



Référentiel d'actions écologiques mobilisables en zones humides

Version 1.0

Gayet Guillaume, Fossey Maxime, Baptist Florence,
Caessteker Pierre, Clément Jean-Christophe,
Dausse Armel, Gaucherand Stéphanie,
Isselin-Nondedeu Francis, Mesléard François,
Pelegriin Olivier



septembre 2023

PATRI NAT

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun
de l'Office français de la biodiversité,
du Muséum national d'Histoire naturelle,
du Centre national de la recherche scientifique
et de l'Institut pour la recherche et le développement



Nom du projet : référentiel d'actions écologiques mobilisables en zones humides élaborée dans le cadre de la version 2 de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides.

Chef de projet : Guillaume Gayet – agent OFB à PatriNat

Chargé de mission : Maxime Fossey – agent MNHN à PatriNat

Experts mobilisés : Baptist Florence (Soltis filiale de Biotope), Caessteker Pierre (OFB), Clément Jean-Christophe (Université Savoie Mont Blanc), Dausse Armel (Forum des Marais Atlantiques), Gaucherand Stéphanie (Inrae), Isselin-Nondedeu Francis (Université François Rabelais – Tours), Mesléard François (Fondation de la Tour du Valat), Pelegrin Olivier (Biotope)

Crédits photos non spécifiés dans tout le rapport : G. Gayet (PatriNat OFB – MNHN)

Référence du rapport conseillée : Gayet, G., Fossey, M., Baptist, F., Caessteker, P., Clément, J.-C., Dausse, A., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Mesléard, F., Pelegrin, O. 2023. Référentiel d'actions écologiques mobilisables en zones humides. Version 1.0.

PatriNat

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Dans une unité scientifique associant des ingénieurs, des experts et des spécialistes de la donnée, PatriNat rapproche les compétences et les moyens de ses quatre tutelles que sont l'OFB, le MNHN, le CNRS et l'IRD.

PatriNat coordonne des programmes nationaux d'acquisition de connaissance pour cartographier les écosystèmes, les espèces et les aires protégées, surveiller les tendances de la biodiversité terrestre et marine, répertorier les zones clefs pour la conservation de la nature (Znieff), et produire des référentiels scientifiques et techniques (TaxRef, HabRef, etc.). Ces programmes associent de nombreux partenaires et fédèrent les citoyens à travers des observatoires de sciences participatives (tels que Vigie-Nature, INPN espèces ou Vigie-terre).

PatriNat développe des systèmes d'information permettant de standardiser, partager, découvrir, synthétiser et archiver les données aussi bien pour les politiques publiques (SIB, SINP) que pour la recherche (PNDB) en assurant le lien avec les systèmes internationaux (GBIF, CDDA, etc.).

PatriNat apporte son expertise dans l'interprétation des données pour accompagner les acteurs et aider les décideurs à orienter leurs politiques : production d'indicateurs, notamment pour l'[Observatoire national de la biodiversité](#) (ONB) et des livrets de chiffres clés, élaboration des Listes rouges des espèces et écosystèmes menacés, revues systématiques, préparation des rapports pour les directives européennes, élaboration d'outils de diagnostic de la biodiversité pour les acteurs des territoires, ou encore évaluation de l'efficacité des mesures de restauration. PatriNat organise également l'autorité scientifique CITES pour la France.

L'ensemble des informations (de la donnée brute à la donnée de synthèse) est rendu publique dans les portails NatureFrance, INPN et Compteur BIOM.

En savoir plus : www.patrinat.fr

Direction : Laurent PONCET et Julien TOUROULT

Naturefrance

Le service public d'information sur la biodiversité



Naturefrance représente le service public d'information sur les politiques publiques de biodiversité en France. Il se décline dans plusieurs portails d'information, dont le portail général naturefrance.fr. Destiné à un public aussi large que possible, il propose des clés de lecture des grands enjeux liés à la biodiversité et à son évolution, aux pressions qu'elle subit, et aux réponses de la société. Naturefrance présente des chiffres clés, des indicateurs développés dans le cadre de l'ONB (Observatoire national de la biodiversité), des articles et des publications, issus de l'analyse scientifique des données provenant des politiques publiques de conservation ou d'activités socio-économiques favorables ou défavorables à la biodiversité.

Dans le cadre de cette mission confiée par l'OFB, PatriNat gère ce portail et participe au traitement, à l'analyse et à l'interprétation d'une partie des données versées sur Naturefrance : par exemple, celles provenant du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) ou encore du Système d'information de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (SI CITES).

En savoir plus : naturefrance.fr

Inventaire national du patrimoine naturel

Le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer (www.inpn.fr). Il regroupe et diffuse les informations sur l'état et les tendances du patrimoine naturel français terrestre et marin (espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes actuelles et anciennes, habitats naturels, espaces protégés et géologie) en France métropolitaine et ultramarine.

Les données proviennent du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'ensemble des réseaux associés. PatriNat organise au niveau national la gestion, la validation, la centralisation et la diffusion de ces informations. L'inventaire consolidé qui en résulte est l'aboutissement d'un travail associant scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse régulièrement mise à jour du patrimoine naturel en France.

L'INPN est un dispositif de référence français pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel. L'ensemble de ces informations sont mises à la disposition de tous, professionnels, amateurs et citoyens.

En savoir plus : www.inpn.fr

Compteur Biodiversité Outre-mer

Le portail des indicateurs, des enjeux et des initiatives sur la biodiversité en outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, le Compteur de la biodiversité Outre-mer (BiOM) développe une entrée dédiée aux territoires ultramarins français qui abritent une part importante de la biodiversité mondiale. Portail accessible, actualisé et pérenne, il favorise la rencontre des citoyens et des acteurs de la biodiversité, autour de trois objectifs : partager la connaissance scientifique, valoriser les actions des territoires ultramarins, et encourager chacun à agir. Cette démarche vise à relater les contextes culturels et mettre en avant des enjeux spécifiques de chaque territoire, pour répondre à un engagement du Livre bleu des Outre-mer.

Des études auprès des citoyens viennent compléter l'initiative : par exemple le premier panorama des programmes de sciences participatives dans les territoires, et une enquête sur la perception de la nature et l'utilisation des outils numériques.

PatriNat assure la mise en œuvre du projet et avec la participation des acteurs des outre-mer, suivant trois axes : production d'indicateurs de biodiversité (connaissances, espèces menacées, espaces protégés, etc.), relai des actions de mobilisation et de sciences participatives (écogestes, inventaires participatifs, etc.) et gestion technique du portail.

En savoir plus : biodiversite-outre-mer.fr

Table des matières

Remerciements	10
I. Introduction	11
II. Actions écologiques visées par ce référentiel	14
III. Commentaires non exhaustifs à propos du bon usage d'une liste d'actions écologiques	16
III.1. Sélectionner n'est pas piocher !.....	16
III.2. Recourir à des écologues qualifiés	16
III.3. Détailler le contenu technique d'une action écologique	16
III.4. Penser aux effets sur d'autres objectifs de conservation que les fonctions et les habitats des zones humides	17
III.5. Rappel règlementaire	17
III.6. Ne pas oublier l'innovation	17
IV. Élaboration d'une liste d'actions écologiques.....	18
IV.1. Méthode – ressources documentaires pour identifier des actions écologiques	18
IV.2. Méthode - dénomination et définition des actions écologiques.....	21
IV.3. Méthode - emboîtement des actions écologiques	22
IV.4. Résultats - liste d'actions écologiques et définitions associées.....	23
V. Typologie des actions écologiques	43
V.1. Méthode - critères pour élaborer la typologie d'actions écologiques	43
V.1.1. Compartiment ciblé.....	43
V.1.1.1. Physionomie du modelé topographique	49
V.1.1.2. Le réseau hydrographique.....	50
V.1.1.3. Propriétés du sol.....	51
V.1.1.4. Composition et structure des communautés végétales et animales	52
V.1.2. Impulser et/ou exploiter-entretenir.....	52
V.1.2.1. Actions écologiques d'impulsion	53
V.1.2.2. Actions écologiques d'exploitation-entretien	59
V.1.3. Intentions des actions écologiques sur les processus : effacer, atténuer, favoriser ou créer	62
V.1.4. Spécificité des actions écologiques	62
V.1.4.1. Actions écologiques spécifiques à un système hydrogéomorphologique	63
V.1.4.2. Actions écologiques spécifiques à un milieu	63
V.1.5. Articulation des actions écologiques avec des référentiels existants	64

V.1.5.1.	Le programme « <i>Conservation evidence</i> » pour documenter l’efficacité des actions de conservation	64
V.1.5.2.	Nomenclature nationale pour la mise en œuvre de la séquence Éviter – Réduire – Compenser (ERC).....	66
V.2.	Résultats - critères attribués par actions écologiques	69
V.2.1.	Compartiment ciblé	69
V.2.2.	Impulser et/ou exploiter-entretenir.....	69
V.2.3.	Intentions des actions écologiques sur les processus : effacer, atténuer, favoriser ou créer	70
V.2.4.	Spécificité des actions écologiques	71
V.2.5.	Articulation des actions écologiques avec des référentiels existants	72
VI.	Application à des programmes d’actions écologiques	86
VI.1.	Sélection des actions écologiques à mobiliser.....	86
VI.2.	Discussion préalable sur la faisabilité des actions écologiques.....	90
VI.2.1.	Définition de la faisabilité abordée dans ce référentiel	90
VI.2.2.	Des repères scientifiques sur la faisabilité	96
VI.3.	Évaluation de la faisabilité des actions écologiques listées	100
VI.3.1.	Méthode pour évaluer la faisabilité des actions écologiques	101
VI.3.1.1.	Hypothèse générale	101
VI.3.1.2.	Classes de faisabilité	101
VI.3.1.3.	Attribution d’une classe de faisabilité aux actions écologiques	104
VI.3.2.	Résultats détaillés - faisabilité des actions écologiques.....	104
VI.3.2.1.	Faisabilité « impossible » étant donné le contexte écologique où est mobilisé l’action écologique	104
1.	Selon le système hydrogéomorphologique du site	104
2.	Selon le milieu EUNIS niveau 1 visé dans le site.....	105
VI.3.2.2.	Faisabilité « très aléatoire »	105
VI.3.2.3.	Faisabilité « assez aléatoire »	106
VI.3.2.4.	« Assez bonne » faisabilité	107
VI.3.2.5.	« Bonne » faisabilité	107
VI.3.3.	Résultat brut	108
VI.3.4.	Résultat résumé - liste opérationnelle d’actions écologiques en prévision de son utilisation dans la version 2 de la méthode nationale d’évaluation des fonctions des zones humides	114
VII.	Conclusion et perspectives.....	117
	Bibliographie.....	118

Annexe 1 : Liste des 468 actions de conservation après sélection sur www.conservationalevidence.com (au 8 mars 2022) pouvant potentiellement avoir lieu en zones humides. Les actions de conservationalevidence.com qui font l’objet d’au moins un rattachement avec les actions écologiques du présent référentiel sont en gras.	127
Annexe 2 : Référentiel d’actions écologiques mobilisables en zones humides et évaluation de leur faisabilité	137
Annexe 3 : Liste des mesures d'évitement, de réduction et d’accompagnement durant la mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser d'après Alligand et al. (2018).	147
Annexe 4 : Description détaillée des mesures de compensation durant la mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser d'après (Alligand et al. 2018).....	152

Remerciements

Nous remercions Ghislaine Ferrere et Joanie Catrin du Bureau de la ressource en eau, des milieux aquatiques et de la pêche en eau douce (Direction de l'eau et de la biodiversité) au Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires pour avoir suivi ce travail avec intérêt.

Nous remercions tous les partenaires qui ont testé les prototypes de la version 2 de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides et qui ont fait des retours critiques pour améliorer ce référentiel d'actions écologiques à partir d'expériences de terrain diverses sur la restauration écologique : François Chevaux, Fanny Guillot, Léa Menuet, Sébastien Gatelier, Eric Lemitouard, Vanessa Rael (Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement), Marie Rolland (stagiaire OFB - INRAE en 2018) sous la direction de Stéphanie Gaucherand (INRAE), Alizée Ribas et Zéphyr Barré (stagiaires OFB - Smiddest en 2018) sous la direction de Diane-Laure Sorrel (Syndicat mixte pour le développement durable de l'estuaire de la Gironde), Thomas Fabrègue (stagiaire OFB - Siel en 2018) sous la direction de Julien Caucat (Siel, syndicat mixte des étangs littoraux) et les agents de l'OFB dans les services territoriaux. Merci également à tous les organismes qui nous ont accompagnés lors de ces tests, en particulier merci aux agents des services départementaux de l'OFB, des services de l'État, des collectivités locales, des associations, des bureaux d'étude...

Merci à Stanislas Wroza et Margaux Mistarz (OFB) pour leur relecture attentive de ce travail.

Merci à Jean-Marc Allard, Sylvie Chevallier, Mélanie Hubert, Guilène Procida (MNHN) et Farid Bensettiti (OFB) pour l'aide précieuse apportée durant ce travail.

I. Introduction

L'ingénierie écologique correspond à « *l'ensemble des concepts et des pratiques fondés sur les mécanismes écologiques et utilisables pour la gestion adaptative des ressources, la conception, la réalisation et le suivi d'aménagements ou d'équipements. Elle intègre autant les dispositifs de recherches, d'expertise, de décision, d'application et d'évaluation. De manière plus simple, l'ingénierie écologique est définie comme l'ensemble des actions par et/ou pour le vivant incluses dans une démarche de projet d'ingénierie* » (A-IGÉco dans www.genieecologique.fr). **Le génie écologique correspond quant à lui à la conduite de projets qui, dans sa mise en œuvre et son suivi, applique les principes de l'ingénierie écologique et favorise la résilience des écosystèmes.** Il permet de reconstituer des milieux naturels, de restaurer des milieux dégradés et d'optimiser les fonctions¹ (www.genieecologique.fr).

Lors de la conception et de la planification d'un programme d'actions écologiques, des connaissances provenant des ingénieries agronomique, sylvicole, hydraulique... sont souvent mobilisées pour contribuer à préserver la biodiversité et les fonctions des écosystèmes (par ex. miser sur des pratiques sylvopastorales pour maximiser des fonctions et des services donnés). **L'ingénierie écologique est donc intégratrice d'une multitude d'ingénieries, dont elle met à profit les connaissances.**

Les actions écologiques dans le cadre de la restauration sont des procédés intentionnels d'assistance à la régénération d'écosystèmes dégradés, endommagés ou détruits. Elles peuvent aussi parfois être des procédés consistant à créer des écosystèmes là où ils n'ont jamais existé ; même si dans ce cas, les résultats sont généralement médiocres. Ce sont des interventions physiques (par ex. seuils sur des fossés), chimiques (par ex. amendement organique), mécaniques (par ex. intervention d'engins)... qui peuvent avoir recours à des végétaux (par ex. les hélrophytes) ou des animaux (par ex. le bétail) pour atteindre les objectifs visés. Les interventions anthropiques exercent alors souvent un rôle déterminant dans le déroulement de processus² écologiques souhaités. En complément, d'autres facteurs interviennent et affectent le devenir d'écosystèmes qui font l'objet d'un programme d'actions écologiques (par ex. aléas météorologiques comme les tempêtes ou les sécheresses).

En initiant et/ou en accélérant le rétablissement d'un écosystème, les actions écologiques peuvent permettre de tendre vers la reconquête de fonctions :

- hydrologiques, elles visent surtout un fonctionnement estimé comme étant satisfaisant sur les plans hydraulique (par ex. gestion des aléas inondation ou étiage, gestion quantitative de la ressource en eau, continuité hydraulique) et hydromorphologiques (par ex. gestion sédimentaire). Par exemple, il peut s'agir de gérer les volumes d'eau (stockage, ruissellement), de garantir la pérennité d'un habitat patrimonial hygrophile, d'influencer le transit sédimentaire (dépôt, érosion) en se focalisant sur la continuité hydraulique en zones d'expansion des crues ;
- biogéochimiques, elles visent la réalisation complète ou contrôlée des cycles biogéochimiques (par ex. N, P et C) compatibles avec des fonctions d'intérêt (dénitrification des nitrates, assimilation végétale des nutriments ou séquestration du

¹ selon Maltby *et al.* (1996), les fonctions sont les actions qui ont lieu naturellement dans les zones humides, résultantes d'interactions entre la structure de l'écosystème et les processus physiques, chimiques et biologiques. Smith *et al.* (1995) ont une définition similaire à celle de Maltby *et al.* (1996) dans leur approche hydrogéomorphologique (HGM) puisque les fonctions sont d'après eux les activités normales, caractéristiques de l'écosystème ou simplement ce que font les zones humides.

² « des modifications, changements ou réactions qui se produisent naturellement dans les écosystèmes » (Maltby *et al.* 1996).

carbone). Elles peuvent parfois maximiser les rôles de puits pour ces éléments (c'est-à-dire qu'ils peuvent être « stockés » au moins temporairement dans la zone humide) à des fins de contrôle des pollutions au sein du réseau hydrographique (eutrophisation) ou pour limiter l'émission de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O) ;

- accomplissement du cycle biologique des espèces, elles visent parfois l'obtention de mosaïque paysagère riche et naturelle (par ex. hétérogénéité des communautés structurantes, corridors écologiques) afin de limiter la fragmentation des paysages (maintien de liens entre les secteurs vitaux des espèces), de densifier des continuités écologiques (corridors ou connexions écologiques), d'accroître l'accueil des espèces (niches écologiques)...

En rétablissant les fonctions, les actions écologiques favorisent aussi la réalisation de services³.

Le présent référentiel a pour objet (1) de lister l'essentiel des actions écologiques qui sont mobilisables lors de programmes d'actions écologiques visant à reconquérir les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et « habitat » dans les zones humides⁴ de métropole, (2) de réaliser une typologie de ces actions écologiques ; (3) pour finalement évaluer leur faisabilité. Ce référentiel se veut le plus complet possible, sans prétendre être exhaustif. Il doit permettre de répondre à la question suivante :

Quelles sont les actions écologiques mobilisables lors de programmes d'actions écologiques en zones humides et quelle est leur faisabilité ?

Ce référentiel n'a pas recours directement aux définitions de grands groupes d'actions écologiques toujours soumis à discussions dans la communauté scientifique (par. création, recréation, renaturation, réhabilitation, restauration, revitalisation) ; même si des efforts ont été faits pour proposer des standards à l'échelle internationale (par ex. *International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration* de Gann *et al.* (2019), ou Maltby et Barker (2009), Zhao *et al.* (2016)), pour réaliser des synthèses sur ces concepts à l'échelle nationale (par ex. Capderrey *et al.* 2016, Nicolas *et al.* 2013), parfois sur des sujets bien spécifiques (par ex. Commissariat Général au Développement Durable - Direction de l'eau et de la Biodiversité 2013). **Dans ce référentiel, le parti pris est d'identifier assez précisément les actions écologiques, afin d'alimenter efficacement la prise de décision des parties prenantes d'un programme d'actions écologiques (par ex. parler le même langage, être capable d'évaluer la faisabilité d'un programme d'actions dans son ensemble).** Une mise en contexte avec la bibliographie est réalisée pour assurer l'ancrage scientifique du référentiel.

³ Les services écosystémiques sont des avantages socio-économiques retirés par l'homme de son utilisation durable des fonctions écologiques des écosystèmes du milieu humide d'après le MEEM-CGDD (2016).

⁴ Art. L.211-1 du Code de l'environnement précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié.



Ce référentiel fournit une liste d'actions écologiques mobilisable en zone humide. Ces informations sont accessibles à toute partie prenante impliquée dans la conception et la mise en œuvre d'un programme d'actions écologiques. Cependant, la sélection des actions écologiques à mettre en œuvre d'après un tel référentiel s'accompagne nécessairement de l'avis d'écologues qualifiés pour vérifier leur pertinence.

Une application opérationnelle du référentiel d'actions écologiques est réalisée dans la version 2 de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet *et al.* 2023a, 2023b) et dans l'interface de dimensionnement qu'elle mobilise (Gayet *et al.* 2023c). Il intervient alors en appui des parties prenantes pour identifier les actions écologiques mobilisées, évaluer la faisabilité des actions écologiques et l'équivalence fonctionnelle durant la mise en œuvre de la séquence Éviter – Réduire – Compenser sur fonctions des zones humides.

II. Actions écologiques visées par ce référentiel

Toutes les actions écologiques favorisant la reconquête de fonctions et d'habitats peuvent être incluses dans le champ d'investigation de ce référentiel d'actions écologiques. Cependant, ce référentiel n'est pas exhaustif en raison d'une diversité d'actions écologiques qu'il apparaît difficile de recenser avec exhaustivité.

Les actions écologiques centrées sur les « espèces » (par ex. nichoir, hibernaculum, mare, pierrier) ne sont pas abordées (voir par ex. Mazoyer 2018). Les interventions qui accompagnent parfois la mise en œuvre d'un programme d'actions écologiques ne sont pas non plus abordées (par ex. ouverture de sentiers pédagogiques, action de communication, sensibilisation).

Les actions écologiques énumérées ci-après n'apparaissent pas non plus pour les raisons suivantes :

- actions écologiques consistant à contenir, réduire l'emprise ou l'abondance, éradiquer les espèces animales ou végétales associées à des invasions biologiques (par ex. *Spartina alterniflora* Loisel. 1807, *Baccharis halimifolia* L. 1753, *Reynoutria japonica* Houtt., 1777, *Myocastor coypus* Molina 1782). Les modalités pour intervenir sur chaque espèce sont diverses (espèce ciblée, contexte écologique, moyen disponible...) et des synthèses sont déjà disponibles sur ce sujet. Pour aller plus loin, voir des ressources comme www.especes-exotiques-envahissantes.fr, www.invmed.fr, www.conservationevidence.com, Sarat *et al.* (2018, 2015a, 2015b)... ;
- actions écologiques consistant à remédier à des pollutions provenant de contaminants divers par bioremédiation ou phytoremédiation. Tout comme pour les espèces associées à des invasions biologiques, en fonction des contaminants concernés les modalités d'intervention sont extrêmement diverses. Identifier ces actions écologiques nécessite un travail spécifique réalisé par des spécialistes de ce domaine ;
- actions écologiques spécifiquement sur les organismes du sol : communautés bactériennes, fonge... ;
- actions écologiques vraisemblablement rares en métropole comme par ex. la désalinisation, le plessage de haies, le remodelage en ayant recours aux explosifs, l'interruption de l'irrigation souterraine, les actions pour remédier au drainage par charrue taupe, le retrait de drain perforant des moraines, l'installation de perches affleurante à la surface de l'eau pour favoriser la colonisation par les sphaignes en contexte tourbeux... ;
- actions écologiques expérimentales (pas ou très peu éprouvées) ou vraisemblablement trop peu documentées pour être abordées (par ex. utilisation de boutures de saules *Salix* spp. pour exploiter la propension du réseau racinaire à colmater les tuyaux des drains, pâturage simulé) ;
- actions écologiques centrées sur les cours d'eau et les plans d'eau (miroir d'eau), même si elles peuvent avoir un effet indirect sur une zone humide. Il s'agit par exemple du reméandrage sur un cours d'eau, de l'arasement de seuil sur cours d'eau, de la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau, de la restauration d'un cours d'eau dans son talweg, de la recharge de granulats d'un cours d'eau... Voir par ex. le « Centre de ressources Cours d'eau » de l'Office français de la biodiversité (<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/138>) ou le Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique

en cours d'eau (Rolan-Meynard *et al.* 2019, Vivier *et al.* 2022) avec des fiches « opérations » et « suivis », pour obtenir des informations plus détaillées sur ces actions écologiques. Voir également par ex. Jeudy *et al.* (2012) pour des retours d'expériences et des fiches « actions » spécifiques aux plans d'eau ou les projets conduits par le pôle ECLA (<https://professionnels.ofb.fr/fr/pole-ecla-ecosystemes-lacustres>) sur la restauration des plans d'eau (<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/468>) ;

- intervention regroupant sous une même dénomination plusieurs actions écologiques, ou plusieurs dynamiques écologiques dissemblables (par ex. agroforesterie, zone tampon, réensauvagement) ;
- actions écologiques ponctuelles, souvent en accompagnement, de manière implicite, d'une autre action écologique (par ex. broyage des refus de pâture dans une prairie pâturée, recépage ou dépressage dans les habitats forestiers) ;
- phénomènes survenus « naturellement » dont les effets peuvent parfois s'apparenter à ceux d'une action écologique (par ex. ennoiment partiel d'une vallée alluviale suite à la présence de branchages dans le lit du cours d'eau résultant de l'activité de castors *Castor fiber* Linnaeus, 1758, chablis suite à une tempête) ;
- actions écologiques mises en œuvre dans une zone humide, mais avec des effets quasiment que dans les milieux qui l'environnent ou qui reçoivent les écoulements (par ex. bioréacteur sur drain souterrain) ;
- actions écologiques spécifiques aux écosystèmes en outre-mer (par ex. actions écologiques spécifiques aux mangroves, tarodières). Ce référentiel est centré sur les actions écologiques mobilisables en métropole et Corse. Il y a lieu cependant de penser que de nombreux éléments fournis peuvent alimenter la réflexion sur les modalités d'intervention en zone humide dans l'outre-mer ;
- actions portant directement sur le bétail qui utiliserait le site (par ex. prophylaxie) ;
- actions consistant à atténuer une pression particulièrement intense sans pour autant permettre une reconquête significative des habitats et des fonctions (par ex. conversion d'une culture intensive en culture raisonnée) ;
- aménagements réalisés à l'extérieur du site mais avec un effet sur le site (par ex. parking pour réduire le piétinement) ;
- actions pour préserver l'accès à un site (par ex. fauche de layons forestiers, d'un talus dans un marais maritime) ou maintenir la sécurité des biens et des personnes (par ex. coupe d'arbres présentant un danger) ;
- ...

L'abandon de pressions qui dégradent des fonctions (par ex. abandon de l'ensemencement de prairie, de traitement par herbicides, de mise en culture intensive, de l'écobuage) et qui est nécessairement accompagné par d'autres actions écologiques (par ex. griffage et transfert de foin après l'abandon de mise en culture intensive) n'est pas listé ici, à quelques exceptions près.

L'abandon de pressions qui dégradent des fonctions et qui n'est pas nécessairement accompagné par d'autres actions écologiques sont bien listées ici (par ex. arrêt du pompage).

III. Commentaires non exhaustifs à propos du bon usage d'une liste d'actions écologiques



Le lecteur doit prendre connaissance de cette section avec attention, avant d'utiliser ce référentiel.

III.1. Sélectionner n'est pas piocher !

La pertinence de recourir à une action écologique est à discuter au cas par cas. La liste d'actions écologiques ci-après ne doit évidemment pas être vue comme un catalogue d'actions que les parties prenantes sélectionnent sans tenir compte des caractéristiques écologiques du site, de son fonctionnement et de l'objectif du programme d'actions écologiques. Les parties prenantes doivent plutôt voir cette liste comme un ensemble de propositions hétéroclites, mobilisables après avoir réalisé un diagnostic fonctionnel initial et identifié un objectif à atteindre. Rappelons que préalablement à la mise en œuvre d'action(s) écologique(s) il est crucial de réaliser un diagnostic qui permette d'identifier les causes de dégradation(s), de comprendre le fonctionnement hydrologique de la zone humide elle-même et ses interactions avec son environnement (par ex. le paysage, la zone contributive), de bien coordonner les acteurs impliqués... (Schwartz 2006).

Il convient donc que les parties prenantes d'un programme d'actions écologiques identifient quelle est l'action écologique ou quelle est la combinaison d'actions écologiques pour atteindre au mieux leur objectif étant donné les caractéristiques écologiques du site et son fonctionnement. **Par analogie, cette liste peut être vue comme un ensemble de pièces appartenant à des puzzles divers. Les parties prenantes doivent judicieusement choisir la(les) pièce(s) qui s'imbriquent avec le puzzle qu'ils ont sous les yeux (le site en état initial), afin que le résultat restitué, l'image que représente le puzzle, soit fidèle à l'objectif visé.**

III.2. Recourir à des écologues qualifiés

La sélection d'une action écologique s'accompagne nécessairement d'une expertise sur le site où il est prévu qu'elle soit mise en œuvre. À cette fin, il est donc vivement recommandé de faire appel à des écologues qualifiés. Notez que la restauration a parfois été estimée comme impossible avant le recours à des écologues qualifiés et à des approches pertinentes, qui l'ont finalement rendue possible (Mc Donald *et al.* 2016)

III.3. Détailler le contenu technique d'une action écologique

Les parties prenantes qui mobilisent une action écologique doivent en tout état de cause accompagner sa sélection par un commentaire détaillé énonçant ses tenants, ses aboutissants et les modalités par lesquelles elle est mise en œuvre. Par ex. sur le littoral marin, le recours à la dépoldérisation implique d'expliquer les périodes de l'année où les entrées d'eaux marines sont permises, le type d'ouvrage mobilisé pour réaliser la gestion, les moyens humains éventuellement nécessaires... Autre exemple : si la plantation d'une haie arborescente est prévue, il convient d'indiquer les espèces mobilisées, la provenance des plants, leur âge approximatif, la méthode de

plantation, le type de paillage éventuellement prévu au pied, la fréquence et la nature des actions d'entretien envisagée...

III.4. Penser aux effets sur d'autres objectifs de conservation que les fonctions et les habitats des zones humides

Les actions écologiques ont été listées en retenant celles qui ont des effets potentiellement bénéfiques pour des fonctions données en zone humide. Cependant, elles peuvent parfois contrevenir à la préservation d'autres objectifs de conservation sur d'autres écosystèmes ou à leur fonctionnement (par ex. effacement d'un étang artificiel pour restaurer une zone humide alors qu'une espèce protégée par la réglementation en vigueur est présente dans la zone de pleine eau l'étang). **Dès lors, il convient que les parties prenantes soient vigilantes quant au fait que la réalisation d'une action écologique ne contrevoie pas à la préservation d'autres objectifs prégnants de conservation sur les habitats, les fonctions, les espèces...**

III.5. Rappel réglementaire

Bien que toute action écologique puisse avoir un intérêt évident tant qu'elle est utilisée dans le bon contexte écologique et que ses effets peuvent permettre d'atteindre l'objectif visé ; la mise en œuvre d'actions écologiques peut être réglementée (par ex. voir des préconisations non exhaustives sur <https://www.genieecologique.fr/aspects-reglementaires>). Par ex. le curage n'est possible réglementairement qu'en dehors des cours d'eau (défini par l'article L. 215 - 7 -1 du code de l'environnement). **Il convient pour les parties prenantes de vérifier au cas par cas, en plus, que chaque action écologique ne fait pas l'objet d'un encadrement ou d'une interdiction réglementaire nationale ou locale (par ex. réglementation spécifique à un arrêté préfectoral de protection de Biotope, relative à un site inscrit ou classé, régime de déclaration ou d'autorisation administrative) avant de prévoir de la mettre en œuvre.**

III.6. Ne pas oublier l'innovation

Rappelons que la restauration écologique est un champ d'investigations techniques et scientifiques vaste, varié et évolutif. **Il convient que le lecteur reste ouvert à d'autres actions écologiques, non listées et/ou qui n'existent pas encore, mais qui pourraient résulter d'une démarche reposant sur l'innovation par exemple. L'innovation ne doit pas être découragée pour découvrir des modalités d'actions supplémentaires, surtout lorsque les actions écologiques existantes ne sont pas suffisamment efficaces.** Dès que les parties prenantes ont recours à l'innovation, ils devraient alors clairement la présenter comme telle et assumer les risques pris.

IV. Élaboration d'une liste d'actions écologiques

Dans un premier temps, la méthode employée pour identifier les actions écologiques, les dénommer, leur adjoindre une définition est présentée ci-après. Ensuite, la liste d'actions écologiques qui résulte de la mise en œuvre de cette méthode est présentée.

IV.1. Méthode – ressources documentaires pour identifier des actions écologiques

Des référentiels, dictionnaires, encyclopédies, publications scientifiques ou techniques, livres, plans de gestion, bulletins, sites internet, les connaissances en propre des auteurs de cette synthèse... dans le domaine de l'écologie de la restauration, de l'agronomie, de l'hydrologie, de la sylviculture... ont été utilisées pour identifier les actions écologiques déployées en zones humides.

Voici des exemples de ressources et d'informations mobilisées :

- les ouvrages scientifiques, soit toutes les références scientifiques sur les milieux humides cités tout au long de cette synthèse (voir la section Bibliographie) ;
- des catalogues d'actions écologiques existants :
 - des publications diverses listant des actions écologiques (par ex. Capderrey *et al.* 2016, Neckles *et al.* 2013, 2014),
 - le site internet de « *Restoration evidence* » (<https://www.endangeredlandscapes.org/restoration-evidence/>),
 - le site internet de « *Conservation evidence* » (www.conservationevidence.com) ,
 - le catalogue des actions de rétentions naturelles de l'eau (<http://nwrm.eu/measures-catalogue>),
- les sites internet :
 - du Pôles-relais Tourbières, du Pôles-relais Lagunes méditerranéennes, du Pôles-relais mares et vallées alluviales, Pôles-relais marais atlantiques, manche et mer du Nord avec notamment leurs lettres d'actualités,
 - du conservatoire du littoral et les sites internet des gestionnaires de ses sites en consultant notamment les plans de gestion des sites,
 - des Conservatoires des espaces naturels et de leur fédération, les documents techniques et les plans de gestion qu'ils produisent,
 - dédiés à la gestion des milieux naturels comme par ex. le « pôle gestion milieux naturels - observatoire de la biodiversité en Rhône-Alpes » (<http://www.pole-gestion.fr/>),
 - des Conservatoires botaniques nationaux et les documents techniques qu'ils produisent,
 - les réseaux sociaux avec les pages d'information des collectivités locales, associations, bureaux d'étude, programmes de restauration... qui publient régulièrement des

actualités sur les chantiers d'actions écologiques en zone humide (par ex. Cater Normandie www.cater-normandie.fr),

- le site internet de la société internationale de l'écologie de la restauration (<https://www.ser.org/default.aspx>),
- le site internet du Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (<https://cetab.bio/>),
- le site internet de l'Association française pour l'étude du sol (<https://www.afes.fr/>),
- le portail de l'artificialisation des sols (<https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/>),

○ les centres de ressources thématiques :

- le centre de ressources des espèces exotiques envahissantes. Concernant cette ressource, il s'agissait d'identifier des actions écologiques sur les espèces exotiques envahissantes qui pouvaient correspondre aussi à d'autres objectifs, étant donné que le présent référentiel ne traite pas le sujet des espèces exotiques envahissantes directement,
- le centre de ressources « Génie écologique » de l'Office français de la biodiversité (www.genieecologique.fr),
- le centre de ressources milieux humides de l'Office français de la biodiversité (<http://zones-humides.org/>),
- les ressources sur le bocage du « pôle bocage et faune sauvage » de l'Office français de la biodiversité (www.polebocage.fr),
- le centre de ressources « Cours d'eau » de l'Office français de la biodiversité (<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/138>),
- le centre de ressources pour la mise en œuvre de la séquence Éviter - Réduire - Compenser de l'Office français de la biodiversité (<https://erc-biodiversite.ofb.fr>),

○ les dictionnaires techniques :

- le Centre national de ressources textuelles et lexicales du Centre national de la recherche scientifique (<http://www.cnrtl.fr/>),
- le dictionnaire d'agroécologie (<https://dicoagroecologie.fr/>),
- le dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature (Triplet 2019),
- le lexique forestier (www.groupementsforestiers.com),
- le Glossaire sur l'Eau, les milieux marins et la biodiversité (<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/>),

○ des guides :

- la Flore forestière française (Rameau *et al.* 1989, 1993),

- les guides des végétations du Conservatoire botanique de Bailleul (par ex. Catteau *et al.* 2009, 2010; Dardillac *et al.* 2019, Duhamel *et al.* 2017, François *et al.* 2012) et du Conservatoire du bassin parisien (Fernex *et al.* 2015) ou d'autres guides que ceux sur les végétations comme celui de Cornier *et al.* (2011),
- les cahiers d'habitat (Bensettiti *et al.* 2005, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d; 2005e; 2005f; Bensettiti et Gaudillat, 2005),
- des documents techniques :
 - les bulletins bibliographiques des pôles-relais (<http://www.zones-humides.org/la-collection-poles-relais-bulletins-bibliographiques>) avec une attention particulière sur les ouvrages à propos des indicateurs environnementaux, les fonctions et services, la restauration et la réhabilitation,
 - les résultats de programmes Life, avec un intérêt plus particulier pour les programmes pouvant porter sur les zones humides,
 - les sites internet d'associations comme l'association de machinisme moderne agricole à traction animale (www.assoprommata.org),
 - les informations disponibles sur la marque végétal local (<https://www.vegetal-local.fr/>),
 - les fiches techniques du réseau PÂTUR'AJUSTE,
 - des guides et documents techniques réalisés par les maîtres d'ouvrage qui réalisent des actions écologiques pour remettre en état les sites, des mesures de réduction et de compensation écologique,
 - les études d'impact des dossiers loi sur l'eau consultées par PatriNat sur proposition des implantations régionales, inter-régionales et départementales de l'OFB lors de leur accompagnement pour la rédaction d'avis techniques ;
 - des sites internet dédiés au machinisme agricole comme (<https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/SIAFEEAGRONOMIE9cea/document/machinisme/techniques/tc-tsol-decomp.htm>),
 - les retours d'expérience du centre de ressources Loire nature (<https://centrederessources-loirenature.com/>),
 - le Réseau d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration aussi appelé REVER (<https://reseau-rever.fr/rever/>),
 - le descriptif de la nomenclature des habitats EUNIS (Davies *et al.* 2004),
 - les synthèses de journées thématiques diverses,
 - la synthèse de Barnaud et Coïc (2010) sur les mesures de compensation écologiques en zones humides,
- les sources d'information réglementaire et/ou qui accompagnent des politiques publiques :
 - le site internet de Légifrance (www.legifrance.gouv.fr) <https://www.legifrance.gouv.fr/>,

- les lignes directrices de la séquence éviter, réduire, compenser (Commissariat Général au Développement Durable - Direction de l'Eau et de la Biodiversité 2013),
- les connaissances des gestionnaires des sites où la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides version 1 et 2 a été testée en 2014, 2015, 2017 et 2018 (Gayet *et al.* 2023a, 2023b) ;
- ...

Pour lister les actions écologiques, ces multiples ressources ont été mobilisées jusqu'au constat empirique et subjectif d'une quasi absence de nouvelles détections d'action écologique en zone humide (c'est-à-dire, qu'il n'était quasiment plus possible de détecter de nouvelles actions écologiques au fil des recherches). Il a été vérifié de manière empirique que la diversité des zones humides pouvant faire l'objet d'actions écologiques et que la diversité possible des actions écologiques étaient bien couvertes par cette recherche documentaire.

IV.2. Méthode - dénomination et définition des actions écologiques

Pour prévenir la réalisation de programmes d'actions écologiques incomplets ou de mauvaise qualité, il importe d'utiliser un vocabulaire clair (Atkinson et Bonser 2020) et d'utiliser certains standards (Mitsch et Wilson 1996) via par ex. des principes et normes internationaux pour la pratique de la restauration écologique (par ex. Gann *et al.* (2019) pour la Société d'Écologie de la Restauration).

Dans cette intention, toutes les actions écologiques identifiées ont été nommées puis définies. **Les dénominations et les définitions sont rédigées de manière à être exclusives (c'est-à-dire qu'une action écologique de la liste ne peut pas englober une autre de cette même liste), à ce que la nature de l'intervention et ses effets généraux sur le plan écologique soient compréhensibles.** Les actions écologiques s'inspirent souvent de procédures déjà bien connues hors du domaine classique de l'ingénierie écologique, en mobilisant par exemple d'autres procédures relatives au génie rural (techniques concernant les équipements servant à l'agriculture, notamment les équipements hydrauliques). Dès lors, le lecteur distinguera éventuellement par lui-même celles qui font appel à des procédés agricoles, sylvicoles, de « terrassement » (génie civil), d'ingénierie hydraulique, de génie végétal... puisque cela n'est pas précisé dans les définitions.

Ici, les dénominations et définitions employées proposent un vocabulaire commun à destination des parties prenantes concernées par des programmes d'actions écologiques en zone humide. Les dénominations et les définitions ont une résonance avec le sens commun, en s'appuyant souvent sur des définitions préexistantes comme celles des dictionnaires de la langue française (par ex. www.larousse.fr) et celles du Glossaire sur l'Eau, les milieux marins et la biodiversité⁵ (<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/noeud/le-glossaire-c%27est-quoi>). Ces dénominations et ces définitions n'ont pas nécessairement vocation à s'imposer. **Elles ne prévalent donc pas nécessairement sur d'autres définitions employées, tant que les parties prenantes associées à un programme d'actions écologiques ont bien en tête la même définition d'une même action écologique.**

⁵ En l'état actuel, assez peu d'actions écologiques listées dans ce référentiel font l'objet d'une définition dans ce glossaire. Il est envisageable que les définitions supplémentaires proposées ici, pour des actions écologiques qui ne figurent pas de ce glossaire, puissent l'alimenter.

IV.3. Méthode - emboîtement des actions écologiques

Afin de regrouper les actions écologiques qui visent des objectifs identiques ou quasi identiques, mais qui font appel à des modalités d'intervention différentes, trois niveaux de dénomination hiérarchisés ont été identifiés. Le niveau I est le niveau le plus général, il correspond à une dénomination qui peut inclure plusieurs dénominations de niveau II ou III (par ex. le débroussaillage, dénomination de niveau I inclut l'arrachage de fourré et le broyage de fourré, qui sont des dénominations de niveau II). De même, chaque dénomination de niveau II peut inclure plusieurs dénominations de niveau III. Le niveau III est le plus précis, c'est à ce niveau qu'est adjointe la définition proposée pour l'action écologique (voir l'exemple complet du débroussaillage dans le Tableau ci-après). Notez que les actions écologiques pourraient être davantage détaillées (par ex. niveau IV), mais le niveau III a été considéré suffisamment informatif pour clairement identifier la nature d'une action écologique.

Tableau 1 : Illustration d'une action écologique de niveau I (par ex. ici le « débroussaillage ») et définition adjointe à chaque action écologique associée de niveau III.

Dénomination			Définition
Niveau I	Niveau II	Niveau III	
Débroussaillage	Abroustissement de fourré	Abroustissement de fourré	faire brouter les jeunes pousses de fourré arbustif par le bétail, avec notamment pour effet de réduire l'emprise de ces ligneux.
	Arrachage de fourré	Arrachage de fourré avec export	arrachage puis exportation des arbustes et des plantes épineuses arrachées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.
		Arrachage de fourré sans export	arrachage sans export des arbustes et des plantes épineuses arrachées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Broyage de fourré	Broyage de fourré avec export	broyage puis exportation des arbustes et des plantes épineuses broyées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.
		Broyage de fourré sans export	broyage sans export des arbustes et des plantes épineuses broyées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Coupe de fourré	Coupe de fourré avec export	coupe puis exportation des arbustes et des plantes épineuses coupées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.
		Coupe de fourré sans export	coupe sans export des arbustes et des plantes épineuses coupées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Écorçage de fourré	Écorçage de fourré	retrait de l'écorce des fourrés d'arbustes voire des arbres (par ex. par cerclage) pour les affaiblir et entraîner leur dépérissement, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives sur le long terme).

IV.4. Résultats - liste d'actions écologiques et définitions associées

52 actions écologiques de niveau I, 127 actions écologiques de niveau II, 179 de niveau III ont été recensées (Tableaux ci-après, les actions écologiques de création de zone humide sont dans un tableau distinct étant donné que ce sont des actions écologiques particulières, qui consistent à tenter d'instaurer un fonctionnement là où il n'a jamais existé par le passé). Certaines actions écologiques ne peuvent intervenir qu'au début de la mise en œuvre d'un programme, alors que d'autres interviennent en toute fin de celui-ci pour pérenniser le résultat. Certaines misent sur des processus naturels alors que d'autres sont beaucoup plus « interventionnistes » pour remédier à de lourdes dégradations. Enfin, certaines sont spécifiques à certaines zones humides (par ex. littoral marin) alors que d'autres sont beaucoup plus généralisables...

Tableau 2 : Liste des actions écologiques de niveau 1 (sauf la création de zone humide, voir commentaire dans le paragraphe qui précède).

Actions écologiques de niveau I
Aménagement de dispositif pour abreuver
Amendement
Apport de sol
Arrêt ou régulation du pompage
Brulis et écobuage
Comblement
Coupe à blanc, défrichage et autres
Creusement, reconnexion d'annexes hydrauliques
Culture extensive
Curage
Déblaiement
Débroussaillage
Décompactage ou sous-solage
Dépoldérisation
Désalinisation par irrigation
Désartificialisation du sol
Dispositif anti batillage
Effacement de plan d'eau
Effacement de protection de berge
Élimination du couvert herbacé
Etrépage ou décapage
Faucardage
Fauche
Fenaison et pâture
Gestion des niveaux d'eau
Gestion en futaie
Gestion en taillis
Intervention sur contrainte aux écoulements
Intervention sur drain souterrain
Intervention sur ravines
Intervention sur rigole et fossé
Inversion de sol
Irrigation
Libre évolution
Mise en défens
Mise en jachère

Actions écologiques de niveau I
Non intervention
Ouverture d'habitat forestier
Paillage et autre couverture du sol
Pâturage
Plantation d'arbustes et d'arbres
Plantation d'espèces non ligneuses
Préparation du sol
Protection de berge
Remodelage et régalage
Réouverture d'embouchure
Roulage sur fougères
Salinisation
Taille de haies, arbustes et arbres
Talutage et andains hydrauliques
Traitement par herbicides

Tableau 3 : Liste des actions écologiques, déclinées par niveaux et définitions associées (sauf la création de zone humide, voir Tableau ci-après).

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
Aménagement de dispositif pour abreuver	Abreuvement mobile	Abreuvement mobile	déploiement de dispositifs pour satisfaire le besoin en eau du bétail via l'aménagement d'un système à terre déplaçable, avec notamment pour effet de réduire le piétinement autour des points d'eau naturels.
	Descente aménagée	Descente aménagée	déploiement de dispositifs pour satisfaire le besoin en eau du bétail via un accès peu profond et clôturé en un point particulier au droit d'un point d'eau, avec notamment pour effet de réduire le piétinement autour des points d'eau naturels.
Amendement	Amendement inorganique	Amendement inorganique raisonné	apport équilibré de substances inorganiques (souvent N, P et K) pour améliorer des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, avec notamment pour effets visés de promouvoir le développement de communautés végétales d'intérêt et la production agricole.
	Amendement inorganique	Apport de sel	apport de sel ou d'eau salée épandu ou pulvérisé pour réduire la prolifération d'espèces problématiques intolérantes aux salinités élevées.
	Amendement inorganique	Apport de soufre	apport en soufre sur le sol, pour le rendre plus acide ce qui est plus favorable aux espèces plus acidophiles.
	Amendement inorganique	Chaulage	apport de chaux (CaO ou Ca(OH)_2) ou d'amendement calcique (calcaire (CaCO_3)), afin de remédier à un excès d'acidité du sol, d'augmenter l'activité bactérienne du sol et la disponibilité en nutriments...
	Amendement organique	Amendement en carbone	apport de substances carbonées (par ex. sciure de bois) pour réduire l'azote disponible dans le sol, souvent avec pour objectifs écologiques prédominants de réduire la concurrence des espèces proliférantes à croissance rapide et de favoriser le développement d'espèces indigènes ensemencées ou plantées.
	Amendement organique	Amendement organique raisonné	apport de substances organiques (par ex. compost, extrait d'algues, restes de plantes, fumier) pour améliorer des propriétés du sol, accroître sa fertilité, maintenir son humidité, stimuler les populations microbiennes, promouvoir le développement de plantes introduites d'intérêt et/ou la production agricole.
	Apport de terre végétale	Apport de terre végétale	apport d'horizons humifères ou non provenant d'un site « donneur », parfois mélangés à de la matière végétale et/ou des amendements organiques (plus éventuellement des matières minérales), pour enrichir un sol en matière organique (fertilité), améliorer la structure du sol, sa rétention en eau, améliorer sa banque de graines.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
Apport de sol	Apport de sédiment	Apport de sédiment	apport de petites quantités de sédiments pour réduire les effets de l'élévation du niveau de la mer, l'affaissement du sol, la réduction d'apports naturels, l'érosion due au pâturage excessif ou au batillage... avec notamment pour effets d'élever le niveau du sol et de fournir des éléments nutritifs.
	Apport de tourbe	Apport de tourbe	apport de tourbe fraîche (par ex. sur une tourbe dégradée), avec notamment pour effets de fournir un substrat contenant des nutriments favorables aux espèces d'intérêt, de lisser la surface du sol (réduire les zones trop sèches et trop humides), de créer un espace tampon avec la tourbe dégradée.
Arrêt ou régulation du pompage	Arrêt du pompage	Arrêt du pompage	interruption du prélèvement d'eaux dans la nappe ou sur le réseau hydrographique de surface, pour permettre la remontée de la nappe.
	Pompage régulé	Pompage régulé	régulation du prélèvement d'eaux dans la nappe ou sur le réseau hydrographique de surface, pour permettre la remontée de la nappe.
Brulis et écobuage	Brulis et écobuage	Brulis et écobuage	brûlage des végétaux, en vue de contrôler les nutriments disponibles, de maintenir les conditions de luminosité pour la flore, de réduire l'emprise d'espèces proliférantes, de favoriser des communautés végétales d'intérêt (par ex. réduire les ligneux en sous-bois pour favoriser les graminées).
Comblement	Comblement de plan d'eau	Comblement de plan d'eau	remplissage avec des matériaux solides de la zone de pleine eau d'un plan d'eau (souvent issu de l'extraction de granulats, par ex. gravière, sablière), jusqu'à ramener le niveau du terrain à son origine (ou proche), entraînant souvent l'apparition de zone humide, conformément aux critères dans la réglementation en vigueur.
	Comblement d'excavation	Comblement d'excavation	remplissage avec des matériaux solides d'une excavation artificielle sans zone de pleine eau, avec pour effet de ramener le niveau du terrain à son niveau d'origine (ou proche).
Coupe à blanc, défrichement et autres	Coupe à blanc	Coupe à blanc	coupe de tous les arbres d'un boisement mûre, pour lui octroyer une nouvelle vocation écologique (par ex. ouvrir le milieu, prévoir la plantation d'un autre type de boisement).
	Défrichement	Défrichement	coupe des arbres (éventuellement arrachage), pour détruire l'état boisé d'un terrain et lui octroyer une nouvelle vocation écologique.
	Ennoisement des ligneux	Ennoisement des ligneux	mise en eau prolongée pour détruire l'état boisé d'un terrain et lui octroyer une nouvelle vocation écologique.
Creusement, reconnexion d'annexes hydrauliques	Creusement d'annexes hydrauliques	Creusement d'annexes hydrauliques alluviales	aménagement d'espaces surcreusés, préférentiellement connectés aux écoulements de surface en période de crue pour notamment y favoriser les écoulements et la connexion des milieux adjacents avec le cours d'eau.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Creusement d'annexes hydrauliques marines	aménagement d'espaces surcreusés, préférentiellement connectés aux écoulements de surface durant les marées pour notamment y favoriser les écoulements et la connexion des milieux adjacents avec la mer ou l'océan.
	Reconnexion d'annexes hydrauliques	Reconnexion d'annexes hydrauliques alluviales	aménagement d'espaces surcreusés entre le réseau hydrographique de surface et une zone surcreusée préexistante (par ex. bras mort), pour notamment y favoriser les écoulements et la connexion des milieux adjacents avec le cours d'eau.
		Reconnexion d'annexes hydrauliques marines	aménagement d'espaces surcreusés entre la mer ou l'océan et une zone surcreusée préexistante, pour notamment y favoriser les écoulements et la connexion des milieux adjacents avec la mer ou l'océan.
Culture extensive	Culture extensive	Culture extensive	culture de céréales, sans inondation temporaire, sans biocide et avec de très faibles ou aucun intrant, avec notamment pour effet d'y promouvoir les communautés naturelles messicoles riches et souvent menacées.
	Culture extensive inondée	Culture extensive inondée	culture dans des champs temporairement inondés pour cultiver principalement le riz <i>Oryza sativa</i> L., 1753, sans biocide et avec de très faibles ou aucun intrant, avec notamment pour effet d'y promouvoir les communautés naturelles inféodées à ces habitats (par ex. les oiseaux d'eau).
Curage	Curage	Curage	retrait mécanique de sédiments meubles à forte teneur en eau, riches en particules d'un diamètre inférieur à quelques dizaines de micromètres et contenant une faible quantité d'éléments plus grossiers terrigènes ou biogènes (par ex. espace envasé), avec notamment pour effet de réduire la disponibilité en nutriments et/ou le niveau bathymétrique d'une espace en eau.
Déblaiement	Déblaiement de bourrelet de curage	Déblaiement de bourrelet de curage	retrait des dépôts des boues et/ou sédiments de curage aux abords de cours d'eau ou d'étendues d'eau, avec souvent pour effet de ramener le niveau du terrain à son niveau d'origine (ou proche).
	Déblaiement de remblai	Déblaiement de remblai	retrait de matières solides exogènes provenant d'un apport anthropique (par ex. décombres, terres provenant d'un site aménagé, déchets), avec souvent pour effet de ramener le niveau du terrain à son niveau d'origine (ou proche).
Débroussaillage	Abroustissement de fourré	Abroustissement de fourré	faire brouter les jeunes pousses de fourré arbustif par le bétail, avec notamment pour effet de réduire l'emprise de ces ligneux.
	Arrachage de fourré	Arrachage de fourré avec export	arrachage puis exportation des arbustes et des plantes épineuses arrachées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Arrachage de fourré sans export	arrachage sans export des arbustes et des plantes épineuses arrachées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Broyage de fourré	Broyage de fourré avec export	broyage puis exportation des arbustes et des plantes épineuses broyées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.
		Broyage de fourré sans export	broyage sans export des arbustes et des plantes épineuses broyées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Coupe de fourré	Coupe de fourré avec export	coupe puis exportation des arbustes et des plantes épineuses coupées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives) sans accroître le niveau trophique.
		Coupe de fourré sans export	coupe sans export des arbustes et des plantes épineuses coupées, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives).
	Écorçage de fourré	Écorçage de fourré	retrait de l'écorce des fourrés d'arbustes voire des arbres (par ex. par cerclage) pour les affaiblir et entraîner leur dépérissement, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal (par ex. réduire l'emprise des espèces arbustives sur le long terme).
Décompactage ou sous-solage	Décompactage	Décompactage	travail du sol, sans retournement et sans dépasser le fond de labour, pour réduire le compactage des horizons.
Dépoldérisation	Sous-solage	Sous-solage	décompactation sans pelleversage du sol, souvent à une profondeur entre 50 et 85 cm, pour réduire le compactage des horizons profonds (sous le fond de labour) en ameublissant le sous-sol.
	Dépoldérisation fluviale	Dépoldérisation fluviale complète	suppression complète de l'endiguement, pour exposer à nouveau les écosystèmes endigués en secteur alluvial ou riverain d'étendue d'eau aux crues.
		Dépoldérisation fluviale contrôlée	contrôle d'entrées et sorties d'eaux provenant notamment des crues par l'intermédiaire d'un ouvrage hydraulique (tuyaux, clapets, portes à écluses...) sur des écosystèmes endigués en secteur alluvial ou riverain d'étendues d'eau, avec pour effet d'accroître ou de maintenir les connexions entre les masses d'eau et les écosystèmes adjacents.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
	Dépoldérisation marine	Dépoldérisation fluviale par brèche	aménagement de brèche (dépoldérisation programmée) ou brèche laissée advenir naturellement (dépoldérisation spontanée) sur les écosystèmes endigués alluviaux ou riverains des étendues d'eau, pour les exposer à nouveau aux entrées et sorties « naturelles » d'eaux, notamment durant les crues.
		Dépoldérisation marine complète	suppression complète de l'endiguement, pour exposer à nouveau les écosystèmes endigués du rivage marin aux marées, notamment durant les marées de vives eaux, de mortes eaux ou les tempêtes.
		Dépoldérisation marine contrôlée	contrôle d'entrées et sorties d'eaux provenant notamment des marées de vives eaux, de mortes eaux ou des tempêtes par l'intermédiaire d'un ouvrage hydraulique (tuyaux, clapets, portes à écluses...) sur des écosystèmes endigués du rivage marin, avec pour effet d'accroître ou de maintenir les connexions entre les masses d'eau et les écosystèmes adjacents.
		Dépoldérisation marine par brèche	aménagement de brèche (dépoldérisation programmée) ou brèche laissée advenir naturellement (dépoldérisation spontanée) sur des écosystèmes endigués du rivage marin, pour les exposer à nouveau aux entrées et sorties « naturelles » d'eaux, notamment durant les marées de vives eaux, de mortes eaux ou les tempêtes.
Désalinisation par irrigation	Désalinisation par irrigation	Désalinisation par irrigation	apports d'eau douce sur le rivage marin avec notamment pour effet de réduire la teneur en sels de la couche superficielle de sol.
Désartificialisation du sol	Désimperméabilisation	Désimperméabilisation	export des matériaux anthropiques imperméables, à la surface du sol (par ex. bitume, goudron, béton), pour exposer la couche superficielle de sol à l'air, permettre les flux verticaux d'air, d'eau et l'enracinement des végétaux.
	Destruction de constructions	Décabanisation et démolition	retrait des constructions permanentes ou provisoires et leurs fondations, établies avec ou sans autorisation d'urbanisme, pour exposer la couche superficielle de sol à l'air, permettre les flux verticaux d'air, d'eau et l'enracinement des végétaux.
	Ramassage de déchets	Ramassage de déchets	export de déchets de la surface du sol pour réduire les risques de contamination.
	Export des dépôts anthropiques	Export des dépôts anthropiques	export des matériaux solides d'origine anthropique à la surface du sol ou mélangés au sol, dispersés, sans surélévation et sans imperméabilisation au moment de l'apport, pour améliorer l'exposition de la couche superficielle de sol à l'air, réduire les risques de contamination...
Dispositif anti batillage	Dispositif anti batillage	Dispositif anti batillage	aménagement d'obstacles entre la zone de pleine eau et le rivage pour protéger les habitats rivulaires des vagues générées par la navigation en pleine eau.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
Effacement de plan d'eau	Effacement de plan d'eau par dérivation	Effacement de plan d'eau par dérivation	suppression d'une dérivation amenant une partie des écoulement d'un cours d'eau vers un plan d'eau (par ex. étang ou retenue) ou détournement des écoulements parvenant à un plan d'eau vers un chenal proche qui se déverse en aval, avec pour effet de faire disparaître le plan d'eau au profit de zone humide, conformément aux critères dans la réglementation en vigueur.
	Effacement de plan d'eau par destruction d'ouvrage	Effacement de plan d'eau par destruction d'ouvrage	suppression d'un ouvrage de rétention des eaux (par ex. digue) avec pour effet de faire disparaître le plan d'eau en amont de celui-ci au profit de zone humide, conformément aux critères dans la réglementation en vigueur.
Effacement de protection de berge	Effacement de protection de berge	Effacement de protection de berge	retrait d'éléments fixes le long de la berge, sur les parties immergées et émergentes, pour notamment accroître les relations morpho-sédimentaires avec l'étendue d'eau.
Élimination du couvert herbacé	Sarclage	Sarclage	destruction des mottes de terre en surface et éliminer les herbes par intervention mécanique.
	Solarisation	Solarisation	déploiement d'une bâche opaque sur le sol, avec notamment pour effet d'accroître la température au sol, d'interdire à la lumière de pénétrer, de favoriser la levée de dormance des organes végétaux souterrains non cibles et de les détruire en les privant de l'accès à la lumière.
Etrépage ou décapage	Décapage	Décapage et recouvrement	prélèvement et mise en réserve du tapis végétal (végétaux et racines), puis exportation de la couche de sol sous-jacente (<u>souvent plus de 10 cm d'épaisseur</u>), avant d'y redérouler le tapis végétal mis en réserve sur le sol nu, pour notamment qu'il soit davantage au contact de la nappe et/ou pour réduire la disponibilité en nutriments dans le sol.
		Décapage simple	export définitif du tapis végétal (végétaux et racines) et de la couche de sol sous-jacente (<u>souvent plus de 10 cm d'épaisseur</u>), pour notamment qu'il soit davantage au contact de la nappe, pour réduire la disponibilité en nutriments et pour renouveler les communautés végétales.
	Etrépage	Etrépage et recouvrement	prélèvement et mise en réserve du tapis végétal (végétaux et racines), puis exportation de la couche de sol sous-jacente (<u>souvent au maximum aux alentours de 10 cm d'épaisseur</u>), avant d'y redérouler le tapis végétal mis en réserve sur le sol nu, pour notamment qu'il soit davantage au contact de la nappe et/ou pour réduire la disponibilité en nutriments dans le sol.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Etrépage simple	export définitif du tapis végétal (végétaux et racines) et de la couche organo-minérale de sol sous-jacente (souvent au maximum aux alentours de 10 cm d'épaisseur), pour notamment qu'il soit davantage au contact de la nappe, pour réduire la disponibilité en nutriments et pour renouveler les communautés végétales.
Faucardage	Faucardage avec export	Faucardage avec export	coupe des végétaux amphibies à croissance haute comme les roseaux, puis export de la biomasse coupée, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal sans accroître le niveau trophique.
	Faucardage sans export	Faucardage sans export	coupe des végétaux amphibies à croissance haute comme les roseaux, sans export de la biomasse coupée, avec notamment pour effet de renouveler le couvert végétal.
Fauche	Fauche sans export	Fauche automnale annuelle sans export	coupe annuelle de l'herbe, à l'automne, sans exporter la biomasse coupée, avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles et de renouveler le couvert végétal sans accroître le niveau trophique.
		Fauche automnale interannuelle sans export	coupe de l'herbe à l'automne, moins fréquemment que tous les ans, sans exporter la biomasse coupée, avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles et de renouveler le couvert végétal sans accroître le niveau trophique.
		Fauche tardive sans export	coupe annuelle de l'herbe, sans export de la biomasse coupée, après la période propice au développement de groupes d'espèces cibles (par ex. après la maturité des graines produites ou l'envol de passereaux prairiaux nichant au sol), avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles.
	Fauche avec export	Fauche répétée avec export	coupe puis export de l'herbe plusieurs fois par an (souvent sur des communautés réensemencées, fertilisées, rudérales ou appauvries), avec notamment pour effet de réduire l'emprise des espèces non cibles et/ou le niveau trophique.
		Fauche automnale annuelle avec export	coupe annuelle de l'herbe, à l'automne, avec export de la biomasse coupée, avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles et de renouveler le couvert végétal sans accroître le niveau trophique.
		Fauche automnale interannuelle avec export	coupe de l'herbe à l'automne, moins fréquemment que tous les ans, avec export de la biomasse coupée, avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles et de renouveler le couvert végétal sans accroître le niveau trophique.
		Fauche précoce avec export	coupe annuelle de l'herbe, en exportant la biomasse coupée, indifféremment de tout groupe d'espèces cibles, avec notamment pour objectif principal de pourvoir aux besoins en fourrage agricole, de réduire l'emprise d'espèces proliférantes...

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Fauche tardive avec export	coupe annuelle de l'herbe, en exportant la biomasse coupée, après la période propice au développement de groupes d'espèces cibles (par ex. après la maturité des graines produites ou l'envol de passereaux prairiaux nichant au sol), avec notamment pour effet d'assurer le cycle biologique complet des espèces cibles.
Fenaison et pâture	Déprimage	Déprimage	exploitation précoce des graminées par le pâturage qui consomme les premières feuilles généralement sur prairie également fauchée. La croissance des plantes est relancée en début de printemps, la floraison est décalée et l'épiaison des graminées peut avoir lieu.
	Étêtage	Étêtage	exploitation précoce des graminées par le pâturage qui consomme les premières feuilles et les jeunes épis généralement sur prairie également fauchée. La croissance des plantes est relancée et une nouvelle floraison n'est alors pas possible.
	Fenaison et pâture	Fenaison et pâture	coupe de l'herbe avec export de la biomasse coupée puis pâturage par le bétail souvent au cours de la même année, pour promouvoir les communautés inféodées aux milieux ouverts.
Gestion des niveaux d'eau	Gestion des niveaux d'eau hors plan d'eau	Gestion des niveaux d'eau hors plan d'eau	modulation du niveau de la nappe via un ouvrage régulant les eaux superficielles et/ou souterraines, avec pour effet d'imiter ou de se rapprocher de fluctuations saisonnières « naturelles ».
	Marnage saisonnier sur plan d'eau	Marnage saisonnier sur plan d'eau	modulation du niveau des eaux d'un étang artificiel, d'une retenue... via un ouvrage faisant varier leur niveau d'eau en imitant ou en se rapprochant de fluctuations saisonnières « naturelles », avec notamment pour effet de favoriser les espèces aquatiques et amphibiens sur les berges.
Gestion en futaie	Futaie irrégulière	Futaie irrégulière	gestion d'un peuplement d'arbres de telle sorte qu'il ait une diversité de classes d'âges, de tailles et d'espèces, destinés à être coupés à leur plein développement. La coupe est planifiée de façon à obtenir une succession de peuplements d'âges méthodiquement gradués. Elle est gérée par bouquets d'arbres.
	Futaie jardinée	Futaie jardinée	gestion d'un peuplement d'arbres de telle sorte qu'il ait une diversité de classes d'âges, de tailles et d'espèces, destinés à être coupés à leur plein développement. La coupe est planifiée de façon à obtenir une succession de peuplements d'âges méthodiquement gradués. Elle est gérée par pied d'arbres.
	Futaie régulière	Futaie régulière	gestion d'un peuplement d'arbres, sans diversité de classes d'âges, de tailles et d'espèces, souvent avec une seule strate, destinés à être coupés à leur plein développement, avec notamment pour effet d'accroître le captage du carbone, ou encore certaines fonctions hydrologiques quand une strate arborée y est développée.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
	Taillis sous futaie	Taillis sous futaie	gestion d'un peuplement forestier bistratifié composé d'un taillis simple régulier en strate inférieure et d'arbres de futaies d'âges variés en strate supérieure.
Gestion en taillis	Gestion en taillis	Gestion en taillis	gestion d'un peuplement forestier consistant à exploiter les rejets de souche, avec une strate ligneuse arbustive constituée d'espèces arborescentes, avec notamment pour effet de générer une formation boisée de faible hauteur.
Intervention sur contrainte aux écoulements	Action sur busage	Élargissement de busage	augmentation de la section d'écoulement dans une buse pour promouvoir les écoulements, avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt en amont et/ou en aval.
		Régulation d'écoulements busés	maîtrise des écoulements à l'intérieur d'une buse via un système de vannes par ex., avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt en amont et/ou en aval.
		Resserrement de busage	réduction de la section d'écoulement dans une buse pour réduire les écoulements, avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt en amont et/ou en aval.
		Retrait de busage	suppression d'une buse, avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt en amont et/ou en aval.
	Effacement complet ou partiel d'ouvrage (hors buse)	Effacement complet d'ouvrage (hors buse)	suppression d'un ouvrage qui obstrue les écoulements (par ex. levée de terres près d'une route), avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt dans les zones humides adjacentes.
		Effacement partiel d'ouvrage (hors buse)	augmentation de la perméabilité d'un ouvrage qui obstrue les écoulements (par ex. levée de terres dues à l'aménagement d'une route), avec notamment pour effet de maintenir des conditions d'engorgement plus favorables à la réalisation de fonctions d'intérêt dans les zones humides adjacentes.
Intervention sur drain souterrain	Régulation du drainage	Régulation du drainage	aménagement d'un ouvrage près de l'exutoire d'un réseau de drainage souterrain, permettant de moduler les écoulements souterrains, avec notamment pour effet de réduire l'ampleur ou la durée du rabattement de la nappe.
	Neutralisation de drain souterrain	Neutralisation de drain souterrain par écrasement	aplatissement mécanique des points stratégiques du réseau de drainage souterrain après mise à découvert, ayant notamment pour effet de réduire l'écoulement dans les drains et de limiter le rabattement induit sur la nappe.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Neutralisation de drain souterrain par obturation de l'exutoire	mise en place de bouchon à l'endroit de l'exutoire d'un réseau de drainage souterrain, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
		Neutralisation de drain souterrain par obturation du réseau	creusement de tranchées le long du réseau de drainage souterrain et dépôt d'un bouchon de matériaux étanches (par ex. argile) avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
		Neutralisation de drain souterrain par sous-solage	utilisation d'une sous-soleuse perpendiculaire au réseau de drainage, avec des passages répétés et espacés en travers du réseau de drainage, à une profondeur supérieure ou égale au réseau de drainage, pour détruire le réseau en place, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
	Suppression de drain souterrain	Suppression de drain souterrain	mise à découvert par des excavations de l'ensemble du réseau de drainage souterrain pour le retirer (tuyau et fond de forme drainant compris), puis comblement des excavations, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
Intervention sur ravines	Fascines sur ravines	Fascines sur ravines	aménagement d'un linéaire étroit de fagots de branchages tressés (parfois liés par des cordes), en travers des écoulements ayant creusé la surface du sol, pour notamment réduire la vitesse des ruissellements et retenir les sédiments.
	Seuils sur ravines	Seuils sur ravines	aménagements fixes surélevés par rapport au terrain naturel, en travers des écoulements ayant creusé la surface du sol, pour notamment réduire la vitesse des ruissellements et retenir les sédiments.
	Végétalisation de ravines	Végétalisation de ravines	implantation d'un couvert végétal permanent sur toute la zone où les écoulements ont creusé la surface du sol, pour notamment réduire la vitesse des ruissellements et retenir les sédiments.
Intervention sur rigole et fossé	Bouchon et obstruction sur rigole et fossé	Bouchon et obstruction sur rigole et fossé	aménagements d'éléments fixes en travers de rigole ou de fossé (par ex. bouchon d'argiles, palplanche, batardeau) dont la hauteur égale au moins leur niveau à pleins bords, pour y interrompre complètement les écoulements, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
	Comblement de rigole et fossé	Comblement de rigole et fossé	remplissage total de rigole ou de fossé sur toute la section et toute la longueur avec des matériaux solides, au moins jusqu'à leur niveau à pleins bords, pour y faire disparaître les écoulements, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
	Écrasement de berge de fossé	Écrasement de berge de fossé	aplanissement des berges de fossé pour adoucir la pente en largeur et souvent rehausser partiellement le fond, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit, de faciliter parfois les débordements...

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
	Enherbement de rigole et fossé	Enherbement de rigole et fossé	implantation naturelle ou par intervention anthropique d'un couvert végétal dans le fond et/ou sur les berges de rigole et fossé, pour notamment limiter les transferts sédimentaires et lessivages de nutriments.
	Seuil sur rigole et fossé	Seuil sur rigole et fossé	aménagements d'éléments fixes en travers de rigole ou de fossé (par ex. bouchon d'argiles, palplanche, batardeau) dont la hauteur n'égale pas le niveau à pleins bords, pour y réduire partiellement les écoulements et réhausser la ligne d'eau, avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe induit.
	Vanne sur rigole et fossé	Vanne sur rigole et fossé	aménagement d'un ouvrage amovible ou manœuvrable pour réduire épisodiquement les écoulements, réhausser la ligne d'eau en amont, jusqu'à ce que les eaux dépassent la hauteur de l'aménagement (vanne abaissée) ou jusqu'à ce qu'elles s'écoulent par le fond (vanne levée), avec notamment pour effet de réduire le rabattement de la nappe.
Inversion de sol	Inversion de sol	Inversion de sol	excavation de la couche superficielle de sol puis de la couche sous-jacente, avant comblement de l'excavation qui en résulte avec la couche superficielle de sol puis la couche sous-jacente qui est alors à la surface, avec notamment pour effet de réduire la disponibilité en nutriments en surface.
Irrigation	Irrigation par béalière	Irrigation par béalière	déviation d'une partie des écoulements d'une rivière, sur une pente plus faible que celle de la rivière (par ex. le long des courbes de niveau), dans une rigole, un fossé ou un canal pour qu'une zone humide soit ensuite alimentée en eau par irrigation gravitaire.
	Irrigation par pompe	Irrigation par pompe	prélèvement d'eau avec une pompe pour irriguer une zone humide (par ex. avec des asperseurs).
Libre évolution	Afforestation naturelle	Afforestation naturelle	développement spontané d'arbres sur un terrain qui n'est pas déjà boisé, en vue de le boiser.
	Colonisation spontanée en roselière, jonchaie et cariçaie	Colonisation spontanée en roselière, jonchaie et cariçaie	développement spontané d'hélophytes pour former des communautés végétales constituées de <i>Phragmites</i> spp., <i>Scirpus</i> spp., <i>Typha</i> spp., <i>Carex</i> spp., <i>Cyperus</i> spp. ou <i>Juncus</i> spp. principalement.
	Enfrichement naturel	Enfrichement naturel	développement spontané d'arbustes pour former un couvert arbustif (<5m) .
	Enherbement spontané	Enherbement spontané	développement spontané d'herbacées pour former un couvert prairial ou apparenté.
	Reboisement naturel	Reboisement naturel	développement spontané d'arbres sur un terrain boisé ayant subi une coupe rase, en vue de le convertir à nouveau en boisement.
	Végétalisation naturelle de berge	Végétalisation naturelle de berge	développement spontané de la végétation sur un sol nu le long d'une berge, en vue de le végétaliser.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
Mise en défens	Mise en défens	Mise en défens - avifaune herbivore	installation de dispositifs (par ex. clôtures, dispositifs d'effarouchement) consistant à prévenir l'accès à certains oiseaux herbivores (par ex. l'oie cendrée <i>Anser anser</i> Linnaeus, 1758) à un espace, avec notamment pour effet d'y réduire le piétinement ou le pâturage.
	Mise en défens	Mise en défens - bétail	installation de dispositifs (par ex. clôtures) consistant à prévenir l'accès du bétail à un espace, avec notamment pour effet d'y réduire le piétinement ou le pâturage.
	Mise en défens	Mise en défens - faune sauvage	installation de dispositifs (par ex. clôtures) consistant à prévenir l'accès de grands herbivores et omnivores sauvages (par ex. Cervidés, Suidés) à un espace, avec notamment pour effet d'y réduire le piétinement ou le pâturage.
	Mise en défens	Mise en défens - fréquentation humaine	installation de dispositifs (par ex. clôtures, signalisation) consistant à prévenir toute circulation pédestre, motorisée... dans un espace, avec notamment pour effet d'y réduire le piétinement ou le dérangement par la fréquence humaine.
Mise en jachère	Mise en jachère	Mise en jachère	abandon de la mise en culture sur une terre qui était cultivée récemment, avec notamment pour effet de reconstituer la fertilité du sol.
Non intervention	Non intervention	Non intervention	non programmation d'intervention anthropique sur un milieu, pour le conserver dans un état présumé pérenne, éventuellement sous la forme d'états évoluant de manière cyclique au cours du temps.
Ouverture d'habitat forestier	Coupe sélective	Coupe sélective	coupe d'une partie des arbres d'un boisement mature, avec notamment pour effet de laisser un couvert forestier clairsemé favorable à une régénération spontanée.
	Éclaircie forestière	Éclaircie forestière	coupe d'une partie des arbres d'un boisement non mature, avec notamment pour effet d'accélérer l'accroissement du diamètre des arbres restants, de réduire la densité de tiges, de faciliter le développement d'espèces de milieux plus ouverts...
	Ouverture de clairière	Ouverture de clairière avec chablis	dégarnissage localisé des arbres d'une forêt par coupe (trouée), dont les résidus de coupe sont laissés au sol, avec notamment pour effet de promouvoir les communautés inféodées aux lisières forestières.
		Ouverture de clairière sans chablis	dégarnissage localisé des arbres d'une forêt par coupe (trouée), dont les résidus de coupe sont exportés, avec notamment pour effet de promouvoir les communautés inféodées aux lisières forestières sans accroître le niveau trophique.
Paillage et autre couverture du sol	Couverture du sol autre que le paillage	Couverture du sol autre que le paillage	déploiement de matériaux (par ex. film plastique, tapis de fibres de géo jutes) sur le sol pour favoriser le développement de la végétation plantée, maintenir l'humidité, offrir de l'ombrage au sol, réduire l'érosion...

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
	Paillage végétal	Paillage végétal en surface	apport de paille ou d'autre matériau végétal (par ex. écorces, copeaux, feuilles) dont le sol est recouvert d'une légère couche pour retenir l'humidité, exclure l'oxygène des sédiments, stimuler les processus microbiens qui réduisent l'acidité, protéger le sol de l'érosion, réduire le développement d'espèces problématiques...
		Paillage végétal incorporé	apport de paille ou d'autre matériau végétal (par ex. écorces, copeaux, feuilles), incorporé au sol, pour retenir son humidité, le protéger de l'érosion...
Pâturage	Pâturage éclair	Pâturage éclair	consommation de la végétation par le bétail, avec une forte charge de pâturage instantanée sur une petite étendue (par ex. via des enclos mobiles), pour réduire l'emprise de la végétation non cible parfois moins appétente.
	Pâturage raisonné et extensif	Pâturage extensif	consommation de la végétation par le bétail, avec un faible chargement à l'hectare (en unité gros bétail/ha), pour promouvoir les communautés inféodées aux milieux ouverts.
		Pâturage raisonné	consommation de la végétation par le bétail, avec un chargement à l'hectare modéré (en unité gros bétail/ha), pour promouvoir les communautés inféodées aux milieux ouverts.
Plantation d'arbustes et d'arbres	Plantation de fourré	Introduction de semences de ligneux arbustifs	introduction de graines d'espèces ligneuses arbustives cibles sur un terrain qui n'est pas un fourré, en vue de le transformer en fourré.
		Plantation de fourré	transplantation de plants d'arbustes pour former un couvert arbustif (<5 m).
	Plantation de haie et ripisylve	Plantation d'une haie arborescente	transplantation de plants d'arbres et d'arbustes sur un linéaire étroit, pour former un alignement d'arbres et d'arbustes.
		Plantation d'une haie arbustive	transplantation de plants d'arbustes sur un linéaire étroit, pour former un alignement d'arbustes.
		Plantation d'une ripisylve arborescente	transplantation de plants d'arbres et d'arbustes sur un linéaire étroit, le long d'une berge, pour former un alignement d'arbres et d'arbustes.
		Plantation d'une ripisylve arbustive	transplantation de plants d'arbustes sur un linéaire étroit, le long d'une berge, pour former un alignement d'arbustes.
	Plantation forestière	Afforestation	transplantation de plants d'arbres sur un terrain non boisé, en vue de le transformer en boisement.
		Enrichissement forestier	transplantation de plants d'arbres sur un terrain déjà boisé, avec notamment pour effet d'y accroître la biodiversité.
		Introduction de semences de ligneux arborescents	introduction de graines d'espèces ligneuses arborescentes cibles sur un terrain non boisé, en vue de le transformer en boisement.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Reboisement	transplantation de plants d'arbres sur un terrain qui était boisé et ayant subi une coupe rase, en vue de le transformer en boisement.
	Plantations d'arbres	Plantations d'arbres	transplantation de plants d'arbres, souvent sur un linéaire étroit pour former un alignement d'arbres.
	Plantations de vergers	Plantation de vergers	transplantation de plants d'arbres fruitiers, pour former un couvert arboré souvent clairsemé.
	Rembourrage	Rembourrage de haies	transplantation de plants d'arbres et d'arbustes pour combler les trouées dans une haie, réduire le développement d'espèces adventices, accroître le rôle de brise-vent, le potentiel d'accueil de la faune...
		Rembourrage de ripisylves	transplantation de plants d'arbres et d'arbustes pour combler les trouées dans une ripisylve, réduire le développement d'espèces adventices, accroître le rôle de brise-vent, le potentiel d'accueil de la faune...
Plantation d'espèces non ligneuses	Transplantation	Plantation de mousses	transplantation de pousses de mousses, de couches de mousse... en particulier dans les zones humides tourbeuses, pour promouvoir leur développement.
		Plantation d'espèces halophiles	transplantation de plants d'espèces inféodées aux milieux saumâtres et salés pour promouvoir leur développement.
		Plantation de <i>Carex</i>	transplantation de carex ou scirpes (<i>Carex</i> spp., <i>Cyperus</i> spp.), pour promouvoir leur développement.
		Plantation de joncs	transplantation de joncs (<i>Juncus</i> spp.) pour promouvoir leur développement.
		Plantation de roseaux, typhas et scirpes	transplantation de roseaux, typhas ou scirpes (<i>Phragmites</i> spp., <i>Typha</i> spp., <i>Scirpus</i> spp.) pour promouvoir leur développement.
	Ensemencement	Ensemencement	semis de plantes herbacées pour obtenir un couvert végétal composé de communautés végétales ciblées.
	Transfert de foin, sol...	Transfert de foin	introduction de résidus végétaux, souvent du foin, provenant de l'écosystème de référence, pour obtenir un couvert végétal composé de communautés végétales ciblées.
		Transfert de rhizomes	introduction de rhizomes provenant de l'écosystème de référence, pour obtenir un couvert végétal composé de communautés végétales ciblées.
		Ensemencement par transfert de sol	étalement d'une couche superficielle de sol (qui contient la banque de graines) provenant de l'écosystème de référence, pour obtenir un couvert végétal composé de communautés végétales ciblées et parfois accroître la fertilité du sol.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
Préparation du sol	Déchaumage	Déchaumage	arrachage puis enfouissement des plantes, graines ou chaumes avec notamment pour effet d'enfouir les résidus végétaux dans le sol, de promouvoir le développement d'espèces adventices...
	Griffage	Griffage	utilisation de griffes sur le sol pour ouvrir le couvert végétal, briser la couche dure de surface et remobiliser le substrat, afin d'accroître l'infiltration de l'eau et la germination des graines.
	Labour	Labour	travail profond du sol par découpage puis retournement d'une bande de terre, ayant notamment pour effet de l'ameublir.
	Roulage	Roulage	tassement du sol en surface pour écraser les mottes et réduire les cavités entre elles (rappuyage) via le passage de rouleaux.
	Scarification	Scarification	ameublissement mécanique du sol par défonçage sans retournement.
Protection de berge	Caissons végétalisés sur berge	Caissons végétalisés sur berge	installation de caissons en bois, remplis de terres et végétalisés, avec notamment pour effet de protéger de l'érosion les parties immergées et émergentes du talus adjacent à une étendue d'eau.
	Enrochement de berge	Enrochement de berge	installation de blocs de roche avec notamment pour effet de protéger de l'érosion les parties immergées et émergentes du talus adjacent à une étendue d'eau.
	Ensemencement de berge	Ensemencement de berge	semis sur une berge, pour obtenir un couvert herbacé avec notamment pour effet de la stabiliser.
	Fascinage de berge	Fascinage de berge	confection d'un linéaire étroit de fagot de branchages tressés et liés (par ex. par des cordes) le long de la berge avec notamment pour effet de la stabiliser.
	Gabions sur berge	Gabions sur berge	installation de carcasses métalliques remplies de cailloux ou rochers, avec notamment pour effet de protéger de l'érosion les parties immergées et émergentes du talus adjacent à une étendue d'eau.
Remodelage et régalage	Régalage ou nivelage	Régalage ou nivelage	aplanissement d'un terrain pour lui donner une surface régulière sans microtopographie apparente.
	Remodelage	Remodelage	terrassement léger d'un terrain pour lui conférer une surface irrégulière, avec une microtopographie apparente (par ex. monticules, creux, zones en eau temporaire), semblable à certaines zones humides, pour accroître la diversité végétale.
	Remodelage de berge	Aménagement de hauts fonds	aménagement de fonds successifs plus profonds et en pentes douces sur la zone souvent immergée adjacente à la berge, pour notamment favoriser des ceintures de végétation concentriques autour des étendues d'eau (par ex. composées d'hélophytes).

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
		Aplanissement de berge	profilage des berges adjacentes à une étendue d'eau jusqu'à ce que la pente soit douce près de l'étendue d'eau, pour notamment favoriser des ceintures de végétation concentriques autour des étendues d'eau (par ex. composées d'hélophytes et d'autres espèces amphibies).
		Lagunage sur berge	profilage de la zone souvent exondée adjacente à une étendue d'eau jusqu'à ce qu'elle soit relativement plane et à un niveau proche de la ligne normale des eaux, pour notamment favoriser la présence de végétations amphibies le plus souvent.
		Redressement de berge	profilage des berges adjacentes à une étendue d'eau pour que la pente soit relativement abrupte près de l'étendue d'eau, avec notamment pour effet de favoriser la présence de communautés moins dépendantes de phases d'immersion au moins temporaires.
		Reprofilage de berge par apport	apport de matériaux sur la zone adjacente à une étendue d'eau, avec pour effet de surélever le niveau du sol, souvent avec une pente douce.
Réouverture d'embouchure	Réouverture d'embouchure	Réouverture d'embouchure	retrait de la matière solide (par ex. sable) qui interrompt partiellement ou totalement les écoulements dans le lit mineur, pour permettre la libre circulation des écoulements.
Roulage sur fougères	Roulage sur fougères	Roulage sur fougères	passage répété intra annuel et inter annuel d'un outil tracté qui roule sur le sol et brise et écrase les tiges des fougères, en vue de les épuiser et de réduire leur emprise durablement.
Salinisation	Arrêt de l'irrigation sur le littoral marin	Arrêt de l'irrigation sur le littoral marin	interruption des apports « artificiels » d'eau douce dans un espace du rivage marin, avec pour effet d'accroître la teneur en sels de la couche superficielle du sol.
	Réorientation des flux d'eau douce	Réorientation des flux d'eau douce	détournement des écoulements d'un fleuve dans leur lit d'origine ou un lit proche sur le rivage marin, pour accroître l'influence des intrusions marines à l'intérieur des terres et sur les milieux adjacents.
Taille de haies, arbustes et arbres	Élagage de haies	Élagage de haies	coupe souvent annuelle des branches d'arbres ou d'arbustes qui forment une haie (alignement d'arbres et/ou arbustes) pour réduire leur extension en largeur ou en hauteur.
	Émondage des arbres	Émondage des arbres	coupe des branches des arbustes et des arbres à la base de celles-ci pour favoriser la croissance de rejets, souvent réalisée moins fréquemment que tous les ans.
	Taille de vergers et de plantations d'arbustes	Taille de vergers et de plantations d'arbustes	coupe des branches d'arbres fruitiers et de plantations d'arbustes (pour la récolte de fruit par ex.) pour limiter le développement d'un houppier ou d'une masse végétale importante, souvent réalisé tous les ans.
Talutage et andains hydrauliques	Implantation d'andains hydrauliques	Implantation d'andains hydrauliques	aménagement de digues très peu élevées (souvent successives) en travers de la pente, pour notamment retenir ou ralentir les écoulements.

Actions écologiques			Définition
niveau I	niveau II	niveau III	
	Talutage	Talutage en amont	aménagement d'une levée artificielle longitudinale en terre compactée, souvent en travers d'une pente, en « amont » d'un espace qui est de ce fait préservé des ruissellements (par ex. apports hydriques, sédimentaires et de nutriments).
		Talutage en aval	aménagement d'une levée artificielle longitudinale en terre compactée, souvent en travers d'une pente, en « aval » d'un espace où se concentrent de ce fait les ruissellements (par ex. apports hydriques, sédimentaires et de nutriments).
Traitement par herbicides	Traitement par herbicides	Traitement par herbicides	destruction d'espèces indésirables sur une zone entière ou en les ciblant spécifiquement via l'utilisation d'herbicides, en vue de réduire leur emprise durablement.

Tableau 4 : Liste des actions écologiques consistant en la création de zone humide et définitions associées.

Niveau I	Niveau II	Niveau III	Définition
Création de zone humide	Création par excavation	Création par excavation	creusement d'un sol qui n'a jamais été une zone humide jusqu'à ce que la surface du sol atteigne un niveau plus proche du toit de la nappe (sans que ce soit une infrastructure de rétention des eaux pluviales, d'assainissement ou un plan d'eau), pour qu'il ait ensuite les attributs écologiques d'une zone humide, conformément aux critères de la réglementation en vigueur.
	Création par interruption des écoulements	Création par interruption des écoulements	interruption totale ou partielle d'écoulements traversant un espace qui n'a jamais été une zone humide, afin que la nappe atteigne un niveau plus proche de la surface du sol qu'à l'origine (sans que ce soit une infrastructure de rétention des eaux pluviales, d'assainissement ou un plan d'eau), pour qu'il ait ensuite les attributs écologiques d'une zone humide, conformément aux critères de la réglementation en vigueur.
	Création par irrigation	Création par irrigation	apport en eau par pompage, écoulement gravitaire... dans un espace qui n'a jamais été une zone humide, pour qu'il ait ensuite les attributs écologiques d'une zone humide (sans que ce soit une infrastructure de rétention des eaux pluviales, d'assainissement ou un plan d'eau), conformément aux critères dans la réglementation en vigueur.

V. Typologie des actions écologiques

V.1. Méthode - critères pour élaborer la typologie d'actions écologiques

Pour aller au-delà d'une simple liste d'actions écologiques ; il apparaît nécessaire de classer ces actions écologiques. Cela permet d'identifier les contextes dans lesquels il est pertinent de mobiliser une action écologique, d'identifier des éléments de vigilance quant à leur mise en œuvre, ou encore d'identifier des similitudes entre actions écologiques... *In fine*, cette classification interviendra en appui de l'évaluation de la faisabilité des actions écologiques.

Les actions écologiques seront donc distinguées selon le compartiment de l'écosystème qu'elles ciblent principalement (par ex. modelé topographique, sol), la nature des actions écologiques (impulser ou exploiter-entretenir), l'intention des actions écologiques sur les processus (par ex. effacer une atteinte, favoriser de nouveaux processus), la spécificité des actions écologiques (par ex. milieux qui peuvent en découler). Enfin, pour mettre en correspondance ce travail avec d'autres travaux listant ou catégorisant les actions écologiques, des correspondances à titre informatif sont réalisées.

Les sections suivantes expliquent en détails les critères utilisés pour réaliser cette classification et présentent les travaux précédents avec lesquels ce référentiel est mis en correspondance.

V.1.1. Compartiment ciblé

Les activités anthropiques peuvent être à l'origine de diverses dégradations en zones humides (Figure ci-après). **Selon les dégradations auxquelles sont soumises un écosystème et/ou la vocation écologique qu'il est prévu de lui donner, les actions écologiques concerneront des compartiments distincts (Zedler 2000).** Ces compartiments sont principalement :

- le modelé topographique ;
- le réseau hydrographique ;
- le sol. Les communautés bactériennes, la fonge... du sol pouvant alors bénéficier des actions écologiques ;
- les communautés végétales et animales, dont les propriétés dépendent de processus naturels (surtout morphogéniques et écologiques) ou anthropiques qui peuvent avoir des effets en cascade sur l'ensemble de l'écosystème, directement ou indirectement, instantanément ou à plus long terme.

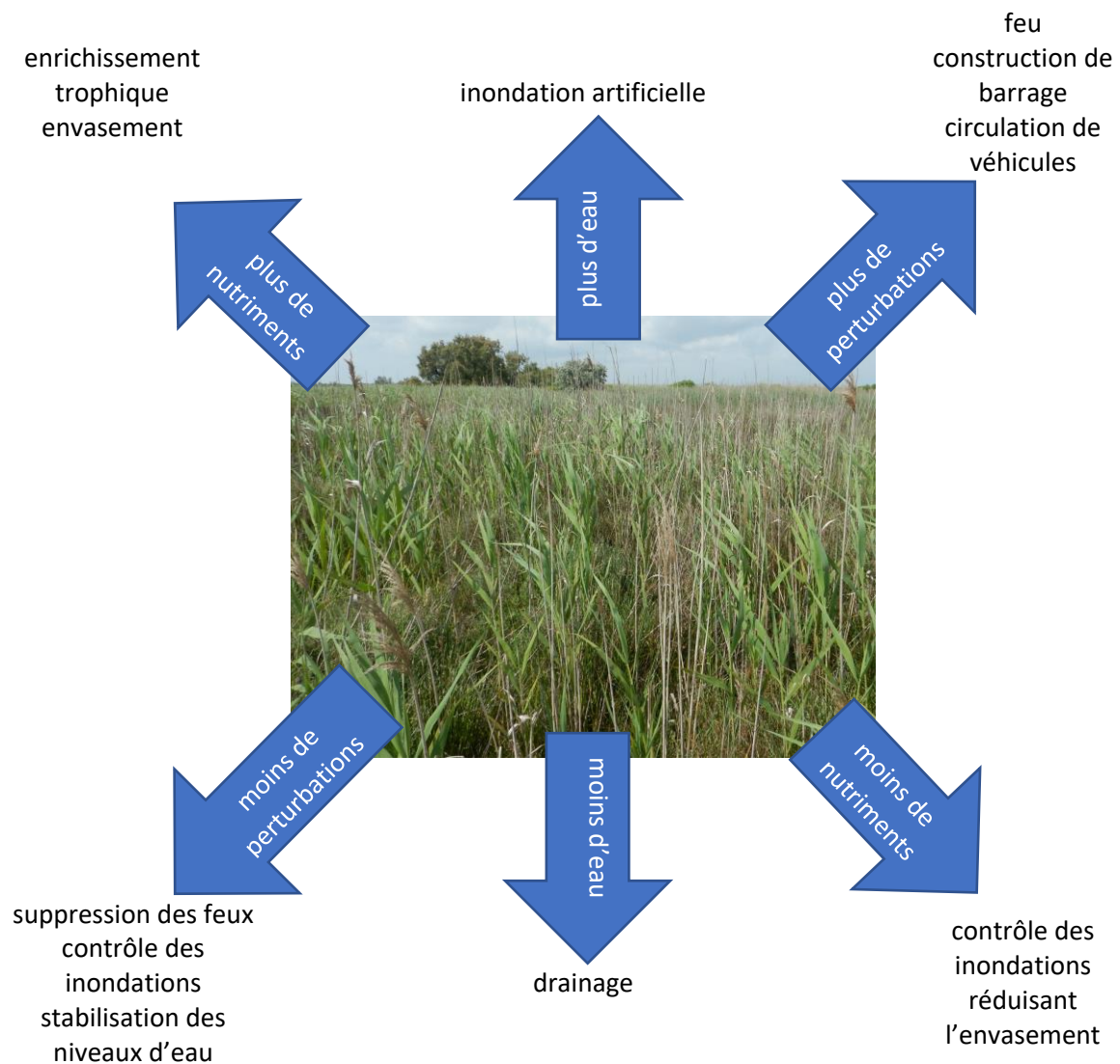


Figure 1 : Aperçu d'impacts provenant d'activités anthropiques en zones humides (d'après Keddy 1983 dans Council 2005).

Des exemples illustrés de dégradations sur les différents compartiments suscités sont présentés sur les Figures ci-après.



Figure 2 : Remblai et plantation de peuplier sur une zone humide de dépression dans le Val de Saône (Ain).



Figure 3 : Terrassement en vue de la construction d'une zone artisanale sur une zone humide de plateau en Bresse (Ain).



Figure 4 : Aménagement d'une piste de quad sur une zone humide côtière des étangs palavasiens (Hérault).



Figure 5 : Extraction de granulats alluvionnaires, dans une zone humide alluviale en Bresse (Ain).



Figure 6 : Remblai et aménagement d'une desserte routière sur une zone humide de source et suintement dans le Matheysin (Isère).



Figure 7 : Aménagement d'une ligne ferroviaire sur une zone humide alluviale (département non localisé - Lorraine).



Figure 8 : Culture intensive dans une zone humide de dépression para-tourbeuse en Dombes (Ain).



Figure 9 : Exploitation en vignoble intensif dans une zone humide de plateau dans le Médoc (Gironde).



Figure 10 : Chantier récent de drainage souterrain dans une zone humide de plateau en Bresse (Ain).



Figure 11 : Curage d'un fossé de drainage dans une zone humide alluviale en Bresse (Ain).



Figure 12 : Colonisation par une espèce associée à des invasions biologiques, ici la jussie (*Ludwigia* sp.), dans une zone humide alluviale du Livradois-Forez (Puy de Dôme).



Figure 13 : Colonisation par une espèce associée à des invasions biologiques, ici une espèce d'Astéracées, dans une zone humide alluviale du pays Rémois (Aisne).



Figure 14 : Remblai occupé par des communautés végétales anthropiques sur une zone humide côtière des étangs palavasiens (Hérault).



Figure 15 : Décapage de la végétation et du sol dans une zone humide tourbeuse de l'Aubrac (Lozère).



Figure 16 : Réensemencement, fertilisation importante et fauche précoce d'une prairie dans une zone humide alluviale du Périgord (Dordogne).



Figure 17 : Abandon de la fauche et du pâturage sur une prairie dans une zone humide de plateau en Bresse (Ain).



Figure 18 : Piétinement par le bétail dans une zone humide de source et suintement en Maurienne (Savoie).



Figure 19 : Abreuvement direct et piétinement par le bétail dans une zone humide de source et suintement dans le Bugey (Ain).



Figure 20 : Coupe à blanc d'une aulnaie dans une zone humide alluviale dans les Terres froides (Isère).



Figure 21 : Exploitation en pinède dans une zone humide de plateau dans le Médoc (Gironde).



Figure 22 : Exploitation en populiculture avec entretien intensif de la strate non arborée sur une zone humide alluviale en Bresse (Saône-et-Loire).



Figure 23 : Dégradation de la strate arborée suite à l'exploitation en populiculture sur une zone humide alluviale dans le Médoc (Gironde).



Figure 24 : Destruction et détérioration d'une haie dans une zone humide alluviale du Val de Saône (Ain).

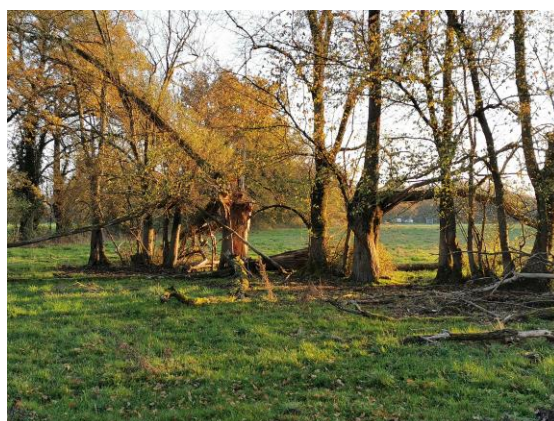


Figure 25 : Abandon de l'exploitation d'une haie d'arbres têtards dans une zone humide alluviale en Bresse (Ain).

Lorsque la programmation d'actions écologiques requiert une intervention sur le modelé topographique, le réseau hydrographique ou le sol, il est souvent requis de programmer ces actions sur les composants abiotiques en premier lieu avant d'envisager celles sur les communautés végétales et animales.

V.1.1.1. Physionomie du modelé topographique

Le modelé topographique correspond à la forme du relief. Il s'apprécie au travers d'une analyse de la variation de l'altitude au sein d'un espace donné.

Les processus naturels à l'origine des modelés topographiques sont souvent longs (par ex. creusement d'une vallée alluviale par un cours d'eau, dépôts éoliens sur un plateau), mais ils peuvent aussi être rapides et violents (par ex. après une crue, une intrusion marine suite à une tempête). À grande échelle, le modelé topographique apparaît notamment sous la forme de systèmes hydrogéomorphologiques avec des modes d'alimentation en eau dominants et de circulation variables (par ex. panne dunaire, alluvial, plateau, voir section V.1.4.1). À plus petite échelle, il peut apparaître sous forme plus discrète, on parle alors souvent de micro ou mésotopographie (voir Bruland et Richardson 2005, Craft et Vepraskas 2016, Moser *et al.* 2007) qui génère des gradients abiotiques plus ou moins fins (par ex. gradient hydrique sur la pente d'une étendue d'eau), mais dont l'intérêt écologique est notable.

En plus des processus naturels, les aménagements industriels, agricoles, urbains... ont également des effets, souvent rapides et parfois violents (par ex. gravière après extraction de granulats en secteur alluvial, affaissement du sol sous l'effet d'un drainage, remblaiement de quelques centimètres à plusieurs mètres d'épaisseur). Parfois, ces effets sont plus subtils (par ex. modelé irrégulier issu de labours en planches ou de champs surélevés, accrétion ou baisse du niveau de surface du sol suite à une moindre exposition aux intrusions marines). **Ces aménagements peuvent altérer directement ou indirectement le fonctionnement des zones humides et leur modelé topographique en :**

- **excavant⁶ ;**
- **remblayant⁷ ;**
- **accélérant l'érosion ;**
- **accélérant l'accrétion⁸ ;**
- **homogénéisant la topographie ;**
- **diversifiant la topographie ;**
- ...

En réponse aux dégradations anthropiques sur le modelé topographique, les actions écologiques consistent surtout à terrasser (c'est-à-dire remuer, excaver, amonceler la terre) pour retrouver le modelé topographique d'origine ou se rapprocher de conditions « naturelles » jugées

⁶ « Creuser le sol » de www.larousse.fr ; soit ôter de la matière au sol, de telle sorte qu'un creux, une cavité se forme.

⁷ « Mettre des matériaux, du remblai pour hausser ou combler » de www.larousse.fr « Un remblai est constitué dès lors que des matériaux sont déposés là où ils étaient absents, peu importe qu'ils viennent de la parcelle en cause ou d'un autre site » (cour d'appel de Rennes du 9 septembre 1999, N°1184/99, cour de cassation du 25 mars 1998 N°97-81389).

⁸ Capture de matières solides, souvent minérales, sous l'effet de facteurs éoliens, hydriques...

plus intéressantes que celles ayant résulté des dégradations anthropiques. Les actions écologiques qui portent sur le modelé topographique sont donc principalement des actions faisant appel à des techniques de restauration physiques au sens de Zhou *et al.* (2020), c'est-à-dire qu'elles visent notamment à améliorer les conditions hydriques et les propriétés du sol dans un site.

V.1.1.2. Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique inclut les flux d'eau superficiels et souterrains. Lorsqu'un réseau hydrographique « naturel » est en surface, il se caractérise souvent par des écoulements dans des talwegs (rivière et fleuve), le « jaillissement » des eaux souterraines en surface (source), ou par la concentration des eaux dans des étendues d'eau (par ex. embouchure d'un fleuve, lagune, rivière). Ce réseau hydrographique peut être qualifié selon les modalités d'écoulement au cours du temps, par ex. le régime hydrologique (par ex. rivière intermittente ou temporaire). Le réseau souterrain se caractérise par la nature des écoulements qui alimentent la nappe, le type de nappe (par ex. perchée, captive, libre), son sens de circulation, le déroulement de différentes phases au cours du temps (par ex. recharge et décharge)... Le réseau hydrographique résulte de processus morphogéniques naturels, qui se déroulent sur le long terme, comme l'évolution du matériau parental, les dépôts d'alluvions, de colluvions, les dépôts marins ou éoliens, la divagation naturelle d'un cours d'eau dans la vallée... Ces processus influencent l'infiltration et la circulation de l'eau à la fois en surface et dans le sous-sol.

En plus de ces processus naturels, le drainage par des fossés, le remblaiement, la rectification des cours d'eau, la poldérisation, la gestion des niveaux d'eau... sont des aménagements qui peuvent avoir des effets significatifs sur le réseau hydrographique et les zones humides. Dans certains cas, ils peuvent même être à l'origine d'écoulements (par ex. les fossés) ou d'étendues d'eau (par ex. les gravières) dont l'existence a une origine anthropique. **Les aménagements en zone humide peuvent donc altérer directement ou indirectement le réseau hydrographique et le fonctionnement hydrologique en :**

- inondant le sol en permanence ou temporairement ;
- asséchant le sol par rabattement de la nappe ;
- réduisant la connexion entre la nappe et le sol en surface (l'inverse, c'est-à-dire accroître la connexion entre la nappe et le sol en surface, est également possible mais moins courant) ;
- accélérant le transfert sédimentaire ;
- ralentissant le transfert sédimentaire ;
- altérant la connexion avec les étendues d'eau de surface (par ex. crue, submersion, marée) ;
- créant un réseau hydrographique artificiel ;
- ...

Les actions écologiques pour remédier à ces dégradations anthropiques sur le réseau hydrographique consistent à terrasser (pour permettre des flux d'eau identiques ou se rapprochant de la situation d'origine), à combler, à réaliser des aménagements sur les ouvrages hydrauliques pour atténuer leur incidence, jusqu'à effacer complètement des aménagements hydrauliques... Les actions écologiques qui portent sur le réseau hydrographique sont donc principalement des actions

faisant appel à des techniques de restauration physiques au sens de Zhou *et al.* (2020), qui peuvent souvent être passives (par ex. épis sur un cours d'eau pour qu'il refasse son lit dans le talweg et qu'il reméandre).

V.1.1.3. Propriétés du sol

Le sol est un mélange de matériaux lâches qui couvre la surface terrestre et provenant de l'agrégation de particules minérales et organiques. Il résulte de conditions physiques, chimiques et biologiques locales, avec l'influence variable dans l'espace et dans le temps des propriétés de la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère sur les résidus organiques, les matériaux géologiques et les productions anthropiques (FAO 1998 dans Chesworth 2007). Il comporte des sous-composants solides inorganiques et organiques, aqueux et gazeux. Il évolue en permanence, notamment sous l'effet de l'eau. Un sol se différencie par la succession d'horizons qui le compose (par ex. texture, structure, pH, teneur en matière organique, épaisseur).

Les aménagements urbains, agricoles, industriels... peuvent avoir des effets directs ou indirects, plus ou moins profonds et rapides en réduisant l'engorgement du sol, en accentuant la minéralisation de la matière organique (par ex. suite à un drainage agricole), en modifiant la composition granulométrique du sol dans les horizons aux contacts de la surface (par ex. suite à un remblaiement), en modifiant sa composition chimique (par ex. épandages qui « eutrophisent » le milieu, exploitation de résineux qui a pour effet d'acidifier le sol)... **Les aménagements en zone humide peuvent donc altérer directement ou indirectement le fonctionnement du sol en :**

- **augmentant la disponibilité en nutriments dans les horizons en surface du sol (eutrophisation) ;**
- **réduisant la disponibilité en nutriments dans les horizons en surface du sol ;**
- **accélérant le lessivage des nutriments ;**
- **réduisant le lessivage des nutriments ;**
- **altérant les propriétés physiques du sol (par ex. structure, texture) ;**
- **altérant les propriétés chimiques du sol (par ex. pH) ;**
- **imperméabilisant le sol ;**
- **réduisant la salinité du sol en deçà de conditions « naturelles » ;**
- **augmentant la salinité du sol au-delà de conditions « naturelles » ;**
- **introduisant des substances toxiques.** Cette dégradation qui a une origine anthropique n'est pas abordée en détail dans ce référentiel ;
- ...

Les actions écologiques pour remédier à ces dégradations sur le sol sont variées et peuvent faire appel à des techniques de terrassement, de génie rural, de génie écologique (par ex. mobilisant des organismes vivants via les mycorhizes, des légumineuses, des plantes comme la moutarde *Sinapis* sp.)... ou à d'autres techniques qui ne sont pas abordées avec exhaustivité dans ce référentiel comme la bioremédiation (voir section II). Les actions écologiques qui portent sur le sol sont des actions faisant appel à des techniques de restauration physiques et chimiques au sens de Zhou *et al.* (2020).

V.1.1.4. Composition et structure des communautés végétales et animales

Les communautés végétales et animales résultent notamment de l'interaction entre les trois composantes précitées (conditions géomorphologiques, réseau hydrographiques et propriétés édaphiques) avec les interventions anthropiques et l'environnement du site (par ex. climat, matériau parental, exposition à l'ensoleillement...). Il en résulte des assemblages variés d'espèces dans l'espace et au cours du temps, formant des habitats et des écosystèmes dissemblables.

Des variations dans la nature et l'intensité des pratiques agricoles, sylvicoles... au cours du temps peuvent générer des effets importants sur ces communautés. Les pratiques les moins intenses (par ex. déprise agricole) et les plus intenses (par ex. artificialisation importante) ayant souvent des effets flagrants mais appréciables à des pas de temps différents sur les écosystèmes. **Certaines pratiques ou leur disparition peuvent donc altérer directement ou indirectement le fonctionnement des zones humides en :**

- **fermant les habitats ;**
- **ouvrant les habitats ;**
- **appauvrissant la composition et la structure des communautés.** Cela inclut aussi les effets indirects sur les communautés de pressions anthropiques qui eutrophisent un écosystème, permettent sa colonisation par des espèces associées à des invasions biologiques ;
- **rajeunissant l'habitat ;**
- **mettant à nu le sol ;**
- ...

Les actions écologiques pour remédier à ces dégradations sur les communautés végétales et animales peuvent faire appel à des techniques classiques (par ex. ensemencement ou plantation), de terrassement, de génie rural et de génie écologique.

V.1.2. Impulser et/ou exploiter-entretenir

Selon l'état initial et l'état souhaité du site (par ex. niveau et type de dégradation, contexte écologique, environnement du site, objectif visé), différents types d'actions écologiques sont mobilisables par les parties prenantes d'un programme d'actions écologiques. **Généralement, on distingue deux grands types d'actions écologiques : les actions écologiques d'impulsion⁹ et les actions d'exploitation¹⁰-entretien¹¹.**

Notez qu'une telle distinction entre actions écologiques n'a pas été identifiée comme telle dans la bibliographie. Cependant, il existe bien des typologies d'actions écologiques dans la littérature scientifique, souvent plus grossières, au moins partiellement apparentées à cette distinction. Les

⁹ « Action d'une force qui agit par poussée sur quelque chose et tend à lui imprimer un mouvement ; mouvement ainsi produit » de www.larousse.fr

¹⁰ « Action de mettre en valeur quelque chose en vue d'en tirer un profit » de www.larousse.fr

¹¹ « Action de tenir, de conserver en bon état ; travaux, dépenses nécessaires pour y parvenir » de www.larousse.fr

actions de restauration dites « actives » et « passives » sont classiquement distinguées. Atkinson et Bonser (2020) passent en revue les définitions associées à ces termes, et ils distinguent :

- la restauration passive, basée sur une stratégie de restauration naturelle, qui consiste notamment à mettre un terme à la cause d'une dégradation (par ex. abandon de pratiques sylvicoles, évolution de pratiques de pâturage inappropriées, arrêt de l'origine d'une contamination) ;
- la restauration active. Il est possible de distinguer :
 - des stratégies de restauration assistées, intervenant sur :
 - les conditions abiotiques (par ex. modification des écoulements, générer une perturbation pour favoriser la germination),
 - les conditions biotiques (par ex. gestion des espèces associées à des invasions biologiques),
 - des stratégies de « reconstruction », pouvant être combinées à de la restauration assistée avec en plus la « réintroduction » d'espèces appartenant aux communautés ciblées par le programme d'actions écologiques, similaires aux dynamiques de successions naturelles observables.

Les deux types de restauration peuvent être combinées. Cette distinction entre actions écologiques est globalement reprise par Aber *et al.* (2012) qui parlent d'approches actives et passives ou d'approche hybrides ; ou encore par Zhao *et al.* (2016) mais en distinguant en plus les actions de création de zones humides, de ces restaurations actives et passives.

V.1.2.1. Actions écologiques d'impulsion

Une action écologique d'impulsion vise à conférer une nouvelle vocation écologique à un espace donné. L'état du site qui en résulte peut être relativement pérenne, ou alors il peut être inscrit dans un cycle (voir par ex. Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enwicklung und Natur (2002) pour leur discussion sur les cycles d'intervention sur les habitats qui s'atterrissent au cours du temps en bord d'étendue d'eau). Elle génère souvent la variation brusque de paramètres physiques, chimiques et/ou biologiques ; mais elle peut aussi être à l'origine de variations plus progressives. En un point donné, elle est souvent réalisée une seule fois ; au début d'un programme d'actions écologiques, avant les actions écologiques d'exploitation-entretien. Quelques actions écologiques d'impulsion peuvent occasionnellement être renouvelées en un point donné dans le temps, mais souvent après un long délai entre chaque renouvellement.

Les actions écologiques d'impulsion mobilisables en zone humide peuvent avoir des effets sur le biotope et/ou la biocénose :

- **L'action écologique d'impulsion sur le biotope intervient pour permettre l'apparition des conditions abiotiques favorables à la réalisation d'un objectif écologique prédéterminé.** Elle porte sur les attributs physiques et chimiques d'un site. Parmi ces actions, la création de zone humide apparaît comme singulière, puisqu'elle consiste à générer l'apparition de conditions abiotiques favorables à l'apparition de zone humide, là où il n'y en a jamais eu par le passé, pas même avant une perturbation, et donc là où les conditions abiotiques ne sont souvent pas favorables naturellement à l'apparition de zone humide (voir Brinson et Rheinhardt 1996, Campbell *et al.* 2002, Zhao *et al.* 2016) ;

- Les actions écologiques d'impulsion sur la biocénose interviennent pour modifier les communautés végétales et animales et impulser le déroulement d'une trajectoire écologique dont la finalité est prédéterminée, en agissant donc principalement sur les attributs biologiques d'un site.

Au-delà de la connotation interventionniste parfois perçue derrière les termes « action » et « impulsion » précisons que la « libre évolution » est aussi une action écologique d'impulsion qui est possible. Elle est mise en œuvre avec pertinence en particulier quand l'état initial du site est jugé non pérenne ; et qu'il est présumé que les processus naturels à l'œuvre, ou qui seront à l'œuvre, lui permettront de faire varier les paramètres physiques, chimiques et/ou biologiques dans des délais satisfaisants le long d'une trajectoire écologique vers un état souhaité et prédéterminé.

Des exemples illustrés d'actions écologiques d'impulsion sont présentés sur les Figures ci-après.



Figure 26 : Remodelage topographique dans une zone humide alluviale de l'Isle Crémieu (Isère).



Figure 27 : Remodelage topographique dans une zone humide alluviale de l'Isle Crémieu (Isère).



Figure 28 : Déblaiement dans une zone humide alluviale du Grésivaudan (Isère).



Figure 29 : Aménagement de dispositif pour abreuver le bétail et mise en défens de la berge sur une zone humide alluviale du Revermont (Ain).



Figure 30 : Vestige d'une digue suite à une dépolderisation par abandon de la gestion sur une zone humide estuarienne dans le pays de Buch (Gironde).



Figure 31 : Résultat d'une dépolderisation suite à une tempête sur une zone humide estuarienne en Haute Saintonge (Charente-Maritime).



Figure 32 : Comblement d'un fossé (à droite de la photo) avec les matériaux provenant d'un merlon de curage (à gauche de la photo) dans une zone humide alluviale du Bugey (Ain).



Figure 33 : Écrasement des berges d'un fossé sur une zone humide de plateau du Médoc (Gironde).



Figure 34 : Gestion des flux d'eau dans une zone humide estuarienne du Médoc (Gironde).



Figure 35 : Gestion des flux d'eau dans une zone humide alluviale de Chautagne (Savoie).



Figure 36 : Mise en défens vis-à-vis de la faune sauvage herbivore sur une zone humide riveraine d'étendue d'eau en Dombes (Ain).



Figure 37 : Solarisation pour éliminer des herbacées indésirables sur une zone humide de source et suintement du Bugey (Ain).



Figure 38 : Débroussaillage par arrachage en cours sur une zone humide riveraine d'étendue d'eau dans le Laonnois (Aisne).



Figure 39 : Débroussaillage en cours sur une zone humide riveraine d'étendue d'eau en Bresse (Ain).



Figure 40 : Défrichement d'une plantation sylvicole monospécifique sur une zone humide alluviale de l'Amiénois (Somme).



Figure 41 : Émondage d'arbres sur une zone humide de plateau (premier plan) et alluviale (second plan) en Bresse (Ain).



Figure 42 : Reprofilage de berges avec couverture par un textile en fibres naturelles sur une zone humide alluviale du Revermont (Jura).



Figure 43 : Plantation de haies sur une zone humide estuarienne du Médoc (Gironde).



Figure 44 : Ouverture d'une vaste clairière dans une zone humide de plateau dans le Médoc (Gironde).



Figure 45 : Défrichage d'une plantation de résineux sur une zone humide de source et suintement dans le Bugey (Ain).



Figure 46 : Afforestation réalisée il y a quelques années dans une zone humide alluviale du Noyonnais (Oise).



Figure 47 : Afforestation récente dans une zone humide alluviale du Noyonnais (Oise).

V.1.2.2. Actions écologiques d'exploitation-entretien

L'action écologique d'exploitation-entretien est toute intervention sur un espace accompagnant le déroulement d'une trajectoire ou « pérennisant » son état. Elle génère souvent la progression lente ou le maintien relatif de paramètres physiques, chimiques et/ou biologiques, de telle sorte que l'état du site est perçu comme relativement stable. En un point donné, elle est souvent réalisée plusieurs fois durant la mise en œuvre d'un programme d'actions écologiques ; après d'éventuelles actions écologiques d'impulsion si elles sont nécessaires.

L'exploitation et l'entretien se distinguent par le fait que l'exploitation tire profit des ressources naturelles provenant d'une zone humide au sein d'une filière socio-économique tout en contribuant à en pérenniser des fonctions d'intérêt. L'entretien consiste aussi à pérenniser des fonctions d'intérêt mais sans profit économique aussi direct, qu'il soit réalisé ou possible. Dans l'optique de pérenniser le résultat d'un programme d'actions écologiques, d'assurer des services pour les sociétés, d'améliorer l'acceptabilité des programmes d'actions écologiques, l'exploitation est considérée comme prioritaire face à l'entretien ; qui n'est à utiliser que là où l'exploitation n'est pas possible ou incompatible avec la réalisation de fonctions d'intérêt (voir Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enlwicklnng und Natur 2002).

Les actions écologiques d'exploitation-entretien mobilisables en zone humide sont de deux ordres :

- **actives ou passives. Elles sont majoritairement tributaires des activités anthropiques.** Une telle action peut être répétée dans le temps après un court délai entre chaque renouvellement (par ex. gestion d'ouvrages hydrauliques hebdomadaires, pâturage annuel, fauche tous les 2 ou 3 ans) ; mais aussi parfois près un délai relativement long entre chaque renouvellement (par ex. coupes d'arbres associées à une gestion en futaie irrégulière tous les 10 ans).
- **passive, aussi appelée non intervention. Elle est majoritairement tributaire de processus naturels.** Lorsqu'elle est mise en œuvre, il est alors présumé que les processus naturels à l'œuvre suffisent à pérenniser les paramètres physiques, chimiques et/ou biologiques dans un état prédéterminé (par ex. submersion quotidienne par les eaux marines lors des marées, marnage saisonnier sur la zone riveraine d'un plan d'eau, non intervention sur un habitat forestier mûre).

La plupart des actions écologiques sont des actions écologiques d'impulsion ou des actions écologiques d'exploitation-entretien. Cependant, certaines actions écologiques peuvent être l'une ou l'autre selon le contexte et le moment choisi pour les mettre en œuvre dans le cadre d'un programme d'actions écologiques. Par exemple, l'aménagement d'un dispositif anti-batillage est une action d'impulsion s'il prémunit la zone riveraine d'une étendue d'eau de l'érosion sous l'effet des vagues et s'il favorise la colonisation par des hélrophytes. L'aménagement de dispositif anti-batillage peut être une action écologique d'exploitation-entretien s'il s'agit plutôt de préserver sur le long terme la présence préexistante d'hélrophytes sur les rives d'une étendue d'eau.

Des exemples illustrés d'actions écologiques d'exploitation-entretien sont présentés sur les Figures ci-après.



Figure 48 : Non intervention dans une forêt alluviale du Livradois-Forez (Puy de Dôme).



Figure 49 : Non intervention dans une zone humide estuarienne de l'estuaire de l'Orne (Calvados).



Figure 50 : Non intervention dans une zone humide riveraine d'étendues d'eau (bordure d'hélophytes) du Haut Jura (Jura).



Figure 51 : Gestion en futaie irrégulière dans une zone humide de plateau du Saintois (Vosges).



Figure 52 : Fauche tardive dans une zone humide de plateau en Bresse (Ain).



Figure 53 : Effet d'une fauche tardive interannuelle sur une lande (fauchée récemment à droite) dans une zone humide de plateau des Monts d'Arrée (Finistère).



Figure 54 : Faucardage sans export dans une zone humide alluviale du Périgord (Dordogne).



Figure 55 : Faucardage avec export dans une zone humide de source et suintement - alluviale du Revermont (Ain).



Figure 56 : Pâturage raisonné par des bovins dans une zone humide de plateau en Bresse (Ain).

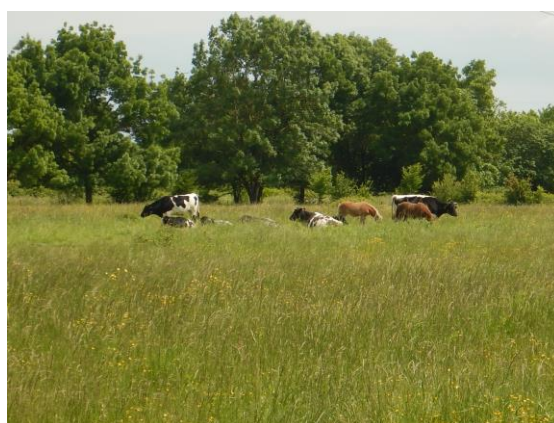


Figure 57 : Pâturage extensif par des bovins et des équins dans une zone humide alluviale des Graves (Gironde).



Figure 58 : Mise en défens vis-à-vis des bovins d'une zone humide de source et suintement (en arrière-plan sur la photo) en Maurienne (Savoie).

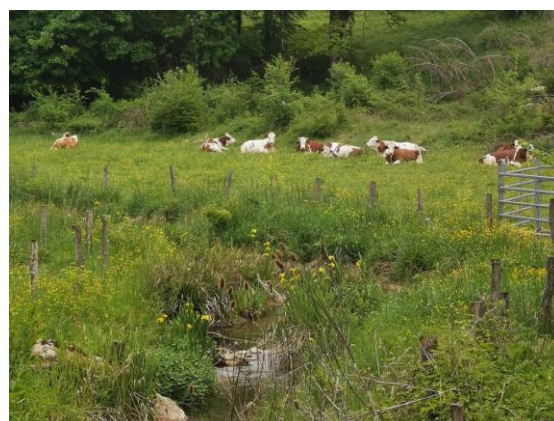


Figure 59 : Mise en défens vis-à-vis des bovins des berges d'une zone humide alluviale dans le Revermont (Ain).

V.1.3. Intentions des actions écologiques sur les processus : effacer, atténuer, favoriser ou créer

Selon la nature et l'intensité des dégradations, les processus écologiques à l'œuvre sur un site et l'objectif visé, les actions écologiques mobilisées peuvent consister à :

- **effacer¹² l'incidence d'une atteinte¹³.** Il s'agit souvent de supprimer l'origine d'une atteinte portée à un site ou ses conséquences, en escomptant que les processus écologiques néfastes enclenchés par cette atteinte disparaissent après sa suppression ;
- **atténuer¹⁴ l'incidence d'une atteinte.** Il s'agit souvent de réduire l'incidence d'une atteinte portée à un site parce qu'il n'est pas faisable, souhaitable ou possible de les effacer ; en escomptant que les processus écologiques dont elle est à l'origine s'estompent. Parfois, les actions écologiques peuvent aussi consister à atténuer des processus évolutifs naturels qui ne sont pas en adéquation avec les objectifs du programme d'actions écologiques ;
- **favoriser¹⁵ des processus naturels ou semi-naturels.** Il s'agit de permettre la manifestation de processus naturels pour que leurs effets s'intensifient ou qu'ils soient pérennisés via des actions écologiques ;
- **créer¹⁶ les conditions pour que de nouvelles fonctions apparaissent.** Dans ce cas, il s'agit de mettre en œuvre une action écologique qui permette à des processus de se dérouler dans un site alors qu'ils n'ont jamais été à l'œuvre dans celui-ci. Typiquement, il s'agit de faire apparaître des zones humides, là où il n'y en a jamais eu par le passé.

V.1.4. Spécificité des actions écologiques

En abordant la spécificité¹⁷ de l'action écologique, il s'agit d'identifier le ou les contextes écologiques propres à chaque action écologique. En effet, il existe des actions écologiques qui peuvent être mobilisées dans n'importe quel contexte écologique (par ex. comblement de rigole et fossé) ; alors que d'autres sont mobilisables uniquement dans des contextes écologiques particuliers (par ex. la dépoldérisation n'est possible que dans des zones humides alluviales ou sur le rivage marin). La spécificité des actions écologiques est détaillée ici par système hydrogéomorphologique (c'est-à-dire dans quel contexte topographique, hydrologique elle peut généralement se dérouler) et par milieu (c'est-à-dire sur quel(s) milieu(x) l'action écologique est-elle généralement réalisable ? À quels milieux naturels l'action écologique peut généralement aboutir ?).

Notez que de nombreux autres items auraient pu être abordés pour identifier la spécificité d'une action écologique (par ex. contextes paysagers, climatiques, géologiques). Ici, les deux entrées choisies paraissent les plus structurantes, mais il reste possible de les compléter.

¹² « *supprimer quelque chose, le faire disparaître [...]* » de www.larousse.fr

¹³ définie ici comme toute action concourant à simplifier ou détruire les fonctions et services associés aux zones humides avec des effets néfastes sur la préservation de la biodiversité dans un contexte donné.

¹⁴ « *rendre moins forts, moins intenses, moins graves [...]* » de www.larousse.fr

¹⁵ « *créer les conditions qui permettent le succès d'une action, le développement d'une activité ; faciliter, encourager* » de www.larousse.fr

¹⁶ « *fonder, établir quelque chose, être à l'origine de son existence [...]* » de www.larousse.fr

¹⁷ « *qui appartient en propre à une espèce, qui est particulier à quelque chose* » de www.larousse.fr

V.1.4.1. Actions écologiques spécifiques à un système hydrogéomorphologique

Les conditions morphologiques, topographiques et hydrologiques dans lesquelles sont les zones humides peuvent être très différentes, aboutissant à des fonctionnements très différents (voir la typologie des systèmes hydrogéomorphologiques de Brinson 2009). **Alors que certaines actions écologiques sont potentiellement mobilisables dans tout système hydrogéomorphologique, d'autres ne sont pertinentes que dans un ou dans quelques-uns de ces systèmes.** Sept systèmes hydrogéomorphologiques sont identifiés pour identifier ceux sur lesquels peuvent porter chaque action écologique :

- côtier - panne dunaire ;
- péri-lagunaire ;
- estuarien ;
- alluvial - riverain des étendues d'eau ;
- source et suintement ;
- dépression ;
- plateau.

Ces sept systèmes hydrogéomorphologiques sont similaires à ceux détaillés dans Gayet *et al.* (2023a, 2023b). Certains systèmes hydrogéomorphologiques ont été regroupés dans ce référentiel (côtier et panne dunaire - alluvial et riverain d'étendues d'eau), car les actions écologiques sur les zones humides réalisables dans un de ces systèmes sont aussi réalisables sur l'autre système.

V.1.4.2. Actions écologiques spécifiques à un milieu

Une action écologique donnée peut aboutir à une large variété de milieux - être réalisée sur une large variété de milieux, ou alors elle peut aboutir à un seul milieu - être réalisée sur un milieu bien particulier. **Les milieux EUNIS de niveau 1 ou 2 (d'après Bajjouk *et al.* 2015b, 2015a; Davies *et al.* 2004, Louvel *et al.* 2013) auxquels chaque action écologique peut aboutir – ou sur lesquels elle peut être réalisée sont précisés. Une action écologique peut donc être associée aux milieux EUNIS suivants comme objectif du programme d'actions écologiques :**

- A2 Sédiment intertidal ;
- B Habitats côtiers ;
- C3 Zones littorales [...] ;
- D Tourbières [...] et bas-marais ;
- E Prairies [...] ;
- F Landes, fourrés [...] ;
- G Boisements, forêts [...] ;
- I Habitats agricoles [...].

Les milieux « H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée » et « J Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels » ne figurent pas parmi les milieux attendus listés, car ils représentent des milieux qui ne sont que très rarement des zones humides où ils correspondent à des états dégradés, qu'il est donc improbable de viser comme objectif d'un programme d'actions écologiques en zone humide.

V.1.5. Articulation des actions écologiques avec des référentiels existants

D'autres programmes ont déjà permis de lister des actions écologiques. **À notre connaissance, ils ne portent pas une attention aussi particulière et détaillée aux actions écologiques mobilisables en zone humide que dans le présent référentiel.** Il est proposé de réaliser une correspondance entre le référentiel proposé ici et deux de ces programmes :

- le premier pour sa robustesse scientifique et son caractère international : « *conservation evidence* » ;
- le second pour le cadrage sémantique durant la mise en œuvre de la séquence ERC et son caractère national : Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC d'Alligand *et al.* (2018). En effet, le présent référentiel d'actions écologiques a été créé dans l'optique d'être utilisé notamment durant la mise en œuvre de la séquence ERC.

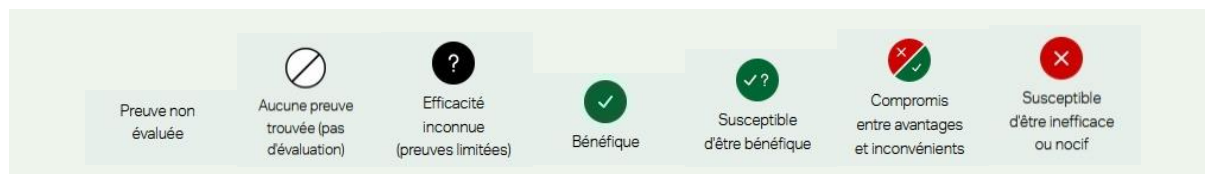
V.1.5.1. Le programme « *Conservation evidence* » pour documenter l'efficacité des actions de conservation

« *Conservation evidence* » est un programme qui résume « les preuves documentées de l'efficacité des actions de conservation ». Il fait office de ressource pour aider « toute personne prenant des décisions sur la façon de maintenir et de restaurer la biodiversité ». Au 11 avril 2022, il recense 3 510 actions qu'il est possible d'entreprendre pour la faune et les écosystèmes. Un résumé des preuves de l'efficacité de chaque action écologique est fourni. 8 377 études scientifiques sont recensées et résumées, en fournissant le contexte de l'étude, les mesures de conservation prises et leurs conséquences. Les études scientifiques prises en compte répondent à deux critères fondamentaux :

- elles portent sur des actions correspondant à des interventions que les acteurs intervenant dans la conservation des écosystèmes peuvent initier ;
- elles documentent les effets de l'action de manière quantitative.

Typiquement, les études théoriques de modélisation (sans action et/ou mesure sur le terrain), les études corrélatives (par ex. relation entre biodiversité et habitat sans relation claire établie avec une action), les études portant sur la surveillance, les enquêtes, les études sans suivi quantitatif des effets des actions, les articles et rapports sans démonstration scientifique... ne sont pas considérés comme des études scientifiques qui entrent dans le spectre d'études pour évaluer l'efficacité des actions. Plus particulièrement, concernant les zones humides, des synopsis sont également fournis comme sur les tourbières (Taylor *et al.* 2018) ou encore les marais et marécages (Taylor *et al.* 2021).

Ce programme fournit donc des synthèses bibliographiques intéressantes, étayées par la connaissance scientifique quant à l'efficacité des actions écologiques. Au final, l'efficacité d'une action est classée comme étant :



Parmi toutes les actions recensées par ce programme, celles qui sont vraisemblablement mobilisables en zones humides (non centrées sur les espèces) ont été sélectionnées selon qu'elles appartiennent au moins à :

- une des catégories suivantes : « conservations des marais et marécages » (n=179), « conservation des forêts » (n=74), « conservation des arbustes et des landes » (n=68), « conservation des tourbières » (n=65), « conservation des prairies » (n=34), « conservation des terres agricoles » (n=32), « terres agricoles méditerranéennes » (n=16) ;
- un des « habitats » suivants : « marécages » (n=211), « forêts et bois » (n=164), « prairie » (n=111), « arbuste » (n=100), « côtier » (n=62).

Les 468 actions issues de cette sélection sont listées dans l'Annexe 1. Il est possible de mettre en correspondance 276 de ces actions listées et décrites par ce programme « *conservation evidence* », avec les actions écologiques plus précises listées dans ce référentiel ; pour avoir une bonne articulation avec un référentiel international sur la restauration des écosystèmes (voir Annexe 2). Les actions écologiques très particulières (par ex. « Couper ou brûler la végétation contaminée par les hydrocarbures : marais saumâtres/salés »), celles correspondant à des actions de protection, de gestion collective, de réglementation, ... ne font par exemple pas l'objet d'une correspondance car elles n'entrent pas dans le spectre du présent référentiel.

Malgré tout, il convient d'être vigilant sur le résultat de l'extraction des actions par le programme « *conservation evidence* » et la documentation de l'efficacité des actions. Citons parmi les principaux points de vigilance :

- l'efficacité de certaines actions écologiques est surtout discutée selon les résultats obtenus sur des écosystèmes bien particuliers (l'efficacité documentée n'est donc pas transposable à tous les écosystèmes en zone humide). C'est par exemple, le cas de l'action « Ajouter de la chaux (avant/après la plantation) » dont l'efficacité est surtout discutée sur les tourbières ;
- la traduction automatisée en français des actions écologiques avec le site conservationevidence.com (qui permet de fournir une liste en français dans ce référentiel) peut parfois fournir des résultats avec des termes surprenants qui ont fait l'objet d'une correction manuelle ;
- plusieurs actions de conservationevidence.com peuvent parfois correspondre à une seule action, mais qui déclinée de manière très précise (par ex. la mise en défens est déclinée sous des dénominations très diverses et détaillées) ;

- certaines actions sont énoncées de manière trop vagues « Maintenir des prairies semi-naturelles riches en espèces » ou « Entretenir les landes/landes des hautes terres » pour faire des rattachements avec le présent référentiel d’actions écologiques ;
- ...

Notez que les « *conservation evidence* » fournissent une indication sur l’efficacité d’une action écologique. Cependant, le spectre d’actions écologiques traité est si large, qu’il est difficile de considérer que les synopsis produits sont exhaustifs ou quasi exhaustifs. L’efficacité indiquée par action écologique sur la base de ces synopsis peut donc être à relativiser.

V.1.5.2. Nomenclature nationale pour la mise en œuvre de la séquence Éviter – Réduire – Compenser (ERC)

Un Guide d’aide à la définition des mesures ERC (Alligand *et al.* 2018) répertorie ces mesures et les classe en catégorie, sous-catégorie et propose une description par mesure (Annexes 3 et 4). Toutes les actions de compensation sont résumées dans le Tableau ci-après. **Il est possible de rattacher chacune de ces actions, relativement grossières, aux actions plus précises listées dans ce référentiel ; pour avoir une bonne articulation du présent référentiel avec ce guide nationale sur la thématique ERC. En effet, les actions écologiques sont souvent mobilisées dans le cadre de la mise en œuvre de la séquence ERC.**

Tableau 5 : Liste des mesures de compensation mobilisables durant la séquence Éviter-Réduire-Compenser d'après Alligand *et al.* (2018). Les mesures qui n'entrent pas dans le spectre d'actions écologiques étudiées dans ce référentiel sont surlignées en gris (par ex. focalisées sur les espèces, les cours d'eau, les espèces exotiques envahissantes, respect des prescriptions APG).

Type : C1 – Création / Renaturation de milieux
Catégorie : 1. Action concernant tous types de milieux
Sous-catégorie : a. Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes (à préciser)
Sous-catégorie : b. Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une mesure C1.a ou à une mesure C2
Sous-catégorie : c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
Sous-catégorie : d. Autre : à préciser
Type : C2 – Restauration / Réhabilitation
Catégorie : 1. Action concernant tous types de milieux
Sous-catégorie : a. Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau
Sous-catégorie : b. Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)
Sous-catégorie : c. Etrépage / Décapage / Décaissement du sol ou suppression de remblais
Sous-catégorie : d. Réensemencement de milieux dégradés, replantation, restauration de haies existantes mais dégradées
Sous-catégorie : e. Réouverture du milieu par débroussaillage d'espèces ligneuses, abattage d'arbres, etc.
Sous-catégorie : f. Restauration de corridor écologique
Sous-catégorie : g. Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2
Sous-catégorie : h. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
Sous-catégorie : i. Autre : à préciser.
Catégorie : 2. Actions spécifiques aux cours d'eau (lit mineur + lit majeur), annexes hydrauliques, étendues d'eau stagnantes, zones humides et littoraux soumis au balancement des marées
Sous-catégorie : a. Reprofilage / Restauration de berges (y compris suppression des protections)
Sous-catégorie : b. Amélioration / entretien d'annexes hydrauliques / décolmatage de fond et action sur la source du colmatage
Sous-catégorie : c. Reconnexion d'annexes hydrauliques avec le cours d'eau / reconnexion lit mineur/lit majeur / Restauration de zones de frayères
Sous-catégorie : d. Restauration des conditions hydromorphologiques du lit mineur de cours d'eau
Sous-catégorie : e. Restauration des modalités d'alimentation et de circulation de l'eau au sein d'une zone humide
Sous-catégorie : f. Restauration de ripisylves existantes mais dégradées
Sous-catégorie : g. Modification ou équipement d'ouvrage existant
Sous-catégorie : h. Arasement ou dérasement d'un obstacle transversal, d'un seuil, d'un busage
Sous-catégorie : i. Aménagement d'un point d'abreuvement et mise en défens des berges ou de l'estran

Sous-catégorie : k. Autre : à préciser
Type : C3 – Évolution des pratiques de gestion
Catégorie : 1. Abandon ou changement total des modalités de gestion antérieures
Sous-catégorie : a. Abandon ou forte réduction de tout traitement phytosanitaire
Sous-catégorie : b. Abandon ou forte réduction de toute gestion : îlot de senescence, autre (à préciser)
Sous-catégorie : c. Changement des pratiques culturales par conversion de terres cultivées ou exploitées de manière intensive
Sous-catégorie : d. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
Sous-catégorie : e. Autre : à préciser
Catégorie : 2. Simple évolution des modalités de gestion antérieures
Sous-catégorie : a. Modification des modalités de fauche et/ou de pâturage ou modification de la gestion des niveaux d'eau
Sous-catégorie : b. Mise en place de pratiques de gestion alternatives plus respectueuses des milieux (à préciser par le maître d'ouvrage)
Sous-catégorie : c. Modification des modalités de gestion de la fréquentation humaine
Sous-catégorie : d. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
Sous-catégorie : e. Autre : à préciser

V.2. Résultats - critères attribués par actions écologiques

Le résultat de cette typologie d'actions écologiques est disponible en détails dans l'Annexe 2. Notez que l'attribution d'un critère par action écologique est réalisée selon la généralité, sans couvrir toutes les situations possibles.

Une analyse sommaire de la fréquence des types d'actions écologiques est réalisée ci-après.

V.2.1. Compartiment ciblé

Les actions écologiques de niveau III portent directement par fréquence décroissante sur les communautés, le sol, le réseau hydrographique et le modelé topographique (Tableau ci-après).

Tableau 6 : Nombre d'actions écologiques par compartiments ciblés.

La somme du nombre d'actions écologiques est supérieure au nombre d'actions écologiques total car une même action écologique peut être concernée par plusieurs compartiments.

Compartiment ciblé	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Modelé topographique	33
Réseau hydrographique	38
Sol	46
Communautés	88

V.2.2. Impulser et/ou exploiter-entretenir

Les actions écologiques de niveau III sont très majoritairement des actions d'impulsion sur le biotope, et dans une moindre mesure des actions d'impulsion sur la biocénose via des interventions ou des actions d'exploitation-entretien actif. Les actions d'impulsion sur la biocénose qui consistent en la libre évolution des communautés sont très minoritaires, et l'entretien passif ou non intervention consiste en une seule action écologique (Tableau ci-après).

Tableau 7 : Nombre d'actions écologiques par grands types d'action écologique.

La somme du nombre d'actions écologiques est supérieure au nombre d'actions écologiques total car une même action écologique peut être concernée par plusieurs types d'action écologique.

Grands type d'action écologique	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Impulsion sur le biotope	98
Impulsion sur la biocénose - intervention	64
Impulsion sur la biocénose - libre évolution	6
Exploitation-entretien actif	57
Exploitation-entretien passif ou non intervention	1

V.2.3. Intentions des actions écologiques sur les processus : effacer, atténuer, favoriser ou créer

La plupart des actions écologiques consistent à favoriser des processus à l'œuvre dans les écosystèmes, puis par ordre décroissant de fréquence, elles consistent à effacer ou à atténuer des atteintes. La création de zones humides est représentée minoritairement par trois actions écologiques (Tableau ci-après).

Tableau 8 : Nombre d'actions écologiques par intentions sur les processus.

La somme du nombre d'actions écologiques est supérieure au nombre d'actions écologiques total car une même action écologique peut être concernée par plusieurs intentions sur les processus.

Type d'intention sur les processus	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Effacer	60
Atténuer	35
Favoriser	99
Créer	3

V.2.4. Spécificité des actions écologiques

Les nombre de systèmes hydrogéomorphologiques sur lesquels peuvent être mises en œuvre avec pertinence les actions écologiques sont globalement équivalents entre eux, excepté pour les zones humides sur des plateaux (Tableau ci-après). Ce constat n'indique pas un moindre intérêt pour ces zones humides de plateau, mais il indique plutôt que ce sont celles sur lesquelles le moins grand nombre d'actions écologiques est mobilisable.

Tableau 9 : Nombre d'actions écologiques par systèmes hydrogéomorphologiques où peut avoir lieu l'action écologique.

La somme du nombre d'actions écologiques est supérieure au nombre d'actions écologiques total car une même action écologique peut être concernée par plusieurs systèmes hydrogéomorphologiques.

Système hydro géomorphologique	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Côtier - panne dunaire	168
Péri-lagunaire	168
Estuarien	170
Alluvial - riverain des étendues d'eau	165
Source et suintement	154
Dépression	151
Plateau	141

Les nombre de milieux qui peuvent résulter de la mise en œuvre des actions écologiques sont globalement équivalents entre eux, excepté les milieux agricoles (I) qui correspondent dans EUNIS surtout à des cultures extensives, et qui peuvent plus rarement résulter des actions écologiques listées (Tableau ci-après).

Tableau 10 : Nombre d'actions écologiques par milieux EUNIS niveau I ou II pouvant résulter de l'action écologique.

La somme du nombre d'actions écologiques est supérieure au nombre d'actions écologiques total car une même action écologique peut être concernée par plusieurs milieux.

Milieu EUNIS niveau I	Nombre d'actions écologiques de niveau III
A2 Sédiment intertidal	138
B Habitats côtiers	142
C3 Zones littorales [...]	141
D Tourbières [...] et bas-marais	140

E Prairies [...]	148
F Landes, fourrés [...]	135
G Boisements, forêts [...]	145
I Habitats agricoles [...]	109

V.2.5. Articulation des actions écologiques avec des référentiels existants

Parmi les 179 actions écologiques de niveau III listées, 68 ont au moins une action écologique de niveau III qui leur correspond dans les « *Conservation evidence* » (Tableau ci-après). Notez que :

- 13 actions écologiques sont associées à des résultats « Susceptible d'être inefficace ou nocif » ou présentant un « Compromis entre avantages et inconvénients » ; même si 9 de ces mêmes actions écologiques peuvent aussi être associées à des résultats documentés comme étant « Susceptible d'être bénéfique » à « Bénéfique » ;
- 46 actions écologiques associées à des résultats « Susceptible d'être bénéfique » et/ou « Bénéfique » ne sont jamais associées aussi à des résultats « Susceptible d'être inefficace ou nocif » ou à un « Compromis entre avantages et inconvénients ».
- 9 actions écologiques sont associées à des résultats présentant uniquement une « Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée ».

Tableau 11 : Correspondances détectées entre les actions écologiques de niveau III dans ce référentiel avec les actions de conservation et la qualification de leurs résultats (n=fréquence des études référencées) d'après « *conservation evidence* ».

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
Amendement inorganique raisonné	Ajouter de l'engrais [...] (détaillé en sous-actions) Utiliser de l'engrais [...] (détaillé en sous-actions)		24	26	5	4	
Apport de sel	Ajouter du sel pour contrôler les plantes problématiques : marais saumâtres/salés			1			
Apport de soufre	Ajouter du soufre au sol [...] (détaillé en sous-actions)			6			
Chaulage	Ajouter de la chaux [...] (détaillé en sous-actions)	6		9			
Amendement en carbone	Ajouter du carbone au sol avant ou après le semis/la plantation			2			
Amendement organique raisonné	Ajouter de la matière organique souterraine [...] (détaillé en sous-actions) Ajouter du fumier au sol Ajouter de la matière organique [...] (détaillé en sous-actions) Sol : Ajouter du compost au sol		11	6		6	24
Apport de terre végétale	Ajouter de la terre végétale [...] (détaillé en sous-actions)			3		4	
Apport de sédiment	Ajouter des sédiments [...] (détaillé en sous-actions) Dépôt de sol/sédiments et introduction de végétation : marais saumâtres/salés Dépôt de sol/sédiments pour former la structure physique des marais saumâtres/salés Dépôt de sol/sédiments pour former la structure physique des marais d'eau douce			3		15	
Apport de tourbe	Ajouter de la tourbe fraîche à la tourbière (avant la plantation)			1			
Brulis et écobuage	Brûler les arbustes pour réduire les impacts des polluants Couper et utiliser le brûlage dirigé pour contrôler l'herbe	16	83	16		14	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	Couper des arbres et appliquer un herbicide Utiliser le brûlage dirigé [...] (détaillé en sous-actions)						
Coupe à blanc	Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les arbres matures Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes non vasculaires Abattre/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes du sous-étage Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les jeunes arbres Utiliser la coupe à blanc pour augmenter la diversité du sous-étage	18	24	2			12
Défrichement	Couper les arbres [...] (détaillé en sous-actions) Couper des arbres et appliquer un herbicide			12			
Coupe de fourré avec export	Couper les grands arbres/arbustes pour entretenir ou restaurer les perturbations [...] (détaillé en sous-actions)			1		6	
Coupe de fourré sans export	Couper les grands arbres/arbustes pour entretenir ou restaurer les perturbations [...] (détaillé en sous-actions)			1		6	
Écorçage de fourré	Endommager physiquement les plantes problématiques : marais d'eau douce Endommager physiquement les plantes problématiques : marécages d'eau douce			2		5	
Dépoldérisation marine complète	Faciliter l'échange de marée avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marécages saumâtres/salins dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marais saumâtres/salés dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marécages saumâtres/salins à partir d'autres utilisations des terres Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres			4		11	14
Dépoldérisation marine contrôlée	Faciliter l'échange de marée avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marécages saumâtres/salins dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marais saumâtres/salés			4		11	14

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marécages saumâtres/salins à partir d'autres utilisations des terres Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres						
Dépoldérisation marine par brèche	Faciliter l'échange de marée avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marécages saumâtres/salins dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marais saumâtres/salés dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marécages saumâtres/salins à partir d'autres utilisations des terres Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres			4		11	14
Sarclage	Perturber la surface des tourbières pour favoriser la croissance des plantes désirables (sans plantation) Perturber le sol avant de semer/planter Perturber la surface du sol/sédiments [...] (détaillé en sous-actions) Perturber la couche arable Préparer le terrain avant la plantation d'arbres			17			7
Décapage et recouvrement	Enlever les sols/sédiments de surface : marais saumâtres/salés Enlever les sols/sédiments de surface : marais d'eau douce Enlever la terre végétale ou le tapis végétal avant de semer/planter Enlever la couche supérieure de tourbe/sol (sans plantation) Enlever la couche arable Enlever/perturber la couche arable (en même temps que la plantation/l'ensemencement)			15		16	
Décapage simple	Enlever les sols/sédiments de surface : marais saumâtres/salés Enlever les sols/sédiments de surface : marais d'eau douce Enlever la terre végétale ou le tapis végétal avant de semer/planter Enlever la couche supérieure de tourbe/sol (sans plantation) Enlever la couche arable			15		16	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	Enlever/perturber la couche arable (en même temps que la plantation/l'ensemencement)						
Etrépage et recouvrement	Enlever les sols/sédiments de surface : marais saumâtres/salés Enlever les sols/sédiments de surface : marais d'eau douce Enlevez la terre végétale ou le tapis végétal avant de semer/planter Enlever la couche supérieure de tourbe/sol (sans plantation) Enlever la couche arable Enlever/perturber la couche arable (en même temps que la plantation/l'ensemencement)			15		16	
Etrépage simple	Enlever les sols/sédiments de surface : marais saumâtres/salés Enlever les sols/sédiments de surface : marais d'eau douce Enlevez la terre végétale ou le tapis végétal avant de semer/planter Enlever la couche supérieure de tourbe/sol (sans plantation) Enlever la couche arable Enlever/perturber la couche arable (en même temps que la plantation/l'ensemencement)			15		16	
Fauche automnale annuelle avec export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Fauche automnale interannuelle avec export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Fauche précoce avec export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Fauche tardive avec export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Fauche répétée avec export	Couper/tondre pour contrôler l'herbe Couper/tondre les plantes herbacées pour entretenir ou restaurer les perturbations [...] (détaillé en sous-actions) Couper/tondre pour contrôler l'herbe (détaillé en sous-actions)			9		40	
Fauche automnale annuelle sans export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
Fauche tardive sans export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Fauche automnale interannuelle sans export	Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce					7	
Gestion des niveaux d'eau hors plan d'eau	Abaisser le niveau d'eau pour restaurer les marais d'eau douce dégradés Abaisser le niveau d'eau pour restaurer/créer des marais d'eau douce à partir d'autres utilisations des terres Augmenter les niveaux d'eau dans les fossés ou les prairies			4		13	
Marnage saisonnier sur plan d'eau	Gérer activement le niveau d'eau (détaillé en sous-action)			3		12	10
Comblement de rigole et fossé	Remplir/bloquer les fossés pour créer des conditions propices aux plantes des tourbières (sans plantation)					3	
Irrigation par béalière	Irriguer les tourbières [...] (détaillé en sous-actions)			3			
Irrigation par pompe	Irriguer les tourbières [...] (détaillé en sous-actions)			3			
Colonisation spontanée en roselière, jonchaie et cariçaie	Abandonner les terres cultivées : permettre aux marais ou aux marécages d'eau douce de se rétablir sans intervention active					4	
Mise en défens - avifaune herbivore	Exclure les herbivores sauvages en utilisant des barrières physiques Exclure les vertébrés sauvages [...] (détaillé en sous-actions) Clôture pour empêcher le pâturage après la plantation d'arbres Sol : Exclure les brouteurs			7		24	
Mise en défens - bétail	Exclure le bétail de l'habitat semi-naturel (y compris les boisés) Exclure ou retirer le bétail des tourbières dégradées Exclure ou retirer le bétail des marécages saumâtres/salins historiquement pâturés Exclure ou retirer le bétail des marais saumâtres/salés historiquement pâturés Exclure ou retirer le bétail des marais d'eau douce historiquement pâturés Empêcher le pâturage du bétail dans les forêts Sol : Exclure les brouteurs Utiliser des barrières pour éloigner le bétail des marais saumâtres/salés non		49	16		47	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	pâturés Utiliser des clôtures pour exclure le bétail des zones arbustives						
Mise en défens - faune sauvage	Exclure les herbivores sauvages en utilisant des barrières physiques Exclure les vertébrés sauvages [...] (détaillé en sous-actions) Clôture pour empêcher le pâturage après la plantation d'arbres Sol : Exclure les brouteurs Utiliser des clôtures électriques pour exclure les grands herbivores indigènes Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides d'eau douce plantées de plantes non ligneuses Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides d'eau douce plantées d'arbres/d'arbustes Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides saumâtres/salées plantées d'arbres/d'arbustes Utilisez des clôtures pour exclure les grands herbivores Utiliser des clôtures grillagées dans les zones de pâturage pour exclure le bétail de sections forestières spécifiques Utiliser des clôtures grillagées pour exclure les grands herbivores indigènes			10		58	
Mise en défens - fréquentation humaine	Exclure physiquement les véhicules des tourbières			2			
Coupe sélective	Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les arbres matures Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes non vasculaires Abattre/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes du sous-étage Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les jeunes arbres Utiliser la récolte à rétention partielle au lieu de la coupe à blanc	18		5			12
Ouverture de clairière avec chablis	Utiliser la récolte par sélection de groupe		9				
Ouverture de clairière sans chablis	Utiliser la récolte par sélection de groupe		9				
Couverture du sol autre que le paillage	Ajouter une couverture autre que le paillis avant/après la plantation [...] (détaillé en sous-actions)			9		8	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	Couvrir la tourbière avec autre chose que du paillis [...] (détaillé en sous-actions) Couvrir le sol avec des tapis en plastique après la plantation de restauration Stabiliser la surface des tourbières pour aider les plantes à coloniser Utiliser une couverture anti-érosion après l'ensemencement/la plantation Utiliser des couvertures/tapis anti-érosion pour faciliter l'établissement des plantes						
Paillage végétal en surface	Ajouter du paillis [...] (détaillé en sous-actions) Ajouter un paillis de surface [...] (détaillé en sous-actions) Couvrir la tourbière avec du paillis organique [...] (détaillé en sous-actions) Couvrir le sol avec des techniques autres que les tapis plastiques après plantation de restauration Couvrir le sol de paille après la plantation d'arbres			20		12	
Paillage végétal incorporé	Ajouter du paillis [...] (détaillé en sous-actions)			12			
Pâturage extensif	Utiliser des zones d'habitat semi-naturel pour le pâturage grossier (y compris les marais salés, les landes de plaine, les tourbières, les marais) Faire paître avec le bétail après l'ensemencement/la plantation Autre biodiversité : utiliser moins de brouteurs Autre biodiversité : Utiliser des brouteurs pour gérer la végétation Autre biodiversité : utiliser le pâturage en rotation Autre biodiversité : Utiliser le pâturage saisonnier Réduire l'intensité du pâturage sur les prairies (y compris le retrait saisonnier du bétail) Réduire l'intensité du pâturage du bétail Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais saumâtres/salés Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais d'eau douce Réduire le nombre de têtes de bétail Sol : utiliser moins de brouteurs Utiliser le pâturage ou modifier le bétail pour contrôler l'herbe Utiliser le pâturage pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations	30	22	42		24	16

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations : marais saumâtres/salés Utiliser le pâturage pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais d'eau douce						
Pâturage raisonné	Utiliser des zones d'habitat semi-naturel pour le pâturage grossier (y compris les marais salés, les landes de plaine, les tourbières, les marais) Faire paître avec le bétail après l'ensemencement/la plantation Autre biodiversité : utiliser moins de brouteurs Autre biodiversité : Utiliser des brouteurs pour gérer la végétation Autre biodiversité : utiliser le pâturage en rotation Autre biodiversité : Utiliser le pâturage saisonnier Réduire l'intensité du pâturage sur les prairies (y compris le retrait saisonnier du bétail) Réduire l'intensité du pâturage du bétail Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais saumâtres/salés Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais d'eau douce Réduire le nombre de têtes de bétail Sol : utiliser moins de brouteurs Utiliser le pâturage ou modifier le bétail pour contrôler l'herbe Utiliser le pâturage pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations : marais saumâtres/salés Utiliser le pâturage pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais d'eau douce	30	22	42		24	16
Introduction de semences de ligneux arbustifs	Introduire des graines d'arbres/arbustes de tourbières Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce			2		24	

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
Plantation de fourré	Planter directement des arbres/arbustes de tourbières Planter directement des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce Planter des plantes individuelles			3		28	
Afforestation	Planter directement des arbres/arbustes de tourbières Planter directement des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce Semer des graines d'arbres [...] (détaillé en sous-actions)	3		1		28	1
Introduction de semences de ligneux arborescents	Introduire des graines d'arbres/arbustes de tourbières Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce			2		24	
Reboisement	Planter directement des arbres/arbustes de tourbières Planter directement des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce					28	
Plantations d'arbres	Planter directement des arbres/arbustes de tourbières Planter directement des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce					28	
Ensemencement par transfert de sol	Transplanter ou remplacer le sol des terres humides : marais d'eau douce Transplanter le sol des zones humides avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce			2		10	
Ensemencement	Introduire des graines de plantes non ligneuses [...] (détaillé en sous-actions) Introduire des graines d'herbes de tourbière Semer des graines de tapis végétal Semer des espèces herbacées des prairies Semer des graines de prairie à partir d'une source locale Semer de l'herbe indigène et des plantes herbacées Semer les graines Pulvérisation de bouillie de semences, de paillis et d'eau ("hydroensemencement")			83		45	
Transfert de foin	Ajouter une végétation mixte à la surface de la tourbière Ajouter des mousses à la surface des tourbières Introduire des fragments de végétaux non ligneux : milieux humides saumâtres/salins Introduire des fragments de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce			18		8	31

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
	Transférer le matériel végétal de la prairie intacte parallèlement à l'ensemencement/la plantation Tapis végétal Remplacer les blocs de végétation après l'exploitation minière ou l'extraction de la tourbe Restaurer/créer une végétation de tourbière en utilisant la technique de transfert de couche de mousse Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais saumâtres/salés Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais d'eau douce						
Transfert de rhizomes	Ajouter une végétation mixte à la surface de la tourbière Ajouter des mousses à la surface des tourbières Introduire des fragments de végétaux non ligneux : milieux humides saumâtres/salins Introduire des fragments de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce Transférer le matériel végétal de la prairie intacte parallèlement à l'ensemencement/la plantation Tapis végétal Remplacer les blocs de végétation après l'exploitation minière ou l'extraction de la tourbe Restaurer/créer une végétation de tourbière en utilisant la technique de transfert de couche de mousse Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais saumâtres/salés Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais d'eau douce			18		8	31
Plantation de <i>Carex</i>	Planter directement des plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce Planter directement des herbes de tourbière					5	24
Plantation de joncs	Planter directement des plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce Planter directement des herbes de tourbière					5	24
Plantation de mousses	Planter directement des mousses de tourbière					7	
Plantation de roseaux, typhas et scirpes	Planter directement des plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce Planter directement des herbes de tourbière					5	24

Nom niveau III	Conservation evidence						
	Action de conservation approchante	Susceptible d'être inefficace ou nocif	Compromis entre avantages et inconvénients	Efficacité inconnue (preuves limitées) ou Preuve non évaluée	Peu susceptible d'être bénéfique	Susceptible d'être bénéfique	Bénéfique
Plantation d'espèces halophiles	Planter directement des végétaux non ligneux : milieux humides saumâtres/salins Planter directement des arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées						77
Griffage	Perturber la surface des tourbières pour favoriser la croissance des plantes désirables (sans plantation) Perturber le sol avant de semer/planter Perturber la surface du sol/sédiments [...] (détaillé en sous-actions) Perturber la couche arable Préparer le terrain avant la plantation d'arbres			17			7
Remodelage	Créer des monticules ou des creux [...] (détaillé en sous-actions) Créer des éraflures et des mares Reprofilage/réaménagement des tourbières (avant la plantation) Tourbière de reprofilage/réaménagement (sans plantation) Reprofilage/repaysage [...] (détaillé en sous-actions)			17		34	
Réouverture d'embouchure	Faciliter l'échange de marée avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marécages saumâtres/salins dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marais saumâtres/salés dégradés Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marécages saumâtres/salins à partir d'autres utilisations des terres Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres			4		11	14
Traitement par herbicides	Appliquer un herbicide [...] (détaillé en sous-actions) Couper et appliquer un herbicide pour contrôler la fougère Couper des arbres et appliquer un herbicide Utilisez un herbicide [...] (détaillé en sous-actions)		28	30	13		

Toutes les actions écologiques listées dans ce référentiel ont pu faire l'objet d'une correspondance avec la nomenclature nationale des mesures de compensation mobilisables durant la séquence ERC. En effet les catégories « Autre » permettent dans tous les cas d'inscrire une action écologique dans une mesure de compensation (Tableau ci-après).

Les actions écologiques de « Création/renaturation de milieux » et celles d'« Abandon ou changement total des modalités de gestion antérieures » sont les plus rares (moins de 10 actions écologiques). Cela s'explique respectivement par le fait que les actions de création de zones humides sont souvent peu variées dans leur nature et par le fait que les abandons de pratiques ne sont souvent pas entrés dans le spectre d'action écologique de ce référentiel (par ex. abandon de la pratique de culture de céréales au profit d'une prairie), mais ce sont plutôt les actions de conversion de ces milieux qui ont été listées. L'abandon de pratique sur un milieu dégradé n'est donc pas listé dans le référentiel, mais toutes les actions écologiques qui peuvent succéder à cet abandon le sont.

Les actions écologiques suivantes : « Action concernant tous types de milieux », « Actions spécifiques aux cours d'eau (lit mineur + lit majeur), annexes hydrauliques, étendues d'eau stagnantes, zones humides et littorales soumises au balancement des marées » et « Simple évolution des modalités de gestion antérieures » sont globalement aussi fréquentes les unes que les autres.

Tableau 12 : Correspondances détectées entre les actions écologiques de niveau III de ce référentiel et les actions référencées dans la nomenclature de Alligand *et al.* (2018) pour mettre en œuvre la séquence ERC. Seules les mesures de compensation qui entrent dans le champ d'investigation de ce référentiel figurent ici.

Code des mesures de compensation mobilisables	Dénomination des mesures de compensation mobilisables	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Type : C1 – Création / Renaturation de milieux		
C1-1-a	Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes (à préciser)	3
C1-1-d	Autre : à préciser	0
Type : C2 – Restauration / Réhabilitation		
Catégorie : 1. Action concernant tous types de milieux		
C2-1-a	Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau	0
C2-1-c	Etrépage / Décapage / Décaissement du sol ou suppression de remblais	12
C2-1-d	Réensemencement de milieux dégradés, replantation, restauration de haies existantes mais dégradées	27
C2-1-e	Réouverture du milieu par débroussaillage d'espèces ligneuses, abattage d'arbres, etc.	17
C2-1-i	Autre : à préciser.	23
Catégorie : 2. Actions spécifiques aux cours d'eau (lit mineur + lit majeur), annexes hydrauliques, étendues d'eau stagnantes, zones humides et littorales soumises au balancement des marées		
C2-2-a	Reprofilage / Restauration de berges (y compris suppression des protections)	12
C2-2-b	Amélioration / entretien d'annexes hydrauliques / décolmatisation de fond et action sur la source du colmatage	0
C2-2-c	Reconnexion d'annexes hydrauliques avec le cours d'eau / reconnexion lit mineur/lit majeur / Restauration de zones de frayères	0
C2-2-e	Restauration des modalités d'alimentation et de circulation de l'eau au sein d'une zone humide	29
C2-2-f	Restauration de ripisylves existantes mais dégradées	1
C2-2-i	Aménagement d'un point d'abreuvement et mise en défens des berges ou de l'estran	2
C2-2-k	Autre : à préciser	8

Code des mesures de compensation mobilisables	Dénomination des mesures de compensation mobilisables	Nombre d'actions écologiques de niveau III
Type : C3 – Évolution des pratiques de gestion		
Catégorie : 1. Abandon ou changement total des modalités de gestion antérieures		
C3-1-a	Abandon ou forte réduction de tout traitement phytosanitaire	0
C3-1-b	Abandon ou forte réduction de toute gestion : îlot de senescence, autre (à préciser)	1
C3-1-c	Changement des pratiques culturales par conversion de terres cultivées ou exploitées de manière intensive	1
C3-1-e	Autre : à préciser	2
Catégorie : 2. Simple évolution des modalités de gestion antérieures		
C3-2-a	Modification des modalités de fauche et/ou de pâturage ou modification de la gestion des niveaux d'eau	18
C3-2-b	Mise en place de pratiques de gestion alternatives plus respectueuses des milieux (à préciser par le maître d'ouvrage)	21
C3-2-c	Modification des modalités de gestion de la fréquentation humaine	1
C3-2-e	Autre : à préciser	1

VI. Application à des programmes d'actions écologiques

Cette section présente des repères pour sélectionner des actions écologiques pertinentes durant l'élaboration d'un programme d'actions écologiques, puis une définition de la « faisabilité » abordée dans ce référentiel est proposée, des repères scientifiques sont fournis pour aborder cette notion avant d'associer chaque action écologique listée dans ce référentiel à une classe de faisabilité.

VI.1. Sélection des actions écologiques à mobiliser

Un programme se décompose en actions écologiques mises en œuvre dans un espace donné et qui peuvent se succéder, se coupler, se compléter... au cours du temps. Le fait que les conditions écologiques puissent être relativement hétérogènes à l'intérieur d'un site peut justifier qu'un programme d'actions écologiques soit composé d'actions différenciées dans l'espace (Lugon *et al.* 1998). La nature des actions écologiques mobilisées dans un programme et l'ordre dans lequel elles sont effectuées dépend alors notamment de l'état initial du site, de son contexte environnemental, du contexte socio-économique et des enjeux dans le territoire où est le site, de l'habitat ciblé via ce programme d'actions écologiques. À partir de ces informations, les parties prenantes impliquées dans la conception du programme d'actions écologiques doivent effectuer une réflexion logique et cohérente pour concevoir le contenu technique d'un programme.

Un logigramme simplifié illustre le cheminement pour sélectionner des grands types d'actions écologiques. Un logigramme complémentaire illustre comment sélectionner des actions écologiques d'exploitation-entretien durant la conception d'un programme d'actions écologiques selon les objectifs visés en termes de milieux (Figures ci-après). Le lecteur se tournera également vers d'autres logigrammes pour identifier des actions écologiques à mobiliser selon des thématiques plus particulières, comme par ex. :

- pour identifier les problèmes d'eutrophisation, gérer les flux d'eau ou identifier les conditions les moins défavorables à la création de bas-marais (voir McBride *et al.* 2011) ;
- pour végétaliser des terrains en pente (Lugon *et al.* 1998, Staubli 2009) ;
- pour décider quand débroussailler, le rythme et la date de fauche de diverses communautés végétales (Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enwicklung und Natur 2002)
- pour décider de l'ensemencement d'un site afin d'améliorer les fonctions et déterminer comment le réaliser ensuite (François *et al.* 2012, Kettenring et Tarsa 2020; Pearson et Ison 1997) ;
- pour identifier les actions écologiques pertinentes selon les dégradations causées aux roselières (Streever 1999) ;
- pour identifier les actions de végétalisation à privilégier en cas d'érosion des sols (Morgan 2005) ;
- ...

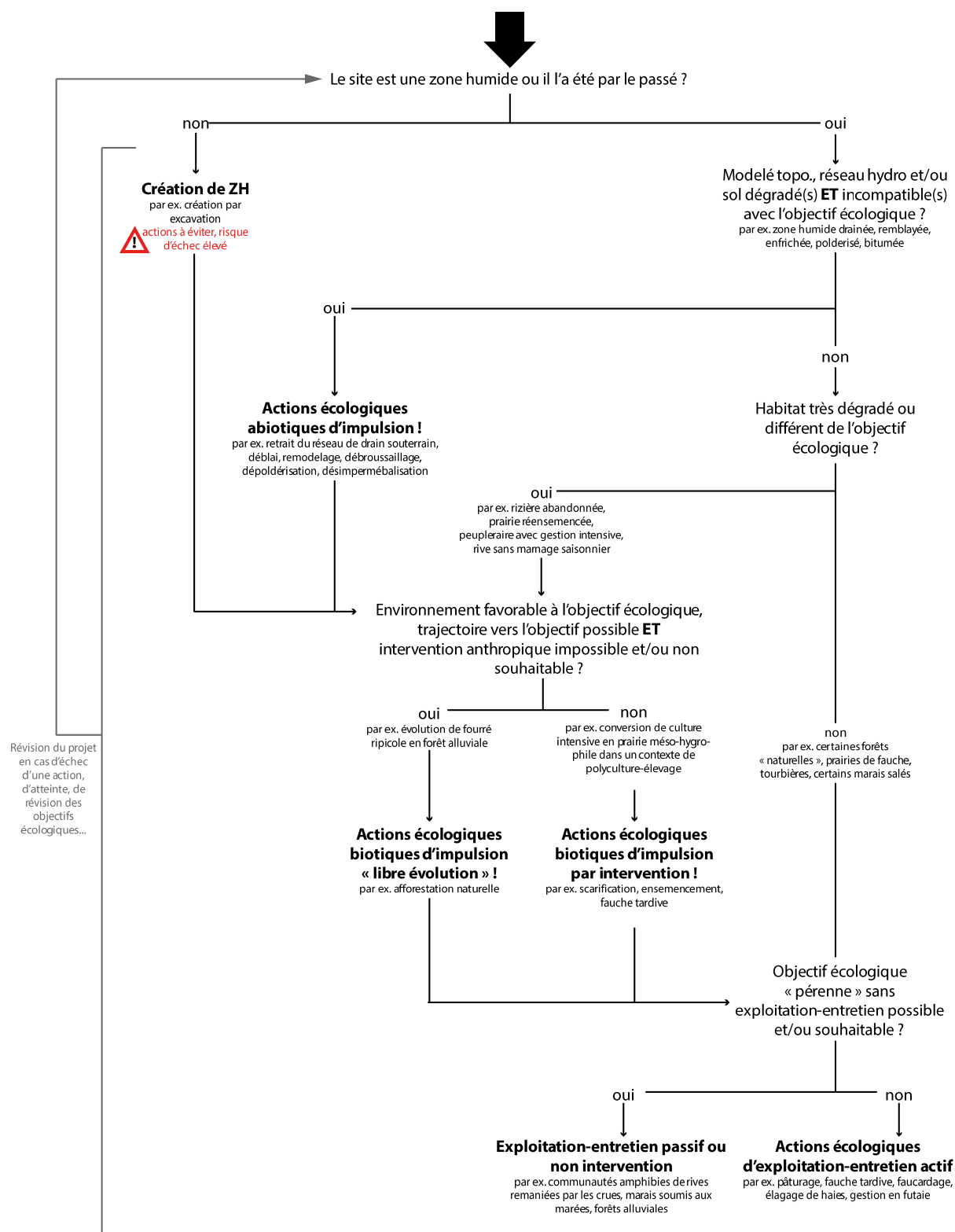


Figure 60 : Logigramme simplifié pour identifier et planifier les actions écologiques d'un programme sur un site.

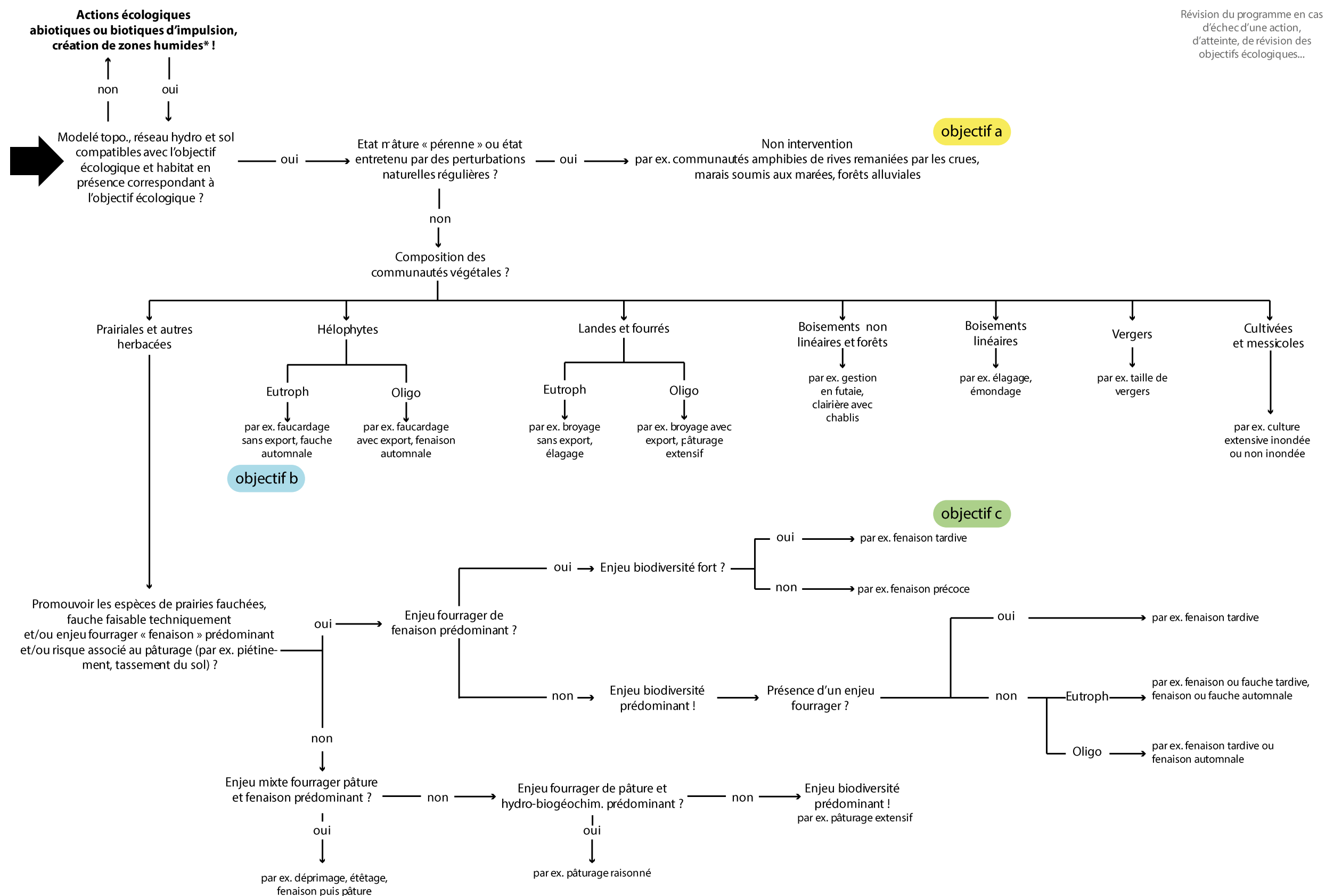


Figure 61 : Logigramme simplifié pour identifier des actions écologiques d'exploitation-entretien selon divers objectifs. Par ex. à titre d'indication pour le lecteur, 3 objectifs sont inscrits. L'objectif **a** est de pérenniser dans son état actuel un milieu naturel qui ne requiert pas d'intervention, l'objectif **b** est de pérenniser une formation d'hélophytes eutrophes, l'objectif **c** est de pérenniser une prairie de fauche où l'enjeu fourrager est prédominant et avec un fort enjeu de biodiversité qui est aussi présent. D'autres actions à mobiliser en complément de celles en exemple ne sont pas citées (par ex. amendement) (voir Annexe 2 et références citées dans cette section, voir également la section VI pour avoir des références techniques sur les modalités de mise en œuvre des actions écologiques). * **création** : action à éviter, risque d'échec élevé !

Le lecteur se tournera également vers des documents techniques pour optimiser une action écologique et détailler avec pertinence et exhaustivité le contenu technique pour mettre en cette action au-delà de sa simple dénomination (Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enwicklung und Natur 2002). Par exemple, pour avoir des repères techniques sur les durées d'inondation souhaitables selon les exigences écologiques des communautés végétales riveraines d'étendues d'eau à favoriser (Catteau *et al.* 2009), pour identifier les avantages et les inconvénients associées à plusieurs techniques pour contrôler les ligneux, des repères pour optimiser le pâturage (chargement à l'hectare, type de bétails mobilisés...) (François *et al.* 2012), pour disposer de recommandations sur les techniques de plantation et le choix des espèces à privilégier que ce soit pour les ligneux (Burley *et al.* 2004, Cornier *et al.* 2011) ou de manière plus générale sur une variété de milieux (Mitsch et Gosselink 2007), pour connaître les actions écologiques à mobiliser selon les types de dégradation constatées sur un sol (Temperton 2004), pour appréhender la gestion de l'enfrichement en milieux humides (Preux *et al.* 2019, Augier *et al.* 2022)... ou même plus largement pour choisir un site à restaurer (Kent 2001).

Le lecteur se tournera utilement vers les références citées ci-avant dans cette section, pour avoir des manuels et guides techniques sur ces actions écologiques mobilisables en zones humides, tout comme sur des retours d'expérience. D'autres sources d'information peuvent être citées en plus de toutes celles consultables sur les sites des pôles-relais zones humides comme (British Columbia ministry of energy, mines and petroleum resources, ministry of transportation and highways and natural Resources canada 1995, Brown 1991, Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enwicklung und Natur 2002, Buttlemann 1992, Campbell *et al.* 2002, Council 2005, Earnshaw 2004, Linde 1969, Lugon *et al.* 1998, McBride *et al.* 2011, Parc naturel régional de la Brenne, n. d.; Poschlod *et al.* 2007, Staubli 2009, Sussex Wildlife Trust 2013, White *et al.* 2011).

Ces informations sont utiles pour avoir des repères. Elles ne sont cependant pas exhaustives, elles ne sont pas applicables de manière universelle et définitive, et chaque programme d'actions écologiques reste unique ; impliquant parfois un certain degré d'innovation ou de créativité au moment de la conception d'un programme (Schwartz 2006). D'autres ressources doivent être mobilisées pour concevoir un programme d'actions écologiques pertinent : pour tenir compte du délai pour reconquérir les fonctions des zones humides (Craft 2015, Moreno-Mateos *et al.* 2012), pour aborder les aspects socio-politiques notamment voir par ex. Council (2005), pour aborder les conflits entre acteurs (Büro für Siedlungs und Umweltplanung et Büro für Raumliche Enwicklung und Natur 2002), pour suivre et évaluer le résultat des actions menées (voir par ex. des indicateurs listés par Craft (2015), Craft et Vepraskas (2016), Zhao *et al.* (2016), la méthode « *Functional assessment procedures* » de Maltby (2009), le projet national « MHEO » (<http://www.zones-humides.org/dispositifs-d%E2%80%99observation-suivis>))... (Figure ci-après).

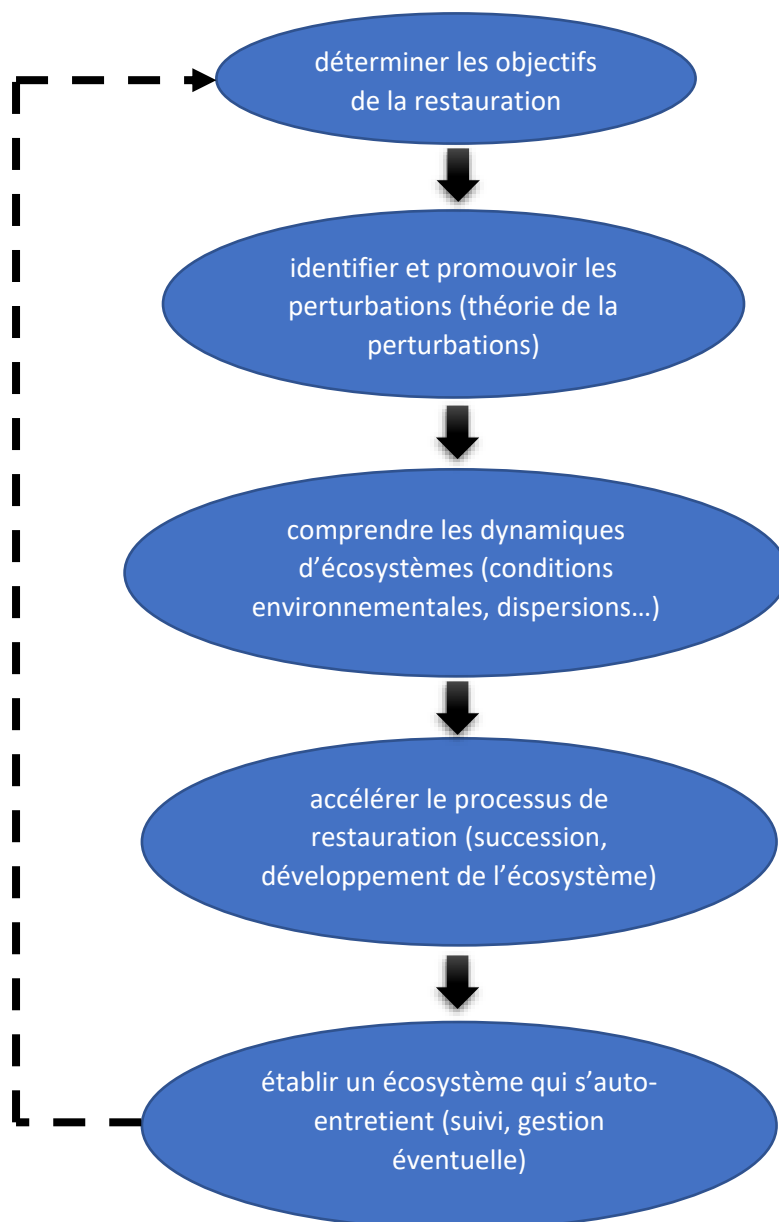


Figure 62 : Cinq étapes clefs pour le succès d'un programme d'actions écologiques en zone humide (d'après Craft 2015).

VI.2. Discussion préalable sur la faisabilité des actions écologiques

VI.2.1. Définition de la faisabilité abordée dans ce référentiel

Tenir compte des connaissances scientifiques, du contexte social, de considérations financières... est essentiel durant la conception d'un programme d'actions écologiques pour évaluer s'il est faisable. Par ex. d'un point de vue technique, il est crucial de déterminer si le régime hydrologique qui a précédé une dégradation peut être rétabli, de vérifier l'adhésion solide d'une communauté d'acteurs... pour en assurer la viabilité sur le long terme (U.S. Environmental Protection Agency 2022).

Aborder la « faisabilité » d'un programme d'actions écologiques nécessite donc de tenir compte de plusieurs considérations : sociales (par ex. la société l'accepte-t-elle ?), économiques (par ex. les parties prenantes concernées peuvent-elles le financer ?), foncières (par ex. existe-t-il une

opportunité d'acquérir le foncier ?), écologiques (par ex. le contexte écologique est-il propice à la restauration écologique ?), techniques (par ex. le contenu technique du programme d'actions écologiques fournit-il des garanties suffisantes pour supposer l'obtention effective des résultats escomptés ?)... (voir par ex. Hopfensperger *et al.* 2007). **Dans ce référentiel, seule la faisabilité technique est abordée. En abordant la faisabilité technique, ce référentiel tient compte :**

- **de la probabilité de concevoir et de mettre en œuvre l'action écologique avec pertinence ;**

Par ex. plus une action écologique nécessite l'avis d'écologues avec un haut niveau de spécialisation pour définir ses modalités de mise en œuvre avec pertinence, moins la probabilité qu'elle soit conçue est mise en œuvre avec pertinence est grande si l'avis de tels écologues n'est pas mobilisé.

Par ex. plus une action écologique est spécifique à des contextes écologiques très particuliers (ses effets pouvant même être néfastes hors de ces contextes), moins la probabilité qu'elle soit conçue est mise en œuvre avec pertinence est grande hors de ces contextes.

Par ex. plus une action écologique nécessite des diagnostics écologiques préalables approfondis et un cahier des charges précis et détaillés (modalités de mise en œuvre), moins la probabilité qu'elle soit conçue est mise en œuvre avec pertinence est grande sans ces informations.

- **de la probabilité d'obtenir le résultat escompté de l'action écologique, même si celle-ci est bien conçue et mise en œuvre.**

Par ex. plus une action écologique a une probabilité importante d'être insérée dans un programme d'actions complexe (actions écologiques à combiner avec précautions), moins la probabilité qu'elle soit conçue est mise en œuvre avec pertinence est grande si le programme dans son ensemble ne fait pas l'objet d'attention suffisante.

Par ex. plus une action écologique est associée à la restauration de site avec des dégradations importantes, plus il est complexe de remédier aux effets des pressions anthropiques passées.

Par ex. si une action écologique consiste à instaurer un fonctionnement là où il n'a jamais eu lieu (par ex. création de zone humide), alors il est souvent peu probable d'obtenir le résultat escompté.

La faisabilité technique est dénommée « faisabilité » dans toute la suite du référentiel. Elle est évaluée pour chaque action écologique.

Des exemples illustrés d'actions écologiques mal conçues sont présentées sur les Figures ci-après. Dans ces cas, la conception et/ou la mise en œuvre n'a pas été satisfaisante et les résultats escomptés ne sont pas obtenus ou alors ils pourraient vraisemblablement être compromis à terme.



Figure 63 : Déblaiement excessif d'une zone humide alluviale dans le Grésivaudan (Isère). Un suivi sur le long terme permettrait de vérifier l'atterrissement progressif et l'apparition effective de zone humide.



Figure 64 : Déblaiement insuffisant sur une zone humide alluviale dans le Grésivaudan (Isère). Le site reste en surplomb des zones humides adjacentes et une végétation constituée d'espèces herbacées anthropiques s'est développée.



Figure 65 : Déblaiement insuffisant sur une zone humide alluviale dans le Grésivaudan (Isère). Le remblai a simplement été raclé en surface suite à une mauvaise compréhension du cahier des charges entre l'entreprise qui est intervenue et le maître d'ouvrage.



Figure 66 : Création d'une zone humide alluviale par excavation et plantation d'une haie avec un film plastique au sol dans un secteur de plateau dans le Grésivaudan (Isère). Aucun travail du sol après l'excavation n'a été réalisé, il n'est donc pas favorable à l'enracinement des végétaux.



Figure 67 : Éclaircie forestière partielle sur la pinède d'une zone humide de plateau dans le Médoc (Gironde). Le code forestier a prévenu un défrichage plus important, compromettant l'obtention des gains fonctionnels les plus importants possibles sur le site (par ex. apparition d'habitat de landes humides, moindre rabattement de la nappe).



Figure 68 : Coupe à blanc d'une aulnaie en secteur alluvial en prévision d'une afforestation naturelle dans le Noyonnais (Oise). Le prestataire du maître d'ouvrage a réalisé une mauvaise identification de l'habitat forestier en état initial (plantation forestière identifiée), ce qui avait justifié à tort la coupe à blanc en vue d'une plantation plus naturelle.



Figure 69 : Bovins sur une zone humide alluviale avec un couvert de ligneux arbustifs épineux (en arrière-plan sur la photo) dans le pays Rémois (Aisne). Il est peu probable que les bovins limitent et réduisent leur prolifération.

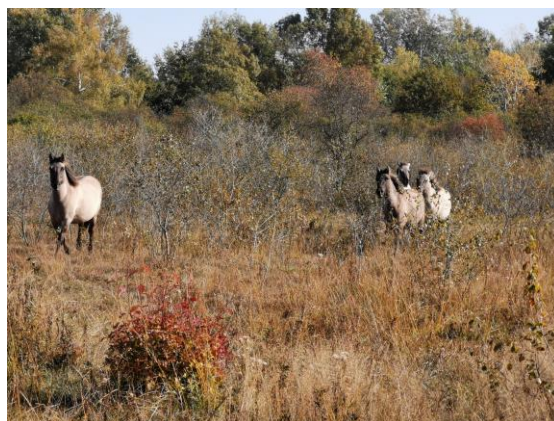


Figure 70 : Équins sur une zone humide alluviale avec un couvert important constitué de bourdaine (*Frangula alnus* Mill., 1768) dans les Terres froides (Isère). Il est peu probable que les chevaux consomment et aient donc un effet sur ces ligneux.



Figure 71 : Pâturage équin suite à l'abandon de la riziculture intensive dans une zone humide estuarienne – péri-lagunaire en Camargue (Gard). Le baccharis (*Baccharis halimifolia* L., 1753) prolifère après l'arrêt de la riziculture et le pâturage s'exerce surtout sur la flore autochtone.



Figure 72 : Dispositif d'abreuvement du bétail non entretenu pour maintenir son efficacité sur une zone humide alluviale dans le Médoc (Gironde).



Figure 73 : Arrachage d'une forêt « naturelle » sur une vaste étendue dans une zone humide tourbeuse du Bugey (Ain). La tourbe est désormais exposée aux aléas météorologiques (par ex. sécheresse).



Figure 74 : Étrépage sur une lande « tourbeuse » dans une zone humide de plateau en Bresse (Ain). L'action écologique avait notamment pour objectif de promouvoir le développement d'espèces patrimoniales. La banque de graines dans le sol et la couche « tourbeuse » en surface ont été supprimées (très faible quantité de nutriments disponibles), compromettant durablement le développement de la flore autochtone.



Figure 75 : Plantation d'une haie avec des plants chétifs d'espèces autochtones sur une zone humide alluviale (Ain).



Figure 76 : Plantation d'une haie avec des plants constitués d'acacia (*Robinia pseudoacacia* L., 1753), espèce végétale associée à des invasions biologiques, en plus de plants d'espèces autochtones sur une zone humide de plateau (Ain).

VI.2.2. Des repères scientifiques sur la faisabilité

Selon l'état de dégradation d'un site, des seuils biotiques ou abiotiques doivent être franchis pour parvenir à obtenir un écosystème dit pleinement fonctionnel. La « résistance » à la restauration réside dans une notion de seuils (Temperton 2004, Figure ci-après). De manière simplifiée, il est donc possible de distinguer les situations suivantes :

- situations avec les dégradations les plus fortes à la fois sur le biotope et les communautés. Il est à la fois nécessaire de franchir seuils abiotiques et biotiques via le programme d'actions écologiques, en ayant respectivement et successivement recours à la modification de l'environnement physique du site et à des actions écologiques sur le couvert végétal.

Par ex. cela pourrait correspondre à une action écologique sur certains sites où le modelé topographique a été altéré (par ex. remblai) ou alors des opérations sur le réseau hydrographique ont été réalisées (par ex. drainage) avant une mise en culture intensive exercée durant une durée relativement longue.

- situations avec des dégradations assez fortes mais seulement sur les communautés. Seul un seuil biotique est à franchir, en manipulant par ex. le couvert végétal.

Par ex. cela correspondrait à une situation où il s'agit de changer de pratiques comme quand on souhaite passer d'un pâturage à une fauche automnale interannuelle pour favoriser des communautés de Carex dans un milieu ouvert.

- situations avec des dégradations qui ne sont pas intenses sur les communautés ou sur le biotope. Aucun seuil n'est à franchir, il s'agit simplement d'améliorer les pratiques de gestion.

Par ex. cela serait le cas en abaissant légèrement la charge en UGB/ha lors du pâturage et/ou en changeant la date de mise à l'herbe du bétail et la durée de sa présence pour pâturer une prairie.

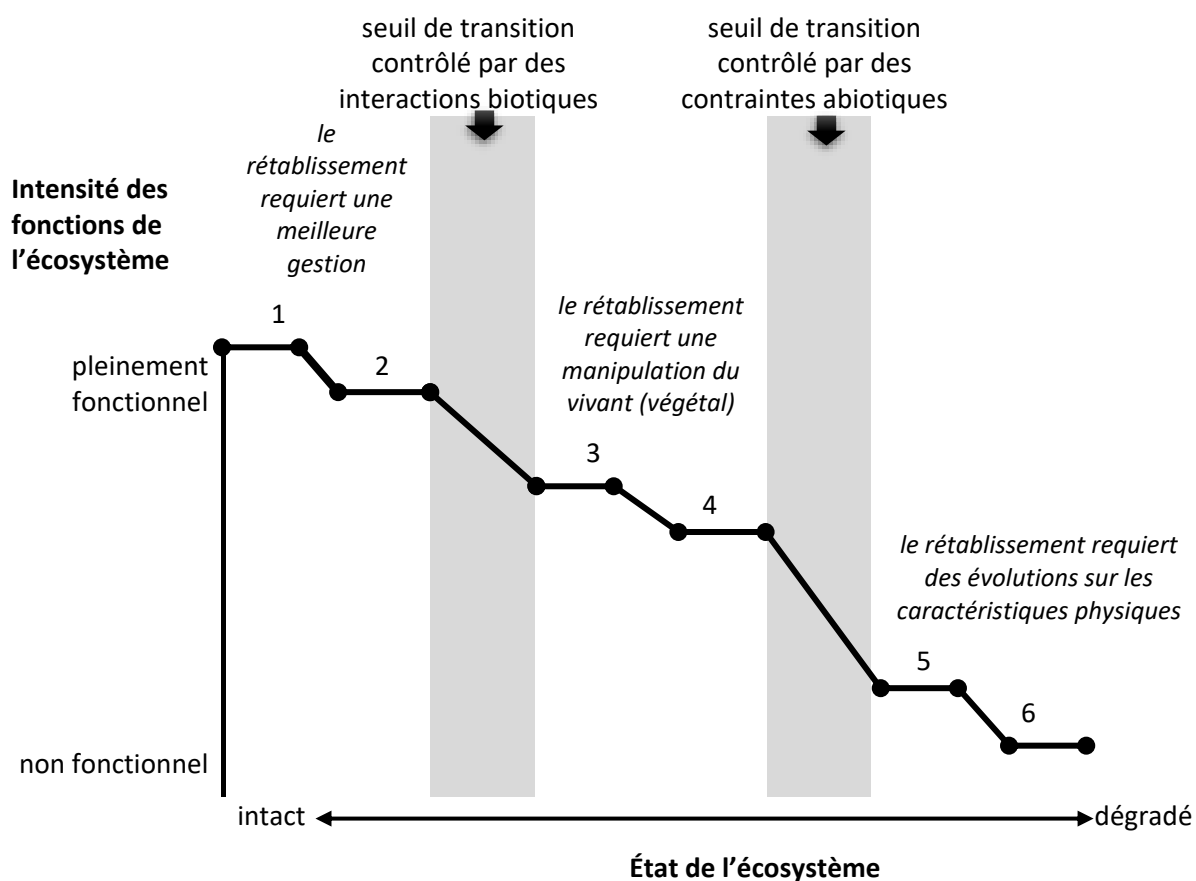


Figure 77 : Modèle conceptuel des transitions entre des états dégradés et non dégradés, et représentation des seuils biotiques et abiotiques entre ces états (issu de Temperton (2004) d'après Whisenant 1999).

Selon l'intensité des dégradations dans le site et donc le génie écologique à mobiliser, une résilience¹⁸ positive (c'est-à-dire une capacité à se rétablir dans un état non dégradé) ou négative (c'est-à-dire une forme de résistance et de capacité à rester dans un état dégradé ; voir Lake 2013) peut exercer ses effets. Ces processus de résilience peuvent faciliter (résilience positive) ou contrarier (résilience négative) l'obtention des objectifs assignés au programme d'actions écologiques. Cela implique donc des efforts variables de la part du maître d'ouvrage pour mettre en œuvre les actions écologiques et faire du programme un succès (par ex. coût financier plus ou moins grand et diagnostic écologique plus ou moins approfondi).

D'après Zedler (2000), les principaux facteurs qui compromettraient la restauration d'un site résideraient à la fois dans son état initial de dégradation¹⁹ (moins il serait dégradé, plus son devenir serait prévisible) et dans l'intensité des efforts²⁰ mis en œuvre pour parvenir à le restaurer (plus

¹⁸ « le degré prédit auquel l'écosystème a une capacité à se rétablir après la levée d'une source de perturbation et son application pour la restauration écologique » (Perkins 2002 dans Gibbons et Freudenberg 2006).

¹⁹ La dégradation peut aussi bien résulter d'atteintes causées au site directement comme à son environnement ; il s'agit donc d'un facteur compliqué à appréhender (Zedler 2000).

²⁰ Les efforts à déployer peuvent résider dans les modifications opérées sur la topographie, sur l'hydrologie, sur le sol ou encore les communautés (Zedler 2000).

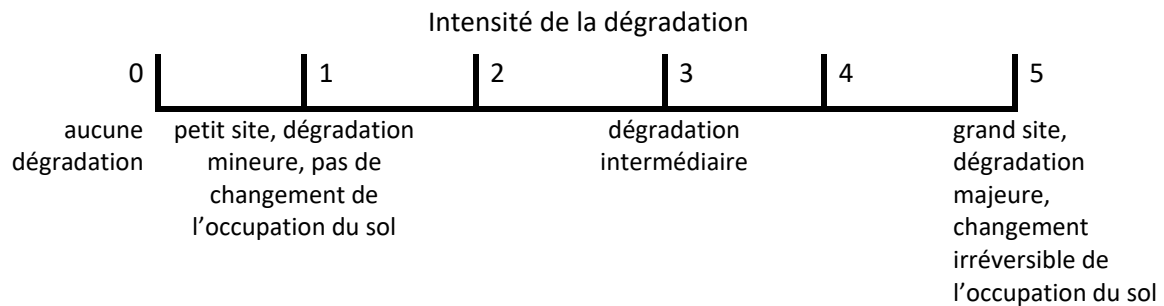
d'efforts seraient réalisés, plus son devenir serait prévisible). Elle illustre cela par le spectre de la restauration pour expliquer comment tenir compte à la fois de l'état de dégradation d'un site et des efforts de restauration mis en œuvre, peut affecter le devenir d'un écosystème (Figure ci-après).

Intensité des efforts →		
	Peu d'efforts	Efforts importants
Intensité des dégradations ↓		
Dégradation majeure	Peu d'efforts sont fournis pour résoudre des problèmes majeurs. Prédiction : l'objectif a peu de chances d'être atteint. <i>Par ex. déblai de zone humide pour la mettre en relation avec l'océan.</i>	Beaucoup d'efforts sont nécessaires. Prédiction : l'objectif a plus de chance d'être atteint. <i>Par ex. déblaiement de zone humide pour la mettre en relation avec l'océan, puis amendement et végétalisation.</i>
Dégradation mineure	Un site peu dégradé requiert peu d'efforts. Prédiction : atteindre l'objectif dépend du recours à la bonne action. <i>Par ex. transplantation d'espèces menacées dans une zone humide existante.</i>	Peu de programmes requièrent des efforts importants pour résoudre des problèmes mineurs. Prédiction : ce sont ceux qui seraient les plus susceptibles d'atteindre les objectifs. <i>Aucun exemple n'est rapporté ici. Des efforts importants sur des sites faiblement dégradés sont rares.</i>

Figure 78 : Spectre de la restauration écologique simplifié de Zedler (2000). La notion d'objectif correspond à des écosystèmes naturels du même type que ceux visés durant le programme d'actions écologiques, c'est-à-dire structurellement et fonctionnellement équivalents.

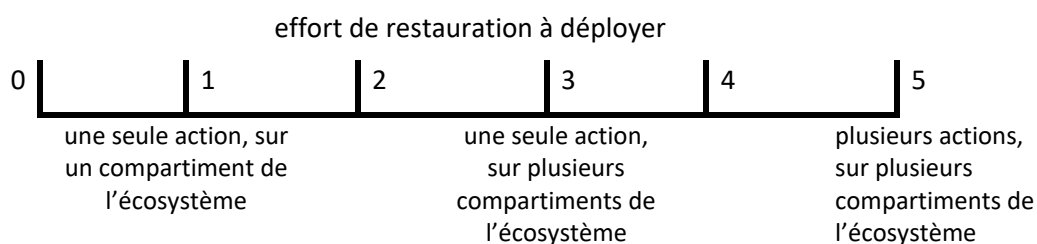
Dans ce contexte, il importe de bien identifier les actions écologiques à mobiliser pour apprécier les efforts de restauration requis. Par ex. le rétablissement de fonctions perdues ou endommagées peut s'effectuer par des mécanismes passifs, c'est-à-dire via une récupération progressive consécutive à l'élimination des causes des dégradations qui s'appliquent à l'écosystème. Dans ce cas, des mécanismes intrinsèques robustes permettent au système de retrouver une partie ou la totalité de ses propriétés perdues. Mais le plus souvent, le retour à des états antérieurs à la dégradation ou proches de conditions « dites de référence », passe par des processus actifs qui regroupent les activités de restauration au sens large. Ces activités englobent une gamme d'actions visant la récupération totale ou partielle des fonctions. Un retour du système à l'état initial et une réhabilitation partielle d'un certain nombre de fonctions ou de certains habitats pour permettre le retour d'organismes ciblés sont des objectifs différents dans leur degré d'ambition.

Streever (1999) considère qu'au moins deux dimensions doivent être prises en compte pour évaluer l'état de dégradation d'un site : la perte en superficie et l'intensité des impacts. D'autres dimensions seraient également à prendre en compte (par ex. la connectivité, l'altération de la forme de la structure écologique du site (rapport entre la limite du site et l'intérieur)) pour évaluer la capacité d'un écosystème à se rétablir « *recoverability* » ; mais des modèles ne permettraient pas encore ces dimensions ; c'est pourquoi il représente le « degré de dégradation » d'un site sur un axe simplifié :



Il considère aussi que les efforts à déployer peuvent être évalués en tenant compte des composantes de l'écosystème sur lesquels il est nécessaire d'intervenir, et que ces efforts doivent être appréciés en termes d'espace et d'intensité. Une relation négative est possible entre ces deux aspects, comme lorsque des efforts sont déployés sur une grande étendue spatiale mais avec de faibles moyens déployés sur chaque site. Les efforts à déployer pour obtenir le résultat du programme d'actions écologiques sont aussi influencés par le nombre de composants de l'écosystème à « manipuler », le nombre d'actions qui se succèdent sur chaque composant, et d'autres facteurs comme la taille du site, les fonds financiers disponibles et les aspects réglementaires (par ex. dans le cas de la compensation écologiques, des pénalités sont-elles dues si les objectifs ne sont pas atteints ?). Au moins cinq composants interdépendants pourraient être « manipulés » pour obtenir les résultats escomptés : la topographie, le réseau hydrographique, le substrat (incluant aussi les microbes), la végétation et la faune.

Indépendamment de la superficie d'un site sur lequel porte un programme d'actions écologiques, il est absolument nécessaire de prédire les résultats de différents efforts (nombre et type d'actions réalisées). L'intensité des efforts à mettre en œuvre dépend aussi bien du type d'impacts qui a dégradé le site, que du budget et du temps disponible, des connaissances disponibles au sujet de ce qu'il conviendrait de faire voire de l'accès à des innovations techniques. Il est aussi difficile de représenter la dégradation d'un site de manière simplifiée, que de représenter le processus pour contrevenir aux effets des impacts causés sur un site et illustrer les efforts à déployer. Bien qu'il puisse être envisageable de représenter cela dans une description multidimensionnelle, cela peut être illustré sur un axe de manière relativement simple comme un indice d'effort à fournir :



Par exemple, pour illustrer les propos qui précèdent, sur la base de leurs propres expériences et de la littérature scientifique, Okruszko *et al.* (2007) font concrètement les conclusions suivantes sur la dégradation et les effets des actions écologiques sur les prairies alluviales :

1. la dégradation est plus rapide si la fertilité est importante ;
2. la dégradation est plus rapide si les plantes dominantes de l'état dégradé sont déjà présentes dans le site ou à proximité, en particulier si le site est petit ;
3. la restauration est plus facile dans les systèmes alluviaux avec des régimes d'inondation « fonctionnels » ;
4. la restauration est plus rapide si les écosystèmes qui représentent l'objectif à atteindre sont à proximité et de préférence en amont ;
5. il est préférable de restaurer plusieurs grands sites qu'une multitude de petites prairies dégradées ;
6. si les régimes hydriques ou trophiques ont été profondément altérés, il est souvent impossible de restaurer l'état originel et des objectifs alternatifs doivent être acceptés ;
7. et enfin, la restauration d'un régime d'inondation « naturel » est profitable pour les communautés d'espèces inféodées aux prairies alluviales, et facilite l'exclusion des espèces indésirables non adaptés à un environnement alluvial.

VI.3. Évaluation de la faisabilité des actions écologiques listées

L'objectif de cette section est d'expliquer comment des classes de faisabilité sont attribuées à chaque action écologique selon la probabilité d'obtenir les résultats associés à chacune. Dans un premier temps, la méthode pour y parvenir est présentée, puis les résultats sont détaillés.

Finalement, une liste résumée d'actions écologiques est proposée. Elle est déclinée par classes de faisabilité.

VI.3.1. Méthode pour évaluer la faisabilité des actions écologiques

VI.3.1.1. Hypothèse générale

L'hypothèse générale sur laquelle repose l'évaluation de la faisabilité est la suivante : les actions écologiques les moins faisables sont associées aux dégradations les plus intenses sur les conditions abiotiques (par ex. modelé topographique, réseau hydrographique et sol). Cela se justifie notamment par le fait que la suppression des effets des dégradations abiotiques les plus importantes nécessite de programmer des actions écologiques sur les compartiments abiotiques d'une part et biotiques d'autre part au cours d'un programme d'actions écologiques : besoin d'efforts importants pour remédier à des dégradations majeures.

Étant donné que les dégradations anthropiques les plus intenses sur le modelé topographique le réseau hydrographique ou le sol ne s'équivalent pas entre elles, la faisabilité des actions écologiques fait l'objet d'une évaluation plus détaillée dans les sections suivantes (par ex. pour tenir compte de l'eutrophisation qui est souvent particulièrement complexe à résorber).



En qualifiant la faisabilité des actions écologiques, il ne s'agit pas de proscrire le recours aux actions écologiques ambitieuses (efforts importants suite à des dégradations majeures), parfois associées de premier abord à une mauvaise faisabilité, qui permettent de reconquérir les fonctions les plus importantes en intensité (sur les sites dans les états les plus dégradés) mais qui sont soumises à des risques d'échec vraisemblablement plus importants. Il s'agit plutôt de souligner la nécessité d'être très vigilant sur leurs modalités techniques de mise en œuvre pour en garantir le succès (par ex. diagnostic de l'état initial plus approfondi, recours à des spécialistes qui connaissent bien l'écosystème sur lequel porterait l'action, détails importants sur les modalités de mise en œuvre de l'action écologique, adhésion des acteurs pour en assurer la viabilité).

Le lecteur se reportera aux ouvrages et ressources citées tout le long de ce document pour identifier des repères techniques à avoir, pour justifier éventuellement le bien-fondé d'une action écologique dans un contexte donné ; et le cas échéant pour justifier son intérêt et une faisabilité meilleure que ne l'indique la qualification générale proposée ici.

Toute action écologique, y compris celle associée à une bonne faisabilité, doit être accompagnée d'un détail technique sur sa mise en œuvre pour en apprécier le bien-fondé ; remettant potentiellement en cause sa faisabilité et son intérêt si les informations techniques associées ne permettent pas d'argumenter sur sa mobilisation (par ex. action écologique avec une faisabilité moins bonne dans le cas d'un programme qu'en général).

VI.3.1.2. Classes de faisabilité

Dans ce référentiel, la faisabilité de chaque action écologique est surtout évaluée d'après l'état de dégradation initial du site auquel elle correspond (efforts nécessaires pour mettre en œuvre ladite action écologique et remédier aux dégradations). **La faisabilité de chaque action écologique est qualifiée comme étant :**

- « très aléatoire » ;
- « assez aléatoire » ;
- « assez bonne » ;
- « bonne ».

En plus, selon les caractéristiques écologiques du site, une action écologique peut être identifiée comme n'étant pas pertinente, car il est avéré qu'elle est mobilisée dans un contexte où elle ne le devrait pas. Cela permet surtout d'identifier une erreur grossière d'identification au sein d'un programme d'actions écologiques (par ex. une action inapplicable dans le contexte écologique connu du site, comme la dépoldérisation marine hors du rivage marin potentiellement soumis aux entrées d'eaux marines, la fauche dans un milieu forestier). **Selon le contexte écologique, il est alors impossible d'obtenir les résultats induits par cette action écologique. La faisabilité de l'action écologique est alors qualifiée comme étant « impossible ».**

La Figure ci-après illustre quand et comment le présent référentiel d'actions écologiques intervient durant l'élaboration d'un programme d'actions écologiques en zone humide, pour notamment évaluer la faisabilité des actions écologiques sélectionnées.

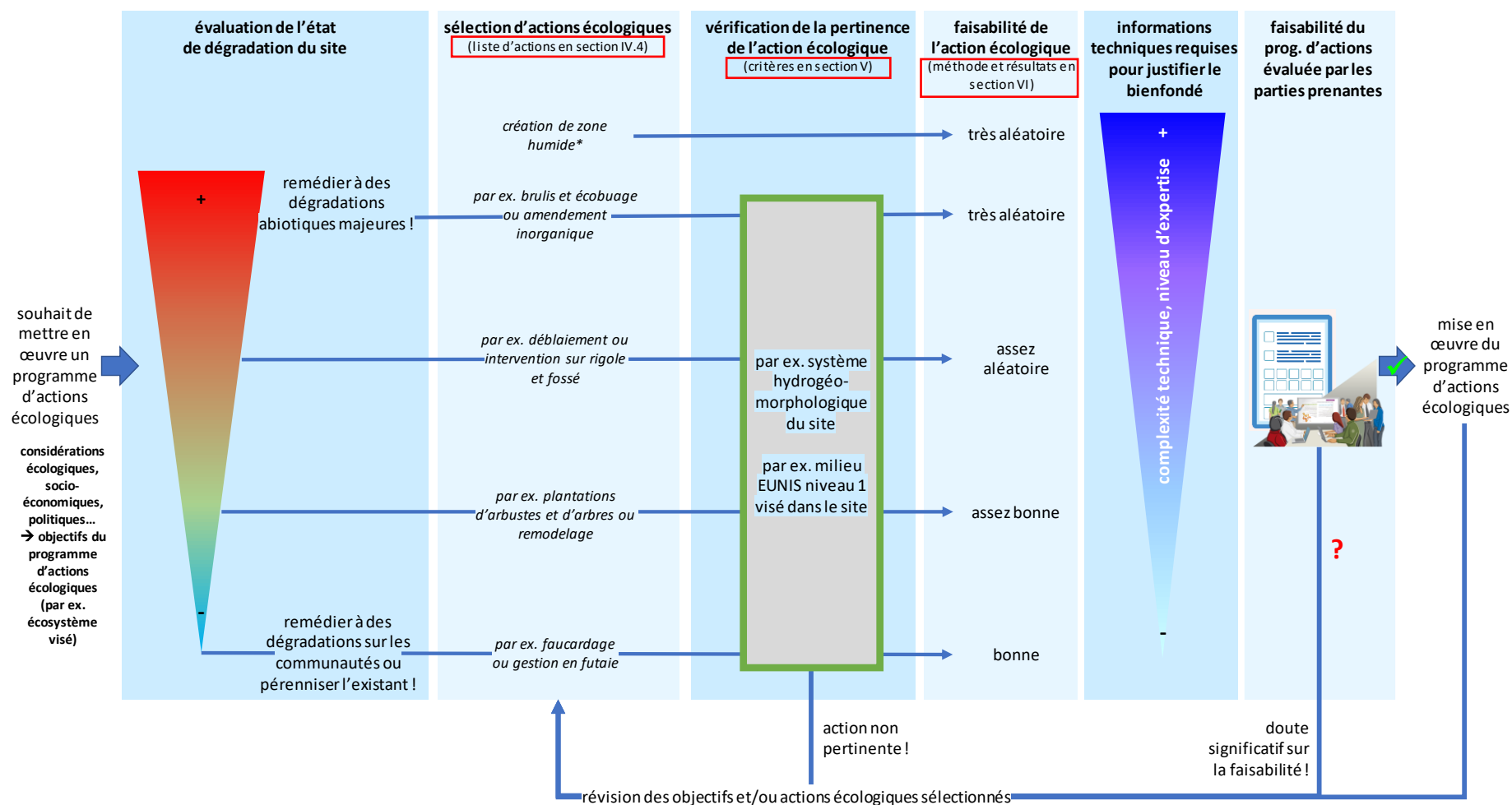


Figure 79 : Représentation simplifiée de l'intervention du référentiel d'actions écologiques pour identifier les actions et évaluer leur faisabilité durant l'élaboration d'un programme d'actions écologiques en zones humides. Les interventions du référentiel sont indiquées par les numéros de section en tête de figure, encadrés en rouge.

* création : action à éviter, risque d'échec élevé !

VI.3.1.3. Attribution d'une classe de faisabilité aux actions écologiques

La probabilité d'obtenir le résultat de chaque action écologique est évaluée ci-après de la façon suivante :

1. **sont d'abord distinguées les actions écologiques dont la probabilité d'obtenir le résultat est *a priori* la plus mauvaise** : (i) hors de propos dans un contexte donné (c'est-à-dire avec une faisabilité « impossible » dans ce contexte), (ii) dégradation importante, seuils abiotiques et biotiques à dépasser via des actions sur le biotope et les communautés générant des programmes d'actions écologiques complexes, (iii) création de zones humides (faisabilité « très aléatoire ») ;
2. **sont ensuite distinguées les actions écologiques dont la probabilité d'obtenir le résultat est *a priori* la meilleure** (c'est-à-dire avec une « bonne » faisabilité, par ex. aucun seuil abiotique ou biotique à dépasser via les actions écologiques) ;
3. **sont enfin distinguées les actions écologiques intermédiaires en termes de faisabilité.**

Notons que comme pour toute typologie, il est parfois complexe d'attribuer une classe de faisabilité à chaque action écologique, celles-ci pouvant être mise en œuvre dans des situations variées, et donc correspondre à une gamme de faisabilité variée dans certains cas.



Tout comme une action écologique associée à une « bonne » faisabilité n'aboutit pas à des réussites à tous les coups, une autre action écologique associée à une faisabilité « très aléatoire » n'implique pas des échecs systématiques.

Le contexte dans lequel une action écologique est envisagée doit être appréhendé au cas par cas par les parties prenantes au moment d'évaluer l'intérêt de mobiliser une action écologique dans un contexte donné (contexte-dépendance). Ces parties prenantes peuvent alors notamment tenir compte de l'environnement propre à chaque projet (voir Figure précédente).

Ainsi, par exemple, dans un contexte écologique où il est prévu de revégétaliser un site dégradé, cela peut avoir pour effet de préférer une action écologique plutôt qu'une autre (par ex. ensemencement au lieu de la libre évolution) alors que leur faisabilité est *a priori* similaire.

VI.3.2. Résultats détaillés - faisabilité des actions écologiques

VI.3.2.1. Faisabilité « impossible » étant donné le contexte écologique où est mobilisé l'action écologique

1. Selon le système hydrogéomorphologique du site

La gestion en taillis, le paillage végétal, le déblaiement... sont des actions écologiques qui peuvent se dérouler dans tout système hydrogéomorphologique (par ex. côtier et panne dunaire, plateau, source et suintement). Cependant, le creusement d'annexes hydrauliques alluviales, la dépoldérisation marine complète, la plantation d'une ripisylve arborescente... sont des actions écologiques qui peuvent se dérouler que dans des systèmes hydrogéomorphologiques donnés (par ex. la plantation d'une ripisylve arborescente n'est pas possible sur les zones humides de plateau). **La faisabilité d'une action écologique incompatible avec un système hydrogéomorphologique dans**

lequel elle est pourtant prévue, est qualifiée d' « impossible ». Cette qualification est réalisée au cas par cas dans un programme d'actions écologiques. Ainsi, 44 actions écologiques de niveau III parmi les 179 listées, ne sont pas réalisables dans n'importe quel système hydrogéomorphologique.

2. Selon le milieu EUNIS niveau 1 visé dans le site

Le griffage du sol, l'abroustissement de fourré, l'arrêt du pompage... sont des actions écologiques potentiellement incluses dans des programmes écologiques qui peuvent aboutir à tout type de milieu EUNIS niveau 1 (par ex. C3 Zones littorales [...], E Prairies [...], G Boisements, forêts [...]). Cependant, le lagunage sur berge, le curage, la culture extensive inondée, le reboisement... sont des actions écologiques qui ne peuvent être incluses que dans des programmes d'actions écologiques visant des milieux EUNIS niveau 1 particuliers (par ex. le reboisement ne peut aboutir qu'à des milieux B Habitats côtiers (pour les pannes dunaires boisées par ex.), E Prairies [...] (pour les prairies boisées par ex.) ou G Boisements, forêts [...]). **La faisabilité d'une action écologique incompatible avec un milieu EUNIS niveau 1 visé, auquel il est pourtant prévu qu'elle aboutisse, est qualifiée d' « impossible ». Cette qualification est réalisée au cas par cas dans un programme d'actions écologiques.** 80 actions écologiques de niveau III ne peuvent pas aboutir à tout type de milieux parmi les 179 listées.

VI.3.2.2. Faisabilité « très aléatoire »

Kusler et Kentula (1989) ont produit un état de l'art résumé des actions consistant à restaurer ou créer des zones humides. Le lecteur se tournera utilement vers cette référence pour avoir un aperçu d'ensemble.

Plus récemment et plus spécifiquement, une synthèse sur les résultats de la création des zones humides rapporte que celles-ci n'ont pas autant de matière organique, pas autant de richesse végétale, pas la même composition en espèces inféodées aux zones humides que des zones humides de référence. Elle souligne toutefois que les zones humides créées les plus anciennes sont celles qui se rapprochent le plus des zones humides de référence (Campbell *et al.* 2002).

Dans les mesures de compensation écologiques sur les zones humides, les mesures de création apparaissent comme celles ayant les résultats les plus problématiques, notamment parce que les niveaux d'eau n'y sont pas appropriés et l'hydropériode n'est pas conforme à celle d'une zone humide (par ex. avec des zones de pleine eau non conforme à des zones humides de référence) (Mitsch et Wilson 1996). La création de zones humides nécessite plus de manipulations que les autres actions écologiques sur les zones humides et les résultats obtenus sont donc plus difficiles à prédire et ils sont moins susceptibles d'être obtenus (Kruczynski 1990 dans Zedler 2000). Par ex. les zones humides côtières créées par excavation présentent plusieurs problèmes : le sol est souvent peu poreux et avec une masse volumique importante (difficulté d'enracinement pour la végétation), il est donc peu propice à l'installation de la végétation. Même avec des amendements, la végétation s'y développe lentement en raison de difficulté pour s'enraciner par ex. L'excavation peut accroître les dépôts de Soufre qui s'oxyde au contact de l'air pour devenir des « *acid sulfate minerals* » ; le pH de ces sols est réduit, limitant le développement de la végétation à moins d'un chaulage important du sol (Craft 2015). Un autre exemple est la création de zones humides avec des pentes trop fortes aux alentours (Brown 1991).

La création de zones humides requiert des efforts particulièrement importants et ses résultats sont très peu probants. Les efforts pour reconquérir les fonctions des zones humides doivent plutôt se

tourner vers la restauration, et avec une attention particulière pour l'auto génération (« *self-design* »²¹) (Craft et Vepraskas 2016, Mitsch et Gosselink 2007). Des efforts de recherche supplémentaires seraient nécessaires pour préciser les limites des mesures de création (Brown 1991). On peut noter cependant que l'« *United States Fish and Wildlife Service* », qui suit la mise en œuvre de la séquence ERC dans les États d'Unis d'Amérique depuis 40 ans et dispose ainsi d'une expérience importante, préfère la restauration de zones humides dégradées à la création de zones humides (Streever 1999). **Toutes les actions écologiques recensées consistant à créer des zones humides (3 actions écologiques de niveau III) sont donc associées à une faisabilité très aléatoire.**

Les actions écologiques associées à des amendements inorganiques (apport de sel, apport de soufre, chaulage, amendement inorganique raisonné), le brulis et écobuage, le traitement par herbicides, l'apport de tourbe ont souvent pour intention de remédier à des dégradations importantes, pour dépasser des seuils abiotiques. Cependant leurs effets peuvent parfois être particulièrement nocifs pour l'écosystème, ou avoir des résultats dont l'intérêt est peu évident (compromis entre avantages et inconvénients), si elles sont insuffisamment maîtrisées. L'action consistant à implanter des andains hydrauliques nécessitent l'intervention d'écologues pour être mobilisée dans les bons contextes, avec des modalités de mise en œuvre très particulières. **Obtenir le résultat de ces 8 actions écologiques de niveau III est donc associé à une faisabilité très aléatoire.**

VI.3.2.3. Faisabilité « assez aléatoire »

Les actions écologiques associées à une faisabilité assez aléatoire sont celles qui consistent surtout à remédier à des dégradations importantes du modelé topographique, des modalités de fonctionnement hydrologique d'une zone humide ou encore des propriétés de son sol. Elles impliquent donc souvent des efforts importants et/ou des connaissances techniques approfondies pour concevoir et mettre en œuvre des programmes d'actions écologiques, qui peuvent s'avérer complexe. Concrètement, il s'agit donc :

- des actions écologiques d'impulsion sur le biotope qui portent au moins sur le modelé topographique, à l'exception des actions incluant le creusement d'annexes hydrauliques, l'aménagement de dispositifs anti batillage, l'effacement de protection de berge, les actions de remodelage et régalinge ;
- des actions écologiques de désartificialisation du sol ;
- des actions écologiques sur des réseaux hydrographiques qui ont une origine anthropique (par ex. fossé), à l'exception des actions consistant à la gestion des niveaux d'eau, à l'enherbement de rigole et fossé ;
- des actions écologiques sur le sol, qui sont des actions d'impulsion sur le biotope, soit les actions d'amendements organiques, de désalinisation par irrigation, d'irrigation, d'apport de terre végétale ou d'inversion de sol.

Obtenir le résultat de ces 44 actions écologiques de niveau III est donc associé à une faisabilité assez aléatoire.

²¹ Ces restaurations se concentrent d'abord sur le fonctionnement hydrologique des zones humides, et se basent sur le postulat selon lequel la géomorphologie, le sol et les communautés végétales se développeront ensuite, mettant donc l'accent sur les processus naturels de successions écologiques.

VI.3.2.4. « Assez bonne » faisabilité

Les actions écologiques associées à une faisabilité assez bonne sont celles qui consistent surtout à remédier à des dégradations importantes du couvert végétal, ou à des dégradations mineures sur le modelé topographique, le réseau hydrographique ou le sol. Concrètement, il s'agit donc :

- des actions écologiques d'impulsion sur la biocénose – interventions, qui consistent en la plantation d'arbustes et d'arbres, la plantation d'espèces non ligneuses, la protection de berge et la végétalisation ;
- des actions écologiques qui portent sur le réseau hydrographique naturel, qui sont des actions écologiques d'impulsion sur le biotope (sauf l'implantation d'andains hydrauliques qui est associée à une faisabilité très aléatoire) ;
- des actions écologiques d'impulsion sur la biocénose de libre évolution (n=6 actions écologiques de niveau III) ;
- des actions écologiques de gestion des niveaux d'eau ;
- des actions écologiques de remodelage et régalinge ;
- des actions écologiques consistant en la protection de berge ;
- des actions écologiques diverses : le roulage sur fougère, l'aménagement de dispositif anti batillage, l'enherbement de rigole et fossé, le curage et l'arrêt de l'irrigation sur le littoral marin.

Obtenir le résultat de ces 62 actions écologiques de niveau III est donc associé à une assez bonne faisabilité.

VI.3.2.5. « Bonne » faisabilité

Toutes les actions écologiques qui ne sont que des actions écologiques d'exploitation-entretien actif (par ex. la fauche tardive, la futaie irrégulière, l'élagage de haies) ou passif (la non intervention) ont une faisabilité qualifiée comme bonne.

Les autres actions écologiques d'exploitation-entretien actif qui ne portent que sur les communautés végétales (par ex. culture extensive inondée, coupe de fourré avec export, coupe sélective) ainsi que les actions écologiques de mise en défens et d'aménagement de dispositifs pour abreuver le bétail sont aussi associées à une faisabilité qualifiée comme bonne.

Toutes les actions écologiques d'impulsion sur le biotope qui ciblent spécifiquement le sol, pour le préparer en vue d'autres actions écologiques, par ex. labour, griffage, mise en jachère, paillage végétal en surface... ont une faisabilité qualifiée comme bonne. Celles-ci sont souvent des actions qui s'ajoutent à d'autres actions écologiques sur les communautés végétales, elles ne nécessitent souvent pas l'intervention d'écologues spécialisés.

Toutes les actions écologiques d'impulsion sur la biocénose avec intervention qui portent sur la composition et la structure des communautés qui consistent à exploiter un couvert végétal existant en prévision d'une autre vocation écologique (par ex. fenaison répétée, coupe à blanc, sarclage) sont associées à une faisabilité qualifiée comme bonne.

L'effacement de protection de berge est aussi associé à une faisabilité qualifiée comme **bonne**.

Obtenir le résultat de ces 62 actions écologiques de niveau III est donc associé à une bonne faisabilité.

VI.3.3. Résultat brut

Le résultat final de ce référentiel est disponible dans un tableau détaillé en Annexe 2. Ce tableau détaillé liste les actions écologiques, rapporte la définition de chaque action écologique, renseigne les critères retenus pour les classer, rapporte les articulations avec les référentiels existants et la faisabilité évaluée de chaque action écologique.

Le résultat de l'évaluation de la faisabilité des actions écologiques permet de déterminer que l'essentiel des actions écologiques sont associées à une bonne faisabilité, puis par ordre décroissant de fréquence à des actions écologiques dont la faisabilité est assez bonne, assez aléatoire ; les actions écologiques dont la faisabilité est très aléatoire étant très minoritaires (Figure ci-après). Ces actions écologiques sont énumérées dans le Tableau ci-après.

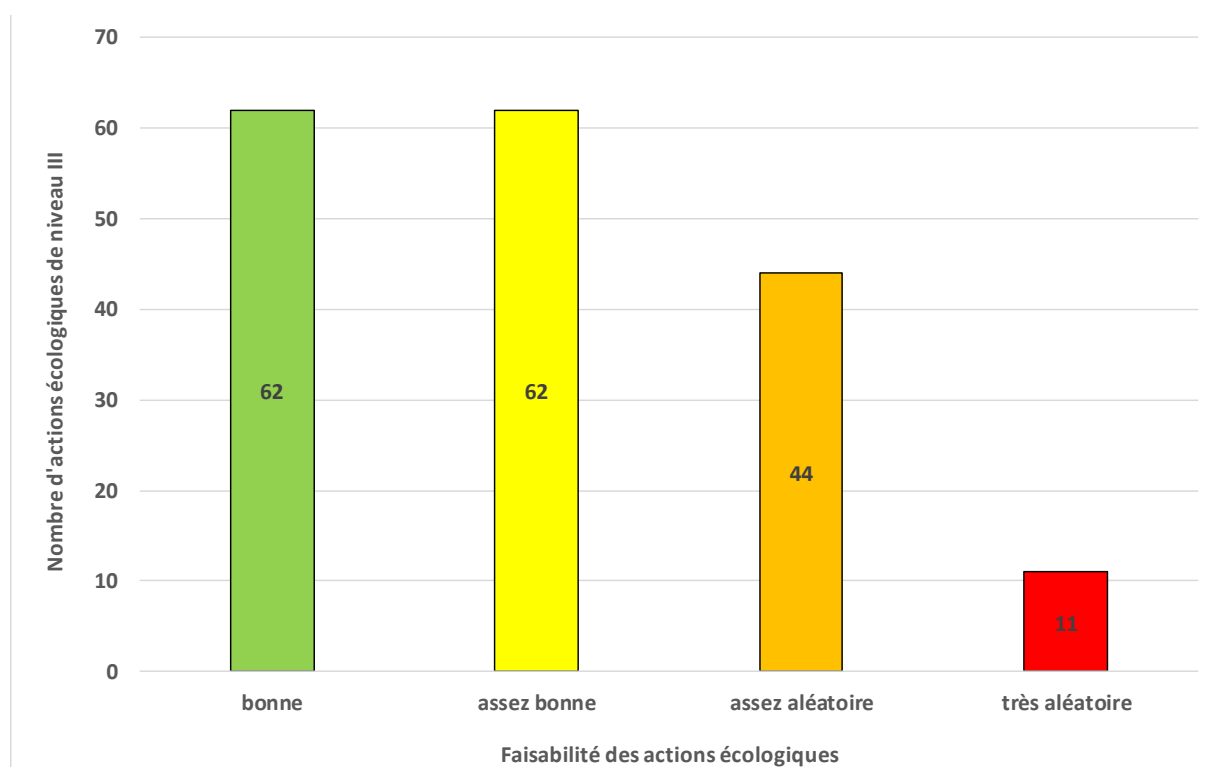


Figure 80 : Bilan de l'évaluation de la faisabilité des actions écologiques.

Rappel : certaines actions écologiques peuvent être associées à une faisabilité « impossible » au cas par cas, selon le contexte écologique dans lequel elles sont mobilisées.

Tableau 13 : Liste des actions écologiques selon leur classe de faisabilité.

Bonne faisabilité	Faisabilité assez bonne	Faisabilité assez aléatoire	Faisabilité très aléatoire
Aménagement de dispositif pour abreuver Abreuvement mobile Abreuvement mobile Descente aménagée Descente aménagée Coupe à blanc, défrichement et autres Coupe à blanc Coupe à blanc Défrichement Défrichement Ennoisement des ligneux Ennoisement des ligneux Culture extensive Culture extensive Culture extensive Culture extensive inondée Culture extensive inondée Débroussaillage Abrouissement de fourré Abrouissement de fourré Arrachage de fourré Arrachage de fourré avec export Arrachage de fourré sans export Broyage de fourré Broyage de fourré avec export Broyage de fourré sans export Coupe de fourré Coupe de fourré avec export Coupe de fourré sans export Écorçage de fourré Écorçage de fourré Décompactage ou sous-solage Décompactage	Arrêt ou régulation du pompage Arrêt du pompage Arrêt du pompage Pompage régulé Pompage régulé Creusement, reconnexion d'annexes hydrauliques Creusement d'annexes hydrauliques alluviales Creusement d'annexes hydrauliques alluviales Creusement d'annexes hydrauliques marines Creusement d'annexes hydrauliques marines Reconnexion d'annexes hydrauliques alluviales Reconnexion d'annexes hydrauliques alluviales Reconnexion d'annexes hydrauliques marines Curage Curage Curage Dépoldérisation Dépoldérisation fluviale Dépoldérisation fluviale complète Dépoldérisation fluviale contrôlée Dépoldérisation fluviale par brèche Dépoldérisation marine Dépoldérisation marine complète Dépoldérisation marine contrôlée Dépoldérisation marine par brèche Dispositif anti batillage	Amendement Amendement organique Amendement en carbone Amendement organique raisonné Apport de terre végétale Apport de terre végétale Apport de sol Apport de sédiment Apport de sédiment Comblement Comblement de plan d'eau Comblement de plan d'eau Comblement d'excavation Comblement d'excavation Déblaiement Déblaiement de bourrelet de curage Déblaiement de bourrelet de curage Déblaiement de remblai Déblaiement de remblai Désalinisation par irrigation Désalinisation par irrigation Désalinisation par irrigation Désartificialisation du sol Désimperméabilisation Désimperméabilisation Destruction de constructions Décabanisation et démolition Ramassage de déchets Ramassage de déchets Export des dépôts anthropiques Export des dépôts anthropiques	Amendement Amendement inorganique Amendement inorganique raisonné Apport de sel Apport de soufre Chaulage Apport de sol Apport de tourbe Apport de tourbe Brulis et écobuage Brulis et écobuage Brulis et écobuage Création de zone humide Création par excavation Création par excavation Création par interruption des écoulements Création par interruption des écoulements Création par irrigation Création par irrigation Talutage et andains hydrauliques Implantation d'andains hydrauliques Implantation d'andains hydrauliques Traitement par herbicides Traitement par herbicides Traitement par herbicides

Bonne faisabilité	Faisabilité assez bonne	Faisabilité assez aléatoire	Faisabilité très aléatoire
Décompactage Sous-solage Sous-solage Effacement de protection de berge Effacement de protection de berge Effacement de protection de berge Élimination du couvert herbacé Sarclage Sarclage Solarisation Solarisation Faucardage Faucardage avec export Faucardage avec export Faucardage sans export Faucardage sans export Fauche Fauche avec export Fauche automnale annuelle avec export Fauche automnale interannuelle avec export Fauche précoce avec export Fauche répétée avec export Fauche tardive avec export Fauche sans export Fauche automnale annuelle sans export Fauche automnale interannuelle sans export Fauche tardive sans export Fenaion et pâture	Dispositif anti batillage Dispositif anti batillage Gestion des niveaux d'eau Gestion des niveaux d'eau hors plan d'eau Gestion des niveaux d'eau hors plan d'eau Marnage saisonnier sur plan d'eau Marnage saisonnier sur plan d'eau Intervention sur rigole et fossé Enherbement de rigole et fossé Enherbement de rigole et fossé Libre évolution Afforestation naturelle Afforestation naturelle Colonisation spontanée en roselière, jonchaie et cariçaie Colonisation spontanée en roselière, jonchaie et cariçaie Enfrichement naturel Enfrichement naturel Enherbement spontané Enherbement spontané Reboisement naturel Reboisement naturel Végétalisation naturelle de berge Végétalisation naturelle de berge Plantation d'arbustes et d'arbres Plantation de fourré Introduction de semences de ligneux arbustifs Plantation de fourré Plantation de haie et ripisylve Plantation d'une haie arborescente Plantation d'une haie arbustive	Effacement de plan d'eau Effacement de plan d'eau par dérivation Effacement de plan d'eau par dérivation Effacement de plan d'eau par destruction d'ouvrage Effacement de plan d'eau par destruction d'ouvrage Etrépage ou décapage Décapage Décapage et recouvrement Décapage simple Etrépage Etrépage et recouvrement Etrépage simple Intervention sur contrainte aux écoulements Action sur busage Élargissement de busage Régulation d'écoulements busés Resserrement de busage Retrait de busage Effacement complet ou partiel d'ouvrage (hors buse) Effacement complet d'ouvrage (hors buse) Effacement partiel d'ouvrage (hors buse) Intervention sur drain souterrain Régulation du drainage Régulation du drainage Suppression de drain souterrain Suppression de drain souterrain Neutralisation de drain souterrain	

Bonne faisabilité	Faisabilité assez bonne	Faisabilité assez aléatoire	Faisabilité très aléatoire
Déprimage Déprimage Étêtage Étêtage Fenaion et pâture Fenaion et pâture Gestion en futaie Futaie irrégulière Futaie irrégulière Futaie jardinée Futaie jardinée Futaie régulière Futaie régulière Taillis sous futaie Taillis sous futaie Gestion en taillis Gestion en taillis Gestion en taillis Mise en défens Mise en défens Mise en défens - avifaune herbivore Mise en défens - bétail Mise en défens - faune sauvage Mise en défens - fréquentation humaine Mise en jachère Mise en jachère Mise en jachère Non intervention Non intervention Non intervention Ouverture d'habitat forestier	Plantation d'une ripisylve arborescente Plantation d'une ripisylve arbustive Plantation forestière Afforestation Enrichissement forestier Introduction de semences de ligneux arborescents Reboisement Plantations d'arbres Plantations d'arbres Plantations de vergers Plantation de vergers Rembourrage Rembourrage de haies Rembourrage de ripisylves Plantation d'espèces non ligneuses Transfert de foin, sol... Ensemencement par transfert de sol Transfert de foin Transfert de rhizomes Ensemencement Ensemencement Transplantation Plantation de Carex Plantation de joncs Plantation de mousses Plantation de roseaux, typhas et scirpes Plantation d'espèces halophiles Protection de berge Caissons végétalisés sur berge Caissons végétalisés sur berge Enrochement de berge Enrochement de berge Ensemencement de berge Ensemencement de berge	Neutralisation de drain souterrain par écrasement Neutralisation de drain souterrain par obturation de l'exutoire Neutralisation de drain souterrain par obturation du réseau Neutralisation de drain souterrain par sous-solage Intervention sur ravines Fascines sur ravines Fascines sur ravines Seuils sur ravines Seuils sur ravines Végétalisation de ravines Végétalisation de ravines Intervention sur rigole et fossé Comblement de rigole et fossé Comblement de rigole et fossé Écrasement de berge de fossé Écrasement de berge de fossé Seuil sur rigole et fossé Seuil sur rigole et fossé Vanne sur rigole et fossé Vanne sur rigole et fossé Bouchon et obstruction sur rigole et fossé Bouchon et obstruction sur rigole et fossé Inversion de sol Inversion de sol Inversion de sol Irrigation Irrigation par béalière Irrigation par béalière	

Bonne faisabilité	Faisabilité assez bonne	Faisabilité assez aléatoire	Faisabilité très aléatoire
Coupe sélective Coupe sélective Éclaircie forestière Éclaircie forestière Ouverture de clairière Ouverture de clairière avec chablis Ouverture de clairière sans chablis Paillage et autre couverture du sol Couverture du sol autre que le paillage Couverture du sol autre que le paillage Paillage végétal Paillage végétal en surface Paillage végétal incorporé Pâturage Pâturage éclair Pâturage éclair Pâturage raisonné et extensif Pâturage extensif Pâturage raisonné Préparation du sol Déchaumage Déchaumage Griffage Griffage Labour Labour Roulage Roulage Scarification Scarification Taille de haies, arbustes et arbres Élagage de haies Élagage de haies Émondage des arbres Émondage des arbres	Fascinage de berge Fascinage de berge Gabions sur berge Gabions sur berge Remodelage et régalinge Régalinge ou nivelage Régalinge ou nivelage Remodelage Remodelage Remodelage de berge Aménagement de hauts fonds Aplanissement de berge Lagunage sur berge Redressement de berge Reprofilage de berge par apport Réouverture d'embouchure Réouverture d'embouchure Réouverture d'embouchure Roulage sur fougères Roulage sur fougères Roulage sur fougères Salinisation Arrêt de l'irrigation sur le littoral marin Arrêt de l'irrigation sur le littoral marin Réorientation des flux d'eau douce Réorientation des flux d'eau douce	Irrigation par pompe Irrigation par pompe Talutage et andains hydrauliques Talutage Talutage en amont Talutage en aval	

Bonne faisabilité	Faisabilité assez bonne	Faisabilité assez aléatoire	Faisabilité très aléatoire
Taille de vergers et de plantations d'arbustes Taille de vergers et de plantations d'arbustes			

VI.3.4. Résultat résumé - liste opérationnelle d'actions écologiques en prévision de son utilisation dans la version 2 de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides

Pour les concepteurs d'un programme d'actions écologiques qui identifient les actions écologiques à mobiliser, pour les parties prenantes de la mise en œuvre de la séquence ERC... les 52 actions écologiques de niveau I représentent une liste brève d'actions écologiques, mais elles sont trop grossières pour être suffisamment informatives. A l'inverse, les 179 actions écologiques de niveau III constituent une longue liste d'actions écologiques, assez précises en information (même si des informations complémentaires restent dans tous les cas requises pour évaluer le bienfondé d'une action écologique).

En prévision de l'utilisation de ce référentiel d'actions écologiques dans la version 2 de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet *et al.* 2023a, 2023b), des actions écologiques de niveau 3 rattachées au même niveau 1 et avec la même faisabilité ont été regroupées, aboutissant à une liste synthétique de 65 actions écologiques. Les regroupements réalisés sont indiqués dans l'Annexe 2 et la liste de 65 actions écologiques synthétique est disponible dans le Tableau ci-après.

Le lecteur se tournera utilement vers l'interface de dimensionnement de la compensation écologique utilisée dans cette méthode (Gayet *et al.* 2023c) pour disposer la façon dont ce référentiel d'actions écologiques peut être utilisé à l'échelle d'un programme d'actions écologiques. Cela permet alors d'illustrer que des actions écologiques complexes dans des contextes écologiques parfois variés, nécessitent de tenir compte d'autres informations pour concevoir et évaluer un programme d'actions écologiques.

Tableau 14 : Dénomination et liste synthétique des actions écologiques et faisabilité associée.

Rappel : voir sections III et IV pour bien utiliser ce référentiel et connaître la définition de chaque action écologique (comprendre les tenants et aboutissants).

Action écologique d'impulsion		Action écologique d'impulsion ou d'exploitation-entretien selon la situation		Action écologique d'exploitation-entretien	
Dénomination de l'action écologique	Faisabilité	Dénomination de l'action écologique	Faisabilité	Dénomination de l'action écologique	Faisabilité
Aménagement de dispositif pour abreuver	bonne	Culture extensive	bonne	Faucardage	bonne
Coupe à blanc, défrichement et autres	bonne	Débroussaillage	bonne	Fauche sans export	bonne
Décompactage ou sous-solage	bonne	Fauche avec export	bonne	Fenaion et pâture	bonne
Effacement de protection de berge	bonne	Mise en défens	bonne	Gestion en futaie	bonne
Élimination du couvert herbacé	bonne	Ouverture d'habitat forestier	bonne	Gestion en taillis	bonne
Mise en jachère	bonne	Pâturage éclair	bonne	Non intervention	bonne
Paillage et autre couverture du sol	bonne	Dépoldérisation	assez bonne	Pâturage raisonné et extensif	bonne
Préparation du sol	bonne	Dispositif anti batillage	assez bonne	Taille de haies, arbustes et arbres	bonne
Arrêt de l'irrigation sur le littoral marin	assez bonne	Gestion des niveaux d'eau	assez bonne		
Arrêt ou régulation du pompage	assez bonne	Action sur busage	assez aléatoire		
Creusement, reconnexion d'annexes hydrauliques	assez bonne	Amendement organique	assez aléatoire		
Curage	assez bonne	Désalinisation par irrigation	assez aléatoire		
Enherbement de rigole et fossé	assez bonne	Etrépage ou décapage	assez aléatoire		
Ensemencement	assez bonne	Intervention sur rigole et fossé	assez aléatoire		
Libre évolution	assez bonne	Irrigation	assez aléatoire		
Plantation d'arbustes et d'arbres	assez bonne	Amendement inorganique	très aléatoire		
Protection de berge	assez bonne				
Régilage ou nivelage	assez bonne				
Remodelage	assez bonne				
Remodelage de berge	assez bonne				
Réorientation des flux d'eau douce	assez bonne				
Réouverture d'embouchure	assez bonne				
Roulage sur fougères	assez bonne				
Transfert de foin, sol...	assez bonne				
Transplantation	assez bonne				
Apport de sédiment	assez aléatoire				
Apport de terre végétale	assez aléatoire				
Comblement	assez aléatoire				
Déblaiement	assez aléatoire				
Désartificialisation du sol	assez aléatoire				

Action écologique <u>d'impulsion</u>			Action écologique <u>d'impulsion</u> ou <u>d'exploitation-entretien</u> selon la situation			Action écologique <u>d'exploitation-entretien</u>	
Dénomination de l'action écologique	Faisabilité		Dénomination de l'action écologique	Faisabilité		Dénomination de l'action écologique	Faisabilité
Effacement complet ou partiel d'ouvrage (hors buse)	assez aléatoire						
Effacement de plan d'eau	assez aléatoire						
Intervention sur drain souterrain	assez aléatoire						
Intervention sur ravines	assez aléatoire						
Inversion de sol	assez aléatoire						
Talutage	assez aléatoire						
Apport de tourbe	très aléatoire						
Brulis et écobuage	très aléatoire						
Implantation d'andains hydrauliques	très aléatoire						
Traitement par herbicides	très aléatoire						
Création de zone humide	très aléatoire						

VII. Conclusion et perspectives

Ce référentiel fournit un panorama des actions écologiques mobilisables en zones humides, centrées sur la restauration des fonctions et des habitats, en fournissant des repères sur la faisabilité des actions écologiques. Il permet ainsi de contribuer au partage d'un langage commun entre parties prenantes de la restauration des zones humides. Il peut donc contribuer aussi à améliorer les pratiques autour de la restauration des zones humides.

Pour faciliter l'utilisation de ce référentiel, il apparaît nécessaire de le mettre en forme sous la forme d'un guide pratique, illustré, à destination des acteurs techniques qui conçoivent les programmes d'actions écologiques. Cela permettrait d'améliorer les pratiques en étant vigilant sur la faisabilité des actions écologiques.

Pour accroître la portée opérationnelle de ce référentiel dans la pratique des parties prenantes des programmes d'actions écologiques, il apparaît nécessaire de le compléter par des fiche-actions soulignant des repères techniques, des éléments de vigilance... à avoir en tête pour bien réaliser une action écologique donnée.

À partir de ce référentiel, une perspective peut aussi être de le mettre à jour en le complétant (par ex. avec des actions écologiques de phytoremédiation) et en tenant compte des retours des acteurs techniques et scientifiques qui participent à la conception et la mise en œuvre des programmes d'actions écologiques.

Pour synchroniser les travaux sur les zones humides en métropole et dans les départements d'Outre-mer, il apparaît nécessaire de compléter ce référentiel avec des actions écologiques qui sont spécifiques à ces territoires (par ex. sur les mangroves).

Ce référentiel pourrait également servir à améliorer les actions écologiques inventoriées dans des bases de données existantes, comme les « *conservation evidence* » qui s'avèrent encore trop peu exhaustives en l'état pour appréhender les actions écologiques en zones humides dans leur globalité et évaluer leurs bénéfices d'après des connaissances scientifiques.

Enfin, comme perspective, il peut être envisagé d'étendre la démarche adoptée ici à d'autres référentiels qui seraient produits dans le futur, sur d'autres écosystèmes que ceux en zones humides, ou même sur d'autres thématiques (par ex. un référentiel centré sur les espèces).

Bibliographie

A

Aber, J.S., Aber, S., Pavri, F. 2012. Wetland Environments: A Global Perspective.

Alligand, G., Hubert, S., Legendre, T., Millard, F., Müller, A. 2018. Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC, Théma - Balises. CGDD.

Atkinson, J., Bonser, S.P. 2020. « Active » and « passive » ecological restoration strategies in meta-analysis. *Restor. Ecol.* rec.13229. <https://doi.org/10.1111/rec.13229>

Augier, A., Dexet, P., Magueur, A., Morel, L., Le Gouëf, Y., Jouan, G., Boussard, H., Preux, T., Dufour, S. 2022. Programme EcoFriche - rapport phase 2. L'enfrichement des milieux humides en Bretagne. Les enjeux de biodiversité, les usages et représentations.

B

Bajjouk, T., Guillaumont, B., Michez, N., Thouin, B., Croguennec, C., Populus, J., Louvel-Glaser, J., Gaudillat, V., Chevalier, C., Tourolle, J., Hamon, D. 2015a. Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats Littoraux.

Bajjouk, T., Guillaumont, B., Michez, N., Thouin, B., Croguennec, C., Populus, J., Louvel-Glaser, J., Gaudillat, V., Chevalier, C., Tourolle, J. *et al.* 2015b. Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature: Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 2. Habitats subtidaux & complexes d'habitats.

Barnaud, G., Coïc, B. 2010. Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction des zones humides: revue bibliographique et analyse critique des méthodes. Convention. ONEMA–MNHN.

Bensettiti, F., Gaudillat, V. 2005. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 - Espèces animales, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.

Bensettiti, F., Bioret, F., Roland, J., Lacoste, J.-P. 2005a. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.

Bensettiti, F., Boullet, V., Chavaudret-Laborie, C., Deniaud, J. 2005b. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4- Habitats agropastoraux, La documentation Française. ed. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd., Paris.

Bensettiti, F., Gaudillat, V., Haury, J. 2005c. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.

- Bensettiti, F., Gaudillat, V., Malengreau, D., Quéré, E. 2005d. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 - Espèces végétales, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.
- Bensettiti, F., Herard-Logereau, K., Van Es, J., Balmain, C. 2005e. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 5 - Habitats rocheux, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.
- Bensettiti, F., Rameau, J.-C., Chevallier, H. 2005f. Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers, MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française. ed. Paris.
- Brinson, M.M. 2009. The United States HGM (Hydrogeomorphic) Approach, in: BSc,essor, E., Ecologist, T.B.Bs., Research (Eds.), The Wetlands Handbook. Wiley-Blackwell, pp. 486–512.
- Brinson, M.M., Rheinhardt, R. 1996. The role of reference wetlands in functional assessment and mitigation. *Ecol. Appl.* 6, 69–76.
- British Columbia ministry of energy, mines and petroleum resources, ministry of transportation and highways and natural Resources Canada 1995. Reclamation and environmental handbook for sand, gravel and Quarry in British Columbia.
- Brown, M.T. 1991. Evaluating Created Wetlands Through Comparison with Natural Wetlands. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, US
- Bruland, G.L., Richardson, C.J. 2005. Hydrologic, Edaphic, and Vegetative Responses to Microtopographic Reestablishment in a Restored Wetland. *Restor. Ecol.* 13, 515–523. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00064.x>
- Burley, J., Evans, J., Youngquist, J. 2004. Encyclopedia of forest science, Elsevier academic press. ed.
- Büro für Siedlungs und Umweltplanung, Büro für Raumliche Enwicklung und Natur 2002. Manuel conservation des marais en Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, (BSU) 8032 Zurich et (RENA: GmbH).
- Buttleman, C.G. 1992. A handbook for reclaiming sand and gravel pits in Minnesota. Department of Natural Resources, Division of Minerals.

C

- Campbell, D.A., Cole, C.A., Brooks, R.P. 2002. A comparison of created and natural wetlands in Pennsylvania, USA. *Wetl. Ecol. Manag.* 10, 41–49.
- Capderrey, C., Olivier, J.-M., Moussard, S., Foussard, V., Bacq, N. 2016. Retours d'expériences de restauration écologique en milieu estuarien. *Anal. Litt. Sci. Publiée Rapp. Final GIP Seine Aval—Onema Rouen.*

- Catteau, E., Duhamel, F., Baliga, M.-F., Basso, F., Bedouet, F., Cornier, T., Mullie, B., Mora, F., Toussaint, B., Valentin, B. 2009. Guide des végétations des zones humides de la Région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de
- Catteau, E., Duhamel, F., Cornier, T., Farvacques, C., Mora, F., Delplanque, S., Henry, E., Nicolazo, C., Valet, J.-M. 2010. Guide des végétations forestières et pré forestières de la région Nord-Pas-de-Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de
- Chesworth, W. 2007. Encyclopedia of Soil Science. Springer Science & Business Media.
- Commissariat Général Au Développement Durable - Direction De L'eau Et De La Biodiversité 2013. Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels.
- Cornier, T., Toussaint, B., Duhamel, F., Blondel, C., Henry, E., Mora, F. 2011. Guide pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en Région Nord-Pas de Calais. Cent. Régional Phytosociologie. Conservatoire Bot. Nat. Bailleul pour Cons. Régional Nord Calais DREAL 48p.
- Council, G.W.R. 2005. Understanding the 'wet' in wetlands. A guide to the management of freshwater wetland hydrology. Wellingt. Gt. Wellingt. Reg. Counc.
- Craft, C. 2015. Creating and Restoring Wetlands: From Theory to Practice. Elsevier.
- Craft, C.B., Vepraskas, M.J. 2016. Wetland soils: genesis, hydrology, landscapes, and classification. Taylor & Francis.

D

- Dardillac, A., Buchet, J., Catteau, E., Douville, C., Duhamel, F. 2019. Guide des végétations des zones humides de Normandie orientale, Conservatoire botanique national de Bailleul. ed. Bailleul.
- Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O. 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. Rep. Eur. Environ. Agency-Eur. Top. Cent. Nat. Prot. Biodivers. 127–143.
- Duhamel, F., *et al.* 2017. Guide des végétations littorales du Nord-Ouest de la France. CBN Bailleul.

E

- Earnshaw, S. 2004. Hedgerows for California agriculture. Community Alliance Fam. Farmers Davis CA USA.

F

- Fernez, T., *et al.* 2015. Guide des végétations remarquables de la région Ile-de-France. (No. 2 volumes : méthodologie + manuel pratique). CBN BP.

François, R., Hauguel, J.-C., Prey, T., Catteau, E., Farvacques, C., Duhamel, F., Nicolazo, C., Mora, F., Cornier, T., Valet, J.-M. 2012. Guide des végétations des zones humides de Picardie. Centre régional de Phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul.

G

Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restor. Ecol.* 27 S1 S1-S46 27, S1–S46.

Gayet, G., Baptist, F., Biaunier, J., Caessteker, P., Clément, J.-C., Fossey, M., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Lemot, A., Mesléard, F., Padilla, B., Pelegrin, O. 2023a. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fond. Théoriques Sci. Tech. Version 2.

Gayet, G., Baptist, F., Biaunier, J., Caessteker, P., Clément, J.-C., Fossey, M., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Lemot, A., Mesléard, F., Padilla, B., Pelegrin, O. 2023b. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Version 2. Collection Guides et protocoles de l'Office français de la biodiversité.

Gayet, G., Fossey, M., Baptist, F., Clément, J.-C., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Mesléard, F., Padilla, B., Caessteker, P. 2023c. Interface pour dimensionner les mesures de compensation écologique des fonctions des zones humides. Version 1.

Gibbons, P., Freudenberger, D. 2006. An overview of methods used to assess vegetation condition at the scale of the site. *Ecol. Manag. Restor.* 7, S10–S17.

H

Hopfensperger, K.N., Engelhardt, K.A., Seagle, S.W. 2007. Ecological feasibility studies in restoration decision making. *Environ. Manage.* 39, 843–852.

J

Jeudy, C., Krithari, I., Meistermann, S., Pericat, A. 2012. Synthèse des retours d'expériences des projets de restauration mis en œuvre sur les plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse Phase 3. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

K

Kent, D.M. 2001. *Applied wetlands science and technology*. CRC Press.

Kettenring, K.M., Tarsa, E.E. 2020. Need to seed? Ecological, genetic, and evolutionary keys to seed-based wetland restoration. *Front. Environ. Sci.* 8, 109.

Kusler, J.A., Kentula, M.E. 1989. *Wetland Creation and Restoration: The Status of the Science*. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory.

L

Lake, P.S. 2013. Resistance, resilience and restoration. *Ecol. Manag. Restor.* 14, 20–24.

Linde, A.F. 1969. Techniques for wetland management 180.

Louvel, J., Gaudillat, V., Poncet, L. 2013. EUNIS. Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREV SPN, MEDDE Paris, 43.

Lugon, A., Matthey, Y., Peason, S., Grosvernier, P. 1998. Guide Pratique: Mesures techniques de régénération dans les hauts-marais. Off. Fédéral L'environnement For. Paysage Berne.

M

Maltby, E. 2009. Functional assessment of wetlands. Towards evaluation of ecosystem services. Woodhead Publishing.

Maltby, E., Barker, T. (Eds.) 2009. The Wetlands Handbook. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. <https://doi.org/10.1002/9781444315813>

Maltby, E., Hogan, D.V., McInnes, R.J. 1996. Functional Analysis of European Wetland Ecosystems: Improving the Science Base for the Development of Procedures of Functional Analysis. the Function of River Marginal Wetland Ecosystems. Phase 1 (FAEWE). Office for Official Publications of the European Communities.

Mazoyer P. 2018. Caractérisation des mesures compensatoires : développement d'une grille de lecture pour rationaliser la prise en compte des incertitudes liées aux techniques d'ingénierie écologique et au délai de réalisation. Mémoire de Master 2, IRSTEA, AgroCampus Ouest.

McBride, A., Diack, I., Droy, N., Hamill, B., Jones, P., Schutten, J., Skinner, A., Street, M. 2011. The Fen Management Handbook.

McDonald, T., Gann, G.D., Jonson, J., Dixon, K. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington D.C.

MEEM-CGDD. 2016. Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques, L'essentiel du cadre conceptuel - juin.

Mitsch, W.J., Gosselink, J.G. 2007. Wetlands. Hoboken. New Jersey): John Wiley & Sons, Inc.

Mitsch, W.J., Wilson, R.F. 1996. Improving the success of wetland creation and restoration with know-how, time, and self-design. *Ecol. Appl.* 6, 77–83.

Moreno-Mateos, D., Power, M.E., Comín, F.A., Yockteng, R. 2012. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLoS Biol* 10, e1001247.

Morgan, R.P.C. 2005. Soil Erosion and Conservation. *Soil Sci.* 316.

Moser, K., Ahn, C., Noe, G. 2007. Characterization of microtopography and its influence on vegetation patterns in created wetlands. *Wetlands* 27, 1081–1097.

N

Neckles, H.A., Guntenspergen, G.R., Shriver, W.G., Danz, N.P., Wiest, W.A., Nagel, J.L., Olker, J.H. 2013. Identification of metrics to monitor salt marsh integrity on National Wildlife Refuges in relation to conservation and management objectives. USGS Patuxent Wildlife Research Center.

Neckles, H.A., Lyons, J.E., Guntenspergen, G.R., Shriver, W.G., Adamowicz, S.C. 2014. Use of structured decision making to identify monitoring variables and management priorities for salt marsh ecosystems. *Estuaries Coasts* 38, 1215–1232.

Nicolas, V., Chocat, B., Lourdière, D., Dupont, P., Le Fur, S., Rey, F., Moussard, S., Babut, E., Pagotto, C., Oppeneau, E. *et al.* 2013. Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques. Pourquoi? Comment?

O

Okruszko, T., Maltby, E., Szatylowicz, J., Szatylowicz-Swiatek, J., Swiatek, D., Kotowski, W. 2007. *Wetlands: Monitoring, Modelling and Management*. Taylor & Francis.

P

Parc naturel régional de la Brenne, n. d. Opération Bouchures - Cahier des charges pour la plantation et l'entretien d'arbres et de haies champêtres 2012-2013.

Pearson, C.J., Ison, R.L. 1997. *Agronomy of grassland systems*. ed. 2.

Poschlod, P., Meindl, C., Sliva, J., Herkommer, U., Jager, M., Schuckert, U., Seemann, A., Ullmann, A., Wallner, T. 2007. Natural revegetation and restoration of drained and cut-over raised bogs in southern Germany-a comparative analysis of four long-term monitoring studies. *Glob. Environ. Res.-Engl. Ed.*- 11, 205.

Preux, T., Augier, A., Laslier, M., Dufour, S., Magueur, A. 2019. L'enfrichement des milieux humides en Bretagne. Dynamique paysagère, évolution des usages, effets sur l'écologie des milieux aquatiques, Rapport scientifique du programme ECOFRICHE phase 1. FMA, Université Rennes 2, LETG-Rennes.

R

Rameau, J.-C., Mansion, D., Dumé, G. 1989. *Flore forestière française: Plaines et collines. Forêt privée française*.

Rameau, J.C., Mansion, D., Dumé, G. 1993. *Flore forestière française(guide écologique illustré. Tome 2, Montagnes)*.

Rolan-Meynard, M., Vivier, A., Reyjol, Y., Boutet-Berry, L., Bouchard, J., Mangeot, P., Navarro, L., Melun, G., Moreira-Pellet, B., Bramard, M. 2019. Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. Agence Fr. Pour Biodiversité In Collection Guid. Protoc. 189.

S

Sarat, E., Mazaubert, E., Dutartre, A., Poulet, N., Soubeyran, Y. 2015a. Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques : connaissances pratiques et expériences de gestion : V.1 Connaissances pratiques. Onema.

Sarat, E., Mazaubert, E., Dutartre, A., Poulet, N., Soubeyran, Y. 2015b. Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques : connaissances pratiques et expériences de gestion : V.2 Expériences de gestion. Onema.

Sarat, E., Blottière, D., Dutartre, A., Poulet, N., Soubeyran, Y. 2018. Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques : connaissances pratiques et expériences de gestion : V.3 Expériences de gestion bis.

Schwartz, M. 2006. Encyclopedia of Coastal Science. Springer Science & Business Media.

Smith R.D. *et al.* 1995. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices. 90 p.

Staubli, P. 2009. Régénération des hauts-marais. Bases Mes. Tech. L'environnement Prat.

Streever, W.J. 1999. An international perspective on wetland rehabilitation.

Sussex Wildlife Trust 2013. How To Create & Manage Reedbeds.

T

Taylor, N.G., Grillas, P., Sutherland, W. 2018. Peatland conservation: global evidence for the effects of interventions to conserve peatland vegetation.

Taylor, N., Grillas, P., Smith, R., Sutherland, W. 2021. Marsh and Swamp Conservation Global Evidence for the Effects of Interventions to Conserve Marsh and Swamp Vegetation.

Temperton, V.M. 2004. Assembly rules and restoration ecology: bridging the gap between theory and practice. Society for Ecological Restoration International.

Triplet, P. 2019. Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature.

U

U.S. Environmental Protection Agency 2022. Principles of Wetland Restoration.

V

Vivier, A., Rolan-Meynard, M., Taux, S., Rigault, B., Reyjol, Y., Melun, G., Jourdan, S. 2022. Principes fondamentaux et exemple d'application du «Guide pour l'élaboration des suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau». REVER 5.

W

White, G., Self, M., Blyth, S. 2011. Bringing Reedbeds to Life: creating and managing reedbeds for wildlife. R. Soc. Prot. Birds.

Z

Zedler, J.B. 2000. Handbook for restoring tidal wetlands. CRC press.

Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gu, B., Lu, Q., Gao, Z. 2016. A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. Ecol. Indic. 60, 442–452.

Zhou, D., Yu, J., Guan, B., Li, Y., Yu, M., Qu, F., Zhan, C., Lv, Z., Wu, H., Wang, Q., Yang, J. 2020. A Comparison of the Development of Wetland Restoration Techniques in China and Other Nations. Wetlands. <https://doi.org/10.1007/s13157-020-01305-5>

Sites internet :

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/138> accès au 10/08/2022.

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/468> accès au 10/08/2022.

<https://professionnels.ofb.fr/fr/pole-ecla-ecosystemes-lacustres> accès au 10/08/2022.

<https://www.genieecologique.fr/aspects-reglementaires> accès au 10/08/2022.

www.genieecologique.fr accès au 10/08/2022.

www.especes-exotiques-envahissantes.fr accès au 10/08/2022.

<https://www.endangeredlandscapes.org/restoration-evidence/> accès au 10/08/2022.

www.conservationevidence.com accès au 10/08/2022.

<http://nwrn.eu/measures-catalogue> accès au 10/08/2022.

<http://www.pole-gestion.fr/> accès au 10/08/2022.

www.cater-normandie.fr accès au 10/08/2022.

<https://www.ser.org/default.aspx> accès au 10/08/2022.

<https://cetab.bio/> accès au 10/08/2022.

<https://www.afes.fr/> accès au 10/08/2022.

<https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/> accès au 10/08/2022.

<http://zones-humides.org/> accès au 10/08/2022.

www.polebocage.fr accès au 10/08/2022.

<https://erc-biodiversite.ofb.fr> accès au 10/08/2022.

<http://www.cnrtl.fr/> accès au 10/08/2022.

<https://dicoagroecologie.fr/> accès au 10/08/2022.

www.groupementsforestiers.com accès au 10/08/2022.

<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/> accès au 10/08/2022.

<http://www.zones-humides.org/la-collection-poles-relais-bulletins-bibliographiques> accès au 10/08/2022.

www.assoprommata.org accès au 10/08/2022.

<https://www.vegetal-local.fr/> accès au 10/08/2022.

<https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/SIAFEEAGRONOMIE9cea/document/machinisme/techniques/tc-tsol-decomp.htm> accès au 10/08/2022.

<https://centrederesources-loirenature.com/> accès au 10/08/2022.

<https://reseau-rever.fr/rever/> accès au 10/08/2022.

www.genieecologique.fr accès au 10/08/2022.

www.legifrance.gouv.fr accès au 10/08/2022.

www.larousse.fr accès au 10/08/2022.

<https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/noeud/le-glossaire-c%27est-quoi> accès au 10/08/2022.

<http://www.zones-humides.org/dispositifs-d%E2%80%99observation-suivis> accès au 10/08/2022.

www.invmed.fr accès au 10/08/2022.

Annexe 1 : Liste des 468 actions de conservation après sélection sur www.conservationalevidence.com (au 8 mars 2022) pouvant potentiellement avoir lieu en zones humides. Les actions de [conservationalevidence.com](http://www.conservationalevidence.com) qui font l'objet d'au moins un rattachement avec les actions écologiques du présent référentiel sont en gras.

Actions de conservation	Études	Efficacité
Abandonner les installations aquacoles : permettre aux marais ou marécages saumâtres/salins de se rétablir sans intervention active	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Abandonner les terres cultivées : permettre aux marais ou aux marécages d'eau douce de se rétablir sans intervention active	4	Susceptible d'être bénéfique
Abandonner les terres minées : permettre aux marais ou marécages saumâtres/salins de se rétablir sans intervention active	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Gérer activement le niveau d'eau avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Gérer activement le niveau d'eau : marais saumâtres/salés	10	Susceptible d'être bénéfique
Gérer activement le niveau d'eau : marais d'eau douce	10	Bénéfique
Gérer activement le niveau d'eau : marécages d'eau douce	2	Susceptible d'être bénéfique
Ajouter de la matière organique souterraine avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	6	Susceptible d'être bénéfique
Ajouter de la matière organique souterraine avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	7	Compromis entre avantages et inconvénients
Ajouter de la matière organique souterraine avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la matière organique souterraine avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la matière organique souterraine : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du carbone au sol avant ou après le semis/la plantation	2	Preuve non évaluée
Ajouter du charbon de bois au sol avant de semer/planter	1	Preuve non évaluée
Ajouter une couverture autre que le paillis avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter une couverture autre que le paillis avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter une couverture autre que le paillis avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais au sol (en même temps que la plantation/l'ensemencement)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais au sol avant ou après l'ensemencement/la plantation	17	Preuve non évaluée
Ajouter de la tourbe fraîche à la tourbière (avant la plantation)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du gypse au sol (en même temps que la plantation/ensemencement)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais inorganique (avant/après la plantation)	9	Compromis entre avantages et inconvénients
Ajouter de l'engrais inorganique (sans plantation)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais inorganique avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	7	Compromis entre avantages et inconvénients
Ajouter de l'engrais inorganique avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Ajouter de l'engrais inorganique avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais inorganique : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de l'engrais inorganique : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux (avant/après la plantation)	6	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Ajouter de la chaux ou des produits chimiques similaires avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux ou des produits chimiques similaires : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux ou des produits chimiques similaires : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux pour réduire l'acidité et/ou augmenter la fertilité	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux au sol après la plantation d'arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la chaux au sol pour augmenter la fertilité	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du fumier au sol	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter une végétation mixte à la surface de la tourbière	18	Bénéfique
Ajouter des mousses à la surface des tourbières	13	Bénéfique
Ajouter du paillis et de l'engrais au sol	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis et de l'engrais au sol (en même temps que la plantation/l'ensemencement)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis avant ou après le semis/la plantation	6	Preuve non évaluée

Actions de conservation	Études	Efficacité
Ajouter du paillis pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis pour contrôler l'herbe et semer des graines	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis au sol (en même temps que la plantation/ensemencement)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la matière organique	4	Compromis entre avantages et inconvénients
Ajouter de la matière organique après la plantation des arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la tourbe au sol (en même temps que la plantation/ensemencement)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter des bactéries/champignons associés aux racines aux plantes introduites	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter des champignons associés aux racines aux plantes (avant la plantation)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du sel pour contrôler les plantes problématiques : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter des sédiments : marais saumâtres/salés	5	Susceptible d'être bénéfique
Ajouter des sédiments : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du soufre au sol	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du soufre au sol (en même temps que la plantation/ensemencement)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du soufre au sol avant de semer/planter	2	Preuve non évaluée
Ajouter un paillis de surface avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter un paillis de surface avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis de surface avant/après la plantation d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter du paillis de surface : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter de la terre végétale	4	Susceptible d'être bénéfique
Ajouter de la terre végétale avant de semer/planter	1	Preuve non évaluée
Ajouter de la terre végétale avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ajouter des débris ligneux pour protéger les graines/plantes	1	Preuve non évaluée
Adopter la certification	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Adopter une gestion communautaire pour protéger les forêts	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Laisser les arbustes se régénérer sans gestion active	15	Susceptible d'être bénéfique
Appliquer un herbicide et enlever les plantes pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquer un herbicide et semer des graines de plantes arbustives pour contrôler l'herbe	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquer l'herbicide avant le semis/la plantation	4	Preuve non évaluée
Appliquer l'herbicide sur les arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquer des herbicides après la plantation de restauration	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquer un insecticide pour protéger les semis des invertébrés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquez un bain de racines sur les plantes non ligneuses avant la plantation : milieux humides saumâtres/salins	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Remblayage des canaux ou tranchées : marais saumâtres/salés	4	Susceptible d'être bénéfique
Remblai de canaux ou tranchées : marais d'eau douce	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Construire des perchoirs à oiseaux artificiels pour favoriser la dispersion des graines	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Construire des barrières pour protéger les marais saumâtres/salés littoraux de la montée des eaux et des intempéries	5	Susceptible d'être bénéfique
Construire des perchoirs à oiseaux pour favoriser la colonisation par les plantes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Construisez des perchoirs pour améliorer la dispersion naturelle des graines	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Brûler les arbustes pour réduire les impacts des polluants	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Changer la saison/le moment de la coupe/de la tonte	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Changement de saison/période de coupe/tonte : marais d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Changement de saison/période de pâturage du bétail : marais saumâtres/salés	2	Susceptible d'être bénéfique
Changement de saison/période de pâturage du bétail : marais d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Changer la saison/le moment du brûlage dirigé : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Changement de saison/moment de la récolte de la végétation : marais d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Changer de type de bétail	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Changer le type de pâturage du bétail : marais saumâtres/salés	3	Susceptible d'être bénéfique
Réfrigérer les graines de plantes non ligneuses avant le semis : zones humides d'eau douce	6	Susceptible d'être bénéfique
Nettoyer les eaux usées avant qu'elles ne pénètrent dans l'environnement	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Connecter des zones d'habitat naturel ou semi-naturel	5	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Contrôler les oiseaux	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Fougère de contrôle	2	Preuve non évaluée
Vison de contrôle	2	Preuve non évaluée
Contrôler les populations de vertébrés sauvages : marais d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)

Actions de conservation	Études	Efficacité
Contrôler les mammifères et les oiseaux prédateurs (renards, corbeaux, hermines et belettes)	11	Susceptible d'être bénéfique
Contrôler les plantes problématiques (interventions multiples) : marais d'eau douce ou marécages	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Contrôler les plantes problématiques (intervention spécifique peu claire) : marais ou marécages saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Contrôler les plantes problématiques (intervention spécifique peu claire) : marais d'eau douce ou marécages	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Contrôler les rongeurs	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couvrir la tourbière avec du paillis organique (après la plantation)	12	Susceptible d'être bénéfique
Couvrir la tourbière avec du paillis organique (sans plantation)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couvrir la tourbière avec autre chose que du paillis (après la plantation)	8	Susceptible d'être bénéfique
Couvrir la tourbière avec autre chose que du paillis (sans plantation)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couvrir le sol avec des techniques autres que les tapis plastiques après plantation de restauration	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couvrir le sol avec des tapis en plastique après la plantation de restauration	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couvrir le sol de paille après la plantation d'arbres	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des monticules ou des creux (avant la plantation)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des monticules ou des creux avant de planter des plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des monticules ou des creux avant de planter des plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des monticules ou des creux avant de planter des arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des monticules ou des creux avant de planter des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Créer des monticules ou des creux : marécages saumâtres/salins	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Créer des éraflures et des mares	6	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper et appliquer un herbicide pour contrôler la fougère	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper et utiliser le brûlage dirigé pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper les fougères	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper les grands arbres/arbustes pour entretenir ou restaurer les perturbations	2	Susceptible d'être bénéfique
Couper de grands arbres/arbustes pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Couper de grands arbres/arbustes pour entretenir ou restaurer les perturbations : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper ou brûler la végétation contaminée par les hydrocarbures : marais saumâtres/salés	2	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Couper pour contrôler les fougères	8	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper les arbres	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper des arbres et appliquer un herbicide	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper les arbres et enlever les feuilles mortes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper les arbres et enlever les semis d'arbres	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper des arbres et utiliser le brûlage dirigé	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/tondre pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/tondre les plantes herbacées pour entretenir ou restaurer les perturbations	14	Susceptible d'être bénéfique
Couper/tondre les plantes herbacées pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais saumâtres/salés	6	Susceptible d'être bénéfique
Couper/tondre les plantes herbacées pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais d'eau douce	20	Susceptible d'être bénéfique
Couper/tondre pour contrôler l'herbe	5	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/tondre pour contrôler l'herbe et semer des graines de plantes arbustives	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/tondre et semer des graines pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/enlever/éclaircir les plantations forestières	4	Susceptible d'être bénéfique
Couper/enlever/éclaircir les plantations forestières et remouiller la tourbe	11	Susceptible d'être bénéfique
Couper/enlever/éclaircir les plantations forestières : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Dépôt de sol/sédiments et introduction de végétation : marais saumâtres/salés	6	Susceptible d'être bénéfique
Dépôt de sol/sédiments pour former la structure physique des marais saumâtres/salés	4	Susceptible d'être bénéfique
Dépôt de sol/sédiments pour former la structure physique des marais d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Désigner une zone protégée	4	Susceptible d'être bénéfique

Actions de conservation	Études	Efficacité
Planter directement des végétaux non ligneux : milieux humides saumâtres/salins	30	Bénéfique
Planter directement des plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	24	Bénéfique
Planter directement des herbes de tourbière	5	Susceptible d'être bénéfique
Planter directement des mousses de tourbière	7	Susceptible d'être bénéfique
Planter directement des arbres/arbustes de tourbières	11	Susceptible d'être bénéfique
Planter directement des arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées	47	Bénéfique
Planter directement des arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	17	Susceptible d'être bénéfique
Perturber la surface des tourbières pour favoriser la croissance des plantes désirables (sans plantation)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturber le sol avant de semer/planter	7	Preuve non évaluée
Perturber la surface du sol/sédiments avant de planter des plantes non ligneuses : milieux humides saumâtres/salins	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturber la surface du sol/sédiments avant de planter des arbres/arbustes : milieux humides saumâtres/salins	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturber la surface du sol/sédiments : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturbation de la surface du sol/sédiments : marais d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturber la couche arable	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Perturber la végétation	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Détourner/remplacer les sources d'eau polluées	3	Susceptible d'être bénéfique
Vidanger/remplacer l'eau acide	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Semer plutôt que de semer à la main	5	Preuve non évaluée
Utiliser des zones d'habitat semi-naturel pour le pâturage grossier (y compris les marais salés, les landes de plaine, les tourbières, les marais)	8	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Appliquer la législation pour protéger les oiseaux contre la persécution	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Engager les populations locales dans la gestion/la surveillance des marais ou des marécages	2	Susceptible d'être bénéfique
Améliorer le compactage du sol	3	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Creuser des mares d'eau douce	7	Compromis entre avantages et inconvénients
Creuser des mares (sans plantation)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exclure le bétail de l'habitat semi-naturel (y compris les boisés)	8	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exclure ou retirer le bétail des tourbières dégradées	10	Susceptible d'être bénéfique
Exclure ou retirer le bétail des marécages saumâtres/salins historiquement pâturés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exclure ou retirer le bétail des marais saumâtres/salés historiquement pâturés	15	Susceptible d'être bénéfique
Exclure ou retirer le bétail des marais d'eau douce historiquement pâturés	10	Susceptible d'être bénéfique
Exclure les herbivores sauvages en utilisant des barrières physiques	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exclure les vertébrés sauvages : marais saumâtres/salés	7	Susceptible d'être bénéfique
Exclure les vertébrés sauvages : marais d'eau douce	12	Bénéfique
Faciliter l'échange de marée avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marécages saumâtres/salins dégradés	4	Susceptible d'être bénéfique
Faciliter l'échange de marées pour restaurer les marais saumâtres/salés dégradés	7	Susceptible d'être bénéfique
Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marécages saumâtres/salins à partir d'autres utilisations des terres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faciliter l'échange de marées pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres	14	Bénéfique
Clôture pour empêcher le pâturage après la plantation d'arbres	5	Susceptible d'être bénéfique
Remplir/bloquer les fossés pour créer des conditions propices aux plantes des tourbières (sans plantation)	3	Susceptible d'être bénéfique
Inonder les terres cultivées lorsqu'elles sont en jachère pour conserver les marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faire paître avec le bétail après l'ensemencement/la plantation	7	Preuve non évaluée
Chauffer les graines de plantes non ligneuses avant le semis : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Chauffer les graines d'arbres/arbustes avant le semis : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Mettre en œuvre la « gestion en mosaïque », une option agroenvironnementale néerlandaise	2	Preuve non évaluée
Améliorer la qualité du sol après la plantation d'arbres (hors application d'engrais)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Augmenter la protection « sur le terrain » (par exemple, les rangers)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Augmenter le nombre de têtes de bétail	13	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Augmenter le nombre d'espèces dans le mélange de semences	5	Preuve non évaluée

Actions de conservation	Études	Efficacité
Inoculer le sol avec des mycorhizes avant de semer/planter	5	Preuve non évaluée
Installer des supports physiques pour les végétaux non ligneux plantés : milieux humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire un organisme pour contrôler les plantes problématiques	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des fragments de végétaux non ligneux : milieux humides saumâtres/salins	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des fragments de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	5	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des fragments d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des plantes nourricières (pour aider les plantes focales des tourbières)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des plantes nourricières pour aider les plantes focales non ligneuses : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des plantes nourricières pour aider les plantes focales non ligneuses : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des plantes nourricières pour aider les arbres/arbustes focaux : zones humides saumâtres/salées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des plantes nourricières : marécages saumâtres/salins	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des organismes pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des organismes pour contrôler les plantes problématiques : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Introduire des graines de plantes non ligneuses : milieux humides saumâtres/salins	8	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des graines de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	13	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des graines d'herbes de tourbière	10	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des graines d'arbres/arbustes de tourbières	5	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides saumâtres/salées	19	Susceptible d'être bénéfique
Introduire des graines ou des propagules d'arbres/arbustes : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Arroser avant ou après semis/plantation	2	Preuve non évaluée
Irriguer les arbustes dégradés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Irriguer les tourbières (avant/après la plantation)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Irriguer les tourbières (sans plantation)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Protection juridique des forêts	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Protéger légalement les tourbières	5	Susceptible d'être bénéfique
Faire pression, faire campagne ou manifester pour protéger les tourbières	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faire pression/faire campagne/manifester pour protéger les marais ou marécages	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les arbres matures	15	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes non vasculaires	3	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Abattre/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les plantes du sous-étage	12	Bénéfique
Couper/enlever des arbres dans les forêts : effets sur les jeunes arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Abaisser le niveau d'eau pour restaurer les marais d'eau douce dégradés	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Abaisser le niveau d'eau pour restaurer/créer des marais d'eau douce à partir d'autres utilisations des terres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Maintenir des prairies semi-naturelles riches en espèces	22	Susceptible d'être bénéfique
Maintenir les prairies aquatiques traditionnelles (y compris la gestion de la reproduction et/ou de l'hivernage des échassiers/sauvagine)	8	Susceptible d'être bénéfique
Entretien des landes/landes des hautes terres	17	Susceptible d'être bénéfique
Entretien des pâturages boisés et les parcs	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Maintenir/créer des zones tampons	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Maintenir/rétablir le débit d'eau dans les couloirs de service	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Gérer les débris ligneux avant la plantation d'arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever mécaniquement la végétation du sous-étage après la plantation d'arbres	6	Peu susceptible d'être bénéfique
Éliminer mécaniquement/manuellement les plantes envahissantes	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Modifier les pratiques agricoles dans le bassin versant pour réduire la pollution : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Tondre avant ou après semis/plantation	10	Preuve non évaluée
Tondre les arbustes pour réduire les impacts des polluants	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Favoriser la biodiversité : Ajouter du compost au sol	5	Susceptible d'être bénéfique
Favoriser la biodiversité : Ajouter du fumier au sol	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Favoriser la biodiversité : ajouter des boues d'épuration au sol	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Favoriser la biodiversité : Exclure les brouteurs	45	Compromis entre avantages et inconvénients
Favoriser la biodiversité : Restaurer l'habitat le long des cours d'eau	24	Susceptible d'être bénéfique
Favoriser la biodiversité : utiliser moins de brouteurs	12	Efficacité inconnue (preuves limitées)

Actions de conservation	Études	Efficacité
Favoriser la biodiversité : Utiliser des brouteurs pour gérer la végétation	18	Compromis entre avantages et inconvénients
Favoriser la biodiversité : utiliser le pâturage en rotation	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Favoriser la biodiversité : Utiliser le pâturage saisonnier	8	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Payer les agriculteurs pour couvrir le coût des mesures de conservation (comme dans les programmes agro-environnementaux)	47	Susceptible d'être bénéfique
Payer les propriétaires pour protéger les tourbières	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Payer les intervenants pour protéger les marais ou les marécages	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Endommager physiquement les plantes problématiques : marais d'eau douce	5	Susceptible d'être bénéfique
Endommager physiquement les plantes problématiques : marécages d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Endommager physiquement les graines de plantes non ligneuses avant le semis : zones humides d'eau douce	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Endommager physiquement les graines d'arbres/arbustes avant le semis : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exclure physiquement les véhicules des tourbières	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Éliminer physiquement les plantes problématiques	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever physiquement les plantes problématiques : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever physiquement les plantes problématiques : marais d'eau douce	5	Susceptible d'être bénéfique
Planter un mélange d'espèces d'arbres pour améliorer la diversité	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Planter des plantes de prairie	4	Preuve non évaluée
Planter des plantes individuelles	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Mélange de fleurs de nectar de plantes/bandes de fleurs sauvages	104	Bénéfique
Planter des plantes non ligneuses dans des pots de tourbe qui retiennent l'humidité : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Boules de graines de plantes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Planter des arbustes en grappes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Tapis végétal	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Planter/semer sous une végétation établie	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Planter/semer des graines de plantes nourricières aux côtés de plantes focales	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Canaux ou tranchées de barrage/bouchon : marais saumâtres/salés	2	Susceptible d'être bénéfique
Canaux ou tranchées de barrage/bouchon : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Préparer le terrain avant la plantation d'arbres	7	Bénéfique
Empêcher le pâturage du bétail dans les forêts	4	Compromis entre avantages et inconvénients
Produire des orientations pour la conservation des marais ou marécages	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Fournir des prairies « sacrificielles » pour réduire l'impact des oies sauvages sur les cultures	6	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Offrir des programmes d'éducation ou de formation sur les tourbières ou la gestion des tourbières	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Offrir des programmes d'éducation/de formation sur les marais ou les marécages	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Assurer une protection générale des marais ou des marécages	3	Susceptible d'être bénéfique
Fournir du gravier médicamenteux pour les tétras	1	Preuve non évaluée
Prévoir des nichoirs pour les abeilles (abeilles solitaires ou bourdons)	14	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Prévoir des nichoirs pour les oiseaux	10	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Prévoir des nichoirs pour les chouettes (Chouette hulotte, Chouette effraie)	5	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Fournir de l'herbe courte pour les oiseaux	1	Preuve non évaluée
Fournir de la nourriture supplémentaire aux oiseaux ou aux mammifères	25	Susceptible d'être bénéfique
Tailler les racines des arbres/arbustes avant la plantation : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Sensibiliser le public (général)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Relever le niveau d'eau pour restaurer les marais saumâtres/salés dégradés	2	Susceptible d'être bénéfique
Élever le niveau d'eau pour restaurer les marais d'eau douce dégradés	5	Compromis entre avantages et inconvénients
Élever le niveau d'eau pour restaurer/créer des marais saumâtres/salés à partir d'autres utilisations des terres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Élever le niveau d'eau pour restaurer/créer des marais d'eau douce à partir d'autres utilisations des terres	26	Susceptible d'être bénéfique
Élever le niveau d'eau pour restaurer/créer des marécages d'eau douce à partir d'autres utilisations des terres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Augmenter les niveaux d'eau dans les fossés ou les prairies	13	Susceptible d'être bénéfique
Râteau pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Rediriger les sentiers pour réduire la perturbation de l'habitat	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire les intrants chimiques dans la gestion des prairies	18	Susceptible d'être bénéfique
Réduire l'utilisation d'engrais ou d'herbicides : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire l'utilisation d'engrais, de pesticides ou d'herbicides en général	47	Bénéfique

Actions de conservation	Études	Efficacité
Réduire la fréquence de coupe/tonte : marais d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Réduire la fréquence de récolte de la végétation : marais d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Réduire l'intensité du pâturage sur les prairies (y compris le retrait saisonnier du bétail)	30	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Réduire l'intensité de la récolte (des ressources biologiques sauvages)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire l'intensité du pâturage du bétail	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais saumâtres/salés	9	Susceptible d'être bénéfique
Réduire l'intensité du pâturage du bétail : marais d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Réduire l'intensité de la récolte de végétation : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire l'intensité de la gestion sur les prairies permanentes (plusieurs interventions à la fois)	38	Susceptible d'être bénéfique
Réduire le nombre de têtes de bétail	16	Bénéfique
Réduire le nombre de grands herbivores	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Réduire l'intensité du pâturage du bétail dans les forêts	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Rétablir l'utilisation des pratiques traditionnelles de brûlage	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever les arbres brûlés	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever les débris des marais saumâtres/salés	2	Susceptible d'être bénéfique
Enlever la litière de feuilles	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la litière de feuilles avant de semer/planter	3	Preuve non évaluée
Enlevez ou dérangez la litière de feuilles pour améliorer la germination	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la litière végétale pour maintenir ou rétablir la perturbation	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la litière végétale : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Éliminer les polluants des gaz résiduels avant qu'ils ne pénètrent dans l'environnement	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever les sols/sédiments de surface : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever les sols/sédiments de surface : marais d'eau douce	6	Susceptible d'être bénéfique
Enlevez la terre végétale ou le tapis végétal avant de semer/planter	6	Preuve non évaluée
Enlever la couche supérieure de tourbe/sol (sans plantation)	10	Susceptible d'être bénéfique
Enlever la végétation avant de semer/planter	2	Preuve non évaluée
Enlever la végétation qui pourrait concurrencer les plantes non ligneuses plantées : milieux humides saumâtres/salins	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la végétation qui pourrait concurrencer les plantes non ligneuses plantées : milieux humides d'eau douce	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la végétation qui pourrait concurrencer les arbres/arbrustes plantés : milieux humides d'eau douce	5	Susceptible d'être bénéfique
Enlever les débris ligneux après la récolte du bois	12	Peu susceptible d'être bénéfique
Remplacer les blocs de végétation après l'exploitation minière ou l'extraction de la tourbe	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Reprofilage/réaménagement des tourbières (avant la plantation)	4	Susceptible d'être bénéfique
Tourbière de reprofilage/réaménagement (sans plantation)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Reprofilage/repaysage : marécages saumâtres/salins	5	Susceptible d'être bénéfique
Reprofilage/repaysage : marais saumâtres/salés	9	Susceptible d'être bénéfique
Reprofil/repaysage : marais d'eau douce	13	Susceptible d'être bénéfique
Reprofilage/repaysage : marécages d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Exiger l'atténuation des impacts sur les marais ou les marécages	9	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer ou créer des prairies d'eau traditionnelles	22	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer ou créer des landes/landes de montagne	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Restaurer ou créer des pâturages boisés	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Restaurer les pâturages boisés (par exemple, introduire le pâturage)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Restaurer/créer des marais ou marécages saumâtres/salins (actions multiples)	8	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer des marais ou marécages saumâtres/salés (action spécifique incertaine)	7	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer des marécages saumâtres/salins dans des zones qui seront climatiquement adaptées à l'avenir	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Restaurer/créer des marais d'eau douce ou des marécages (actions multiples)	17	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer des marais d'eau douce ou des marécages (action spécifique incertaine)	25	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer une végétation de tourbière (interventions multiples)	8	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer une végétation de tourbière en utilisant la technique de transfert de couche de mousse	4	Susceptible d'être bénéfique
Restaurer/créer des prairies semi-naturelles riches en espèces	71	Bénéfique
Conserver/créer des corridors d'habitat dans les zones cultivées	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Conserver/restaurer/créer de la végétation autour des marais d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Réhumidifier les tourbières (remonter la nappe phréatique)	36	Bénéfique
Rotation pour contrôler l'herbe	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)

Actions de conservation	Études	Efficacité
Raccourcir la période de pâturage du bétail ou contrôler la saison de pâturage dans les forêts	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Raccourcir la période pendant laquelle le bétail peut paître	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Ralentir l'eau d'entrée pour laisser plus de temps aux polluants pour être éliminés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faire tremper les graines de plantes non ligneuses avant le semis : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Faire tremper les arbres/arbrustes avant la plantation : zones humides d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Sol : Ajouter du compost au sol	24	Bénéfique
Sol : ajouter des boues d'épuration au sol	6	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Sol : Exclure les brouteurs	6	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Sol : utiliser moins de brouteurs	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Semer des graines de tapis végétal	13	Preuve non évaluée
Semer des espèces herbacées des prairies	1	Preuve non évaluée
Semer des graines de prairie à partir d'une source locale	5	Preuve non évaluée
Semer de l'herbe indigène et des plantes herbacées	50	Preuve non évaluée
Semer ou planter des plantes nourricières (en parallèle à l'ensemencement/la plantation d'espèces de prairies)	4	Preuve non évaluée
Semer les graines	14	Susceptible d'être bénéfique
Semer des graines et planter des plantes individuelles	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Semer les graines à une densité plus élevée	6	Preuve non évaluée
Semer les graines au début de la saison de croissance	3	Preuve non évaluée
Semer des graines dans une partie du site	3	Preuve non évaluée
Semer des graines dans des trous préparés au sein de la végétation	1	Preuve non évaluée
Semer des graines de plantes nourricières	1	Preuve non évaluée
Semer des graines d'espèces parasites (ex. hochet jaune)	6	Preuve non évaluée
Semer des graines d'arbres	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Semer des graines d'arbres après un incendie	3	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Pulvérisation de bouillie de semences, de paillis et d'eau ("hydroensemencement")	4	Preuve non évaluée
Étendre les coupures	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Stabiliser la surface des tourbières pour aider les plantes à coloniser	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever la couche arable	5	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Dénuder le tapis végétal pour contrôler l'herbe	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Enlever/perturber la couche arable (en même temps que la plantation/l'ensemencement)	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Arbres minces après un incendie de forêt	6	Compromis entre avantages et inconvénients
Amincir les arbres par ceinturage (couper des anneaux autour des troncs d'arbres)	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Arbres minces dans les forêts : effets sur les arbres matures	18	Compromis entre avantages et inconvénients
Arbres minces dans les forêts : effets sur les plantes non vasculaires	4	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Arbres minces dans les forêts : effets sur les plantes du sous-étage	37	Susceptible d'être bénéfique
Arbres minces dans les forêts : effets sur les jeunes arbres	13	Susceptible d'être bénéfique
Transférer le matériel végétal de la prairie intacte parallèlement à l'ensemencement/la plantation	4	Preuve non évaluée
Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Transplanter ou remplacer des blocs de végétation : marais d'eau douce	4	Susceptible d'être bénéfique
Transplanter ou remplacer le sol des terres humides : marais d'eau douce	10	Susceptible d'être bénéfique
Transplanter le sol des zones humides avant/après la plantation de plantes non ligneuses : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Traiter les semences de plantes non ligneuses avec des produits chimiques avant le semis : zones humides d'eau douce	6	Susceptible d'être bénéfique
Traiter les graines d'arbres/arbrustes avec des produits chimiques avant le semis : zones humides d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des barrières pour éloigner le bétail des marais saumâtres/salés non pâturés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe à blanc pour augmenter la diversité du sous-étage	24	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser des couvertures/barrières pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe pour contrôler les grands arbres/arbrustes problématiques	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utilisez la coupe pour contrôler les gros arbres/arbrustes problématiques : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)

Actions de conservation	Études	Efficacité
Utiliser la coupe pour contrôler les grands arbres/arbustes problématiques : marais d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe/tonte pour contrôler les plantes herbacées problématiques	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe/tonte pour contrôler les plantes herbacées problématiques : marais saumâtres/salés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe/tonte pour contrôler les plantes herbacées problématiques : marais d'eau douce	8	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser la coupe/tonte pour contrôler les plantes herbacées problématiques : marécages d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe/tonte pour imiter le pâturage	4	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser différentes méthodes de plantation ou d'ensemencement	5	Peu susceptible d'être bénéfique
Utiliser des clôtures électriques pour exclure les grands herbivores indigènes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser une couverture anti-érosion après l'ensemencement/la plantation	3	Preuve non évaluée
Utiliser des couvertures/tapis anti-érosion pour faciliter l'établissement des plantes	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides d'eau douce plantées de plantes non ligneuses	4	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides d'eau douce plantées d'arbres/d'arbustes	5	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser des clôtures ou des barrières pour protéger les zones humides saumâtres/salées plantées d'arbres/d'arbustes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des clôtures pour exclure les grands herbivores	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des clôtures pour exclure le bétail des zones arbustives	12	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser de l'engrais	8	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser de l'engrais après la plantation d'arbres	5	Peu susceptible d'être bénéfique
Utiliser le pâturage ou modifier le bétail pour contrôler l'herbe	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le pâturage pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce	3	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations	4	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser le pâturage pour maintenir ou restaurer les perturbations : marais saumâtres/salés	4	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser le pâturage pour entretenir ou restaurer les perturbations : marais d'eau douce	5	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser la récolte par sélection de groupe	9	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser un herbicide et enlever la litière de feuilles pour contrôler la fougère	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser un herbicide pour contrôler la fougère	8	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser un herbicide pour contrôler l'herbe	9	Peu susceptible d'être bénéfique
Utiliser un herbicide pour contrôler les plantes problématiques	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser un herbicide pour contrôler les plantes problématiques : marais saumâtres/salés	7	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser un herbicide pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce	17	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser un herbicide pour contrôler les plantes problématiques : marécages d'eau douce	4	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser un herbicide pour entretenir ou rétablir la perturbation : marais d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser un herbicide pour entretenir ou rétablir les perturbations : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des herbicides après la plantation d'arbres	4	Peu susceptible d'être bénéfique
Utiliser des herbicides pour contrôler les espèces végétales envahissantes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des herbicides pour éliminer les espèces végétales envahissantes	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des herbicides pour éclaircir les arbres	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des méthodes à faible impact pour récolter la végétation : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des stratégies de marketing pour augmenter la valeur des marais ou des marécages	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Effectuez un éclaircissage mécanique avant ou après la plantation	7	Bénéfique
Utiliser la récolte à rétention partielle au lieu de la coupe à blanc	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler l'herbe	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler les arbres	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé après la plantation d'arbres	4	Compromis entre avantages et inconvénients

Actions de conservation	Études	Efficacité
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler les plantes problématiques	6	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler les plantes problématiques : marais saumâtres/salés	4	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler les plantes problématiques : marais d'eau douce	4	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser le brûlage dirigé pour contrôler les plantes problématiques : marécages d'eau douce	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé pour entretenir ou rétablir la perturbation	3	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé pour maintenir ou rétablir les perturbations : marais saumâtres/salés	10	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser le brûlage dirigé pour entretenir ou rétablir les perturbations : marais d'eau douce	15	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser le brûlage dirigé pour entretenir ou rétablir les perturbations : marécages d'eau douce	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser le brûlage dirigé : effet sur les plantes du sous-bois	37	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser le brûlage dirigé : effets sur les arbres matures	16	Susceptible d'être inefficace ou nocif
Utiliser le brûlage dirigé : effets sur les jeunes arbres	17	Compromis entre avantages et inconvénients
Utilisez des dispositifs d'effarouchement (par exemple, des pistolets à gaz) et d'autres moyens de dissuasion pour réduire la persécution des espèces indigènes	1	Preuve non évaluée
Utiliser l'éclaircie sélective après la plantation de restauration	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser l'ombrage pour les arbres plantés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser la coupe progressive au lieu de la coupe à blanc	3	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser la coupe progressive	8	Compromis entre avantages et inconvénients
Utiliser l'ensemencement en fente/bande	2	Preuve non évaluée
Utiliser la perturbation du sol pour favoriser la germination (hors scarification ou labour)	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utilisez la scarification du sol ou le labour pour améliorer la germination	9	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utilisez la récolte d'été au lieu de la récolte d'hiver	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Effectuez une éclaircie suivie d'un brûlage dirigé	7	Peu susceptible d'être bénéfique
Utilisez des protège-arbres ou des abris pour protéger les arbres plantés	2	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser l'élimination de la végétation en même temps que la perturbation mécanique du sol	3	Susceptible d'être bénéfique
Utilisez des tapis de mauvaises herbes pour protéger les arbres plantés	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Utiliser des clôtures grillagées dans les zones de pâturage pour exclure le bétail de sections forestières spécifiques	12	Susceptible d'être bénéfique
Utiliser des clôtures grillagées pour exclure les grands herbivores indigènes	13	Susceptible d'être bénéfique
Arroser les plantes pour préserver les espèces des forêts tropicales sèches	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Semis d'eau	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Eau : Exclure les brouteurs	6	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Eau : utiliser moins de brouteurs	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)
Eau : Utiliser le pâturage saisonnier	1	Efficacité inconnue (preuves limitées)

Annexe 2 : Référentiel d’actions écologiques mobilisables en zones humides et évaluation de leur faisabilité

Les actions écologiques sont triées selon qu’il s’agisse d’actions d’impulsion sur le biotope (en distinguant le compartiment principalement ciblé), d’actions d’impulsion sur la biocénose, avant les actions d’exploitation-entretien actives puis passives ou de non entretien.

Les actions écologiques retenues pour parvenir à une liste synthétique d’actions écologiques (voir section VI) ont une trame de fond beige dans les colonnes Niveau I, Niveau II ou Niveau III. Par ex. les actions écologiques de niveau III de « décapage » et d’ « étrépage » figurent dans la liste synthétique sous la simple dénomination « Etrépage ou décapage ». Par ex. l’ « Apport de tourbe » est une action écologique de niveau III qui figure comme telle dans la liste synthétique.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Nom niveau I	Nom niveau II	Nom niveau III	Compartment principalement concerné	Perturbation et processus associés principalement ciblés par l'action écologique	Type d'action écologique	Intention sur les perturbations ou les processus	Principaux systèmes hydrogéomorphologiques concernés	Principaux milieux (EUNIS) concernés	Code de l'action de compensation correspondante la plus proche dans le Guide d'aide à la définition des mesures ERC d'Alligand et al. (2018b)	Conservation evidence (n = nombre d'études pour évaluer le résultat des actions de conservation)						Faisabilité évaluée dans ce référentiel			
										Action de conservation approchante									
			Modélé topographique Réseau hydrographique naturel Réseau hydrographique artificiel Sol Composition et structure des communautés Excavement Remblaiement Accélération de l'érosion Accélération de l'accrétion Homogénéisation topographique Diversification topographique Ennolement permanent ou temporaire Assèchement, rabattement de nappe Moindre connexion de la nappe avec le sol en surface Accélération du transfert sédimentaire Ralentissement du transfert sédimentaire Altération de la connexion avec les étendues d'eau de Création d'un réseau hydrographique artificiel Désalinisation, surtout en système HGM du littoral mar Salinisation, surtout en système HGM du littoral marin Augmentation de la disponibilité en nutriments Réduction de la disponibilité en nutriments Accélération du lessivage de nutriments Ralentissement du lessivage de nutriments Altération des propriétés physiques du sol Altération des propriétés chimiques du sol Artificialisation du sol Fermeture de l'habitat Ouverture de l'habitat Appauvrissement écologique Rajeunissement Mise à nu du sol Impulsion sur le biotope Impulsion sur la biocénose - intervention Impulsion sur la biocénose - libre évolution Exploitation-entretien actif Exploitation-entretien passif ou non intervention																
Taille de haies, arbustes et arbres	Taille de vergers et de plantations d'arbustes	Taille de vergers et de plantations d'arbustes				Favoriser	côtier, panne dunaire péri-lagunaire estuarien all., riverain des étendues d'eau source et suintement dépression plateau	A2 Sédiment intertidal B Habitats côtiers C3 Zones littorales [...] D Tourbières [...] et bas-marais E Prairies [...] F Landes, fourrés [...] G Boisements, forêts [...] I Habitats agricoles [...]	C3-2-b										bonne
Non intervention	Non intervention	Non intervention				Favoriser			C3-1-e										bonne

Annexe 3 : Liste des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement durant la mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser d'après Alligand *et al.* (2018).

CODE	Type	Catégorie	Sous-catégorie
E1-1-a	E1 - Évitement «amont» (stade anticipé)	1. Phase de conception du dossier de demande	a. Évitement des populations connues d'espèces protégées ou à fort enjeux et/ou de leurs habitats
E1-1-b			b. Évitement des sites à enjeux environnementaux et paysagers majeurs du territoire
E1-1-c			c. Redéfinition des caractéristiques du projet
E1-1-d			d. Autre: à préciser
E2-1-a	E2 - Évitement géographique	1. Phase travaux	a. Balisage préventif divers ou mise en défens ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
E2-1-b			b. Limitation / positionnement adapté des emprises des travaux
E2-1-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E2-1-d			d. Autre: à préciser
E2-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Balisage préventif divers ou mise en défens ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
E2-2-b			b. Éloignement du projet vis-à-vis des populations humaines et/ou sites sensibles
E2-2-c			c. Mesure des documents de planification délimitant des zones et affectant les sols de manière à éloigner les populations humaines sensibles, application de marges de recul (urbanisations futures)
E2-2-d			d. Mesure d'orientation d'une installation ou d'optimisation de la géométrie du projet
E2-2-e			e. Limitation (/ adaptation) des emprises du projet
E2-2-f			f. Positionnement du projet, plan ou programme sur un secteur de moindre enjeu
E2-2-g			g. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E2-2-h			h. Autre: à préciser/
E3-1-a	E3 - Évitement technique	1. Phase travaux	a. Absence de rejet dans le milieu naturel (air, eau, sol, sous-sol)
E3-1-b			b. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E3-1-c			c. Autre: à préciser
E3-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires et de tout produit polluant ou susceptible d'impacter négativement le milieu
E3-2-b			b. Redéfinition / Modifications / Adaptations des choix d'aménagement, des caractéristiques du projet (à préciser par le maître d'ouvrage)
E3-2-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E3-2-d			d. Autre: à préciser

CODE	Type	Catégorie	Sous-catégorie
E4-1-a	E4 - Évitement temporel	1. Phase travaux	a. Adaptation de la période des travaux sur l'année
E4-1-b			b. Adaptation des horaires des travaux (en journalier)
E4-1-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E4-1-d			d. Autre: à préciser
E4-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Adaptation des périodes d'exploitation / d'activité / d'entretien sur l'année
E4-2-b			b. Adaptation des horaires d'exploitation / d'activité / d'entretien (fonctionnement diurne, nocturne, tenant compte des horaires de marées)
E4-2-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
E4-2-d			d. Autre: à préciser
R1-1-a	R1 - Réduction géographique	1. Phase travaux	a. Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier
R1-1-b			b. Limitation / adaptation des installations de chantier
R1-1-c			c. Balisage préventif divers ou mise en défens (pour partie) ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
R1-1-d			d. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R1-1-e			e. Autre: à préciser.
R1-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Limitation (/ adaptation) des emprises du projet
R1-2-b			b. Balisage définitif divers ou mise en défens définitive (pour partie) ou dispositif de protection définitif d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
R1-2-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R1-2-d			d. Autre: à préciser.
R2-1-a	R2 - Réduction technique	1. Phase travaux	a. Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier
R2-1-b			b. Mode particulier d'importation de matériaux et/ou d'évacuation des matériaux, déblais et résidus de chantier: transport fluvial, transport ferroviaire, etc.
R2-1-c			c. Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)
R2-1-d			d. Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier
R2-1-e			e. Dispositif préventif de lutte contre l'érosion des sols
R2-1-f			f. Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives et curatives)

CODE	Type	Catégorie	Sous-catégorie
R2-1-g			g. Dispositif limitant les impacts liés au passage des engins de chantier
R2-1-h			h. Clôture et dispositif de franchissement provisoires adaptés aux espèces animales cibles
R2-1-i			i. Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation.
R2-1-j			j. Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines
R2-1-k			k. Dispositif de limitation des nuisances envers la faune
R2-1-l			l. Maintien d'un débit minimum «biologique» de cours d'eau
R2-1-m			m. Maintien d'une connexion latérale (espèces aquatiques)
R2-1-n			n. Récupération et transfert d'une partie du milieu naturel
R2-1-o			o. Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens d'espèces – Espèce(s) à préciser
R2-1-p			p. Gestion écologique temporaire des habitats dans la zone d'emprise des travaux
R2-1-q			q. Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu
R2-1-r			r. Dispositif de repli du chantier
R2-1-s			s. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R2-1-t			t. Autre: à préciser
R2-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Action sur les conditions de circulation (ferroviaire, routier, aérien, maritime)
R2-2-b			b. Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines
R2-2-c			c. Dispositif de limitation des nuisances envers la faune
R2-2-d			d. Dispositif anticollision et d'effarouchement (hors clôture spécifique)
R2-2-e			e. Passage supérieur à faune / Écopont (spécifique ou mixte)
R2-2-f			f. Passage inférieur à faune / Écoduc (spécifique ou mixte)
R2-2-g			g. Dispositif complémentaire au droit d'un passage faune (supérieur ou inférieur) afin de favoriser sa fonctionnalité
R2-2-h			h. Dispositif de franchissement piscicole
R2-2-i			i. Maintien d'un débit minimum «biologique» de cours d'eau
R2-2-j			j. Clôture spécifique (y compris échappatoire) et dispositif anti-pénétration dans les emprises
R2-2-k			k. Plantation diverses: sur talus type up-over («trempin vert») ou visant la mise en valeur des paysages
R2-2-l			l. Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité

CODE	Type	Catégorie	Sous-catégorie
R2-2-m			m. Dispositif technique limitant les impacts sur la continuité hydraulique
R2-2-n			n. Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)
R2-2-o			o. Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet
R2-2-p			p. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R2-2-q			q. Dispositif de gestion et traitement des eaux pluviales et des émissions polluantes
R2-2-r			r. Autre: à préciser
R3-1-a	R3 - Réduction temporelle	1. Phase travaux	a. Adaptation de la période des travaux sur l'année
R3-1-b			b. Adaptation des horaires des travaux (en journalier)
R3-1-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R3-1-d			d. Autre: à préciser
R3-2-a		2. Phase exploitation / fonctionnement	a. Adaptation des périodes d'exploitation / d'activité / d'entretien sur l'année
R3-2-b			b. Adaptation des horaires d'exploitation / d'activité / d'entretien (fonctionnement diurne, nocturne, tenant compte des horaires de marées)
R3-2-c			c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)
R3-2-d			d. Autre: à préciser
A1-1-a	A1 – Préservation foncière	1. Cas dérogatoire des lignes directrices ERC	a. Acquisition de parcelle sans mise en œuvre d'action écologique complémentaire
A1-2-a		2. Site en bon état de conservation	a. Acquisition de parcelle sans mise en œuvre d'action écologique complémentaire. Le milieu acquis peut ne pas respecter la condition d'équivalence écologique
A2-a	A2 – Pérennité des mesures compensatoires C1 à C3 et A1		a. Mise en place d'un outil réglementaire du code de l'environnement ou du Code Rural et de la pêche maritime ou du code de l'urbanisme: à préciser
A2-b			b. Rattachement du foncier à un réseau de sites locaux: à préciser
A2-c			c. Cession / rétrocession du foncier: à préciser
A2-d			d. Mise en place d'obligations réelles environnementales
A3-a	A3 – Rétablissement		a. Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune)
A3-b			b. Aide à la recolonisation végétale
A3-c			c. Autre: à préciser
A4-1-a	A4 – Financement	1. Financement intégral du maître d'ouvrage	a. Aide financière au fonctionnement de structures locales
A4-1-b			b. Approfondissement des connaissances relatives à une espèce ou un habitat endommagé, aux paysages, à la qualité de l'air et aux niveaux de bruit: à préciser

CODE	Type	Catégorie	Sous-catégorie
A4-1-c		2. Contribution à une politique publique	c. Financement de programmes de recherche
A4-1-d			d. Autre: à préciser
A4-2-a			a. Contribution financière au déploiement d'actions prévues par un document couvrant le territoire endommagé
A4-2-b			b. Contribution au financement de la réalisation de document d'action en faveur d'une espèce ou d'un habitat endommagé par le projet
A4-2-c			c. Financement de programmes de recherche
A4-2-d			d. Autres: à préciser
A5-a	A5 – Actions expérimentales		a. Action expérimentale de génie-écologique
A5-b			b. Action expérimentale de renforcement de population ou de transplantation d'individus / translocation manuelle ou mécanique
A5-c			c. Autre: à préciser/
A6-1-a	A6 – Action de gouvernance/ sensibilisation / communication	1. Gouvernance	a. Organisation administrative du chantier
A6-1-b			b. Mise en place d'un comité de suivi des mesures
A6-1-c			c. Autre: à préciser
A6-2-a		2. Communication, sensibilisation ou de diffusion des connaissances	a. Action de gestion de la connaissance collective
A6-2-b			b. Déploiement d'actions de communication
A6-2-c			c. Déploiement d'actions de sensibilisation
A6-2-d			d. Dispositif de canalisation du public ou de limitation des accès
A6-2-e			e. Autre: à préciser
A7-a	A 7- Mesure «paysage»		a. Aménagements paysagers d'accompagnement du projet dans les emprises et hors emprises
A8-a	A 8- «Moyens» concourant à la mise en œuvre d'une MC		a. À préciser
A9-a	A 9- Autre		a. Mesure d'accompagnement ne rentrant dans aucune des catégories ci-avant A1 à A8: à préciser

Annexe 4 : Description détaillée des mesures de compensation durant la mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser d'après (Alligand *et al.* 2018).

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
Type : C1 – Création / Renaturation de milieux						
Catégorie : 1. Action concernant tous types de milieux						
Sous-catégorie : a. Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes (à préciser)						
C1-1-a	Action visant à créer un habitat sur un site où il n'existait pas initialement. Interventions faisant appel à des travaux (terrassement, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Toute action visant la création ou la renaturation de tout type d'habitat naturel et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guildes (espèces animales écologiquement voisines qui occupent un même habitat dont elles exploitent en commun les ressources disponibles). En général les actions de création d'habitats visent la plantation de haie ou de ripisylve, des actions de boisement ou de reboisement (bois, bosquets), des plantations d'arbres isolés, de fourrés divers, des bandes enherbées (en bordure de cours d'eau), des mares, des zones humides, des couverts favorables aux oiseaux de plaine, etc. (à préciser) ou de façon moins répandue et plus exploratoire la création d'une galerie artificielle à chiroptères (gîte de substitution).	La création d'habitats reste une action de génie écologique dont le résultat est incertain. Il est indispensable que le site de mise en œuvre soit choisi avec soin et qu'il présente les caractéristiques abiotiques nécessaires à la création dudit habitat, sans quoi la mesure est vouée à l'échec. Les actions expérimentales sont à renseigner en tant que mesure d'accompagnement (A5.a). Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices : la mesure de compensation comprend la maîtrise du site par la propriété ou par contrat + mesure technique visant la création de milieux + mesures de gestion.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire, - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : b. Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une mesure C1.a ou à une mesure C2						
C1-1-b	Action visant à créer un habitat sur un site où il n'existait pas initialement. Interventions faisant appel à des travaux (terrassement, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	De nombreux habitats ponctuels ou abris artificiels sont proposés par les pétitionnaires dans les dossiers de demande. Il peut s'agir : d'hibernacules, de perchoirs/nichoirs artificiels chiroptères, de bermes aménagées pour reptiles, de plaques bétons pour reptiles, de nichoirs artificiels ou reposoirs oiseaux, de dispositif artificiel écrevisses, d'andains, d'apport de bois mort, d'aménagement de front sableux, de lieux de pontes, murets et tas de pierre divers, d'hôtels à insectes, de récifs artificiels, etc. Se distingue de la mesure R2.2I « installation	Prise individuellement, toute action relevant de cette sous-catégorie ne peut pas constituer une mesure compensatoire à proprement parler. C'est pourquoi elle doit intervenir uniquement en complément d'une mesure de création / renaturation de milieu ou de restauration / réhabilitation de milieu. L'opportunité de la création de tels abris artificiels ou habitats ponctuels est à étudier précisément en lien avec les experts locaux ; en effet plusieurs cas ont	- Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées, - Suivi de la colonisation par les espèces ciblées, - Vérification de l'absence de mortalité d'autres espèces.	x	

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
		d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité » qui n'est pas localisée sur un site de compensation.	été rapportés mentionnant que l'abri artificiel créé s'est transformé « en véritable piège » pour les spécimens. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.			
Sous-catégorie : c. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)						
C1-1-c	Néant					
Sous-catégorie : d. Autre : à préciser						
C1-1-d	Néant					
Type : C2 – Restauration / Réhabilitation						
Catégorie : 1. Action concernant tous types de milieux						
Sous-catégorie : a. Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau						
C2-1-a	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassement, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Toute action visant à déconstruire, à enlever des dispositifs d'aménagements antérieurs comme des cabanons, des zones anciennement bétonnées, etc. Cette sous-catégorie ne concerne pas les aménagements en eau (C2.2g et h) et les suppressions de protection de berges (C2.2a).	- S'assurer que les éléments à déconstruire ne sont pas simplement recouverts de terre végétale et qu'ils ne servent pas de refuge à des espèces d'intérêt patrimonial. - Assurer un hersage de la sous-couche des ouvrages déconstruits, afin de faciliter la reconquête naturelle (perméabilité du sous-sol). Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire, - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de la revégétalisation de l'espace déconstruit (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : b. Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)						
C2-1-b	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution	Le but recherché par la mise en œuvre des mesures appartenant à cette sous-catégorie (traitement des zones contaminées par des EEE)	Les EEE présentent des préférences écologiques diverses et les actions envisagées sont spécifiques à chaque	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique),	x	

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
	naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	est bien l'éradication ou la régulation d'un peuplement d'une EEE afin de faciliter la recolonisation des espèces autochtones et d'améliorer l'état de conservation global de l'habitat initial colonisé. Différentes actions peuvent être mises en œuvre : modification des paramètres du milieu pour les rendre défavorables à l'espèce ciblée (actions sur le niveau d'eau, accélération du débit, mise en assec de plan d'eau), décapage et exportation / broyage des terres contaminées, épuisement des pieds par coupes répétées, arrachages manuels, interventions mécanisées de (ex : faucardage puis ramassage), etc. Pour les espèces animales : actions de piégeage, de tir, de stérilisation, lutte chimique, etc.	espèce. Il est nécessaire d'être vigilant sur le fait que les interventions ne soient pas à l'origine de dispersion supplémentaire des espèces concernées et de s'interroger de façon appropriée sur la destination des déchets. Si la lutte chimique est envisagée, il est nécessaire d'avoir la certitude qu'aucun autre moyen ne serait plus adapté car elle peut être elle-même à l'origine d'impacts sur d'autres espèces (qui ne sont pas des EEE). Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	-Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu comprenant le suivi quantitatif des populations des EEE concernées et le suivi de l'évolution des populations d'espèces végétales ou animales caractéristiques de l'habitat (en fonction de l'EEE ciblée), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.		
Sous-catégorie : c. Etrépage / Décapage / Décaissement du sol ou suppression de remblais						
C2-1-c	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Toute action d'étrépage, de décapage, de décaissement du sol ou de suppression de remblais anciens visant différents types de milieux et conduisant à un remodelage de la topographie d'une parcelle. Plusieurs finalités sont envisageables : restaurer un fonctionnement hydraulique en décaissant les sols jusqu'au niveau de la nappe alluviale, rajeunir un milieu atterri qui n'a plus fait l'objet d'entretien depuis très longtemps, permettre l'expression de l'ancien « stock de graines », etc.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : d. Réensemencement de milieux dégradés, replantation, restauration de haies existantes mais dégradées						

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
C2-1-d	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Comprend l'ensemble des actions sur les haies mais aussi sur les strates herbacées et arborées (ex : plantation d'oyats sur les dunes). Les actions sur les ripisylves sont à renseigner en C2.2g.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : e. Réouverture du milieu par débroussaillage d'espèces ligneuses, abattage d'arbres, etc.						
C2-1-e	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Cette sous-catégorie comprend des coupes franches de ligneux, des actions d'ouverture du milieu par débroussaillage et, si besoin en fonction des espèces et habitats ciblés, l'exportation des matériaux enlevés. Si abattage d'arbres, celui-ci peut être accompagné ou non d'un dessouchage ou d'un éclatement des souches.	Ces actions sont à envisager dans un cadre global de projet à une échelle large, afin de répondre à des préoccupations écologiques mais aussi paysagères des riverains et usagers. Dans la mesure du possible, elles ne doivent pas impacter des éléments emblématiques du paysage. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
Sous-catégorie : f. Restauration de corridor écologique						
C2-1-f	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	La sous-catégorie peut concerner des corridors aériens (ces derniers ne doivent pas être oubliés). Exemples : densification d'un réseau de haies, rétablissement de continuité écologiques entre gîtes et zones de chasse, création d'une rivière de contournement (lorsque la modification ou l'équipement d'ouvrage existant n'est pas possible), etc. Cette sous-catégorie peut également inclure l'équipement d'ouvrage existant (ex : passage à faune) en dehors du site endommagé (mesure de requalification environnementale) -puisque prévu aussi pour les cours d'eau : « modification ou équipement d'ouvrage existant »- sous condition de la démonstration du respect des principes liés à la compensation et en particulier dans le cas présent au respect de la condition d'additionnalité.	Cette sous-catégorie ne concerne pas les passages faune du projet qui relèvent de la réduction. Un projet de corridor écologique doit s'inscrire dans un souci de valorisation des grands paysages et dans la dimension du SRCE à une échelle adaptée. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du corridor restauré, - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : g. Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2						
C2-1-g	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	De nombreux habitats ponctuels ou abris artificiels sont proposés par les pétitionnaires dans les dossiers de demande. Il peut s'agir : d'hibernaculums, de perchoirs/nichoirs artificiels chiroptères, de bermes aménagées pour reptiles, de plaques bétons pour reptiles, de nichoirs artificiels ou reposoirs oiseaux, de dispositif artificiel écrevisses, d'andains, d'apport de bois mort, d'aménagement de front sableux, de lieux de pontes, murets et tas de pierre divers, d'hôtels à insectes, de récifs artificiels, etc. Se distingue de la mesure R2.2I « installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité » qui n'est pas localisée sur un site de compensation.	Prise individuellement, toute action relevant de cette sous-catégorie ne peut pas constituer une mesure compensatoire à proprement parler. C'est pourquoi elle doit intervenir uniquement en complément d'une mesure de création / renaturation de milieu ou de restauration / réhabilitation de milieu. L'opportunité de la création de tels abris artificiels ou habitats ponctuels est à étudier précisément en lien avec les experts locaux ; en effet plusieurs cas ont été rapportés mentionnant que l'abri artificiel créé s'est transformé « en véritable piège » pour les spécimens. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées, - Suivi de la colonisation par les espèces ciblées, - Vérification de l'absence de mortalité d'autres espèces.	x	

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
Sous-catégorie : h. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)						
C2-1-h	Néant					
Sous-catégorie : i. Autre : à préciser.						
C2-1-i	Néant					
Type : C2 – Restauration / Réhabilitation						
Catégorie : 2. Actions spécifiques aux cours d'eau (lit mineur + lit majeur), annexes hydrauliques, étendues d'eau stagnantes, zones humides et littoraux soumis au balancement des marées						
Sous-catégorie : a. Reprofilage / Restauration de berges (y compris suppression des protections)						
C2-2-a	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Toute action visant à reprofiler des berges, à les restaurer et/ou à supprimer d'anciennes protections artificielles : - Reprofilage de berges (par exemple en pente douce), - Restauration de berges (techniques végétales de revégétalisation, protection par tressage, fascinage, plantation d'espèces ligneuses ou herbacées), - Suppression des protections artificielles (enrochements). Les berges concernées peuvent être des berges de cours d'eau mais également des berges d'étendues d'eau stagnantes (lacs, mares, etc.) ou enfin les côtes sableuses sur le littoral (dunes). Les actions de reconstitution de dunes par un reprofilage (qui peut nécessiter l'apport de matériaux extérieurs) font également partie de cette sous-catégorie.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de la stabilité des berges ainsi retravaillées et de la reconquête végétale des espaces aménagés, - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : b. Amélioration / entretien d'annexes hydrauliques / décolmatage de fond et action sur la source du colmatage						
C2-2-b	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à	Toute action visant à lutter contre l'accumulation de matière organique en décomposition qui peut atteindre une épaisseur importante comme par exemple : - remplacement d'une buse par un pont (augmentation de la transparence hydraulique), - enlèvement de la vase suite à une longue absence d'entretien. L'action peut également concerner les annexes hydrauliques activées par la force des marées.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du colmatage, - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
	son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)					
Sous-catégorie : c. Reconnexion d'annexes hydrauliques avec le cours d'eau / reconnexion lit mineur/lit majeur / Restauration de zones de frayères						
C2-2-c	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	- Suppressions de contraintes latérales au sein du lit mineur ou du lit majeur, - Tout dispositif permettant de restaurer un ennoiment temporaire de zones humides alluviales (ex : éloignement ou ouverture partielles de digues). Cette sous-catégorie comprend également des actions ayant pour but l'amélioration de la fonctionnalité de frayères (action permettant une connexion de l'annexe hydraulique avec les milieux aquatiques permanents sur une période plus longue ou action visant à optimiser une zone de submersion en prévision de la frai de certains poissons). Cette sous-catégorie comprend également des actions ayant pour but d'améliorer la transparence sédimentaire d'un site soumis aux marées via différents moyens tels que : - Retrait d'épis (ensemble de rochers disposés en cordons), - Suppression de cales.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution des secteurs et périodes « d'ennoiment », - Suivis de la frai (présence de ponte, d'alevins, espèces concernées, etc.) et des périodes de submersion des zones de frayères. - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	
Sous-catégorie : d. Restauration des conditions hydromorphologiques du lit mineur de cours d'eau						
C2-2-d	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à	Toute action visant à restaurer ou réhabiliter les conditions hydromorphologiques initiales du lit mineur de cours d'eau en mobilisant différents moyens tels que : - reméandrage pour agir sur la sinuosité et/ou la pente, - diversification des écoulements par diversification des faciès (seuils, mouilles), - recréation d'une partie de chenal de lit mineur, - reprofilage pour agir sur les profils en long ou en travers et/ou la pente et/ou sur les	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution des caractéristiques physiques du cours d'eau, - Suivis de l'évolution des inondations	x	

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
	son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	caractéristiques des habitats, - restauration partielle ou totale de l'espace de mobilité, du régime hydrologique, - retour du cours d'eau dans son thalweg d'origine, - suppression ou mise en dérivation de plans d'eau sur cours d'eau, - reconstitution d'un matelas alluvial biogène, etc.		- Suivis de l'évolution de la capacité d'accueil du cours d'eau pour la faune aquatique (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.		
Sous-catégorie : e. Restauration des modalités d'alimentation et de circulation de l'eau au sein d'une zone humide						
C2-2-e	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Cette sous-catégorie comprend des actions ayant pour but de retrouver une alimentation hydraulique plus naturelle (peut concerner par exemple des zones humides ayant été asséchées) : les comblements de drains et suppression de tout dispositif de drainage de sols hydromorphes (ex : comblement de fossés) ainsi que le comblement partiel ou total de plan d'eau, de ballastières sont particulièrement visés. Elle peut également comprendre des comblements de brèches au niveau de pannes arrière dunaires ou l'action opposée consistant à laisser des brèches se former afin de dépolderiser des sites (laisser la mer immerger certains sites arrière-littoraux, qui étaient initialement des marais saumâtres et ont été mis hors d'eau par l'édification de digues de polder). Pour agir sur les drains enterrés, il est nécessaire de les « casser » mécaniquement à intervalle ou de les enlever ou d'agir sur l'exutoire (à déterminer au cas par cas en fonction du type de sol). Des seuils (ou micro-barrages) peuvent être positionnés au sein des fossés lorsque ces derniers ne sont pas rebouchés.	Rappel : certaines zones humides (marais salants, étangs, etc.) qui accueillent une importante biodiversité sont dépendantes d'aménagements hydrauliques entretenus. Si l'action nécessite un apport de matériau de l'extérieur, il est nécessaire de prendre toutes les dispositions nécessaires afin de ne pas disséminer d'espèces exotiques envahissantes. Les niveaux des seuils et espacements entre seuils sont à vérifier et éventuellement à réajuster au regard des suivis engagés. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis piézométriques - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	
Sous-catégorie : f. Restauration de ripisylves existantes mais dégradées						
C2-2-f	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite	Comprend l'ensemble des actions menées au sein des ripisylves, afin d'en améliorer leur fonctionnalité ou leur état de conservation (régénération, plantations d'essences locales adaptées, etc.). Les ripisylves constituent des formations végétales qui se développent sur les bords des	La sous-catégorie peut être accompagnée de la mise en place de bandes rivulaires enherbées (cf. C1.1a). Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la	x	x

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
	à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotone). Elles sont constituées de peuplements particuliers du fait de la présence d'eau pendant des périodes plus ou moins longues (saule, aulnes, frêne, etc.)	compensation issue des lignes directrices.	mesure, - Suivis de l'évolution du milieu, - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.		
Sous-catégorie : g. Modification ou équipement d'ouvrage existant						
C2-2-g	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Les actions concernées visent la modification ou l'équipement d'ouvrages transversaux existants (ex : barrages, seuils, porte à marée totalement ou partiellement infranchissables) qui constituent des obstacles à la continuité sédimentaire et écologique d'un cours d'eau. Il peut s'agir d'une mesure de requalification environnementale d'anciens projets. La « suppression » d'ouvrage est à renseigner via la sous-catégorie suivante : « C2.2h - Arasement ou dérasement d'un obstacle transversal, d'un seuil, d'un busage ».	La mesure est « rattachable » à de la compensation uniquement si elle est mise en œuvre en dehors de l'emprise des actions prévues dans le cadre du projet. Si c'est le cas, il s'agit d'une mesure de réduction (ex : « dispositif de franchissement piscicole ») et non de compensation. Un travail d'intégration architecturale et paysagère doit être envisagé dans la modification des ouvrages. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis du passage des espèces piscicoles, - Suivis de l'évolution du transport solide, - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : h. Arasement ou dérasement d'un obstacle transversal, d'un seuil, d'un busage						
C2-2-h	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers	Il s'agit le plus souvent d'une mesure compensatoire spécifique aux cours d'eau. L'objectif est de rétablir la libre circulation des espèces aquatiques et le transport solide par effacement total (dérasement) ou partiel (arasement) de l'obstacle transversal existant ou enlèvement d'un busage se traduisant par une remise à ciel ouvert du cours d'eau mais aussi de restaurer l'ensemble de la zone influencée par l'ouvrage.	La mesure est « rattachable » à de la compensation uniquement si elle est mise en œuvre en dehors de l'emprise des actions prévues dans le cadre du projet. Si c'est le cas, il s'agit d'une mesure de réduction et non de compensation. Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis du passage des espèces aquatiques et de l'évolution du transport solide.	x	x

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
	une état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	Il peut s'agir d'une mesure de requalification environnementale d'anciens projets. La sous-catégorie peut également concerner les milieux littoraux (retrait d'épis, suppression de cales d'accès à la mer).	compensation issue des lignes directrices.			
Sous-catégorie : i. Aménagement d'un point d'abreuvement et mise en défens des berges ou de l'estran						
C2-2-i	Action sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (ex : fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion), visant à faire évoluer le milieu vers une état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité faisant appel à des travaux (terrassment, travaux hydrauliques, génie écologique, etc.)	La sous-catégorie comprend toute action visant à empêcher le piétinement du bétail au sein du lit mineur d'un cours d'eau ou dans une zone écologique sensible de l'estran (prés-salés notamment) : aménagement d'un abreuvoir (ex : pompe à nez) accompagné d'une mise en défens.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices. NB : le statut foncier de l'estran impose de garantir la libre circulation des piétons sur l'ensemble de la superficie. Les mises en défens sont alors réalisées avec des barrières rabattables (piquets flexibles), des barrières dures dans lesquelles sont ménagées des « trous d'homme » (chicanes, que les animaux ne savent pas emprunter), ou des passages à échelle.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution de la qualité écologique du cours d'eau en aval de la zone traitée, - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : k. Autre : à préciser						
C2-2-k	Néant					
Type : C3 – Évolution des pratiques de gestion						
Catégorie : 1. Abandon ou changement total des modalités de gestion antérieures						
Sous-catégorie : a. Abandon ou forte réduction de tout traitement phytosanitaire						
C3-1-a	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats.	Toute action permettant d'abandonner ou de limiter de façon drastique tout traitement par des phytosanitaires lors des actions de gestion ou d'exploitation du site de compensation. Plusieurs objectifs peuvent être associés à une telle action : améliorer globalement de la qualité de l'eau,	Cette sous-catégorie se distingue de la E3.2.a (absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires) car elle est mise en œuvre sur le site de compensation.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la	x	

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
		permettre le développement d'espèces messicoles, etc.		mesure, - Suivis de l'évolution du milieu, de la colonisation par des espèces messicoles, - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.		
Sous-catégorie : b. Abandon ou forte réduction de toute gestion : flot de senescence, autre (à préciser)						
C3-1-b	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats	Toute action permettant d'abandonner ou de réduire drastiquement l'exploitation d'espèces ligneuses. La sous-catégorie peut comprendre : - la conservation d'arbres isolés sans aucune exploitation, - l'abandon sur place arbres morts (au sein d'un contexte forestier ou pas), - la délimitation d'un flot de sénescence (aucune exploitation n'est possible), - la délimitation d'un flot de vieillissement (exploitation possible).	Dans le cas de la délimitation d'un flot de vieillissement, il est nécessaire de préciser le mode d'exploitation envisagé et le moment prévu pour cette exploitation. Plus que les autres, il s'agit d'une sous-catégorie dont les objectifs ne seront atteints qu'à long terme ; il est donc nécessaire de bien prendre en considération le temps d'atteinte des objectifs dans le dimensionnement de la mesure (calcul de l'équivalence quantitative).	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de la présence d'espèces indicatrices de l'ancienneté du milieu, d'insectes saproxyliques, etc.	x	x
Sous-catégorie : c. Changement des pratiques culturales par conversion de terres cultivées ou exploitées de manière intensive						
C3-1-c	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats	L'objectif recherché est une amélioration globale de la qualité écologique du milieu. Exemples : - Conversion d'une terre arable en prairie permanente fauchée et/ou pâturée, - Conversion d'une peupleraie en prairie permanente fauchée et/ou pâturée, - Conversion d'une peupleraie ou d'une plantation de résineux en forêt « naturelle ». Ces « conversions » passent par des actions déjà citées au sein de d'autres sous-catégories : coupe des espèces ligneuses, exportation des troncs, dessouchage, broyage, etc. Les actions peuvent s'étaler sur plusieurs années pour traiter correctement les rejets.	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (permettra d'évaluer la plus-value écologique), - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.) et actions techniques de réalisation de la mesure, - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de l'évolution des rejets de souches (dans le cas de la conversion d'une peupleraie) - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x
Sous-catégorie : d. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)						

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
C3-1-d	Néant					
Sous-catégorie : e. Autre : à préciser						
C3-1-e	Néant					
Catégorie : 2. Simple évolution des modalités de gestion antérieures						
Sous-catégorie : a. Modification des modalités de fauche et/ou de pâturage ou modification de la gestion des niveaux d'eau						
C3-2-a	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats	La sous-catégorie comprend : -La modification des modalités de fauche : dates de fauche et/ou du nombre de fauche. Les modalités de faucardage sont incluses dans les modalités de fauche. Et /ou -La modification des modalités de pâturage : choix des animaux utilisés au regard du milieu, nature du pâturage (fixe, tournant), pression, temporalité, etc. Tous les milieux peuvent être concernés (zones littorales incluses). Et /ou -La modification des modalités de gestion des niveaux d'eau : lorsque des ouvrages permettent la gestion du niveau de l'eau sur un secteur, une modification des dates d'ouverture et de fermeture de ces ouvrages, ainsi que des niveaux minimaux à maintenir, est de nature à apporter une amélioration de l'état de conservation des milieux concernés (ex : prairies alluviales le plus souvent).	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire, - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.), - Suivis de l'évolution du milieu (composition végétale avec mise en évidence qualitative et quantitative des espèces caractéristiques de l'habitat visé mais aussi des autres espèces indicatrices de l'évolution du milieu : espèces rudérales, ubiquistes, allochtones, envahissantes, caractéristiques d'un autre habitat que celui ciblé, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées (calendriers des dates de fauchage et /ou des périodes de pâturage à mettre en regard du suivi des milieux).	x	
Sous-catégorie : b. Mise en place de pratiques de gestion alternatives plus respectueuses des milieux (à préciser par le maître d'ouvrage)						
C3-2-b	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats	Cette sous-catégorie regroupe l'ensemble des pratiques agro-pastorales dites extensives. Exemples : bonnes pratiques agricoles ou sylvicoles, élagage des arbres, entretien des haies par lamier, curage « vieux fonds, vieux bords », etc. Tous les milieux peuvent être concernés (zones littorales incluses notamment dans les havres et les estuaires, dans les prés-salés).	Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire, - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.), - Suivis de l'évolution du milieu, - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	x

Code	Descriptif	Descriptif plus complet	Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	Modalités de suivi envisageables	Milieux naturels	Paysage
Sous-catégorie : c. Modification des modalités de gestion de la fréquentation humaine						
C3-2-c	Action qui permet d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats	Il s'agit ici des actions modifiant la fréquentation humaine sur le site de compensation si les modifications sont de nature à générer une amélioration de l'état de conservation du milieu. Exemples : pose de grille en entrée de site servant à l'hibernation des chiroptères et empêchant toute pénétration humaine, protection des crêtes de dunes en empêchant tout piétinement humain.	En général les limitations d'accès relèvent plutôt de l'accompagnement (A6.2d) sauf si la mesure apporte une véritable amélioration à la qualité de l'habitat (comme c'est le cas de la pose de grilles à l'entrée de site servant à l'hibernation des chiroptères). Les actions mises en œuvre font ensuite nécessairement l'objet de mesures de gestion conformément à la définition de la compensation issue des lignes directrices.	- État initial du site support de la mise en œuvre de la mesure compensatoire, - Tableau de suivi des actions administratives nécessaires à la mise en œuvre de la mesure (ex : acquisition de la parcelle, convention, etc.), - Suivis de la colonisation du site par la faune (à définir en fonction de l'objectif recherché), - Tableau détaillé des mesures de gestion et/ou d'entretien réalisées.	x	
Sous-catégorie : d. Respect des prescriptions d'un APG (à préciser)						
C3-2-d	Néant					
Sous-catégorie : e. Autre : à préciser						
C3-2-e	Néant					

RÉSUMÉ

Ce référentiel propose une liste d'environ 180 actions écologiques mobilisables pour reconquérir les fonctions et les habitats en zone humide. Ces actions écologiques ont été identifiées à partir de recherches bibliographiques et des connaissances des auteurs du référentiel.

Les actions écologiques sont déclinées en niveau plus ou moins détaillés et des définitions sont adjointes à chacune. Ce référentiel permet donc aux parties prenantes impliquées dans la conception et la mise en œuvre de programme d'actions écologiques, de disposer d'un inventaire de solutions techniques, non exhaustives, pour reconquérir les fonctions et les habitats des zones humides dégradées. Il leur permet également d'avoir un langage commun standardisé sur les actions écologiques. Des éléments de vigilance sont soulignés quant à la nécessité d'utiliser un tel référentiel avec précautions, en faisant notamment appel à des écologues spécialisés.

Une typologie est réalisée pour distinguer les actions écologiques entre elles : selon le compartiment sur lequel porte principalement l'action écologique (modèle topographique, réseau hydrographique, sol, communautés), le type de processus dont elles sont à l'origine (impulsion ou exploitation-entretien)... Cette typologie d'action écologique et des connaissances scientifiques générales dans le domaine de l'écologie de la restauration permettent d'évaluer la faisabilité de chaque action écologique (par ex. d'une bonne faisabilité à une faisabilité très aléatoire). La faisabilité de chaque action écologique est évaluée selon la probabilité que celle-ci soit bien mise en œuvre (par ex. nécessité de diagnostics approfondis préalables, haut niveau de connaissance des écologues associés) et selon la probabilité d'obtenir les résultats de celle-ci une fois bien réalisée. Ainsi, il est possible d'attirer l'attention des parties prenantes des programmes d'actions écologiques en zone humide sur le risque d'échec associé à chaque action écologique.

Une mise en correspondance des actions écologiques est réalisée avec un référentiel national d'actions écologiques et un autre référentiel international. Le présent référentiel d'actions écologiques s'avère plus précis que ces précédents référentiels. Il est proposé éventuellement de mettre en synergie ces travaux à l'avenir, d'étendre la démarche mise en œuvre ici sur d'autres sujets (par ex. référentiel centré sur les espèces en zone humide et au-delà, en tenant compte des particularités de l'Outre-mer), de mettre à jour ce référentiel selon les connaissances accumulées au cours du temps, les retours critiques, les apports de l'innovation...

PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)
Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel
Jardin des Plantes
CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
www.patrinat.fr

