

CARNET D'ITINÉRAIRES **TECHNIQUES**

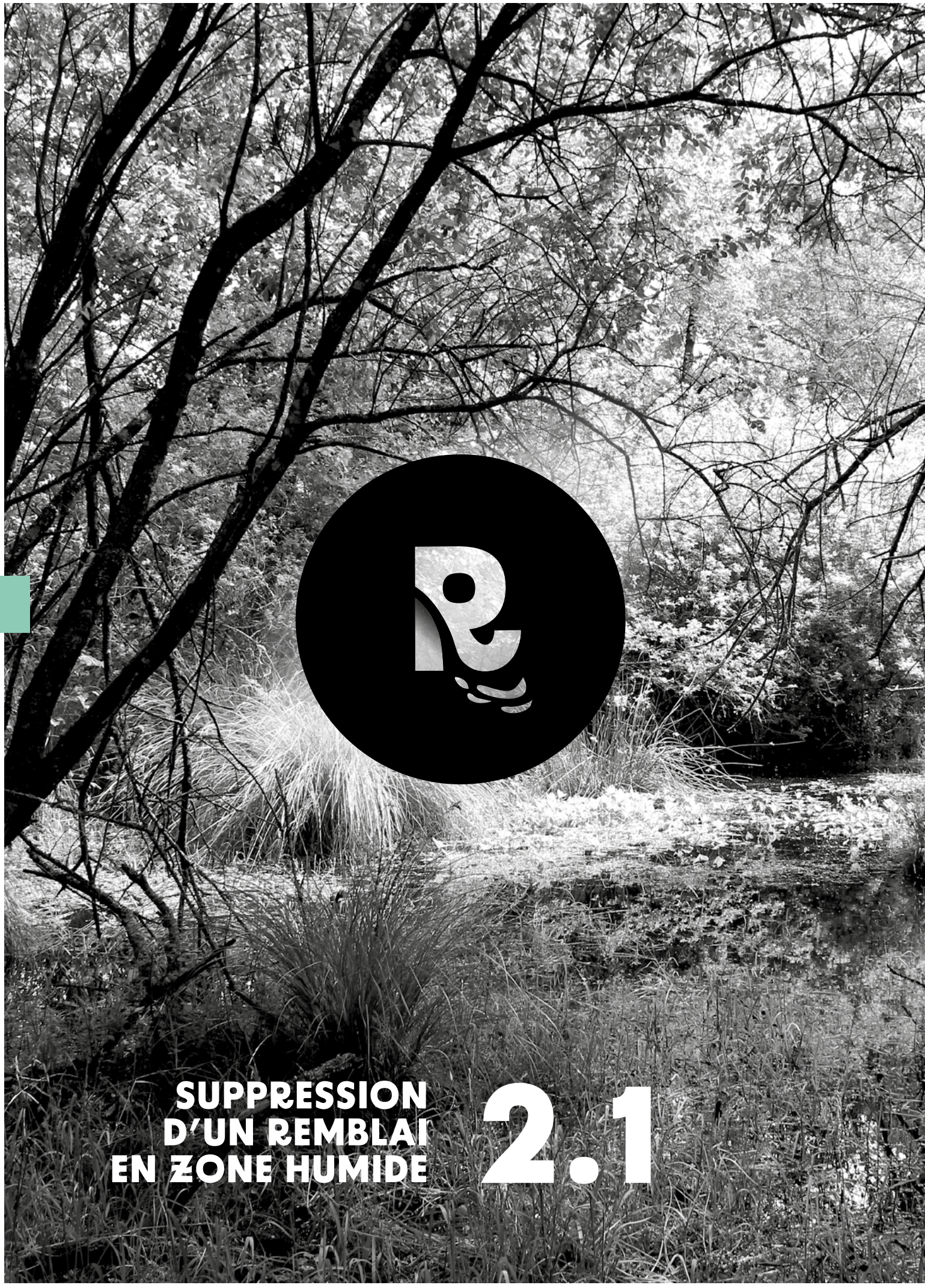
RÉSEAU SUR LA RESTAURATION DES ZONES HUMIDES DE BRETAGNE

2.1

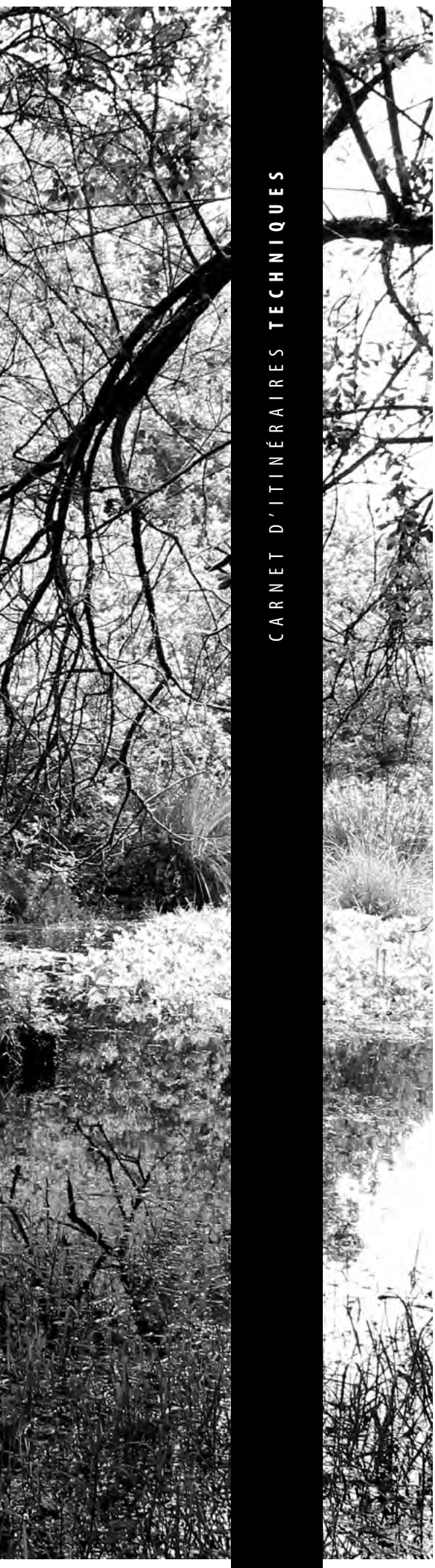
SUPPRESSION D'UN REMBLAI EN ZONE HUMIDE

FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES





SUPPRESSION D'UN REMBLAI EN ZONE HUMIDE 2.1



CARNET D'ITINÉRAIRES **TECHNIQUES**

01 Les remblaiements 4

- Description de l'altération 4
- Conséquences sur les fonctions de la zone humide 4
- Niveau de réversibilité 5
- Objectifs des travaux de suppression de remblai 5

02 Les grandes étapes 6

03 Planifier les travaux 8

- Quantifier le remblai 8
- Qualifier le remblai 8
  - Pourquoi ? 8
  - Où ? 9
  - Comment ? 10
  - Jusqu'à quelle profondeur faire le sondage ? 11
  - Vérifier la présence de pollution 11
- Étudier des options de valorisation 11
  - Valorisation sur site hors zone humide 11
  - Remobilisation hors site 12
- Évacuation des remblais en décharge agréée 12

04 Évaluer et réduire les impacts potentiels du projet 14

- Période de travaux 14
- Impacts liés au terrassement 14

05 Modes opératoires 16

- Tous types de remblais 16
  - Suppression du remblai 16
  - Travail du sol 17
  - Revégétalisation 17
- Cas particuliers des remblais sur berge 17
- Cas des remblais avec imperméabilisation et/ou sol remanié 19
- Présence d'espèces à enjeu 20
  - Démarche à suivre en cas de présence d'espèces protégées 20
  - Présence d'espèces exotiques envahissantes 20
- Matériel utilisé 21
- Coût global des travaux 21

01

LES REMBLAIEMENTS

Description de l'altération

Le remblai correspond à un volume de matériaux d'origine anthropique ou non mis en place par apport ou dépôt. Par extension, on appelle aussi remblai les matériaux formant ce volume (MTES, 2020 voir Ressources utiles p. 13).

Les remblais en zones humides peuvent être de différents types :

- Les remblais avec imperméabilisation liés à la réalisation d'un aménagement ou d'une infrastructure sur la zone humide ;
- Les remblais par apport des excédents de terre et/ou de roches suite à des travaux d'urbanisation, de construction d'infrastructures de transport linéaires ou d'opérations de terrassement ponctuelles. Par endroits, les propriétaires en périphérie des aménagements profitent des volumes disponibles pour remblayer des zones basses - souvent des zones humides - sans pour autant les imperméabiliser, le remblai pouvant servir à rendre la parcelle moins humide ou plus plane et ainsi en faciliter la gestion ;
- Les remblaiements par le dépôt de matériaux anthropiques divers (matériaux de déconstruction, déchets divers).

Conséquences sur les fonctions de la zone humide

Les remblaiements avec imperméabilisation détruisent totalement la zone humide et suppriment l'ensemble des fonctions associées.

Les remblaiements sans imperméabilisation ni modification préalable du sol de la zone humide suppriment la connexion entre la surface du sol et la nappe d'eau (Figure 1). Selon leur nature, ils peuvent également présenter un risque de pollution du sol et de l'eau.

Concernant la **biodiversité**, le remblai engendre le remplacement d'espèces hygrophiles* par des espèces mésophiles* si la zone n'est pas cultivée. Si elle est cultivée, on aboutit en plus à un appauvrissement drastique des espèces.

Au niveau **biogéochimique**, le remblai entraîne la déconnexion entre l'horizon le plus actif, composé de l'horizon organique ou organo-minéral, et l'implantation des racines qui apportent des formes labiles de matière organique favorables aux processus bactériens tels que la dénitrification.

Lorsque le sol n'a pas été remanié préalablement au remblaiement, l'horizon organique de la zone humide remblayée reste généralement en place et en contact avec la nappe. Cependant, il est fortement probable que le tassement du sol et l'absence d'apports réguliers de matière organique, et notamment de composés labiles liés à la présence des racines, limitent les processus bactériens contribuant à l'épuration de l'eau.

D'un point de vue **hydrologique**, le remblai perturbe l'écoulement des eaux de pluie et des eaux de ruissellement vers et au sein de la zone humide. Le tassement du sol sous le remblai en modifie également la porosité et donc la capacité d'infiltration et de circulation de l'eau. De manière générale, le remblai limite la capacité de stockage d'eau en surface. Plus spécifiquement en bord de cours d'eau, la présence d'un remblai limite ou empêche le débordement du cours d'eau dans son lit majeur et donc la fonction d'atténuation et d'écrêtage des crues.

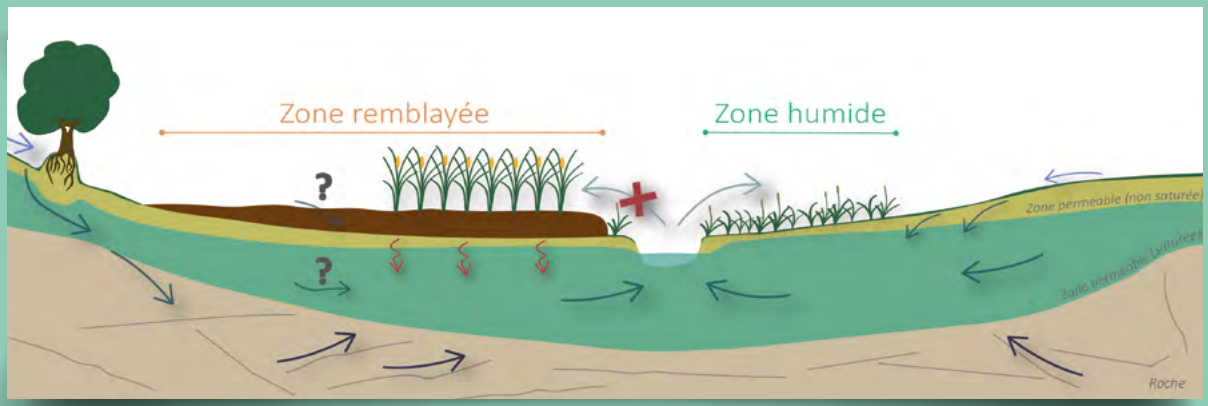


Figure 1 - Exemple de l'effet du remblaiement non imperméable sur les fonctions hydrologiques de la zone humide en bord de cours d'eau (FMA).

→ Circulation de l'eau
✕ Processus perturbé ou inhibé
? Processus probablement pertubé ou inhibé

Niveau de réversibilité

Des retours d'expérience issus de l'expérimentation menée dans le cadre du réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne montrent un fort potentiel de recolonisation des zones humides anciennement remblayées par la végétation. Le processus peut être très rapide (moins d'un an dans de bonnes conditions) si on retrouve le sol de la zone humide et sa banque de graines, présents avant altération, ou si des milieux en bon état de conservation situés à proximité permettent de faciliter la dissémination des espèces vers le site restauré.

Dans le cas où l'horizon organique de la zone humide a été décaissé trop profondément lors de la suppression du remblai, l'appauvrissement du sol en nutriments qui en découle aboutit à un ralentissement de la reprise de la végétation et le développement de végétations plus oligotrophes (espèces de landes notamment) et/ou d'espèces rudérales ou opportunistes.

Dans certains cas, le sol peut subir un tassement sous le remblai ou lors des manœuvres de suppression de remblai si les passages d'engins sont trop nombreux et/ou si la période de réalisation des travaux est inadaptée. Ce tassement semble ralentir la reprise de la végétation. Des interrogations persistent par ailleurs quant aux conséquences de ce tassement du sol sur les fonctions biogéochimiques et hydrologiques, fortement dépendantes des propriétés du sol. Le tassement peut induire des modifications de structure et de texture du sol, réduisant ainsi sa porosité et sa perméabilité, de manière plus ou moins réversible. Plus le sol est humide, plus il est sensible au tassement.

Objectifs des travaux de suppression de remblai

- Reconnecter la surface du sol et la nappe ;
- Retrouver l'expression d'une biodiversité de zone humide et les processus biogéochimiques ;
- Retrouver, pour les zones humides alluviales, la capacité de débordement du cours d'eau et/ou de stockage de l'eau en surface et dans le sol ;
- Retrouver le sol originel du site et la banque de graines associée.

02

LES GRANDES ÉTAPES

PHASES AVANT TRAVAUX

Qualifier le remblai
- Se renseigner sur la nature des matériaux de remblai
- Réaliser des sondages
  - *Remblai meuble de faible épaisseur* → Sondage à la tarière
  - *Remblai important et/ou complexe* → Fosses à la pelleteuse
    - Multiplier les fosses en fonction de l'hétérogénéité du remblai
    - Considérer une étude géotechnique préalable pour des remblais complexes pour cibler la localisation des fosses

Quantifier le remblai
- Réaliser des sondages
  - *Remblai meuble de faible épaisseur* → Sondage à la tarière
  - *Remblai important et/ou complexe* → Fosses à la pelleteuse
    - Multiplier les fosses en fonction de l'hétérogénéité du remblai
    - Considérer une étude géotechnique préalable pour des remblais complexes pour cibler la localisation des fosses

Etudier des options de valorisation
- Remobilisation sur place → S'assurer de l'équilibre des volumes
- Valorisation à proximité → Définir les itinéraires d'évacuation → Faire un état des lieux de la route
- Mise en décharge → Définir les itinéraires d'évacuation → Faire un état des lieux de la route

Définir la nature juridique du remblai
- Noter la nature des matériaux rencontrés lors des sondages
- Prélever des échantillons pour recherche de pollutions (sauf si origine connue et saine)
- *Horizon organique du terrain naturel identifiable*
  - Noter la hauteur de remblai à partir du changement de couleur
- *Horizon organique absent*
  - Extrapoler depuis le niveau topographique des parcelles voisines

PHASE TRAVAUX

Mise en place des mesures de réduction des impacts
- Sur les espèces protégées → Décapage lent de l'horizon organique des niveaux topographiques haut vers le bas
- Sur le milieu aquatique → Mise en place de bassins tampons

Suppression du remblai

Retrait des matériaux des niveaux topographiques bas vers le haut en une seule passe en maintenant les engins sur le remblai
- *Remblai au dessus du terrain naturel* → Suppression du remblai jusqu'au terrain naturel
- *Remblai plus profond que le terrain naturel* → Si nécessaire, reconstituer le sol en respectant l'ordre des horizons et la texture des matériaux naturels
  - Envisager un apport de terre végétale en surface

Revégétalisation
- *Sol très compacté* → Travail du sol
- *Sol peu compacté*

Travail du sol
- *Risque d'invasives ou d'érosion ou parcelle isolée de toute source de semences* → Semis/plantations
- *Pas de risque identifié* → Végétalisation spontanée

03

PLANIFIER LES TRAVAUX

Pour le bon déroulement des travaux, il est important d'estimer au plus juste le volume du remblai à supprimer et de définir la nature des matériaux concernés. Une mauvaise estimation de ces deux paramètres peut vite aboutir à des coûts supplémentaires en phase travaux.

Quantifier le remblai

Une première évaluation de la hauteur du remblai peut être effectuée en comparant le niveau du remblai en différents points au niveau théorique de la parcelle, obtenue par extrapolation du niveau topographique des parcelles voisines. Pour plus de précision, il convient de réaliser des sondages pédologiques. Dans ce cas, la hauteur de remblai se mesure à partir du haut de l'horizon organique de la zone humide mis en évidence par le sondage.

La hauteur du remblai renseigne sur le volume de remblai à extraire. Il convient d'être vigilant sur le phénomène de foisonnement[1] des terres, à savoir l'augmentation de leur volume du fait de la décompaction des matériaux lors de leur excavation. En fonction de la nature, de la texture et de l'humidité des terres, la valeur du coefficient de foisonnement varie autour de 1,1 pour des sols sableux à 1,4 pour la roche. Par exemple, pour des sols rocheux d'un volume en place de 1 m^3, on obtient un volume une fois excavé de 1,4 m^3. Pour des sols argileux et limoneux, ce coefficient est de 1,252. Ce phénomène doit être pris en compte pour anticiper les volumes réels à déplacer.

Qualifier le remblai

Pourquoi ?

Il est nécessaire pour :

- Définir la nature des matériaux des remblais (origine, classe de déchets, texture de la terre...) ;
- Vérifier l'absence de pollution ;
- Aider à l'évaluation du volume à évacuer ;
- Vérifier si on retrouve l'horizon organique de la zone humide ou si le sol a été remanié sous le remblai.

La nature des remblais peut grandement influencer le coût et le choix des modalités des travaux. Des remblais sains et inertes peuvent potentiellement être revalorisés sur site ou à proximité (réalisation de talus de ceinture, de fondations d'ouvrages...) à moindre coût, alors que des remblais contenant des matériaux pollués ou des déchets ménagers devront obligatoirement être entreposés dans des lieux de stockage appropriés. La proximité des décharges et le type de matériaux à évacuer influera sur le coût de l'opération.

1. *Se référer à la page « Foisonnement » de WikiHydro.*

La connaissance du niveau topographique théorique de la parcelle à restaurer, que l'on peut obtenir par extrapolation des niveaux topographiques du terrain naturel de part et d'autre du remblai, est également intéressante pour estimer si le sol de la zone humide a subi un tassement lors de son remblaiement.

Dans ce cas, si le remblai est supprimé jusqu'au niveau de l'horizon organique de la zone humide remblayée, on peut se retrouver avec un niveau topographique inférieur à ce qu'il était avant remblaiement et donc une parcelle plus humide que prévue et difficile à gérer.

Où ?

Afin de mieux qualifier et quantifier le remblai, il est préférable de réaliser une prospection en différents points du site. Le nombre et la localisation des points doivent être définis en fonction de la surface du site et de l'hétérogénéité du remblai. Prévoir un minimum de deux fosses pédologiques sur un site homogène.



Figure 2 - Repérage de l'horizon organique de la zone humide sous le remblai

Comment ?

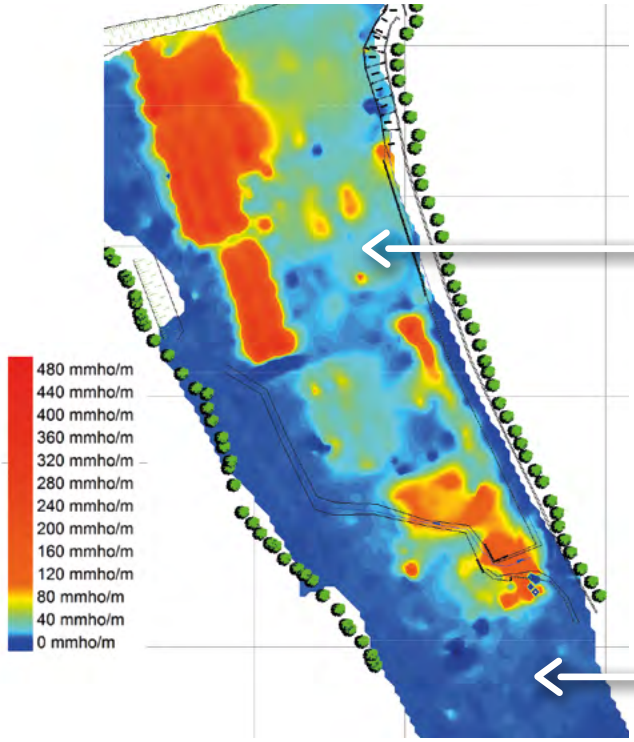
Sur les remblais de faible épaisseur et constitués de matériaux meubles, la hauteur de remblai peut être évaluée à la tarière manuelle en se basant sur le changement de couleur de l'horizon pour retrouver la surface de la zone humide (Figure 2).

Sur des remblais plus épais ou dont la nature ne permet pas de sondage manuel, des sondages à la pelle mécanique sont nécessaires. Sur des remblais homogènes, ils peuvent consister en une fosse équivalente à la largeur du godet de la pelle. Sur des remblais plus complexes, du fait d'infrastructures en place ou de mélange de matériaux, des fosses plus larges peuvent être nécessaires (Figures 2 et 3).

Les sondages, s'ils permettent de mieux qualifier la nature des remblais, ne mettent pas à l'abri d'une mauvaise surprise lors de la réalisation des travaux.

Il est ainsi conseillé de faire un appel d'offre assorti d'options permettant de prévoir des mises en décharges spécialisées ou d'évacuer des volumes supplémentaires au besoin.

Si le site a été très remanié et que la nature du remblai semble varier d'un secteur à l'autre, il est possible de faire réaliser des études géotechniques par un bureau d'étude spécialisé pour aider à mieux qualifier le remblai. L'hétérogénéité du sol peut être analysée par méthode électromagnétique (conductivité électrique du sol) ou radar. En fonction de la gamme de valeurs obtenues, il est alors plus aisé de cibler des secteurs à prospecter afin d'identifier la nature des remblais pour différentes valeurs de conductivité (exemple Figure 3).



Mise à découvert d'anciens bassins de pisciculture



Sol de l'ancienne zone humide sous le remblai



Figure 3 - Conductivité apparente du sol entre 0 et 1,5 m et fosses de prospection réalisées sur deux secteurs contrastés. Sur ce chantier, les zones en rouge sur la carte des conductivités n'ont pas été prospectées avant travaux. Or, lors des travaux, il s'est avéré qu'elles correspondaient à des secteurs de superposition de plusieurs dalles de béton armé qu'il a été difficile, voire localement impossible, d'enlever.

Jusqu'à quelle profondeur faire le sondage ?

Le sondage peut être arrêté lorsque l'horizon organique de la zone humide remblayée a été localisé, repéré par l'apparition d'une couleur brun sombre à noir. Si cet horizon n'apparaît pas, la profondeur du sondage devra être calée par rapport à une hauteur de remblai estimée par la différence de niveau topographique entre le terrain naturel et le remblai.

Si le sol a été remanié ou s'il existe des ouvrages en place, une fosse plus profonde que le terrain naturel peut être nécessaire pour qualifier la totalité des matériaux à évacuer.

Vérifier la présence de pollution

Lorsqu'il existe un doute sur la nature des matériaux de remblai ou lorsqu'il est probable qu'ils soient pollués, une analyse des sols est nécessaire afin de détecter la présence de polluants et d'identifier leur nature. Il convient alors de faire réaliser des analyses du sol en laboratoire sur différents points du site.

Le prélèvement d'échantillons pour analyse peut se faire lors de la réalisation des fosses de prospection du remblai.

Les polluants à rechercher dépendent de l'historique du site : hydrocarbures, métaux lourds...

En cas de déchets non inertes (classes 2 et 3, voir site de l'ADEME), la recherche de pollution peut également concerner la nappe ou le cours d'eau et l'émission de gaz.

Le Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement (MTES, 2020) identifie les étapes à suivre pour lever le doute sur la présence de pollution ou l'identifier.

Exemples de coûts

- **Suppression de remblais réalisée sur un site de lagunage abandonné dans les Côtes-d'Armor.**

Diagnostic initial de pollution des sols :
- Diagnostic géotechnique initial : 3 000 €
- Réalisation de 3 sondages : 1 150 €
- Analyse de lixiviat sur 3 échantillons : 1 800 €

Étude complémentaires suite à la détection de pollution :
- Diagnostic géotechnique complémentaire : 5 000 €
- Réalisation de 10 sondages : 760 €
- Analyse de lixiviat sur 10 échantillons : 2 800 €

Total : 14 510 € HT

- **Étude réalisée dans le Finistère suite à des premières excavations d'un remblai ayant révélé la présence d'une ancienne décharge**
  - Diagnostic de pollution des sols, émissions de biogaz (dépôt de déchets ménagers), pollution de l'eau
  - 8 sondages de sol, 4 sondages gaz, 3 piézomètres
  - Mise en œuvre, analyse et étude de valorisation du remblai

Total : 14 200 € HT

Étudier des options de valorisation

Lorsque les remblais sont sains (exempts de pollution), une économie financière et énergétique importante peut être réalisée en mobilisant tout ou partie du remblai sur site ou à proximité.

Dans ce cas, il faudra tout particulièrement s'attacher à éviter toute zone sensible (présence de faune, flore ou habitats protégés, zone humide, lit majeur de cours d'eau) et à respecter les règles imposées par les documents d'urbanisme.

Valorisation sur site hors zone humide

Les différentes façons de valoriser les matériaux sont, par exemple :

- La création de talus de ceinture ;
- Le comblement de fossés drainants ;
- L'emploi pour réaliser des fondations de cheminements hors zone humide ;
- Le confortement une digue existante (sous réserve d'une qualité géotechnique suffisante pour cet usage) ;
- Le comblement d'un front de taille dans un coteau : dans les zones humides aménagées localisées dans des vallées encaissées, on trouve fréquemment des zones décaissées dans le coteau afin de créer une surface plane ou liées à l'excavation de matériaux. Remblayer ces fronts de taille pour retrouver le profil topographique du coteau peut permettre de stocker une grande quantité du remblai sur place. Dans ce cas, il faut faire attention à ne pas empiéter sur la zone humide et à bien se caler sur le profil naturel de la vallée.

Remobilisation hors site

Si le réemploi des matériaux sur site n'est pas possible, il est nécessaire de se renseigner pour savoir s'il existe des besoins à proximité :

- Comblement de carrières en fin d'exploitation ;
- Comblement d'un plan d'eau créé par extraction de matériaux dans le cadre d'une opération de restauration écologique (attention à ne pas combler des plans d'eau créés par endiguement, ce qui reviendrait potentiellement à remblayer une zone humide) ;
- Remblaiement de décharges en fin d'exploitation ;
- Terrassements dans le cadre d'aménagements urbains ou routiers (consulter les services des communes) ;
- Des particuliers peuvent également être intéressés par des matériaux pour réaliser des travaux de terrassement ;
- Dans tous les cas, vérifier que la destination des matériaux se situe bien hors zone humide, lit majeur de cours d'eau et autres zones sensibles. La disponibilité de matériaux peut être portée à la connaissance des riverains par le biais des informations communales par exemple.

Pour des matériaux inertes de déconstruction, il peut être envisagé de réaliser un concassage puis de réemployer les produits obtenus, par exemple pour entretenir des chemins communaux ou en fond de forme de cheminements stabilisés (hors zone humide).

Exemples de valorisation :

Utilisation de terre saine pour remblayer des sites de stockage de déchets ménagers, avec ou sans vente du remblai.

Retour d'expérience Pont Guérin

Retour d'expérience Penn ar Stang

Talutage d'une digue et remblaiement d'un front de taille lié à la création d'une plateforme de stockage.

Retour d'expérience Corroac'h

Évacuation des remblais en décharge agréée

En dernier recours, les matériaux inertes sains peuvent être stockés en centre d'enfouissement technique (CET) de classe 3 ou en installation pour le stockage de déchets inertes (ISDI). Les retours d'expérience en Finistère font état d'un coût compris entre 15 et 30 €/m^3 pour le retrait, le transport et le stockage des déchets inertes.

En cas de présence de pollution ou de matériaux non inertes, le lieu de stockage approprié devra être choisi (CET de classe 2 pour les déchets banals, CET de classe 1 pour les déchets dangereux pour la santé ou l'environnement). Le prix des travaux augmente alors de manière significative du fait du faible nombre de ces structures sur le territoire qui entraîne des trajets importants et un prix de stockage bien plus élevé.

Le passage répété de camions chargés de matériaux de remblais peut rapidement détériorer les routes d'accès. Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de remettre la route en état le cas échéant.

Ne pas hésiter à réaliser un état des lieux avant les travaux et après travaux pour se prémunir de recours ultérieurs éventuels.

Dans tous les cas anticiper la nécessité de réaliser un nettoyage de la voirie en fin de chantier.

Ordres de grandeur du prix du stockage

- 5 à 10 €/t pour une décharge de classe 3 ou ISDI pour les déchets Inertes (DI) (une vingtaine par département) ;
- 30 à 100 €/t pour une décharge de classe 2 pour les déchets banals (DIB : Déchet Industriel Banal) (une dizaine répartie en Bretagne) ;
- 125 à 300 €/t pour une décharge de classe 1 pour les déchets dangereux (DIS : Déchet Industriel Spécial) (seulement 2 en Bretagne : Poullan-sur-Mer près de Douarnenez et Ploumagoar près de Guingamp).

A ces prix s'ajoutent la location des engins de transport et le coût des trajets.

Points d'attention

Les coûts de stockage sont le plus souvent établis en fonction du poids des déchets (se renseigner auprès du centre le plus proche du projet), alors que les calculs d'excavation sont réalisés en volume. Afin d'anticiper les coûts réels, il convient d'estimer le poids d'un mètre cube de terre foisonnée, ce poids dépendant de la masse volumique du matériau directement liée à la texture et à l'humidité de la terre excavée (entre 1,2 et 2 tonnes/m^3).

Il existe des outils nationaux de traçabilité des mouvements de terre dans lesquels les exports de remblais doivent être renseignés, notamment le site TERRASS du BRGM.

Ressources utiles

- **Site de l'Ademe, pour la qualification des types de déchets**
  https://expertises.ademe.fr/economie-circulaire/dechets/quoi-parle-t/types-dechets

- **Pour trouver un centre de gestion des déchets adapté :**
  https://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/rechercher-centres.aspx

- **Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement. MTES, 2020.**
  https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_valorisation_tex_non_ssp.pdf

- **Guide de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement du BRGM**
  http://ssp-infoterre.brgm.fr/guide-valorisation-hors-site-terres-excavees

04

ÉVALUER ET RÉDUIRE LES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET

Les travaux de restauration ont pour objectif d'améliorer le fonctionnement général du site et l'accueil de la biodiversité. Ainsi, à terme, l'impact sera positif sur le milieu et les espèces.

Il est cependant nécessaire de prendre des précautions durant la phase de travaux afin de limiter au maximum les impacts temporaires. Ces précautions devront être intégrées dans la définition des itinéraires techniques de suppression du remblai.

Se référer à l'ouvrage « Protection des milieux aquatiques en phase chantier - Anticipation des risques ; Gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollution chimique des eaux » pour des exemples de solutions techniques adaptées (voir Ressources utiles p. 15).

Période de travaux

Tous les **travaux doivent de préférence être réalisés entre mi-août et fin octobre**, en période d'étiage, afin de limiter le dérangement des espèces et de faciliter la réalisation des travaux en zone humide. Cet intervalle de temps se situe hors période de reproduction, de ponte, de nidification, de développement et d'hibernation de la grande majorité des espèces et favorise également une bonne reprise de la végétation après les travaux.

Si l'étiage se poursuit au-delà d'octobre, il est encore possible d'y conduire des travaux, mais la reprise de la végétation risque d'être moins bonne.

Les périodes très pluvieuses, qui présentent un risque élevé d'inondation et d'effet érosif, doivent être évitées.

Impacts liés au terrassement

Les impacts temporaires potentiels sur le milieu sont principalement liés aux travaux de terrassement qui présentent un **risque de destruction d'espèces ayant préalablement colonisé le site**. Il conviendra donc de **s'assurer de l'absence de toute espèce protégée**.

Les travaux de terrassement en bord de cours d'eau génèrent également un **risque d'apport de sédiments vers le cours d'eau voisin** qui peut perturber la faune piscicole en aval de la zone des travaux. Ce risque est accentué dans les sites traversés par des affluents où des écoulements préférentiels se forment (résurgences, sources...). Il convient alors de prendre des précautions pour éviter le départ de particules fines vers le cours d'eau, notamment par le choix de la période de travaux et, si nécessaire, par le maintien temporaire d'une bande de remblai entre le cours d'eau et la zone de travaux ou la mise en place d'un dispositif de traitement des matières en suspension (cf. p. 17).

Durant les travaux, le passage répété d'engins peut entraîner un compactage et une imperméabilisation du sol. Les modes opératoires décrits ci-après visent à limiter ces impacts au maximum.

Ressources utiles

- **Bonnes pratiques environnementales - Protection des milieux aquatiques en phase chantier / McDonald et al., AFB, 2018.**
  http://oai.afbiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1068/1/2018_001.pdf_34364Ko

- **Guide Biodiversité & chantiers. Comment concilier Nature et chantiers urbains ? Nord Nature Chico Mendès et LPO, EPF NPdC, Edition EGF. BTP, Paris, 2019.**
  http://www.ecoquartiers.logement.gouv.fr/document/guide-biodiversite-et-chantiers/



© Armel Dausse

05

MODES OPÉRATOIRES

Tous types de remblais

Suppression du remblai

La suppression de remblai doit être effectuée de façon à éviter au maximum les impacts sur le sol de la zone humide. Pour cela, il convient :

- D'éviter les passages répétés d'engins sur le site et donc, dans la mesure du possible, de travailler en une seule passe par secteur ;
- De prévoir, au besoin, des zones de retournement des engins hors zone humide ou sur le remblai (qui, dans ce cas, sera retiré au dernier moment) ;
- De réaliser les travaux du point topographique bas vers le haut (en s'éloignant du cours d'eau par exemple) et en partant du point le plus éloigné de l'entrée du site afin que les engins puissent travailler depuis le remblai et éviter les embourbements possibles sur les secteurs déblayés plus humides ;
- Prévoir des plats-bords ou des plaques de roulage si, pour accéder au chantier, les engins doivent traverser une partie non remblayée de la zone humide ;
- Faire attention à l'apparition de la surface de la zone humide sous le remblai pour éviter de surcreuser et devoir rapporter des matériaux.



Plats-bords mis en place pour limiter l'impact du passage d'engins lourds sur le sol de la zone humide (© OFB).

Travail du sol

Une fois le remblai supprimé, le sol doit être lissé sans tassement. Il peut être intéressant de laisser une micro-topographie favorable à l'apparition de micro-habitats dont des dépressions qui resteront en eau en période hivernale. L'analyse de photographies aériennes anciennes peuvent fournir des indices sur la localisation et l'emprise de zones dépressionnaires historiques.

Un apport de terre végétale peut être nécessaire en surface afin de faciliter l'implantation des végétaux si l'horizon organique de la zone humide a été supprimé avant remblaiement de la zone ou si l'excavation a été au-delà de la surface de la zone humide. Cet apport doit être anticipé pour respecter le niveau topographique initial de la zone humide, et il conviendra d'être très attentif à sa provenance et à la présence possible d'espèces exotiques envahissantes (EEE).

Une fois les travaux de terrassement réalisés, le sol organique de la surface du remblai peut être mis de côté et remobilisé pour un régalage en surface qui peut notamment être utile si le sol a été tassé et que l'on souhaite rapporter un horizon organique supplémentaire pour revenir au niveau du terrain naturel ou si l'horizon organique de la zone humide a été supprimé.

En fonction de l'état de tassement du sol et de l'usage et de la gestion prévus après travaux, des actions complémentaires peuvent être à prévoir :
- Passage d'une sous-soleuse ;
- Travail du sol en surface ;
- Dépierrage ;
- etc.

Revégétalisation

La revégétalisation du site peut être spontanée ou active selon les risques identifiés. La revégétalisation active, par semis et/ou plantation d'arbres et arbustes, se justifie uniquement lorsqu'il existe un risque avéré d'invasion biologique (présence d'EEE sur site ou à proximité) ou en cas de risques érosifs importants. Elle peut également être un choix sur des sites urbains et/ou ouverts au public pour des raisons esthétiques. Dans ce cas, il convient de s'assurer de l'adaptation des espèces choisies aux milieux humides et de privilégier des végétaux d'origine locale.

Cas particuliers des remblais sur berge

Il se peut que le remblai s'étende jusqu'à la berge du cours d'eau. Une adaptation de la méthode de suppression de remblai doit alors être étudiée au cas par cas en fonction du risque lié au cours d'eau.

Deux situations principales peuvent nécessiter le maintien temporaire d'un merlon de remblai en bord de cours d'eau afin de protéger celui-ci :

- S'il existe un risque de débordement du cours d'eau pendant les travaux (peu probable en Bretagne en période favorable à la réalisation des travaux) ;
- S'il existe un risque important de départ de sédiments fins depuis la zone de travaux vers le cours d'eau (zones très humides liées à la présence de sources par exemple).

Dans ce cas, le merlon doit être retiré en fin de chantier après avoir réalisé l'opération sur le reste du site. Dans la mesure du possible, il est préférable de le supprimer après la revégétalisation du site et la réduction des risques érosifs. Si le volume d'eau risque d'être important en amont du merlon, il convient d'y intégrer un filtre granulométrique permettant l'évacuation progressive des eaux tout en limitant le départ de matières en suspension.

Une attention particulière doit être portée à la façon de supprimer ce merlon subsistant en fin de chantier afin de ne pas déstabiliser la berge ou perturber le sol de la zone humide déblayée. Selon la taille du site et la portance du sol et du merlon de remblai, il existe plusieurs solutions possibles :

- Sur une berge stable en zone peu humide : laisser un merlon suffisamment large pour qu'une pelleteuse puisse y circuler et enlever le remblai en restant « au sec » au maximum ;
- Utiliser des plats-bords pour passer dans la zone déjà déblayée pour enlever le merlon restant ;
- Utiliser une pelle mécanique à long bras pour supprimer le merlon restant depuis une zone stable.

Dans le cas de berges instables, des techniques de stabilisation naturelle des berges devront être mises en place : ensemencement sur les deux premiers mètres du haut des berges avec des semis adaptés, recharge granulométrique remontant en milieu de berge en cas de berges instables... (voir Ressources utiles p. 21)

S'il existe un fort risque d'érosion lié au débordement du cours d'eau avant reprise de la végétation, il peut être envisagé des travaux en deux phases avec suppression du merlon après reprise de la végétation.

Retour d'expérience Guervern



Illustration d'un merlon maintenu en bord de cours d'eau et d'un bassin tampon permettant d'éviter le départ des sédiments vers le cours d'eau durant le chantier. La pelle mécanique reste sur le remblai pour réaliser le décaissement et éviter de tasser le sol de la zone humide (© Brest Métropole).

Points d'attention

Il est indispensable de bien caler le niveau topographique à retrouver.

Un creusement trop profond peut entraîner deux problèmes majeurs :

- Un sol trop humide lié à la présence de la nappe trop proche de la surface du sol, entraînant des soucis de portance - et donc de gestion - et des divergences en termes d'habitat par rapport aux végétations ciblées

Retour d'expérience Penn ar Stang

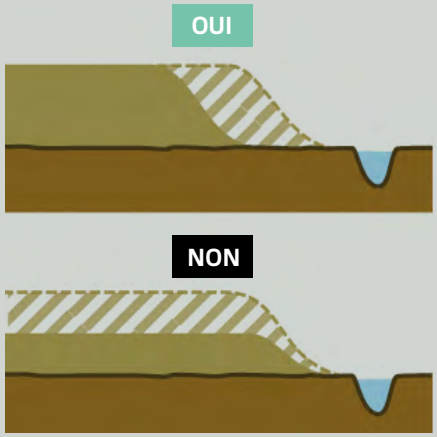
- Un sol appauvri en matière organique ne permettant pas l'expression de la végétation ciblée

Retour d'expérience Pégase

Retour d'expérience Fontaine Margot

Un niveau du sol trop élevé par rapport au toit de nappe empêchera les caractéristiques de zone humide de s'exprimer et ne permettra pas l'expression des fonctions de stockage d'eau ou d'expansion des crues.

Si la totalité du volume du remblai ne peut pas être supprimée pour des raisons logistiques ou de coût de travaux, il convient de travailler sur une plus petite surface mais de revenir au niveau du sol initial. Dans ce cas, l'aval de la zone humide (partie la plus proche du cours d'eau) devra être privilégié.

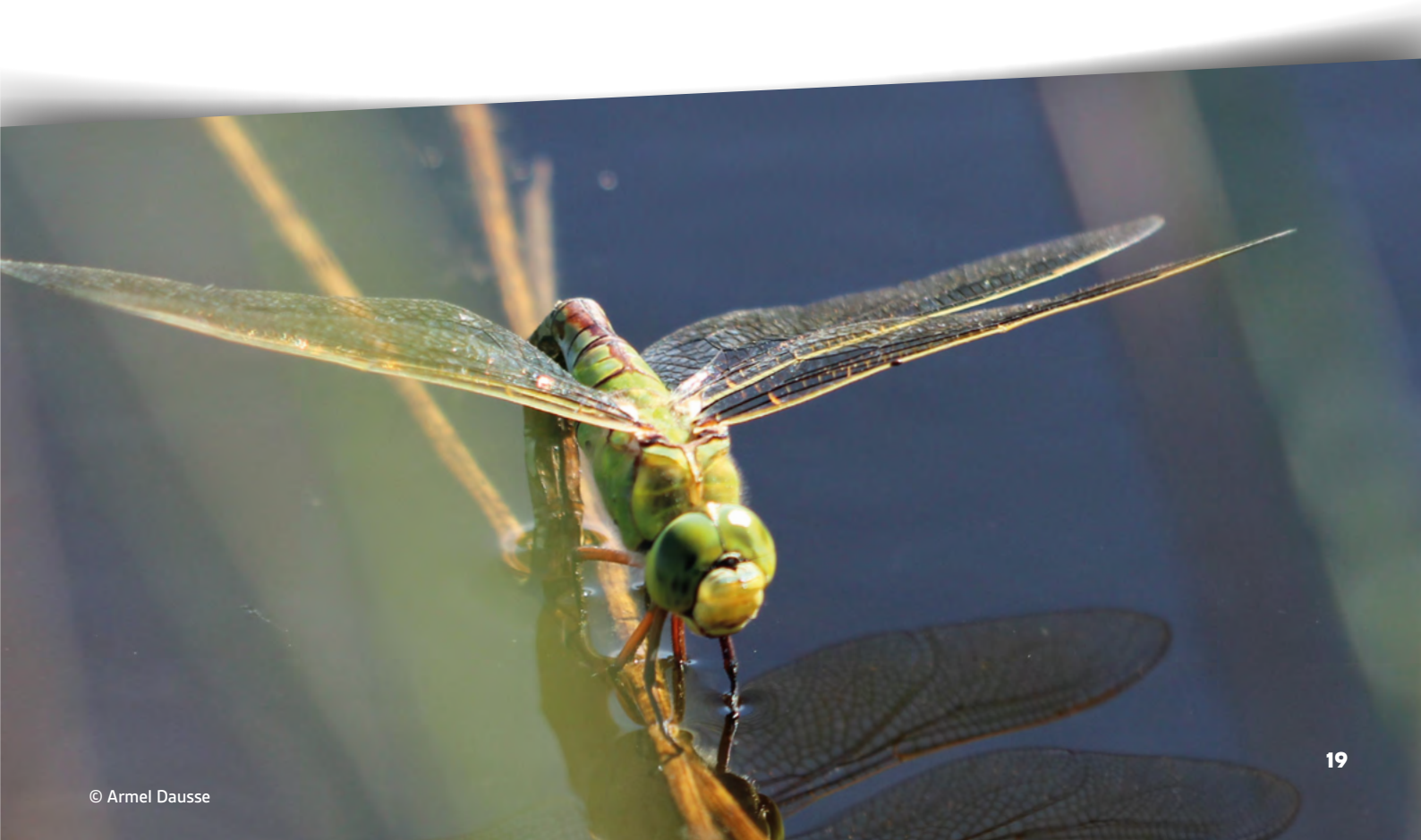


Cas des remblais avec imperméabilisation et/ou sol remanié

Ce cas de figure se retrouvera essentiellement dans le cadre de friches industrielles ou routières où le sol peut avoir été creusé ou remanié afin de mettre l'infrastructure en place. Une attention particulière devra être apportée à la détection de pollutions éventuelles du sol lors de l'étude de l'état initial du site.

Mode opératoire préconisé :

- Retirer l'ensemble des matériaux pouvant avoir un effet drainant (couche de fondation en blocs, par exemple) ou imperméabilisant (bitume, éléments en béton…).
- Trier les matériaux rencontrés afin de les déposer dans les décharges appropriées et, si possible, conserver les remblais sains pour une réutilisation sur place (absence de pollution et d'EEE).
- Reconstituer le sol en respectant les caractéristiques pédologiques : selon la profondeur des horizons à recréer, il peut s'agir d'altérites (couche de rochers plus ou moins grossiers avec sable) suivis d'une couche minérale (terre jaune) puis d'une couche organo-minérale (terre végétale ou terre noire). Se baser sur les profils pédologiques de parcelles voisines dans le même contexte hydrogéomorphologique et essayer de retrouver les mêmes natures géologiques et les mêmes textures de sol pour éviter les trop grandes différences de conductivité hydraulique. Ainsi, par exemple, il est proscrit de mettre en place un horizon argileux dans une vallée alluviale où le sol est essentiellement sableux ou, inversement, du sable sur un plateau limoneux.
- Si des apports de terre sont nécessaires, attention à sa provenance et à l'absence d'espèces invasives. Pour limiter les risques de contamination par les EEE, les matériaux extérieurs devront de préférence être utilisés en fond de forme et les matériaux prélevés sur site en surface.
- Les couches plus profondes peuvent nécessiter un tassement pour retrouver des densités équivalentes au sol naturel et pour faciliter la portance du site, mais les couches de surface ne doivent pas être tassées pour éviter l'imperméabilisation et faciliter l'enracinement des végétaux.



© Armel Dausse



© Armel Dausse

Présence d'espèces à enjeu

Démarche à suivre en cas de présence d'espèces protégées

Afin de limiter les impacts sur les espèces animales protégées, une méthode de travail a été testée en partenariat avec le Groupe Mammalogique Breton (GMB).

En premier lieu destinée à éviter les impacts sur les petits mammifères, cette méthode s'est également avérée efficace pour limiter l'impact des travaux sur les batraciens et les reptiles.

1/ Rendre le milieu peu accueillant quelques jours avant le chantier par une fauche de la végétation ou le débroussaillage sur site, en s'assurant de la présence d'un habitat accueillant à proximité. (Voir GTAGZH pour des techniques de fauche/broyage adaptées)

2/ Avant de débuter les travaux de terrassement, décaper lentement le secteur des travaux concerné **d'amont en aval** (contraire à la logique de chantier) pour laisser s'échapper les individus vers le cours d'eau ou les parcelles voisines.

Réaliser le décapage progressif de l'ensemble de l'horizon organique (là où se trouvent majoritairement les galeries de micromammifères) par petites épaisseurs.

3/ Une fois l'horizon de surface enlevé, continuer la suppression de remblai **d'aval en amont**.

Au préalable, une battue peut être organisée afin de capturer et déplacer les batraciens présents sur site, complétée par la mise en place d'une barrière anti-microfaune. Attention, la manipulation d'espèces protégées est soumise à autorisation préfectorale (Cerfa n° 13616*01) et nécessite d'identifier un site récepteur en bon état de conservation.

Le stockage de la terre végétale et sa remise en place après travaux permet également de préserver et remobiliser la banque de graines d'espèces végétales d'intérêt potentiellement présentes avant travaux.

Présence d'espèces exotiques envahissantes

En présence d'espèces exotiques envahissantes, se référer aux préconisations du Centre de ressources sur les espèces exotiques envahissantes.

Ressources utiles

- La Recharge en Granulats, une technique souple et rapide pour la restauration des petits cours d'eau (cater-com.fr)
- Prise en compte du Campagnol amphibie dans la restauration et la gestion de zones humides (Groupe Mammalogique Breton, Livret du Forum des gestionnaires d'espaces naturels bretons 2019)
- Accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'intervention de gestion. UICN, OFB, SUEZ (2022)
- Préconisations pour une meilleure prise en compte du risque de dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) terrestres dans les projets de travaux (2020)
- Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques du bassin Loire-Bretagne (2018)
- Les terres contaminées - CEN Val de Loire

Matériel utilisé

Des exemples d'engins mobilisables en zones humides sont proposés dans le Guide d'aménagement et de gestion des zones humides de la Camab du Finistère.

Exemples de matériel utilisé sur deux chantiers bretons :

- Pelle 30 t sur chenilles de 80 cm de large et bulldozer marais sur chenilles 1 m

Retour d'expérience Corroac'h

- Pelle 25 t avec chenille 60 cm sur sol plus portant

Retour d'expérience Fontaine Margot

Coût global des travaux

Le coût du chantier est très dépendant de la nature et de la quantité de remblai à évacuer ainsi que du devenir de ce remblai.

- Remblai de terre saine réutilisable sur site : 6 à 10 €/m^3
- Remblai sain évacué en décharge : de 15 à 30 €/m^3
- Retrait de remblai de matériaux non inertes ou sols pollués : à minima 200 €/m^3

NOTES ...

Rédaction : Armel Dausse, Forum des Marais Atlantiques / Antenne de Brest

Relecture : Hélène Anquetil et Mikaël Le Bihan OFB. Direction régionale Bretagne, Alix Augier, Anaëlle Magueur, Forum des Marais Atlantiques / Antenne de Brest

Ce document est référencé comme suit :

Dausse, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p.

Crédits photos : figures 2 et 3 : Forum des Marais Atlantiques

Création graphique : Virginie Gaude - www.crayonmagique.fr

RÉSEAU SUR LA RESTAURATION DES ZONES HUMIDES DE BRETAGNE

FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES

Ce carnet fait parti d'un ensemble de documents méthodologiques et techniques rédigés par le Forum des Marais Atlantiques, intégrant les enseignements issus du suivi de projets portés par différents maîtres d'ouvrage et étudiés dans le cadre de projets de recherche appliquée coordonnés dans le cadre du réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne. Ces carnets, classés par thématique, sont disponibles sur le site internet du réseau : rerzh.forum-zones-humides.org.

Les partenaires du réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne

Les partenaires techniques et financiers (comité de suivi)

Et la participation dans le comité de suivi

Les partenaires scientifiques et techniques des projets de recherche appliquée

Avec la participation dans le Finistère

Les maitres d'ouvrage des travaux de restauration des sites étudiés

