, réalisé sur dix minutes, est délicat. Il sera réalisé par une personne désignée par le maître d'ouvrage. Il permet d'ajuster la mise en œuvre de la technique aux caractéristiques du sol et aux conditions du chantier.

Après une étape de mise en culture, la fraction fine issue du criblage dépourvue des rhizomes peut être réutilisée comme terre végétale. Les matériaux grossiers, quant à eux, seront traités par l'étape de concassage.

* étape de concassage

L'étape de concassage permet de réduire les rhizomes à l'état de fibres et de détruire entièrement les nœuds, parties des rhizomes à partir desquelles la plante peut se régénérer. Elle sera réalisée avec un concasseur à percussion permettant d'atteindre la fraction de 0/10 mm, muni d'un circuit fermé (modèle Q1240 de la marque SANDVIK ou similaire). Des mâchoires neuves seront utilisées et serrées au maximum (espacement de 5 cm) afin d'obtenir la fraction demandée.



Source : (Boyer et Brasier 2019)

Rhizomes de renouées finement concassés

Un contrôle semi-quantitatif de l'efficacité du concassage sera réalisé par une personne désignée par le maître d'ouvrage.

Après une étape de mise en culture, les terres neutralisées peuvent être réutilisées.

* étape de mise en culture

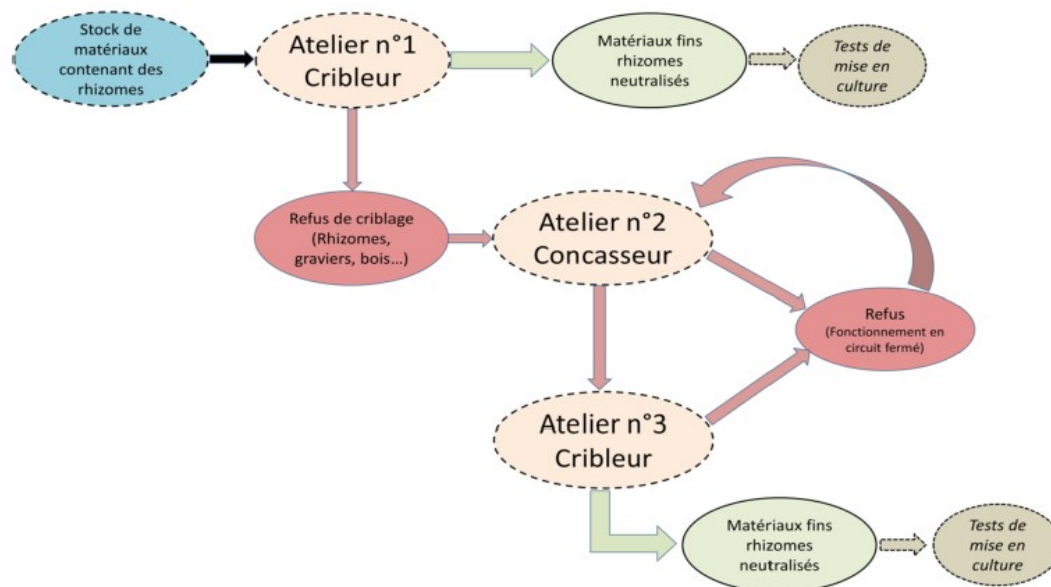
Une phase de mise en culture de trois semaines (en laboratoire et in situ) permet de s'assurer de la neutralisation des rhizomes. Les matériaux neutralisés ainsi obtenus peuvent être employés selon l'utilisation prévue : terre végétale, revêtement de surface, dépôt en centres d'enfouissement technique de classe 3.

Rendement de la méthode de criblage-concassage

L'attention de l'entrepreneur doit se porter sur la variabilité du rendement de cette méthode de Criblage/concassage qui peut avoir de grandes conséquences sur le temps nécessaire au traitement des terres infestées. En effet, son rendement dépend du taux d'humidité du sol, de sa composition, ainsi que de son hétérogénéité notamment sa proportion de matériel solide.

L'humidité diminue le rendement du criblage lorsque les marteaux du godet cribleur se retrouvent saturés de terre collée mais a contrario, l'humidité favorise la prolifération des champignons nécessaires à la dégradation des rhizomes.

Les matériaux solides, comme des pierres, favorisent les blessures sur les rhizomes, ce qui rend la phase de concassage plus efficace. Selon le sol traité, il est possible d'ajouter ces matériaux s'ils font défaut.



CNR

Synthèse de la technique criblage/concassage

Remarques :

- Tous les retours d'expérience font état de 100 % de mortalité des renouées asiatiques. Cependant, ils ont tous neutralisé du matériel sédimentaire alluvial. Il convient donc de rester vigilant sur la transposition de cette technique sur un autre type de matériau.
- Une nouvelle technique supprimant l'étape de concassage, très énergivore, est en cours de développement et devrait voir le jour d'ici l'année prochaine.
- Pour de plus amples précisions ou pour une éventuelle formation du (ou des) maître(s) d'œuvre sur ce sujet, il est conseillé de prendre contact avec M. Moiroud, personne en charge du développement de cette méthode à la CNR (Annexe C).

Rédigé, le 30 novembre 2020

La chargée d'affaire



Aurore Clavel

Vu et approuvé, le 4 décembre 2020

La responsable de l'unité
« Biodiversité et eau »

Signé

Virginie Billon

Bibliographie

- Adam, Pierre, Nicolas Debiais, François Gerber, et Bernard Lachat. 2008. *Le génie végétal : un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques*. http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRAQUI/doc/IFD/I_IFD_REFDOC_0241655/le-genie-vegetal-un-manuel-technique-au-service-de-l-amenagement-et-de-la-restauration-des-milieux-a.
- ADEME. 2007. « La valorisation de la biomasse. Guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics ».
- Ademe. 2020. « La méthanisation ». ADEME. 2020. <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-organique/methanisation>.
- . 2020. « Le compostage ». ADEME. 2020. <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-organique/compostage>.
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, Concept.Cours.d'EAU.SCOP, et Tereo. 2016. « Volume 4 : fiches pratiques pour la mise en oeuvre des plans d'actions contre la dispersion des espèces exotiques envahissantes ». Savoirs et savoir-faire sur les populations exotiques envahissantes végétales et animales et réconisations pour la mise en oeuvre des SDAGE Rhône Méditerranée et de Corse.
- « Bache pour Renouée du Japon ». 2009. Association Rivière Rhône-Alpes Auvergne - ARRA². 2009. <https://www.rraa.org/forum/bache-pour-renouee-du-japon>.
- Barney, Jacob, Nishanth Tharayil, Antonio DiTommaso, et Prasanta Bhowmik. 2006. « The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. XX. Polygonum cuspidatum Sieb. & Zucc. [= Fallopia japonica (Houtt.) Dcne.] ». *Canadian Journal of Plant Sciences* 86 (juillet). <https://doi.org/10.4141/P05-170>.
- « Barrière anti-racines spéciale bambou - Barriere anti racine ». s. d. Consulté le 2 avril 2020. <https://barriere-anti-racine.com/22-speciale-bambou>.
- Barthod, Louise, et Mireille Boyer. 2019. « Un sac, des gants, un croc de jardin : le déterrage précoce, une technique douce contre l'envahissement des rivières par les renouées asiatiques ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27 (1): 56. <https://doi.org/10.3917/set.027.0056>.
- « Base d'informations : Gestion des renouées asiatiques : traitement des terres contaminées ». s. d. Centre de ressources. Consulté le 12 mars 2020. <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-dinformation-page-daccueil/base-dinformations-gestion-des-renouees-asiatiques-traitement-des-terres-contaminees/>.
- Boyer, Mireille. 2009. « Une nouvelle technique d'éradication mécanique des renouées du Japon testée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère », 15.
- . 2013. « Éliminer la renouée du Japon : La technique de concassage-

- bâchage des terres infestées offre de nouvelles perspectives pour l'élimination des renouées du Japon ». *Espaces naturels*, 2013.
- . 2016. « Espèce *Reynoutria japonica* ». Centre de ressources des espèces exotiques envahissantes. 2016.
<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/espece/reynoutria-japonica/>.
- . 2019. « Les possibilités de composter les renouées asiatiques ». *Sciences Eaux et Territoires*, n° 27: 6.
- Boyer, Mireille, J Biaunier, A Evette, F Dommanget, M Cottet, V Breton, V Billon, L Borgniet, F Martin, et A Honegger. 2018. « Dynarp Dynamique paysagère des renouées sur les infrastructures de transport ».
- Bozec, Michel, Julie Coudreuse, Jacques Haury, et Sandrine Forêt. 2019. « Retour d'expérience - Éco-pâturage caprin de la renouée du Japon sur zone humide en Mayenne ». *Sciences Eaux & Territoires* numéro 27: 44.
<https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.1.16>.
- Chatel, Grégory, Romain Duwald, Christine Piot, et Micheline Draye. 2019. « Valorisation chimique et économique des renouées asiatiques : quelle stratégie pour une gestion durable ? » *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27 (1): 102. <https://doi.org/10.3917/set.027.0102>.
- Chen, Bao-Ming, Huixuan Liao, Wei-Bin Chen, Wei Hui-Jie, et Peng Shao-Lin. 2017. « Role of allelopathy in plant invasion and control of invasive plants ». *Allelopathy Journal* 41 (juillet): 155-66.
- Christina, Mathias, Soraya Rouifed, Sara Puijalón, Félix Vallier, Guillaume Meiffren, Floriant Bellvert, et Florence Piola. 2015. « Allelopathic Effect of a Native Species on a Major Plant Invader in Europe ». *The Science of Nature* 102 (3-4): 12. <https://doi.org/10.1007/s00114-015-1263-x>.
- Cisalb, lac du bourget. 2017. « Stratégie de gestion de la renouée du Japon sur le bassin versant du lac du Bourget ». In . Poisy.
- Colleran, Brian, et Katie Goodall. 2015. « Extending the Timeframe for Rapid Response and Best Management Practices of Flood-Dispersed Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*) ». *Invasive Plant Science and Management* 8 (mars): 150304131219008. <https://doi.org/10.1614/IPSM-D-14-00046.1>.
- Conseil départemental Loire, LENHA. 2012. « Les renouées asiatiques de redoutables invasives... »
- Conservatoire Botanique National, Pyrénées et Midi-Pyrénée. 2014. « Protocoles et méthodes pour la prévention et le contrôle des plantes exotiques envahissantes ».
- Coudreuse, J., M. Bozec, E. Chesneau, et J. Haury. 2015. « Gestion de la renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) par pâturage caprin. Site du Moulin à papier à St Calais du désert (Mayenne) ». Agrocampus Ouest et Conseil général de la Mayenne.
- « Définitions – Principaux termes utilisés pour décrire les invasions biologiques ». 2016. Centre de ressources espèces exotiques envahissantes. 2016.
<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/definitions/>.
- Delaune, M, V Favre, C Feoux, M Guillier, P Herrmann, V Lepercq, C Lesot, et al. 2015. « Ecopâturage : une stratégie de lutte contre les renouées asiatiques. Synthèse bibliographique ».
- Delbart, Emmanuel, et Nora Pieret. 2010. « 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 gestions mécanique et chimique », 84.
- Direction générale de la nature et du paysage. 2014. « Classeur 7 de la Charte des jardins du Canton de Genève : Les plantes exotiques envahissantes ».
- Dommanget, Fanny. 2014. « Interactions entre espèces invasives et communautés végétales des berges de cours d'eau : vers l'utilisation du génie écologique pour le contrôle des renouées asiatiques. »
- Dommanget, Fanny, Vincent Breton, Olivier Forestier, Philippe Poupard, Nathan Daumergue, et André Evette. 2015. « CONTRÔLER DES RENOUÉES INVASIVES PAR LES TECHNIQUES DE GÉNIE ÉCOLOGIQUE : RETOURS D'EXPÉRIENCE SUR LA RESTAURATION DE BERGES ENVAHIES ». *La Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 70: 215-28.
- Dommanget, Fanny, André Évette, et Florence Piola. 2019. « État de l'art des techniques de génie végétal pour contrôler les renouées ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27 (1): 74. <https://doi.org/10.3917/set.027.0074>.
- Duc, Héloïse. 2019. « Gestion des renouées asiatiques par le génie végétal : retour d'expériences ». Mémoire de master 1 environnement, dynamique des territoires et des sociétés, parcours géodynamiques des espaces présents et passés.
- Environment Agency. 2013. « Managing Japanese knotweed on development sites, the knotweed code of practice ». UK.
- « « Et pourtant, c'est une belle plante » ». s. d. Contrat de rivière Dyle-Gette. Consulté le 20 mars 2020. <http://www.crdg.eu/actions-2/atteintes-aux-cours-d-eau/plantes-invasives/et-pourtant-c-est-une-belle-plante>.
- Evette, André. 2019. « Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée », 6.
- Fennell, Mark, Max Wade, et Karen L. Bacon. 2018. « Japanese Knotweed (*Fallopia Japonica*): An Analysis of Capacity to Cause Structural Damage (Compared to Other Plants) and Typical Rhizome Extension ». *PeerJ* 6 (juillet): e5246. <https://doi.org/10.7717/peerj.5246>.
- Frisson, G, E Delbart, et G Mahy. 2010. « Traitement des terres contaminées par les renouées asiatiques ».
- Gerber, Esther, et Mireille Boyer. 2012. « Essai de concassage-bâchage d'un site infesté par les renouées du Japon dans la combe Tabeillon Bilan intermédiaire », 10.
- « Gestion des renouées asiatiques : écrans racinaires ». 2016. Centre de ressources espèces exotiques envahissantes. 2016. <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-dinformatons/10233-2/>.
- Gfeller, A., et J. Wirth. 2017. « Les Cultures intermédiaires allélopathiques: un moyen de lutte contre les adventices ? » <https://doi.org/10.15454/1.5174021577893735E12>.
- Gowton, Chelsea, Budsock Andrew, et Matlaga David. 2016. « Influence of Disturbance on Japanese Knotweed (*Fallopia Japonica*) Stem and Rhizome Fragment Recruitment Success within Riparian Forest Understory ». *Natural Areas Journal*. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600185849>.
- Guepet, Yann, Mélina Ramos, Marie Lecarme, Claire Toinon, Adrien Vasquez, Valentin Weens, Cyril Chabas, et al. 2015. « Maîtrise de la renouée par la fauche répétée et valorisation par méthanisation ».

- Haury, Jacques J., Philippe Clergeau, Julie Coudreuse, et Fabrice Pellote. 2014. *Espèces invasives en Bretagne*. Vol. 9. Les cahiers naturalistes de Bretagne. Biotope. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01210265>.
- Inrap. 2019. « Archéologie préventive. Guide pratique de l'aménageur ». « La formalisation des savoir-faire à l'Inrap ». 2016. Inrap. 2 janvier 2016. <https://www.inrap.fr/la-formalisation-des-savoir-faire-l-inrap-9903>.
- « Les opérateurs en archéologie préventive ». 2020. Ministère de la culture. 2020. <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Archeologie/Les-operateurs-en-archeologie-preventive>.
- Laplace, Cyril, et Luc-Edern Lecoœur. 2014. « Traitement de matériaux contaminés en rhizomes de renouée du Japon dans le cadre de travaux de protection contre les crues et de restauration environnementale de l'Yzeron à Oullins ». In . Oullins.
- Lavoie, Claude. 2017. « Gestion des résidus végétaux et des sols contaminés avec des plantes envahissantes ». Québec.
- Le Roux, Yves, Benjamin Ravard, Paul Montagne, Stéphane Pacaud, et Bruno Chanudet-Buttet. 2016. « Gestion intégrée des renouées asiatiques : de leur maîtrise à leur valorisation ». In .
- Lelay, Marine, Caroline Dechaume-Moncharmont, Manon Vion, et Mélanie Douchet. 2019. « Retour d'expérience - L'éco-pâturage pratiqué par SNCF Réseau ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27: 44. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.1.15>.
- « Les techniques du génie végétal utilisées | Bureau d'Etudes Industrielles "Energies renouvelables et Environnement" ». s. d. Bureau d'Études Industrielles Énergies Renouvelables et Environnement. Consulté le 26 mars 2020. <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD1011/bei/beiere/groupe2/node/78>.
- Liéval, Audrey. 2016. « Test sur la Renouée du Japon à base d'huile essentielle de Cèdre ». *La gazette Tintamare*, n° 29. <https://www.gestiondifferentiee.org/espace-ressources/test-sur-la-renouee-du-japon-a-base-dhuile-essentielle-de-cedre>.
- McHugh, J. Murray. 2006. « A review of literature and field practices focused on the management and control of invasive knotweed », The Nature Conservancy West Haven, .
- Merlin, Anouk. 2019. « Traitements contre les espèces exotiques envahissantes : la Renouée du Japon ». CEN Isère. 31 janvier 2019. <http://www.cen-isere.org/2019/01/traitements-contre-les-especes-exotiques-envahissantes-la-renouee-du-japon/>.
- MNHN, GRDF, FNTP, et ENGIE Lab CRIGEN. 2016. « Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes sur les chantiers de travaux publics ». Museum National d'Histoire Naturelle.
- Moiroud, Christophe. 2017. « TRAITEMENT DES MATÉRIAUX CONTAMINÉS PAR DES RHIZOMES DE RENOUÉES DU JAPON ». In , 22. Poisy.
- Moiroud, Christophe, William Brasier, et Mireille Boyer. 2019. « Traitement mécanique de volumes importants de terres infestées par des rhizomes de renouée du Japon : technique par criblage-concassage ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27 (1): 68. <https://doi.org/10.3917/set.027.0068>.
- Pasquier, Guillaume. 2017. « Démarche pour la mise en place d'une plateforme commune de traitement des déchets ». In , 17.

- Plante et cité. 2016. « Gestion écologique des plantes envahissantes terrestres ». Popovici, Jean, Cedric Bertrand, Dominique Jacquemoud, Floriant Bellvert, Maria P. Fernandez, Gilles Comte, et Florence Piola. 2011. « An Allelochemical from *Myrica gale* with Strong Phytotoxic Activity against Highly Invasive *Fallopia x bohemica* Taxa ». *Molecules* 16 (3): 2323-33. <https://doi.org/10.3390/molecules16032323>.
- « Processus écologiques - La Lutte Biologique ». s. d. Consulté le 20 mars 2020. https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/PP_LutteBiol.html.
- Renals, Trevor. 2014. « Gestion des plantes exotiques envahissantes en Grande-Bretagne ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 15 (3): 34. <https://doi.org/10.3917/set.015.0034>.
- Roufied, Soraya, Coralie Avoscan, Fanny Dommanget, et Florence Piola. 2019. « Écologie chimique : quelles applications pour la gestion des renouées ? » *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 27 (1): 98. <https://doi.org/10.3917/set.027.0098>.
- Roufied, Soraya, Sara Puijalón, Marie-Rose Viricel, et Florence Piola. 2011. « Achene buoyancy and germinability of the terrestrial invasive *Fallopia x bohemica* in aquatic environment: A new vector of dispersion? » *Écoscience* 18 (1): 79-84. <https://doi.org/10.2980/18-1-3397>.
- Sarat, Emmanuelle. 2018. « Parution des arrêtés ministériels relatifs à la prévention de l'introduction et de la propagation des EEE sur le territoire métropolitain et pour certaines régions ultrapériphériques ». *Centre de ressources* (blog). 2018. <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/parution-des-arretes-ministeriels-relatifs-a-la-prevention-de-lintroduction-et-de-la-propagation-des-eee-sur-le-territoire-metropolitain-et-pour-certaines-regions-ultraperipheriques/>.
- Sarat, Emmanuelle, et Jean-Philippe Reygrobellet. 2014. « Gestion de la Renouée du Japon sur le bassin versant des Gardons ».
- Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval. 2004. « Impacts et gestion de la renouée du Japon dans la vallée de l'Orge ».
- Tehranchi, Mitra. 2019. « La fauche répétée contre les renouées asiatiques ». Présenté à Cotita Haut de France : espèces exotiques envahissantes, Lille, mars 21.
- UICN France. 2015a. « Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises. Livret 1 : Connaissances et recommandations générales ». Paris, France.
- . 2015b. « Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises. Livret 2 : Identifier et gérer les principales espèces ». Paris, France.
- . 2018. « La valorisation socio-économique des espèces exotiques envahissantes établies en milieux naturels : un moyen de régulation adapté ? Première analyse et identification de points de vigilance ».
- UPGE. 2020. « Cahiers des charges et EVEC. Préconisations pour une meilleure prise en compte du risque de dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEC) terrestres dans les projets de travaux. »

Annexes

Annexe A : Questionnaire aménageur préalable au diagnostic archéologique

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

OPTIMISER L'INTERVENTION ARCHÉOLOGIQUE



NOM DE L'AMÉNAGEUR :

Pour le bon déroulé de l'opération d'archéologie, le respect des délais et des coûts, nous vous remercions de remplir ce questionnaire et de le renseigner le plus précisément possible.

Avant de réaliser le diagnostic archéologique prescrit par l'Etat dans le cadre de votre projet d'aménagement, nous souhaitons recueillir les informations dont vous disposez sur le terrain sur lequel nous allons intervenir.

Ce questionnaire a un double objectif :

- nous aider à optimiser notre intervention au sein de votre projet en adaptant les moyens au plus près des contraintes recensées ci-après
- de vous accompagner sur les questions touchant à la mise en œuvre du projet : obligations environnementales et gestion des risques

Comme vos travaux d'aménagement, l'opération archéologique est soumise à des réglementations. Aidez-nous à l'intégrer au mieux à votre planning.

Contacts :

Contact juridique : nom/prénom tel/email de la gestionnaire de convention de votre interrégion
Contact chef de projet : nom/prénom tel/email du DAST de votre interrégion
Contact questions techniques : nom/prénom tel/email de l'AST de votre interrégion

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

Nom de l'opération	: «description_projet»
Commune concernée	: «commune»
Adresse du chantier (indiquer au moins le nom de la rue la plus proche)	: «lieu_dit»
Numéro de l'arrêté de prescription	: «n_arrete»
Référence Inrap	: «Opération»

1. Identification des travaux et de l'aménageur

- ❖ Nom de l'aménageur : «aménageur»
- ❖ Nom de la personne en charge du dossier d'aménagement : «contact»
-
- ❖ Adresse : _____
- ❖ Téléphone : _____
- ❖ Télécopie : _____
- ❖ Courriel : _____
- ❖ Nom et fonction du signataire de la convention : _____
-
- ❖ Nom et fonction de la ou des personnes(s) habilitée(s) à signer les procès-verbaux afférents à l'opération sur le terrain : _____
-
- ❖ Nom et coordonnées du géomètre et/ou de l'architecte : _____
-
- ❖ Type d'aménagement devant être réalisé :
 - Lotissement,
 - habitation individuelle,
 - ZAC/ZI,
 - Paysager,
 - Autre : (précisez) _____
- ❖ Estimation des profondeurs des terrassements et fondations projetées : _____
-
- ❖ A quel stade le projet d'aménagement en est-il ? _____
-
- ❖ Planning prévisionnel des travaux d'aménagement : _____
-

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

2. Renseignements concernant le terrain

❖ Le terrain est-il la propriété de l'aménageur ?

- Oui
- Non
- Pour partie
- Indivision

Commentaire :

En cas de procédure d'expropriation, précisez la date de libération juridique du terrain :

❖ Le terrain est-il clôturé ou délimité (bomage, fossés etc.) ?

- Oui
- Non
- Pour partie

Si oui, précisez :

❖ Le terrain est-il en friche ?

- Oui
- Non
- Pour partie

Si oui, de quel type de friche s'agit-il ?

- industrielle,
- urbaine,
- ferroviaire,
- portuaire,
- agricole,
- autre ? Précisez _____

❖ Le terrain fait-il l'objet d'obligations au regard de l'environnement ?

- Oui
- Non

Si oui, des dossiers sont-ils en cours ou instruits :

- au titre de la protection des espèces végétales ou animales (Natura 2000, ZNIEF, ZICO, ZPS etc.) ?
- au titre de la protection de la ressource en eau (Loi sur l'eau, pompages, rejets etc.) ?
- au titre de la qualité des sols (pollutions) ?
- au titre des espèces invasives ?
- autre ? Précisez _____

38

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

Des études d'impact environnementales sont-elles disponibles ou en cours de réalisation?

- Oui
 En cours
 Non

❖ Le terrain est-il occupé par des constructions (bâtiment, clôture, hangar, bunker ...)?

- Oui
 Non
 Pour partie

Si oui, les bâtiments sont-ils occupés (locataires, occupation illégale) et jusqu'à quelle date?

Si oui, doivent-ils être démolis dans le cadre du projet d'aménagement?

Si oui, date prévisionnelle de la fin de la démolition et de l'évacuation des déblais?

Si oui, la question de la présence d'amiante et de son élimination dans les règles s'est-elle posée?

Un diagnostic est-il disponible?

❖ Les constructions abritent-elles des espèces animales protégées?

- Oui
 Non

Si oui la démolition est-elle soumise à un calendrier?

- Oui
 Non

❖ Le terrain est-il occupé par des plantations de densité importante (arbres isolés, bois, arbrisseaux etc.)?

- Oui
 Non
 Pour partie

Si oui, précisez la nature de l'occupation:

S'il s'agit de plantation d'arbres, précisez les essences concernées:

Ces plantations doivent-elles être conservées dans le projet d'aménagement?

❖ Le terrain est-il concerné par des plantes au titre des espèces invasives (Renouée du Japon, Ambroisie, Berce du Caucase, Jussie d'eau etc.)?

- Oui
 Non
 Pour partie

Si oui, précisez les espèces et la surface concernée:

48

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

❖ Le terrain est-il occupé par des cultures?

- Oui
 Non
 Pour partie

Si oui, précisez la nature et la date des récoltes: _____

❖ Le terrain est-il en pente?

- Oui
 Non
 Pour partie

Si oui, précisez le pourcentage approximatif de la pente: _____

❖ Le terrain a-t-il fait ou fait-il l'objet de stockage de déchets ou de produits potentiellement polluant?

- Oui
 Non

Si oui précisez la nature des ces stockages: _____

❖ Existe-t-il une pollution avérée ou supposée du terrain au regard des activités antérieures du site?

- Oui
 Non

Si oui, disposez-vous d'un rapport de pollution ou de tout autre document afférent? _____

❖ Y a-t-il des cuves enterrées?

- Oui
 Non

Si oui, précisez en fournissant la localisation et le contenu de la cuve: _____

❖ Existe-t-il un risque de présence (connu ou supposé) d'engins de guerre?

- Oui
 Non

Si oui, précisez: _____

❖ Existe-t-il des réseaux d'alimentation et de distribution privés en gaz, électricité, fibre optique, eau potable, eaux usées etc. non régis par les concessionnaires de réseau tels Engie, GRDF, Enedis?

- Oui
 Non

5/8

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

Si oui, précisez s'ils sont aériens ou enterrés : _____

Si oui, disposez-vous des plans du/es réseau/x : _____

❖ Existe-t-il des réseaux de drainage souterrain ?

- Oui
 Non

Si oui, précisez à quelle profondeur : _____

❖ Existe-t-il un revêtement (enrobé, dallage, pavement ...)?

- Oui
 Non

Si oui, précisez sa nature et son épaisseur : _____

S'il s'agit d'enrobé, celui-ci a-t-il fait l'objet d'une détection de présence d'amiante ? _____

❖ Existe-t-il un risque d'inondation ou de remontée de nappe phréatique ?

- Oui
 Non

Si oui, précisez _____

3. Renseignements concernant l'accès au terrain

❖ Les voies de desserte permettent-elles l'accès au terrain avec un porte-engin (largeur supérieure ou égale à 4 mètres)?

- Oui
 Non

Si oui, précisez les contraintes éventuelles : _____

❖ Les voies de desserte permettent-elles l'accès au terrain à une pelle hydraulique d'une largeur minimale de 3 mètres ?

- Oui
 Non

Si oui, précisez les contraintes éventuelles : _____

❖ Existe-t-il un porche ou un portail d'accès au terrain ?

- Oui
 Non

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

Si oui, précisez la hauteur et la largeur: _____

-

❖ L'accès au terrain est-il réglementé (arrêté de circulation etc.) ?

- Oui
 Non

Si oui, précisez les contraintes éventuelles: _____

-

❖ Y a-t-il, à proximité de la zone soumise aux travaux, des établissements accueillants du public (hôpital, école, Musée, grande surface etc.) ?

- Oui
 Non

Si oui, précisez: _____

-

DOCUMENTS OBLIGATOIRES A FOURNIR, SI CONCERNÉ:

- Copie des diagnostics de pollution et/ou étude des risques sanitaires
- Copie des études d'impact environnemental
- Copie du récépissé de Déclaration loi sur l'eau ou arrêté d'autorisation
- Si l'aménageur n'est pas propriétaire, attestation du ou des propriétaires autorisant l'accès aux parcelles et la réalisation des travaux archéologiques ou acte valant autorisation
- Justificatifs habilitant la personne désignée à signer la convention
- Extrait de l'enregistrement au Registre du Commerce et des Sociétés pour toute entreprise privée
- Plan des distances de sécurité à respecter vis-à-vis des constructions (bâtiments, murs etc.) existant en élévation ou enterrés (canal, citerne, cave etc.)
- Diagnostic plomb
- Diagnostic amiante ou certificat de désamiantage
- Certificat de déconnexion électrique
- Certificat de coupure de gaz et de purge des conduits du bâtiment
- Certificat de dégazage si présence de cuve
- Plan des réseaux privés d'alimentation et de distribution privés en gaz, électricité, fibre optique, eau potable, eaux usées

DOCUMENTS A FOURNIR DANS LA MESURE DU POSSIBLE, SI CONCERNÉ

- Photographie(s) du site où l'ouvrage est projeté

┌

7/8

QUESTIONNAIRE AMÉNAGEUR PRÉALABLE AU DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

- Coordonnées GPS du site (<http://www.geoportail.fr>); comme point de référence, prendre si possible le centre du site;
- Plan de situation au 1/25000^e avec localisation précise des travaux; plan cadastral et plan de l'ouvrage projeté au 1/1000^e ou au 1/500^e ainsi que sa profondeur maximale sur format A4 ou A3;
- Plan(s) informatique(s) si possible au format dxf ou dwg – Autocad 2000 ou supérieur;
- Copie des études de sols si elles ont été faites;

N'hésitez pas à vous faire accompagner dans vos démarches :

- par les DRAC
- par les DREAL
- par l'ADEME

Pour toute question, vous pouvez contacter l'Inrap (voir les contacts indiqués en p.1 de ce questionnaire).



Annexe B : Fiche 0. Espèces envahissantes du classeur « Règlement et sécurité »

RS Règlement et sécurité

0. Les espèces envahissantes



Version septembre 2017 - Inrap

1/2

Une espèce envahissante (ou invasive) est une espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, avec des conséquences écologiques ou sanitaires négatives.

La loi distingue les espèces exotiques envahissantes, d'une part, et les espèces indigènes envahissantes, d'autre part (article L. 411-4 du Code de l'environnement). Seule l'introduction d'espèces indigènes dans le milieu naturel est susceptible d'intéresser l'Inrap dans ses opérations de diagnostic et de fouille. Il s'agit des espèces invasives déjà présentes sur le territoire.

La réalisation d'opérations de diagnostic et de fouille est susceptible de favoriser la propagation et le développement de plantes invasives, notamment en raison de la mise à nu de surface de sol ou du transport de terres.

Il faut donc établir des recommandations, qui permettront de limiter l'implantation et la propagation des plantes envahissantes.

L'aménageur doit également être vigilant à la présence de plantes envahissantes sur le site où est implanté son projet.

La réglementation en matière d'espèces végétales envahissantes

La loi n°2016-1087 du 8 août 2016, dite « loi biodiversité » a modifié les dispositions relatives à l'introduction et à la propagation de certaines espèces animales et végétales (articles L. 411-4 à L. 411-10 du Code de l'environnement).

Le décret n°2017-595 du 21 avril 2017 met en œuvre les dispositions précitées (articles R. 411-31 à R. 411-47 du Code de l'environnement).

La liste de ces espèces est établie par arrêté interministériel. Néanmoins cet arrêté n'a pas encore été publié, rendant pour l'heure le dispositif difficilement applicable.

Il existe néanmoins des arrêtés antérieurs à la loi biodiversité de 2016 concernant certaines espèces envahissantes, comme plusieurs spécimens de jussies (arrêté du 2 mai 2007, NOR : DEVN0753883A) ou les mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens (arrêté du 30 juillet 2010, NOR : DEVN1016200A). Ainsi, l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence de certaines espèces de jussies est interdit.

En outre, un décret du 26 avril 2017, n° 2017-645 a classé trois espèces d'ambrosie sur la liste d'espèces dont la prolifération constitue une menace pour la santé humaine.

Pour en savoir plus, il convient de se reporter à la fiche relative à l'ambrosie.

Des arrêtés municipaux peuvent également prévoir des mesures de lutte contre certaines plantes invasives. Certains arrêtés interdisent ainsi le prélèvement et l'utilisation de matériaux en provenance des remblais et accumulations de terre végétale contaminés par certaines espèces invasives. D'autres arrêtés permettent leur arrachage et leur destruction par brûlage.

Est puni d'une contravention de 4e classe (soit une amende de 750 €) le fait d'introduire par négligence ou imprudence des espèces indigènes ou exogènes invasives listées (article R. 415-1, 2° du Code de l'environnement).

Les bonnes pratiques en matière d'espèces végétales envahissantes

En cas de présence d'espèces envahissantes, plusieurs mesures permettent d'éviter ou de réduire leur prolifération.

Les mesures mises en œuvre pour lutter contre les espèces envahissantes sont définies par l'aménageur, en tant que maître d'ouvrage, et/ou sont proposées par l'Inrap lors de la passation du marché de fouille

auquel il répond.

En phase d'appel d'offre, les mesures de lutte contre les espèces envahissantes sont principalement énoncées dans le plan de respect de l'environnement (PRE). À ce titre, l'Inrap doit être capable d'appliquer les mesures de lutte contre les espèces envahissantes exigées dans les documents de la consultation et/ou

de proposer d'autres mesures plus exigeantes lors de sa réponse à l'appel d'offre.

Le préalable essentiel en matière d'espèces envahissantes est l'identification de ces espèces sur le lieu de l'opération et ses abords afin d'éviter leur dissémination. Les espèces présentes sur le site peuvent être balisées.

L'aménageur doit informer l'Inrap de la présence d'espèces invasives sur le site. À défaut, l'inrap est tenu d'alerter l'aménageur en cas de découverte d'espèces invasives.

Plusieurs mesures permettent d'éviter la prolifération d'espèces invasives.

D'abord, avant le commencement du projet, un « responsable ambroisie » peut être désigné. Celui-ci s'assure de la bonne application des mesures prévues dans les documents de la consultation. Il doit diffuser le plus largement possible l'information sur le chantier.

Ensuite, pendant le chantier, la dissémination des graines par les mouvements de terre et des engins doit être restreint au maximum, en particulier en dehors du chantier.

Le matériel qui est entré en contact avec les espèces envahissantes (roues, chenilles, godets, outils manuels, chaussures, etc.) peut être nettoyé avant sa sortie du site.

Enfin, les déchets de plantes invasives doivent être emmenés en déchetterie au même titre que

l'ensemble des autres déchets verts. Néanmoins, comme énoncé ci-dessus, leur transport doit respecter certaines précautions afin d'éviter la dissémination des graines, notamment en les transportant dans des sacs hermétiques.

En effet, soit les plantes invasives arrachées sont laissées sur place, soit elles sont transportées en dehors du site et deviennent dès lors un déchet.

Le brûlage des plantes invasives peut, le cas échéant, être nécessaire, sous condition d'être autorisé par arrêté préfectoral.

À chaque fois, il convient de se renseigner sur les périodes de floraison et de pollinisation des espèces envahissantes. Au cours de ces périodes, une vigilance renforcée est requise. À titre d'exemple, la floraison et la pollinisation de l'ambroisie a lieu en général d'août à septembre.

Ces mesures sont données à titre indicatif. Elles ne reflètent pas l'ensemble des pratiques qui peuvent être adoptées en présence d'espèces envahissantes.

Par ailleurs, en termes d'hygiène et de sécurité, l'inrap vise à prévenir la survenance d'allergies causées par certaines plantes, comme l'ambroisie. L'inrap veille à préserver la santé de ses agents en évitant au maximum leur exposition aux pollens allergènes. Le port d'équipements de protection individuelle [EPI] peut être requis, en particulier lors des périodes de pollinisation. Des mesures spécifiques aux agents allergiques peuvent également être adoptées.

Annexe C : Coordonnées de la personne en charge du développement de la méthode criblage/concassage à la CNR

Nom : Christophe MOIROUD

Entreprise : Compagnie Nationale du Rhône

Fonction : responsable du pôle environnement, direction de l'ingénierie

Téléphone : 04 72 00 68 17

Adresse mail : C.Moiroud@cnr.tm.fr

Table des illustrations

Logo du chantier RCEA en Saône-et-Loire.....	7
Fourré de renouées asiatiques.....	10
Première de couverture de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes.....	11
Plateforme de compostage de Chambéry-Le-Vieux.....	13
Différentes étapes d'élaboration d'un plan de gestion.....	15
Échelle des stades invasifs des renouées asiatiques.....	15
Psylle du Japon.....	16
Tests des effets de lessivats de sureau yèble sur des plantules de renouées.....	17
Pâturage de moutons aux abords d'une voie ferrée.....	18
Ouvrage de génie végétal quatre ans après son installation A) vue d'ensemble B) vue sous le couvert de saules.....	19
Jeune pousse de renouée ayant profité du trou d'une agrafe pour passer la bâche.....	20
Arrachage précoce de jeunes pousses.....	22
Fauchage de massifs de renouées asiatiques.....	23
Schéma en coupe des renouées asiatiques.....	24
Distinction entre les racines et les rhizomes des renouées asiatiques.....	25
Écran racinaire stoppant la progression souterraine.....	26
Profil de décaissement.....	26
Broyeur à pierres.....	28
Synthèse de la technique criblage/concassage.....	29
Fraction fine en sortie du tamis rotatif.....	41
Fraction refus en sortie du tamis rotatif.....	41
Rhizomes de renouées finement concassés.....	42
Synthèse de la technique criblage/concassage.....	43



Cerema Centre-Est

Département Environnement Territoires Climat - 46, rue Saint-Théobald - CS 40128 - 38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX - +33 (0)4 74 27 51 51
Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30
Établissement public - Siret 130 018 310 00107 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310