ONEMA
Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

Guides et protocoles

GUIDE
de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des **zones humides**

ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
biotope
UNIVERSITÉ Grenoble Alpes
UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS TOURS
irstea

Ce document présente la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides et son utilisation.

L'application de la méthode se fait via un tableur qui est fourni librement avec cette méthode.

Pour connaître les fondements théoriques, scientifiques et techniques de la méthode, le lecteur se reportera au rapport de Gayet *et al.* (2016) qui est appelé fréquemment dans le texte.

Ce guide, le tableur et le rapport sont téléchargeables sur le site de l'Onema (http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles) et du MNHN (http://spn.mnhn.fr/servicepatrimoinenaturel/publications/rapports_spn). Le format original est en A4 mais il est possible de l'imprimer en A5 pour plus de facilité sur le terrain (« Partie B - Notice »).

Les sites utilisés en illustration dans ce document sont utilisés à des fins de communication sans présager nécessairement l'existence ou la connaissance de quelconques mesures d'aménagement envisagées ou de compensation connues. Leur utilisation en illustration de ce document n'implique pas nécessairement que des visites sur le terrain ont eu lieu sur ces sites. Ils sont choisis à des seules fins illustratives.

GUIDE
de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des **zones humides**

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G.

Auteurs et **contributeurs**

Auteurs

- Guillaume Gayet (ggayet@mnhn.fr) et Juliette Gaillard sous la direction de Geneviève Barnaud (barnaud@mnhn.fr) et Julien Touroult (touroult@mnhn.fr) (MNHN)
- Florence Baptist (fbaptist@biotope.fr), Laurent Baraille (lbaraille@biotope.fr), Claire Poinsot (cpoinsot@biotope.fr), Fabien Quétier (fquetier@biotope.fr) (Biotope)
- Pierre Caessteker (pierre.caessteker@onema.fr) (Onema)
- Jean-Christophe Clément (jean-christophe.clement@univ-grenoble-alpes.fr) (Université Grenoble Alpes) ;
- Stéphanie Gaucherand (stephanie.gaucherand@irstea.fr)
- Francis Isselin-Nondedeu (francis.isselin@univ-tours.fr) (département d'Aménagement et Environnement, Ecole Polytechnique de l'Université François Rabelais et UMR CNRS 7324 équipe IPAPE)

Contributeurs

- Emmanuel Perez, Claudia Etchecopar Etchart (stagiaire en 2011), Lise Martin (stagiaire en 2012), Stéphanie Longa (stagiaire en 2014), Fanny Giraud (stagiaire en 2015) (Dir Onema de Metz)
- Colas Boudet, Mikael Le Bihan, Bruno Le Roux, Oriane Simon (stagiaire en 2014) (Dir Onema de Rennes)
- Emilie Dubois, Thomas Schwab, Catherine Juhel (stagiaire en 2015), Claire Delange (stagiaire en 2016) (Dir Onema de Compiègne)
- Christian Cordelier, Jean-Marie Hamonet, Jean-Pierre Mercier, Pilar Durantez-Jimenez (stagiaire en 2015) (Dir Onema de Toulouse)
- Armelle Dausse, Gilbert Miossec, Oriane Simon (Forum des Marais Atlantiques)
- Nicolas Patry, Olivier Pelegrin (Biotope)
- Bastien Coïc (Muséum national d'Histoire naturelle)
- Perrine Vermeersch pour le Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema) comme interlocutrice principale auprès des directions régionales : Cerema/Dter Ouest: Maryse Ganne et Adrien Lenfant ; Cerema/Dter Méditerranée : Agnès Rosso-Darmet et Patricia Detry ; Cerema/Dter Centre Est : Virginie Billon et Joris Biaunier ; Cerema/Dter Nord Picardie : Julien Koesten
- Kira Buelhoff, Delphine Jaymond (stagiaires en 2015) (Irstea)
- Clément Deloison, Aymeric Loisy (stagiaires en 2015, Département Aménagement et Environnement, Ecole Polytechnique de l'Université François Rabelais de Tours).

Les partenaires techniques sont les organismes qui ont participé à l'élaboration de la méthode en testant les prototypes intermédiaires avant la version finale, en proposant des améliorations sur les prototypes de méthode et/ou en mettant à disposition des sites pour que la méthode puisse y être testée.

Faites parvenir tout retour critique à cette adresse mail : ggayet@mnhn.fr.

Les retours critiques sont vivement encouragés afin de compléter la méthode dans le futur.

Résumé

Les engagements pris par l'État français au titre de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau (DCE) reposent sur deux principes majeurs :

- Prévenir toute dégradation supplémentaire de l'état des écosystèmes aquatiques, terrestres et des zones humides qui en dépendent directement ;
- Préserver les écosystèmes aquatiques (Registre des zones protégées-DCE) et en améliorer l'état par la reconquête du bon état des eaux.

En conséquence, concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental » suppose de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (dite « ERC ») et de connaître la réglementation s'y afférant (voir lignes directrices dans CGDD et DEB 2013).

Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques des zones humides (ZH) sont souvent mises en avant dans les politiques publiques de préservation des milieux naturels. Face à ce constat, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021 prescrivent désormais que les projets d'installation, ouvrages, travaux ou activités (IOTA) entraînant une détérioration partielle ou totale de ZH doivent être accompagnés de mesures compensatoires permettant la restauration, la réhabilitation et la création de ZH équivalentes d'un point de vue fonctionnel. En conséquence, concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental » suppose de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (dite ERC), de connaître la réglementation s'y afférant ainsi que les fonctions vraisemblablement réalisées dans ces zones humides.

Cette méthode nationale permet une évaluation rapide des fonctions des zones humides continentales (au sens de l'Art. L.211-1 du Code de l'environnement) en France métropolitaine et de vérifier qu'un certain nombre de principes de la compensation sont bien respectés.

La méthode a été conçue sur la base d'un mécanisme d'allers-retours entre des recherches bibliographiques, le test de prototypes de méthode (sur environ 220 sites) et la révision de la méthode sur la base des retours critiques des partenaires.

Trois fonctions hydrologiques, cinq fonctions biogéochimiques et deux fonctions en rapport avec l'accomplissement du cycle biologique des espèces sont évaluées. L'évaluation de ces fonctions est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (sa zone contributive, sa zone tampon, son paysage et aussi éventuellement le cours d'eau associé).

Les informations relevées durant l'évaluation sur un site impacté et un site de compensation permettent de renseigner deux diagnostics :

- le diagnostic de contexte permet de vérifier que les conditions sont bien réunies pour que l'équivalence fonctionnelle puisse être évaluée avec cette méthode : est-il pertinent de comparer les fonctions sur le site impacté et sur le site de compensation ?
- le diagnostic fonctionnel permet d'apprécier l'intensité probable de chaque fonction par l'intermédiaire d'une batterie d'indicateurs.

Le résultat des évaluations sur le site impacté avant et après impact et sur le site de compensation avant et après action écologique permet d'évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle, indicateur par indicateur, fonction par fonction, à l'issue des mesures de compensation.

Une notice et un tableur sont associés à la méthode pour l'appliquer et afficher le résultat de l'évaluation. Cette méthode a vocation à être mise à jour, complétée et révisée dans le futur.

Ce guide s'adresse à un public technique en charge de la réalisation, de l'instruction ou de la rédaction d'avis techniques de dossier « loi sur l'eau » portant sur les zones humides.

Sommaire général

Résumé 3

Introduction générale 6

1 Contexte national 6

2 Objectif de la méthode 7

3 Public visé par la méthode 9

4 Zones humides ciblées par la méthode et préalables indispensables à son application 9

5 Définition de l'objet d'étude 10

6 Fonctions évaluées par la méthode 11

7 Une méthode conçue pour être opérationnelle 13

8 Résultats obtenus après l'application de la méthode 14

PARTIE A - La méthode 15

1 Démarche adoptée pour concevoir la méthode 18

2 Zones prises en compte pour évaluer les fonctions 21

3 Contenu de la méthode 24

4 Application des diagnostics pour évaluer l'équivalence fonctionnelle dans le cadre de la compensation d'impacts sur les zones humides 44

5 Limites de la méthode 50

6 Perspectives 52

PARTIE B - Notice pour renseigner le tableur 63

Procédure générale, matériels, informations et logiciels requis, bibliographie 68

1 Informations à renseigner au bureau avant les prospections sur le terrain 72

2 Informations à renseigner sur le terrain 146

3 Informations à renseigner au bureau suite aux prospections sur le terrain 164

PARTIE C - L'interprétation du résultat pas à pas 169

1 Parti-pris pour la représentation des résultats à l'issue de l'application de la méthode 170

2 Utilisation du tableur 171

3 Approche globale préconisée pour évaluer des mesures de compensation 173

4 L'évaluation des mesures de compensation pas à pas 175

Remerciements 186

Introduction générale

1. Contexte national

Les engagements pris par l'État français au titre de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau (DCE) reposent sur deux principes majeurs :

- prévenir toute dégradation supplémentaire de l'état des écosystèmes aquatiques, terrestres et des zones humides qui en dépendent directement ;
- préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques par la reconquête du bon état des eaux.

En conséquence, concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental[1] » suppose de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (dite ERC) et la réglementation afférante. En effet, cette séquence constitue le socle commun des procédures environnementales d'instruction des projets (par ex. études d'impact, défrichement, loi sur l'eau, Natura 2000, espèces protégées).

Sur les zones humides, l'ensemble de ces procédures environnementales exige :

- **la réalisation d'un état initial de la zone humide faisant l'objet d'un projet d'installation, ouvrages, travaux ou activités (IOTA) ;**
- **l'évaluation des impacts directs et indirects dudit projet sur la zone humide ;**
- **et enfin la recherche de mesures d'évitement, de réduction et de compensation par le maître d'ouvrage (Annexe 1 p. 54).**

À titre d'exemple, les principes réglementaires régissant les modalités de compensation des atteintes aux milieux naturels sont décrits dans l'article R.122-14 §II du Code de l'environnement. Ce dernier énonce que « les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects, du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits ». Il ajoute qu'« elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci, afin de garantir ses fonctions de manière pérenne » et qu'elles « doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux ».

La notion de compensation des atteintes au milieu naturel existe depuis 1976. **Néanmoins, la mise en œuvre sur le terrain de mesures de compensation écologique est relativement récente et soulève des questions tant foncières que juridiques, économiques, sociétales, scientifiques et techniques (Onema 2015a).**

Dès 2012, dans le cadre d'un groupe de travail multi-acteurs, le ministère chargé de l'environnement a publié la doctrine nationale sur la séquence ERC[2] rendant explicites les grands principes qui sous-tendent les différentes procédures réglementaires en vigueur. Elles ont pour but d'améliorer la mise en œuvre de la séquence ERC tant par les maîtres d'ouvrages que par les services de l'État. Elles proposent des principes et des méthodes lisibles et harmonisées au niveau national sur la mise en œuvre de cette séquence (CGDD et DEB 2013). Ces derniers doivent ainsi définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque c'est nécessaire et possible, compenser les impacts négatifs résiduels significatifs sur l'environnement[3].

[1] La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du « Grenelle de l'environnement » indique que les procédures de décision publique doivent permettre de « privilégier les solutions respectueuses de l'environnement, en apportant la preuve qu'une décision alternative plus favorable à l'environnement est impossible à coût raisonnable » et de limiter la consommation des surfaces agricoles, forestières et naturelles. Dans cet esprit, le projet déposé par un maître d'ouvrage doit présenter, au regard des enjeux en présence, le moindre impact sur l'environnement à un coût raisonnable.

[2] Doctrine nationale ERC (2012) et lignes directrices (2013) : http://www.developpement-durable.gouv.fr/Eviter-reduire-et-compenser-les,46019.html

[3] Le caractère « significatif » ou « notable » d'un impact fait l'objet d'une définition propre à chaque réglementation. Le terme significatif est celui employé dans les lignes directrices nationales concernant la séquence « éviter, réduire, compenser » et les impacts sur les milieux naturels du CGDD et DEB (2013). On parle aussi parfois d'impacts acceptables sur le milieu, en tant qu'impacts suffisamment faibles pour ne pas devoir nécessairement être compensés.

Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021 prescrivent également que les IOTA détériorant partiellement ou totalement des zones humides doivent s'accompagner de mesures compensatoires qui restaurent, réhabilitent ou créent des zones humides équivalentes sur le plan des fonctions. À défaut, un pourcentage en surface de zones humides à compenser est défini par grand bassin hydrographique.

Les analyses rétrospectives des mesures compensatoires mises en oeuvre suite aux atteintes générées sur le patrimoine naturel (Ministère en charge de l'environnement 2010, Etchecopar Etchart 2011, Martin 2012) soulignent les difficultés rencontrées par les parties prenantes pour mettre en œuvre la séquence ERC. Les nombreux manques relevés dans les études soulignent l'absence, dans les dossiers « loi sur l'eau » notamment, d'un état initial complet et satisfaisant des zones humides impactées par les IOTA, alors que celui-ci est indispensable pour bien connaître leur fonctionnement hydrogéomorphologique, les habitats, la faune et la flore présentes. Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques des zones humides sont souvent mises en avant dans les politiques publiques de préservation des milieux naturels vu les services rendus à la société. **Elles sont néanmoins rarement évaluées, du fait de l'absence de méthode d'évaluation applicable sur l'ensemble du territoire, notamment durant l'instruction des dossiers « loi sur l'eau »**. Pourtant, ces données sont à la fois nécessaires pour évaluer les impacts des IOTA sur les zones humides et définir les mesures d'évitement, de réduction et de compensation à mettre en œuvre. L'expérience montre d'ailleurs que des maîtres d'ouvrage négligent encore la nécessité de bien intégrer l'évaluation des fonctions lors des phases en amont de la conception des projets et que ceci les amène à prendre des risques juridiques en proposant des méthodes de dimensionnement ou des sites de compensation inadaptés. Les contentieux se sont même multipliés ces dernières années.

À ce titre, les synthèses de Barnaud *et al.* (2013) et Barnaud *et al.* (in prep.) montrent que des méthodes d'évaluation rapide (« *Rapid Assessment Methods* », RAM) existent pour évaluer les fonctions des zones humides, en particulier aux États-Unis d'Amérique. Bien que certaines soient compatibles avec les moyens humains dédiés à la caractérisation des zones humides et l'évaluation de leurs fonctions, leur application en France reste extrêmement limitée. Des tests réalisés par l'Irstea (Gaucherand *et al.* 2015) et ses partenaires dans l'Isère ont montré que les RAM ne pouvaient pas être appliquées telles quelles en France car elles utilisent généralement comme état de référence des milieux sauvages et complètement vierges, c'est-à-dire quasiment jamais influencés par les activités humaines (Schwoertzig 2011, Riverain *et al.* 2012, Gaucherand *et al.* 2015). Or, en France, les zones humides sont pratiquement toutes sous l'influence directe ou indirecte des activités humaines depuis plusieurs décennies ou siècles. **Les méthodes d'évaluation basées sur des états de référence issues des États-Unis ne sont donc pas pertinentes en France.**

2. Objectif de la méthode

L'objectif est de proposer une méthode d'évaluation des fonctions associées aux zones humides applicable tout au long des phases de conception puis de réalisation d'un projet et conduisant au choix de mesures « éviter, réduire, compenser » pertinentes. Il s'agit ainsi de permettre la conception de projets de « moindre impact environnemental » par les maîtres d'ouvrage, de faciliter leur instruction par les services de l'État et de renforcer la sécurité juridique des actes administratifs les autorisant.

En évaluant l'évolution vraisemblable des fonctions des zones humides, soit avant/après les impacts d'un projet d'installation, ouvrages, travaux ou activités, soit avant/après la réalisation d'action écologique (Encadré 1 p. 9), la méthode permet *in fine* de comparer les pertes écologiques engendrées par un projet au droit des zones humides impactées d'une part, avec les gains écologiques obtenus au droit des zones humides faisant l'objet de mesures de compensation d'autre part (Figure 1 p. 8).

Cette méthode doit donc répondre à la question suivante : **les pertes fonctionnelles sur le site impacté sont-elles compensées par les gains fonctionnels sur le site de compensation après la mise en œuvre des mesures compensatoires ?**

Un préalable indispensable avant de répondre à cette question est de vérifier que les fonctions sur la zone humide faisant l'objet d'un impact sont bien comparables avec celles de la zone humide faisant l'objet d'action écologique (par ex. composantes physiques et anthropiques similaires). En bref, il s'agit de vérifier que l'on compare les fonctions de deux zones humides qui sont bien comparables entre elles.

Cette méthode permet ainsi :

- **d'harmoniser sur l'ensemble du territoire français métropolitain, les modalités de caractérisation des fonctions associées aux zones humides et donc de réalisation d'un état initial ;**
- **d'alerter sur la présence de certains enjeux associés aux zones humides impactées ;**
- **d'en déduire l'ampleur et l'intensité probables des impacts du projet sur ces fonctions ;**
- **et enfin d'adapter, au cas par cas, les choix techniques à effectuer pour la réalisation du projet et les mesures de réduction et de compensation à proposer.**

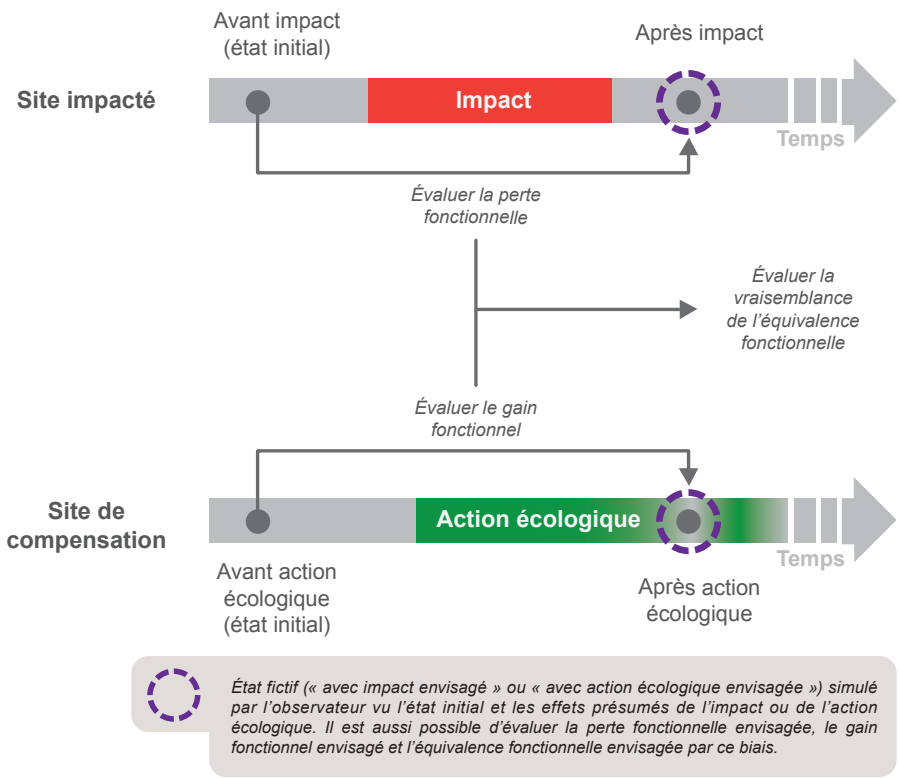


Figure 1. *Mobilisation de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides tout au long de la séquence « éviter, réduire, compenser » sur le site impacté et sur le site de compensation. Des actions écologiques liées à la mise en œuvre des mesures compensatoires sont présentées dans l'Annexe 2 (p. 57) et l'Encadré 1 (p. 9).*

Alors qu'un cadre réglementaire prévoit bien la mise en place de mesures de compensation écologique, il n'existe pas pour l'instant de définition commune à l'ensemble des procédures : étude d'impact, loi sur l'eau, incidence Natura 2000, dérogation à la destruction d'espèces protégées, défrichement, etc. ni de méthode réglementaire d'évaluation des besoins et de réponse de compensation. Néanmoins, le dimensionnement et la mise en œuvre des mesures de compensation doivent respecter plusieurs principes édictés dans le Code de l'environnement et s'appliquent aux procédures « loi sur l'eau », étude d'impacts, Natura 2000 et espèces protégées (Annexe 3 p. 58). Ces principes ont pour objectif de répondre aux obligations de moyen et de résultat qui incombent à ces mesures : proportionnalité, équivalence, proximité géographique et temporelle, faisabilité, efficacité, pérennité, additionnalité et cohérence (Annexe 4 p. 60).

La méthode d'évaluation des fonctions associées aux zones humides ne permet pas de répondre à l'ensemble de ces principes ni de dimensionner les mesures de compensation à mettre en œuvre selon les projets concernés. Seuls les principes d'équivalence fonctionnelle, d'efficacité, de proximité géographique et d'additionnalité écologique sont au moins partiellement abordés dans cette méthode (Annexe 4 p. 60). Des travaux sont prévus dans le futur pour répondre aux autres principes de la compensation écologique et compléter cette méthode.

Cette méthode ne se substitue en aucun cas aux autres réglementations sur la protection de la nature pour répondre en partie aux enjeux des directives Habitats-Faune-Flore et Oiseaux. L'ambition vise à prendre en considération l'aspect fonctionnel des zones humides, qu'ils soient ordinaires, dégradés ou remarquables, indépendamment de la valeur patrimoniale des milieux et espèces présents. L'évaluation des fonctions impactées et leur compensation éventuelle ne traite ni ne remplace les évaluations d'incidence (Natura 2000, sur les habitats et espèces ayant justifié la désignation d'un site), les études d'impacts et les dossiers de dérogation pour atteinte aux espèces et habitats d'espèces protégées.

Encadré 1. Définition des actions écologiques éligibles à la compensation écologique (CGDD et DEB 2013)

Les mesures compensatoires font appel à une ou plusieurs actions écologiques : restauration ou réhabilitation, création de milieux et/ou, dans certains cas, évolution des pratiques de gestion permettant un gain substantiel des fonctions sur le site de compensation.

La restauration et la réhabilitation se définissent comme un ensemble d'actions mises en œuvre sur un milieu dégradé par l'homme ou par une évolution naturelle (par ex. fermeture d'un milieu par développement des espèces ligneuses suite à un abandon de gestion) et visant à faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son fonctionnement ou à la biodiversité, conformément aux objectifs assignés à la compensation écologique par les parties prenantes qui interviennent en amont de leur mise en œuvre. La création de milieux est également envisageable en termes de mesures compensatoires et vise à créer des milieux sur un site où ils n'existaient pas initialement. Enfin, l'évolution des pratiques de gestion peut être proposée au titre de la compensation dès lors qu'elle permet un gain substantiel des fonctions du site. Elle doit permettre d'assurer une gestion optimale d'un milieu, des espèces et de leurs habitats.

Des mesures d'accompagnement peuvent être proposées en complément des mesures compensatoires (ou de mesures d'évitement et de réduction) pour renforcer leur pertinence et leur efficacité, mais elles ne sont pas en elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation. À noter par ailleurs que ces mesures ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire ou législatif obligatoire.

3. Public visé par la méthode

La méthode est principalement à l'intention des maîtres d'ouvrage et des agents des bureaux d'études qui les accompagnent dans la conception de projets de moindre impact environnemental. Par ailleurs, la méthode peut aussi être utilisée par les agents des services de l'État et de l'Onema, pour effectuer des vérifications sur les projets mis en œuvre par les maîtres d'ouvrage.

Elle est destinée à un public technique qui ne doit pas nécessairement être spécialiste ou expert dans un domaine particulier (par ex. hydrologie, botanique, pédologie) même s'il doit disposer de connaissances élémentaires concernant l'écologie des zones humides, la pédologie et la géomatique (utilisation de système d'information géographique).

4. Zones humides ciblées par la méthode et préalables indispensables à son application

Les zones humides correspondent aux « *terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* » (Art. L.211-1 du Code de l'environnement précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié).

La méthode est applicable sur ces zones humides en France métropolitaine, à l'exception du lit mineur des cours d'eau, de la zone de pleine eau des lacs, de la zone inondée des grandes étendues d'eau stagnantes telles que les étangs et gravières, des milieux saumâtres et salés littoraux.

Les zones humides étant des écosystèmes de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, le champ d'application de la méthode inclut potentiellement une très grande variété d'écosystèmes (par ex. prairies humides, forêts humides, écosystèmes tourbeux). **Néanmoins, cette méthode s'applique seulement aux zones humides continentales**. Par exemple, elle ne peut pas être appliquée sur les zones humides sous influence marine. Des travaux complémentaires sur ces zones humides sont prévus dans le futur.

Enfin, la méthode ne permet pas d'identifier le caractère humide (ou non) d'un site. Il s'agit là d'une étape préalable, indispensable avant l'application de la méthode. Les critères de définition et de délimitation des zones humides sont détaillés dans l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement. Le portail national d'accès aux informations sur les zones humides et divers manuels abordent le sujet de l'identification et de la délimitation des zones humides dans le cadre de l'application de la réglementation[4] (MEDDE et INRA 2013).

5. Définition de l'objet d'étude

Dans le cadre de la mise en œuvre des mesures compensatoires en zones humides, la méthode peut être appliquée sur deux sites distincts : le site impacté et le site de compensation (Figure 1 p. 8). Les deux sites sont en zones humides selon l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié en octobre 2009 et en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement.

Le site qui fait l'objet d'un projet IOTA et pour lequel les fonctions risquent d'être altérées voire détruites est appelé « site impacté ». Il faut distinguer :

- **« le site avant impact »**, qui correspond à l'état observé du site avant la mise en œuvre du projet d'installations, d'ouvrages, de travaux et/ou d'activités ;
- **« le site avec impact envisagé »**, qui correspond à l'état du site simulé par l'observateur (représentation fictive) après la mise en œuvre du projet d'installations, d'ouvrages, de travaux et/ou d'activités envisagés ;
- **« le site après impact »**, qui correspond à l'état observé du site après la mise en œuvre du projet d'installations, d'ouvrages, de travaux et/ou d'activités, et après la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction.

Le site susceptible de faire l'objet d'actions écologiques au titre de mesures de compensation (pour compenser les fonctions perdues sur le site impacté) est appelé « site de compensation ». Il faut distinguer :

- **« le site de compensation avant action écologique »**, qui correspond à l'état observé du site avant la mise en œuvre des actions écologiques ;
- **« le site de compensation avec action écologique envisagée »**, qui correspond à l'état du site simulé par l'observateur (représentation fictive) après la mise en œuvre des actions écologiques envisagées ;
- **« le site de compensation après action écologique »**, qui correspond à l'état observé du site après la mise en œuvre des actions écologiques.

[4] Portail national d'accès aux informations sur les zones humides - http://www.zones-humides.eaufrance.fr/identifier/delimiter-pour-la-reglementation.

6. Fonctions évaluées par la méthode

Définition

De nombreuses définitions existent pour le terme « fonction », avec des différences notables selon les sources. Ici, le parti pris est de considérer les fonctions au sens des définitions fournies par Maltby *et al.* (1996) et Smith *et al.* (1995). 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. L'intensité des fonctions, et dans certains cas la nature des fonctions réalisées par les zones humides, résultent notamment de leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, de la position des zones humides dans leur bassin versant, du paysage environnant, du type de système hydrogéomorphologique et de leurs interactions (Figure 2).

Dans cette méthode, aucune considération n'est portée aux services et valeurs associés aux zones humides (bénéfices et dommages pour la société), ni à l'état de conservation des zones humides (dégradation au regard de standards écologiques, sociétaux et politiques).

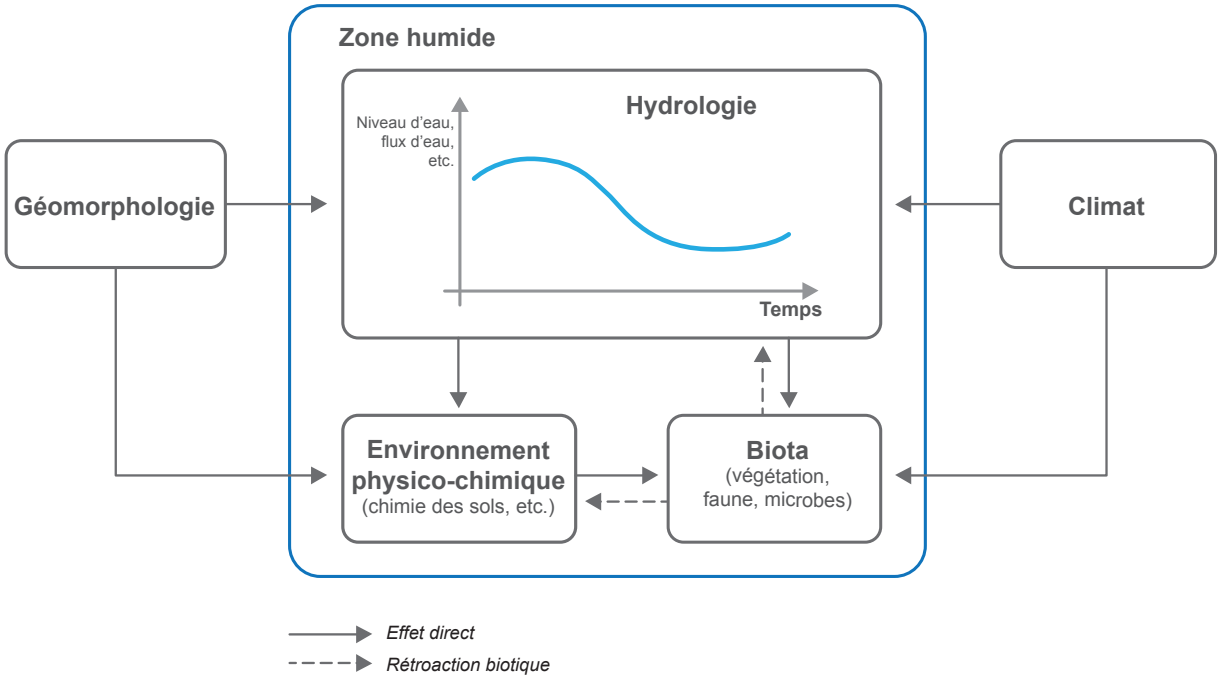


Figure 2. *Déterminants du fonctionnement général d'une zone humide (modifié d'après Fustec et Lefeuvre 2000 issu de NRC 1995).*

Fonctions et sous-fonctions évaluées par la méthode

Il est crucial de noter que la méthode évalue l'intensité des fonctions « vraisemblablement réalisées » et non celle des fonctions « effectivement réalisées ». En effet, ces dernières ne peuvent être évaluées que dans le cadre d'une étude scientifique s'appuyant sur une instrumentation poussée de la zone humide.

Les trois grandes fonctions évaluées par la méthode sont : la fonction hydrologique, la fonction biogéochimique et la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces.

Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces sont déclinables en sous-fonctions difficiles à évaluer de manière exhaustive. Avec une telle méthode, il est évidemment impossible d'évaluer l'ensemble des sous-fonctions associées aux zones humides et des choix ont dû être effectués (Encadrés 2 et 3 p. 12). Les sous-fonctions retenues sont le résultat d'une réflexion menée par les partenaires associés à la conception de la méthode.

Au cours de cette réflexion, ont été identifiées des sous-fonctions pour lesquelles :

- **les zones humides portent le plus souvent un rôle prépondérant comparativement aux autres milieux selon les acteurs impliqués dans leur gestion ;**
- **la littérature scientifique est suffisamment abondante pour proposer des indicateurs qui reflètent le plus pertinemment possible leur réalisation ;**
- **l'évaluation semble possible par le biais d'une telle méthode.**

Les sous-fonctions évaluées par la méthode sont les suivantes. Elles sont décrites plus précisément dans Gayet *et al.* (2016).

Fonction hydrologique

Ralentissement des ruissellements : évaluer le ralentissement des écoulements d'eau en surface (flux liquides).

Recharge des nappes : évaluer l'infiltration des eaux de surface en profondeur dans le sol (flux liquides souterrains).

Rétention des sédiments : évaluer le captage des sédiments qui transitent avec les ruissellements et la rétention des particules solides présentes dans la zone humide (flux solides érosifs ou particulaires).

Encadré 2. ***Sous-fonction hydrologique non évaluée dans le cadre de cette méthode : l'exemple du soutien d'étiage***

Le soutien d'étiage, c'est-à-dire la capacité d'une zone humide à restituer les eaux souterraines retenues dans le sous-sol vers le lit mineur du cours d'eau en période de basses eaux n'est pas évaluée avec cette méthode. Des difficultés ont en effet été rencontrées pour identifier des paramètres fiables permettant de documenter la réalisation de cette sous-fonction avec une telle méthode.

Fonction biogéochimique

Dénitrification des nitrates : évaluer la transformation des nitrates (NO_3^-) en azote gazeux dans l'atmosphère (N_2O, NO, N_2) par dénitrification.

Assimilation végétale de l'azote : évaluer la capacité de la végétation à assimiler l'azote et à le retenir temporairement.

Adsorption, précipitation du phosphore : évaluer le processus de rétention du phosphore par le biais de mécanismes d'adsorption et de précipitation dans le sol.

Assimilation végétale des orthophosphates : évaluer la capacité de la végétation à assimiler les orthophosphates et à les retenir temporairement.

Séquestration du carbone : évaluer l'importance de la séquestration du carbone dans les végétaux et dans les sols.

Encadré 3. ***Sous-fonctions biogéochimiques non évaluées dans le cadre de cette méthode : les exemples de la rétention des matières en suspension et de la rétention/transformation des phytosanitaires***

La rétention des matières en suspension par les zones humides n'est pas évaluée. La bibliographie permettant d'évaluer simplement cette sous-fonction, et ce au regard des impératifs opérationnels de la méthode, fait défaut. Le peu de bibliographie connue semblerait indiquer que cette sous-fonction soit très souvent corrélée aux sous-fonctions de ralentissement des ruissellements et de rétention des sédiments.

La rétention et la transformation des produits phytosanitaires par les zones humides ne sont pas évaluées. En effet, la diversité de ces composés et leurs formes sont telles que leur intégration dans la méthode nécessiterait un travail préalable pour identifier les composés pertinents à évaluer, en tenant compte notamment des connaissances scientifiques décrivant la dynamique propre à chacun dans l'environnement.

Fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces

Support des habitats : évaluer la composition et la structure des habitats pour décrire leur capacité à accueillir des espèces autochtones afin qu'elles y accomplissent tout ou partie de leur cycle biologique (les espèces protégées ne sont pas prises en compte dans le cadre de cette méthode, voir p. 9).

Connexion des habitats : évaluer la connectivité (inverse de l'isolement) des habitats et décrire les possibilités de déplacement des espèces autochtones.

7. Une méthode conçue pour être opérationnelle

La conception de la méthode était soumise à des impératifs présentés ci-dessous. Le respect de ces impératifs a été vérifié au cours de nombreux tests effectués grâce à l'application de prototypes de méthode sur le terrain (voir Gayet *et al.* 2016).

Pragmatisme

La méthode doit être pragmatique, opérationnelle et adaptée à des situations variées. Les tests réalisés tout au long de l'élaboration de la méthode ont permis d'améliorer grandement les outils mis à disposition en termes de lisibilité et d'opérationnalité (par ex. amélioration de la clef EUNIS[5], de la clef de détermination des systèmes hydrogéomorphologiques, des modalités de description des sols et de délimitation de la zone contributive). Les retours des utilisateurs de la méthode confirment sa prise en main facile.

Rapidité de mise en œuvre

Plusieurs contraintes imposent que la méthode puisse être appliquée sur un site avec un temps réduit. Les moyens mis à disposition des bureaux d'étude par les maîtres d'ouvrage ou prévus par la règlementation permettent le plus souvent de réaliser seulement une évaluation relativement simple du résultat des actions mises en œuvre, avec une disponibilité en moyens humains et techniques relativement réduite. **Par ailleurs, la mise en place d'un permis unique réduisant les délais d'instruction des projets a orienté le fait que la méthode puisse être mise en œuvre en une journée au maximum, sur un site d'une superficie allant jusqu'à 5 ha[6] par deux observateurs.** Pour appliquer la méthode sur un site à un instant *t*, trois étapes successives sont nécessaires : une première au bureau, une seconde sur le terrain et une dernière au bureau pour finaliser l'évaluation. Le temps de trajet pour se rendre sur le site n'est pas pris en compte.

L'analyse du temps passé lors de l'application du prototype de méthode 2015 sur des sites d'une superficie inférieure à 5 ha indique un temps moyen de 3 h 53 min pour appliquer la méthode dans sa totalité (nombre de sites évalués avec le prototype de méthode 2015 : 106). Ce temps varie principalement selon la superficie des sites, le nombre d'habitats dans les sites, etc. Par exemple, plus le site est grand, plus le site contient un nombre important d'habitats, plus le temps passé pour appliquer la méthode est important. Cette méthode peut largement être considérée comme rapide selon les critères de Fennessy *et al.* (2007) en particulier pour les sites ne dépassant pas 5 ha.

Objectivité et reproductibilité

Deux observateurs avec le niveau de compétences requis pour appliquer la méthode sur un même site à un instant *t* doivent parvenir à des résultats similaires. Pour limiter les biais liés à l'observateur, l'évaluation des fonctions réalisée par la méthode repose sur des éléments factuels et mesurables. La reproductibilité inter-individuelle du prototype de méthode 2015 a été évaluée en comparant les résultats de dix sites évalués par deux observateurs à l'Irstea (Buelhoff et Jaymond 2015). La version finale de cette méthode a été améliorée afin de réduire au maximum les quelques biais relevés.

Indépendance maximale à la phénologie et aux variations saisonnières

Les études de terrain nécessaires à la conception des projets d'aménagement par les maîtres d'ouvrage puis à l'instruction des projets par les services de l'État se déroulent sans interruption tout au long de l'année. C'est pour cette raison que la

[5] Classification européenne des habitats terrestres et d'eau douce issue de Davies et al. *(2004), niveau 1 et 2 traduite par Louvel* et al. *(2013), niveau 3 traduite dans le cadre de l'élaboration de cette méthode..*

[6] Bien qu'il n'y ait pas de base de données ou de recensement national des dossiers instruits dans le cadre de réalisations d'installations, ouvrages, travaux ou activités (IOTA), qui peuvent avoir un effet sur la ressource en eau ou les écosystèmes aquatiques (nomenclature « eau et milieux aquatiques » - Art. R. 214-1 du Code de l'environnement), la plupart des projets faisant l'objet de procédure environnementale d'instruction « loi sur l'eau », au titre de la nomenclature 3310 sur l'assèchement, le remblai ou la mise en eau en marais et zone humide, sont sur des sites d'une superficie inférieure à 5 ha. Cependant selon les territoires, les projets « classiques » police de l'eau peuvent porter sur des superficies bien supérieures, pouvant atteindre jusqu'à 50 ha (information du Ministère de l'écologie en date du 28/09/2015).

plus forte indépendance possible de la méthode à la phénologie de la biocénose ou aux conditions d'humidité liées à des épisodes météorologiques a été recherchée.

Les tests réalisés sur le terrain ont néanmoins révélé que l'application de la méthode n'était pas pertinente en particulier durant les périodes de sécheresse (conditions pour faire la description des sols inappropriées). La méthode ne doit, par ailleurs, pas être appliquée pendant ou suite à des évènements pluvieux importants (saturation du sol en eau à la surface) ni dans des conditions extrêmes (par ex. enneigement ou périodes de gel).

Enfin, cette méthode pouvant être utilisée tout au long de l'année, et donc parfois en dehors des périodes propices à l'observation de certaines espèces, il n'est pas possible de répondre par cette méthode aux critères d'évaluation de l'état de conservation des espèces protégées et habitats d'un site. Des protocoles adaptés existent et doivent être appliqués, dans le respect des prescriptions spécifiques à l'élaboration d'une étude d'impact, d'une étude d'incidence Natura 2000 ou d'une demande de dérogation « espèces protégées ».

Non recours à des spécialistes ou experts

La méthode doit pouvoir être utilisée et son résultat interprété sans faire appel à un spécialiste ou expert en biologie, hydrologie, biogéochimie, etc. Les tests ont démontré que des personnes ayant des connaissances générales sur le fonctionnement des zones humides pouvaient appliquer cette méthode sans difficulté majeure. Cependant, il est préférable que les utilisateurs aient au minimum une formation en système d'information géographique et qu'ils connaissent la mise en œuvre des protocoles d'identification et de délimitation des zones humides définis dans l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié[7].

Disponibilité des informations sur tout le territoire métropolitain

Au départ, l'élaboration de cette méthode supposait l'emploi d'un minimum de données disponibles dans les états initiaux réalisés (ou « évaluations environnementales[8] »). Malgré l'existence dans le Code de l'environnement de cahiers des charges[9] cadrant le contenu minimal attendu, la qualité et la précision des informations disponibles dans ces études varient d'un projet à l'autre (Martin 2012). **De ce fait, dans un souci d'équité territoriale mais également d'accès aux données (directive Aarhus), les sources d'information mobilisées pour appliquer la méthode sont des référentiels disponibles à l'échelle nationale, par ex. SCAN 25® de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), Registre parcellaire graphique de l'Agence de services et de paiement, ou carte de géologie du Bureau de recherche géologique et minière.** Cela présente l'avantage d'ouvrir le champ d'application de la méthode puisqu'elle pourra être appliquée y compris en dehors du cadre de la séquence « éviter, réduire, compenser », c'est-à-dire sans état initial préalable. Cependant cela implique l'inconvénient pour l'utilisateur de consulter des sources d'informations multiples pour appliquer la méthode.

À noter que le travail réalisé dans le cadre de cette méthode ne se substitue en rien au contenu attendu d'un dossier « loi sur l'eau ».

8. Résultats obtenus après l'application de la méthode

À l'issue de l'application de cette méthode, le résultat :

- **est scientifiquement fondé :** la relation entre les éléments mesurés durant l'évaluation et l'intensité des fonctions qui sont en général probablement réalisées (ainsi que les limites de cette relation) a été établie sur la base de la littérature scientifique disponible sur le sujet au moment de l'élaboration de la méthode ;
- **fait le lien entre les éléments mesurés durant l'évaluation et l'intensité des fonctions probablement réalisées par la zone humide.** Par exemple, il doit être facile pour un public technique de comprendre d'où viennent les différences obtenues entre deux sites à un instant *t* ou sur un même site entre un instant *t* et *t*+1 ;
- **est mis en forme pour être utilisé comme support de communication.** Un public technique doit pouvoir se servir du résultat pour communiquer auprès d'un public non technique (par ex. élus, maîtres d'ouvrage).

[7] *http://www.zones-humides.eaufrance.fr/identifier/delimiter-pour-la-reglementation*

[8] *http://www.zones-humides.eaufrance.fr/reglementation/travaux-reglementes-en-zones-humides/evaluation-environnementale-des-projets-de-*

[9] *http://www.zones-humides.eaufrance.fr/reglementation/travaux-reglementes-en-zones-humides/dossiers-de-declaration-ou-de-demande-d-aut*

PARTIE A

La méthode

Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides

1 **Démarche adoptée** pour concevoir la méthode 18

2 **Zones** prises en compte pour évaluer les fonctions 21

3 **Contenu** de la méthode 24

4 **Applications des diagnostics** pour évaluer l'équivalence fonctionnelle dans le cadre de la compensation d'impacts sur les zones humides 44

5 **Limites** de la méthode 50

6 **Perspectives** 52

Annexes 54

Bibiographie 61

Sommaire détaillé de la partie A

1 Démarche adoptée pour concevoir la méthode 18

2 Zones prises en compte pour évaluer les fonctions 21

2.1 Le site 21

2.2 L'environnement du site 22

La zone contributive 22
La zone tampon 23
Le paysage 23
Le cours d'eau 23

3 Contenu de la méthode 24

3.1 Le diagnostic du contexte du site 25

Appartenance à une masse d'eau de surface 25
L'environnement du site 26
Le site 27

3.2 Le diagnostic fonctionnel du site 30

Définition des termes employés 30
Indicateurs dans le site et notions de capacité fonctionnelle relative et absolue 31
Indicateurs dans l'environnement du site et notions d'opportunité fonctionnelle relative 32
Étalonnage des indicateurs 32
Présentation des indicateurs 32
Interprétation des indicateurs et précautions élémentaires 35
Principales informations relevées en complément aux indicateurs 36
Description des indicateurs 36

4 Applications des diagnostics pour évaluer l'équivalence fonctionnelle dans le cadre de la compensation d'impacts sur les zones humides 44

4.1 Respect des principes de proximité géographique et d'équivalence - mobilisation du diagnostic de contexte 44

4.2 Respect des principes d'efficacité, d'équivalence et d'additionnalité écologique - mobilisation du diagnostic fonctionnel 46

5 Limites de la méthode 50

6 Perspectives 52

Annexes 54

Annexe 1 - La séquence « éviter, réduire, compenser » 54

Annexe 2 - Définition d'une mesure de compensation 57

Annexe 3 - Synthèse des articles du Code de l'environnement régissant les principes de la compensation écologique 58

Annexe 4 - Présentation des principes régissant la compensation écologique 60

Bibliographie 61

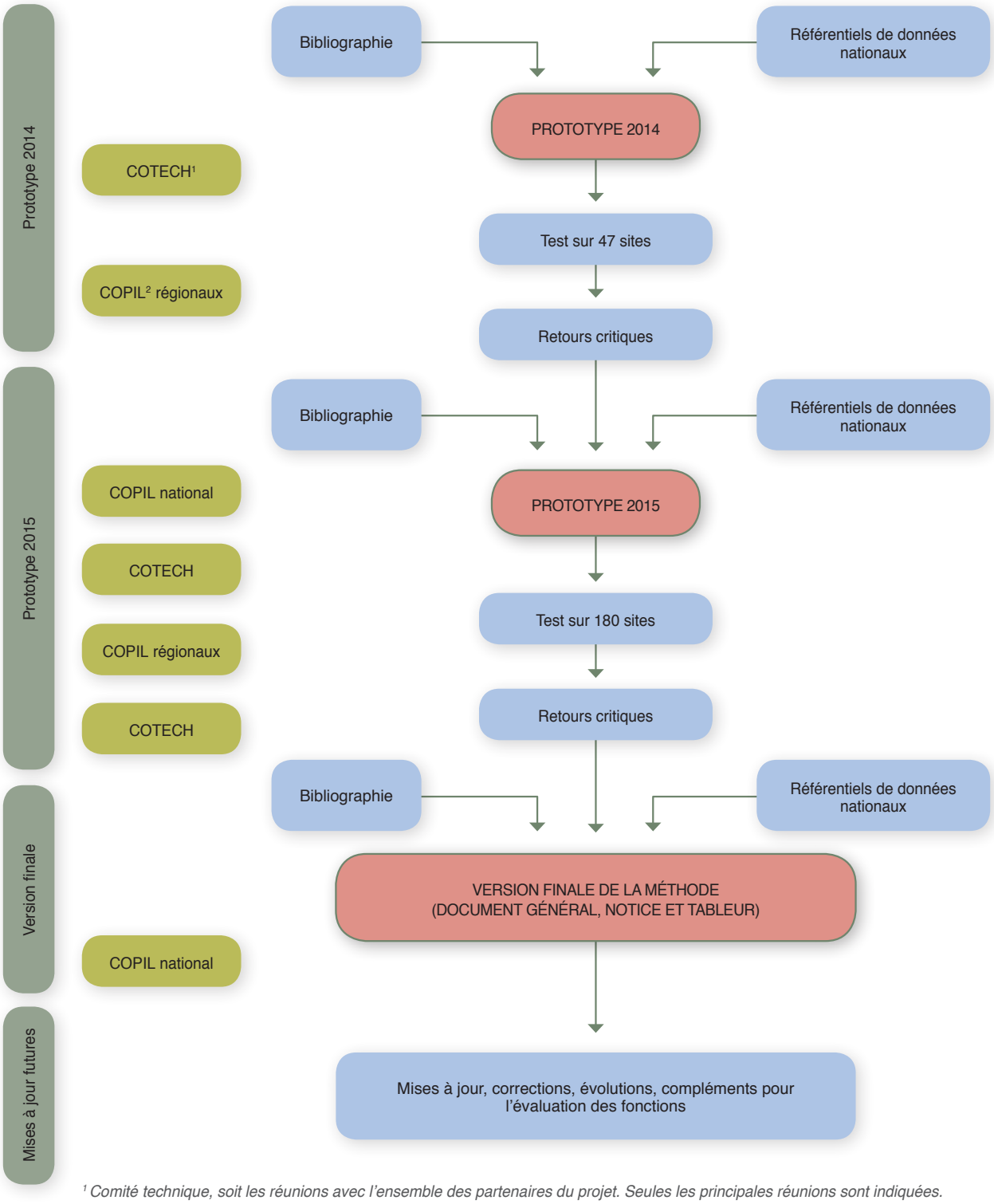
1 **Démarche** adoptée pour concevoir la méthode

La conception de cette méthode repose sur la mutualisation des moyens de partenaires, dont les initiatives au départ parallèles, ont finalement convergé pour aboutir à une seule méthode à l'échelle nationale (France métropolitaine).

L'étroite collaboration entre des scientifiques et un public technique a par ailleurs garanti une bonne prise en compte des contraintes pratiques du public destinataire de la méthode (section 7 de l'introduction générale).

La conception de la méthode a reposé sur trois séquences successives (Figure 3, ci-contre) : conception et test d'un premier prototype en 2014, conception et test d'un second prototype en 2015 puis élaboration de la version finale.

Entre chaque séquence, les opérations d'information et d'échange avec les organismes intéressés (comités de pilotage, comités techniques), la bibliographie, l'inventaire des données mobilisables, les tests sur le terrain suivis de l'analyse et de la prise en compte des retours critiques ont permis de tendre progressivement vers la version finale de la méthode. **Des mises à jour de cette méthode sont envisagées dans le futur.**



[1] Comité technique, soit les réunions avec l'ensemble des partenaires du projet. Seules les principales réunions sont indiquées.

[2] Comité de pilotage, soit les réunions de communication et d'échange avec les organismes intéressés (par ex. direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, agence de l'eau, syndicat de rivière, conservatoire des espaces naturels).

Figure 3. *Principales séquences associées à la conception de la méthode.*

Le prototype 2014 de la méthode a été testé sur 47 sites et le prototype 2015 sur 180 sites. La répartition géographique des sites est présentée sur la Figure 4, page suivante. Le prototype de méthode 2015 a été appliqué dans son intégralité par vingt-deux observateurs[10] qui ont réalisé des évaluations sur neuf sites en moyenne. Sept personnes ont testé la méthode sur un nombre de sites important (n>5) et peuvent être considérés comme des observateurs « expérimentés ». Quinze observateurs ont testé la méthode sur moins de cinq sites et peuvent être considérés comme des observateurs « moins expérimentés ».

[10] Outre les 22 observateurs principaux, plus de 70 personnes ont finalement participé aux tests sur le terrain en 2015.

Les acteurs techniques qui pourraient utiliser cette méthode dans le futur (par ex. bureaux d'études, conservatoires d'espaces naturels, parcs naturels régionaux, directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, directions départementales des territoires, services territoriaux de l'Onema) ont pu participer aux tests réalisés sur le terrain. **La diversité des profils des observateurs a permis de recueillir des avis variés favorisant l'appropriation future de la méthode par un public relativement large.**

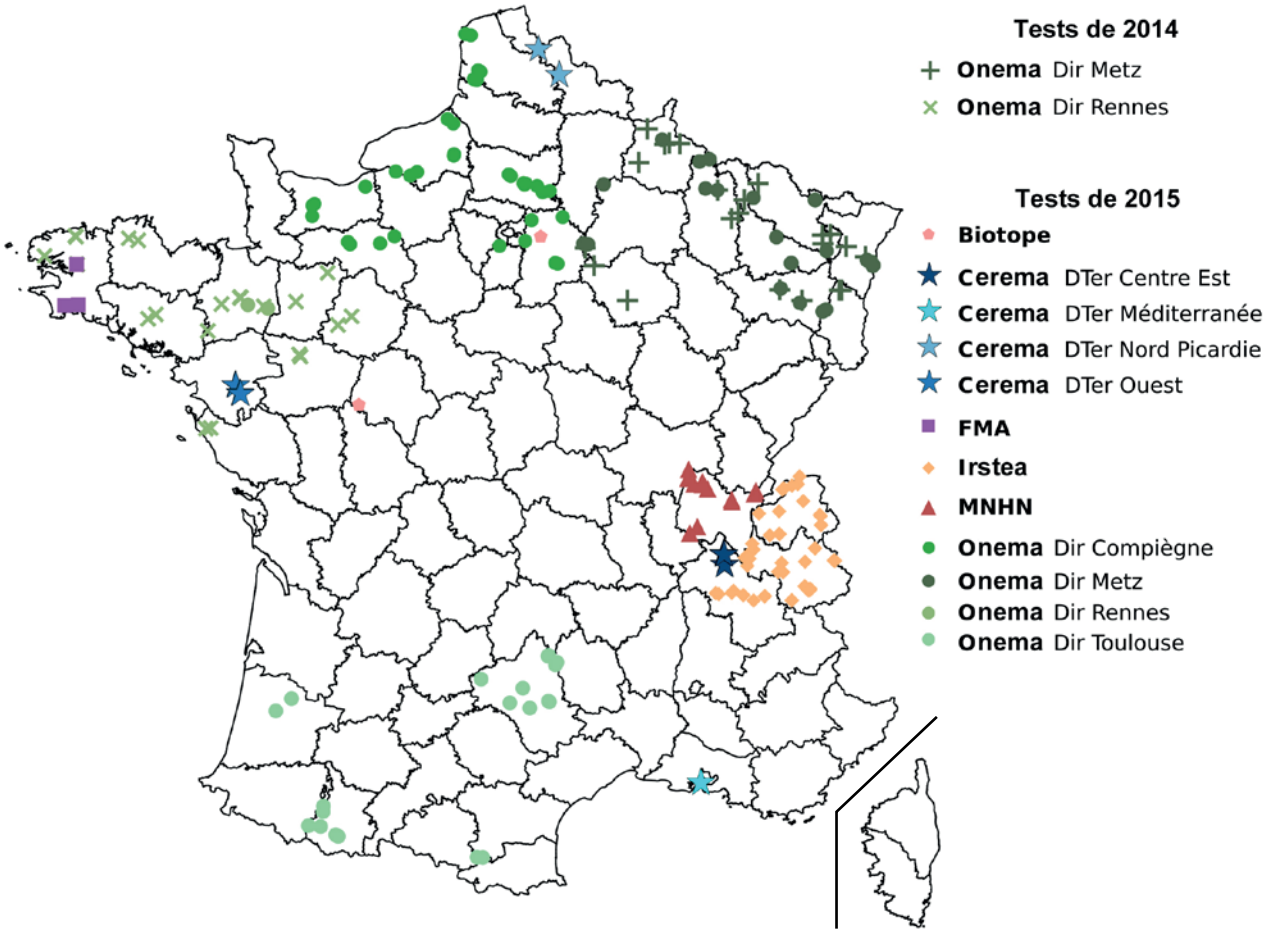


Figure 4. *Répartition des sites tests des prototypes de méthode de 2014 et de 2015 et contribution des partenaires à ces tests.*
Dir : direction interrégionale, DTer : direction territoriale, FMA : Forum des marais atlantiques, Irstea : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle.

Les utilisateurs de la méthode ont sélectionné les sites tests sur propositions des agents présents dans leurs établissements ou sur la base des inventaires de zones humides disponibles localement. Les sites tests des prototypes de méthode ont été sélectionnés selon :

- leur superficie : les sites d'une superficie inférieure à 5 ha étaient fortement représentés. En effet, il s'agit de la gamme de superficie de sites couramment instruits dans les projets faisant l'objet de dossier « loi sur l'eau[11] » (Buelhoff et Jaymond 2015, Giraud 2015) ;
- leur contexte géomorphologique, leur fonctionnement hydrologique, les habitats présents et l'occupation du sol dans leur environnement (Durántez Jiménez 2015, Giraud 2015, Longa 2014, Simon 2014) ;
- leur niveau d'altération : un gradient de zones humides de « très naturelles » à « fortement dégradées » était ainsi représenté (Buelhoff et Jaymond 2015, Giraud 2015, Simon 2014) ;
- la disponibilité des données sur ces sites (par ex. sites du programme RhoMéo[12] de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse) (Buelhoff et Jaymond 2015).

Il est important de souligner que les prototypes de méthode n'ont pas été testés sur des sites après réduction de l'impact. En revanche, elle a été mise en œuvre sur des sites faisant l'objet de restauration ou de réhabilitation (par ex. site du Forum des marais atlantiques dans le Finistère).

[11] Bien qu'il n'y ait pas de base de données ou de recensement national des dossiers instruits dans le cadre de réalisations d'installations, ouvrages, travaux ou activités (IOTA), qui peuvent avoir un effet sur la ressource en eau ou les écosystèmes aquatiques, (nomenclature « eau et milieux aquatiques » - Art. R. 214-1 du code de l'environnement), la plupart des projets faisant l'objet de procédure environnementale d'instruction « loi sur l'eau, au titre de la nomenclature 3310 sur l'assèchement, le remblai ou la mise en eau en marais et zone humide, sont sur des sites d'une superficie inférieure à 5 ha. Cependant selon les territoires, les projets « classiques » police de l'eau peuvent porter sur des superficies bien supérieures, pouvant atteindre jusqu'à 50 ha (information du Ministère chargé de l'écologie en date du 28/09/2015).

[12] http://rhomeo-bao.fr/

2 **Zones** prises en compte pour évaluer les fonctions

2.1 Le site

La méthode permet d'évaluer les fonctions des zones humides sur une unité spatiale continue appelée « site ». Le site peut être tout ou partie (par ex. une parcelle, un habitat) d'un système humide (Figure 5). Ses contours sont fixés de manière arbitraire par l'observateur mais en veillant :

- à ce que le site soit intégralement en zone humide[13] au sens de l'art. L.211-1 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié ;
- à ce qu'il n'appartienne qu'à un seul système hydrogéomorphologique sauf situation particulière (détail dans l'Encadré 5 p. 28 et voir page 29 pour les cas particuliers).

Cette délimitation de site est valable pour le site impacté et le site de compensation.

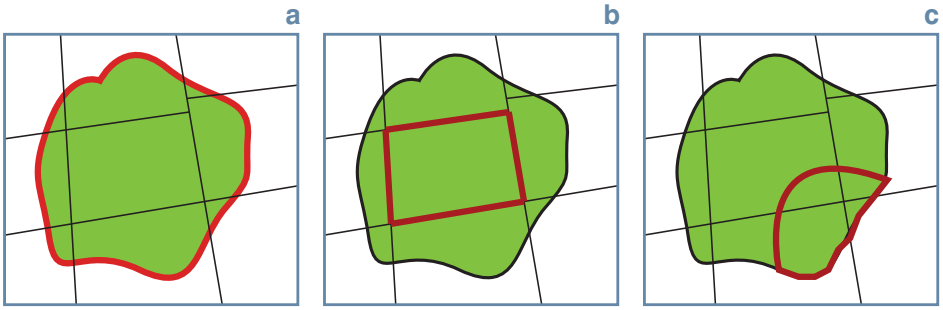


Figure 5. *Trois exemples fictifs de sites (a, b, c). Le polygone vert indique un système humide, les traits noirs indiquent une délimitation administrative quelconque (par ex. un parcellaire) et le polygone au contour rouge sans trame de fond indique des sites dont les contours sont fixés arbitrairement par l'observateur.*

Au cours du temps, l'étendue spatiale du site peut évoluer selon la réversibilité de l'impact associé à l'aménagement. En effet, celui-ci peut compromettre le caractère de zones humides du site sur le plus ou moins long terme, allant dans les cas les plus extrêmes jusqu'à la destruction du site (voir Gayet *et al.* 2016).

Dans le cas où plusieurs sites de compensation sont proposés pour compenser les impacts négatifs résiduels significatifs survenus sur une seule zone humide : il est nécessaire de vérifier le bon respect des principes de la compensation écologique sur chaque site de compensation (principes d'équivalence, de proximité géographique, d'efficacité et d'additionnalité écologique avec cette méthode, voir Annexe 4 p. 60). À cette fin, il est possible

[13] *Des espaces non humides peuvent être représentés dans le site (par ex. un chemin, une route, une maison) tant que la superficie de ces espaces non humides est inférieure à la surface minimale cartographiable choisie pour décrire les habitats dans le site durant l'évaluation.*

de découper la zone humide impactée en autant de sites impactés qu'il y a de sites de compensation, puis de coupler chaque site impacté à un site de compensation et de les comparer. Dans l'étude d'impact ou le dossier « loi sur l'eau » :

- les sites impactés découpés dans la zone humide impactée doivent être cartographiés ;
- et les couples « site impacté/site de compensation » doivent être identifiés.

2.2 L'environnement du site

Le site constitue l'objet central de l'évaluation des fonctions. Étant donné que ses écosystèmes fonctionnent en interdépendance avec son environnement au sens large, il est aussi nécessaire de prendre en compte l'environnement dans lequel le site s'inscrit. Pour l'évaluation des fonctions des zones humides, quatre zones sont distinguées (Figure 6) :

- sa zone contributive ;
- sa zone tampon ;
- son paysage ;
- et le cours d'eau auquel il est associé, mais uniquement si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial.

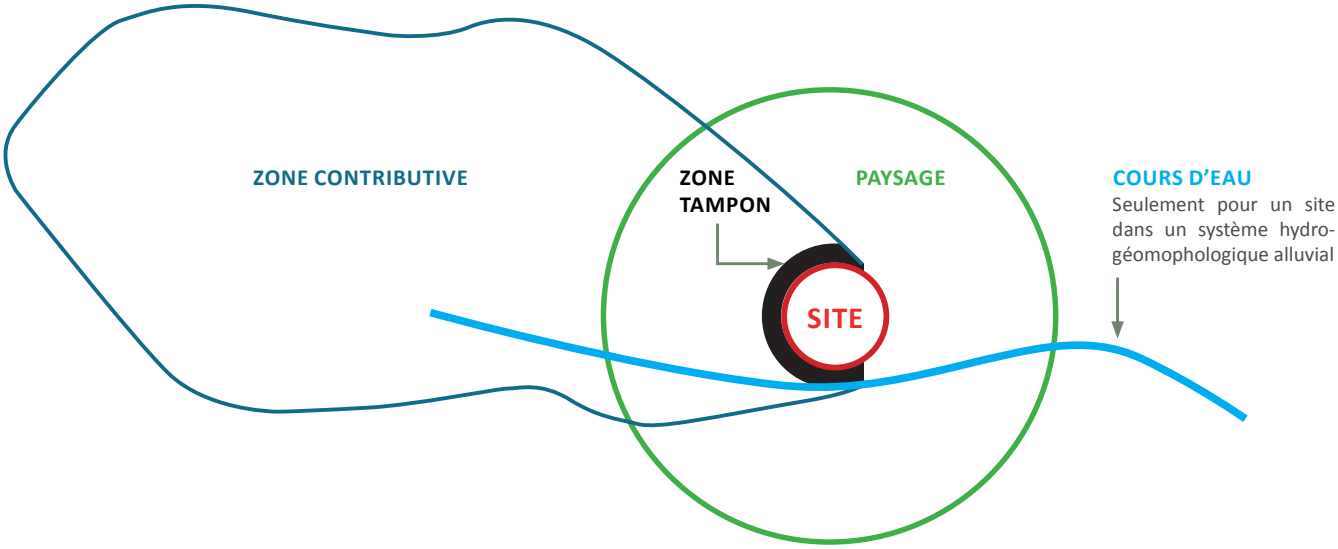


Figure 6. *Les zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides.*

La zone contributive

Les écoulements qui convergent vers le site sont à l'origine de flux hydro-sédimentaires dans le site, qui induisent également des flux biogéochimiques et biologiques. **Puisque l'occupation du sol et les pressions anthropiques peuvent affecter ces écoulements et flux de matières (sédiments, nutriments, toxiques), il est nécessaire d'identifier l'étendue spatiale d'où provient potentiellement l'essentiel des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site.** L'étendue spatiale d'où provient ces écoulements est appelée dans cette méthode « zone contributive ». Cette définition de zone contributive est proche de la notion de « *contributory area* » employée par Maltby (2009). En pratique, la zone contributive est délimitée par une analyse sommaire de la topographie. La zone contributive inclut tout le site.

Concernant les sites alluviaux et riverains des étendues d'eau, la zone contributive correspond respectivement au bassin versant du cours d'eau ou de l'étendue d'eau depuis l'exutoire le plus en aval et le plus proche du site (Gayet *et al.* 2016 pour plus d'informations sur la zone contributive).

La zone tampon

À l'intérieur de la zone contributive, l'espace immédiatement au contact du site a un effet tampon sur les écoulements en provenance de la zone contributive. Il s'agit de la « zone tampon ». Cette zone peut jouer le rôle de « filtre » entre la zone contributive et le site et affecter les flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques qui parviennent au site. En pratique, la zone tampon se situe à l'intersection entre la zone contributive et un polygone dont le périmètre suit le contour du site à une distance de 50 m (Figure 6). Le rayon de 50 m est fixé arbitrairement. Ce polygone n'inclut pas le site et seule la portion de polygone dans la zone contributive est conservée pour matérialiser la zone tampon.

Le paysage

Des flux d'individus ont lieu entre le site et l'extérieur, avec une influence potentiellement importante sur la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces. En pratique, la composition (par ex. type d'habitats) et la structure (par ex. nombre d'habitats) du paysage du site sont analysées dans les limites d'un polygone dont le périmètre suit le contour du site à une distance de 1 km. La distance de 1 km est fixée de manière arbitraire. Le polygone qui représente le paysage inclut tout le site. À noter qu'une délimitation aussi « automatisée » du paysage ne tient pas compte des capacités variables de dispersion des espèces : il peut paraître trop vaste pour les espèces totalement inféodées aux zones humides et/ou dont la capacité de dispersion est faible, ou trop réduit pour les espèces dont la capacité de dispersion est grande.

Le cours d'eau

Le fonctionnement hydrologique des sites alluviaux est généralement affecté par la dynamique hydro-sédimentaire du cours d'eau. Les conditions morphologiques du système fluvial (par ex. sinuosité du cours d'eau, incision du lit mineur) doivent donc être prises en compte pour évaluer les sous-fonctions hydrologiques. Notez que la méthode ne tient pas compte des milieux récepteurs situés à l'aval des sites (par ex. cours d'eau en aval de la zone humide) et n'évalue pas, de ce fait, la capacité du site à alimenter le cours d'eau, notamment à l'étiage.

Contenu de la méthode 3

À l'issue de l'application de cette méthode, deux diagnostics interdépendants sont fournis pour un site (Figure 7) **:**

- **le diagnostic dit « du contexte » du site** (Figure 7a) **;**
- **le diagnostic dit « fonctionnel » du site** (Figure 7b)**.**

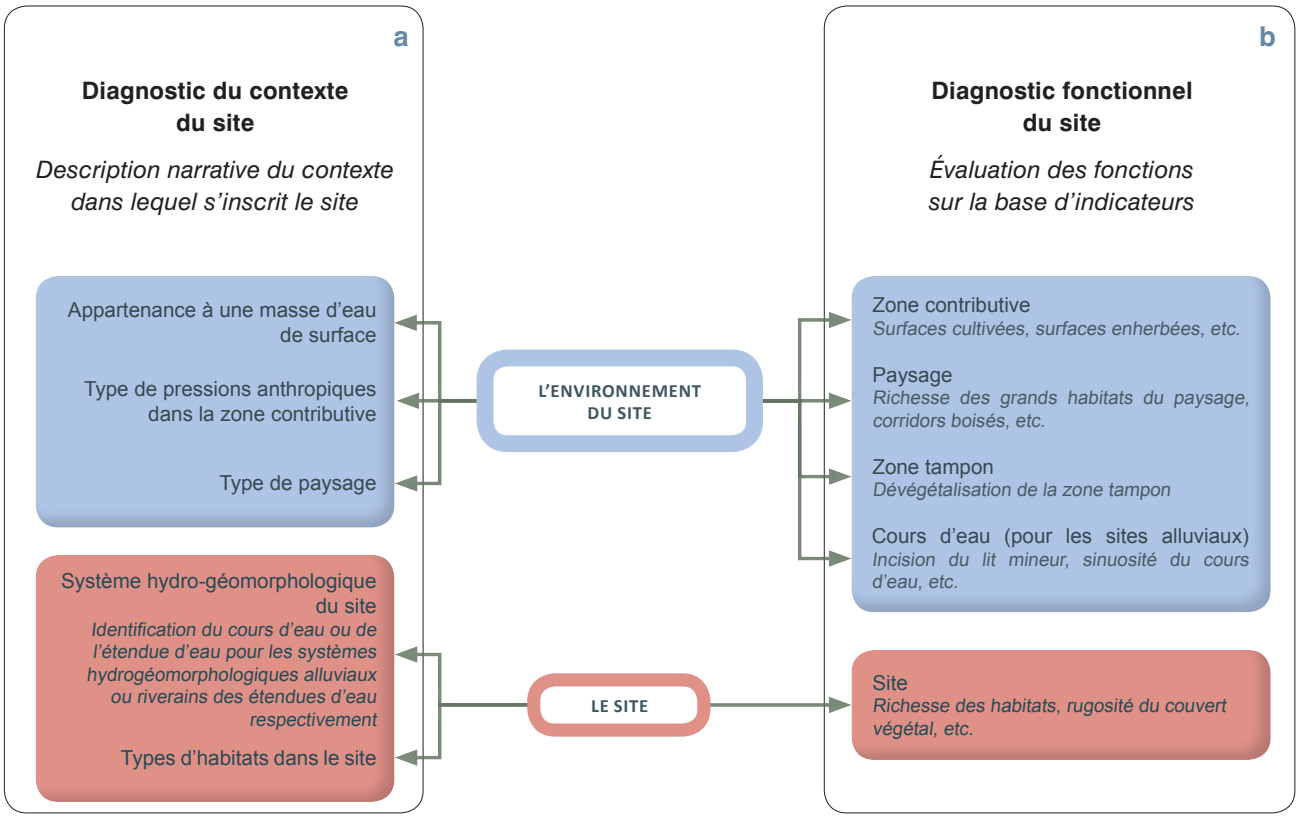


Figure 7. *Présentation simplifiée du diagnostic du contexte et du diagnostic fonctionnel d'un site.*

3.1 Le diagnostic du contexte du site

Le diagnostic du contexte du site est une description narrative du contexte physique, écologique et anthropique du site et de son environnement. Etant donné que le contexte du site a une influence potentiellement importante sur les fonctions réalisées par le site lui-même, il est crucial de s'assurer qu'un site impacté et un site de compensation présentent des diagnostics de contexte similaires avant d'évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle. Cette vérification constitue une garantie quant au fait de comparer des sites qui présentent des composantes physiques et anthropiques similaires, et dont les fonctions sont donc effectivement comparables.

Le diagnostic du contexte du site consiste donc à déterminer pour le site impacté et le site de compensation :

- leur appartenance à une masse d'eau de surface ;
- le type de paysage (EUNIS niveau 1) ;
- les pressions anthropiques dans la zone contributive ;
- le système hydrogéomorphologique auquel appartient le site ;
- la composition des habitats EUNIS 3 au sein du site.

Appartenance à une masse d'eau de surface

Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. À titre d'exemple, pour les cours d'eau la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état[14-15] (Figure 8). Une masse d'eau de surface est un découpage élémentaire homogène des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE 2000/60/CE.

Au titre de la directive cadre sur l'eau, les zones humides ne constituent pas des « masses d'eau », mais elles sont concernées directement au titre de cette directive comme des « écosystèmes associés aux masses d'eau »[16] qui doivent être préservés. La DCE fixe des objectifs et des méthodes pour atteindre le bon état des eaux. L'évaluation de l'état des masses d'eau de surface prend en compte différents paramètres biologiques et chimiques[17]. Les zones humides sont également prises en compte pour évaluer l'atteinte des objectifs de cette directive du fait de leurs contributions au cycle naturel de l'eau.

La méthode préconise d'identifier la (ou les) masse(s) d'eau cours d'eau, plan d'eau ou de transition à laquelle appartient le site. L'identification des écoulements de surface en lien avec le site est donc indispensable. En pratique, l'appartenance d'un site à une ou plusieurs masses d'eau de surface peut être identifiée via une analyse sommaire de la topographie et du réseau hydrographique en aval du site.

[14] Source : d'après Ministère chargé de l'environnement et Onema (eaufrance : http://www.eaufrance.fr/spip.php?-page=concept&id_concept=2144).

[15] L'arrêté du 12 janvier 2010 précise les méthodes et critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement.

[16] EU (2003). Guidance Document No 12. Horizontal Guidance on the Role of Wetlands in the Water Framework Directive.

[17] http://www.eaufrance.fr/observer-et-evaluer/etat-des-milieux/regles-d-evaluation-de-l-etat-des/

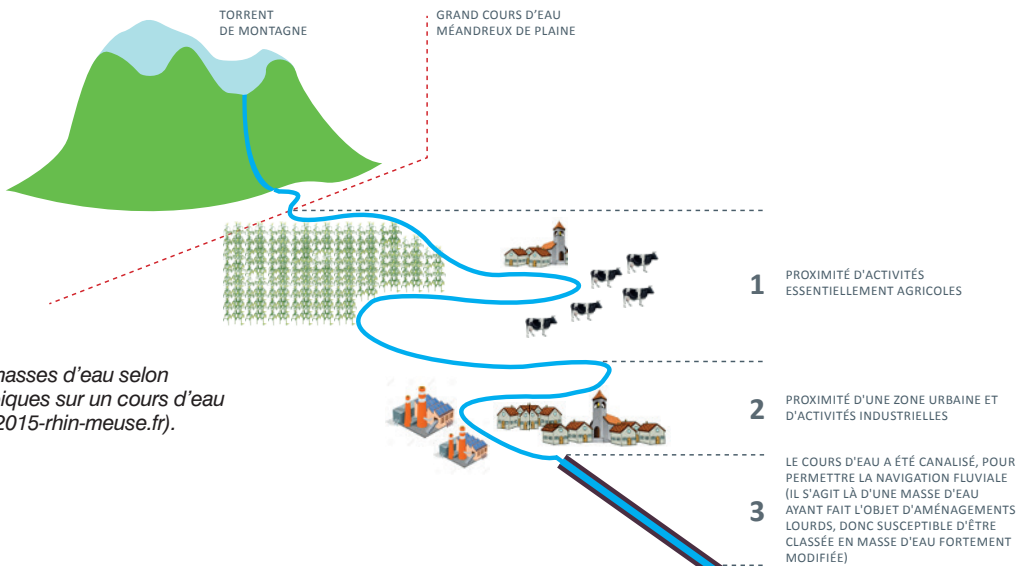


Figure 8. *Représentation des masses d'eau selon les pressions anthropiques sur un cours d'eau (adapté de www.eau2015-rhin-meuse.fr).*

L'environnement du site

Les pressions anthropiques dans la zone contributive

Généralement, les activités anthropiques sont à l'origine de modifications importantes des modalités de circulation des eaux et génèrent d'importants flux de nutriments et de sédiments vers les hydrosystèmes. Il est donc proposé de décrire les pressions anthropiques dans la zone contributive des sites en se basant sur le mode d'occupation du sol dans la zone contributive (activités agricoles, industrielles, domestiques, infrastructures de transport, etc., voir les exceptions dans l'Encadré 4). Les autres types d'occupation du sol (par ex. zones forestières) ne sont pas décrits dans la zone contributive car, s'ils contribuent aux modalités de circulation des eaux, ils ne constituent pas le plus souvent des pressions importantes en tant que telles.

Encadré 4. ***Cas particulier des zones contributives de grande superficie***

Les pressions anthropiques qui s'exercent au sein de la zone contributive n'ont pas besoin d'être décrites lorsque la superficie de la zone contributive est si grande que les pressions anthropiques ne sont *a priori* pas discriminantes entre le site impacté d'une part et le site de compensation d'autre part (et ce, dans le cas où ces derniers appartiennent à la même masse d'eau de surface, voir section précédente). C'est le cas par exemple des sites alluviaux et riverains des étendues d'eau qui ont des zones contributives très grandes, voire immenses (par ex. bassin versant de la Saône ou de la Seine pour les sites alluviaux dans le secteur aval de ces cours d'eau).

Ainsi, les pressions anthropiques dans la zone contributive n'ont pas à être décrites pour les sites dans les cas suivants :

- les sites alluviaux associés à au moins un cours d'eau dont le rang de Strahler est supérieur à 6 (Figure 9) ;
- les sites riverains des étendues d'eau en aval de l'embouchure d'un cours d'eau dont le rang de Strahler est supérieur à 6 ;
- les sites avec des zones contributives transfrontalières. Il s'agit principalement des sites alluviaux du Rhône et du Rhin, mais d'autres cours d'eau peuvent être concernés (par ex. sites alluviaux du Doubs à la frontière franco-suisse).

Dans les cas suivants, l'observateur choisit ou non de décrire les pressions anthropiques dans les zones contributives :

- les sites alluviaux associés à au moins un cours d'eau dont le rang de Strahler est égal à 6 (Figure 9) ;
- les sites riverains des étendues d'eau en aval de l'embouchure d'un cours d'eau dont le rang de Strahler est égal à 6.

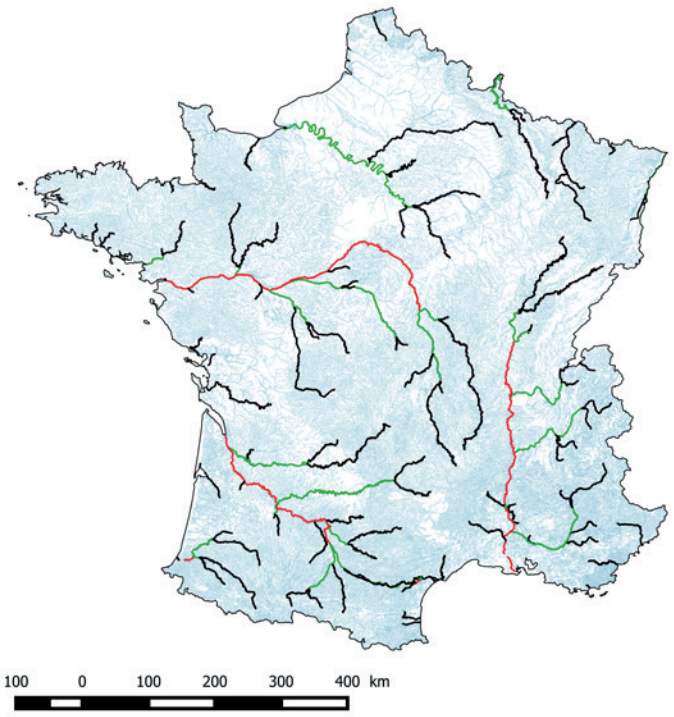


Figure 9. *Réseau hydrographique en France d'après la base de données Carthage® 2010 et ordination des rangs de Strahler supérieur à 5. Source : BRGM[5].*

rang de Strahler de 8
rang de Strahler de 7
rang de Strahler de 6

[5] *http://www.data.eaufrance.fr/geosource/apps/search/?uuid=dec8a000-d799-4438-bfb9-77004729eebb*

Le type de paysage

La composition du paysage du site influence les flux potentiels d'individus entre le site et l'environnement extérieur et affecte donc la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces. En conséquence, il est proposé de décrire les habitats présents au sein du paysage entourant les sites (incluant les habitats naturels à semi-naturels jusqu'aux habitats plus artificialisés comme les étendues agricoles et les zones bâties).

La composition de ce paysage est décrite sur la base de la typologie EUNIS niveau 1 de Davies *et al.* (2004) traduite par Louvel *et al.* (2013) (Figure 10 et clef EUNIS 1, p. 96 à 99). Dans le cadre de cette méthode, il serait trop chronophage de demander une description des habitats plus détaillée dans le paysage (par ex. EUNIS niveau 2, 3, ou 4).

Bien que la typologie CORINE biotopes de Bissardon *et al.* (2003) et le prodrome des végétations de France de Bardat *et al.* (2004) aient une portée réglementaire pour désigner les habitats dits humides (arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié) et soient éventuellement utilisés dans les dossiers « loi sur l'eau », la typologie EUNIS a été préférée dans cette méthode en raison de son caractère opérationnel. Cette dernière contient en effet une clef de détermination qui permet d'identifier facilement, et sur la base d'éléments objectifs, les habitats présents. Elle est accessible pour l'essentiel à un public non expert en botanique. A souligner qu'il existe une correspondance entre CORINE biotopes et EUNIS sur le site de l'Inventaire national du patrimoine naturel[18]. Dans cette typologie, les habitats EUNIS de niveau 1 correspondent au premier niveau hiérarchique (Figure 10) suivis des habitats EUNIS de niveaux 2 et 3 qui constituent des groupements d'habitats plus détaillés (page 107 à 138).

A	Habitats marins
B	Habitats côtiers
C	Eaux de surface continentales
D	Tourbières hautes et bas-marais
E	Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens
F	Landes, fourrés et toundras
G	Boisements, forêts et autres habitats boisés
H	Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée
I	Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés
J	Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels

Figure 10. *Liste des habitats EUNIS niveau 1 (dénomination issue de Louvel* et al. *2013).*

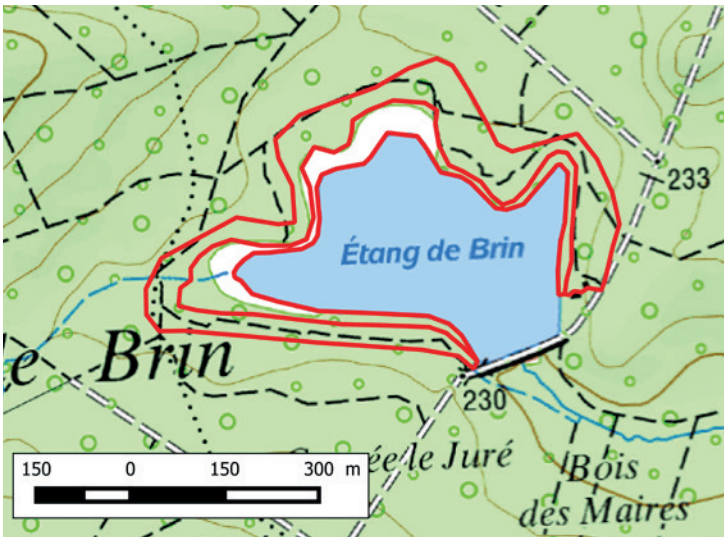
Le site

Le système hydrogéomorphologique

Les contours des sites doivent être fixés de telle sorte que le site n'appartienne qu'à un seul système hydrogéomorphologique (Encadré 5 p. 28)**.** Il s'agit d'une précaution importante à respecter. En effet, l'approche hydrogéomorphologique proposée par Smith *et al.* (1995) est basée sur le postulat que les fonctions dépendent d'abord de l'hydrologie, de l'hydrogéologie et de la géomorphologie de la zone humide. Regrouper à l'intérieur d'un même site des fonctionnements hydrologiques et des contextes hydrogéologiques et géomorphologiques différents auraient pour conséquence d'aboutir à une évaluation des fonctions dont l'intensité pourrait varier grandement à l'intérieur même du site. Ainsi, lorsque plusieurs systèmes hydrogéomorphologiques sont contigus dans un site, il y a lieu d'identifier autant de sites qu'il y a de systèmes hydrogéomorphologiques disjoints (Figure 11 p. 28). Chaque unité spatiale disjointe, qui correspond à un système hydrogéomorphologique, devient alors un site à part entière.

[18] *http://inpn.mnhn.fr*

***Figure 11**. Exemple de sites contigus (polygones aux contours rouges sans trame de fond).*
Au départ, ces deux sites constituaient un seul site. Les prospections de terrain ont permis d'identifier deux systèmes hydrogéomorphologiques contigus, ce qui a induit le découpage du site en deux sites. Le site qui ceinture immédiatement l'étang est dans un système hydrogéomorphologique riverain des étendues d'eau. Il est influencé par le flux d'eau en surface provenant des variations de niveau d'eau de l'étang. Le second site est dans un système hydrogéomorphologique de plateau, puisqu'il n'est pas soumis au flux d'eau en surface provenant des variations de niveau d'eau de l'étang.



Encadré 5. Principe de la classification hydrogéomorphologique et description des systèmes retenus

L'approche hydrogéomorphologique proposée par Smith *et al.* (1995) est basée sur le postulat que les fonctions dépendent d'abord de l'hydrologie, de l'hydrogéologie et de la géomorphologie de la zone humide. Elle fait appel au système de classification hydrogéomorphologique de Brinson (1993a, b). La méthode mobilise le système de classification développée dans cette approche. Elle reconnaît, en amont de l'évaluation des fonctions, que les zones humides sont régies par différents types de fonctionnements hydrologiques, hydrogéologiques et hydrogéomorphologiques. Trois aspects fondamentaux sont décrits pour identifier le système hydrogéomorphologique d'une zone humide :

- la configuration géomorphologique : la topographie de la zone humide (dépression, vallée…), la géologie, l'emplacement dans le paysage (de la tête de bassin jusqu'à la basse vallée) ;
- la source d'alimentation en eau : l'origine de l'eau alimentant la zone humide (précipitations, apports de surface et sub-surface, apports d'eau souterraine) ;
- l'hydrodynamique : la direction et l'importance des flux d'eau de surface et de sub-surface dans la zone humide.

La classification établie par Brinson (1993a, b) aboutit à sept principaux types de systèmes hydrogéomorphologiques. Les adaptations sur ce système de classification (Gayet *et al.* 2016) ont permis de retenir cinq systèmes hydrogéomorphologiques (Tableau 1) : (1) alluvial, (2) riverain des étendues d'eau, (3) de dépression, (4) de versant et bas-versant et (5) de plateau.

***Tableau 1**. Apports majeurs d'eau et caractéristiques hydrodynamiques dominantes des classes hydrogéomorphologiques (modifié d'après Brinson 1995).*

Système hydrogéomorphologique	Source d'eau dominante	Hydrodynamique dominante
Alluvial	Débordement de cours d'eau	Unidirectionnelle, horizontale
Riverain des étendues d'eau	Débordement des étendues d'eau	Bidirectionnelle, horizontale
Dépression	Décharge de nappe et apports de subsurface	Verticale
Versant et bas-versant	Décharge de nappe	Unidirectionnelle, horizontale
Plateau	Précipitation	Verticale

Il convient de mentionner comme limite à cette classification que les zones humides ont des fonctionnements extrêmement complexes, et que pour certains sites, il peut s'avérer difficile de les classer dans un système hydrogéomorphologique. Cette limite reste toutefois inhérente à tout système de classification.

Exceptionnellement, plusieurs systèmes hydrogéomorphologiques peuvent être présents au sein d'une même unité spatiale, sans qu'il soit possible de dissocier un site par système. Dans ce cas très particulier, un même site peut appartenir à plusieurs systèmes hydrogéomorphologiques (système mixte). Il s'agit, par exemple, de sites localisés à la fois dans la zone de submersion d'un lac et d'un cours d'eau (par ex. zone de confluence d'une rivière avec un lac). Ces derniers appartiennent aux systèmes hydrogéomorphologiques alluvial et riverain des étendues d'eau (Figure 12). Il convient de noter que toutes les combinaisons de systèmes hydrogéomorphologiques mixtes ne sont pas possibles. Il paraît par exemple invraisemblable de rencontrer un système mixte de plateau et alluvial.

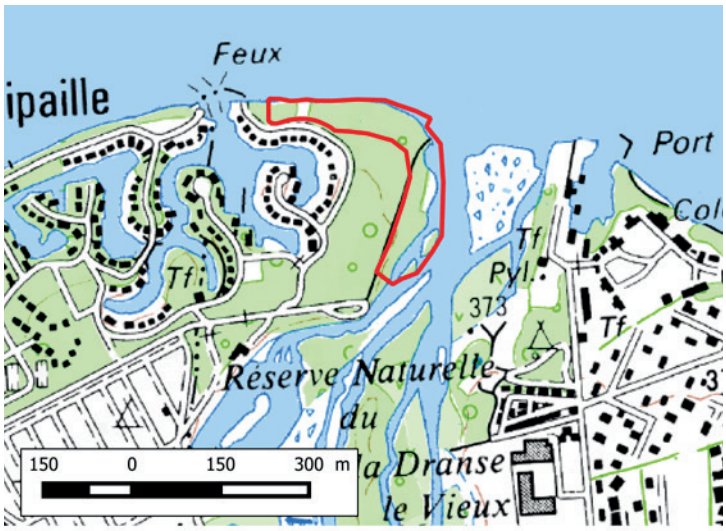


***Figure 12**. Exemple de site (polygone au contour rouge sans trame de fond) dans un système hydrogéomorphologique mixte (alluvial-riverain des étendues d'eau, ici à l'embouchure de la Dranse au niveau du lac Léman).*

Les habitats

En caractérisant les habitats dans le site, il est admis que les communautés végétales sont intégratives des paramètres biotiques et abiotiques du site et traduisent ainsi la réalisation des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces dans leur ensemble.

Il s'agit ici de décrire les habitats présents dans le site au sens de la typologie EUNIS niveau 3 (Davies *et al.* 2004) en estimant la proportion du site occupé par chaque habitat. Étant donné que des enjeux différents peuvent être appréhendés sur un site selon la surface minimale cartographiable choisie (Clair *et al.* 2005) et que cela affecte la description de l'hétérogénéité spatiale (Wiens 1989), l'observateur devra choisir une surface minimale cartographiable pour détecter la présence d'un habitat cohérente avec la superficie du site : 15 625 m², 2 500 m², 625 m² ou 156 m². **La surface minimale cartographiable choisie doit par ailleurs être la même sur le site impacté et le site de compensation.** À titre d'information, durant les tests réalisés sur les prototypes de méthode en 2015, les observateurs ont majoritairement utilisé comme surface minimale cartographiable 2 500 m² et ce pour des raisons liées aux impératifs opérationnels de la méthode (décrits au préalable dans l'Introduction générale).

La dénomination des habitats au-delà du niveau EUNIS niveau 3 (c'est-à-dire au niveau 4, 5, etc.) requiert souvent la participation d'un spécialiste (pas de clefs de détermination et critères botaniques plus complexes). Par conséquent, il est demandé à l'observateur de décrire les habitats au niveau EUNIS niveau 3 (p. 107 à 138). Parfois, l'identification des habitats EUNIS niveau 3 peut être complexe, mais ces cas sont relativement rares. **À noter que dans le cadre d'un dossier « loi sur l'eau », les cartographies des habitats avec la typologie CORINE Biotopes peuvent être utilisées pour décrire les habitats EUNIS puisqu'une correspondance réciproque entre ces typologies est disponible sur le site de l'Inventaire national du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle[19].**

La possibilité de retrouver sur un site de compensation, les habitats perdus sur le site impacté varie fortement selon les types d'habitats impactés. Il existe donc des habitats pour lesquels il est peu vraisemblable que des actions écologiques permettent

[19] *http://inpn.mnhn.fr*

de restaurer les habitats impactés (par ex. écosystèmes tourbeux) ou sur le très long terme. Dans de tels cas, le diagnostic de contexte soulignera que les habitats sur le site avant impact et sur le site de compensation après action écologique ne correspondent pas. Le projet pourra dès lors être refusé par l'autorité administrative lorsque les dégradations identifiées apparaissent comme difficilement compensables (voir lignes directrices dans CGDD et DEB 2013).

3.2 Le diagnostic fonctionnel du site

Le diagnostic fonctionnel du site permet d'évaluer sa prédisposition probable à réaliser certaines sous-fonctions au regard des éléments relevés sur le site et dans son environnement. Il fournit les éléments de réponse à la principale question sur laquelle repose la méthode, à savoir l'identification d'une équivalence fonctionnelle vraisemblable à l'issue de la mise en œuvre de la séquence ERC.

Définition des termes employés

Un paramètre est une propriété du milieu qui contribue à en apprécier les caractéristiques et/ou la qualité et/ou l'aptitude à des fonctions. Le paramètre se décline en deux types (quantitatif et qualitatif), et peut être physique, chimique, environnemental, microbiologique et hydrobiologique. Le paramètre est mesurable dans ou en dehors du site, reflétant le caractère distinctif d'une ou plusieurs sous-fonctions. La variation de grandeur d'un paramètre le long d'un axe de mesure traduit le niveau de réalisation probable d'une sous-fonction. En raison des impératifs opérationnels liés à la méthode, différentes conditions pratiques doivent être respectées pour qu'un paramètre soit inclus dans la méthode (Encadré 6).

Encadré 6. ***Conditions pour inclure un paramètre dans le cadre de cette méthode***

- Connaissances préalables du site non requises pour renseigner le paramètre
- Recours systématique au propriétaire ou au gestionnaire du site non requis pour renseigner un paramètre
- Appréciation éminemment subjective de la part de l'observateur pour renseigner un paramètre non requise
- Plus-value possible sur le paramètre via des actions écologiques
- Équipements lourds, mesures chronophages ou trop onéreuses non requis pour renseigner un paramètre
- Paramètre discriminant entre des sites dans un contexte similaire

Le paramètre constitue l'information de base sur laquelle repose un indicateur. L'indicateur se définit comme « une composante ou une mesure de phénomènes environnementaux pertinents utilisés pour décrire ou évaluer les conditions environnementales, les changements ou pour atteindre des objectifs environnementaux. Les phénomènes environnementaux pertinents sont des pressions, des états ou des réponses[20] ».

Chaque indicateur est :

- **simple, par opposition à des indicateurs composites qui résultent de la combinaison entre plusieurs paramètres** (Girardin *et al.* 1999 dans Bockstaller et Girardin 2003). Les indicateurs simples sont préférés dans cette méthode car leur interprétation est plus facile ;
- **descriptif et normatif** au sens d'Heink et Kowarik (2010). Il permet d'identifier les changements environnementaux (descriptif). Il permet également de vérifier si les objectifs visés en termes d'efficacité et d'équivalence de fonctions sont bel et bien atteints à l'issue des actions écologiques mise en œuvre dans le cadre de la compensation (normatif).

[20] *http://www.glossaire.eaufrance.fr/fr/concept/donn%C3%A9e-synth%C3%A9tique*

Un récapitulatif est proposé pour synthétiser et illustrer à partir de quelques exemples la relation entre zones, sous-fonctions, paramètres et indicateurs (Tableau 2 et Figure 13)**.**

***Tableau 2**. Récapitulatif sur la définition de sous-fonction, de paramètre et d'indicateur.*

	Sous-fonction	Paramètre	Indicateur
En bref	Le phénomène physique, biogéochimique et/ou biologique à l'œuvre.	Le critère mesurable qui révèle le phénomène.	La valeur de la mesure sur le paramètre en question.
Définition	Enchaînements ordonnés de phénomènes physiques, biogéochimiques et/ou biologiques, se déroulant dans ou en dehors du site ; et qui aboutissent à des faits constatables dans le site.	Tout critère mesurable dans et en dehors du site, reflétant le caractère distinctif d'un ou plusieurs fonctions et dont la variation de grandeur le long d'un axe de mesure traduit leur réalisation probable dans le site.	Composante ou mesure de phénomènes environnementaux pertinents utilisés pour décrire ou évaluer les conditions environnementales, les changements ou pour atteindre des objectifs environnementaux.

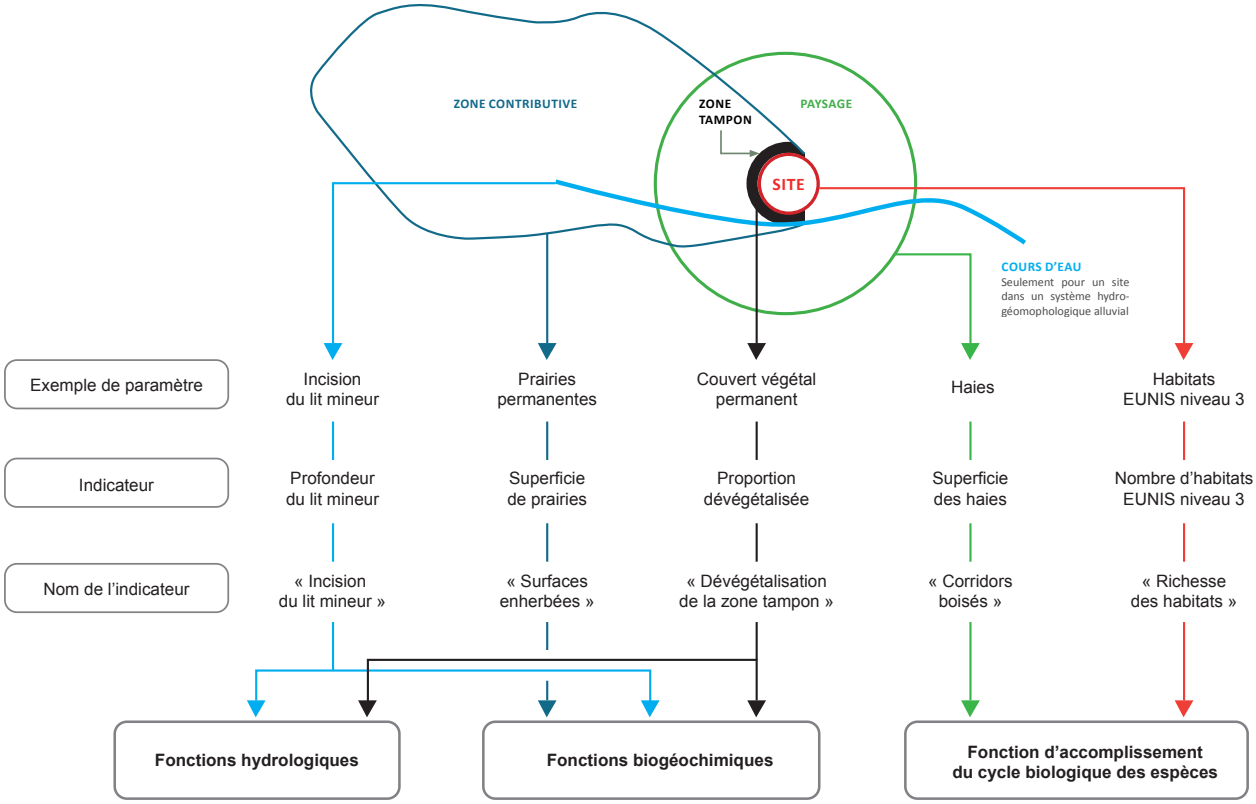


***Figure 13**. Exemples de paramètres et d'indicateurs mesurés selon les zones et renseignant les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces.*

Indicateurs dans le site et notions de capacité fonctionnelle relative et absolue

L'intensité probable d'une sous-fonction dans un site indépendamment de sa superficie est appelée « capacité fonctionnelle relative » du site (CAP_{REL}). Elle est évaluée grâce aux indicateurs associés à chaque sous-fonction (Figure 14, p. 34). La valeur de chaque indicateur qui renseigne la CAP_{REL} est comprise entre [0 - 1] :

- une valeur de 0 signifie que le paramètre associé à l'indicateur est inexistant (capacité absente au regard de l'indicateur) ;
- une valeur de 1 signifie que le paramètre est à un niveau maximal (capacité maximale au regard de l'indicateur).

Plus la valeur de l'indicateur tend vers 1, plus le paramètre est élevé (capacité croissante). Plus un indicateur mesuré dans le site a une valeur élevée, plus l'intensité relative de la sous-fonction associée est vraisemblablement importante dans le site.

La réalisation des sous-fonctions dépend le plus souvent de la superficie sur laquelle elles sont réalisées. Elle croît généralement avec la superficie et ce, quelle que soit la

sous-fonction considérée (voir Gayet *et al.* 2016). **L'intensité probable d'une sous-fonction dans un site, tenant compte de la CAP_{REL} et de la superficie du site, est appelée « capacité fonctionnelle absolue » du site (CAP_{ABS}).** La CAP_{ABS} d'un site est évaluée grâce aux indicateurs associés à chaque sous-fonction. La valeur de chaque indicateur qui renseigne la CAP_{ABS} est comprise entre [0 - +∞] et elle est calculée ainsi :

CAP_{ABS} dans le site selon l'indicateur A = CAP_{REL} dans le site selon l'indicateur A x Superficie du site en ha

Exceptionnellement, la CAP_{ABS} d'un site peut être évaluée avec un indicateur qui ne se rapporte pas à la superficie du site. C'est le cas de l'indicateur en rapport avec la longueur de berges végétalisées sur un site dans un système hydrogéomorphologique alluvial. Dans ce cas, la CAP_{ABS} au vu de cet indicateur est évaluée ainsi :

CAP_{ABS} dans le site selon l'indicateur B = CAP_{REL} dans le site selon l'indicateur B x Longueur de berges mesurée sur site en km

Plus un indicateur mesuré dans le site a une valeur élevée et plus la superficie du site est importante, plus l'intensité absolue de la sous-fonction associée est vraisemblablement importante dans le site au regard de cet indicateur.

Indicateurs dans l'environnement du site et notions d'opportunité fonctionnelle relative

Selon les caractéristiques de l'environnement du site (zone contributive, zone tampon, paysage et cours d'eau éventuellement associé) le site aura une opportunité plus ou moins importante d'accomplir certaines sous-fonctions. Cette opportunité est évaluée grâce aux indicateurs mesurés dans l'environnement du site (Figure 15, p. 35). Par exemple, si un site présente une zone contributive occupée par de grandes surfaces de champs cultivés de manière intensive, l'opportunité pour réaliser la sous-fonction de dénitrification sera très forte (apports importants de nitrates). *A contrario*, l'absence de surfaces cultivées indique vraisemblablement une faible expression de la sous-fonction de dénitrification au sein de la zone humide.

L'opportunité pour un site d'accomplir certaines sous-fonctions est appelée « l'opportunité fonctionnelle relative » (OPP_{REL}). Indépendante de la superficie (du paysage, zone contributive, etc.) où il a été mesuré, la valeur de chaque indicateur qui renseigne l'OPP_{REL} est donc comprise entre [0 - 1]. Plus un indicateur mesuré dans l'environnement du site présente une valeur élevée, plus la ou les sous-fonction(s) auxquelles cet indicateur est associé auront l'opportunité de s'exprimer dans le site.

Etalonnage des indicateurs

Les principales étapes pour concevoir et étalonner un indicateur sont présentées dans Gayet *et al.* (2016).

Présentation des indicateurs

Le croisement entre la bibliographie et les impératifs opérationnels pour la conception de la méthode ont permis d'identifier 36 paramètres (mesurés sur le terrain ou obtenus par traitement SIG) dont 14 sont mesurables dans l'environnement du site et 22 sont mesurables dans le site. À partir de ces paramètres, il a été possible de proposer 47 indicateurs dont 15 dans l'environnement du site et 32 dans le site. Ils sont synthétisés dans les Figures 14 et 15 (p. 34 et 35) et une description détaillée est fournie dans les Tableaux 3 à 7 (p. 37 à 43).

Concernant les indicateurs, plusieurs points importants sont à noter :

- **certains indicateurs sont spécifiques à des types de zones humides en particulier.** Cinq indicateurs sont spécifiques aux sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques alluviaux. Ces indicateurs ne sont donc pas renseignés sur les autres sites ;
- **différentes mesures sur un même paramètre peuvent permettre de proposer plusieurs indicateurs.** C'est le cas par exemple des indicateurs basés sur la description des habitats EUNIS niveau 3 dans le site (mesure du nombre d'habitats ou de la part relative de chaque habitat dans le site). Cela explique en partie qu'il y ait plus d'indicateurs (n=47) que de paramètres (n=36) dans la méthode ;

- **une même mesure sur un paramètre donné peut être favorable à une sous-fonction mais défavorable à une autre sous-fonction.** C'est le cas du pH : une même valeur de pH peut être favorable à l'adsorption/précipitation du phosphore, alors qu'elle est défavorable à l'assimilation végétale du phosphore. Dans ce cas, la mesure d'un seul paramètre génèrera deux indicateurs, un par sous-fonction considérée ;
- **certains indicateurs ne sont pas systématiquement renseignés.** C'est le cas des indicateurs se rapportant au sol du site (par ex. quand il est impossible de réaliser des sondages dans tout le site), de l'indicateur se rapportant aux invasions biologiques végétales (quand il y a méconnaissance de l'emprise des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative) et des indicateurs se rapportant au couvert végétal (quand il y a méconnaissance de l'existence de pratiques comme la fauche ou le pâturage qui consistent à exporter la biomasse végétale) ;
- **l'impact du projet ou des actions écologiques peuvent avoir une influence directe ou indirecte sur les paramètres.** Des actions écologiques peuvent avoir des effets directs sur certains paramètres (par ex. influence de la végétalisation naturelle des fossés sur l'indicateur « végétalisation des fossés et fossés profonds »). En revanche sur d'autres paramètres, l'influence des actions écologiques est indirecte (par ex. épaisseur de l'épisolum humifère indirectement affectée par un changement de pratiques agricoles sur le site). Différentes pistes d'actions écologiques sont proposées dans l'Encadré 7 pour favoriser certains paramètres et *in fine* les sous-fonctions associées.

Encadré 7. Pistes d'actions écologiques potentielles pour favoriser une sous-fonction donnée

Des exemples de pistes d'actions écologiques permettant potentiellement de favoriser une sous-fonction donnée sont proposées ci-dessous (voir aussi les recueils et guides sur le portail national zones humides[21]) :

- végétalisation par ensemencement, plantations d'espèces arborescentes ;
- fauche ou pâturage dans les couverts herbacés ;
- pour les drains en surface (rigoles, fossés et fossés profonds) : effacement, non entretien, réduction de la fréquence de curage des fossés, végétalisation ;
- pour les drains enterrés : dédrainage, obturations ponctuelles à des points stratégiques, plantation de saules (obstruction des drains par les racines) ;
- étrépage, décapage, décaissement de remblai ;
- chaulage ;
- conversion de culture en habitats avec un couvert végétal permanent ;
- végétalisation par opération de génie végétal des ravines ou aménagements de seuils ;
- végétalisation spontanée des berges, plantations de ripisylves ;
- alternance de fauche, pâturage, exploitation forestière dans l'espace ;
- redéfinition des contours des unités d'habitats ;
- conversion de boisement monospécifique en boisement spontané, végétalisation spontanée de cultures intensives, boisements spontanés ;
- éradication ou contrôle des populations végétales constituées d'espèces associées à des invasions biologiques ;
- etc.

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Ces actions écologiques sont citées à titre d'exemples. Elles ne doivent donc pas être systématiquement appliquées et nécessitent un avis technique pour juger de la pertinence de leur mise en œuvre selon le contexte écologique du site de compensation et les objectifs assignés par les parties prenantes dans le cadre de la définition des mesures compensatoires. À noter que la non-intervention peut constituer dans certains cas une piste d'action écologique envisageable.

[21] *http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/documentation/documentation-technique-sur-la-gestion-et-la-restauration*

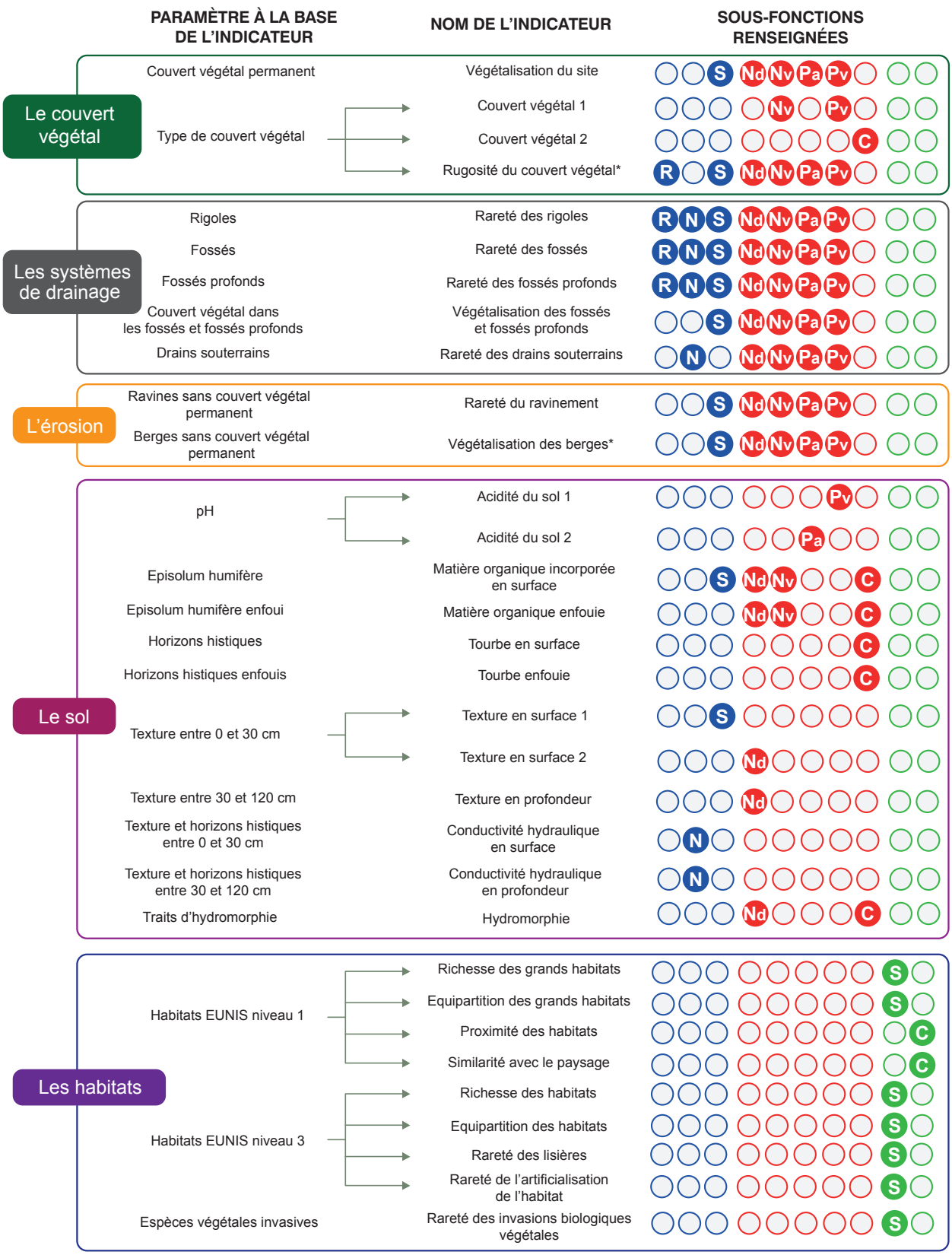


***Figure 14**. Représentation simplifiée des indicateurs* dans le site *et des sous-fonctions correspondantes.*

** l'indicateur est spécifique aux sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques alluviaux.*

Les ronds pleins indiquent les sous-fonctions renseignées par indicateur :

- en bleu, les sous-fonctions hydrologiques : R *Ralentissement des ruissellements* N *Recharge des nappes* S *Rétention des sédiments*

- en rouge, les sous-fonctions biogéochimiques : Nd *Dénitrification des nitrates* Nv *Assimilation végétale de l'azote*

Pa *Adsorption, précipitation du phosphore* Pv *Assimilation végétale des orthophosphates* C *Séquestration du carbone*

- en vert, les sous-fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces : S *Support des habitats* C *Connexion des habitats*

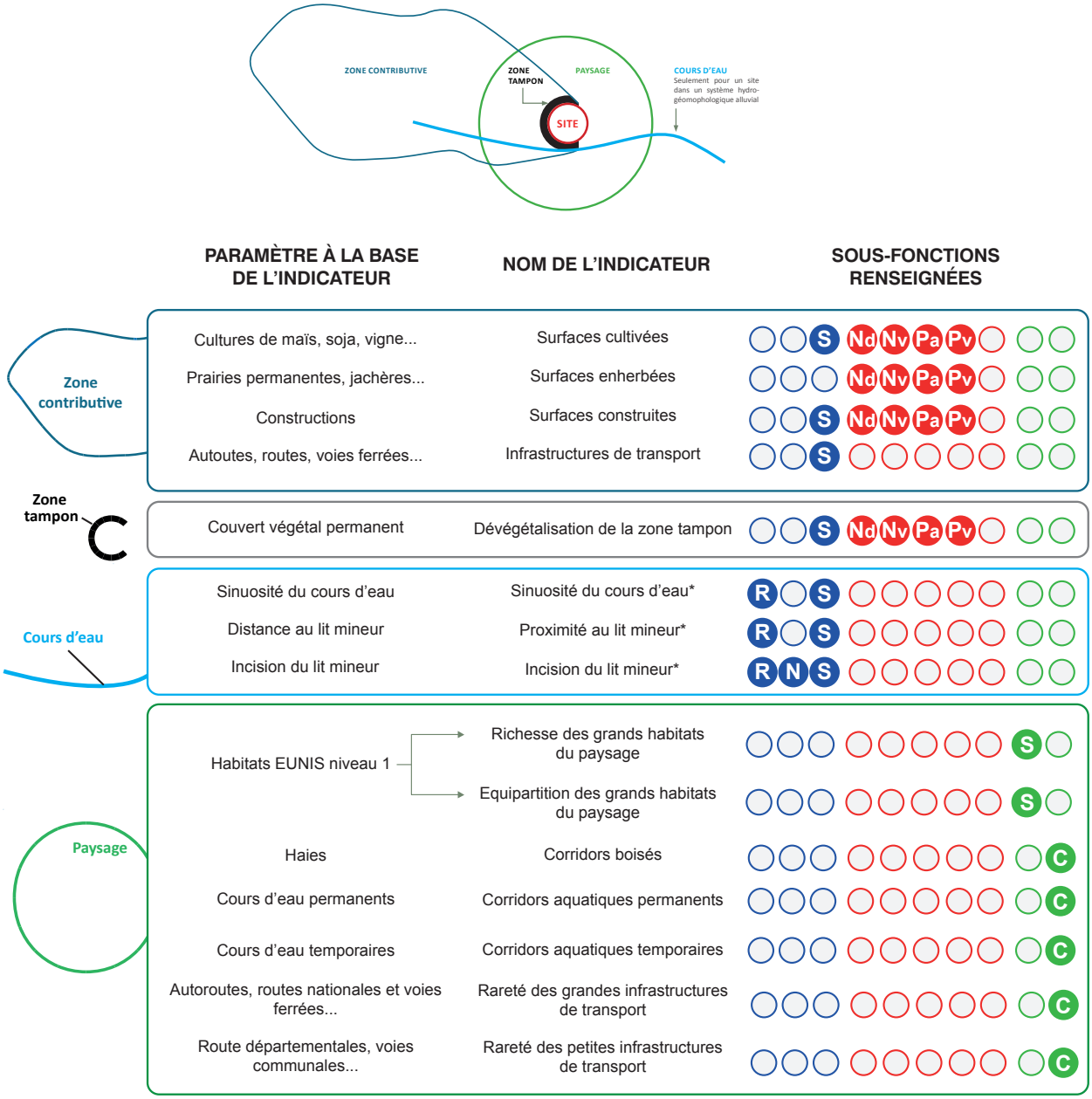


Figure 15. *Représentation simplifiée des indicateurs dans l'environnement du site et des sous-fonctions correspondantes.*
** l'indicateur est spécifique aux sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques alluviaux.*
Les ronds pleins indiquent les sous-fonctions renseignées par indicateur :
- en bleu, les sous-fonctions hydrologiques : R *Ralentissement des ruissellements* N *Recharge des nappes* S *Rétention des sédiments*
- en rouge, les sous-fonctions biogéochimiques : Nd *Dénitrification des nitrates* Nv *Assimilation végétale de l'azote*
Pa *Adsorption, précipitation du phosphore* Pv *Assimilation végétale des orthophosphates* C *Séquestration du carbone*
- en vert, les sous-fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces : S *Support des habitats* C *Connexion des habitats*

Interprétation des indicateurs et précautions élémentaires

Sur un site, la fluctuation de la valeur d'un indicateur au cours du temps indique l'évolution du paramètre associé et donc vraisemblablement de la sous-fonction associée. Lorsque la valeur de l'indicateur augmente, la sous-fonction associée est vraisemblablement plus importante et inversement lorsque la valeur de l'indicateur diminue. **Une précaution majeure à prendre est de toujours interpréter la réalisation d'une sous-fonction au regard de l'ensemble des indicateurs la renseignant et non pas au regard d'un seul indicateur. Il convient dans ce cas de veiller à ne pas considérer les indicateurs associés à une sous-fonction comme ayant une influence égale.** A titre d'exemple, pour une sous-fonction donnée, ce n'est pas parce qu'un indicateur a une valeur deux fois plus importante qu'un autre indicateur, qu'il a une influence deux fois plus importante sur cette même sous-fonction.

Par ailleurs, il convient de souligner que l'intensité d'une sous-fonction est généralement corrélée à la valeur d'un indicateur associé, mais que son intensité n'est pas proportionnelle à la valeur d'un indicateur associé. Ainsi, si la valeur d'un indicateur est multipliée par deux sur un site entre un instant *t* et *t*+1, cela signifie que le paramètre a varié et donc que l'intensité de la sous-fonction associée a vraisemblablement augmenté sur le site au regard de ce paramètre, mais cela ne signifie pas nécessairement que l'intensité de la sous-fonction sous-jacente a doublé (par ex. la sous-fonction liée à la dénitrification n'est pas forcément deux fois plus importante parce que la valeur des indicateurs associés à cette sous-fonction a doublé). En effet, des relations multiples sont possibles entre la valeur d'un indicateur et l'intensité de la sous-fonction associée et ne sont pas forcément linéaires (Figure 16). À noter, que seules des relations positives sont vraisemblables en général entre la valeur d'un indicateur est l'intensité d'une sous-fonction.

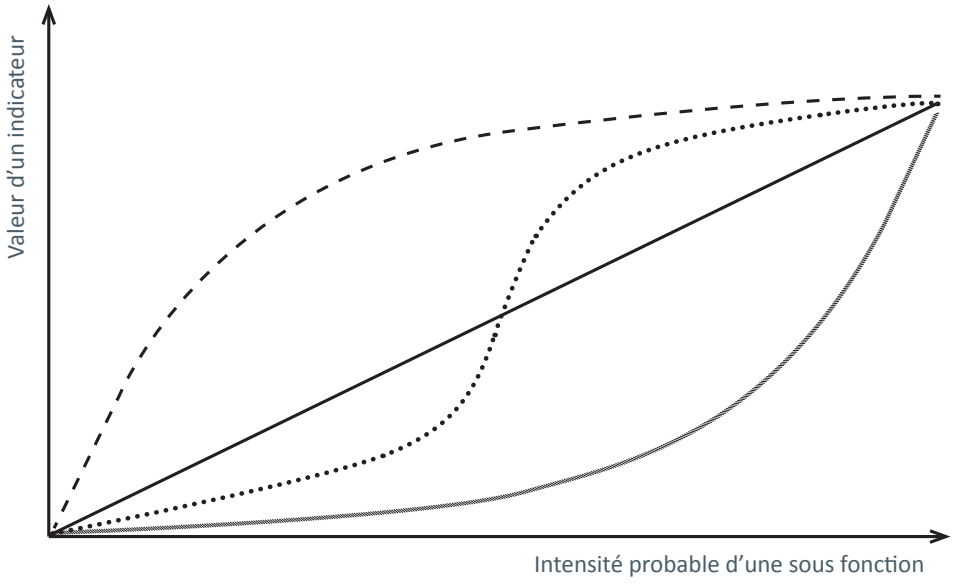


***Figure 16**. Exemples de quatre relations possibles entre la valeur d'un indicateur et l'intensité probable de la sous-fonction associée à l'indicateur. Chaque courbe indique un exemple de relation possible.*

Principales informations relevées en complément aux indicateurs

Il est possible de compléter le diagnostic fonctionnel par des informations narratives relevées sur le site ou dans son environnement et qui participent à la compréhension du fonctionnement global du site ou qui sont simplement des compléments d'information qu'il a été jugé intéressant de renseigner. Il n'a pas été possible de concevoir d'indicateurs à partir de ces informations au regard des contraintes fixées pour concevoir la méthode et de son champ d'application. Ces informations portent par exemple sur la présence de fosses d'extraction de tourbe, la liste des espèces végétales et animales associées à des invasions biologiques, l'exposition du site lorsqu'il est sur un versant, la présence de pertes karstiques ou de sources dans le site (voir Gayet *et al.* 2016).

Description des indicateurs

Les tableaux ci-après listent les paramètres et indicateurs à relever dans l'environnement du site (Tableaux 3 à 6) et dans le site lui-même (Tableau 7). **Une description détaillée de chaque indicateur est disponible dans Gayet *et al.* 2016 (définition, étalonnage et mode de calcul).**

Tableau 3. Présentation simplifiée des indicateurs dans la zone contributive du site. *Consultez Gayet* et al. *2016 et la notice (p. 63) pour en savoir plus sur les indicateurs (par ex. étalonnage, détails des informations relevées). Notez qu'avec la version actuelle de la méthode, aucune équivalence fonctionnelle n'est évaluée pour les indicateurs dans la zone contributive du site.*

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Surfaces cultivées *Part relative de surfaces cultivées dans la zone contributive* **Q13**	Îlots avec les codes 1 à 10, 14 à 16 et 20 à 27 du Registre parcellaire graphique (RPG)*	*…la proportion de la zone contributive qui est cultivée croît* → Plus d'apports de sédiments et de nutriments (N et P)	Registre parcellaire graphique administré par l'agence de services et de paiement	Proximité des surfaces cultivées non prise en compte Non distinction de pratiques intensives et plus extensives
Surfaces enherbées *Part relative de surfaces enherbées dans la zone contributive* **Q13**	Îlots avec les codes 11, 12, 13, 17, 18, 19 du Registre parcellaire graphique*	*…la proportion de la zone contributive avec des pratiques agricoles sur des surfaces enherbées croît* → Plus d'apports de nutriments (N et P)	Registre parcellaire graphique administré par l'agence de services et de paiement	Proximité des surfaces enherbées non prise en compte
Surfaces construites *Part relative de surfaces construites dans la zone contributive* **Q15**	Surfaces considérées comme construites dans la BD TOPO®	*…la proportion de la zone contributive qui est construite croît* → Plus d'apports de sédiments et de nutriments (N et P)	« BATI_INDIFFERENCIE », « BATI_REMARQUABLE », « BATI_INDUSTRIEL » et « TERRAIN_SPORT » de la BD TOPO®	Proximité des surfaces construites et dérivation d'écoulements (réseaux d'assainissement) non prises en compte
Infrastructures de transport *Densité d'infrastructures de transport dans la zone contributive* **Q16**	Voies ferrées, autoroutes, routes nationales, départementales et communales	*…la densité d'infrastructures de transport dans la zone contributive croît* → Plus d'apports de sédiments	« TRONCON_VOIE_FERRE », « ROUTE_PRIMAIRE » et « ROUTE_SECONDAIRE » de la BD TOPO®	Effets variables des types d'infrastructures, dessertes forestières et « chemins » non pris en compte

** 1 - blé tendre, 2 - maïs grain et ensilage, 3 - orge, 4 - autres céréales, 5 - colza, 6 - tournesol, 7 - autres oléagineux, 8 - protéagineux, 9 - plantes à fibres, 10 - semences, 11 - gel, 12 - gel industriel, 13 - autres gels, 14 - riz, 15 - légumineuses à grains, 16 - fourrage, 17 - estives landes, 18 - prairies permanentes, 19 - prairies temporaires, 20 - vergers, 21 - vignes, 22 - fruits à coque, 23 - oliviers, 24 - autres cultures industrielles, 25 - légumes-fleurs, 26 - canne à sucre, 27 - arboriculture.*

Tableau 4. Présentation simplifiée de l'indicateur dans la zone tampon du site. *Consultez Gayet* et al. *2016 et la notice (p. 63) pour en savoir plus sur l'indicateur (par ex. étalonnage, détails des informations relevées). Notez qu'avec la version actuelle de la méthode, aucune équivalence fonctionnelle n'est évaluée pour les indicateurs dans la zone tampon du site.*

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Dévégétalisation de la zone tampon[A] *Part relative de la zone tampon sans couvert végétal permanent* **Q19**	Couvert végétal permanent	*…la proportion de la zone tampon sans couvert végétal permanent croît* → Plus d'apports de sédiments et de nutriments (N et P)	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	Non prise en compte de paramètres qui affectent l'efficacité du couvert végétal (par ex. la pente, le type d'habitats)

[A] *Indicateur non renseigné en l'absence de zone tampon autour du site.*

Tableau 5. Présentation simplifiée des indicateurs sur le cours d'eau associé au site (indicateurs spécifiques aux sites dans un système hydrogéomorphologique alluvial). *Consultez Gayet* et al. *2016 et la notice (p. 63) pour en savoir plus sur les indicateurs (par ex. étalonnage, détails des informations relevées). Notez qu'avec la version actuelle de la méthode, aucune équivalence fonctionnelle n'est évaluée pour les indicateurs sur le cours d'eau associé au site.*

Indicateur **Numéro de la question dans la notice**	**Paramètre associé**	**Interprétation simplifiée** *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	**Source de l'information**	**Principales limites**
Sinuosité du cours d'eau *Rapport entre la longueur développée et la longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités du cours d'eau* **Q43**	Longueur développée et longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités du cours d'eau	*…la sinuosité du cours d'eau associé au site croît* → Plus de dépôts de sédiments et ruissellements plus lents dans la plaine d'inondation en période de crues	BD ORTHO®	
Proximité au lit mineur *Distance entre le lit mineur et le centroïde du site* **Q42**	Distance entre le lit mineur et le centroïde du site	*…la proximité entre le centre du site et le cours d'eau croît* → Plus de dépôts de sédiments et ruissellements plus importants dans la plaine d'inondation en période de crues	BD ORTHO®	Fonctionnement hydraulique réel du cours d'eau et espace de mobilité non pris en compte
Incision du lit mineur *Hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau* **Q69**	Différence topographique entre le niveau à pleins bords du cours d'eau et son lit mineur	*…l'incision du lit mineur décroît* → Plus d'apports de sédiments et de ruissellements en crue, effet drainant moindre du cours d'eau	Information relevée sur le terrain	Mesure peu précise à proximité immédiate du site et pas sur un linéaire de cours d'eau

Tableau 6. Présentation simplifiée des indicateurs dans le paysage du site. *Consultez Gayet* et al. *2016 et la notice (p. 63) pour en savoir plus sur les indicateurs (par ex. étalonnage, détails des informations relevées). Notez qu'avec la version actuelle de la méthode, aucune équivalence fonctionnelle n'est évaluée pour les indicateurs dans le paysage du site.*

Indicateur **Numéro de la question dans la notice**	**Paramètre associé**	**Interprétation simplifiée** *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	**Source de l'information**	**Principales limites**
Richesse des grands habitats du paysage *Nombre d'habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage* **Q22**	Habitats EUNIS niveau 1	*…le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 croît dans le paysage* → Richesse des habitats accrue	BD ORTHO® et éventuellement vérifications ponctuelles sur le terrain	EUNIS niveau 1 reste peu précis
Équipartition des grands habitats du paysage *Part relative des habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage* **Q22**	Habitats EUNIS niveau 1	*…la part relative de chaque habitat est de plus en plus égale à celle des autres habitats dans le paysage* → Hétérogénéité des habitats accrue	BD ORTHO® et éventuellement vérifications ponctuelles sur le terrain	EUNIS niveau 1 reste peu précis
Corridors boisés *Proportion du paysage occupée par les corridors boisés* **Q24, Q25 ou Q26**	Haies conformément à la définition de l'Institut national de l'information géographique et forestière (2011) dans la BD TOPO®	*…la superficie et la densité de haies croissent* → Connectivité associée accrue	Haies du fichier « ZONE_VEGETATION » de la BD TOPO® et/ou haies identifiées sur BD ORTHO®	Non prise en compte des éléments boisés comme les bosquets et les arbres isolés
Corridors aquatiques permanents *Densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage* **Q27**	Cours d'eau permanents naturels ou artificiels et gros fossés de plus de 2 m de large lorsqu'ils coulent de manière permanente	*…la densité de corridors aquatiques permanents croît* → Connectivité associée accrue	Éléments avec un régime permanent du fichier « TRONCON_COURS_EAU » de la BD TOPO®	Étalonnage de l'indicateur sur toute la France (répartition des zones humides vraisemblablement pas homogène sur le territoire)

Suite du ***Tableau 6***

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Corridors aquatiques temporaires *Densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage* **Q27**	Cours d'eau temporaires naturels, à l'exception des tronçons de moins de 100 m situés aux extrémités amont du réseau	*…la densité de corridors aquatiques temporaires croît* → Connectivité associée accrue	Éléments avec un régime intermittent du fichier « TRONCON_COURS_EAU » de la BD TOPO®	Étalonnage de l'indicateur sur toute la France (répartition des zones humides vraisemblablement pas homogène sur le territoire)
Rareté des grandes infrastructures de transport *Densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage* **Q29**	Principalement les autoroutes, routes nationales et voies ferrées	*…la densité de grandes infrastructures de transport décroît* → Effet barrière associé réduit	Fichiers «ROUTE_PRIMAIRE» et «TRONCON_VOIE_FERREE» de la BD TOPO®	Non prise en compte de la fréquentation des infrastructures ni de la présence d'aménagements pour la faune sauvage
Rareté des petites infrastructures de transport *Densité de petites infrastructures de transport dans le paysage* **Q32**	Principalement les routes départementales et communales	*…la densité de petites infrastructures de transport décroît* → Effet barrière associé réduit	Fichier « ROUTE_SECONDAIRE » de la BD TOPO®	Non prise en compte de la fréquentation des infrastructures ni de la présence d'aménagements pour la faune sauvage

Tableau 7. Présentation simplifiée des indicateurs dans le site *(les couleurs renvoient à la figure 14). Consultez Gayet* et al. *2016 et la notice (p. 63) pour en savoir plus sur les indicateurs (par ex. étalonnage, détails des informations relevées).*

	Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Le couvert végétal	**Végétalisation du site** *Part relative du site occupée par un couvert végétal permanent* **Q41**	Couvert végétal permanent	*…la proportion du site avec un couvert végétal permanent croît* → Capacité à retenir les sédiments et nutriments (N et P) accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	Non prise en compte de paramètres qui affectent l'efficacité du couvert végétal (par ex. la pente)
	Couvert végétal 1[B] *Part relative des types de couverts végétaux dans le site et pratiques anthropiques associées* **Q56**	Type de couvert végétal et éventuellement pratiques anthropiques associées	*… le couvert végétal tend vers un couvert herbacé (avec export de biomasse) et/ou arbustif et/ou arboré* → Capacité d'assimilation végétale des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Types de couverts végétaux identifiés assez peu précis
	Couvert végétal 2[B] *Part relative des types de couverts végétaux dans le site et pratiques anthropiques associées* **Q56**	Type de couvert végétal et éventuellement pratiques anthropiques associées	*… le couvert végétal tend vers un couvert arboré* → Capacité de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	Types de couverts végétaux identifiés assez peu précis
	Rugosité du couvert végétal[C] *Part relative des types de couverts végétaux dans le site* **Q56**	Type de couvert végétal	*… le couvert végétal tend vers un couvert arboré* → Capacité de rétention des flux hydro-sédimentaires, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Modelé topographique dans le site non pris en compte
Les systèmes de drainage	**Rareté des rigoles** *Densité de rigoles dans le site et dans la zone tampon* **Q60**	Rigoles (profondeur < 0,3 m)	*… la densité du réseau de rigoles décroît* → Capacité de rétention des flux hydro-sédimentaires, de recharge des nappes, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des aménagements pouvant moduler les écoulements dans les rigoles

[B] *Indicateur non renseigné si méconnaissance des pratiques anthropiques dans les couverts herbacés.*
[C] *Indicateur spécifique aux sites dans un système hydrogéomorphologique alluvial.*

Suite du ***Tableau 7***

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Rareté des fossés *Densité de fossés dans le site et dans la zone tampon* **Q60**	Fossés (profondeur ≥ 0,3 m et < 1 m)	*… la densité du réseau de fossés décroît* → Capacité de rétention des flux hydro-sédimentaires, de recharge des nappes, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des aménagements pouvant moduler les écoulements dans les fossés
Rareté des fossés profonds *Densité de fossés profonds dans le site et dans la zone tampon* **Q60**	Fossés profonds (profondeur ≥ 1 m)	*… la densité du réseau de fossés profonds décroît* → Capacité de rétention des flux hydro-sédimentaires, de recharge des nappes, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des aménagements pouvant moduler les écoulements dans les fossés profonds
Végétalisation des fossés et fossés profonds[D] *Proportion du linéaire de fossés et de fossés profonds dans le site et dans la zone tampon avec un couvert végétal permanent* **Q60**	Couvert végétal permanent dans les fossés (profondeur ≥ 0,3 m et < 1 m) et les fossés profonds (profondeur ≥ 1 m)	*… la proportion du linéaire de fossés et de fossés profonds sans un couvert végétal permanent décroît* → Capacité de rétention des sédiments, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des aménagements pouvant moduler les écoulements dans les fossés et les fossés profonds
Rareté des drains souterrains[E] *Proportion du site et de sa zone tampon avec un système de drainage souterrain* **Q64**	Systèmes de drainage souterrain	*…la proportion du site et de sa zone tampon avec un système de drainage souterrain décroît* → Capacité de recharge des nappes, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain et carte du réseau de drainage quand elles existent	Non prise en compte de l'ancienneté du réseau de drainage
L'érosion **Rareté du ravinement** *Proportion du site sans ravines dévégétalisées* **Q66**	Ravines sans couvert végétal permanent	*… la proportion du site avec des ravines décroît* → Capacité de rétention des sédiments, d'assimilation végétale et rétention des nutriments (N et P) accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des types de couverts végétaux permanents qui peuvent affecter les effets des ravinements
Végétalisation des berges[F] *Proportion de berges de cours d'eau dans le site sans un couvert végétal permanent* **Q71, Q72**	Couvert végétal permanent sur les berges de cours d'eau	*… la part de berges sans un couvert végétal permanent décroît* → Capacité de rétention des sédiments, d'assimilation végétale et rétention des nutriments accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des types de couverts végétaux permanents qui peuvent avoir des effets variables sur les fonctions
Le sol **Acidité du sol 1**[G] *Valeur moyenne du pH dans les 15 premiers cm des sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	pH du sol	*… le pH se rapproche d'une valeur comprise entre [6 – 7]* → Capacité d'assimilation végétale des orthophosphates accrue	Information relevée sur le terrain	-

[D] *Indicateur non renseigné si absence de fossé et de fossé profond dans le site et dans la zone tampon.*
[E] *Indicateur non renseigné si méconnaissance de la présence d'un réseau de drainage souterrain dans le site et sa zone tampon.*
[F] *Indicateur spécifique aux sites dans un système hydrogéomorphologique alluvial.*
[G] *Indicateur non renseigné si pH non mesuré sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*

*Suite du **Tableau 7***

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Acidité du sol 2[H] *Valeur moyenne du pH dans les 15 premiers cm des sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	pH du sol	*… le pH s'écarte d'une valeur comprise entre [6 – 7]* → Capacité d'adsorption et de précipitation du phosphore accrue	Information relevée sur le terrain	-
Matière organique incorporée en surface[I] *Épaisseur moyenne de l'épisolum humifère dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	Episolum humifère	*…l'épaisseur moyenne de l'épisolum humifère croît* → Capacité de rétention des sédiments, de dénitrification des nitrates, d'assimilation végétale de l'azote et de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	-
Matière organique enfouie[I] *Épaisseur moyenne de l'horizon Ab dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	Episolum humifère enfoui	*…l'épaisseur moyenne de l'horizon Ab croît* → Capacité de dénitrification des nitrates, d'assimilation végétale de l'azote et de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	-
Tourbe en surface[I] *Épaisseur moyenne des horizons histiques en surface modulée selon leur degré d'humification dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	Horizons histiques en surface	*… l'épaisseur moyenne de l'horizon histique croît et le taux de décomposition de la matière organique décroît* → Capacité de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des types de matériaux végétaux constitutifs de la tourbe
Tourbe enfouie[I] *Épaisseur moyenne des horizons histiques enfouis modulée selon leur degré d'humification dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène* **Q73**	Horizons histiques enfouis (sous un horizon « minéral »)	*… l'épaisseur moyenne de l'horizon histique enfoui croît et le taux de décomposition de la matière organique décroît* → Capacité de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte des types de matériaux végétaux constitutifs de la tourbe
Texture en surface 1[J] *Épaisseur moyenne de chaque classe de texture du sol dans les 30 premiers cm en surface des sondages pédologiques par sous-ensemble homogène modulée selon la sensibilité à l'érosion* **Q73**	Texture dans les 30 premiers cm en surface	*… la texture du sol dans les 30 premiers cm est de plus en plus sableuse ou argileuse* → Capacité de rétention des sédiments accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte de la charge en cailloux dans le sol Classes de textures prises en compte peu précises
Texture en surface 2[J] *Épaisseur moyenne de chaque classe de texture du sol dans les 30 premiers cm en surface des sondages pédologiques par sous-ensemble homogène modulée selon les effets sur la dénitrification des nitrates* **Q73**	Texture dans les 30 premiers cm en surface	*… la texture du sol dans les 30 premiers cm est de plus en plus fine* → Capacité de dénitrification des nitrates accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte de la charge en cailloux dans le sol Classes de textures prises en compte peu précises

[H] *Indicateur non renseigné si pH non mesuré sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*
[I] *Indicateur non renseigné si épaisseur non connue sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*
[J] *Indicateur non renseigné si texture non connue sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*

Suite du ***Tableau 7***

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Texture en profondeur[K] *Épaisseur moyenne de chaque classe de texture du sol entre 30 et 120 cm dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène modulée selon les effets sur la dénitrification des nitrates* **Q73**	Texture du sol entre 30 cm et 120 cm	*… la texture du sol entre 30 et 120 cm est de plus en plus fine* → Capacité de dénitrification des nitrates accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte de la charge en cailloux dans le sol Classes de textures prises en compte peu précises
Conductivité hydraulique en surface[L] *Épaisseur moyenne des types de matériau dans les 30 premiers cm en surface des sondages pédologiques par sous-ensemble homogène modulée selon leur conductivité hydraulique à saturation* **Q73**	Type de matériau (texture ou horizon histique) dans les 30 premiers cm en surface	*… les matériaux dans les 30 premiers cm sont de plus en plus grossiers* → Capacité de recharge des nappes accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte de la charge en cailloux dans le sol et des différents types d'horizons histiques Classes de textures prises en compte peu précises
Conductivité hydraulique en profondeur[L] *Épaisseur moyenne des types de matériau entre 30 et 120 cm dans les sondages pédologiques par sous-ensemble homogène modulée selon leur conductivité hydraulique à saturation* **Q73**	Type de matériau (texture ou horizon histique) entre 30 et 120 cm	*… les matériaux entre 30 et 120 cm sont de plus en plus grossiers* → Capacité de recharge des nappes accrue	Information relevée sur le terrain	Non prise en compte de la charge en cailloux dans le sol Classes de textures prises en compte peu précises
Hydromorphie[M] *Intensité de l'hydromorphie dans le sol* **Q73**	Traits d'hydromorphie	*… l'hydromorphie est de plus en plus importante* → Capacité de dénitrification des nitrates et de séquestration du carbone accrue	Information relevée sur le terrain	Traits d'hydromorphie pris en compte peu précis
Les habitats				
Richesse des grands habitats *Nombre d'habitats EUNIS niveau 1* **Q39**	Habitats EUNIS niveau 1	*… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 croît* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	-
Richesse des habitats *Nombre d'habitats EUNIS niveau 3* **Q39**	Habitats EUNIS niveau 3	*… le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 croît* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	Une grande diversité peut traduire une mosaïque sans une grande superficie d'un habitat homogène, ce qui peut être défavorable à des espèces spécialistes
Équipartition des grands habitats *Part relative des habitats EUNIS niveau 1* **Q39**	Habitats EUNIS niveau 1	*… la part relative de chaque habitat est de plus en plus égale à celle des autres habitats* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	-

[K] *Indicateur non renseigné si texture non connue sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*
[L] *Indicateur non renseigné si matériau non connu sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*
[M] *Indicateur non renseigné si absence de traits d'hydromorphie ou traits d'hydromorphie non renseigné sur au moins un sondage pédologique ou dans au moins un sous-ensemble homogène.*

*Suite du **Tableau 7***

Indicateur Numéro de la question dans la notice	Paramètre associé	Interprétation simplifiée *Quand la valeur de l'indicateur croît…*	Source de l'information	Principales limites
Équipartition des habitats *Part relative des habitats EUNIS niveau 3* **Q39**	Habitats EUNIS niveau 3	*… la part relative de chaque habitat est de plus en plus égale à celle des autres habitats* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	-
Rareté des lisières *Densité de lisière entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3* **Q76**	Limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3	*… la densité de lisière entre les unités d'habitats est moins importante* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	Traduit surtout les conditions souvent favorables aux espèces tributaires des caractéristiques intrinsèques des habitats
Rareté de l'artificialisation de l'habitat *Part relative du site occupée par les habitats EUNIS niveau 3 et le type de communautés végétales associées modulées selon leur degré d'artificialisation* **Q39, Q57 et Q58**	Habitats EUNIS niveau 3 et type de communautés végétales associé	*… l'artificialisation des habitats est moins forte* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	Distinction peu précise entre les habitats très artificialisés d'une part, et des habitats avec des perturbations modérées à très réduites d'autre part
Rareté des invasions biologiques végétales[N] *Part relative du site non occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques en période de croissance végétative* **Q55**	Espèces associées à des invasions biologiques d'après la référence choisie par l'observateur	*… l'emprise des espèces végétales associées à des invasions biologiques se réduit* → Capacité d'accueil pour la faune et la flore autochtone accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	-
Proximité des habitats *Distance moyenne entre le périmètre des unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site et le périmètre des unités d'habitats EUNIS niveau 1 similaires les plus proches dans le paysage du site* **Q77, Q78**	Habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans son paysage	*… la distance entre le périmètre des unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site et le périmètre d'unités d'habitats EUNIS niveau 1 similaires se réduit* → Connectivité entre les habitats accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain	-
Similarité avec le paysage *Coefficient de similarité entre la part relative des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et celle des habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage* **Q22, Q39**	Habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans son paysage	*… la ressemblance entre la composition des habitats du site et celle du paysage croît* → Connectivité entre les habitats accrue	BD ORTHO®, vérifications sur le terrain dans le site et ponctuellement dans le paysage	Non prise en compte des habitats intercalés entre les habitats du site et du paysage EUNIS niveau 1 reste peu précis

[N] *Indicateur non renseigné si emprise des espèces végétales associées à des invasions biologiques en période de croissance végétative non connue.*

Applications des diagnostics pour évaluer l'équivalence fonctionnelle dans le cadre de la compensation d'impacts sur les zones humides

4

Dans le cadre d'une installation, d'un ouvrage, de travaux ou d'activités (IOTA) soumis à la nomenclature « loi sur l'eau », les mesures de compensation sont proposées par le maître d'ouvrage en contrepartie des impacts négatifs résiduels significatifs engendrés par son projet, après évitement et réduction. Elles ont pour but d'atteindre l'équivalence écologique, qualitative et quantitative, entre les impacts résiduels (pertes) et la plus-value apportée par les mesures compensatoires (gains). **En égalisant *a minima* les pertes et les gains, l'objectif est de conserver et si possible d'améliorer la qualité environnementale des milieux (article II du R.122-14 du code de l'environnement).** La mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser » est guidée par un certain nombre de principes qui incluent la proportionnalité, l'équivalence, la proximité géographique et temporelle, la faisabilité, l'efficacité, la pérennité, l'additionnalité écologique et financière et la cohérence (Annexe 4, p. 60).

Les éléments de méthode présentés ici concernent uniquement le respect des principes :

- **de proximité géographique** : analyser la similarité des diagnostics de contexte du site impacté et du site de compensation ;
- **d'efficacité** : suivre l'évolution de l'intensité des sous-fonctions au travers de la variation des indicateurs relevés sur le site impacté avant et après impact et sur le site de compensation avant et après action écologique ;
- **d'équivalence fonctionnelle** : vérifier que la mesure de compensation cible les mêmes composantes de milieux sur le site de compensation que celles détruites ou altérées sur le site impacté dans le diagnostic de contexte. Évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle à l'issue de la mise en œuvre des mesures de compensation sur la base de l'analyse des indicateurs ;
- **d'additionnalité écologique** : évaluer si le gain fonctionnel est au moins équivalent aux pertes à l'issue de la mise en œuvre des mesures de compensation.

Les autres principes régissant la compensation écologique ou encore les garanties financières et foncières à apporter lors de la mise en œuvre de ces mesures sont tout aussi importants à présenter en phase d'instruction des projets, pour évaluer l'éligibilité de ces mesures au titre de la compensation écologique (CGDD et DEB 2013). Toutefois, ils peuvent être vérifiés indépendamment de ceux évalués grâce à cette méthode.

4.1 Respect des principes de proximité géographique et d'équivalence - mobilisation du diagnostic de contexte

Selon la réglementation, le principe de proximité géographique implique qu'une mesure de compensation soit située à proximité du site impacté, sur une zone présentant des caractéristiques physiques et anthropiques similaires. En plus, selon la réglementation, le principe d'équivalence implique que la mesure de compensation cible les mêmes composantes de milieux que celles détruites ou altérées (Annexe 4 p. 60).

Dans le cadre de cette méthode, ces principes sont évalués au travers d'une analyse de la similarité des diagnostics de contexte de sites (Figure 17 p. 48). Ainsi, il est nécessaire de veiller à ce que le site avant impact et le site de compensation avec action écologique envisagée ou après action écologique réunissent simultanément les cinq conditions suivantes :

- 1 - **appartenir à la même masse d'eau de surface, sinon à titre exceptionnel, dans des cas dûment justifiés** (par ex. impossibilité manifeste de trouver des sites de compensation valables dans la même masse d'eau que celle concernée par l'aménagement) **ils doivent appartenir à des masses d'eau de surface immédiatement en amont ou aval l'une de l'autre ;**
- 2 - **présenter des pressions anthropiques similaires dans la zone contributive ;**
- 3 - **présenter un paysage similaire ;**
- 4 - **appartenir au même système hydrogéomorphologique ;**
- 5 - **présenter des habitats similaires dans le site.**

L'encadré 8 présente de manière détaillée les points de vigilance lors du choix du site de compensation et ce afin de respecter les conditions listées ci-dessus. **Si ces cinq conditions ne sont pas simultanément remplies, cette méthode n'est alors pas pertinente pour évaluer l'efficacité des actions écologiques et la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle. Il est alors conseillé aux parties prenantes de revoir les caractéristiques du site de compensation ou d'identifier un autre site de compensation plus pertinent[22].**

[22] La méthode n'a évidemment pas vocation à fournir des prescriptions sur comment procéder pour compenser les impacts négatifs résiduels significatifs sur les zones humides. Les éléments du diagnostic de contexte fournissent simplement un cadre où il est pertinent d'utiliser la méthode pour évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle durant la séquence « éviter, réduire, compenser ». Il s'agit également du cadre à minima préconisé par les auteurs qui ont rédigé cette méthode, pour la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser ». En dehors de ce cadre, la méthode ne peut pas être mobilisée pour évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle et d'autres méthodes doivent être utilisées.

Encadré 8. Points de vigilance lors du choix des sites de compensation

Certains éléments du diagnostic du contexte de site sont laissés à l'appréciation des parties prenantes, lors de la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser ». Ainsi, lors de la recherche de sites de compensation, il est crucial de veiller à :

- la similarité des pressions anthropiques sur les zones contributives des sites impactés et de compensation, afin d'éviter des déséquilibres flagrants. Une vigilance particulière doit notamment être accordée quant aux évolutions en cours dans la zone contributive du site de compensation (par ex. déprise agricole, urbanisation). Le fait que le site avant impact et le site de compensation avant action écologique soient dans des zones contributives comparables ne garantit pas que ces derniers restent dans ces mêmes types de zones à moyen et long termes. Ainsi lors du choix du site de compensation, il est préconisé de prendre en compte, dans la limite des connaissances actuelles, quelle pourrait être l'évolution des pressions anthropiques dans la zone contributive du site de compensation afin de favoriser le succès des actions écologiques mises en œuvre (par ex. analyse de l'évolution des pressions anthropiques, consultation des documents d'urbanisme) ;
- la similarité des habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage du site impacté et du site de compensation afin d'éviter des déséquilibres flagrants. Une vigilance particulière doit notamment être accordée quant aux évolutions qui peuvent être en cours dans le paysage du site de compensation (par ex. site dans une zone en cours d'urbanisation ou en cours de déprise agricole). Le fait que le site avant impact et le site de compensation avant action écologique soient dans des paysages similaires ne garantit pas que le site avant impact et le site de compensation après action écologique soient dans des paysages similaires. Ainsi, et comme dans le point précédent, il est préconisé de prendre en compte, dans la limite des connaissances actuelles, quelle pourrait être l'évolution des habitats EUNIS de niveau 1 dans le paysage du site de compensation afin de favoriser le succès des actions écologiques mises en œuvre (par ex. analyse de l'évolution de l'occupation du sol dans la zone, consultation des documents d'urbanisme) ;
- la similarité des habitats EUNIS niveau 3 dans le site avant impact et dans le site de compensation après action écologique. Ceci constitue en effet une garantie que la comparaison des fonctions se fait globalement sur des écosystèmes similaires, où les fonctions sont effectivement comparables. Des travaux complémentaires sont en cours pour expliciter les trajectoires d'évolution des écosystèmes au cours de la mise en œuvre des actions écologiques et ce afin de tendre vers des écosystèmes similaires à ceux détruits sur le site impacté. Il est nécessaire de veiller à utiliser des surfaces minimales cartographiables similaires pour décrire les habitats du site impacté et du site de compensation. Une exception notable à cette règle de similarité des habitats détruits vs. compensés dans le site, concerne les habitats avec une très forte empreinte anthropique (lignes directrices dans CGDD et DEB 2013). En effet, ces derniers sont considérés comme des habitats où les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces sont le plus souvent très réduites (Mitsch et Gosselink 2007). Il s'agit principalement, mais pas seulement, d'habitats inclus dans « I Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés » et les habitats « J Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels » (partie B, page 134 à 138).

4.2 Respect des principes d'efficacité, d'équivalence et d'additionnalité écologique - mobilisation du diagnostic fonctionnel

Selon la réglementation, le principe d'efficacité vise à vérifier que les actions écologiques mises en œuvre permettent d'atteindre les objectifs visés par la compensation au travers de la production de résultats clairs, précis et contrôlables (Annexe 4 p. 60). L'efficacité de chaque mesure doit être évaluée par un programme de suivi, c'est-à-dire par une série de collectes de données répétées dans le temps qui renseignent des indicateurs de résultats. Ces indicateurs sont définis en tenant compte de l'état initial du site de compensation.

Dans le cadre de cette méthode, l'efficacité des actions écologiques peut être mesurée au travers d'une évaluation répétée dans le temps de l'intensité de chaque sous-fonction suite à la mise en œuvre des actions écologiques. Cette évaluation se base sur le suivi de l'évolution de la valeur relative des indicateurs, c'est-à-dire dont la valeur est rapportée à l'échelle d'une unité surfacique (capacité fonctionnelle relative, voir section 3.2). La superficie des sites évalués n'est donc pas prise en compte dans ce cas-là. **Ainsi, on peut considérer que le principe d'efficacité est respecté lorsque :**

valeur relative d'un indicateur X sur le site de compensation <u>avant</u> action écologique	**<**	**valeur relative d'un indicateur X sur le site de compensation <u>au cours de la mise en œuvre et/ou après</u> action écologique**

À noter que la mise en place d'un suivi de ces indicateurs tout au long du projet permet de favoriser une gestion adaptative orientée vers les résultats à atteindre.

Selon la réglementation, le principe d'équivalence vise notamment à vérifier la mesure de compensation écologique est dimensionnée selon l'ampleur du projet et l'intensité des impacts négatifs résiduels significatifs. Le principe d'additionnalité écologique vise notamment à vérifier que la mesure de compensation engendre bien un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisées (Annexe 4 p. 60). Les actions écologiques mises en œuvre sur le site de compensation ont pour but d'atteindre l'équivalence écologique, qualitative et quantitative, entre les impacts résiduels (pertes) et la plus-value apportée par les mesures compensatoires (gains). Ces mesures doivent être dimensionnées selon l'ampleur du projet et l'intensité des impacts négatifs résiduels significatifs.

Dans le cadre de cette méthode, l'équivalence fonctionnelle et l'additionnalité écologique sont déterminées en comparant la perte fonctionnelle sur le site impacté, avec le gain fonctionnel – ou le déclin - sur le site de compensation (définitions Encadré 9). Cette comparaison nécessite d'intégrer un ratio d'équivalence fonctionnelle qui représente le rapport entre gain fonctionnel/perte fonctionnelle à dépasser pour conclure quant à la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle. Par exemple, si le ratio d'équivalence fonctionnelle est de 2 pour 1, le gain fonctionnel doit être au moins deux fois supérieur à la perte fonctionnelle pour qu'il y ait une équivalence fonctionnelle. Ce ratio d'équivalence fonctionnelle doit faire l'objet d'un argumentaire scientifique et technique (au regard de la littérature disponible) qui dépasse le cadre de la méthode présentée ici. Il est néanmoins vivement conseillé d'aller au-delà du ratio de 1 pour 1 afin de maximiser les chances que l'équivalence fonctionnelle vraisemblablement détectée soit avérée.

Encadré 9. Définition de la perte, du gain et du déclin fonctionnels

Perte fonctionnelle sur le site impacté

La perte fonctionnelle est l'impact négatif résiduel significatif engendré par le projet sur les fonctions assurées par le site une fois les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre et l'aménagement réalisé. Elle signifie la régression de l'intensité d'une sous-fonction sur le site après impact au vu d'un indicateur. Elle survient quand :

valeur absolue d'un indicateur X sur le site <u>avant</u> impact	**>**	**valeur absolue d'un indicateur X sur le site <u>après</u> impact**

La perte fonctionnelle est ici décrite en termes d'amplitude d'impact. L'observateur peut éventuellement proposer une analyse intégrant d'autres aspects que ceux pris en compte ici tels que la durée de l'impact, sa réversibilité, son caractère direct ou indirect pour nuancer le résultat de l'évaluation (Régnery 2013). En effet, afin de satisfaire aux impératifs opérationnels de la méthode (p. 13), la perte fonctionnelle est ici qualifiée à un instant *t*, après l'impact. Elle ne tient pas compte de la trajectoire écologique dans laquelle le site s'inscrit. L'observateur peut éventuellement discuter de la perte fonctionnelle au regard de sa connaissance du site et de la trajectoire écologique dans laquelle ce dernier s'inscrivait avant impact (vers une baisse, une stagnation ou une hausse de la sous-fonction).

Déclin fonctionnel sur le site de compensation

Un déclin fonctionnel indique une baisse de l'intensité d'une sous-fonction assurée par le site de compensation après la mise en œuvre de la mesure de compensation. Il survient quand :

valeur absolue d'un indicateur X sur le site de compensation <u>avant</u> action écologique	**>**	**valeur absolue d'un indicateur X sur le site compensation <u>après</u> action écologique**

Un déclin fonctionnel peut survenir dans de nombreuses situations : effets contraires à ceux visés durant la réalisation des actions écologiques (phase travaux), effets en cascade de la mise en œuvre de différentes actions écologiques qui permettent d'obtenir un gain fonctionnel au regard de certains indicateurs, mais qui peuvent avoir des effets négatifs sur d'autres sous-fonctions, etc.

Gain fonctionnel sur le site de compensation

Le gain fonctionnel indique une progression de l'intensité d'une sous-fonction sur le site de compensation au vu d'un indicateur. Il survient quand :

valeur absolue d'un indicateur X sur le site de compensation <u>avant</u> action écologique	**<**	**valeur absolue d'un indicateur X sur le site de compensation <u>après</u> action écologique**

Si l'amplitude du gain est évaluée, le délai pour atteindre ce gain et la durée de ce gain ne sont pas estimés par la méthode. Ils peuvent éventuellement être étayés par un commentaire de l'observateur en complément du résultat de l'évaluation.

A noter que le ratio d'équivalence fonctionnelle ne correspond pas à un ratio surfacique comme cela est souvent rencontré dans les méthodes de dimensionnement des mesures de compensation « zones humides ». Le ratio d'équivalence fonctionnelle minimum est fixé par construction à 1 pour 1, mais l'observateur a la possibilité de choisir un ratio supérieur à 1 pour 1 durant l'évaluation. En effet, comme le caractère linéaire de la relation entre un indicateur et la réalisation d'une sous-fonction n'est pas assuré (Figure 16 p. 36), un ratio d'équivalence fonctionnelle de 1 pour 1 peut s'avérer insuffisant pour respecter l'équivalence de fonction. **Ainsi, plus ce ratio est élevé, plus l'effort de restauration requis est potentiellement important, plus le gain fonctionnel devra être nettement supérieur à la perte fonctionnelle et plus il y aura de garanties quant au respect du principe d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité écologique.** Il est ainsi tout à fait possible de requérir que le gain fonctionnel ne soit pas simplement au moins égal à la perte fonctionnelle, mais par exemple 1,5 fois, 2 fois, 5 fois… supérieur à la perte fonctionnelle. Ceci est plus particulièrement le cas pour les sites de compensation où la mise en œuvre d'actions écologiques sur les habitats humides et fonctions présentent un risque d'échec élevé.

Ainsi, les principes d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité écologique pour une sous-fonction donnée sont vraisemblablement respectés si le gain fonctionnel sur le site de compensation est supérieur ou égal au produit de la perte fonctionnelle et du ratio d'équivalence fonctionnelle (Figure 17 p. 48). L'estimation du gain et de la perte fonctionnelle pour une sous-fonction donnée est basée sur une évaluation de l'évolution de la valeur absolue des indicateurs avant/après impact et avant/après action écologique (capacité fonctionnelle absolue, section 3.2).

Gain fonctionnel pour un indicateur X sur le site de compensation	**≥**	**Ratio d'équivalence fonctionnelle**	**X**	**Perte fonctionnelle pour un indicateur X sur le site impacté**

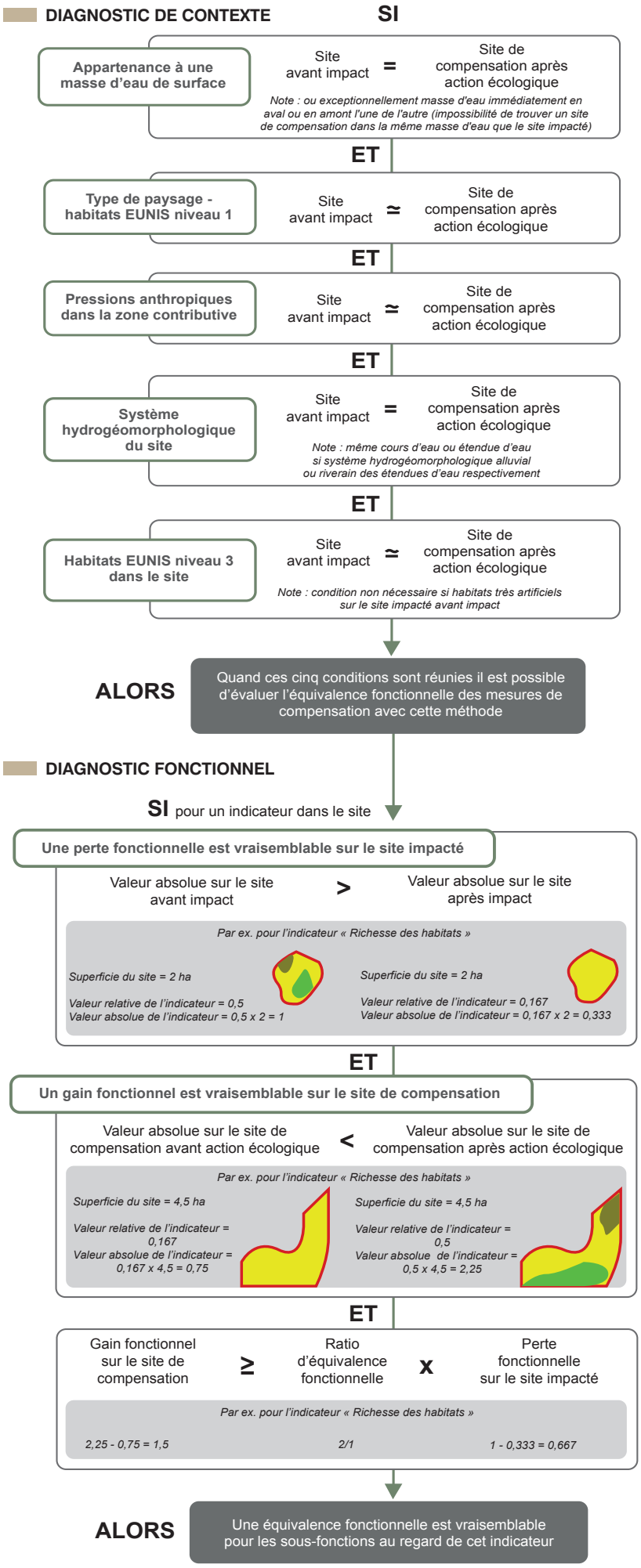


***Figure 17**. Récapitulatif des conditions à vérifier pour respecter vraisemblablement les principes de proximité géographique, d'équivalence, d'efficacité et d'additionnalité écologique, après mise en œuvre des mesures de compensation. Le ratio d'équivalence fonctionnelle est choisi par l'observateur (minimum de 1 pour 1). Plus il est élevé, plus l'effort pour mettre en œuvre les actions écologiques est potentiellement important, plus le gain fonctionnel devra être nettement supérieur à la perte et plus il y aura de garanties quant à la vraisemblance de l'équivalence fonctionnelle).*

= *Les caractéristiques des deux sites doivent être égales.*

≃ *Les caractéristiques des deux sites doivent être similaires sans être impérativement parfaitement égales. L'observateur vérifie cette similarité.*

Contours du site impacté et du site de compensation

Habitats EUNIS niveau 3 dans les sites

Un exemple est donné ci-dessous pour illustrer dans quel cas l'équivalence fonctionnelle peut être considérée comme vraisemblable ou non (Figure 18).

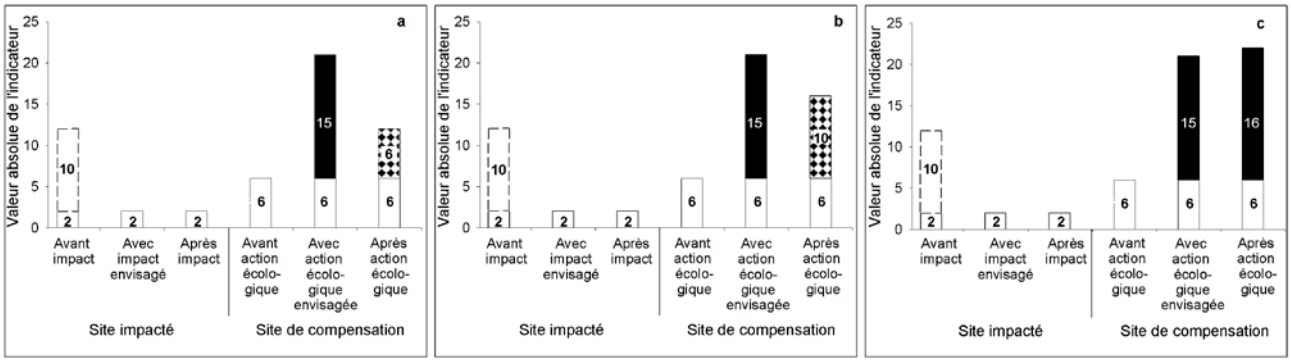


***Figure 18**. Les trois situations possibles pour la valeur absolue de l'indicateur d'un site impacté et d'un site de compensation quand un gain fonctionnel est observé. Ici un ratio d'équivalence fonctionnelle de 1,5 pour 1 a été choisi par l'observateur. Dans le premier cas (a), la différence entre la valeur absolue de l'indicateur sur le site de compensation avant et après action écologique est inférieure à la différence entre la valeur absolue de l'indicateur sur le site avant et après impact. Dans le deuxième et le troisième cas (b et c), la différence entre la valeur absolue de l'indicateur sur le site de compensation avant et après action écologique est supérieure ou égale à la différence entre la valeur absolue de l'indicateur sur le site avant et après impact. La condition d'un gain fonctionnel sur le site de compensation supérieur ou égal au produit de la perte fonctionnelle sur le site et du ratio d'équivalence fonctionnelle n'est donc remplie que dans le troisième cas (c).*

Il est important de noter que la vérification du respect de l'équivalence fonctionnelle est fondée sur des « vraisemblances » et non sur des faits avérés. En outre, celle-ci est vérifiée en comparant uniquement entre eux les indicateurs intrinsèques aux sites, les indicateurs de l'environnement des sites (zone contributive, zone tampon, paysage et éventuellement cours d'eau) apportant des éléments de contexte mais pas une évaluation de l'équivalence fonctionnelle. Enfin, les modalités d'évaluation de la perte fonctionnelle sur le site impacté dépendent du type de projet envisagé par le maître d'ouvrage et de ses impacts (réversibles ou non).

Ainsi, dans le cas où l'impact sur le site impacté est considéré par l'observateur comme réversible à court ou moyen terme sur la totalité du site, le périmètre du site impacté avant impact et celui du site impacté après impact sont les mêmes. Le site impacté après impact est donc toujours en zone humide au sens de l'art. L.211-1 du code de l'environnement (précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié). **La perte fonctionnelle est évaluée en comparant les fonctions sur le site avant impact et avec impact envisagée ou après impact . Dans ce cas, le périmètre du site en zone humide n'a pas évolué après l'impact.**

Dans le cas où l'impact sur tout le site est considéré par l'observateur comme irréversible à court ou moyen terme (par ex. aménagement d'une zone commerciale sur une zone humide), le site impacté après impact n'est plus considéré en zone humide au sens de l'art. L.211-1 du code de l'environnement (précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié) et les fonctions du site impacté sont considérées comme ayant été perdues dans leur intégralité. **La perte fonctionnelle est évaluée sur la base des fonctions réalisées par le site avant impact.**

Dans le cas où l'impact sur le site est réversible à court ou moyen terme sur une partie du site, mais irréversible sur une autre partie du site (cela peut être le cas pour l'aménagement d'une infrastructure de transport dont l'impact est considéré comme irréversible sous l'emprise de l'infrastructure, mais partiellement réversible au droit de l'emprise des travaux), alors la superficie du site après impact est inférieure à celle du site avant impact. Le site après impact est toujours partiellement en zone humide au sens de l'art. L.211-1 du code de l'environnement (précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié). **La perte fonctionnelle est dans ce cas évaluée en comparant les fonctions sur le site avant impact et avec impact envisagé ou après impact. Dans ce cas, le périmètre du site en zone humide a évolué après l'impact.**

5 Limites de la méthode

Cette méthode ne permet ni d'identifier le caractère humide ou non d'un site ni de le délimiter (arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié), ni de prendre en compte la trajectoire écologique des zones humides selon leurs caractéristiques initiales, ni de définir les actions écologiques à mettre en oeuvre et/ou de modalités de gestion conservatoire envisagées. Ces aspects doivent être traités indépendamment des principes évalués grâce à cette méthode.

Cette méthode n'est pas applicable dans les départements d'Outre-mer. Par ailleurs, en France métropolitaine, le lit mineur des cours d'eau, la zone de pleine eau des lacs, la zone inondée des grandes étendues d'eau stagnante telles que les étangs et gravières et les zones humides sous influence marine (milieux saumâtres et salés littoraux) sont exclus du champ d'application de la méthode.

Cette méthode n'évalue pas les fonctions effectives mais les fonctions probablement réalisées. L'évaluation par cette méthode ne remplace pas une évaluation approfondie par des spécialistes ou experts avec une instrumentation poussée qui peut alors saisir la variabilité du fonctionnement des écosystèmes et notamment le fait que la réalisation d'une fonction peut se faire en interdépendance avec d'autres fonctions. Quand les impératifs opérationnels ne sont pas aussi importants que ceux rencontrés pour appliquer cette méthode, il est préconisé de recourir aussi souvent que possible à des expertises approfondies afin de tendre vers une évaluation des fonctions effectivement réalisées dans le site. Notez que d'autres méthodes d'évaluations des fonctions plus approfondies que celle-ci, mais plus chronophage, existent et peuvent être mobilisées comme celle de Maltby *et al.* (1996).

Cette méthode n'accorde aucune considération aux services et valeurs associés aux zones humides (bénéfices et dommages pour la société), ni à l'état de conservation des zones humides (dégradation au regard de standards écologiques, sociétaux et politiques).

Cette méthode n'a pas vocation à permettre l'évaluation d'une zone humide pour tous les aspects en rapport avec les espèces, notamment les espèces protégées car elle doit pouvoir être appliquée à toute période de l'année, avec un temps d'application disponible très réduit. Ces évaluations rentrent dans les procédures d'étude d'impact sur les espèces protégées et éventuellement d'étude d'incidence (Natura 2000) auxquelles l'évaluation des fonctions ne se substitue pas.

La durée et la temporalité de la mise en œuvre des mesures compensatoires, ou encore les garanties financières et contractuelles à apporter, ne sont pas abordées par cette méthode. De même, elle ne permet pas de prendre en compte l'incertitude (risque d'échec) au regard de l'objectif de résultat, de dimensionner les mesures de compensation à mettre en œuvre selon les projets concernés et de quantifier/ajuster la réponse de compensation selon des ratios scientifiquement fondés.

Cette méthode a vocation à être utilisée à l'échelle nationale. Elle correspond bien aux besoins de méthodes évoqués à l'échelle nationale par les acteurs techniques qui interviennent sur les zones humides (Gayet et Barnaud 2013) : connaître le rôle des zones humides dans la réalisation des fonctions hydrologiques, mesurer la réussite des actions de gestion et surtout de restauration, pouvoir disposer d'indicateurs relativement simples et standardisés à l'échelle nationale, disposer d'outils de communication sur les projets. **Une méthode avec un champ d'application aussi large ne peut de fait pas saisir des particularités locales qui peuvent être rencontrées (par ex. secteurs de marais avec des fossés exceptionnellement denses, où l'indicateur**

« Rareté des fossés » pourrait ne pas être sensible à une réduction de la densité de fossés après une action écologique). En effet, si l'étalonnage des indicateurs a été réalisé de telle sorte qu'ils soient adaptés à une grande variété de conditions écologiques à l'échelle nationale, il est possible qu'ils ne permettent pas de saisir complètement la variabilité propre de contextes particuliers. L'avis technique qui accompagne la présentation des évaluations réalisées avec la méthode doit permettre de compléter le diagnostic en identifiant les problèmes éventuellement rencontrés. Par ailleurs, dans de tels cas, il reste possible pour de futurs observateurs, de compléter le diagnostic fonctionnel proposé dans cette méthode avec d'autres indicateurs en s'inspirant de la démarche proposée dans Gayet *et al.* (2016).

La méthode permet d'évaluer l'intensité de seulement 10 sous-fonctions et il est tout à fait possible que des pertes ou des gains fonctionnels associés à d'autres sous-fonctions que celles-ci puissent avoir lieu après un aménagement ou une action écologique. En effet, la liste des fonctions évaluées dans cette méthode est très réduite comparé à la diversité des fonctions dans une zone humide. Il reste toutefois possible pour d'éventuels contributeurs de s'approprier la méthode pour la compléter.

Avec cette méthode, les pertes fonctionnelles et les gains fonctionnels évalués sont centrés sur le site. Les pertes fonctionnelles et les gains fonctionnels induits par un aménagement ou une action écologique sur les autres écosystèmes dans l'environnement du site ne sont pas pris en compte.

Les fonctions vraisemblablement réalisées dans un site sont évaluées à partir de paramètres qu'il est possible de mesurer, au regard des impératifs opérationnels de la méthode. **Les paramètres mesurés sont ceux qui ont vraisemblablement un effet important sur les fonctions sans préjuger de l'importance d'autres facteurs non retenus dans la méthode (trop couteux ou trop complexes à mesurer).** Cependant, les mesures sur les paramètres ne sont pas toujours réalisées avec les moyens les plus précis (par ex. la texture du sol est ici évaluée avec un test simple sur le terrain, d'après des recommandations dans la bibliographie, mais des mesures plus précises et fiables sont possibles en laboratoire). Durant la conception de la méthode, les recherches bibliographiques n'ont pas permis d'identifier des paramètres qui seraient plus structurants que les autres. **Les indicateurs liés à l'évaluation d'une sous-fonction donnée n'ont donc pas été hiérarchisés les uns par rapport aux autres (par ex. un paramètre qui affecte toute une série d'autres paramètres et de fonctions de manière directe ou indirecte).**

La méthode tente de s'affranchir le plus possible d'un biais observateur pour réaliser les différentes mesures nécessaires à l'évaluation. Cependant, ce biais ne peut évidemment pas disparaître complètement. Il est possible de limiter son influence en étant exigeant quant à l'ampleur des gains fonctionnels attendus sur un site (par exemple en agissant sur le ratio d'équivalence fonctionnelle) ou en insistant sur le déploiement de formation à l'utilisation de la méthode.

La méthode permet de réaliser un suivi sur un site impacté (avant et après impact) et sur un site de compensation (avant et après action écologique) mais aucun délai à respecter n'est indiqué pour réaliser les évaluations sur ces sites. Un délai standard n'aurait ici pas de sens. Comme évoqué précédemment, les zones humides sont une « famille » d'écosystèmes extrêmement variés, les actions écologiques sur ces écosystèmes sont également très diverses, c'est pourquoi un délai standard à respecter entre deux évaluations ne serait pas pertinent. Le délai à respecter entre deux évaluations sur un site, pour détecter une perte fonctionnelle ou un gain fonctionnel est actuellement laissé à l'appréciation des parties-prenantes qui interviennent durant la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser ».

Les évaluations fournies après l'application de la méthode sur des sites permettent de cibler des paramètres (par ex. richesse des habitats, pH du sol, rugosité du couvert végétal). Il est possible d'identifier ceux sur lesquels des gains fonctionnels sont pertinents sur le site de compensation au regard des pertes sur le site impacté. **Cependant, les évaluations fournies n'indiquent ni les fonctions, ni les paramètres sur lesquels il est le plus pertinent d'envisager des gains fonctionnels durant la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser » afin d'atteindre l'équivalence fonctionnelle.** Le choix de la fonction ou des fonctions d'intérêt et des paramètres associés sur lesquels intervenir est un choix qui relève de la responsabilité des parties prenantes qui interviennent dans la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser ». Il est alors important de penser aux éventuelles interconnexions entre fonctions et entre paramètres pour anticiper d'éventuels effets « indésirables » à l'issue de la mise en œuvre de cette séquence.

Perspectives 6

La méthode a été conçue pour répondre à un besoin précis : veiller à une mise en place vertueuse de la séquence « éviter, réduire, compenser » en améliorant la connaissance des fonctions associées aux zones humides impactées par des projets, tout en tenant compte des impératifs auxquels sont confrontés les maîtres d'ouvrages, les bureaux d'études, les services instructeurs de l'État et les établissements publics en charge de l'expertise et du contrôle de ces projets.

Notez que cette méthode peut également être mobilisée par des maîtres d'ouvrage dans une démarche prospective : analyse de la pertinence d'utiliser des sites en zones humides comme sites de compensation sous réserve qu'ils partagent un diagnostic de contexte similaire avec le site impacté. La méthode peut également être mobilisée pour suivre et comparer l'évolution des fonctions associées à des zones humides impactées par différents types de projets.

L'utilisation de cette méthode peut vraisemblablement être étendue pour répondre à d'autres questions et servir dans un autre contexte que celui de l'instruction de projets, par exemple :

- il est possible d'utiliser cette méthode sur une zone humide pour identifier la plus-value d'une action écologique sur les fonctions réalisées par cette zone humide. Le résultat de l'évaluation automatiquement mis en forme avec le tableur qui accompagne la méthode constitue alors un potentiel support de communication pour un public technique vers un public non technique ;
- il est possible d'utiliser la méthode sur plusieurs zones humides d'un territoire afin d'identifier les zones humides qui partagent des caractéristiques similaires. Si les zones humides en question ne partagent pas un diagnostic de contexte similaire à un instant *t*, il n'est pas possible de conclure sur une éventuelle hiérarchie entre ces zones humides quant à leur efficacité à réaliser une fonction au regard d'un indicateur donné.

Trois principales perspectives en prolongement de ce travail sont envisageables. Elles visent à :

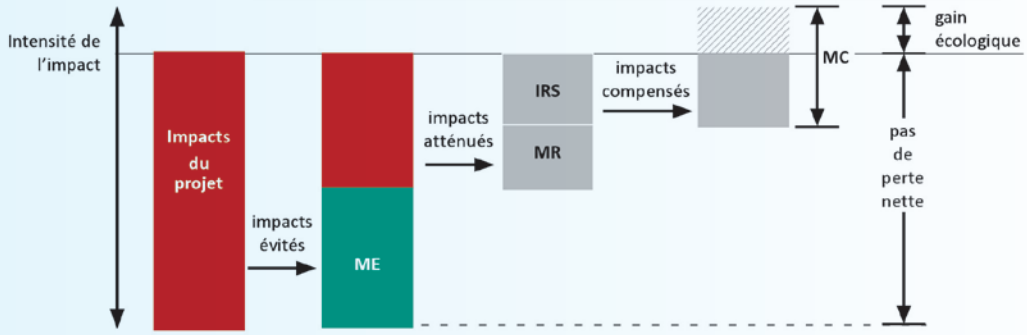
- accompagner l'application de la méthode par le biais de formations auprès du public technique qui est le principal destinataire de la méthode ;
- compléter la méthode concernant :
  - **le dimensionnement des mesures de compensation.** Des développements méthodologiques sont nécessaires dans le futur pour proposer des critères de quantification du besoin et de la réponse de compensation (par ex. proportionnalité et équivalence quantitative, faisabilité, proximité temporelle, pérennité, Annexe 4 p. 60),
  - **l'incorporation d'autres sous-fonctions.** La méthode permet actuellement d'évaluer 10 sous-fonctions des zones humides. Il est possible d'envisager d'évaluer d'autres sous-fonctions dans le futur (par ex. sous-fonctions en rapport avec d'autres nutriments que l'azote, le phosphore ou le carbone, sous-fonctions en rapport avec l'accomplissement du cycle biologique de groupes taxonomiques spécifiques),
  - **l'incorporation d'autres indicateurs.** Actuellement, l'évaluation des fonctions par cette méthode repose sur 47 indicateurs. Il est possible pour de futurs contributeurs de concevoir des indicateurs complémentaires, qui ne substituerait pas aux indicateurs déjà inclus dans la méthode mais qui la compléteraient. Ces contributeurs doivent alors impérativement suivre la démarche proposée pour concevoir les indicateurs (voir Gayet et al. 2016), sauf qu'il sera possible pour eux de s'affranchir des impératifs pour concevoir la méthode (par ex. développer des indicateurs qui requièrent des connaissances importantes en botanique),
  - **l'extension du champ d'application de la méthode aux zones humides saumâtres et salées littorales au sens de l'art. L. 211-1 du code de l'environnement (précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié), en France métropolitaine.** Seules les zones humides continentales sont en effet prises en compte dans la présente version de la méthode,
  - **le développement d'une démarche similaire pour les territoires d'outre-mer,**
  - **l'amélioration de la prise en compte du lien existant entre les zones humides impactées par les projets (ou les sites de compensation) et leurs milieux récepteurs situés en aval immédiat (par ex. soutien d'étiage),**
- actualiser la méthode, notamment au regard :
  - du retour des utilisateurs qui l'auront appliquée sur des cas concrets de réduction *in situ* ou de compensation *ex situ* des impacts,
  - d'éventuelles avancées scientifiques et opérationnelles,
  - de la mise à disposition de nouveaux référentiels à l'échelle nationale (par ex. référentiel pédologique), qui pourraient être mobilisés durant l'évaluation.

Annexe 1 - La séquence « éviter, réduire, compenser »

Éviter [1, 2]

Quoi ?

Modifier un projet afin de **supprimer totalement** un impact négatif identifié que ce projet engendrerait *[figure 1a]*.



ME : mesures d'évitement ; MR : mesures de réduction ; MC : mesures de compensation ; IRS : impacts résiduels significatifs

Figure 1a : Impacts d'un projet sur l'environnement et mesures ERC [3] : les mesures d'évitement.

Comment ?

Trois grands types de mesures d'évitement sont possibles :

- **évitement en termes d'opportunité de projet** : il s'agit de voir si le projet doit ou ne doit pas se faire. Dans les projets de grandes infrastructures linéaires, l'opportunité du projet est évaluée très en amont de la phase d'instruction, lors du débat public ;
- **évitement géographique :** il s'agit de changer le site d'implantation d'un projet ou le tracé d'une infrastructure, afin de garantir la suppression totale d'un impact sur les milieux et/ou espèces nécessitant d'être protégés ;
- **évitement technique :** il s'agit d'opter pour des solutions techniques qui garantissent la suppression totale d'un impact.

Où ?

À distance, à proximité ou au droit du projet. Dans ce dernier cas particulier, la mesure d'évitement doit absolument garantir l'absence totale d'impacts sur le milieu ou les espèces protégées.

Quand ?

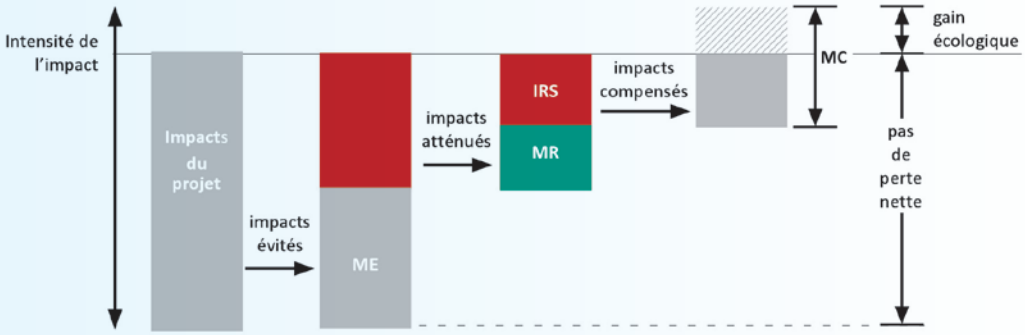
En phase de conception du projet.

Réduire [1, 2, 4]

Quoi ?

Réduire ou limiter autant que possible la durée, l'intensité et/ou l'étendue des impacts d'un projet sur l'environnement qui ne peuvent pas être complètement évités, notamment en mobilisant les meilleures techniques disponibles (moindre impact à un coût raisonnable).

Il peut rester des impacts résiduels du projet sur les milieux et espèces une fois les mesures de réduction mises en œuvre *[figure 1b]*.



ME : mesures d'évitement ; MR : mesures de réduction ; MC : mesures de compensation ; IRS : impacts résiduels significatifs

Figure 1b : Impacts d'un projet sur l'environnement et mesures ERC [3] : les mesures de réduction et les impacts résiduels.

Comment ?

Deux grands types de mesures de correction sont possibles :

- **des mesures de réduction en phase chantier.** Par exemple : la mise en place de dispositifs temporaires de traitement des eaux de ruissellement (bassins de décantation) et de franchissement des milieux aquatiques ; la réalisation du chantier en dehors de la période de reproduction des espèces animales protégées ; une pêche de sauvegarde ; la réduction des aires d'emprise des travaux ; la remise en état de la zone après chantier ;
- **des mesures de réduction en phase d'exploitation.** Par exemple : l'équipement des remblais de couches drainantes ; la mise en place de bassins écrêteurs de crue et de traitement de l'eau ; le franchissement d'un cours d'eau à l'aide d'OH sans assise dans le lit mineur (viaduc, passage inférieur à portique ouvert, pont poutre) ; l'enterrement des OH avec assise en lit mineur sous 30 cm de substrat ; la plantation de ripisylve au droit des dérivations ; la recréation d'une hétérogénéité de faciès d'écoulement ; l'installation de passages à faune (banquettes, crapauducs, déflecteurs, macro-rugosité, etc.).

Les mesures doivent répondre à une obligation de résultat. Les moyens mis en œuvre peuvent être modifiés s'ils s'avèrent non fonctionnels.

Où ?

Au droit du projet ou à proximité immédiate.

Quand ?

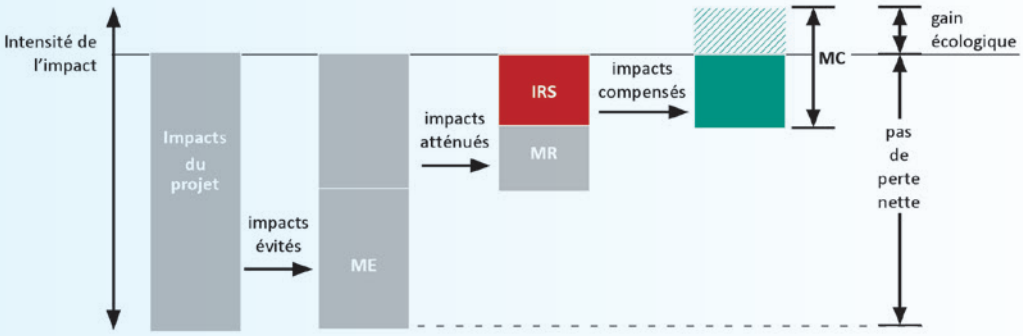
Avant, pendant et après le chantier.

Compenser [1, 2]

Quoi ?

Compenser les **impacts négatifs résiduels significatifs** d'un projet, si la démarche d'évitement et de réduction des impacts ne les a pas supprimés totalement.

Maintenir voire **rétablir** la qualité environnementale et les fonctions des milieux naturels *[figure 1c]*.



ME : mesures d'évitement ; MR : mesures de réduction ; MC : mesures de compensation ; IRS : impacts résiduels significatifs

Figure 1c : Impacts d'un projet sur l'environnement et mesures ERC [3] : les mesures de compensation des impacts résiduels.

Méthode ?

Les maîtres d'ouvrage sont libres de proposer leur propre méthode d'évaluation des besoins / réponses de compensation. Néanmoins, les mesures de compensation écologique doivent respecter certains principes édictés dans le Code de l'environnement.

Comment ?

Les mesures de compensation écologique possibles sont :

- la restauration, la réhabilitation voire la création de milieux naturels, lorsque cela s'avère techniquement possible ;
- la préservation de sites existants, mais uniquement dans le cas particulier de sites susceptibles d'être détruits à court ou moyen termes.

Où ?

Sur le site endommagé ou à proximité immédiate (R.122-14 II du Code de l'environnement).

Quand ?

En théorie, avant ou pendant le chantier. En effet, plus les travaux sont prévus tôt, plus ils ont une chance d'être réellement mis en œuvre.

Source : Onema 2015a. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 1 : outils réglementaires. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 98 p.

Annexe 2 - Définition d'une mesure de compensation

Une mesure de compensation c'est…[1]

Selon les lignes directrices ERC, une mesure de compensation écologique est en priorité une « action » telle que [1] :

Restauration → + **Mesures de gestion conservatoire** *(afin de maintenir dans le temps les effets bénéfiques des travaux de génie écologique effectués)* → **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). **Objectif** : faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité. → **Action** : travaux de génie écologique. **Objectif** : remettre à niveaux des fonctions physiques et biologiques altérées mais pas totalement perdues.

Réhabilitation → **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). **Objectif** : faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité. → **Action** : travaux de génie écologique. **Objectif** : faire réapparaître des fonctions physiques et biologiques disparues.

Création, renaturation → **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). **Objectif** : faire évoluer le milieu vers un état plus favorable à son bon fonctionnement ou à la biodiversité. → **Action** : travaux de génie écologique. Interventions lourdes, le plus souvent coûteuses et aux résultats non garantis. **Objectif** : créer artificiellement un habitat sur un site où il n'existait pas initialement mais où les composantes physiques et biologiques devraient permettre son implantation.

Ainsi, les mesures de compensation doivent être en « nature ». Un versement financier peut constituer une mesure de compensation uniquement lorsqu'il est directement affecté à une action écologique qui respecte les principes réglementaires prélistés *[cf. fiche T5.1.1]*.

D'autres types de mesure peuvent être acceptés au titre de la compensation écologique, mais **à titre exceptionnel et sous conditions** :

Évolution des pratiques de gestion → **Action** : évolution des pratiques de gestion d'un milieu, des espèces et de leurs habitats. **Objectif** : gérer un milieu naturel de manière optimale. → ⚠ Cette mesure est acceptable uniquement dans le cas particulier où le maître d'ouvrage démontre que l'évolution des pratiques de gestion génèrera un gain écologique substantiel.

Préservation, sécurisation d'un milieu naturel → **Action** : maîtrise foncière ou protection réglementaire. Les sites seront d'autant plus pertinents s'ils participent au fonctionnement écologique des autres sites de compensation bénéficiant de travaux de restauration. **Objectif** : sécuriser un milieu naturel → ⚠ Cette mesure est acceptable si et seulement si :
- ▶ elle est proposée parmi d'autres mesures de compensation *(ex : restauration)*,
- ▶ le maître d'ouvrage démontre que le milieu préservé est fortement menacé,
- ▶ elle est additionnelle aux politiques publiques en vigueur.

1 - Pour mémoire : cf. fiches T1.1.1 et T1.1.2 pour des informations sur la réglementation et les définitions des mesures ERC.

Source : Onema 2015b. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 5 : expertise des mesures de compensation écologique. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 76 p.

Annexe 3 - Synthèse des articles du Code de l'environnement régissant les principes de la compensation écologique.

Tableau 1 : Synthèse des articles du Code de l'environnement régissant les principes de la compensation écologique.

	Loi sur l'eau	Étude d'impact	Natura 2000	Espèces protégées
Proportionnalité	▶ R. 214-6-II-4°-d (A) et R. 214-32-II-4°-d (D) : mise en place de mesures *« s'il y a lieu »*. ▶ Arrêté ministériel de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0. (A et D) : définition des mesures adaptées *[…] « lorsque c'est nécessaire et possible, compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement » ; « Le milieu ainsi restauré doit être […] d'une surface au moins égale »*. ▶ Circulaire du 24 décembre 1999 : la surface à acquérir au titre de la compensation zone humide *« doit être suffisante pour restaurer des fonctionnalités identiques […] »*.	▶ L. 122-3 § II (2°) : *« Le contenu de l'étude d'impact, […], les mesures proportionnées envisagées pour éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement […] »*. ▶ R. 122-5 § I : *« Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine »*.	▶ R. 414-23 : *« Cette évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence »*. ▶ R. 414-23-IV-2° : *« Les mesures compensatoires permettent une compensation […] proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés »*. ▶ Circulaire 15 avril 2010 : *« Le niveau d'exigence de l'autorité décisionnaire, notamment sur le plan scientifique, doit être lui aussi adapté à l'ampleur du projet d'activité ainsi qu'aux enjeux de conservation attachés au site Natura 2000 en cause. Néanmoins, l'évaluation doit traiter l'ensemble des aspects d'une activité »*.	▶ Arrêté du 19 février 2007 : la demande de dérogation comprend la description *« s'il y a lieu, des mesures d'atténuation ou de compensation […] »*.
Faisabilité	▶ Arrêté ministériel de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0. (A et D) : *« Le choix et la localisation des mesures est justifié dans le document d'incidences »*. ▶ Circulaire du 24 décembre 1999 : les mesures de compensation zone humide peuvent *« par exemple, consister en […] la réalisation de travaux de restauration […]. La surface à acquérir doit être suffisante pour restaurer des fonctionnalités identiques […] »*.	▶ R. 122-5 § II (7°) : *« l'étude d'impact présente les mesures prévues par le maître d'ouvrage pour compenser, lorsque cela est possible, … S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le […] maître d'ouvrage justifie cette impossibilité »*.	▶ R. 414-23-IV-2° : *« Ces mesures compensatoires sont mises en place selon un calendrier permettant d'assurer une continuité dans les capacités du réseau Natura 2000 à assurer la conservation des habitats naturels et des espèces »*. ▶ R. 414-23-IV-3° : *« L'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires, qui sont assumées, […] »*.	▶ L. 411-2-4° : obligation de maintien *« dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle »*. ▶ Circulaire du 21 janvier 2008 : les mesures de compensation doivent être fondées *« sur les meilleures connaissances et expériences disponibles »*.
Proximité géographique et temporelle	▶ R. 212-13 : obligation de *« […] prévention de la détérioration de la qualité des eaux consiste à faire en sorte qu'aucune des masses d'eau du bassin ou groupement de bassins ne soit dans un état correspondant à un classement inférieur à celui qui la caractérisait au début de la période considérée »*. ▶ Arrêté ministériel de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0. (A et D) : *« Ces mesures interviennent par priorité à l'échelle du cours d'eau intéressé » ; « Les mesures compensatoires doivent être préalables à toute atteinte au milieu naturel »*. ▶ Cf. Dispositions de certains SDAGE ou SAGE relatives à la situation géographique des sites de compensation zone humide.	▶ R. 122-14 § II : *« Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci […] »*.	▶ R. 414-23-IV-2° : *« Lorsque ces mesures compensatoires sont fractionnées dans le temps et dans l'espace, elles résultent d'une approche d'ensemble, permettant d'assurer cette continuité »*.	▶ L. 411-2-4° : obligation de maintien *« dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle »*. ▶ Circulaire du 21 janvier 2008 : il est indispensable que les mesures d'atténuation ou de compensation *« soient mises en œuvre avant la réalisation de l'activité ou lorsque cela est compatible avec leur efficacité, au plus tard simultanément à la réalisation de l'activité pour laquelle une dérogation est sollicitée »*.

	Loi sur l'eau	Étude d'impact	Natura 2000	Espèces protégées
Équivalence	▶ Arrêté ministériel de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0. (A et D) : les mesures de compensation *« interviennent sur des secteurs présentant les mêmes espèces que dans la zone de travaux » ; « Le milieu ainsi restauré doit être de qualité écologique au moins équivalente à celle du milieu détruit et d'une surface au moins égale ».* ▶ Circulaire du 24 décembre 1999 : les mesures de compensation zone humide peuvent *« par exemple, consister en l'acquisition […] de terrains humides dégradés, de même fonctionnalité que ceux détruits ou altérés. […] La surface à acquérir doit être suffisante pour restaurer des fonctionnalités identiques à celles des zones asséchées ou remblayées, ainsi que celles environnantes indirectement altérées ».* ▶ Cf. Dispositions des SDAGE ou SAGE relatives à l'équivalence de fonctions (physiques et biologiques) entre les sites de compensation zone humide et les sites impactés.	▶ R. 122-14 § II : *« Elles sont mises en œuvre […] afin de garantir sa fonctionnalité […] ».*	▶ L. 414-4-VII : *« L'autorité compétente […] s'assure que des mesures compensatoires sont prises pour maintenir la cohérence globale du réseau Natura 2000 ».*	▶ L. 411-2-4° : obligation de maintien *« […] des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ».* ▶ Arrêté du 19 février 2007 : la demande de dérogation comprend la description *« des mesures d'atténuation ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ».*
Efficacité Additionnalité écologique	▶ L. 212-1-IV : obligation de respect des *« objectifs de qualité et de quantité des eaux »* fixés par les SDAGE et correspondant pour les masses d'eaux non-MEFM *« à un bon état écologique et chimique »* et pour les MEFM *« à un bon potentiel écologique et à un bon état chimique ».* ▶ R. 212-13 : obligation de *« […] prévention de la détérioration de la qualité des eaux consiste à faire en sorte qu'aucune des masses d'eau du bassin ou groupement de bassins ne soit dans un état correspondant à un classement inférieur à celui qui la caractérisait au début de la période considérée ».* ▶ Arrêté ministériel de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0. (A et D) : *« Le choix et la localisation des mesures est justifié dans le document d'incidences. Les mesures prévues sont décrites dans le document d'incidences. Le milieu ainsi restauré doit être de qualité écologique au moins équivalente à celle du milieu détruit et d'une surface au moins égale ».* Une dérogation au principe de proximité temporelle est possible *« si le pétitionnaire justifie […] que la dérogation ne compromet pas l'efficacité de la compensation ».* ▶ Circulaire du 24 décembre 1999 : les mesures de compensation zone humide peuvent *« par exemple, consister en l'acquisition amiable de terrains humides dégradés, […] pour restaurer des fonctionnalités identiques à celles des zones asséchées ou remblayées, ainsi que celles environnantes indirectement altérées ».* ▶ Cf. Dispositions de certains SDAGE ou SAGE relatives à la plus-value écologique des mesures de compensation	▶ R. 122-14 § II : *« Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux ».*	▶ R. 414-23-IV-2° : *« Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace […] ».*	▶ L. 411-2-4° : obligation de maintien *« dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ».* ▶ Arrêté du 19 février 2007 : la demande de dérogation comprend la description *« des mesures d'atténuation ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ».* ▶ Circulaire du 21 janvier 2008 : les mesures de compensation doivent *« avoir une réelle probabilité de succès ».*

Source : Onema 2015b. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 5 : expertise des mesures de compensation écologique. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 76 p.

Annexe 4 - Présentation des principes régissant la compensation écologique

Ces principes ont pour objectif de répondre aux obligations de moyen et de résultat qui incombent à ces mesures [2, 3] :

Proportionnalité

- Le niveau de détail des informations attendues dans un dossier doit être adapté aux enjeux environnementaux et à l'ampleur du projet.
- La qualité de l'état initial et la nature des mesures ERC proposées doivent être cohérentes avec l'intensité des impacts prévisibles du projet sur les milieux naturels et les espèces protégées.

Équivalence

- Une mesure de compensation écologique doit :
  - cibler les mêmes composantes de milieux que celles détruites ou altérées (espèces, habitats, fonctions, services rendus) ;
  - être dimensionnée selon l'ampleur du projet et l'intensité des impacts négatifs résiduels significatifs ;
  - maintenir un même niveau de services rendus par les écosystèmes aux populations locales impactées.

Proximité géographique et temporelle

- Une mesure de compensation écologique doit être :
  - située à proximité du site impacté, sur une zone présentant des caractéristiques physiques et anthropiques similaires ;
  - effective rapidement, afin d'éviter tout dommage irréversible.

Faisabilité

- La réparation des impacts négatifs résiduels significatifs du projet sur les milieux doit intervenir « en nature ».
- Le génie écologique doit être éprouvé et techniquement faisable sur les sites retenus.

Efficacité, pérennité

- Les actions écologiques mises en œuvre (travaux, gestion conservatoire) doivent permettre d'atteindre les objectifs visés par la compensation.
- Elles doivent pouvoir être suivies dans le temps et complétées si besoin au fil du temps.
- Elles doivent être assorties d'obligations de moyen et de résultat clairs, précis et contrôlables.

Additionnalité

- Écologique : une mesure de compensation doit engendrer un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisées.
- Aux engagements publics : une mesure de compensation doit être additionnelle aux actions publiques en matière de protection de la nature ou les conforter sans s'y substituer.
- Aux engagements privés : une même mesure ne peut compenser les impacts de différents projets, ni au même moment, ni dans le temps ; elle ne peut servir à mettre en œuvre des engagements privés déjà pris par ailleurs (ex : mesure de compensation prévue sur un autre projet).

Cohérence

- Les mesures de compensation prévues au titre de différentes procédures ou réglementations doivent se concilier entre elles (compensation cours d'eau, zones humides, espèces protégées, Natura 2000, défrichement, agricole collective, etc.).

Source : Onema 2015b. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 5 : expertise des mesures de compensation écologique. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 76 p.

Bibliographie

Bardat J. *et al.* 2004. Prodrome des végétations de France. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Patrim. Nat. 171 p.

Barnaud G. *et al.* En préparation. En préalable à la compensation des aménagements réalisés en zones humides, l'évaluation des fonctions écologiques - Revue bibliographique et analyse critique des méthodes (titre provisoire). Collection « Comprendre pour agir ». Onema.

Barnaud G. *et al.* 2013. En préalable à la compensation des aménagements réalisés en zones humides, l'évaluation des fonctions écologiques - Revue bibliographique et analyse critique des méthodes. Rapport interne Onema-MNHN.

Bissardon M. *et al.* 2003. CORINE biotopes: version originale, types d'habitats français. École nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF). 179 p.

Bockstaller C., Girardin P. 2003. How to validate environmental indicators. Agric. Syst. 76: 639–653.

Brinson M.M. 1993a. Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients. Wetlands 13: 65–74.

Brinson M.M. 1993b. A hydrogeomorphic classification for wetlands. 103 p.

Brinson M.M., Hauer F.R., Lee L.C., Nutter W.L., Rheinhardt R.D. 1995. A Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessments to Riverine Wetlands. Report. East Carolina Univ Greenville NC. 219 p.

Buelhoff K., Jaymond D. 2015. Étude d'une méthode d'évaluation des zones humides : la validation et l'application d'une méthode d'évaluation rapide des fonctions des zones humides. Rapport technique Irstea. 79 p.

CGDD, DEB 2013. Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. Collection «Références» du Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD) du Commissariat général au développement durable (CGDD). Paris, 232 p.

Clair M. *et al.* 2005. Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquées aux sites terrestres du réseau Natura 2000. Guide méthodologique. MNHN FCBN. 66 p.

Davies C.E. *et al.* 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. Rep. Eur. Environ. Agency-Eur. Top. Cent. Nat. Prot. Biodivers. 127–143.

Durántez Jiménez P. 2015. Contribution à l'élaboration d'une méthode d'évaluation rapide des fonctions des zones humides : échantillonnage des sites, applications géomatiques et prospections de terrain. Rapport de Master 2. Délégation interrégionale de l'Onema à Toulouse. 71 p.

Etchecopar Etchart C. 2011. La gestion des zones humides dans les dossiers Loi sur l'eau. État des lieux de la mise en œuvre des mesures compensatoires. Rapport de Master 2. 74 p.

Fennessy M.S. *et al.* 2007. An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands. Wetlands 27: 543–560.

Fustec E., Lefeuvre J.C. 2000. Fonctions et valeurs de zones humides. Dunod, Paris. 426 p.

Gaucherand S. *et al.* 2015. The Cultural Dimensions of Freshwater Wetland Assessments: Lessons Learned from the Application of US Rapid Assessment Methods in France. Environ. Manage. 1–15.

Gayet G., Barnaud G. 2013. Synthèse des acquis et besoins opérationnels. Zones humides, recherches et développements (2001-2011). Note de synthèse en préalable à la journée nationale de restitution du 13/12/2013. Onema, MNHN-SPN. 6 p.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016 – 91.

Giraud F. 2015. Contribution à l'élaboration d'une méthode d'évaluation rapide des fonctions des zones humides : échantillonnage des sites et applications géomatiques. Rapport de Master 2, Délégation interrégionale Nord-Est de l'Onema. 55 p.

Girardin P., Bockstaller C., van der Werf H.M.G. 1999. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. Journal of Sustainable Agriculture. 13:5–21. Dans Bockstaller et Girardin (2003).

Heink U., Kowarik I. 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. Ecol. Indic. 10: 584–593.

Institut National de l'Information Géographique et Forestière 2011. BD TOPO® Version 2.1.

Longa S. 2014. Contribution à l'élaboration d'une méthode d'évaluation rapide des fonctions des zones humides : échantillonnage des sites, applications géomatiques et prospection sur le terrain. Rapport de Master 2. Délégation interrégionale de l'Onema à Metz. 145 p.

Louvel J. *et al.* 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE. Paris. 302 p.

Maltby E. 2009. Functional assessment of wetlands. Towards evaluation of ecosystem services. Woodhead Publishing. 694 p.

Maltby E. *et al.* 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. 452 p.

Martin L. 2012. La gestion des zones humides dans les dossiers loi sur l'eau : amélioration des avis techniques pour une meilleure mise en œuvre des mesures compensatoires zones humides. Rapport de Master 2. 129 p.

MEDDE, INRA. 2013. Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides. 63 p. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_hors-sol_02-05-13_light-1.pdf.

MEEDDM. 2010. Analyse de mesures compensatoires aux atteintes au patrimoine naturel. Recueil et analyse de cas. 240 p.

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

NRC (National Research Council). 1995. Wetlands characteristics and boundaries. National Academy Press, Washington, D.C., USA. 268 p.

Onema 2015a. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 1 : outils réglementaires. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 98 p.

Onema 2015b. Pour une conception et une réalisation des IOTA de moindre impact environnemental – Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences - Tome 5 : expertise des mesures de compensation écologique. Collection « Guides et protocoles ». Onema. 76 p.

Reddy K.R., Kadlec R.H., Flaig E., Gale P.M. 1999. Phosphorus retention in streams and wetlands: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 29:83-146.

Regnery B. 2013. Les mesures compensatoires pour la biodiversité. Conception et perspectives d'application. Thèse. Université de Paris VI Pierre et Marie-Curie et Museum national d'Histoire naturelle. 244 p.

Riverain C., Salinesi P.J. Isselin-Nondedeu F. 2012. Les méthodes d'évaluation rapides des zones humides américaines et leur transposabilité au territoire français dans le cadre de mesures compensatoires. 105 p.

Schwoertzig E. 2011. Sélection d'indicateurs appropriés à la définition d'échelles d'équivalence écologique. Analyse de la pertinence de méthodes d'évaluation développées pour les zones humides aux États-Unis et appliquées au département de l'Isère. Rapport de Master 2. 34 p.

Simon O. 2014. Contribution à la construction d'une méthode rapide d'évaluation des fonctions des zones humides : évaluation du potentiel de restauration. Rapport de Master 2, Délégation interrégionale de l'Onema à Rennes. 170 p.

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

Wiens J. A. 1989. Spatial scaling in ecology. Functional Ecol. 3:385–397.

PARTIE B

Notice
pour renseigner le tableur

Méthode nationale d'évaluation
des fonctions des zones humides

Procédure générale, matériels, informations et logiciels requis, bibliographie . 68

1. Informations à renseigner **au bureau avant** les prospections sur le terrain..... 72

2. Informations à renseigner **sur le terrain**.....146

3. Informations à renseigner **au bureau suite** aux prospections sur le terrain.....164

Sommaire détaillé de la partie B

Procédure générale, matériels, informations et logiciels requis, bibliographie 68

Procédure générale à suivre pour réaliser l'évaluation 68

Matériels, informations et logiciels requis 69

Bibliographie 71

1. Informations à renseigner **au bureau avant** les prospections sur le terrain 72

1.1 Les renseignements généraux 73

Question 1 - Quelle est la superficie du site ? 73
Question 2* - Comment avez-vous défini les contours du site ? 74
Question 3 - Le site appartient à quelle masse d'eau de surface ? 74
Question 4 - Quel est le système hydrogéomorphologique du site ? 75
Question 5 - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, quel est le nom du cours d'eau ou de l'étendue d'eau auquel il est associé ? 78
Question 6* - Quelle est l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez ? 78

1.2 La zone contributive 79

Question 7* - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ? 79
Question 8 - Quelle est la zone contributive du site ? 79
Question 9* - Quelle procédure avez-vous suivie pour délimiter la zone contributive ? 89
Question 10* - Si vous avez utilisé un MNT pour délimiter la zone contributive, quelle est la source du MNT et sa résolution en mètres ? 89
Question 11 - Quelle est la superficie de la zone contributive ? 89
Question 12* - Quelle est l'année du RPG que vous utilisez ? 89
Question 13 - Quelle est la superficie des surfaces enherbées et cultivées dans la zone contributive ? 90
Question 14* - Avez-vous complété les informations du RPG pour répondre à la question précédente ? 90
Question 15 - Quelle est la superficie des surfaces construites dans la zone contributive ? .. 91
Question 16 - Quel est le linéaire d'infrastructures de transport dans la zone contributive ? .. 91

1.3 La zone tampon 92

Question 17 - Quelle est la zone tampon du site ? 92
Question 18 - Quelle est la superficie de la zone tampon ? 93
Question 19 - Quelle proportion de la zone tampon est occupée par un couvert végétal permanent ? 94

1.4 Le paysage 94

Question 20 - Quel est le paysage du site ? 94
Question 21 - Quelle est la superficie du paysage ? 95

** Les questions avec un astérisque sont uniquement informatives, elles ne permettent pas de calculer d'indicateurs.*

Question 22 - Quelle proportion du paysage est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 1 ? 95
Question 23* - Quelle procédure choisissez-vous pour identifier les corridors boisés dans le paysage ? 100
Question 24 - Si vous avez choisi la procédure 1 en répondant à la question 23, quelle est la superficie des corridors boisés dans le paysage ? 100
Question 25 - Si vous avez choisi la procédure 2 en répondant à la question 23, quel est le linéaire de corridors boisés dans le paysage ? 101
Question 26 - Si vous avez choisi la procédure 3 en répondant à la question 23, quelle est la superficie des corridors boisés d'après la BD TOPO® et quel est le linéaire de corridors boisés mesuré en complément dans le paysage d'après la BD ORTHO® ? 101
Question 27 - Quel est le linéaire de corridors aquatiques temporaires et permanents dans le paysage ? 102
Question 28* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de corridors aquatiques qui étaient absents de la BD TOPO® ou avez-vous apporté des corrections ? 102
Question 29 - Quel est le linéaire de grandes infrastructures de transport dans le paysage ? 103
Question 30* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de grandes infrastructures de transport qui étaient absents de la BD TOPO® ? 103
Question 31* - A votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des grandes infrastructures de transport par la faune dans le paysage (ex : crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous 103
Question 32 - Quel est le linéaire de petites infrastructures de transport dans le paysage ? . 104
Question 33* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de petites infrastructures de transport qui étaient absents de la BD TOPO® ? 104
Question 34* - A votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des petites infrastructures de transport par la faune dans le paysage (par ex. crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous. 104
Question 35* - Une ligne à haute tension est-elle présente dans le paysage ? 105
Question 36* - Un parc éolien est-il présent dans le paysage ? 105
Question 37* - A votre connaissance, un puits de captage (par ex. alimentation en eau potable, irrigation) est-il présent dans le paysage ? 105

1.5 Les habitats et le couvert végétal dans le site 105

Question 38* - Quelle est la surface minimale que vous choisissez pour détecter la présence d'un habitat EUNIS niveau 3 dans le site ? 105
Question 39 - Vu la réponse à la question précédente, quelle proportion du site est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 3 ? 106
Question 40* - Connaissez-vous la proportion du site occupée par des habitats EUNIS ou CORINE infra-niveau 3 ? Si oui, listez-les ci-dessous en renseignant la proportion du site occupée par chacun. 138
Question 41 - Quelle proportion du site est occupée par un couvert végétal permanent ? ... 138

1.6 Le système fluvial associé au site 139

Question 42 - Quelle est la distance la plus courte entre le centre du site et le lit mineur du cours d'eau ? 139
Question 43 - Quelle est la longueur développée du cours d'eau et la longueur de l'enveloppe de méandrage du cours d'eau en passant par les points d'inflexion des sinuosités ? 139
Question 44* - Est-ce qu'il y a un endiguement entre le site et le cours d'eau ? 140

1.7 Protocole pour localiser les sondages pédologiques à réaliser sur le terrain .. 140

Question 45* - Quels sont les substrats géologiques dans le site ? 142

1.8 La topographie dans le site 142

Question 46* - Le site est-il sur un versant ? 142

Question 47* - Si vous avez répondu oui à la question précédente, indiquez l'exposition du versant ? 142

1.9 La biodiversité protégée ou menacée présente dans le site 143

Question 48* - Quelles sont les espèces végétales inscrites dans les textes mentionnés ci-dessous dont la présence est connue dans le site ? 143

Question 49* - Quels sont les habitats naturels prioritaires au sens de l'Annexe I de la Directive Faune Flore Habitats dont la présence est connue dans le site ? 143

Question 50* - Quelles sont les espèces animales inscrites dans les textes mentionnés ci-dessous dont la présence est connue dans le site ? 144

1.10 Les espèces associées à des invasions biologiques présentes dans le site ... 144

Question 51* - Quelle est la (les) liste(s) de référence que vous choisissez pour identifier les espèces végétales et animales associées à des invasions biologiques qui pourraient être présentes dans le site ? 144

Question 52* - Quelles sont les espèces animales associées à des invasions biologiques (au sens de la liste choisie dans la question précédente) dont la présence est connue dans le site ? 144

Question 53* - Quelles sont les espèces végétales associées à des invasions biologiques (au sens de la liste choisie dans la question 51) dont la présence est connue dans le site ? 145

Question 54* - Des informations permettent-elles de renseigner la proportion totale du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ? 145

Question 55 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle proportion du site est occupée par les espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ? 145

2. Informations à renseigner **sur le terrain** 146

2.1 Les types de couverts végétaux dans le site 147

Question 56 - Quelle proportion du site est occupée par les couverts végétaux suivants ? .. 147

Question 57 - Si des habitats FA.1, FB.1, FB.2, FB.3, FB.4 sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés dans ces habitats 148

Question 58 - Si des habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.F sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés et arbustifs dans ces habitats 148

2.2 Le fonctionnement hydraulique du site 149

Question 59* - Détectez-vous la présence de pertes ou de sources dans le site ou dans sa zone tampon ? 149

Question 60 - Quel est le linéaire total de rigoles, de fossés et de fossés profonds dans le site et dans sa zone tampon ? 149

Question 61* - Des aménagements hydrauliques modulent-ils les écoulements des fossés ou des fossés profonds ? 149

Question 62* - Les fossés ou les fossés profonds permettent-il d'évacuer les écoulements qui proviennent d'une source ? ... 150
Question 63* - Savez-vous avec certitude s'il y a des drains souterrains dans le site et dans sa zone tampon ? ... 150
Question 64 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle est la proportion du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains ? ... 150
Question 65* - Existe-t-il un bassin dans le site destiné à recevoir les eaux issues des drains souterrains ? ... 150
Question 66 - Quelle proportion du site est ravinée sans végétation ? ... 151
Question 67* - Si des ravines sont présentes, des aménagements limitent-ils leur extension ? ... 151

2.3 Le système fluvial associé au site ... 152

Question 68* - Le cours d'eau associé au site s'écoule-t-il complètement dans son talweg ? ... 152
Question 69 - Quelle est la hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau ? ... 152
Question 70* - Des ouvrages en aval du site affectent-ils le niveau d'eau dans le cours d'eau ? ... 153
Question 71 - Quel est le linéaire total de berges dans le site ? ... 153
Question 72 - Quelle est la longueur totale des berges occupées par les types d'aménagement ou les couverts végétaux suivants ? ... 154

2.4 La pédologie dans le site ... 154

Question 73 - Quelles sont les caractéristiques de chaque sondage pédologique ? ... 157

2.5 Autres ... 163

Question 74* - Des fosses d'extraction de tourbe (anciennes ou récentes) sont-elles présentes dans le site ou dans sa zone tampon (voir réponse à la question précédente) ? ... 163

3. Informations à renseigner **au bureau suite** aux prospections sur le terrain ... 164

3.1 Météorologie ... 164

Question 75* - Quelle est la somme des précipitations durant les 10 jours précédant votre visite ? ... 164

3.2 Les habitats dans le site ... 164

Question 76 - Quelle est la longueur totale des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site ? ... 164
Question 77 - Quel est le nombre total d'unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site ? ... 166
Question 78 - Quelle est la somme des distances entre chaque unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site et l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans le paysage ? ... 166

3.3 Autres ... 168

Question 79* - Avez-vous des remarques ou des doutes quelconques qu'il vous paraît important d'ajouter à l'évaluation réalisée ? Si oui, renseignez-les ci-dessous. ... 168

Procédure générale, matériels, informations et logiciels requis, bibliographie

Un tableur est fourni avec la méthode pour réaliser l'évaluation des fonctions des zones humides. Cette partie B explique dans le détail comment réaliser l'évaluation d'un site avec comme support le tableur en question.

Vous vous reporterez à la partie C (p. 169) pour avoir les éléments d'interprétation des diagnostics réalisés sur un site impacté et un site de compensation avec ce tableur dans le cadre de la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser ».

Procédure générale à suivre pour réaliser l'évaluation

Cette notice est constituée de trois chapitres qui correspondent chacun à une étape de l'évaluation et qui permettent de compléter respectivement les parties 1, 2 et 3 du tableur :

- **chapitre 1.** Dans un premier temps, suivez les instructions dans ce chapitre pour remplir la partie 1 du tableur alors que vous êtes au bureau. Les informations récoltées préparent les investigations réalisées ensuite sur le terrain ;
- **chapitre 2.** Dans un deuxième temps, suivez les instructions dans ce chapitre pour remplir la partie 2 du tableur une fois sur le terrain. Sur le terrain, vous aurez avec vous une version imprimée du tableur dont la partie 1 est préalablement remplie (grâce aux instructions du chapitre 1). Vous pourrez éventuellement corriger les informations renseignées dans la partie 1 mais vous devrez surtout répondre aux questions de la partie 2 et préparer les réponses de la partie 3 du tableur ;
- **chapitre 3.** Finalement, une fois de retour au bureau, suivez les instructions dans ce chapitre pour remplir la partie 3 du tableur. Vous pouvez éventuellement corriger les informations de la partie 1 et saisir vos observations de terrain dans la partie 2 avec les informations récoltées sur le terrain.

Le rendu final pour une évaluation comprend impérativement au minimum :

- le tableur avec l'évaluation réalisée ;
- les photographies dont les références sont données dans le tableur ;
- les fichiers sur Système d'information géographique (SIG) du site, de sa zone contributive, de sa zone tampon et de son paysage.

Matériels, informations et logiciels requis

Matériels de terrain requis

- Une tarière d'une longueur minimum de 1,2 m et d'un diamètre entre 5 et 6 cm
- Une boîte d'élastiques
- Une gouttière graduée tous les cm
- Une petite truelle
- Une charte des couleurs Munsell®
- Un réactif pour mesurer le pH du sol
- Une bouteille d'eau remplie
- Un appareil photo
- Un spray à eau
- Une coupelle blanche d'au moins 2 cm de profondeur
- Un GPS
- Un décamètre
- Un marqueur
- Des sachets en plastique
- Liste des espèces invasives
- La notice de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (c'est-à-dire p. 63 à 168 de ce guide)
- Le tableur pour réaliser l'évaluation imprimé avec la partie 1 remplie au bureau
- Eventuellement des ouvrages sur la faune et la flore

Informations requises

Données téléchargeables gratuitement sur internet et utilisables sur SIG

Les hydro-écorégions au format vectoriel de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) sur son site internet (http://www.irstea.fr/la-recherche/unites-de-recherche/maly/pole-onema-irstea/regionalisation-et-typologie/les-hydro-3).

Les masses d'eau au format vectoriel sur le site internet du Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE) (http://www.sandre.eaufrance.fr/Rechercher-un-jeu-de-donnees).

Le fichier avec les rangs de Strahler des cours d'eau du Bureau de recherche géologique et minière fait sur la BD CARTHAGE® (http://www.data.eaufrance.fr/geosource/apps/search/?uuid=dec8a000-d799-4438-bfb9-77004729eebb).

Le fichier « ZONE_HYDROGRAPHIQUE.shp » de la base de données CARTHAGE® sur le site internet du SANDRE (http://www.sandre.eaufrance.fr/Rechercher-un-jeu-de-donnees).

Le Registre parcellaire graphique (RPG) au format vectoriel le plus récent disponible sur le site internet de partage de données du service public (https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/).

Le Modèle numérique de terrain (MNT) national avec une résolution de 250 m au format raster dans la BD ALTI® de l'IGN mise à disposition sur son site internet (http://professionnels.ign.fr/bdalti). Les instructions en rapport avec l'utilisation de MNT sur SIG sont données selon ce MNT. Ces instructions ne sont pas forcément valables avec des MNT plus précis comme par exemple :

- le MNT avec une résolution de 75 m au format raster dans la BD ALTI® de l'IGN mis à disposition sur son site internet (http://professionnels.ign.fr/bdalti) ;
- le MNT avec une résolution d'environ 25-30 m au format raster de l'agence européenne pour l'environnement mis à disposition sur son site internet (Eu-DEM) (http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem);
- le MNT avec une résolution d'environ 10 m au format raster d'« ASTER Global digital elevation model » (GDEM) mis à disposition sur son site internet (http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/4.html). Il couvre les pays frontaliers.

Voir également d'autres informations potentielles ci-dessous listées dans la section « Données accessibles pour la plupart des organismes publics, par conventionnement auprès d'un organisme public ou par acquisition auprès du fournisseur et utilisables sur SIG ».

Données en consultation libre sur internet

Les cartes géologiques du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) consultables avec un module dynamique et une notice sur son site internet Infoterre (http://infoterre.brgm.fr/).

L'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) consultable sur le site du Service du patrimoine naturel - Muséum national d'Histoire naturelle sur son site internet (http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/recherche).

Les précipitations journalières sur le site internet de METEO FRANCE (http://www.meteofrance.com/climat/meteo-date-passee).

Données accessibles pour la plupart des organismes publics, par conventionnement auprès d'un organisme public ou par acquisition auprès du fournisseur et utilisables sur SIG

SCAN 25® et BD ORTHO® la plus récente disponible au format raster de l'IGN.

BD TOPO® au format vectoriel de l'IGN.

Éventuellement un MNT avec une résolution de 25 m de la BD ALTI® ou d'une campagne LIDAR.

Rapports et documents spécifiques au site

Obligatoirement, un document attestant que le site est entièrement en zone humide selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement.

Éventuellement, des documents contenant des inventaires de la biodiversité, des cartographies des habitats, une description du fonctionnement hydrologique du site ou tout autre document pertinent.

Logiciels requis

Logiciel pour utiliser les SIG (par ex. QGIS®, ArcGIS®, Mapinfo®).

Les procédures SIG recommandées dans ce guide sont celles disponibles dans la version 2.10.1 QGIS® (logiciel gratuit, http://qgis.org/fr/site/). Lorsque vous utilisez les commandes spécifiées dans *Traitements → Boîte à outils*, veillez à être en « Interface avancée » (menu déroulant en bas de la boîte à outils) pour que toutes les commandes s'affichent.

Vu qu'un prérequis à l'utilisation de la méthode est que l'utilisateur ait des connaissances élémentaires en SIG, les informations de base pour ouvrir un fichier, créer un fichier, corriger la projection, calculer une superficie ou une distance, etc. ne sont pas détaillées.

Logiciel pour utiliser le tableur « Évaluation des fonctions des zones humides Version 1.0 2016 » fourni avec la méthode. Le tableur est développé avec Microsoft® Excel® 2010. Avec d'autres logiciels, le calcul des indicateurs et la restitution de la mise en forme du résultat d'une évaluation ne sont pas garantis.

Bibliographie

Baize, D. 2000. Guide des analyses en pédologie. Editions Quae.

Baize, D. et Jabiol, B. 1995. Guide pour la description des sols. Editions Quae.

Baize, D. et Girard, M.-C. 2009. Référentiel pédologique 2008. Editions Quae.

Brinson, M. M. 2009. The United States HGM (Hydrogeomorphic) Approach. In: BSc,essor, E. and Ecologist, T. B. Bs. Research (eds), The Wetlands Handbook. Wiley-Blackwell, p 486–512.

Clair, M., V. Gaudillat, et K. Hérard. 2005. Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000 - Guide méthodologique - MNHN FCBN. 66 p.

Davies, C. E., D. Moss, et M. O. Hill. 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: European Environment Agency - European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. 307 p.

FAO. 2011. Land degradation assessment in drylands - Manual for Local Level Assessment of Land Degradation and Sustainable Land Management - Part 2 : Field methodology and tools.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016 – 91.

Louvel, J., V. Gaudillat, et L. Poncet. 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREVSPN, MEDDE. Paris : 289 p.

Malavoi, J. R. et J. P. Bravard. 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Collection Comprendre pour agir. Onema. 224 p.

Rivière, J., C. Dupont, et S. Tico. 1992. Méthode tarière. Massif Armoricain–caractérisation des sols. Chambres d'agriculture de Bretagne – INRA. 21 p.

Smith, R. D., A. Ammann, C. Bartoldus, et M. M. Brinson. 1995. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices. DTIC Document. 90 p.

Wasson, J.-G., A. Chandesris, H. Pella, et L. Blanc. 2004. Les hydro-écorégions: une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive cadre européenne sur l'eau. Ingénieries-EAT 40 : 3-10.

Wasson, J.-G., A. Chandesris, H. Pella, et Y. Souchon. 2001. Définition des hydroécorégions françaises – Méthodologie de détermination des conditions de référence au sens de la Directive cadre pour la gestion des eaux. Cemagref. 68 p.

Attention

Source d'information

Procédure

Note

1 Informations à renseigner **au bureau avant** les prospections sur le terrain

Ce chapitre comporte les instructions pour remplir la partie « Bureau » du tableur, avant d'aller sur le terrain. Les liens ou références des données et documents cités sont listés p. 69 à 71.

Chaque question du tableur est reprise en fac-similé et commentée si nécessaire. Les commentaires portent sur les sources d'information, la procédure à appliquer ou proposent des aides pour répondre à la question. Des pictogrammes aident au repérage.

Ces textes doivent **absolument** être lus dans leur intégralité avant de répondre aux questions du tableur.

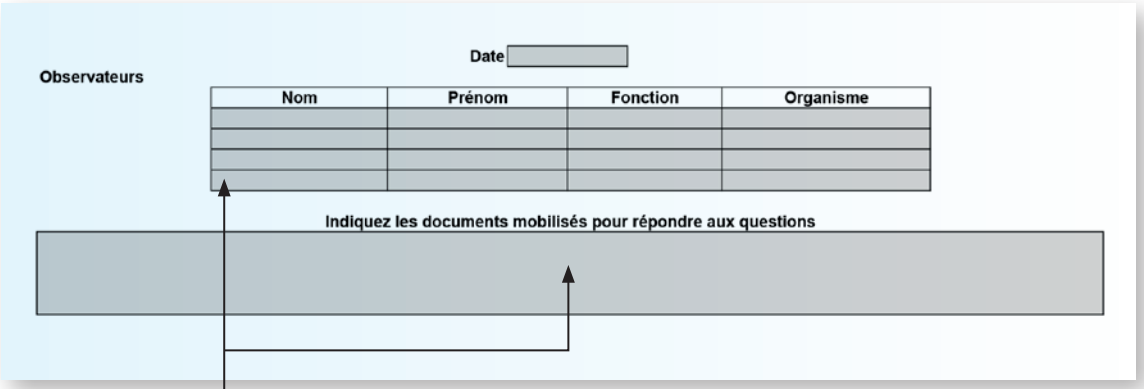
Pour toute remarque complémentaire, pour joindre toute illustration complémentaire ou pour justifier des écarts exceptionnels au protocole, reportez- vous à la dernière question (n° 79).

Dans le tableur, les encadrés rouges ne sont pas à renseigner, des textes sont affichés automatiquement et ils indiquent les principales incohérences quand vous saisissez vos réponses.

Les questions avec un * sont uniquement informatives, elles ne permettent pas de calculer d'indicateurs.

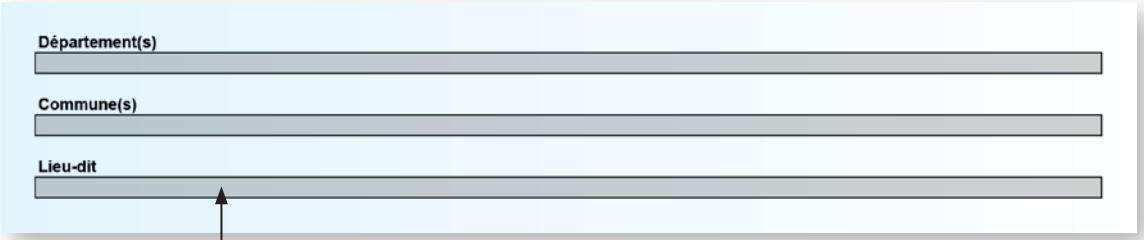
Téléchargez une nouvelle fois le tableur sur internet avant de réaliser les évaluations sur un nouveau cas de compensation. Cela évite que des erreurs que vous auriez induites dans le tableur durant son utilisation se répètent sur plusieurs évaluations.

1.0 Préalable



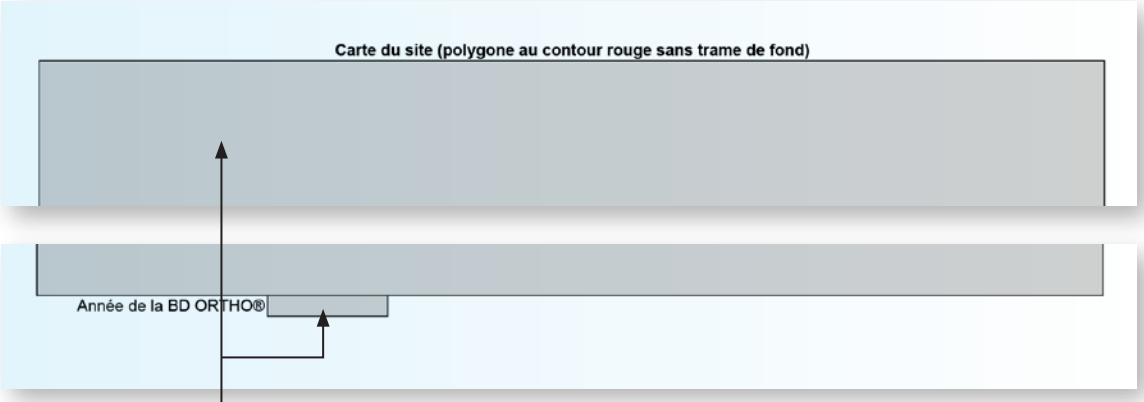
Indiquez les personnes et les documents mobilisés pour répondre aux questions.

1.1 Les renseignements généraux



SCAN 25®.

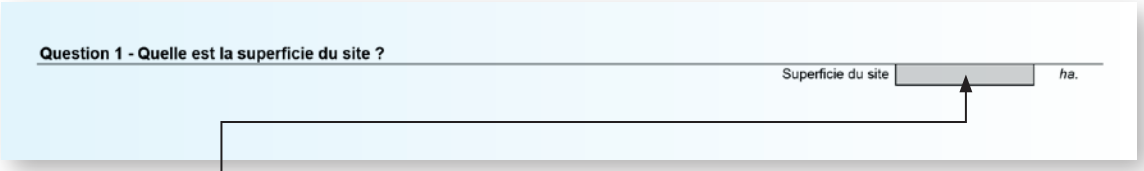
Si plusieurs lieudits sont dans le périmètre du site, notez seulement les principaux.



BD ORTHO®.

Collez une carte du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) avec la BD ORTHO® en fond de carte. Le site doit occuper la plus forte proportion possible du cadre. Par défaut, le nord est en haut de la carte, indiquez-le si ce n'est pas le cas. Ajoutez l'échelle.

Question 1 - Quelle est la superficie du site ?



Calculez la superficie du site (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

La superficie d'un site peut changer dans le temps après un aménagement (par ex. implantation d'une infrastructure de transport qui a réduit l'étendue du site en zone humide) ou après une perturbation naturelle (par ex. crue qui a érodé la berge et réduit la superficie du site).

La superficie du site impacté avec impact envisagé ou après impact peut être de 0 ha si le site impacté avant impact a été complètement détruit par un aménagement qui a un caractère irréversible sur le long terme (par ex. implantation d'un centre d'activités). Dans ce cas, lors de l'évaluation du site impacté avec impact envisagé ou après impact, répondez 0 à cette question et il n'est pas nécessaire de répondre aux questions 2 à 78.

Question 2* - Comment avez-vous défini les contours du site ?

Question 2* - Comment avez-vous défini les contours du site ?

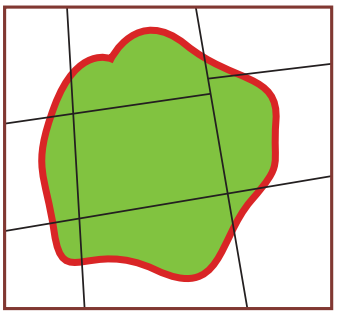
Répondre par une X (un seul choix possible)

Les limites correspondent à tout un système humide.
Les limites correspondent à une délimitation administrative.
Autres cas (par ex. un écosystème, un secteur aménagé).

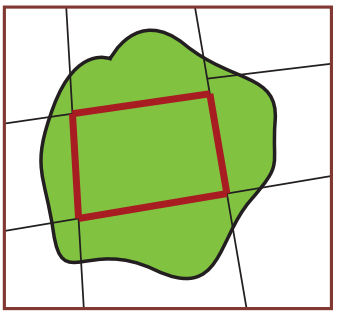
L'identification et la délimitation du site en zone humide sont des préalables à l'application de la méthode. Le site doit être d'un seul tenant.

Document identifiant le site comme étant entièrement en zone humide selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement.

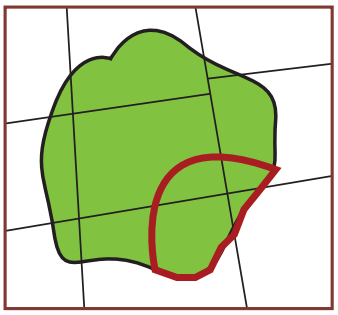
Décidez arbitrairement si la méthode est appliquée sur un site qui correspond à un système humide dans son ensemble ou la portion d'un système humide suivant des limites administratives (par ex. parcellaire), naturelles (par ex. écosystème dans un système humide plus vaste) ou sur la base de limites plus subjectives (par ex. une unité de gestion).



Les limites correspondent à tout un système humide.



Les limites correspondent à une délimitation administrative.



Autres cas (par ex. un écosystème, un secteur aménagé).

Le polygone avec une trame de fond verte correspond à une zone humide, le polygone au contour rouge sans trame de fond correspond au site et les polygones aux contours noirs correspondent à une délimitation administrative quelconque (par ex. parcellaire).

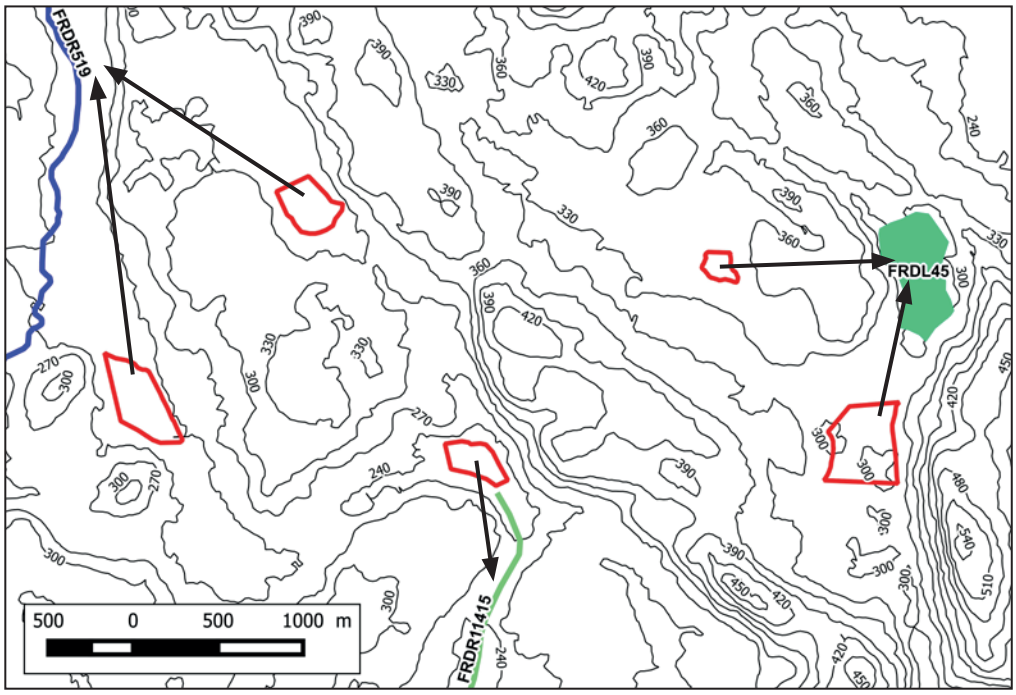
Question 3 - Le site appartient à quelle masse d'eau de surface ?

Question 3 - Le site appartient à quelle masse d'eau de surface ?

CdEUMassD - NomMasseDE

Masses d'eau au format vectoriel sur le site internet du SANDRE avec les fichiers des masses d'eau plans d'eau (« MasseDEauPlanDEau_FXX.shp »), des masses d'eau cours d'eau (« MasseDEauRiviere_FXX.shp ») et les masses d'eau de transition (« MasseDEauTransition_FXX.shp »), le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® et le SCAN 25®.

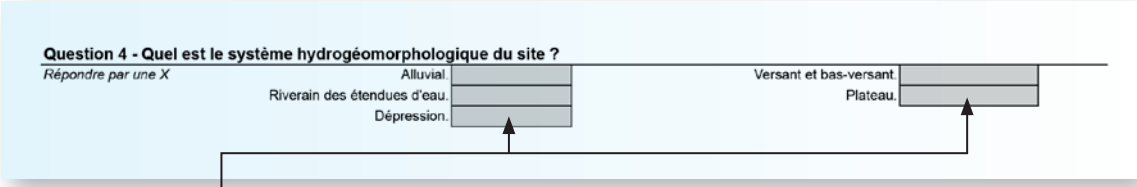
Identifiez grâce à la topographie (SCAN 25®) et aux cours d'eau (« TRONCON_COURS_EAU.shp ») la masse d'eau de surface à laquelle appartient le site, puis renseignez le code de la masse d'eau de surface (CdEUMassD) et son nom (NomMasseDE) (fichiers des masses d'eau). Un site peut appartenir à plusieurs masses d'eau de surface (par ex. zone de confluence).



Appartenance de cinq sites (polygones aux contours rouges sans trame de fond) à des masses d'eau de surface. Chaque masse d'eau est représentée par une couleur et un code numérique (par ex. ici, FRDR... : masse d'eau de type cours d'eau, FRDL... : masse d'eau de type plan d'eau). Le code de la masse d'eau à laquelle chaque site appartient est indiqué par une flèche noire partant du site vers la masse d'eau d'appartenance..

Exceptionnellement, quand il est impossible d'identifier la masse d'eau de surface à laquelle appartient le site (par ex. zone humide sur un plateau karstique), alors il n'y a pas d'appartenance à une masse d'eau de surface à renseigner. Précisez le problème rencontré dans la dernière question (n°79).

Question 4 - Quel est le système hydrogéomorphologique du site ?



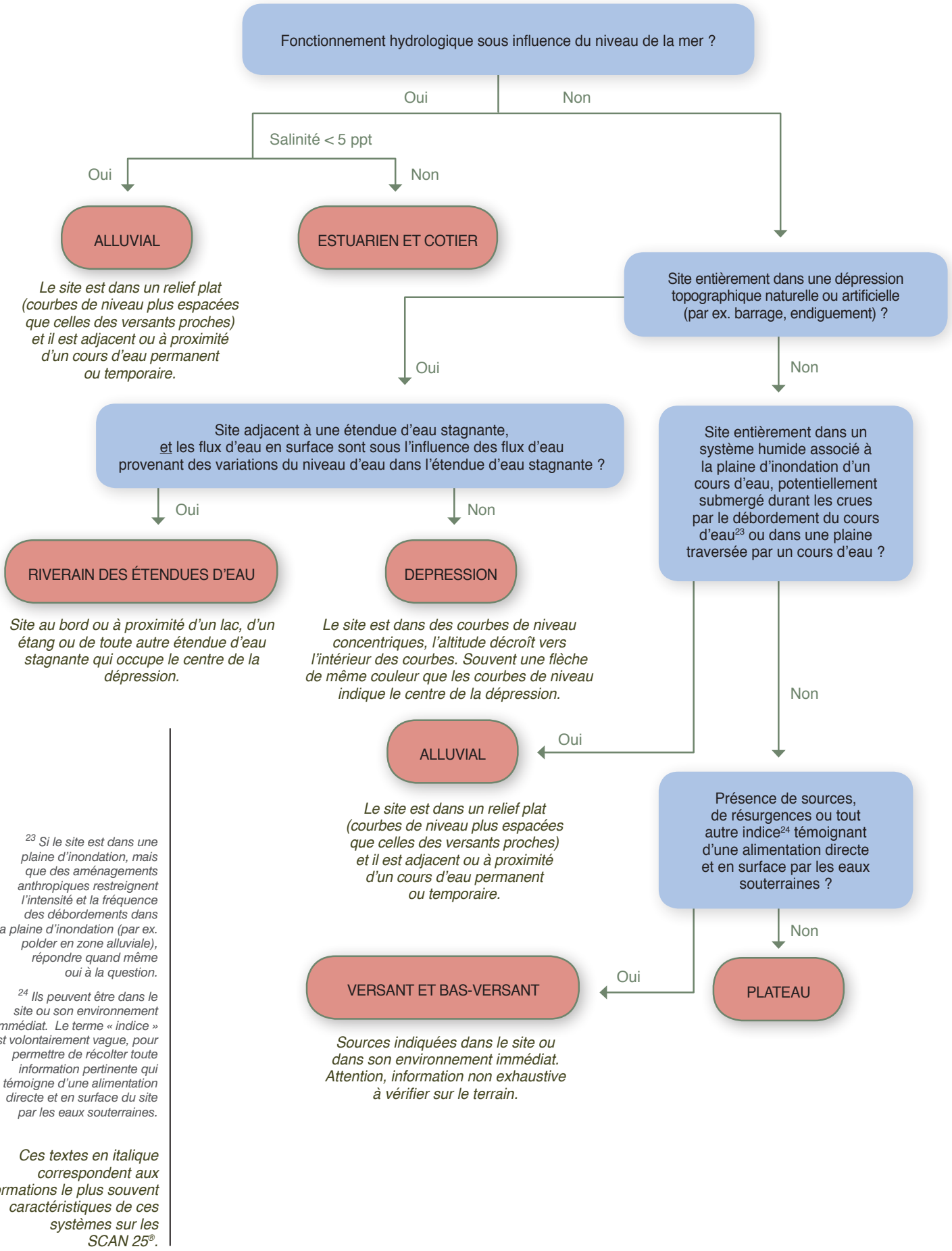
Suivre impérativement la clef de détermination (page suivante) et la description des systèmes hydrogéomorphologiques (p. 77 et 78). Ne surtout pas faire d'identification intuitive.

SCAN 25®, la clef de détermination et la description des systèmes hydrogéomorphologiques.

Identifiez le système hydrogéomorphologique du site. Dans un premier temps, suivez la clef de détermination pour identifier le système hydrogéomorphologique (pavés roses dans la clef de détermination). Dans un deuxième temps, vérifiez que le système hydrogéomorphologique identifié est correct en lisant sa description narrative. Il sera possible de vérifier ce système une fois sur le terrain.

Exceptionnellement, des systèmes hydrogéomorphologiques peuvent se superposer dans un site (par ex. système alluvial-riverain des étendues d'eau). Dans ce cas cochez plusieurs cases. Cependant, un site ne peut pas contenir deux systèmes hydrogéomorphologiques contigus (côte à côte), auquel cas délimitez un site par système hydrogéomorphologique et faites une évaluation par site.

Clef de détermination des systèmes hydrogéomorphologiques (adaptée de Smith *et al.* 1995)



[23] *Si le site est dans une plaine d'inondation, mais que des aménagements anthropiques restreignent l'intensité et la fréquence des débordements dans la plaine d'inondation (par ex. polder en zone alluviale), répondre quand même oui à la question.*

[24] *Ils peuvent être dans le site ou son environnement immédiat. Le terme « indice » est volontairement vague, pour permettre de récolter toute information pertinente qui témoigne d'une alimentation directe et en surface du site par les eaux souterraines.*

Ces textes en italique correspondent aux informations le plus souvent caractéristiques de ces systèmes sur les SCAN 25®.

Alluvial - Les zones humides alluviales sont dans les plaines alluviales et dans les corridors ripariens en association avec un cours d'eau. Les sources principales d'eau proviennent des débordements du cours d'eau dans les plaines alluviales pour les cours d'eau d'ordre élevé, et des ruissellements occasionnels provenant des terres adjacentes pour les cours d'eau d'ordre faible. Des sources supplémentaires d'eau peuvent être les ruissellements et le retour des flux d'eau des terres plus hautes vers le cours d'eau, et plus occasionnellement les flux des affluents et les précipitations. Quand la submersion a lieu, les flux de surface en aval de la plaine d'inondation peuvent dominer l'hydrodynamique. Dans la zone la plus en amont, les zones humides alluviales sont souvent incorporées avec des systèmes de versant et bas-versant ou de dépression quand le lit du cours d'eau disparaît, ou elles peuvent intégrer des zones plates mal drainées ou des terres hautes. Dans la zone la plus en aval, les zones humides alluviales sont incorporées avec les systèmes estuariens. Un flux d'eau pérenne n'est pas requis pour qualifier un site comme étant dans un système hydrogéomorphologique alluvial. Les zones humides alluviales perdent l'eau de surface par le retour des eaux d'inondation dans le lit du cours d'eau après l'inondation, et par saturation des flux en surface vers le cours d'eau durant les précipitations. Les eaux de sub-surface sont perdues par décharge dans le cours d'eau, par pénétration dans les eaux souterraines plus profondes ou par évapotranspiration. Des dépôts tourbeux peuvent s'accumuler dans les dépressions à l'écart du chenal du cours d'eau qui se sont isolés des processus alluviaux et qui sont sujets à de longues périodes de saturation par les eaux souterraines. Le lit mineur du cours d'eau n'est pas inclus dans ce système, car la méthode ne peut pas être appliquée sur le lit mineur d'un cours d'eau. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques alluviaux peuvent avoir une gamme de superficie de zones contributives extrêmement grande (petite à immense), car cette zone contributive dépend du bassin versant du cours d'eau auquel est associé le site.

Riverain des étendues d'eau - Les zones humides riveraines des étendues d'eau sont adjacentes ou proches d'une étendue d'eau. Les fluctuations de niveau d'eau dans l'étendue d'eau régulent le niveau d'eau dans la zone humide. Ces zones humides peuvent être des radeaux flottants attachés aux terres adjacentes de l'étendue d'eau. Des sources supplémentaires en eau dans ces zones humides sont les précipitations, la décharge des eaux souterraines, ces dernières étant de première importance dans les zones humides riveraines des étendues d'eau intégrées à des zones humides de versant et bas-versant ou des terres adjacentes hautes. Le flux d'eau en surface est bidirectionnel, couramment contrôlé par les fluctuations de niveau d'eau dans l'étendue d'eau adjacente. Zones humides riveraines des étendues d'eau et zones humides de dépression sont impossibles à distinguer quand la taille de l'étendue d'eau est petite comparativement à sa frange humide et/ou quand l'étendue d'eau est incapable de stabiliser le niveau d'eau dans la zone humide. Les zones humides riveraines des étendues d'eau perdent leur eau par diffusion vers l'étendue d'eau adjacente après les inondations, par saturation du flux de surface et par évapotranspiration. La matière organique s'accumule habituellement dans les secteurs de la zone humide préservés de l'érosion des vagues sur les berges de l'étendue d'eau. La zone de pleine eau de l'étendue d'eau n'est pas incluse dans ce système, car la méthode ne peut pas être appliquée sur la zone de pleine eau des étendues d'eau stagnantes. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques riverains des étendues d'eau peuvent avoir une gamme de superficie de zones contributives extrêmement grande (petite à très grande), étant donné que la zone contributive correspond à l'étendue spatiale qui alimente l'étendue d'eau.

Dépression - Les zones humides de dépression sont dans des dépressions topographiques dont l'altitude élevée des contours permet l'accumulation des eaux de surface dans la dépression, sans former de plan d'eau. Les sources principales d'eau sont les précipitations, les apports d'eaux souterraines et les ruissellements issus des terres hautes adjacentes. La direction des flux d'eau est normalement dirigée des terres environnantes vers le centre de la dépression. Toutes les combinaisons d'entrée et de sortie d'eau sont possibles dans les zones humides dépressionnaires. Les pertes en eau dans la zone humide dépressionnaire peuvent être liées à un drainage intermittent ou permanent vers un exutoire, à l'évapotranspiration ou à la recharge de nappes. Les fluctuations verticales sont les principales variations hydrodynamiques. Elles sont principalement saisonnières. Des dépôts tourbeux peuvent se développer dans les zones humides dépressionnaires. Les sites dans des systèmes

hydrogéomorphologiques de dépression ont le plus souvent une gamme de superficie de zones contributives variable, étant donné que la zone contributive correspond à l'étendue spatiale qui alimente la dépression.

Versant et bas-versant - Les zones humides de versant et bas-versant sont là où les eaux souterraines sont déchargées vers la surface. Elles sont communément observées dans les secteurs dont la topographie est en pente, et dont le gradient altitudinal peut varier d'un versant de colline raide à une pente plus douce. Les zones humides de versant et bas-versant ont rarement la capacité de stockage dépressionnaire du fait de l'absence de contours fermés. Les entrées d'eau incluent principalement les flux souterrains, le ruissellement issu des terres adjacentes et enfin les apports par les précipitations. L'hydrodynamique de ces zones humides est principalement caractérisée par des flux d'eau unidirectionnels dirigés vers le bas de la pente. Les zones humides de versant et bas-versant peuvent être situées dans des paysages de plaine presque plats si la décharge d'eau souterraine est reconnue comme la principale source d'alimentation en eau. Les zones humides de versant et bas-versant perdent principalement leur eau par saturation de sub-surface, par ruissellement de surface et par évapotranspiration. Les zones humides de versant et bas-versant peuvent avoir un chenal à l'intérieur mais celui-ci ne sert qu'à évacuer l'eau hors de la zone humide de versant et bas-versant. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques de versant et bas-versant ont le plus souvent une gamme de superficie de zones contributives variable, étant donné que la zone contributive correspond à l'étendue spatiale qui alimente les sources ou toute forme d'alimentation souterraine qui parvient en surface, plus les ruissellements.

Plateau - Les zones humides de plateau sont courantes sur les interfluves, dans le fond d'anciens lacs qui ont disparu ou sur les grandes terrasses des plaines d'inondation où la principale source d'alimentation en eau est liée aux précipitations. Ces zones humides ne reçoivent a priori pas d'eau souterraine, ce qui les distingue des zones humides de dépression et de versant et bas-versant. Les fluctuations verticales sont les principaux flux hydrodynamiques. Elles perdent leur eau par évapotranspiration, ruissellement de surface par saturation et suintements souterrains. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques de plateau ont le plus souvent des zones contributives de petite superficie étant donné que la principale source d'alimentation en eau est constituée par les précipitations.

Question 5 - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, quel est le nom du cours d'eau ou de l'étendue d'eau auquel il est associé ?

Question 5 - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, quel est le nom du cours d'eau ou de l'étendue d'eau auquel il est associé ?

Question 6* - Quelle est l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez ?

Question 6* - Quelle est l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez ?

Année d'édition de la BD TOPO®

BD TOPO®.

L'année d'édition de la BD TOPO® est indiquée dans le nom du dossier « 1_DONNEES_LIVRAISON… ».

1.2 La zone contributive

Question 7* - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ?

Question 7* - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ?

Rang de Strahler du cours d'eau associé au site

Fichier avec les rangs de Strahler des cours d'eau du Bureau de recherche géologique et minière fait sur la BD CARTHAGE®.

Pour les sites dans un système hydrogéomorphologique alluvial, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel est associé le site. Si aucun rang de Strahler n'est indiqué pour le cours d'eau auquel est associé le site, alors indiquez la valeur « 1 ». Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), indiquez le rang de Strahler le plus élevé de ces cours d'eau.

Pour les sites dans un système hydrogéomorphologique riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler le plus élevé des cours d'eau qui alimentent l'étendue d'eau. Si aucun rang de Strahler n'est indiqué pour le cours d'eau qui alimente l'étendue d'eau, alors indiquez la valeur « 1 ».

Question 8 - Quelle est la zone contributive[25] du site ?

Question 8 - Quelle est la zone contributive du site?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de sa zone contributive (polygone au contour bleu sans trame de fond) avec en fond de carte le SCAN 25®

Collez une carte du site *(polygone au contour rouge sans trame de fond)* et de la zone contributive *(polygone au contour bleu sans trame de fond)* avec les SCAN 25® en fond de carte. La zone contributive doit occuper la plus forte proportion possible du cadre. Par défaut, le nord est en haut de la carte, indiquez-le si ce n'est pas le cas.

Pour établir la carte, utilisez la procédure qui vous paraît la plus appropriée pour délimiter la zone contributive du site tant que le périmètre délimité correspond bien à la définition. Il est recommandé de suivre les indications ci-après selon le système hydrogéomorphologique du site :

- système hydrogéomorphologique de dépression → suivre la procédure 1 p. 80 ;
- système hydrogéomorphologique de plateau ou de versant et bas-versant → suivre la procédure 2 p. 81 ;
- système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une petite zone contributive cartographiable manuellement sur SIG → suivre la procédure 3 p. 83 ;
- système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG → suivre la procédure 4 p. 85 ou 5 p. 87.

Ces cinq procédures sont mobilisables dans la plupart des cas. Cependant elles ne couvrent pas exhaustivement les situations rencontrées. Dans de tels cas, reportez-vous à la définition (voir note 3 de bas de page) pour délimiter la zone contributive.

[25] *La zone contributive du site est définie comme une étendue spatiale d'où proviennent vraisemblablement l'intégralité des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site. Elle est délimitée par une analyse sommaire de la topographie. Dans les systèmes alluviaux et riverains des étendues d'eau, la zone contributive correspond au bassin versant du cours d'eau ou de l'étendue d'eau depuis l'exutoire le plus en aval et le plus proche du site.*

Occasionnellement, la zone contributive peut être constituée par le site lui-même ou par une étendue spatiale dont le périmètre est très similaire à celui du site (par ex. site dans un système hydrogéomorphologique de plateau alimenté principalement par les pluies).

Il est possible de corriger la zone contributive délimitée avec les SCAN 25® ou un MNT grâce à des connaissances de terrain (par ex. aménagement qui créé une dérivation totale des écoulements).

Les aménagements comme les fossés ne peuvent pas être considérés comme des éléments qui déconnectent le site des écoulements plus en amont (présence d'écoulements souterrains). Par exemple, si le périmètre d'un site est entouré de fossés, la délimitation de la zone contributive se fait tout de même d'après la topographie.

Dans le cas où les courbes de niveaux seraient invisibles sur SCAN 25® (par ex. zone contributive très urbanisée), il est facile de redessiner les courbes de niveau avec un MNT en suivant la procédure suivante sur SIG : *Raster* → *Extraction* → *Création de contours* → puis choisissez votre MNT dans *Fichier source (raster)*, entrez le nom du fichier résultat dans *Fichier de sorties pour les lignes de contours (vecteur)*, choisissez l'intervalle en mètres entre les courbes de niveaux dessinées dans *Intervalle entre les lignes de contours* (par ex. 20 m). Pour que l'altitude soit renseignée dans la table attributaire du fichier vecteur produit, cochez *Nom d'attribut*, puis *OK*. Voir exemple sur la procédure 4 p. 86.

Dans le cadre de la compensation : la zone contributive du site impacté avant impact et la même que celle avec impact envisagé et après impact, la zone contributive du site de compensation avant action écologique est la même que celle du site de compensation avec action écologique envisagée et après action écologique sauf si une perturbation majeure a affecté les écoulements dans la zone contributive du site impacté ou du site de compensation ou éventuellement quand le périmètre du site a évolué.

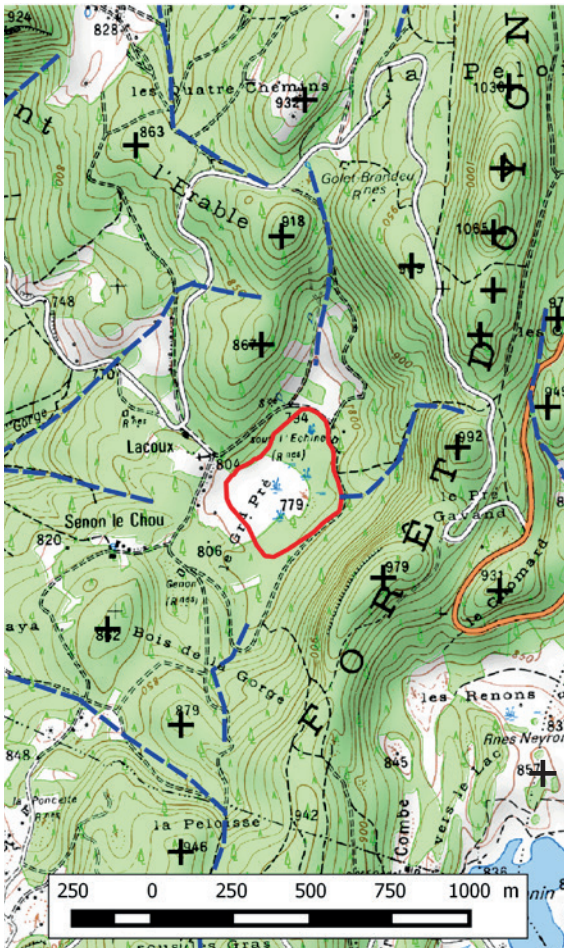
Procédure 1 - Site dans un système hydrogéomorphologique de dépression

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une première idée de sa zone contributive. Vous pouvez identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ».

La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

1

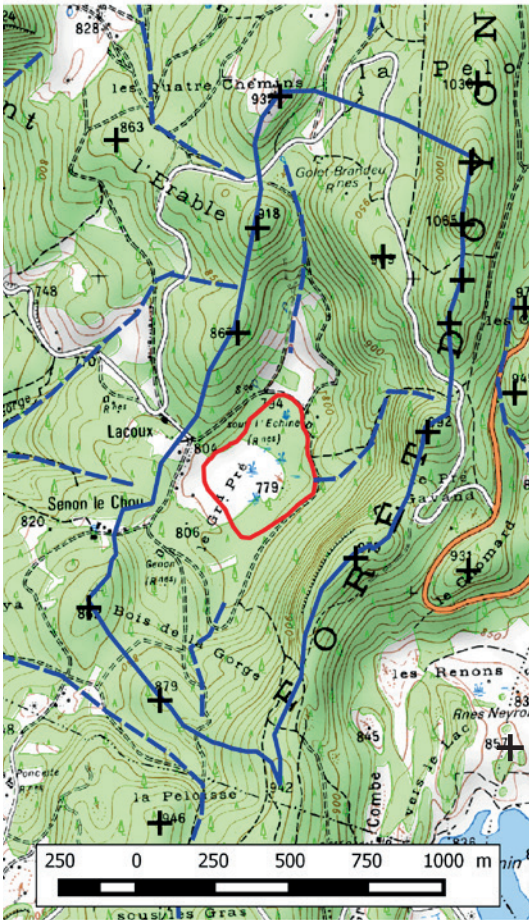


Fond de carte : SCAN 25®.

2 Tracez un polygone dont les côtés parcourent les sommets en incluant les écoulements parvenant au site. Vous obtenez la zone contributive *(polygone au contour bleu sans trame de fond)*.

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

2



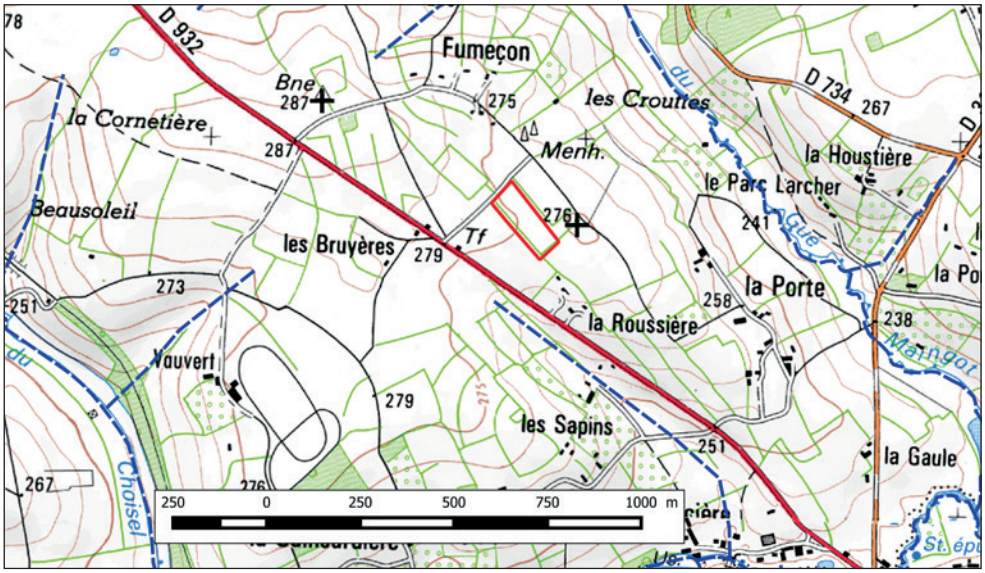
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 2 - Site dans un système hydrogéomorphologique de plateau ou de versant et bas-versant

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une première idée de sa zone contributive. Vous pouvez aussi identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ». La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

1

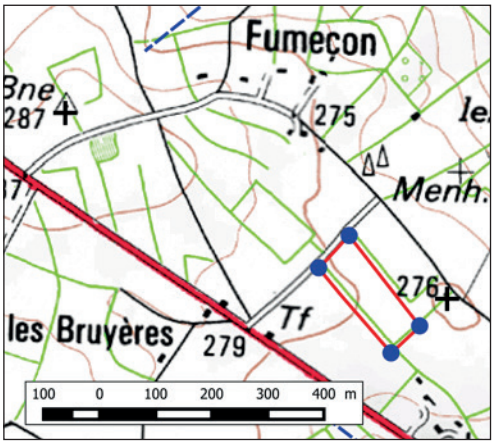


Fond de carte : SCAN 25®.

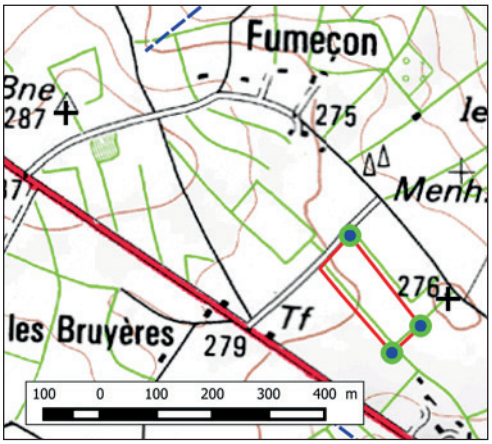
2 Repérez l'extrémité des angles convexes sur le périmètre du site (*points bleus*).

3 Repérez les extrémités des angles convexes qui incluent tous les écoulements parvenant au site (*points bleus cerclés de vert*). Il y en a le plus souvent au moins deux.

2



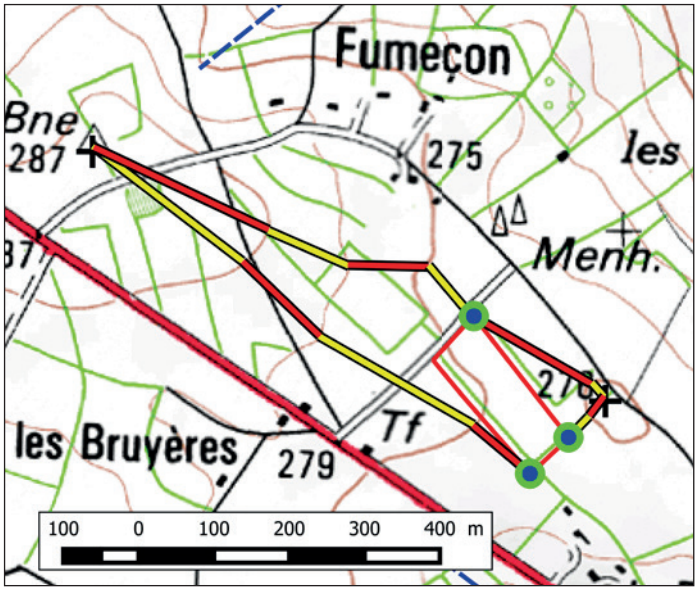
3



Fonds de carte : SCAN 25® IGN.

4 Depuis ces extrémités (obtenues en 3), dessinez un polygone avec des segments successifs qui coupent à angle droit les courbes de niveau immédiatement au-dessus (*traits rouges et jaunes*). Parcourez les sommets dont les écoulements parviennent au moins en partie jusqu'au site.

4

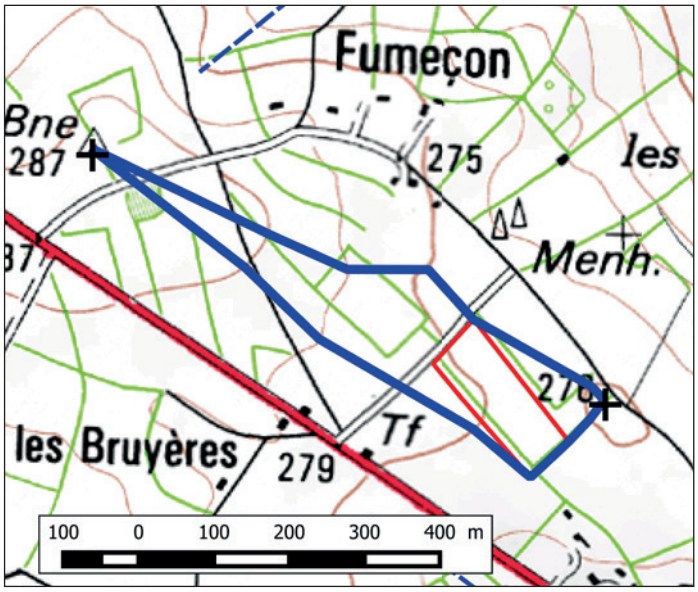


Fond de carte : SCAN 25®.

5 La zone contributive est le polygone dessiné (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

5



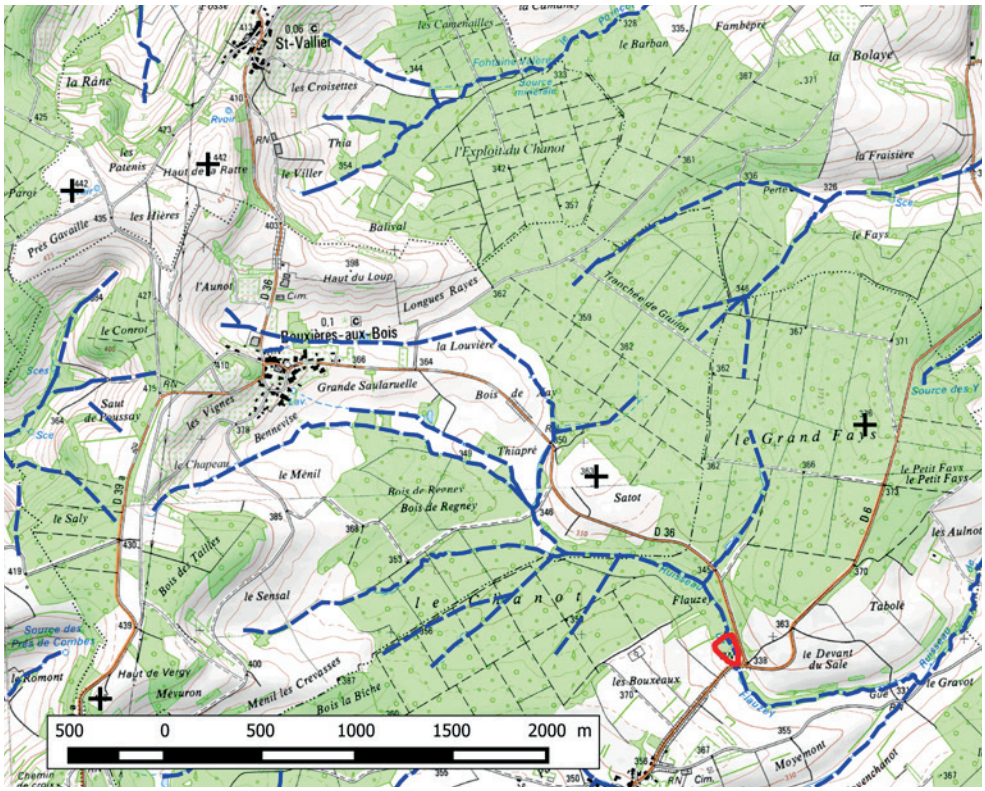
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 3 - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une petite zone contributive, cartographiable manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, BD ORTHO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une idée de sa zone contributive. Vous pouvez identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ». La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

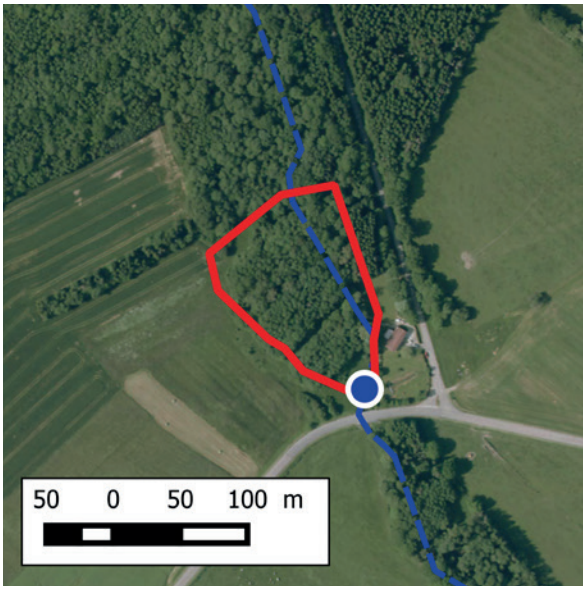
1



Fond de carte : SCAN 25®.

2

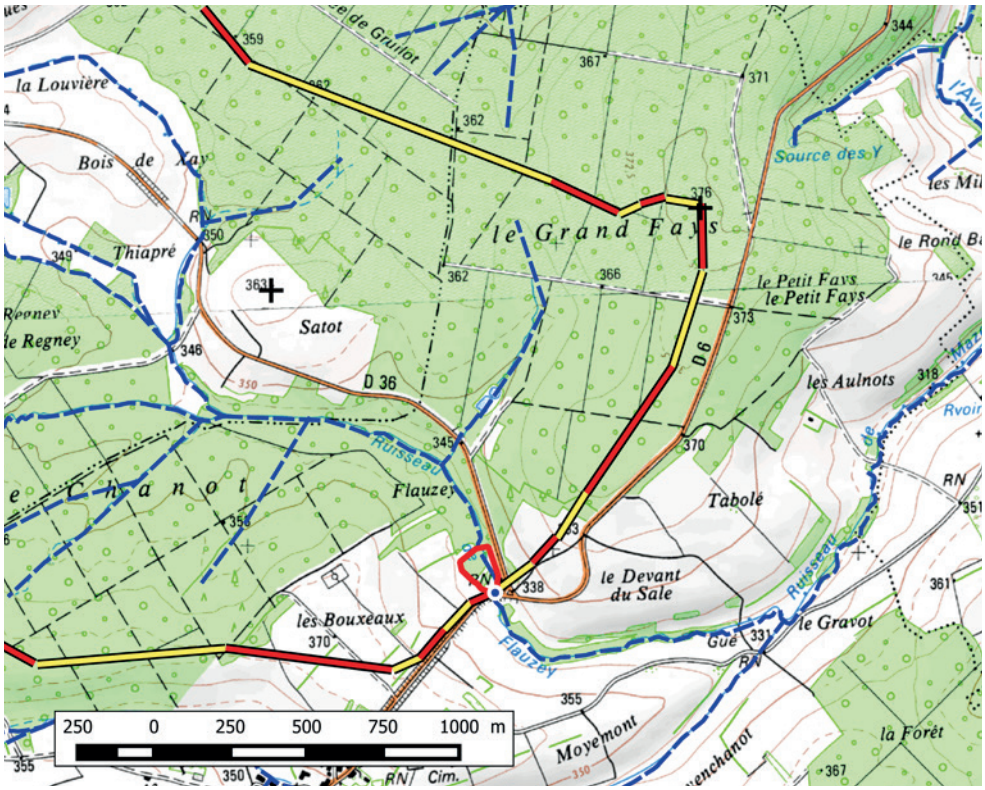
2 Identifiez sur la BD ORTHO® un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site est associé pour que les écoulements parvenant au site (même durant les submersions) soient inclus dans la zone contributive. L'exutoire est rarement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.



Fond de carte : BD ORTHO®.

3 Depuis l'exutoire, dessinez un polygone avec des segments successifs qui coupent à angle droit les courbes de niveau immédiatement au-dessus (*trais rouges et jaunes*), jusqu'aux sommets dont les écoulements parviennent au site.

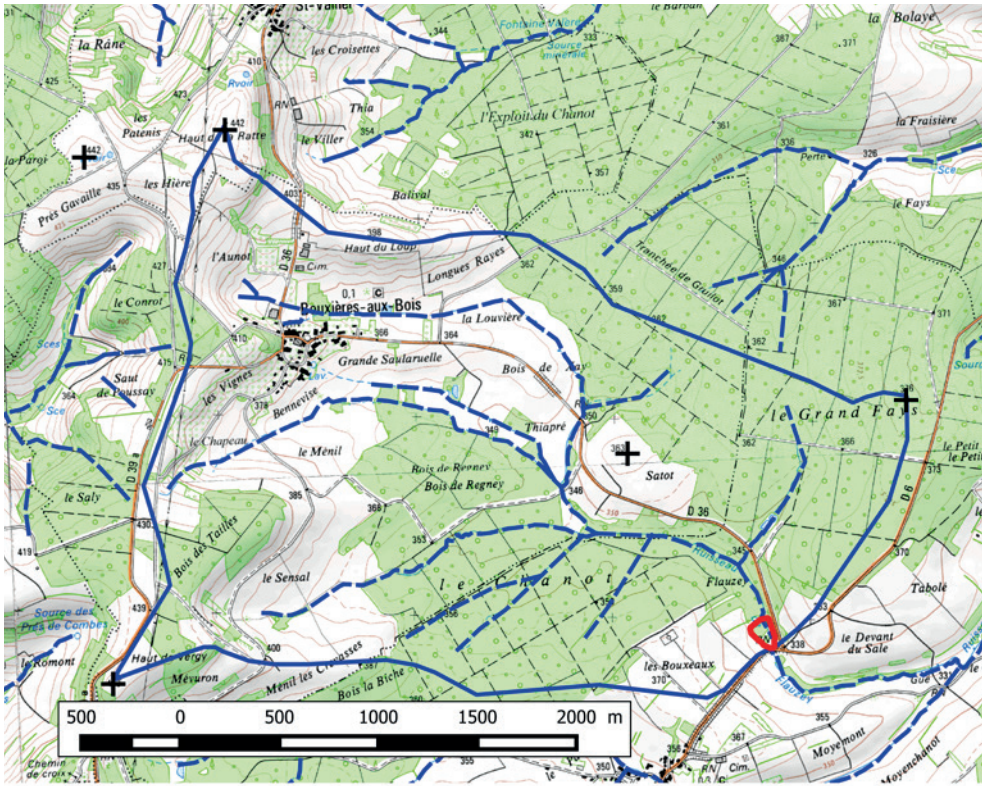
3



Fond de carte : SCAN 25®.

4 La zone contributive est le polygone dessiné (*polygone au contour bleu sans trame de fond*). Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

4



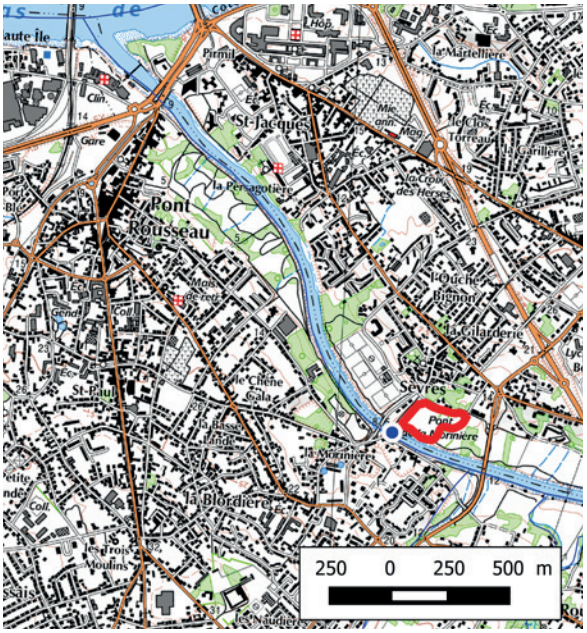
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 4 (non automatisée) - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, SCAN 25® et le fichier « ZONE_HYDROGRAPHIQUE.shp » de la base de données CARTHAGE® disponible sur le site internet du SANDRE.

1 Identifiez un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) est associé pour que les écoulements parvenant au site (même durant les submersions) soient inclus dans la zone contributive. L'exutoire est rarement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.

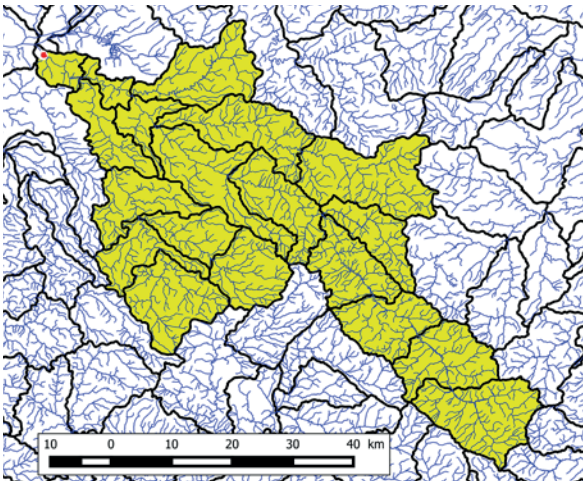
1



Fond de carte : SCAN 25®.

2 Identifiez les sous-bassins versants en amont du site sur le fichier «ZONE_HYDROGRAPHIQUE.shp» en vous aidant du fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » (*polygones aux contours noirs avec une trame de fond jaune*).

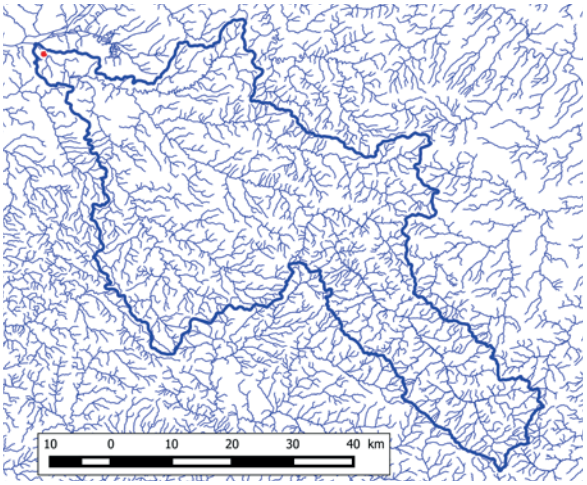
2



Fond de carte : BD TOPO® et CARTHAGE®.

3 Assemblez les sous-bassins versants qui incluent la zone contributive.

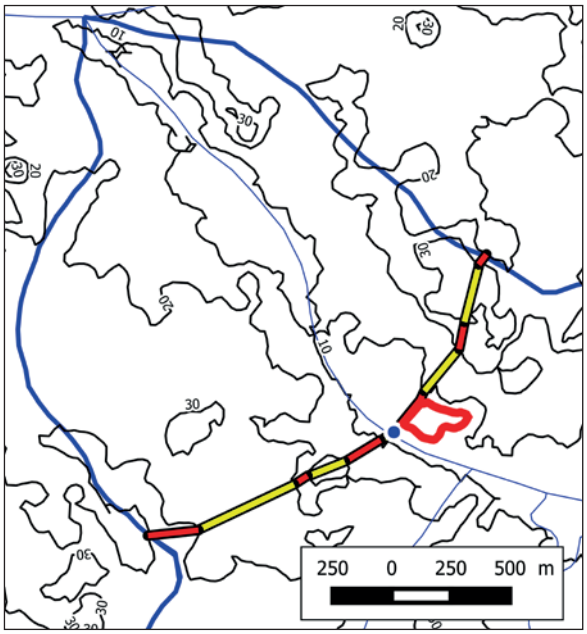
3



Fond de carte : BD TOPO®.

4 Sur le fichier où vous avez fusionné les sous-bassins versants qui incluent la zone contributive, supprimez la portion en aval du site. Pour supprimer cette portion depuis l'exutoire associé au site, dessinez des segments successifs coupant à angle droit les courbes de niveau au-dessus (*trais rouges et jaunes*), jusqu'à atteindre les limites du polygone obtenu en 3.

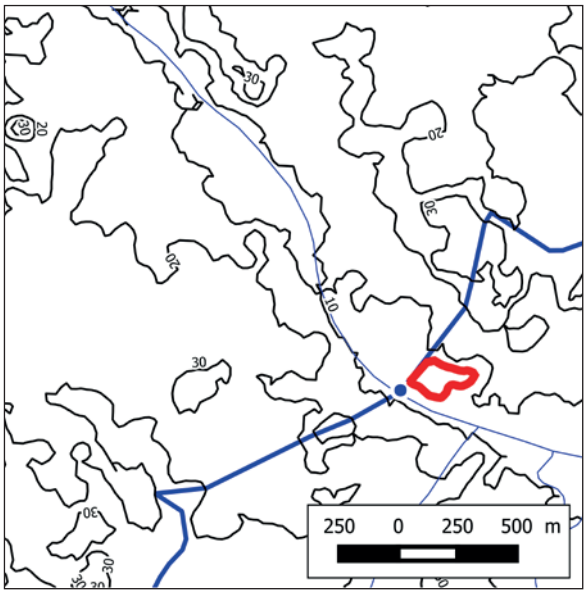
4



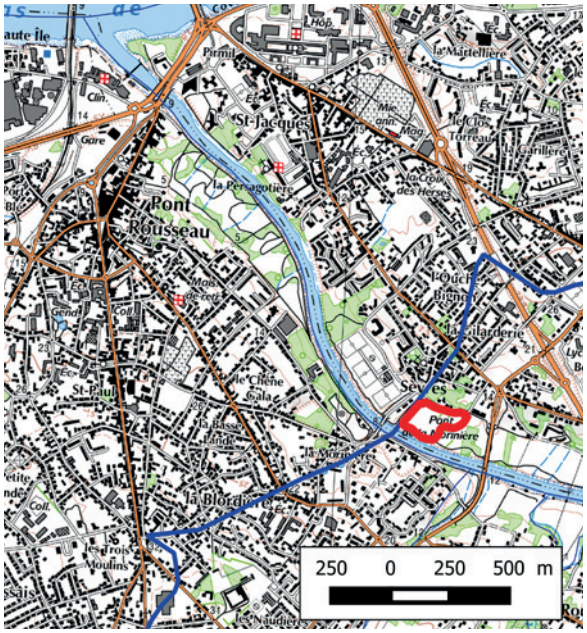
5 et 6 Supprimez la portion en aval de l'exutoire pour obtenir votre zone contributive (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

5



6



Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 5 (automatisée) - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, BD ORTHO®, SCAN 25® et MNT au format raster pour une utilisation sur SIG (indications données sur le MNT national avec une résolution de 250 m).

Cette procédure avec un MNT grossier (ici la BD ALTI® - résolution de 250 m) est déconseillée pour les petites zones contributives.

1 Sur la BD ORTHO®, identifiez les coordonnées géographiques d'un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) est associé de telle sorte que tous les écoulements parvenant au site (même durant les périodes de submersion) soient inclus dans la zone contributive délimitée depuis cet exutoire. L'exutoire n'est pas nécessairement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez les coordonnées géographiques de l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.

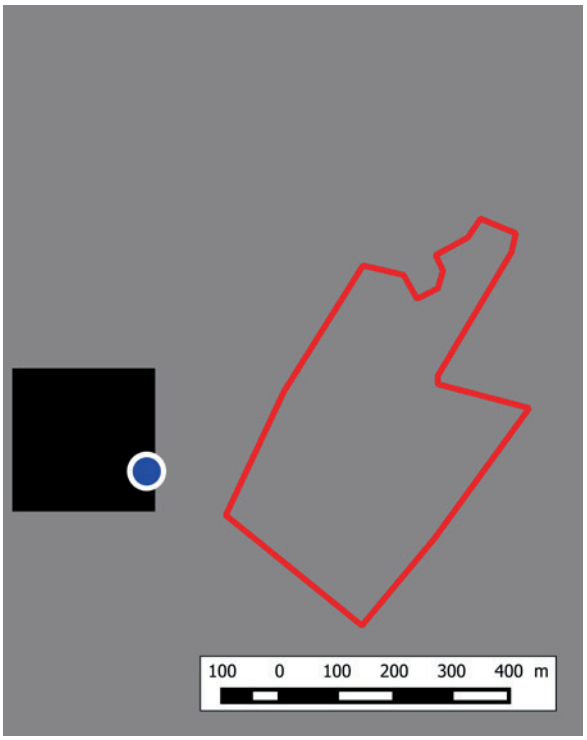
1

Fond de carte : BD ORTHO®.

2 Sur le MNT national avec une résolution de 250 m, identifiez en mode raster l'exutoire à partir duquel la zone contributive sera délimitée.

Suivez la procédure ci-après : *Traitements* → *Boîte à outils* → *Grass commands* → *Raster* → *r.water.outlet*. Choisissez le fichier MNT dans *Name of input raster map*. Dans *Easting coordinate of outlet point* et *Northing coordinate of outlet point* saisissez les coordonnées de l'exutoire. Puis *Run*. Vous obtenez un fichier raster qui contient l'exutoire (*polygone avec une trame de fond noire*).

2



3 Identifiez les sous-bassins versants en amont de l'exutoire en mode raster. Vous pouvez afficher le fichier des masses d'eau de type cours d'eau « MasseDEauRiviere_FXX.shp » pour avoir une première idée de la zone contributive du site.

Suivez la procédure ci-après : *Traitements* → *Boîte à outils* → *Grass commands* → *Raster* → *r.watershed*, choisissez votre fichier MNT dans *Elevation*, choisissez le fichier obtenu en 2 (fichier raster de l'exutoire) dans *Locations of real depressions*, indiquez la superficie minimale des sous-bassins versants calculés en amont de votre site dans *Minimum size of exterior watershed basin* (par ex. 10 000 m²), puis dans *Emprise de la région GRASS (xmin, xmax, ymin, ymax)*, cliquez sur *Sélectionner l'emprise depuis le canevas* et sélectionnez manuellement le secteur où vous souhaitez que les bassins versants soient déterminés. Puis *OK*. Le fichier Half-basins output layer obtenu contient des sous-bassins versants en format raster.

4 Convertissez les sous-bassins versants qui sont en format raster vers un format vecteur.

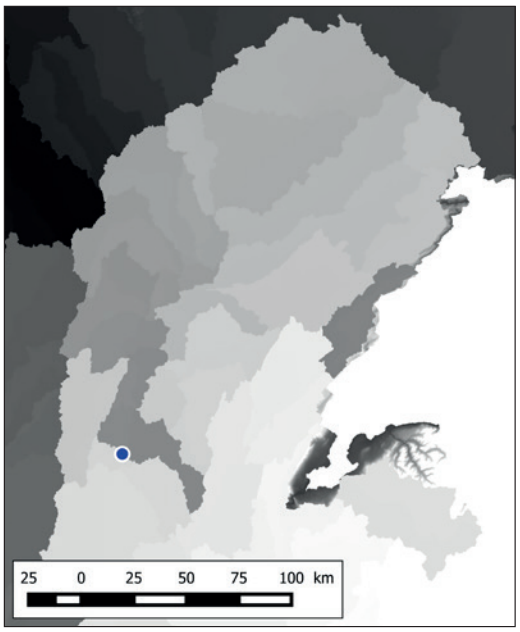
Suivez la procédure ci-après pour transformer le fichier *Half-basins output layer* en format raster (obtenu en 3) vers un format vecteur : *Raster* → *Conversion* → *Polygoniser*.

5 Assemblez les sous-bassins versants qui correspondent à la zone contributive (*polygone au contour noir avec une trame de fond jaune)*. Affichez le fichier des masses d'eau de type cours d'eau « MasseDEauRiviere_FXX.shp » peut vous aider à identifier les sous-bassins versants à assembler pour obtenir la zone contributive.

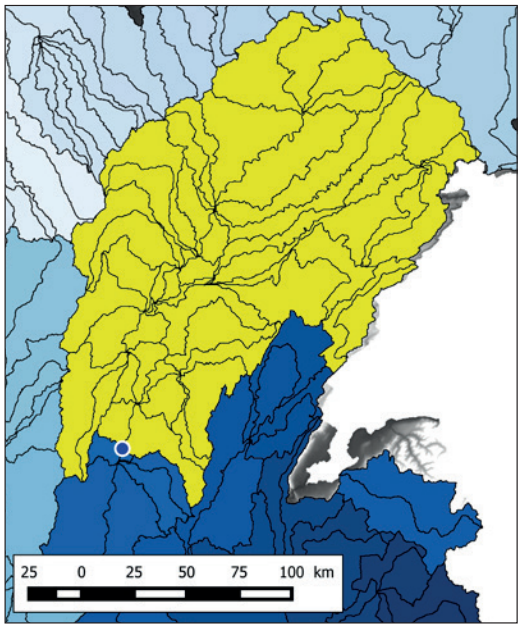
Suivez la procédure ci-après : sur le fichier vecteur obtenu en 4, sélectionnez les entités pertinentes en amont de l'exutoire identifié et fusionnez-les : *Editer* → *Fusionner les entités sélectionnées* pour obtenir votre zone contributive (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

6 Explorez la délimitation de la zone contributive sur SCAN 25® ou sur le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® pour vérifier la délimitation de la zone contributive et éventuellement faire manuellement les corrections nécessaires sur le contour du polygone dessiné. Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

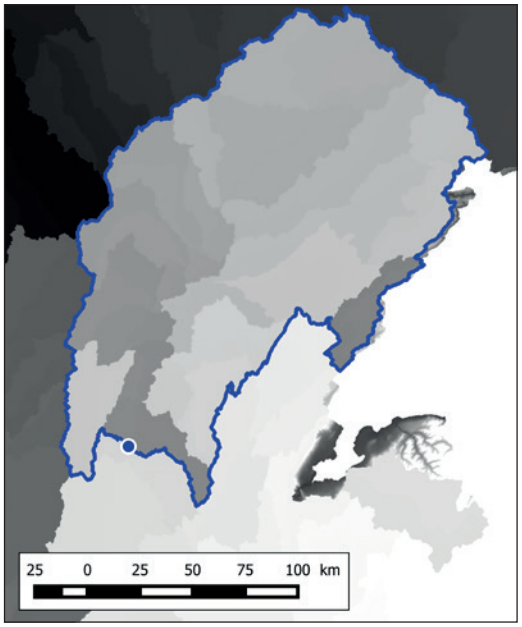
3



4



5



Question 9* - Quelle procédure avez-vous suivie pour délimiter la zone contributive ?

Question 9* - Quelle procédure avez-vous suivie pour délimiter la zone contributive?

Répondre par une X (un seul choix possible)

Procédure 1.		Procédure 2.	
Procédure 3.		Procédure 4.	
Procédure 5.			
Autres, précisez			

Question 10* - Si vous avez utilisé un MNT pour délimiter la zone contributive, quelle est la source du MNT et sa résolution en mètres ?

Question 10* - Si vous avez utilisé un MNT pour délimiter la zone contributive, quelle est la source du MNT et sa résolution en mètres ?

Question 11 - Quelle est la superficie de la zone contributive ?

Question 11 - Quelle est la superficie de la zone contributive ?

Superficie de la zone contributive _____ *ha.*

Calculez la superficie de la zone contributive (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Question 12* - Quelle est l'année du RPG que vous utilisez ?

Question 12* - Quelle est l'année du RPG que vous utilisez?

Année du RPG _____

Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial et/ou riverain des étendues d'eau et que le rang de Strahler que vous avez renseigné à la question 7 est :

- supérieur à 6 ou que sa zone contributive s'étend sur plusieurs pays, **alors** passez directement aux questions sur la zone tampon (section 1.3 p 92) ;
- égal à 6, **alors** répondez aux questions qui suivent ou passez directement aux questions sur la zone tampon (section 1.3 p 92). Il est conseillé de répondre aux questions 12 à 16 ;
- inférieur à 6 ; **alors** répondez aux questions 12 à 16.

Question 13 - Quelle est la superficie des surfaces enherbées et cultivées dans la zone contributive ?

Question 13 - Quelle est la superficie des surfaces enherbées et cultivées dans la zone contributive ?

Superficie des surfaces enherbées dans la zone contributive		*ha.*
Superficie des surfaces cultivées dans la zone contributive		*ha.*

Fichier du RPG le plus récent disponible et éventuellement la BD ORTHO®.

Sur le fichier du RPG, retenez les portions de polygones présentes dans la zone contributive.

Suivez la procédure ci-après : *Traitement* → *Boîte à outils* → *Géotraitements QGIS* → *Vector overlay tools* → *Clip*, choisissez le fichier contenant le RPG dans *Couche en entrée*, choisissez le fichier correspondant à votre zone contributive dans *Couche de découpage*, entrez le nom du fichier produit dans *Découpé*. Puis *Run*. Vous obtenez un fichier avec les portions de polygones présentes dans la zone contributive. Il arrive que certains polygones soient « oubliés » durant cette procédure. Il est possible de les récupérer manuellement.

Pour renseigner les « Surfaces enherbées » : faites la somme de la superficie des portions de polygones avec les codes 11 (gel), 12 (gel industriel), 13 (autres gels), 17 (estives landes), 18 (prairies permanentes), 19 (prairies temporaires) (en hectares, 3 chiffres après la virgule maximum).

Pour renseigner les « Surfaces cultivées » : faites la somme de la superficie des portions de polygones avec les codes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27[26] (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Le code « 28 divers » du RPG n'est pas considéré ci-avant car il n'est pas informatif. Sur de petites zones contributives, une lecture sur la BD ORTHO® peut permettre d'identifier s'il s'agit de surfaces enherbées ou cultivées et de l'inclure dans l'une ou l'autre des catégories.

Sur les petites zones contributives où le RPG est trop incomplet selon vous (par ex. absence de quelques parcelles agricoles), il est possible de corriger la superficie avec une mesure basée sur la BD ORTHO® (cartographie des parcelles).

Sur les zones contributives à cheval sur plusieurs départements, pensez à supprimer les polygones qui sont en doublons dans le RPG (à la limite entre deux départements).

Dans le cadre de la compensation : si l'année du RPG que vous utilisez sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les superficies à renseigner en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté avec impact envisagé et après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée ou après action écologique.

[26] Code 1 : blé tendre,
2 : maïs grain et ensilage,
3 : orge,
4 : autres céréales,
5 : colza,
6 : tournesol,
7 : autres oléagineux,
8 : protéagineux,
9 : plantes à fibres,
10 : semences,
14 : riz,
15 : légumineuses à grains,
16 : fourrage,
20 : vergers,
21 : vignes,
22 : fruits à coque,
23 : oliviers,
24 : autres cultures industrielles,
25 : légumes-fleurs,
26 : canne à sucre,
27 : arboriculture.

Question 14* - Avez-vous complété les informations du RPG pour répondre à la question précédente ?

Question 14* - Avez-vous complété les informations du RPG pour répondre à la question précédente ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. ☐ Non. ☐

Question 15 - Quelle est la superficie des surfaces construites dans la zone contributive ?

Question 15 - Quelle est la superficie des surfaces construites dans la zone contributive ?

Superficie des surfaces construites dans la zone contributive _____ *ha.*

Fichiers « BATI_INDIFFERENCIE.shp », « BATI_INDUSTRIEL.shp », « BATI_REMARQUABLE.shp » et « TERRAIN_SPORT.shp » du dossier « BATI » de la BD TOPO®.

Retenez les portions de polygones dans la zone contributive en répétant la procédure ci-après sur les 4 fichiers.

Suivez la procédure ci-après : *Traitement* → *Boîte à outils* → *Géotraitements QGIS* → *Vector overlay tools* → *Clip*, choisissez le fichier contenant les zones bâties dans *Couche en entrée*, choisissez le fichier correspondant à votre zone contributive dans *Couche de découpage*, entrez le nom du fichier produit dans *Découpé*. Puis *Run*. Vous obtenez un fichier avec les portions de polygones présentes dans la zone contributive.

La somme de la superficie des portions de polygones dans la zone contributive correspond à la superficie à renseigner (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Astuce : fusionnez ces 4 fichiers en un seul fichier pour gagner du temps (c'est une astuce, pas une obligation). Suivez la procédure ci-après : *Vecteur* → *Outils de gestion de données* → *Fusionner les shapefiles en un seul*, cochez la case *Sélectionner par couches dans le répertoire*, puis dans *Répertoire en entrée* sélectionnez vos fichiers, dans *Fichier de sortie (shapefile)* indiquez le nom du fichier souhaité, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les superficies à renseigner en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté avec impact envisagé et après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée ou après action écologique.

Question 16 - Quel est le linéaire d'infrastructures de transport dans la zone contributive ?

Question 16 - Quel est le linéaire d'infrastructures de transport dans la zone contributive ?

Linéaire des infrastructures de transport dans la zone contributive _____ *km.*

Fichier « TRONCON_VOIE_FERREE.shp » du dossier « VOIES_FERREES_ET_AUTRES » et les fichiers « ROUTE_PRIMAIRE.shp », « ROUTE_SECONDAIRE.shp » du dossier « RESEAU ROUTIER » de la BD TOPO®.

Calculez le linéaire d'infrastructures de transport en répétant la procédure ci-après sur les 3 fichiers.

Suivez la procédure ci-après : *Vecteur* → *Outils d'analyse* → *Total des longueurs de lignes*, choisissez le fichier correspondant à la zone contributive dans *Couche vecteur de polygones en entrée*, choisissez un fichier contenant les grandes infrastructures de transport dans *Couche vecteur de lignes en entrée*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*. Vous obtenez 3 fichiers. Le linéaire des grandes infrastructures de transport est la somme des longueurs indiquées dans la table d'attribut des 3 fichiers (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

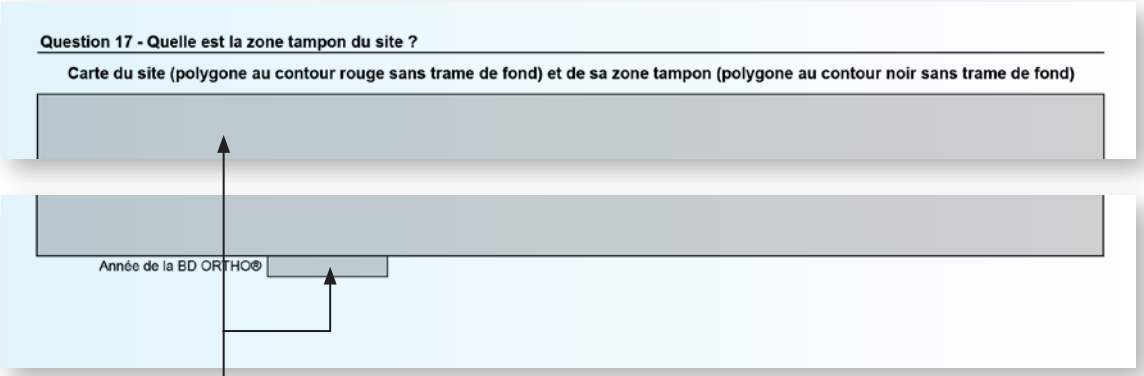
Sur une petite zone contributive où la BD TOPO® est trop incomplète selon vous (par ex. absence d'infrastructures de transport récentes), il est éventuellement possible de corriger la distance avec une mesure sur la BD ORTHO® des autoroutes, routes départementales, routes communales et voies ferrées complémentaires.

Si vous utilisez les données des BD TOPO® de plusieurs départements pour un même site, des éléments peuvent se superposer (par ex. infrastructures à la limite entre deux départements). Ces doublons représentent des petits linéaires, chronophages à éliminer. Cette marge d'erreur est tolérée.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez sur le site impacté après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact alors les superficies en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté avec impact envisagé et après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

1.3 La zone tampon

Question 17 - Quelle est la zone tampon[27] du site ?



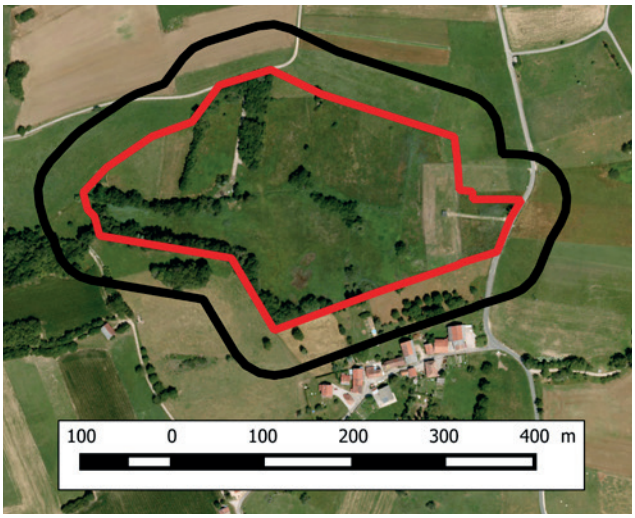
Collez une carte du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) et de la zone tampon (*polygone au contour noir sans trame de fond*) avec la BD ORTHO® en fond de carte. La zone tampon doit occuper la plus forte proportion possible du cadre. Par défaut, le nord est en haut de la carte, indiquez-le si ce n'est pas le cas. Ajoutez l'échelle.

Pour établir la carte, suivez la procédure ci-après :

1 Dessinez un polygone dans un rayon de 50 m (*polygone au contour noir sans trame de fond*) autour du périmètre du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*).

Suivez la procédure ci-après : *Vecteur* → *Outils de géotraitement* → *Tampon(s)*. Choisissez le fichier correspondant à votre site dans *Couche vectorielle de saisie*, entrez la distance tampon de 50 mètres dans *Distance*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*.

1

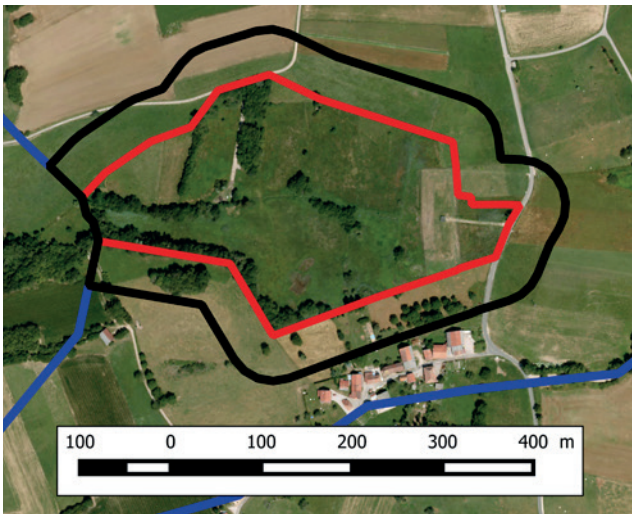


Fond de carte : BD ORTHO®.

[27] *La zone tampon du site correspond au polygone dessiné dans un rayon de 50 m à l'extérieur du périmètre du site qui est inclus dans sa zone contributive.*

2 Ne retenez que la portion du polygone incluse dans la zone contributive du site. Suivez la procédure ci-après : *Traitement* → *Boîte à outils* → *Géotraitements QGIS* → *Vector overlaytools* → *Clip*, choisissez le fichier contenant la zone tampon (obtenu en 1) dans *Couche en entrée*, choisissez le fichier correspondant à votre zone contributive dans *Couche de découpage*, entrez le nom du fichier produit dans *Découpé*. Puis *Run*. Vous obtenez un fichier dans lequel un polygone matérialise l'emprise de la zone tampon incluse dans la zone contributive (*polygone au contour bleu sans trame de fond*) du site.

2

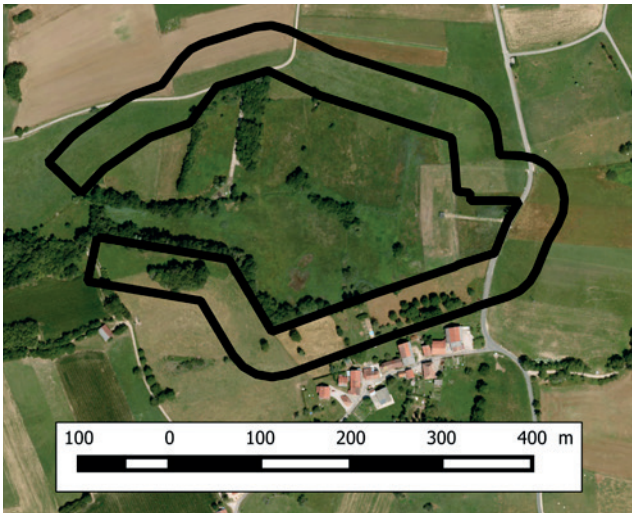


Fond de carte : BD ORTHO®.

3 Dans le polygone dessiné à l'étape 2, différenciez l'emprise du site et celle de la zone tampon.

Suivez la procédure ci-après : *Vecteur* → *Outils de géotraitement* → *Différenciation symétrique*. Choisissez le fichier correspondant à votre site dans *Couche vectorielle de saisie*, choisissez le fichier produit en 2 dans *Couche de découpage*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*. Vous obtenez la zone tampon (*polygone au contour noir sans trame de fond*).

3



Fond de carte : BD ORTHO®.

Dans le cadre de la compensation, si les contours du site impacté avant impact et avec impact envisagé ou après impact sont les mêmes alors ils ont la même zone tampon. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

Question 18 - Quelle est la superficie de la zone tampon ?

Question 18 - Quelle est la superficie de la zone tampon ?

Superficie de la zone tampon _____ *ha.*

Calculez la superficie de la zone tampon (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Question 19 - Quelle proportion de la zone tampon est occupée par un couvert végétal permanent[28] ?

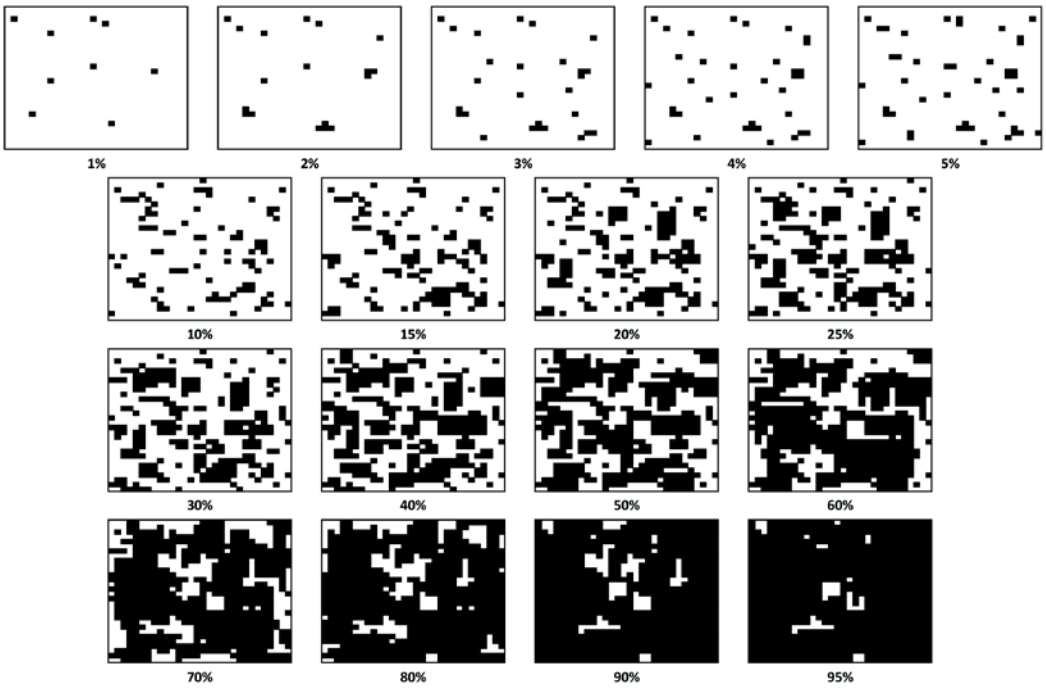
Question 19 - Quelle proportion de la zone tampon est occupée par un couvert végétal permanent ?

Proportion de la zone tampon avec un couvert végétal permanent ____ %.

BD ORTHO®.

Il ne s'agit pas de mesurer précisément la proportion de la zone tampon avec un couvert végétal permanent, mais plutôt de faire une estimation (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) basée sur la BD ORTHO®. Aidez-vous éventuellement de l'illustration ci-après pour l'estimation.

Aide pour l'estimation du recouvrement.



[28] Un couvert végétal permanent est un couvert végétal composé d'une strate herbacée et/ou arbustive et/ou arborée dense, non saisonnier et non clairsemé. Par exemple, les prairies permanentes sont le plus souvent avec un couvert végétal permanent, alors que les cultures annuelles de céréales et les zones urbanisées sont le plus souvent sans couvert végétal permanent.

1.4 Le paysage

Question 20 - Quel est le paysage[29] du site ?

Question 20 - Quel est le paysage du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de son paysage (polygone au contour vert sans trame de fond)

Année de la BD ORTHO® ____

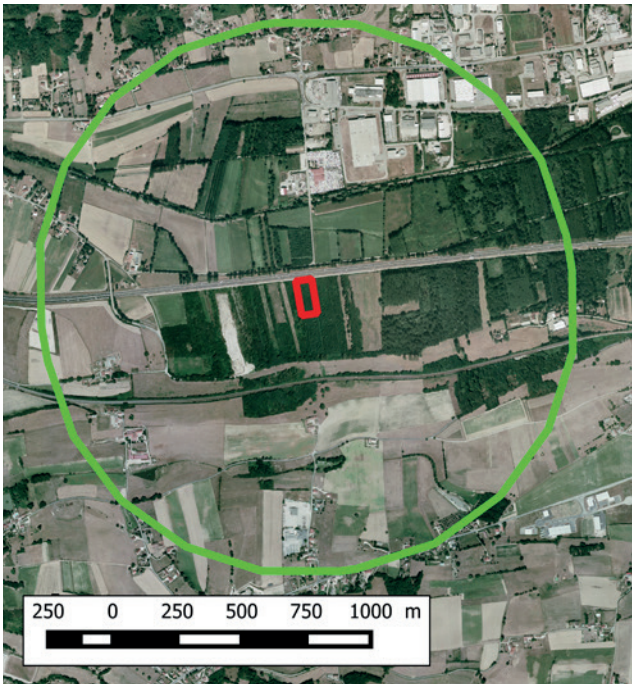
Collez une carte du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) et du paysage (*polygone au contour vert sans trame de fond*) avec la BD ORTHO® en fond de carte. Le paysage doit occuper la plus forte proportion possible du cadre. Par défaut, le nord est en haut de la carte, indiquez-le si ce n'est pas le cas. Ajoutez l'échelle.

[29] Le paysage du site correspond au polygone dessiné dans un rayon de 1 000 m autour du périmètre du site.

Suivez la procédure ci-après pour faire un polygone qui représente le paysage : *Vecteur → Outils de géotraitement → Tampon(s)*, choisissez le fichier correspondant à votre site dans *Couche vectorielle de saisie*, entrez la distance de 1 000 mètres dans *Distance tampon*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*.

Vous obtenez un fichier où le paysage est délimité par le polygone obtenu.

Le paysage est constitué par tout le polygone. Il inclut aussi le site.



Fond de carte : BD ORTHO®.

Représentation d'un site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de son paysage (polygone au contour vert sans trame de fond).

Dans le cadre de la compensation, si les contours du site impacté avant impact et avec impact envisagé ou après impact sont les mêmes alors ils ont le même paysage. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

Question 21 - Quelle est la superficie du paysage ?

Question 21 - Quelle est la superficie du paysage ?

Superficie du paysage _____ *ha.*

Calculez la superficie du polygone dessiné dans la question précédente (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Question 22 - Quelle proportion du paysage est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 1 ?

Question 22 - Quelle proportion du paysage est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 1 ?

Code EUNIS Niveau 1			Proportion du paysage occupée	
	A	Habitats marins		%
	B	Habitats côtiers		%
	C	Eaux de surface continentales		%
	D	Tourbières hautes et bas-marais		%
	E	Prairies et terrains dominés par des espèces non graminoïdes, des mousses ou des lichens		%
	F	Landes, fourrés et toundras		%
	G	Bois, forêts et autres habitats boisés		%
	H	Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée		%
	I	Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés		%
	J	Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels		%
Somme doit être égale à 100				%

Suivre impérativement la clef de détermination EUNIS niveau 1 (p. 97), ne surtout pas faire d'identification intuitive.

BD ORTHO®, SCAN 25® et clef de détermination.

Il ne s'agit pas de mesurer précisément l'occupation du sol sur SIG mais d'estimer la proportion de chaque habitat EUNIS niveau 1 (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) dans le paysage. Utilisez impérativement la clef ci-contre pour identifier les habitats. Aidez-vous si besoin de l'illustration page 94 dans la question 19 pour estimer la part de chaque habitat à partir de la BD ORTHO® et du SCAN 25®.

A partir des sources d'information proposées, ponctuellement des problèmes peuvent survenir pour distinguer les habitats « D Tourbières hautes et bas-marais », « E Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens » et « F Landes, fourrés et toundras ». Il est donc préconisé lorsque des doutes existent de se tourner vers d'éventuelles informations à l'échelle locale (par ex. inventaires des tourbières, informations dans les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les sites du réseau Natura 2000) ou encore d'aller faire des vérifications rapides sur le terrain. Les informations présentes dans les dossiers de police de l'eau sont également des sources d'informations potentielles.

Quand il est difficile de distinguer les habitats « E Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens » et « I Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés » sur la BD ORTHO®, il est possible d'utiliser les informations du RPG pour faciliter leur reconnaissance.

Dans le cadre de la compensation : si l'année d'édition de la BD ORTHO® que vous utilisez sur le site après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site avant impact, alors les proportions à renseigner en réponse à cette question sont les mêmes sur le site avant impact et sur le site après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et après action écologique.

Les numéros entre parenthèses dans la clef ci-contre renvoient aux descriptions ci-dessous.

***(1)* Est-ce que l'habitat est très artificiel ?**

- Oui : habitat construit sur substrat créé par l'homme, industriel, maintenu uniquement par une intervention fréquente, soit récemment abandonné, sur sol nu ou avec une végétation pionnière ou rudérale dont le couvert est inférieur à 30 %.

Les habitats résultant de l'industrie extractive (mines, carrières, extractions de tourbe, etc.) ou les surfaces construites à l'abandon, colonisés par des communautés de plantes et/ou d'animaux naturelles ou semi-naturelles, y compris les communautés pionnières ou rudérales dont le couvert végétal est supérieur à 30 % suivent la flèche « Non ».

***(2)* Est-ce que l'habitat est souterrain ?**

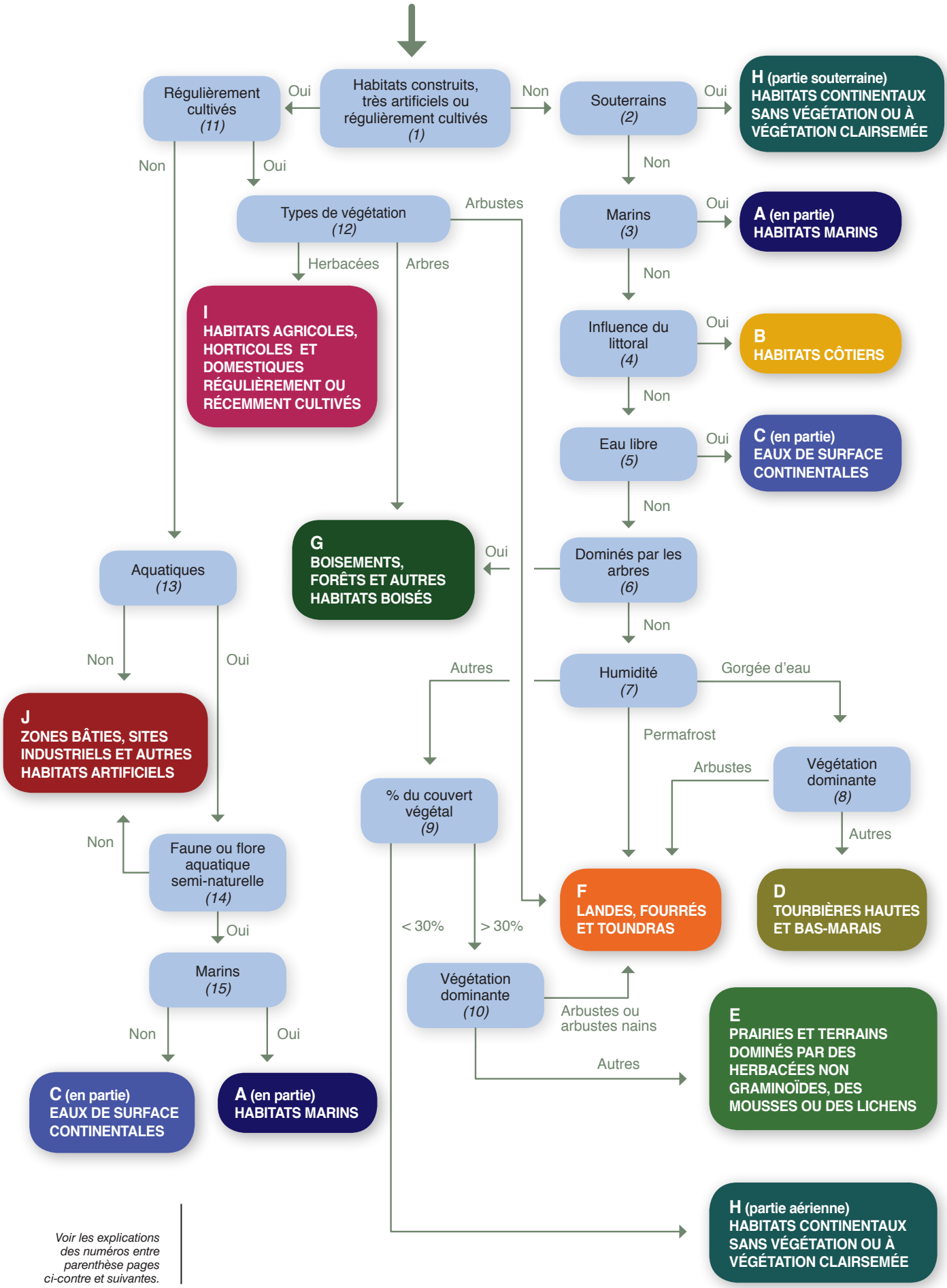
- Oui : grottes et passages souterrains non marins des eaux souterraines.

***(3)* Est-ce que l'habitat est marin ?**

- Oui : habitats comprenant les habitats du littoral marin, les marais salés imprégnés d'eau et les mares salées ou saumâtres au-dessus du niveau moyen des eaux marines non soumises aux marées, les zones littorales imprégnées d'eau situées au-dessus de la limite des grandes marées de vives eaux sont comprises dans les habitats marins. Les mares dans les rochers de la zone supralittorale sont considérées comme des enclaves de la zone marine et suivent la flèche « Oui ».

Les habitats marins sont directement connectés aux océans, ils font donc partie de la masse d'eau continue qui couvre une grande partie de la surface de la Terre et qui entoure les masses continentales. Les eaux marines peuvent être complètement salées, saumâtres ou presque douces. Les habitats marins comprennent ceux qui se trouvent sous la limite des grandes marées de vives eaux (ou sous le niveau moyen dans les eaux non soumises aux marées), les marais salés côtiers, les eaux littorales enclavées salées ou saumâtres, sans connexion de surface permanente avec la mer mais avec des connexions soit de surface intermittente soit de subsurface (comme dans les lagunes).

Clef de détermination des habitats EUNIS niveau 1 issue de la clef traduite par Louvel *et al.* (2013) issue de Davies *et al.* (2004) avec remise en forme et synthèse des critères associés



Voir les explications des numéros entre parenthèse pages ci-contre et suivantes.

- Non : habitats non salins au-dessus du niveau moyen des eaux non soumises à la marée, plus les habitats du supralittoral drainés naturellement, contigus aux habitats marins, généralement affectés uniquement par les embruns et les lignes de rivage caractérisés par des invertébrés terrestres.

***(4)* Est-ce que l'habitat est sous l'influence du littoral ?**

- Oui : habitats occupant les côtes et caractérisés par leur proximité avec l'océan (embruns, érosion par les vagues ou la glace), y compris les plages, falaises, dunes côtières et dunes boisées côtières, mares des dépressions dunaires.

Les habitats occupant le littoral mais non caractérisés par les embruns ou l'érosion par les vagues ou la glace suivent la flèche « Non », tout comme les habitats caractérisés prioritairement par la température (par ex. garrigues, phryganes) plus que par leur proximité à la mer.

***(5)* Est-ce un habitat d'eau libre ?**

- Oui : habitats d'eau libre (par ex. rivières, ruisseaux, lacs et mares) et des zones littorales.
- Non : autres habitats terrestres, y compris ceux avec une nappe phréatique permanente en surface ou près de la surface, mais généralement sans eau libre.

Les eaux salées ou saumâtres littorales enclavées, sans connexion de surface permanente avec la mer mais avec une connexion de surface intermittente ou de subsurface (par ex. lagunes) sont dans l'unité A. Les mares des lettes dunaires caractérisées par leur proximité à la mer sont dans l'unité B.

***(6)* Est-ce que l'habitat est dominé par les arbres ?**

Les arbres sont typiquement à simple tige et normalement capables d'atteindre une hauteur de 5 m à maturité mais cette hauteur peut être moindre aux hautes latitudes ou longitudes.

- Oui : habitats où la végétation dominante est, ou était jusque très récemment, des arbres avec une canopée couvrant au moins 10 %.

Les alignements d'arbres, les taillis et les zones très récemment défrichées avec un couvert végétal préexistant, pas encore replantées et sans succession végétale de communauté rudérale suivent la flèche « Oui ». Occasionnellement de grands arbustes, notamment quelques Aulnes (Alnus) *et Saules* (Salix) *peuvent avoir une structure forestière et suivre la flèche « Oui ». Les landes boisées, par exemple les formations arborescentes d'*Erica arborea *suivent également la flèche « Oui ».*

La couverture de la canopée de 10 % et la hauteur de 5 m sont issues des définitions de la FAO TBFRA 2000 (Expertise des ressources des forêts tempérées et boréales 2000). Il devrait être noté que dans certaines zones, par exemple boréales, le point normal de séparation est de 30 %. Les statistiques produites à une échelle régionale peuvent refléter cette divergence.

- Non : habitats dominés par d'autres types de végétation, ou sans végétation, ou dominés par des communautés animales.

Les zones sporadiquement boisées des prairies avec une canopée couvrant de 5 à 10 % de la surface, y compris les parcs et les zones défrichées présentant une communauté de succession boisée, suivent la flèche « Non » et sont classés dans l'unité E. Les haies qui peuvent être occasionnellement constituées de grands arbres suivent la flèche « Non » et sont classées dans l'unité F. Les arbres nains de la zone arctique et de la limite alpine des arbres (c'est-à-dire les « krummholz » à condition que les individus matures soient d'une hauteur de moins de 3 m) suivent la flèche « Non ». Ceux-ci sont classés dans l'unité F.

***(7)* Quel est le niveau d'humidité dans l'habitat ?**

- Gorgée d'eau : habitats saturés, avec la nappe phréatique au niveau du sol ou au-dessus au moins une moitié de l'année (par ex. tourbières, marais, végétations marécageuses).
- Permafrost : habitats au sol avec une température inférieure à 0°C toute l'année.
- Autres : habitats toujours secs, mésiques, humides ou mouillés, seulement humides une partie de l'année, régulièrement mais rarement inondés ou occasionnellement inondés, sans drainage, mouillés mais non gorgés d'eau, avec de la glace ou de la neige en permanence.

***(8)* Quel type de végétation dominante constitue l'habitat ?**

- Arbustes : végétation dominante constituée d'arbustes (par ex. saule - *Salix* spp).
- Autres.

Les espèces d'arbustes nains (par ex. Ericacées) suivent la flèche « Autres ». Les habitats dominés par des arbres (unité G) sont distingués plus tôt, voir (6).

***(9)* Quelle est l'importance du couvert végétal dans l'habitat ?**

- Moins de 30 % de couverture végétale, suivez la flèche « < 30 % ».
- Plus de 30 % de couverture végétale, suivez la flèche « > 30 % ».

Les végétations chasmophytiques des éboulis et des falaises suivent la flèche « < 30 % ».

***(10)* Quel type de végétation dominante constitue l'habitat ?**

- Arbustes ou arbustes nains.
- Autres : herbacées et végétations non ligneuses (y compris les bryophytes et les lichens couvrant plus de 30 % de la surface).

Les habitats dominés par des arbres (unité G) sont distingués plus tôt, voir (6).

***(11)* L'habitat est-il régulièrement cultivé ?**

- Oui : habitat maintenu uniquement par une exploitation fréquente, ou résultant d'un abandon récent de sols précédemment exploités, comme les champs cultivés ou les jardins.
- Non : habitat complètement artificiel, comme les installations d'origine humaine, développement industriel, transports ou sites de stockage de déchets ou des eaux très artificialisées (avec un lit complètement construit ou des eaux fortement contaminées).

***(12)* Quel type de végétation dominante constitue l'habitat ?**

- Arbres : pépinières d'arbres et plantations forestières.
- Arbustes : vergers d'arbustes.
- Herbacées : dominés par une végétation cultivée d'herbacées.

***(13)* L'habitat est-il aquatique ?**

- Oui : habitats aquatiques d'eau douce, saumâtre ou salée construits comme les marinas, les ports, les lagunes industrielles, les marais salants, les canaux, les étangs et les eaux fortement artificialisées.
- Non : habitats terrestres construits, y compris les bâtiments et les réseaux de transports.

***(14)* La faune ou la flore aquatique est-elle semi-naturelle ?**

- Oui : les habitats aquatiques construits (comme les marinas, les ports, les canaux, les étangs, etc.) qui abritent une faune et une flore aquatique semi-naturelle.
- Non : habitats aquatiques construits qui sont virtuellement démunis de vie animale et végétale ou qui ont une liste d'espèces anormalement restreinte ou encore qui sont dominés par des espèces exotiques, plus les habitats salés fortement artificiels comme les lagunes industrielles et les marais salants ou les habitats avec de l'eau fortement contaminée.

***(15)* L'habitat est-il marin ?**

- Oui : habitats marins construits comprenant une flore ou une faune semi-naturelle.
- Non : habitats continentaux non marins d'eau de surface comprenant une flore ou une faune semi-naturelle, voir (3) pour une définition de « marins ».

Question 23* - Quelle procédure choisissez-vous pour identifier les corridors boisés[30] dans le paysage ?

Question 23* - Quelle procédure choisissez-vous pour identifier les corridors boisés dans le paysage ?

Répondre par une X (un seul choix possible)

Procédure 1. ☐ Procédure 2. ☐ Procédure 3. ☐

BD TOPO® et/ou BD ORTHO®.

Trois procédures sont proposées, choisissez celle la plus adaptée selon les données dont vous disposez et le contexte dans lequel vous réalisez l'évaluation.

1. Superficie de haies mesurée dans le fichier « ZONE_VEGETATION .shp » de la BD TOPO® → procédure 1 (question 24). Cette procédure est possible quand les haies sont identifiées dans la table d'attribut du fichier, ou alors en sélectionnant les polygones qui correspondent à des corridors boisés dans le fichier lorsque les haies ne sont pas identifiées dans la table d'attribut du fichier.
2. Linéaire de haies mesuré manuellement sur la BD ORTHO® → procédure 2 (question 25).
3. Superficie de haies mesurée dans le fichier « ZONE_VEGETATION.shp » de la BD TOPO® avec en complément le linéaire de haies mesuré sur la BD ORTHO® → procédure 3 (question 26). Cette procédure est possible quand les haies sont identifiées dans la table d'attribut du fichier, ou alors en sélectionnant les polygones qui correspondent à des corridors boisés dans le fichier lorsque les haies ne sont pas identifiées dans la table d'attribut du fichier. Vous pouvez ajouter des corridors boisés qui seraient absents sur la BD TOPO® et que vous auriez identifiés sur le terrain ou via des connaissances de terrain préalables.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® ou de la BD ORTHO® que vous utilisez (selon la procédure choisie) sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact alors la superficie et/ou le linéaire de corridors boisés en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté avec impact envisagé et après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

Il est préférable d'utiliser la même procédure lors du suivi d'un site dans le temps.

[30] Les corridors boisés sont définis comme des alignements d'arbres ou plantations d'arbres fruitiers dont la largeur est < 25 m, avec un espace minimum entre deux haies parallèles ≥ 50 m et d'une longueur ≥ 100 m, conformément à la définition de l'Institut national de l'information géographique et forestière (2011) pour les haies de la BD TOPO®.

Question 24 - Si vous avez choisi la procédure 1 en répondant à la question 23, quelle est la superficie des corridors boisés dans le paysage ?

Question 24 - Si vous avez choisi la procédure 1 en répondant à la question 23, quelle est la superficie des corridors boisés dans le paysage ?

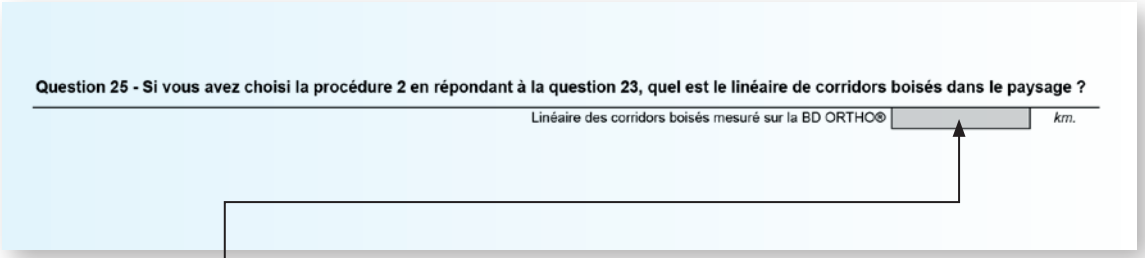
Superficie des corridors boisés mesurée sur la BD TOPO® ☐ *ha.*

BD TOPO®.

Dans le paysage, calculez la superficie des polygones de la BD TOPO® qui correspondent à la définition des corridors boisés (voir définition dans la question 23, identifié comme des « haies » dans la BD TOPO®) (en hectares, trois chiffres après la virgule maximum).

Des différences importantes sont possibles entre les corridors boisés répertoriés dans la BD TOPO® et la réalité sur le terrain au moment de l'évaluation. Vous pouvez éventuellement corriger les mesures faites sur la BD TOPO® à partir de connaissances de terrain préalables (par ex. corridors boisés répertoriés dans la BD TOPO® mais arrachés récemment ou corridors boisés récents non répertoriés dans la BD TOPO®).

Question 25 - Si vous avez choisi la procédure 2 en répondant à la question 23, quel est le linéaire de corridors boisés dans le paysage ?


Question 25 - Si vous avez choisi la procédure 2 en répondant à la question 23, quel est le linéaire de corridors boisés dans le paysage ?

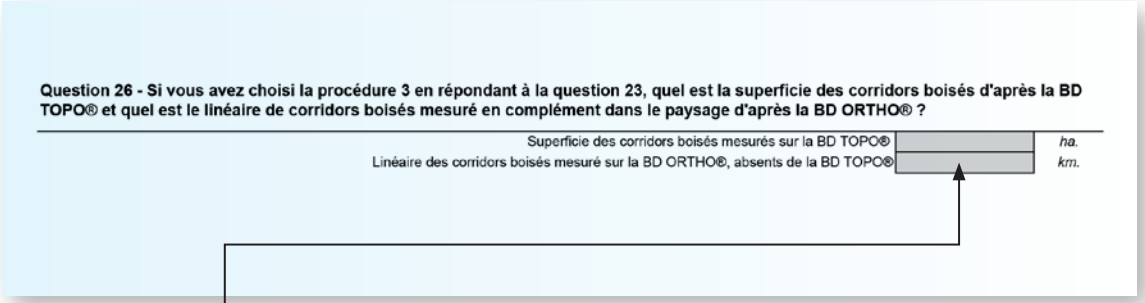
Linéaire des corridors boisés mesuré sur la BD ORTHO® km.

BD ORTHO®.

Dans le paysage, mesurez manuellement le linéaire des éléments qui correspondent à la définition des corridors boisés (voir définition dans la question 23) (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

Des différences importantes sont possibles entre les corridors boisés identifiables sur la BD ORTHO® (surtout si la BD ORTHO® est ancienne) et la réalité sur le terrain au moment de l'évaluation (par ex. corridors boisés répertoriés dans la BD ORTHO® mais arrachés récemment ou corridors boisés récents non répertoriés dans la BD ORTHO®). Vous pouvez éventuellement corriger les mesures faites sur la BD ORTHO® à partir de connaissances de terrain préalables.

Question 26 - Si vous avez choisi la procédure 3 en répondant à la question 23, quelle est la superficie des corridors boisés d'après la BD TOPO® et quel est le linéaire de corridors boisés mesuré en complément dans le paysage d'après la BD ORTHO® ?


Question 26 - Si vous avez choisi la procédure 3 en répondant à la question 23, quel est la superficie des corridors boisés d'après la BD TOPO® et quel est le linéaire de corridors boisés mesuré en complément dans le paysage d'après la BD ORTHO® ?

Superficie des corridors boisés mesurés sur la BD TOPO® ha.

Linéaire des corridors boisés mesuré sur la BD ORTHO®, absents de la BD TOPO® km.

BD TOPO® et BD ORTHO®.

Dans le paysage, calculez la superficie des polygones de la BD TOPO® qui correspondent à la définition des corridors boisés (voir définition dans la question 23, identifié comme des « haies » dans la BD TOPO®), puis mesurez le linéaire de corridors boisés complémentaires sur la BD ORTHO® (en hectares et en kilomètres, trois chiffres apres la virgule maximum).

Des différences importantes sont possibles entre les corridors boisés répertoriés dans la BD TOPO® ou identifiables sur la BD ORTHO® et la réalité sur le terrain au moment de l'évaluation (par ex. corridors boisés arrachés ou plantés récemment). Vous pouvez éventuellement corriger les mesures faites sur la BD TOPO® et la BD ORTHO® à partir de connaissances de terrain préalables.

Question 27 - Quel est le linéaire de corridors aquatiques temporaires[31] et permanents[32] dans le paysage ?

Question 27 - Quel est le linéaire de corridors aquatiques temporaires et permanents dans le paysage ?

Linéaire des corridors aquatiques temporaires dans le paysage		*km.*
Linéaire des corridors aquatiques permanents dans le paysage		*km.*

Si vous utilisez les données des BD TOPO® de plusieurs départements pour le paysage d'un site, les corridors aquatiques à la limite entre deux départements peuvent se superposer dans ces BD TOPO®. Veillez à ne mesurer qu'une fois le linéaire des éléments en doublon.

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®.

Sur le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp », retenez les portions de lignes présentes dans le paysage. Suivez la procédure ci-après : *Traitement* → *Boîte à outils* → *Géotraitements QGIS* → *Vector overlay tools* → *Intersection*, choisissez le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » dans *Couche en entrée*, choisissez le fichier correspondant au paysage dans *Couche de découpage*, entrez le nom du fichier produit dans *Découpé*. Puis *Run*.

Vous obtenez un fichier avec les corridors aquatiques temporaires et permanents présents dans le paysage et vous pouvez calculer leur linéaire total (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

Les éléments du fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » qui traversent des étendues d'eau (par ex. un lac) ne doivent pas être pris en compte.

Il est possible de mesurer des linéaires de corridors aquatiques en plus de ceux dans la BD TOPO® si vous estimez qu'elle est trop incomplète. Dans ce cas, mesurez leur linéaire en plus de ce qui est cartographié dans la BD TOPO®.

Il est possible de corriger les linéaires de corridors aquatiques présents dans la BD TOPO® si elle ne paraît pas satisfaisante (par ex. rectification d'un cours d'eau non prise en compte). Dans ce cas, corrigez le linéaire mesuré sur la BD TOPO®.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les linéaires de corridors aquatiques en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avec impact envisagé et après impact avant impact et sur le site impacté après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

[31] Les corridors aquatiques temporaires sont définis comme des cours d'eau temporaires naturels, à l'exception des tronçons de moins de 100 m situés aux extrémités amont du réseau. Les cours d'eau temporaires artificiels ou artificialisés sont sélectionnés selon leur importance et leur environnement (les tronçons longeant une voie de communication sont exclus, ainsi que les fossés). Les talwegs qui ne sont pas marqués par la présence régulière de l'eau sont exclus conformément à la définition de l'Institut national de l'information géographique et forestière (2011) pour les cours d'eau temporaires de la BD TOPO®.

[32] Les corridors aquatiques permanents sont définis comme des cours d'eau permanents naturels ou artificiels mais également comme de gros fossés de plus de 2 m de large lorsqu'ils coulent de manière permanente. Les fossés dont le débit n'est pas permanent sont sélectionnés selon leur environnement. Ils sont généralement exclus lorsqu'ils longent une voie de communication conformément à la définition de l'Institut national de l'information géographique et forestière (2011) pour les cours d'eau permanents de la BD TOPO®.

Question 28* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de corridors aquatiques qui étaient absents de la BD TOPO® ou avez-vous apporté des corrections ?

Question 28* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de corridors aquatiques qui étaient absents de la BD Topo® ou avez-vous apporté des corrections ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. ☐ Non. ☐

Question 29 - Quel est le linéaire de grandes infrastructures de transport[33] dans le paysage ?

Question 29 - Quel est le linéaire de grandes infrastructures de transport dans le paysage ?

Linéaire des grandes infrastructures de transport [ ] *km.*

Fichier « TRONCON_VOIE_FERREE.shp » du dossier « VOIES_FERREES_ET_AUTRES », le fichier « ROUTE_PRIMAIRE.shp » du dossier « RESEAU ROUTIER » de la BD TOPO®.

Calculez le linéaire de grandes infrastructures de transport en répétant la procédure ci-après sur chaque fichier.

Suivez la procédure ci-après : *Vecteur → Outils d'analyse → Total des longueurs de lignes*, choisissez le fichier correspondant au paysage dans *Couche vecteur de polygones en entrée*, choisissez un fichier contenant les grandes infrastructures de transport dans *Couche vecteur de lignes en entrée*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*.

Vous obtenez deux fichiers. Le linéaire des grandes infrastructures de transport dans le paysage est la somme des longueurs indiquées dans la table d'attribut des deux fichiers obtenus (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

Si vous estimez que la BD TOPO® est trop incomplète, il est éventuellement possible de corriger le linéaire avec une mesure du réseau routier et ferroviaire complémentaire basée sur la BD ORTHO®.

Si vous utilisez la BD TOPO® de plusieurs départements pour le paysage d'un site, des éléments peuvent se superposer (par ex. infrastructures à la limite entre deux départements). Ces doublons représentent des petits linéaires, chronophage à éliminer. Cette marge d'erreur est tolérée.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les linéaires de grandes infrastructures de transport en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté avec impact envisagé et après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

[33] Les grandes infrastructures de transport sont surtout les routes nationales, les autoroutes et les voies ferrées.

Question 30* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de grandes infrastructures de transport qui étaient absents de la BD TOPO® ?

Question 30* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de grandes infrastructures de transport qui étaient absents de la BD Topo® ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. [ ] Non. [ ]

Question 31* - A votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des grandes infrastructures de transport par la faune dans le paysage (par ex. crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous.

Question 31* - A votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des grandes infrastructures de transport par la faune dans le paysage (par ex. crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous.

Question 32 - Quel est le linéaire de petites infrastructures de transport[34] dans le paysage ?

Question 32 - Quel est le linéaire de petites infrastructures de transport dans le paysage ?

Linéaire des petites infrastructures de transport _____ *km.*

Fichier « ROUTE_SECONDAIRE.shp » du dossier « RESEAU ROUTIER » de la BD TOPO®.

Calculez le linéaire de petites infrastructures de transport.

Suivez la procédure ci-après : *Vecteur* → *Outils d'analyse* → *Total des longueurs de lignes*, choisissez le fichier correspondant au paysage dans *Couche vecteur de polygones en entrée*, choisissez le fichier « ROUTE_SECONDAIRE.shp » dans *Couche vecteur de lignes en entrée*, entrez le nom du fichier produit dans *Fichier de sortie (shapefile)*, cochez la case *Ajouter le résultat au canevas de la carte*. Puis *OK*.

Vous obtenez un fichier où le linéaire des petites infrastructures de transport dans le paysage correspond à la somme des longueurs indiquées dans la table d'attribut du fichier produit (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

Si vous estimez que la BD TOPO® est trop incomplète, il est éventuellement possible de corriger le linéaire avec une mesure du réseau routier complémentaire basée sur la BD ORTHO®.

Si vous utilisez la BD TOPO® de plusieurs départements pour le paysage d'un site, des éléments peuvent se superposer (par ex. infrastructures à la limite entre deux départements). Ces doublons représentent des petits linéaires, chronophage à éliminer. Cette marge d'erreur est tolérée.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD TOPO® que vous utilisez sur le site impacté avec impact envisagé ou après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les linéaires de petites infrastructures de transport en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact, avec impact envisagé ou après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et avec action écologique envisagée ou après action écologique.

[34] *Les petites infrastructures de transport sont toutes les routes sauf les routes nationales, les autoroutes et les voies ferrées.*

Question 33* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de petites infrastructures de transport qui étaient absents de la BD TOPO® ?

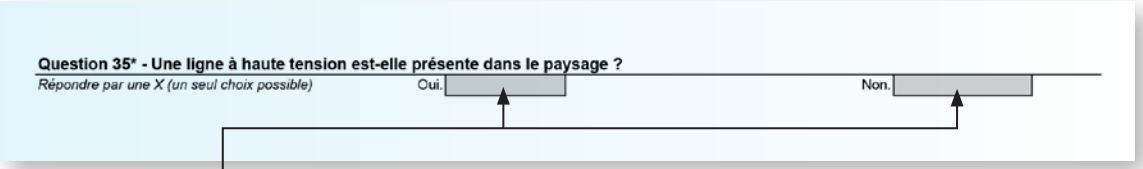
Question 33* - Pour répondre à la question précédente, avez-vous mesuré des linéaires de petites infrastructures de transport qui étaient absents de la BD Topo® ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. _____ Non. _____

Question 34* - À votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des petites infrastructures de transport par la faune dans le paysage (par ex. crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous.

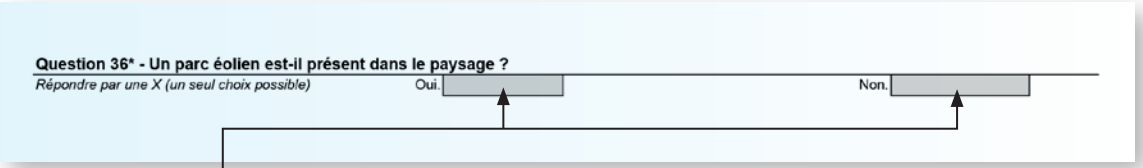
Question 34* - A votre connaissance existe-t-il des aménagements destinés à faciliter la traversée des petites infrastructures de transport par la faune dans le paysage (par ex. crapauduc, passage faune sauvage) ? Si oui, précisez la nature de ces aménagements ci-dessous.

Question 35* - Une ligne à haute tension est-elle présente dans le paysage ?



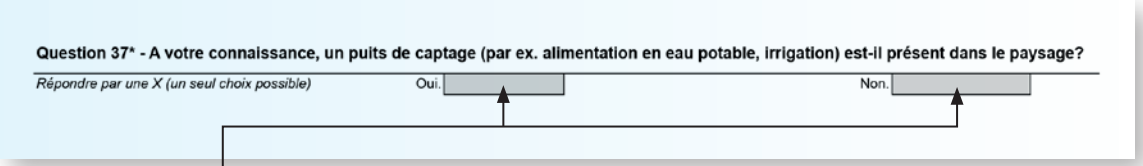
Fichier « LIGNE_ELECTRIQUE.shp » du dossier « C_TRANSPORT_ENERGIE » de la BD TOPO®.

Question 36* - Un parc éolien est-il présent dans le paysage ?



SCAN 25® et BD ORTHO®.

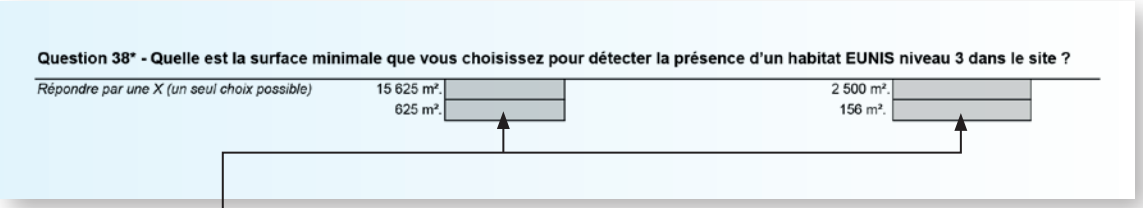
Question 37* - A votre connaissance, un puits de captage (par ex. alimentation en eau potable, irrigation) est-il présent dans le paysage ?



SCAN 25®.

1.5 Les habitats et le couvert végétal dans le site

Question 38* - Quelle est la surface minimale que vous choisissez pour détecter la présence d'un habitat EUNIS niveau 3 dans le site ?



Choisissez une surface minimale cartographiable (voir tableau de Clair *et al.* 2005 page suivante). Pour information, les observateurs qui ont appliqué les prototypes de méthode ont préféré dans leur grande majorité la surface minimale cartographiable de 2 500 m². Notez que plus le site est grand et/ou plus les habitats sont nombreux, plus le temps nécessaire sera important pour appliquer la méthode si vous choisissez une petite surface minimale cartographiable.

Échelle de terrain	Surface minimale cartographiable	Avantages	Inconvénients
1/25 000	15 625 m²	■ Vision synthétique de la zone traitée permettant la mise en œuvre de politiques globales ■ Échelle très répandue (carte IGN, etc.)	■ Faible précision quant à la description (typologie) et la localisation des habitats ■ Induit une multiplication des complexes d'habitats ■ Inadapté à la gestion des habitats ■ Inadapté pour le suivi des habitats
1/10 000	2 500 m²	■ Permet de restituer une typologie plus précise que pour le 1/25 000 ■ Satisfaisant pour la cartographie d'unités homogènes de végétation (forêts, landes d'altitude) ■ Permet une meilleure adéquation avec les problèmes de gestion et de suivi des habitats	■ Vision partielle du parcellaire du territoire ■ Faible précision pour la localisation des habitats (inadapté pour les végétations linéaires et très imbriquées) ■ Induit une multiplication des complexes d'habitats ■ Nécessite, pour être pertinente, l'acquisition d'une couverture aérienne précise ■ Non optimal pour le suivi des habitats
1/5 000	625 m²	■ Permet de restituer une typologie précise jusqu'au niveau de l'association ou de l'alliance phytosociologique ■ Précision satisfaisante pour la localisation de la majorité des habitats ■ Vision presque complète du parcellaire du territoire ■ Bonne adéquation avec les problèmes de gestion pour la majorité des végétations cartographiées	■ Contraintes de temps de terrain et de traitement des données ■ Inadapté pour les sites linéaires ou très parcellisés et pour les végétations très imbriquées (vallons forestiers, versants en terrasses, tourbières, pré-bois, affleurements rocheux, etc.) ■ Nécessite l'acquisition d'une couverture aérienne très précise
1/2 500 et plus	156 m² (100 m²)	■ Permet de restituer une typologie précise jusqu'au niveau de l'association dans la majorité des cas ■ Très bonne précision pour la localisation des habitats ■ Vision infra-parcellaire ■ Optimal pour la gestion et le suivi des sites	■ Contraintes de temps de terrain et de traitement des données ■ Nécessite l'acquisition d'une couverture aérienne très précise

La surface minimale cartographiable choisie influence les réponses données dans cette sous-partie et dans la sous-partie en rapport avec la pédologie.

Des habitats EUNIS niveau 3 « non humides » (par ex. « C2 Eaux courantes de surface », « J4 Réseaux de transport et autres zones de construction à surface dure ») peuvent être présents dans le site, mais la superficie de chacun doit être inférieure à la surface minimale cartographiable (non considéré pour estimer la part du site occupée par les habitats EUNIS niveau 3). Si la superficie d'un habitat « non humide » est supérieure à la surface minimale cartographiable, il y a lieu d'exclure cet habitat du site (par ex. délimitation de plusieurs sites de part et d'autre d'une route).

Question 39 - Vu la réponse à la question précédente, quelle proportion du site est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 3 ?

Question 39 - Vu la réponse à la question précédente, quelle proportion du site est occupée par les différents types d'habitats EUNIS niveau 3 ?

Code EUNIS niveau 3	Nom de l'habitat EUNIS niveau 3	Proportion du site occupée	
Exemple			
F9.1	Fourrés ripicoles	35	%
			%

Suivre impérativement les clefs de détermination, ne surtout pas faire d'identification intuitive.

BD ORTHO®, clef de détermination EUNIS niveau 1 (un caractère dans le code EUNIS) fournie à la question 22 p. 96 à 99 et clefs de détermination EUNIS niveau 2 (deux caractères dans le code EUNIS) et niveau 3 (deux caractères avec un point puis un caractère dans le code EUNIS) ci-après (p. 107 à 138).

Les codes EUNIS niveau 3 doivent impérativement être renseignés exactement de la même manière que sur l'exemple (F9.1) fourni sur le tableur (pas d'espace, pas de virgule comme « F9.1 »).

Dans un premier temps, pré-repérez au bureau les habitats présents dans le site grâce aux clefs de détermination. Vous pouvez vous servir de la carte fournie dans la section 1.1 p 73 pour dessiner les limites entre ces habitats sur papier.

Ensuite, estimez la proportion du site occupée par chaque habitat EUNIS niveau 3 (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum). Il ne s'agit pas de mesurer précisément la superficie des habitats EUNIS niveau 3 avec une cartographie sur SIG, mais plutôt d'estimer globalement la proportion de chaque habitat EUNIS niveau 3 dans le site, en veillant à ce que la superficie occupée par chaque habitat EUNIS niveau 3 soit supérieure à la surface minimale cartographiable (voir réponse donnée à la question 38) et à ce que la somme des proportions renseignées soit égale à 100 %.

Dans un deuxième temps, une fois sur le terrain, vérifiez et affinez l'identification des habitats.

Si vous disposez d'une cartographie des habitats avec une autre nomenclature qu'EUNIS, des correspondances entre nomenclature sont disponibles sur l'INPN.

Clefs de détermination[35] des habitats EUNIS niveau 2 et 3

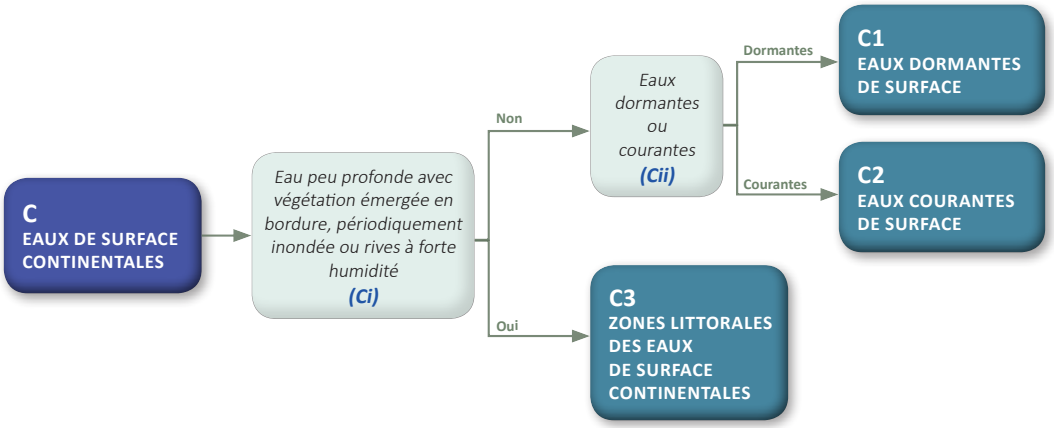
A Habitats marins

La méthode ne peut être appliquée sur ces habitats.

B Habitats côtiers

La méthode ne peut être appliquée sur ces habitats.

C Eaux de surface continentales



Les bas-marais riches, les cariçaies et les roselières vastes et pauvres en espèces, normalement sans eau libre, sont classés dans D5 (Roselières sèches et cariçaies, normalement sans eau libre). C1 (Eaux dormantes de surface) et C2 (Eaux courantes de surface) ne sont pas détaillés ci-après. La méthode ne peut pas être appliquée sur ces habitats. Ils peuvent être présents dans le site mais leur superficie doit être inférieure à la surface minimale cartographiable choisie.

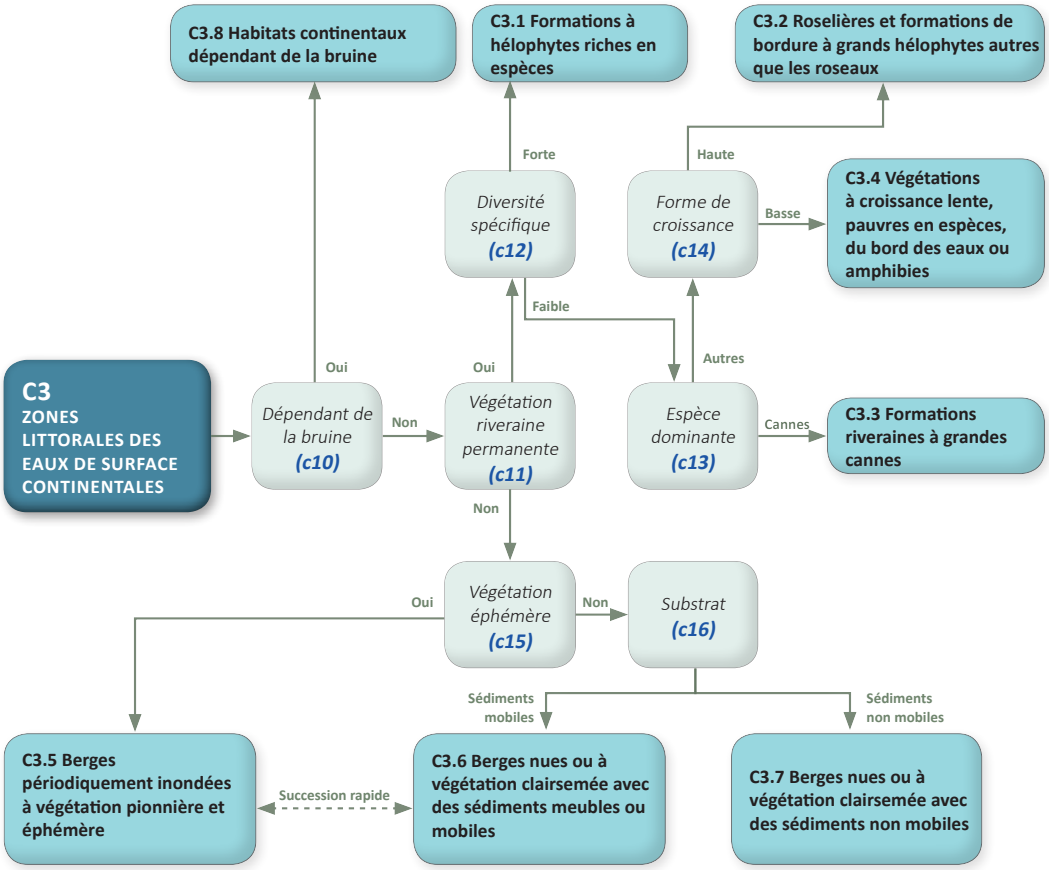
(Ci)

- Oui : rives périodiquement inondées adjacentes aux habitats des eaux de surface (sans végétation ou herbacées éphémères ou amphibies), zones littorales à forte humidité due aux embruns ou vagues, ou bandes étroites de végétation émergée (largeur < 5 m) au bord d'eaux permanentes, ruisseaux temporaires sans limites définies entièrement couverts par une végétation de type littoral.
- Non : éléments aquatiques des masses d'eau.

(Cii)

- Dormantes : sans flux perceptible comme les lacs, fonds de lacs saisonnièrement secs, étangs, parties très lentes de rivières, canaux semi-naturels, eaux dormantes temporaires...
- Courantes : flux perceptible comme les rivières, ruisseaux intermittents ou temporaires, sources...

[35] *Toutes les clefs de détermination des habitats EUNIS niveau 2 sont issues de la clef traduite par Louvel* et al. *(2013) issu de Davies* et al. *(2004) avec remise en forme et synthèse des critères associés. Les clefs de détermination des habitats EUNIS niveau 3 ont été traduites et remises en forme à partir de Davies* et al. *(2004). Ponctuellement, référez vous à Louvel* et al. *(2013) pour éventuellement avoir des compléments d'informations qui vous permettrez d'identifier un habitat.*



(c10)

- Oui : dépendent de la bruine des cascades, geysers et sources chaudes.

La zone soumise aux embruns de la zone marine supralittorale est classée dans B (Habitats côtiers).

(c11)

- Oui : couverture importante de végétation riveraine permanente ou amphibie souvent dans les eaux peu profondes, pouvant être occasionnellement asséchées.
- Non : berges périodiquement inondées dévégétalisées ou avec une végétation éphémère, saisonnière ou très clairsemée.

(c12)

- Forte : habitats à la végétation amphibie ou hélophytique constituée de roseaux, autres graminoïdes et autres hélophytes (plantes enracinées, mais émergent de la boue ou de l'eau) pouvant être dominée par une espèce, mais aussi avec diverses petites espèces herbacées.
- Faible : habitats dominés par une ou deux espèces et dont la diversité spécifique est relativement faible.

(c13)

- Autres : avec des roseaux ou d'autres hélophytes.
- Cannes : habitats à faible diversité où les espèces dominantes sont les cannes (par ex. *Arundo* sp., *Saccharum ravennae*).

(c14)

- Haute : formations pauvres en espèces avec une végétation émergente haute sans couvert herbacé bas associé.
- Basse : habitats pauvres en espèces avec un couvert herbacé constitué d'espèces émergentes ou amphibies.

(c15)

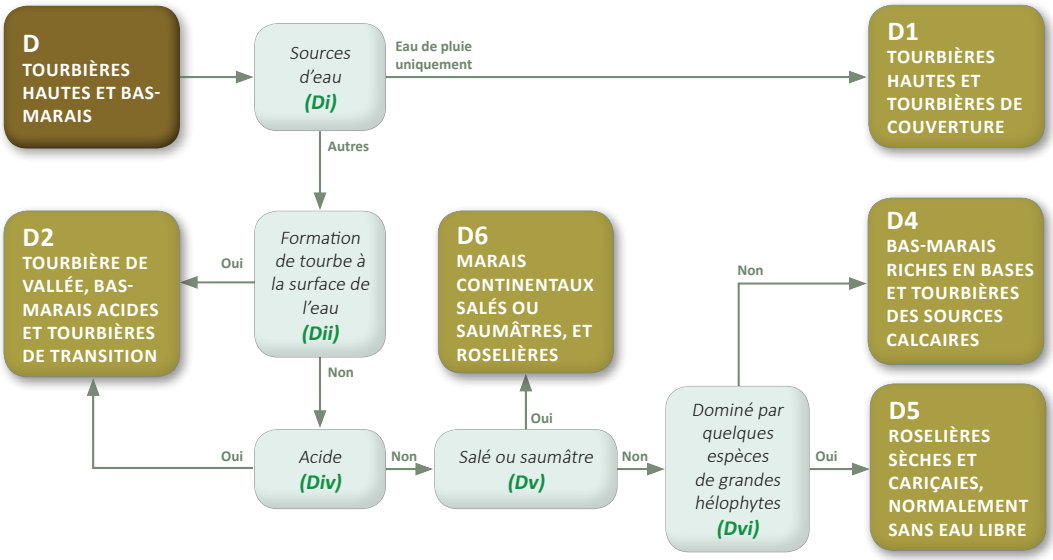
- Oui : zones avec une végétation pionnière et une végétation annuelle éphémère.
- Non : berges et rivages avec plus ou moins de végétation émergente soumis à des inondations périodiques.

(c16)

- Sédiments mobiles : par ex. boue, gravier et sable.
- Sédiments non mobiles : substrats durs ou fermes, blocs de roches, rochers, substrats artificiels, argile dur consolidé et tourbe inclus.

Une succession rapide entre l'habitat composé de sédiments mobiles non végétalisées C3.6 (Berges nues ou à végétation clairsemée avec des sédiments meubles ou mobiles) et de végétation éphémère C3.5 (Berges périodiquement inondées à végétation pionnière et éphémère) est probable. Des périodes d'inondation ou de submersion peuvent causer l'inversion de la succession.

D Tourbières hautes et bas-marais



Les roselières et cariçaies de la zone littorale sont classées dans C3 (Zones littorales des eaux de surface continentales). Les complexes de tourbières hautes et de couverture sont définis comme des combinaisons de D1 (Tourbières hautes et tourbières de couverture). Les boisements marécageux sont classés dans G (Boisements, forêts et autres habitats boisés) et les fourrés marécageux dans F9 (Fourrés ripicoles et des bas-marais).

(Di)

- Eau de pluie uniquement : complètement ou principalement ombrogène (alimenté principalement par l'eau de pluie).
- Autres : eaux ombrogènes, soligènes (ruissellement) et topogènes (nappe phréatique) mais l'apport ombrogène est moins important.

(Dii)

- Oui : nappe phréatique à la surface ou proche de la surface, la tourbe peut former un radeau flottant.

(Div)

- Oui : formation de tourbe sur un sol engorgé par un apport d'eau acide majoritaire.

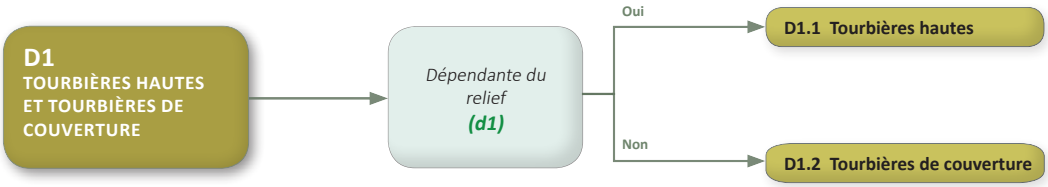
(Dv)

- Oui : apport d'eau salée ou saumâtre dans le marais ou la roselière (> 0,5 partie pour mille).
- Non : habitats d'eau douce.

(Dvi)

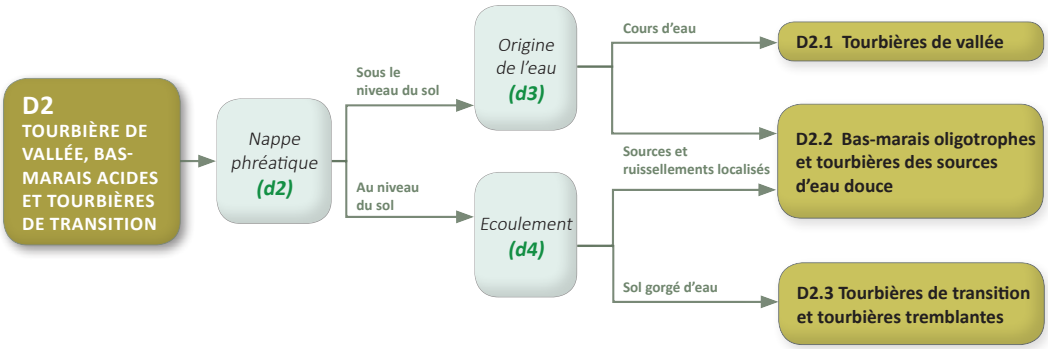
- Oui : habitats topogènes et soligènes dominés par quelques espèces de grandes hélophytes (plantes enracinées sous la surface de l'eau mais avec des pousses aériennes émergées), typiquement de vastes roselières et cariçaies pauvres en espèces.
- Non : habitats dominés par une végétation basse sur substrat organique ou minéral peu profond, qui est typiquement la végétation riche en espèces des bas-marais.

Les roselières et cariçaies de la zone littorale (généralement moins de 5 m de large) enracinées dans une masse d'eau ouverte et associées à des espèces aquatiques sont classées dans C3 (Zones littorales des eaux de surface continentales).



(d1)

- Oui : tourbières hautes dépendantes de la topographie pour leur développement initial (dans des dépressions ou sur des pentes). Les tourbières hautes comprennent notamment les tourbières de col, les tourbières de pente ou celles associées à la condensation (classées dans la clef EUNIS comme D1.13 tourbières condensarogènes).
- Non : tourbières de couverture qui suivent la topographie sans en dépendre situées sur des sols plats ou en pente légère et présentant un mauvais drainage de surface.



(d2)

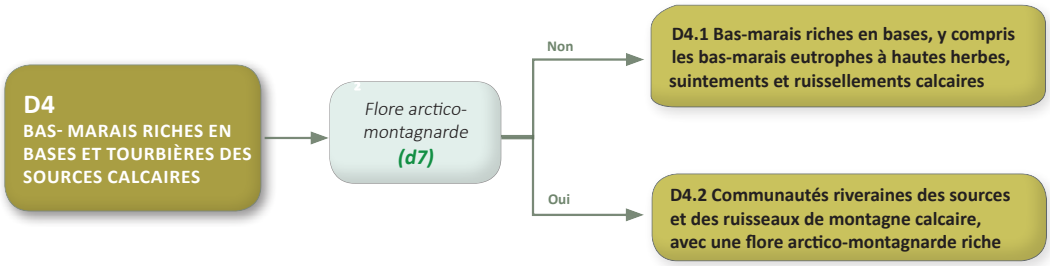
- Sous le niveau du sol : tourbières de vallée et des bas-marais acides, où la nappe phréatique est au-dessous du niveau du sol et où la tourbe se forme dans des conditions plus ou moins saturées.
- Au niveau du sol : tourbières de transition où la nappe phréatique est au niveau du sol, là où la tourbe se forme essentiellement dans l'eau.

(d3)

- Cours d'eau : tourbières de vallée (zones de tourbe maintenues par les eaux souterraines et les rivières).
- Sources et ruissellements localisés : bas-marais acides (ruissellements acides dominés par des petits carex et souvent des sphaignes) se développant sur une pente et alimentés par l'eau qui s'écoule latéralement de sources et de ruissellements localisés.

(d4)

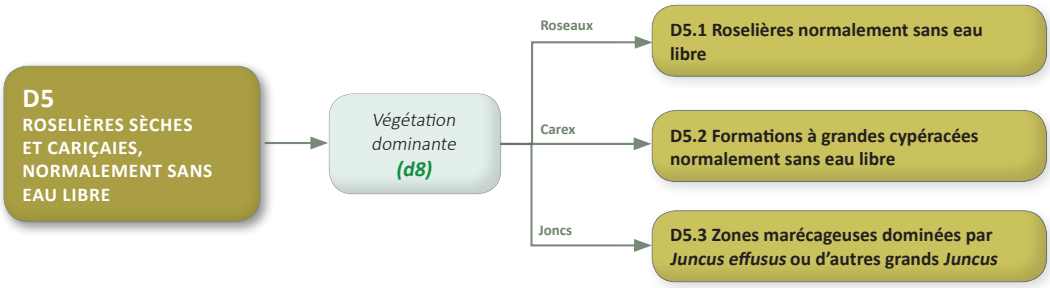
- Sources et ruissellements localisés : bas-marais acides alimentés par l'eau qui s'écoule latéralement de sources et de ruissellements localisés.
- Sol gorgé d'eau : tourbières de transition et tourbières tremblantes où le sol est gorgé d'eau.



(d7)

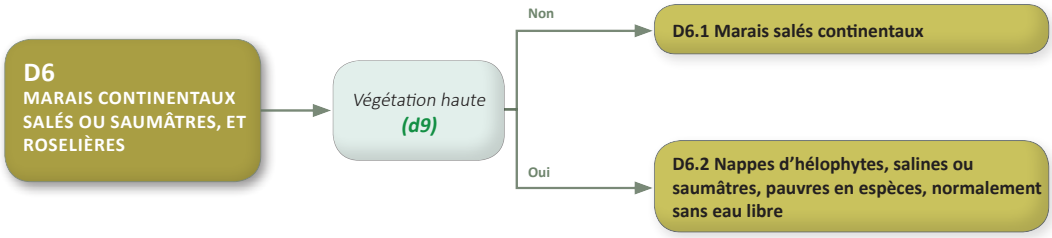
- Oui : habitats caractérisés par la présence de petits carex et une végétation associée aux écosystèmes montagnards maintenus ouverts par le mouvement de l'eau et/ou l'alternance du gel et du dégel.

Ce type d'habitat peut s'étendre à plus basse altitude dans des régions plus froides, en particulier au nord de l'Europe.



(d8)

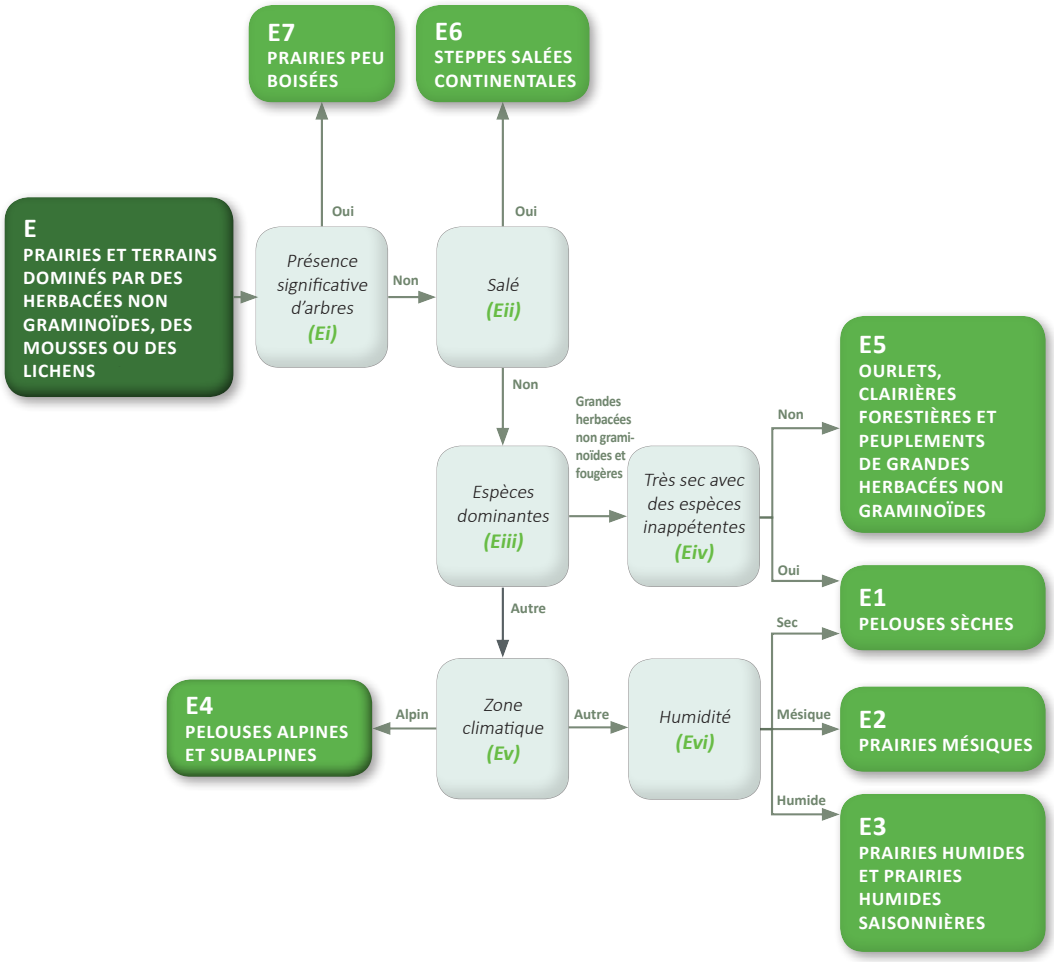
- Roseaux : inclut par exemple les genres *Phragmites* spp., *Scirpus* spp. et *Typha* spp.
- Carex : inclut les genres *Carex* spp. et *Cyperus* spp.
- Joncs : inclut le genre *Juncus* spp.



(d9)

- Non : habitats caractérisés par une végétation basse dépendante du sel.
- Oui : formations dominées par peu d'espèces de macrophytes graminoïdes avec une croissance haute tolérant des conditions salées ou saumâtres.

E Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens



Les prairies peuvent inclure des communautés dominées par des mousses, des lichens, des fougères et des laîches. Les habitats engorgés non boisés sont classés dans D (Tourbières hautes et bas-marais).

(Ei)

- Oui : présence significative d'arbres (canopée comprise entre 5 et 10%).

(Eii)

- Oui : dominés par des herbacées sur sols salés.

(Eiii)

- Grandes herbacées non graminoïdes et fougères : habitats dominés par de grandes herbacées non graminoïdes ou des fougères incluant les terrains colonisés par des espèces rudérales.
- Autre : type de végétation dominant constitué d'autres herbacées basses, comme des graminées, des bryophytes, des lichens et avec un couvert végétal > 30%.

(Eiv)

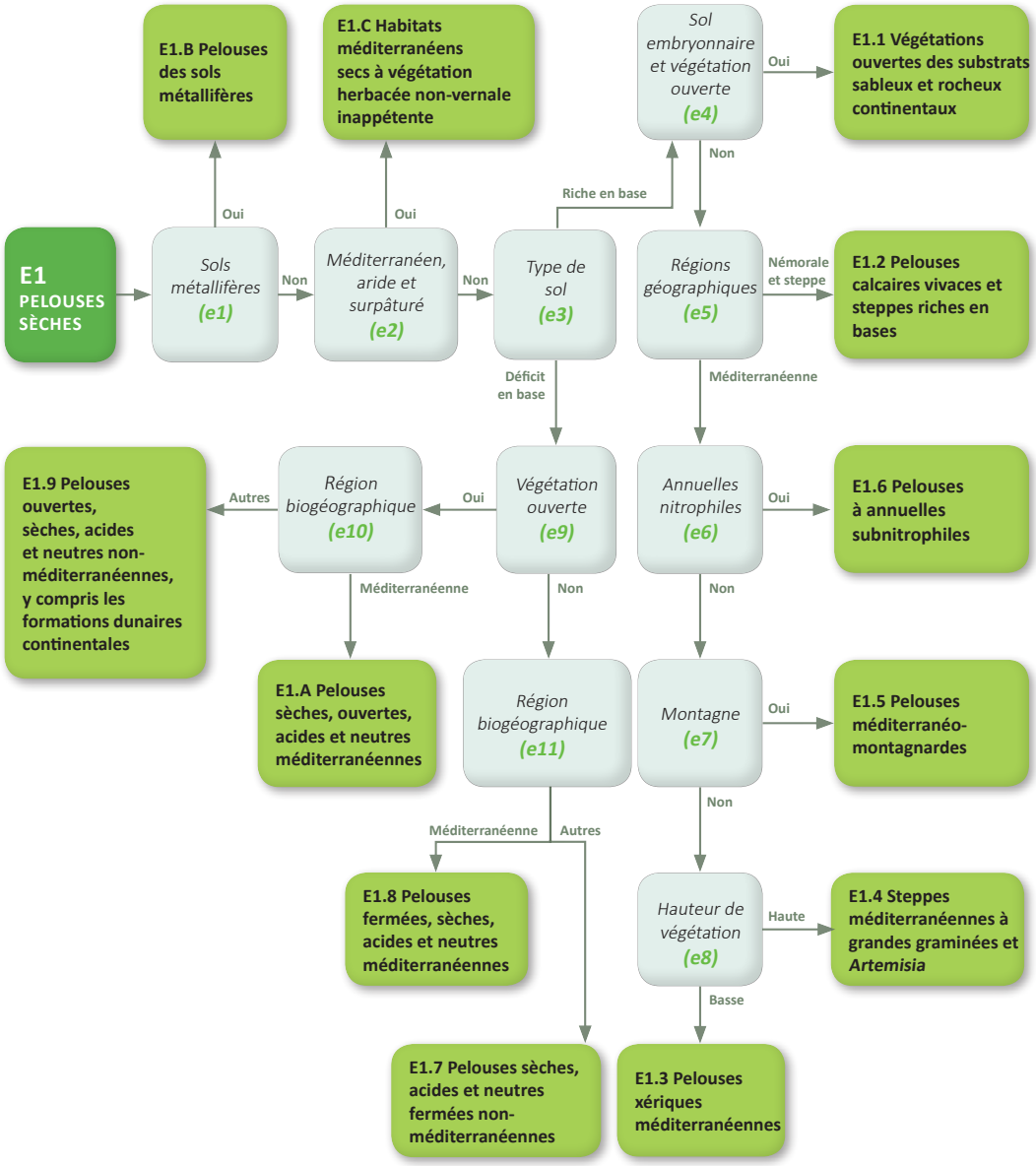
- Oui : très secs, surpâturés et méditerranéens caractérisés par des espèces de grandes herbacées inappétentes.

(Ev)

- Alpin : habitats vers la limite forestière ou au-delà mais sous l'altitude des neiges éternelles. Ces habitats sont généralement à des altitudes élevées dans les montagnes européennes. Ils peuvent être à des altitudes plus faibles notamment dans les latitudes plus élevées de la partie océanique.
- Autre : habitats plus typiques des étages montagnard, collinéen ou de plaine.

(Evi)

- Sec : prairies majoritairement sèches.
- Mésique : prairies mésiques (y compris landes à fougères non alpines) généralement mésotrophes ou eutrophes.
- Humide : prairies humides et périodiquement humides mais non engorgées en permanence (voir clef EUNIS niveau 1, note 7).



Les habitats suivants ne figurent pas sur cette clef :
- E1.D Pelouses xériques non exploitées (pelouses xériques non fauchées ou pâturées actuellement) ;
- E1.E Pelouses xériques piétinées à espèces annuelles (espèces annuelles basses sur sites piétinés, secs et chauds, voir espèces associées dans Louvel et al. *2013).*

(e1)

- Oui : pelouses sur sols métallifères.
- Non : pelouses sur sols calcaires, neutres ou acides, présentant une faible concentration de métaux lourds.

(e2)

- Oui : habitats méditerranéens très secs surpâturés, caractérisés par des espèces d'herbes hautes à faible appétence.

(e3)

- Riche en base : milieux prairiaux secs riches en base (roches calcaires, ultra-basiques et dolomitiques).
- Déficit en base : milieux prairiaux secs déficients en base.

(e4)

- Oui : habitats sur sol embryonnaire sablonneux détritique présentant une végétation pionnière ouverte.
- Non : habitats sur des sols plus développés.

Les habitats avec une végétation très clairsemée d'éboulis sont classés dans H2 (Eboulis). Les habitats sur sols sablonneux avec un couvert végétal clairsemé sont classés dans H5.3 (Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrat minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente).

(e5)

- Némorale et steppe : pelouses pérennes, souvent pauvres en nutriments et riches en espèces, sur des sols calcaires et autres sols basiques des zones némorale et de steppe et adjacentes aux zones subboréales et subméditerranéennes.
- Méditerranéenne : pelouses de la zone méditerranéenne.

(e6)

- Oui : pelouses méditerranéennes dominées par des plantes annuelles sur des sols enrichis.
- Non : pelouses pérennes et herbages xériques annuels sur des sols secs pauvres.

(e7)

- Oui : pelouses pérennes ouvertes de l'étage montagnard du chêne thermophile au sein de la zone climatique méditerranéenne.

(e8)

- Haute : hautes prairies méditerranéennes et steppes à Artemisia.
- Basse : pelouses rases méditerranéennes xérophiles, généralement composées d'herbes d'une hauteur < 60 cm.

(e9)

- Oui : pelouses ouvertes acidophiles ou neutrophiles, souvent sous forme de formations pionnières qui se développent sur le sable, y compris sur les dunes intérieures.

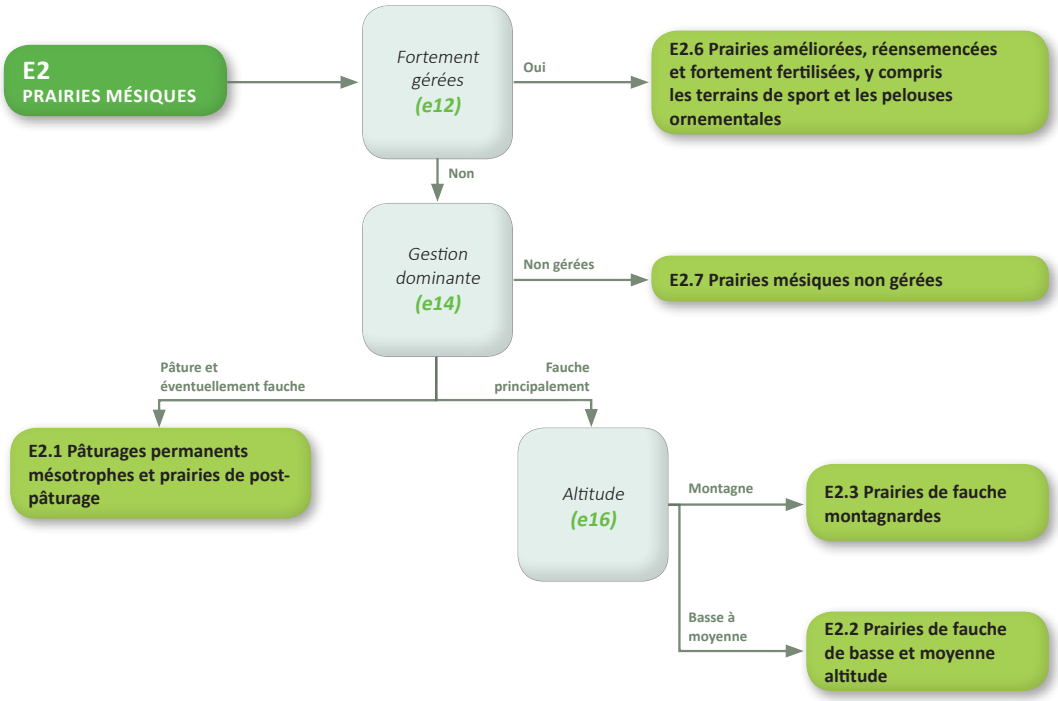
Les habitats avec une couverture végétale < 30% sont classés dans H (Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée).

(e10)

- Méditerranéenne : pelouses sèches méditerranéennes acidophiles et neutrophiles ouvertes.
- Autres : pelouses sèches des autres régions biogéographiques.

(e11)

- Méditerranéenne : pelouses méditerranéennes sèches fermées acidophiles et neutrophiles.
- Autres : pelouses des autres régions biogéographiques.



L'habitat suivant ne figure pas sur cette clef : E2.8 Pelouses mésophiles piétinées à espèces annuelles (formations végétales basses à annuelles sur des emplacements mésophiles piétinés, voir espèces associées dans Louvel et al. *2013).*

(e12)

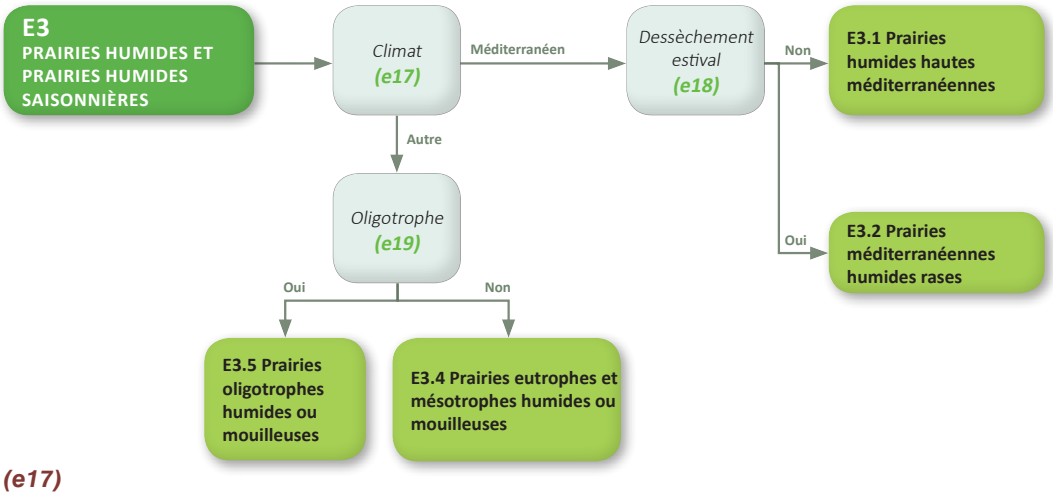
- Oui : prairies intensément pâturées ou fréquemment fauchées, réensemencées et fortement fertilisées (habituellement avec une diversité d'espèces restreintes) y compris les pelouses ornementales et terrains de sport.
- Non : habitats moins fortement gérés.

(e14)

- Non gérées : aucun signe de gestion récent.
- Fauche principalement : mode de gestion dominant actuel ou récent par la fauche.
- Pâture et éventuellement fauche : le pâturage et la gestion dominante actuelle ou récente mais les prairies peuvent aussi être fauchées.

(e16)

- Montagne : généralement au-dessus de 600 m d'altitude.
- Basse à moyenne : généralement en-dessous de 600 m d'altitude.



(e17)

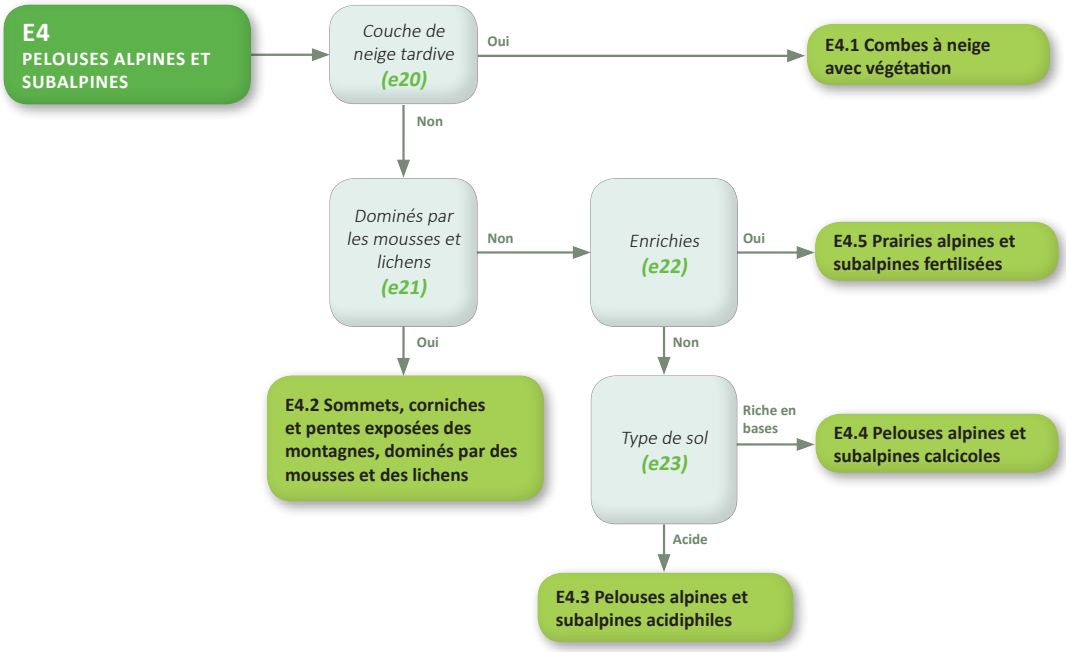
- Mediterranéen : climat méditerranéen.
- Autre : autres types de climat.

(e18)

- Oui : communautés herbacées rases soumises à l'alternance de conditions extrêmes d'inondation et d'assèchement estival.
- Non : prairies à herbes hautes où les conditions d'humidité sont maintenues en permanence.

(e19)

- Oui : sur sols pauvres en nutriments (souvent acidophiles) souvent tourbeux, parfois sur sols riches en craies, avec les prairies drues acidoclines dominées par *Molinia caerulea* et les prairies humides plus rases, apparentées aux landes, avec *Juncus squarrosus*, *Nardus stricta* et *Scirpus cespitosus*.
- Non : eutrophes et mésotrophes et prairies inondées dominées par des graminées *Poaceae*, des Joncs *Juncus* spp. ou le Scirpe des bois *Scirpus sylvaticus*.



(e20)

- Oui : pelouses dans les régions conservant tardivement une couche de neige, c'est-à-dire plus longtemps qu'ordinairement à cette latitude et altitude.

Les habitats avec un couvert permanent de neige ou de glace sont classés dans H4 (Habitats dominés par la neige ou la glace).

(e21)

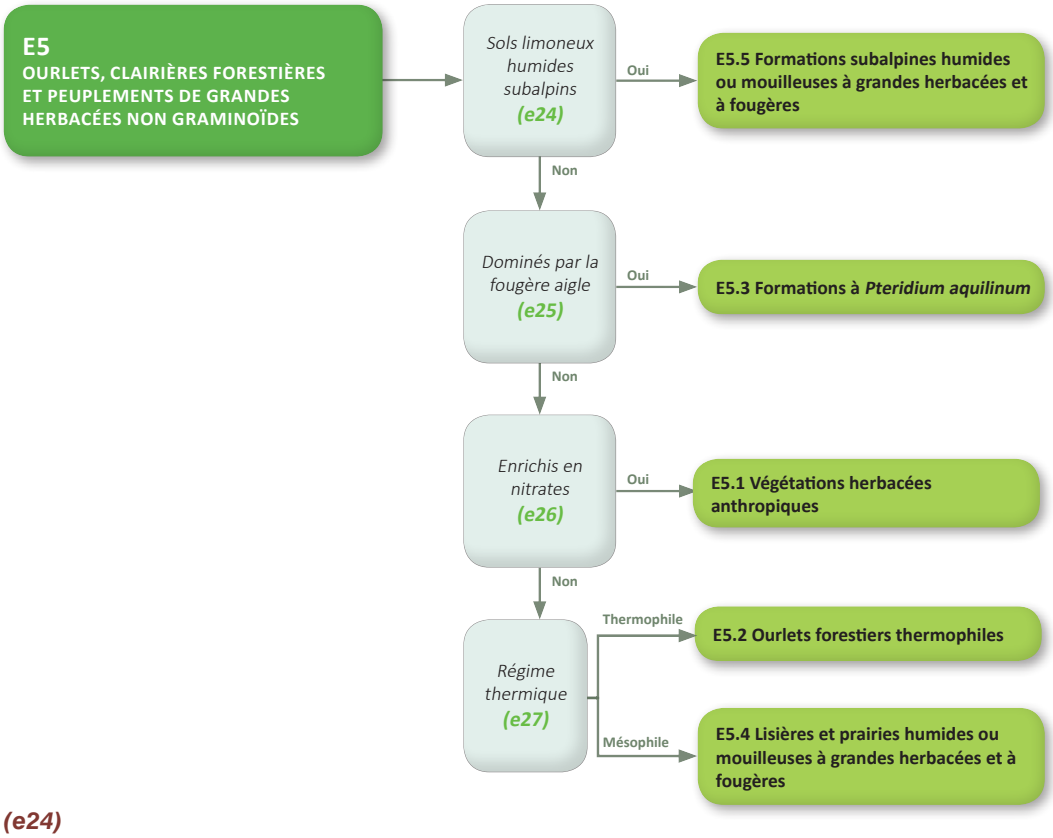
- Oui : sommets exposés relativement dépourvus de neige, pentes et crêtes dominées par les mousses et les lichens.

(e22)

- Oui : pelouses alpines et subalpines enrichies (fertilisées ou amendées). La fumure peut être liée à une forte pression de pâturage.

(e23)

- Acide : pelouses alpines acides.
- Riche en bases : pelouses alpines sur des sols riches en bases.



(e24)

- Oui : sur sols humides limoneux typiquement à des altitudes subalpines, mais s'étendant occasionnellement aux étages alpin ou montagnard.

(e25)

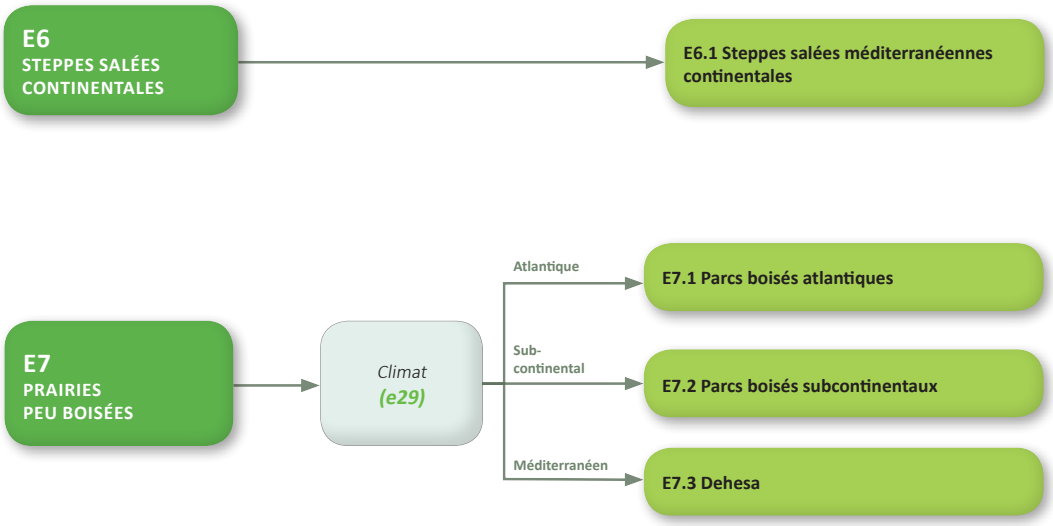
- Oui : dominés par la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*).

(e26)

- Oui : milieux anthropisés riches en herbacées non graminoïdes, souvent enrichis en nitrates, semés ou alors colonisés par des mauvaises herbes, des plantes herbacées telles que les orties et les épilobes (*Urtica dioica, Epilobium* spp.) ou d'autres espèces rudérales ou légumineuses (qui ne sont pas sur les terres agricoles).

(e27)

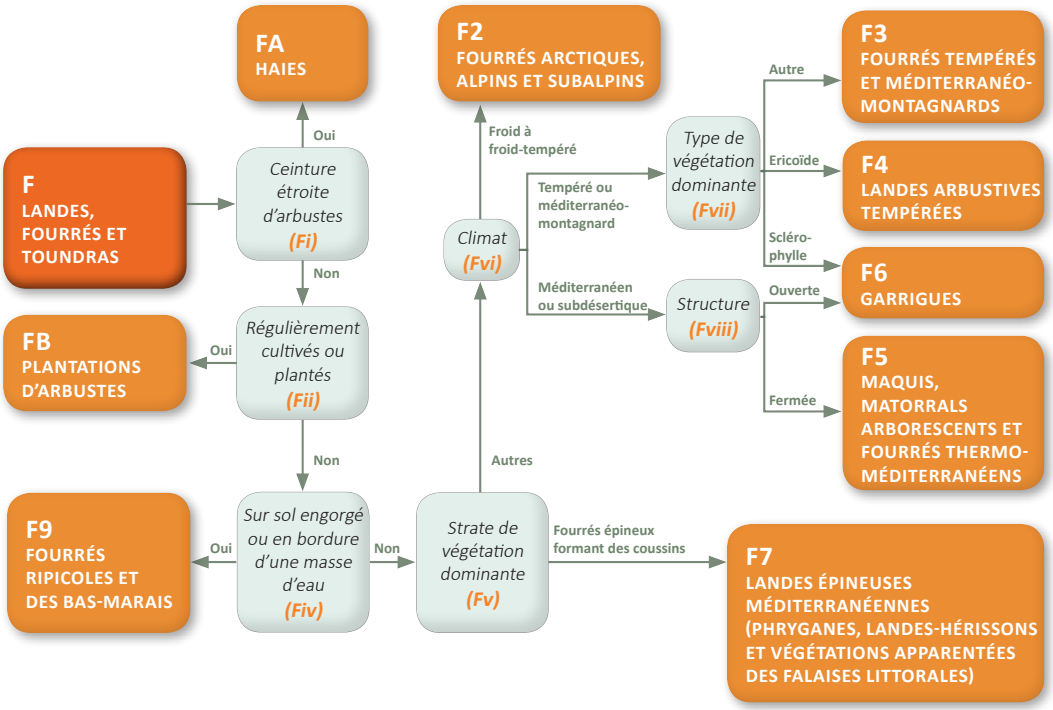
- Thermophile : bords boisés présentant un caractère thermophile où *Geranium sanguineum*, *Origanum vulgare* et *Vincetoxicum hirundinaria* sont généralement présents.
- Mésophile : habitats à hautes herbes et fougères du climat boréal, alpin et némoral sur sols humides, comme sur les bords de cours d'eau, dans les prairies humides ou à l'ombre.



(e29)

- Atlantique : prairies faiblement boisées caractéristiques du climat atlantique.
- Sub-continental : prairies faiblement boisées caractéristiques du climat sub-continental.
- Méditerranéen : prairies faiblement boisées caractéristiques du climat méditerranéen.

F Landes, fourrés et toundras



(Fi)

- Oui : haies vives, comprenant les bandes linéaires étroites d'arbustes, gérées ou non gérées, avec présence ou non d'arbres occasionnels.

Les habitats arbustifs des lisières forestières sont classés dans G (Boisements, forêts et autres habitats boisés).

(Fii)

- Oui : plantations d'arbustes régulièrement cultivées, mais pas nécessairement annuellement (par ex. vignes, pépinières d'arbres fruitiers et plantations de thé).

(Fiv)

- Oui : sur sols engorgés ou bordures de rivières et ruisseaux permanents ou temporaires.
- Non : autres habitats arbustifs des zones plus sèches.

(Fv)

- Fourrés épineux, formant des coussins.
- Autres : autres arbustes et arbres bas (espèces d'arbres, restreintes dans leur croissance, qui peuvent être prostrés).

(Fvi)

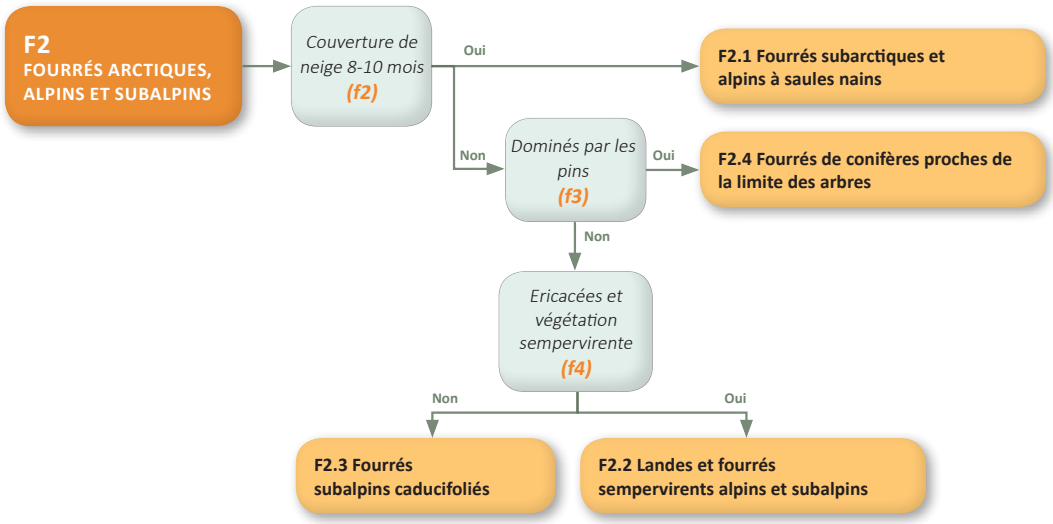
- Froid à froid-tempéré : dans les zones arctique, alpine et subalpine.
- Tempéré ou méditerranéo-montagnard : dans les régions plus chaudes des zones arctiques ou alpines et subalpines ou des régions plus froides de la région méditerranéenne, soit les régions tempérées chaudes des montagnes de la région méditerranéenne.
- Méditerranéen ou subdésertique : dans la zone méditerranéenne.

(Fvii)

- Autre : constitué d'arbustes et d'arbres bas caducifoliés ou conifères.
- Ericoïde : constitué d'arbustes éricoïdes.
- Sclérophylle : constitué d'arbustes sclérophylles.

(Fviii)

- Ouverte : végétation ouverte avec un peu de sol nu, généralement avec de nombreuses annuelles, géophytes, dominées par des espèces vernales, souvent avec quelques tâches d'arbustes (*Cistus, Lavendula, Rosmarinus, Stoechas*). Il peut y avoir quelques grands arbustes et arbres épars.
- Fermée : végétation plus fermée (couvert végétal proche de 100%), principalement des arbustes avec peu d'annuelles et quelques géophytes. Les arbres sont presque toujours présents, certains d'entre eux peuvent avoir une forme arbustive.



(f2)

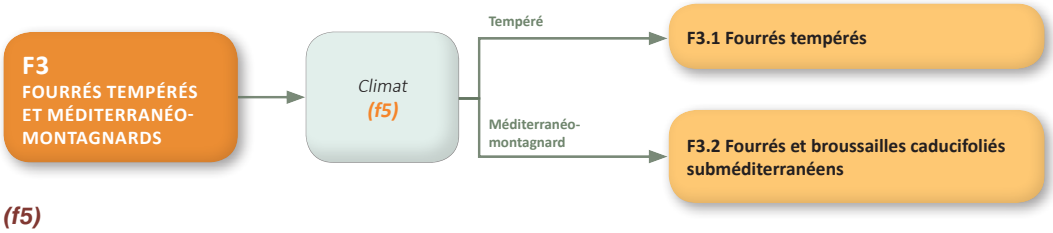
- Oui : espèces qui tolèrent un enneigement la majeure partie de l'année.

(f3)

- Oui : dans la zone subalpine dominés par des arbres à aiguilles nains (principalement *Pinus mugo*).

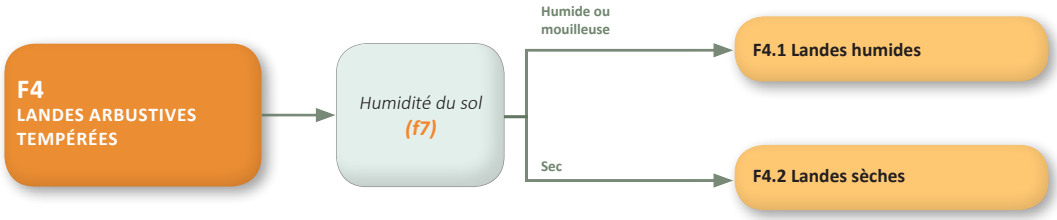
(f4)

- Oui : formations végétales à feuilles persistantes largement dominées par les ericoïdes.
- Non : fourrés à feuilles caduques dans les zones protégées par la neige du vent et du gel. Ces zones sont normalement caractérisées par la présence permanente d'eau en mouvement, ce qui permet de renouveler les nutriments, prévenant l'accumulation de mor.



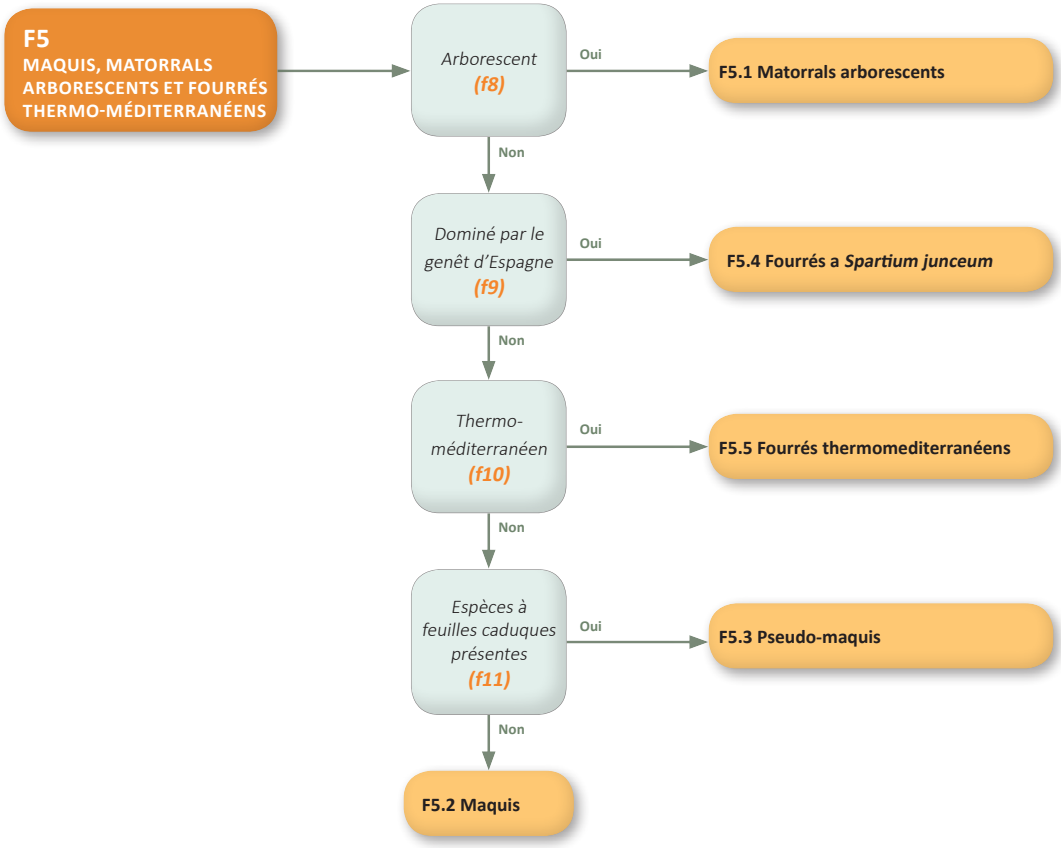
(f5)

- Tempéré : habitats des zones climatiques tempérées.
- Méditerranéo-montagnard : habitats des zones climatiques plus chaudes mediterranéo-montagnardes.



(f7)

- Humide ou mouilleuse : sols généralement tourbeux.
- Sec : habituellement sur les podzols, mais aussi potentiellement les sols tourbeux.



(f8)

- Oui : le matorral est caractérisé par des espèces arborescentes.

(f9)

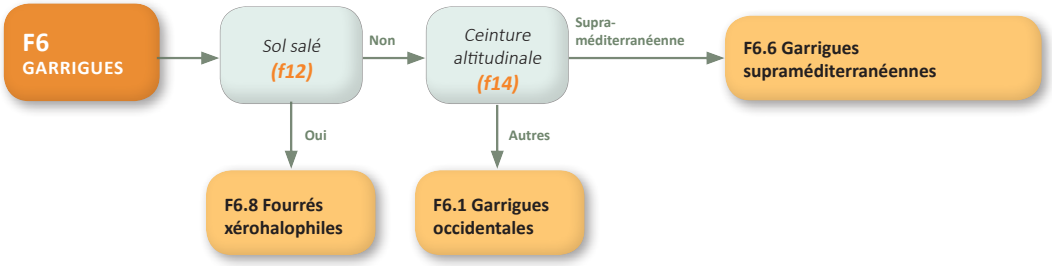
- Oui : habitats dominés par le genêt d'Espagne (*Spartium*).

(f10)

- Oui : habitats broussailleux caractéristiques de la ceinture altitudinale thermo-méditerranéenne.

(f11)

- Oui : espèces feuillues caducifoliées concomitantes avec des espèces sclérophylles.

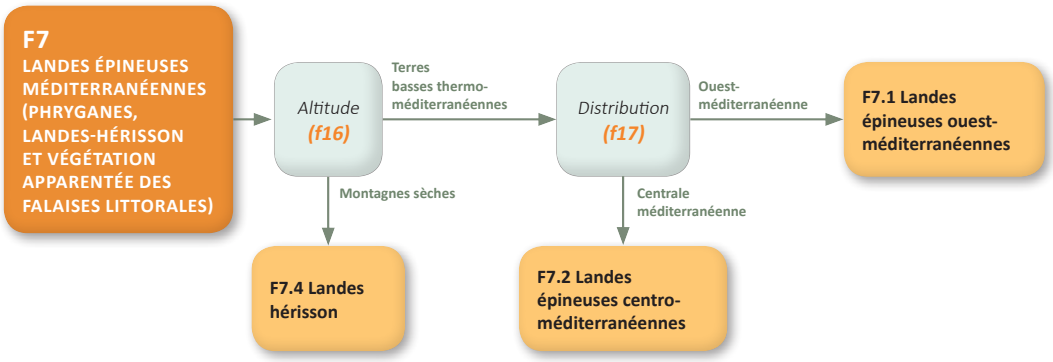


(f12)

- Oui : habitats de broussailles avec des espèces caractéristiques des sols très secs et salés.

(f14)

- Supra-méditerranéenne: habitats de broussailles avec des espèces caractéristiques des sols très secs et salés.

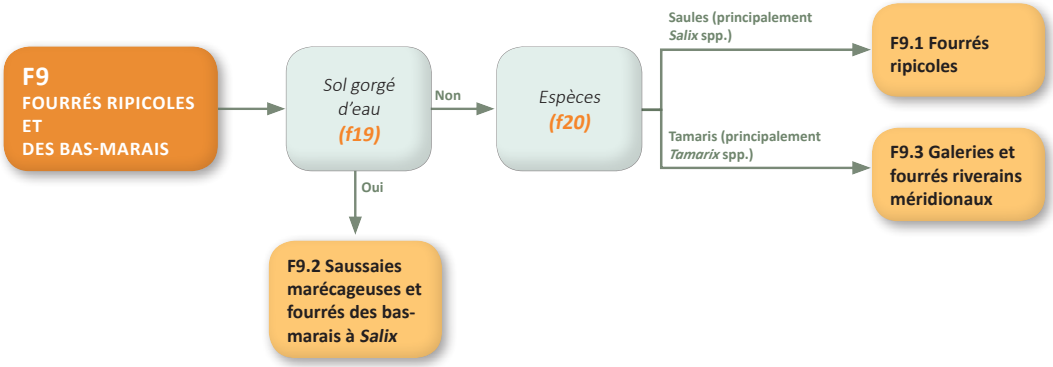


(f16)

- Terres basses thermo-méditerranéennes : les phryganes thermo-méditerranéens sont des fourrés sclérophylles en coussinets dont certaines espèces perdent souvent leur feuillage en été.
- Montagnes sèches : autres.

(f17)

- Ouest-méditerranéenne : habituellement caractérisées par *Astragalus massiliensis* ou *Anthyllis hermanniae.*
- Centrale-méditerranéenne : dominées par une grande diversité d'espèces.

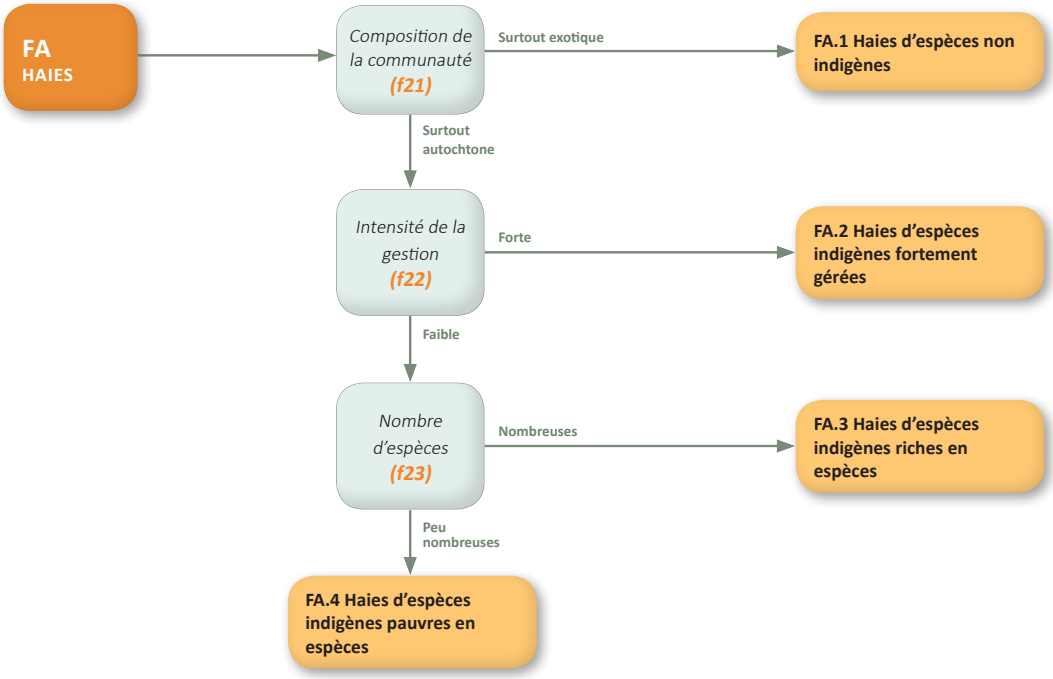


(f19)

- Oui : habitats de fourré mal drainés sur un sol gorgé d'eau comme les tourbières.
- Non : fourrés au bord des plans d'eau permanents ou temporaires.

(f20)

- Saules (principalement *Salix* spp.) : fourrés habituellement au bord des plans d'eau permanents ou temporaires alpins ou en plaine et composés principalement de saules (incluant principalement *Salix* spp. et parfois avec *Myricaria Germnanica*, *Hippophaea rhamnoides*, *Myrica gale* et *Frangula alnus*). Les fourrés de saules peuvent se trouver dans des climats chauds.
- Tamaris (principalement *Tamarix* spp.) : fourrés riverains plus typiques du climat thermo-méditerranéen, comme les tamaris (incluant principalement *Tamarix* spp.) ou *Nerium oleander*, *Vitex Agnus-castus*, *Securinegia*, *Prunus* ou *Viburnum*.



(f21)

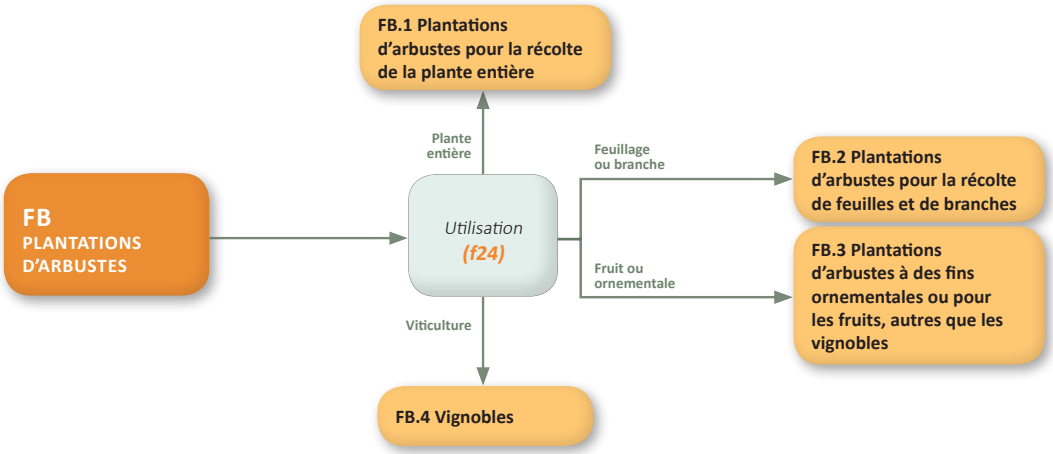
- Surtout exotique : composées principalement d'espèces allochtones.
- Surtout autochtone : composées principalement d'espèces autochtones.

(f22)

- Forte : gérées de manière intensive (par ex. élagage régulier).
- Faible : soumises à peu ou pas de gestion.

(f23)

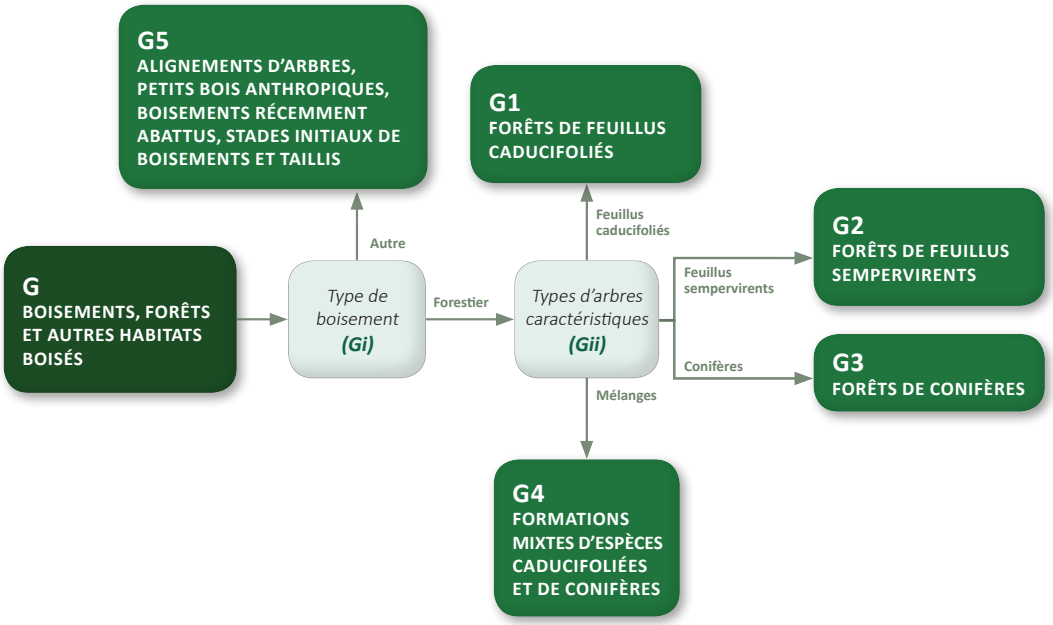
- Nombreuses : riches en espèces arbustives et présence de flore au sol.
- Peu nombreuses : dominées par une ou deux espèces arbustives.



(f24)

- Plante entière : les pépinières d'arbustes horticoles.
- Feuillage ou branche : comme l'osier ou le thé.
- Fruit ou ornementale : par exemple des fleurs ou des fruits autres que les vignes.
- Viticulture : généralement vigne pour la production de vin.

G Boisements, forêts et autres habitats boisés



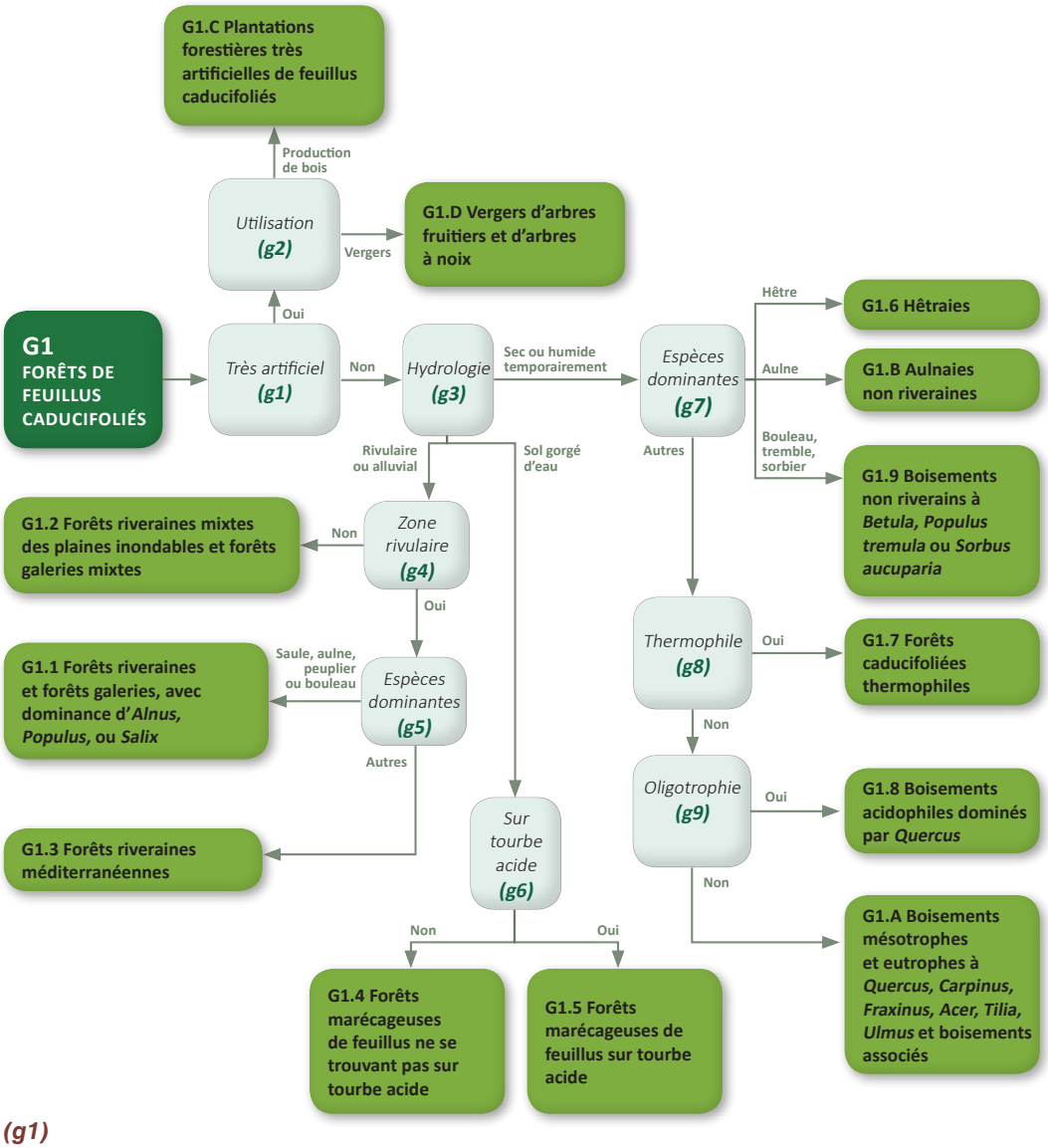
(Gi)

- Forestier, c'est-à-dire peuplements naturels et plantations avec une couverture de canopée > 10% et des arbres d'une hauteur > 5 m sous les conditions suivantes :
  - les plantations > 0,5 ha ;
  - les peuplements naturels > 0,5 ha ;
  - les peuplements naturels < 0,5 ha avec une flore au sol plus ou moins naturelle (peu influencée par la gestion humaine ou peu endommagée).
- Autre :
  - peuplements naturels < 0,5 ha avec une couverture de canopée > 10% et des arbres d'une hauteur > 5 m fortement influencés par la gestion humaine ou fortement perturbés (petits bois intensivement gérés et petits bois fortement influencés par des activités anthropiques) ;
  - jeunes peuplements naturels avec des arbres d'une hauteur < 5 m et une couverture de canopée potentiellement > 10% ;
  - plantations de jeunes arbres avec une couverture de canopée potentiellement > 10% et des arbres d'une hauteur < 5 m ;
  - plantations approximativement < 0,5 ha, avec une couverture de canopée potentiellement > 10% et des arbres d'une hauteur > 5 m ;
  - surfaces normalement forestières mais temporairement à blanc du fait de l'intervention humaine ou de causes naturelles ;
  - taillis ;
  - alignements étroits d'arbres matures (boisement linéaire le long des voiries, brise-vent).

Les arbres nains à la limite arctique et alpine de l'implantation des arbres (« krummholz » à condition que les individus matures mesurent moins de 3 m de haut) sont classés dans F (Landes, fourrés et toundras). Les surfaces de prairies avec des arbres dont la couverture de canopée est comprise entre 5 et 10% sont dans E7 (Prairies peu boisées).

(Gii)

- Feuillus caducifoliés : boisements constitués de feuillus caducifoliés représentant plus de 75% de la canopée.
- Feuillus sempervirents : boisements constitués de feuillus sempervirents.
- Conifères : boisements constitués de conifères représentant plus de 75% de la canopée.
- Mélanges : types d'arbres dominants constitués d'un mélange de feuillus et de conifères où ni les conifères ni les feuillus constituent plus de 75% de la canopée.



(g1)

- Oui : forêts de feuillus très artificielles (souvent composées d'espèces exotiques) d'âge et de structure uniforme, complètement dépendantes de la gestion opérée par l'homme et avec des communautés appauvries associées.
- Non : habitats moins fortement gérés par l'homme.

(g2)

- Production de bois : plantations forestières hautement artificielles utilisées surtout pour la production de bois (y compris pour les fibres et les pâtes de bois).
- Vergers : vergers de fruitiers et d'arbres à noix.

(g3)

- Sol gorgé d'eau : en permanence humide, avec la nappe phréatique à la surface ou près de la surface.
- Rivulaire ou alluvial : habitats dépendants de l'eau qui s'écoule, donnant lieu à une nappe phréatique élevée et à des inondations occasionnelles.
- Sec ou humide temporairement : autres.

(g4)

- Oui : bois riverains avec une ou quelques espèces dominantes, typiquement, l'aulne, le bouleau, le peuplier ou le saule (*Alnus* spp., *Betula* spp., *Populus* spp. ou *Salix* spp.).
- Non : forêts mixtes dans les plaines inondables ou sur les terrasses alluviales, parfois structurellement complexes et riches en espèces, avec notamment du frêne, du chêne ou de l'orme (*Fraxinus* spp., *Quercus* spp., *Ulmus* spp.).

(g5)

- Saule, aulne, peuplier ou bouleau : forêts riveraines dominées par le saule, l'aulne et le bouleau (*Salix* spp., *Alnus* spp., *Betula* spp.). Les forêts de saule méditerranéennes sont inclues dans cet habitat.
- Autres : habitats boisés riverains caractéristiques du climat méditerranéen dominés par d'autres espèces dont les frênes, les platanes et les ormes (*Fraxinus* spp., *Platanus* spp., *Ulmus* spp.).

(g6)

- Oui : sur tourbe acide.
- Non : dans des conditions neutres ou basiques.

(g7)

- Hêtre : habitats boisés secs et mouillés saisonnièrement avec comme espèce dominante le hêtre (*Fagus* spp.).
- Aulne : habitats boisés secs et mouillés saisonnièrement avec comme espèce dominante l'aulne (*Alnus* spp.).
- Bouleau, tremble, sorbier : habitats boisés secs et mouillés saisonnièrement avec comme espèces dominantes le bouleau (*Betula* spp.), le tremble (*Populus tremula*) ou le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*).
- Autres : habitats boisés secs et mouillés saisonnièrement avec d'autres espèces dominantes.

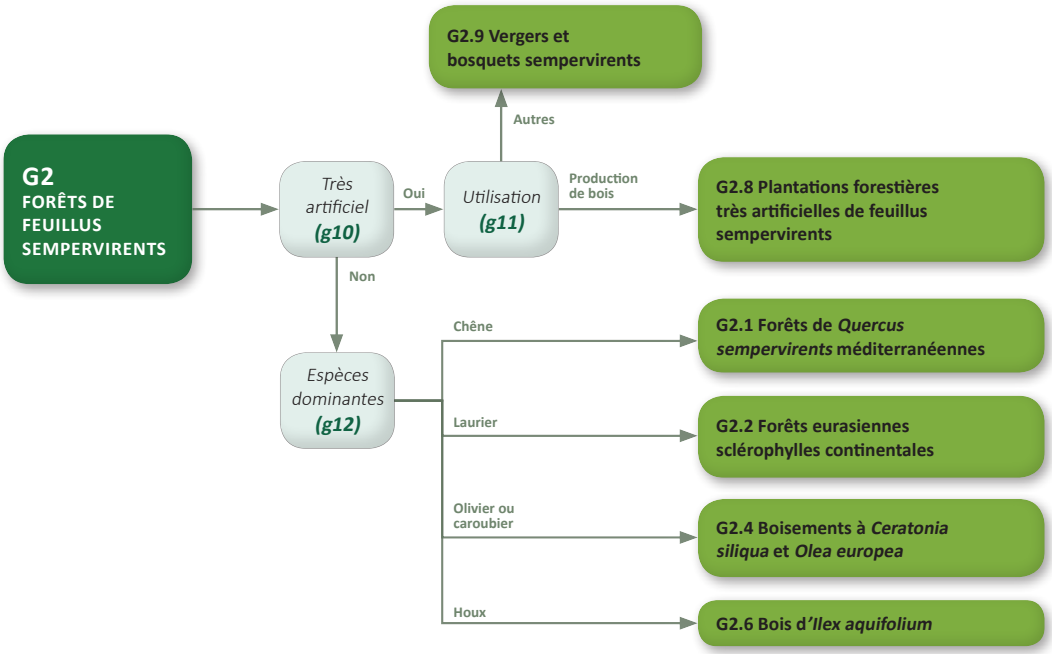
(g8)

- Oui : forêts caractérisées par des espèces thermophiles, comme par exemple le chêne pubescent (*Quercus pubescens*), le charme d'orient (*Carpinus orientalis*), le châtaignier (*Castanea sativa*), le charme houblon (*Ostrya carpinifolia*).
- Non : forêts caractérisées par des espèces d'autres types climatiques.

(g9)

- Oui : forêts caractéristiques des sols oligotrophes, généralement avec des espèces acidiphiles.
- Non : forêts caractéristiques des substrats plus mésotrophes à eutrophes.

Le bouleau peut être présent mais jamais dominant dans G1.8 (Boisements acidophiles dominés par Quercus*). Les peuplements plus ou moins purs de bouleau sont classés dans G.1.9 (Boisements non riverains à* Betula*,* Populus tremula *ou* Sorbus aucuparia*).*



(g10)

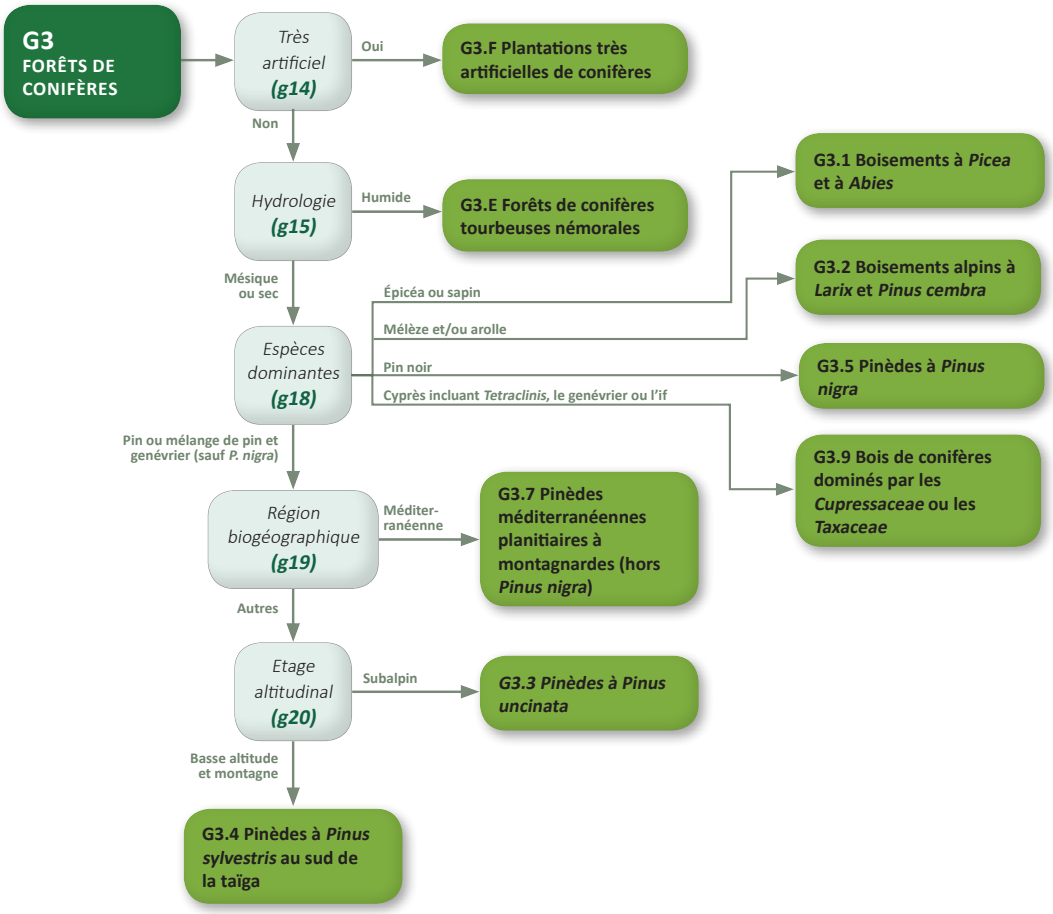
- Oui : forêts de feuillus sempervirents très artificielles (souvent composées d'espèces exotiques) d'âge et de structure uniforme, complètement dépendantes de la gestion opérée par l'homme et avec des communautés appauvries associées.
- Non : habitats moins fortement gérés par l'homme.

(g11)

- Production de bois : plantations forestières sempervirentes hautement artificielles utilisées surtout pour la production de bois.
- Autres : plantations utilisées à d'autres fins (y compris les oliveraies et palmeraies).

(g12)

- Chêne : les chênes (*Quercus*) sont les espèces dominantes.
- Laurier : les lauriers (*Laurus*) sont les espèces dominantes.
- Olivier ou caroubier : les oliviers (*Olea Europea*) ou les caroubiers (*Ceratonia siliqua*) sont les espèces dominantes.
- Houx : les houx (*Ilex*) sont les espèces dominantes.



(g14)

- Oui : forêts très artificielles (souvent composées d'espèces exotiques) d'âge et de structure uniforme, complètement dépendantes de la gestion opérée par l'homme et avec des communautés appauvries.
- Non : habitats moins fortement gérés par l'homme.

(g15)

- Humide : avec la nappe phréatique au niveau de la surface ou près de la surface au moins la moitié de l'année.
- Mésique ou sec : autres.

(g18)

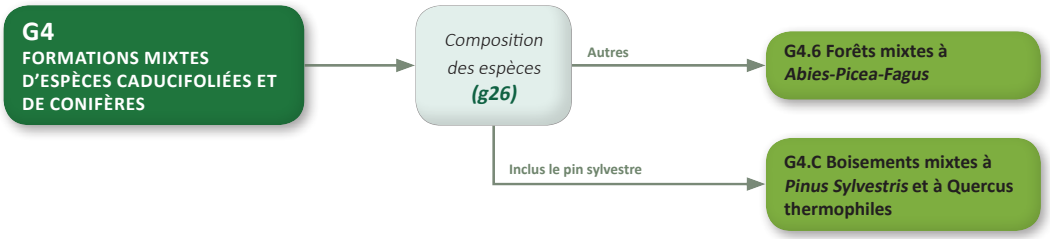
- Épicéa ou sapin : groupes d'espèces dominantes constituées par le sapin (*Abies* spp.) ou l'épicéa (*Picea* spp.).
- Mélèze et/ou arolle : groupes d'espèces dominantes constituées par le mélèze (*Larix* spp.) et/ou l'arolle (*Pinus cembra*).
- Pin noir : groupes d'espèces dominantes à *Pinus nigra, Pinus dalmatica, Pinus laricio, Pinus pallasiana.*
- Cyprès incluant *Tetraclinis*, le genévrier ou l'if : groupes d'espèces dominantes constituées par le cyprès (*Cupressus* et *Tetraclinis*), le genévrier (*Juniperus*) ou l'if (*Taxus baccata*).
- Pin ou mélange de pin et genévrier (sauf *P. nigra*) : groupes d'espèces dominantes constituées par le pin ou un mélange de pin et de genévrier sauf *P. nigra.*

(g19)

- Méditerranéenne : région biogéographique méditerranéenne.
- Autres : région biogéographique atlantique, continentale, alpine...

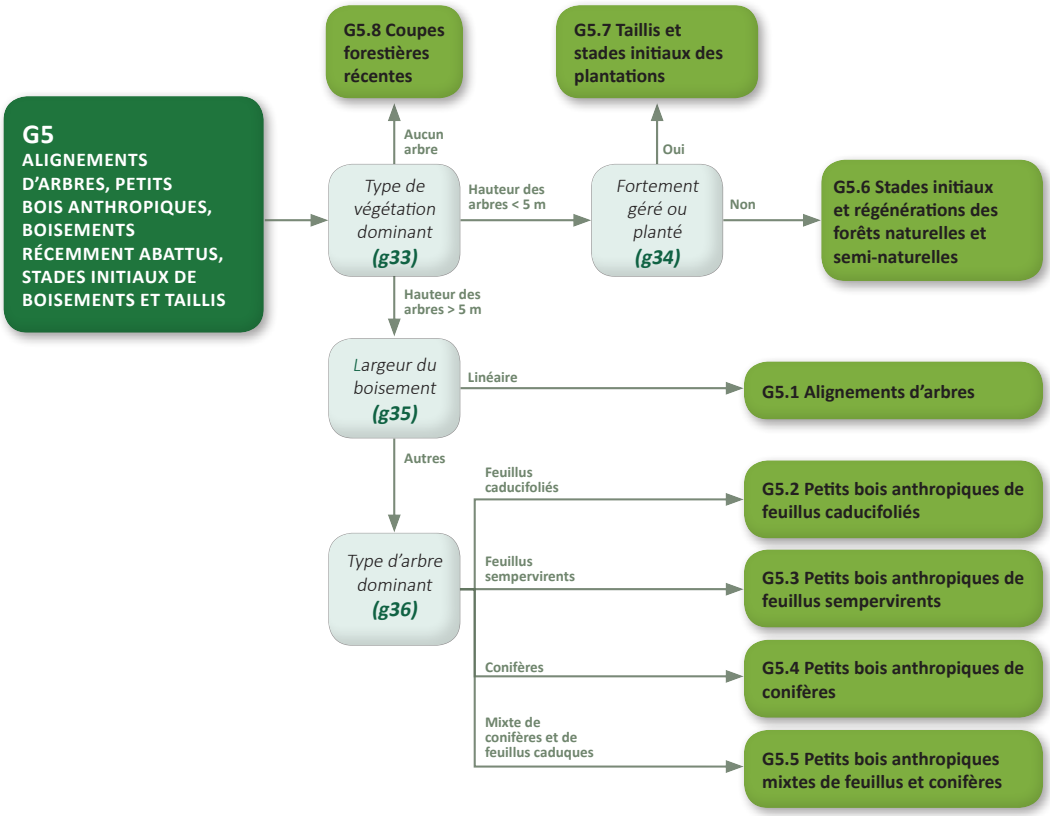
(g20)

- Subalpin : forêts de pin de la zone subalpine (souvent dominées par *Pinus uncinata*).
- Basse altitude et montagne : forêts de pin des zones de plaine et de montagne généralement dominées par *Pinus sylvestris*. Notez que les forêts de *Pinus sylvestris* peuvent se trouver dans la zone subalpine mais sont inclues dans cet habitat.



(g26)

- Inclus le pin sylvestre : espèces dominantes incluant le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*).
- Autres : espèces dominantes incluant d'autres espèces.



(g33)

- Aucun arbre : habitats normalement au sein d'une zone forestière mais très récemment coupés à blanc, pas encore reboisés et sans succession de végétation adventice ou temporairement non renouvelés en raison de causes naturelles telles que les bourrasques.
- Hauteur des arbres < 5 m : y compris les jeunes stades de recroissance de la forêt ou début de colonisation par des espèces d'arbres. Arbres plantés pour récolte précoce par arbres entiers, tels que des arbres de noël et taillis où les espèces d'arbres sont artificiellement maintenues en arbustes.
- Hauteur des arbres > 5 m : autres.

(g34)

- Oui : jeunes plantations et forêts maintenues à un stade de succession jeune par recépage.
- Non : jeunes peuplements d'arbres issus de la colonisation naturelle ou de la repousse de la forêt.

(g35)

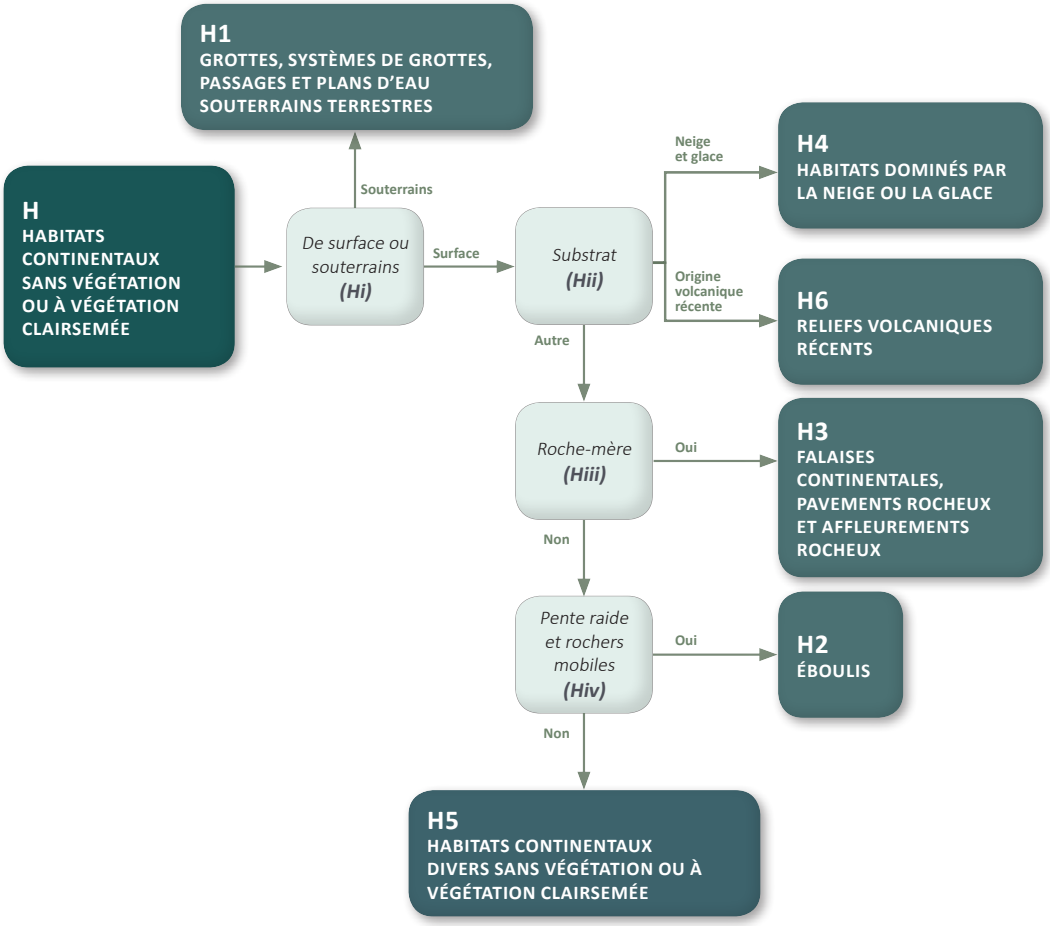
- Linéaire : lignes plus ou moins continues d'arbres et plantations linéaires comprenant une à trois lignes distinctes d'arbres, comme les brise-vent et les avenues.
- Autres : autres petits boisements gérés intensivement, petits bois fortement influencés par les activités anthropiques et petites plantations. Les petites forêts sont celles dont la superficie est d'environ 0,5 ha. Le couvert forestier peut souvent comporter complètement ou partiellement des espèces non-indigènes.

(g36)

- Feuillus caducifoliés : petits bois anthropisés et petites plantations (< 0,5 ha) avec comme types d'arbres dominants qui peuvent être des mélanges d'espèces feuillues caduques.
- Feuillus sempervirents : petits bois anthropisés et petites plantations (< 0,5 ha) avec comme types d'arbres dominants qui peuvent être des mélanges d'espèces feuillues sempervirentes.
- Conifères : petits bois anthropisés et petites plantations (< 0,5 ha) avec comme types d'arbres dominants qui peuvent être des mélanges d'espèces de conifères.
- Mixte de conifères et de feuillus caduques : petits bois anthropisés et petites plantations (< 0,5 ha) avec comme types d'arbres dominants qui peuvent être des mélanges d'espèces de conifères et de feuillus.

Les petits bois naturels et semi-naturels sont caractérisés avec leurs homologues plus grands dans G1 (Forêts de feuillus caducifoliés) à G4 (Formations mixtes de feuillus et de conifères). Notez que les forêts feuillues sont définies comme des terres arborées sur lesquelles plus de 75 % du houppier est constitué de feuillus et que les forêts de conifères sont définies comme des terres arborées où plus de 75 % du houppier se compose d'espèces de conifères. Les forêts mélangées sont définies comme des terres arborées où ni les conifères, ni les feuillus représentent plus de 75% de la couverture de la canopée.

H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée



(Hi)

- Souterrains : les systèmes souterrains désaffectés colonisés par des communautés naturelles ou semi-naturelles sont aussi inclus ici.
- Surface : les grottes des glaciers sont aussi incluses ici.

(Hii)

- Neige et glace : substrat dominant constitué de neige et de glace.
- Origine volcanique récente : substrat dominant d'origine volcanique récente.
- Autre : substrats dominants autres que la neige, la glace ou une origine volcanique récente.

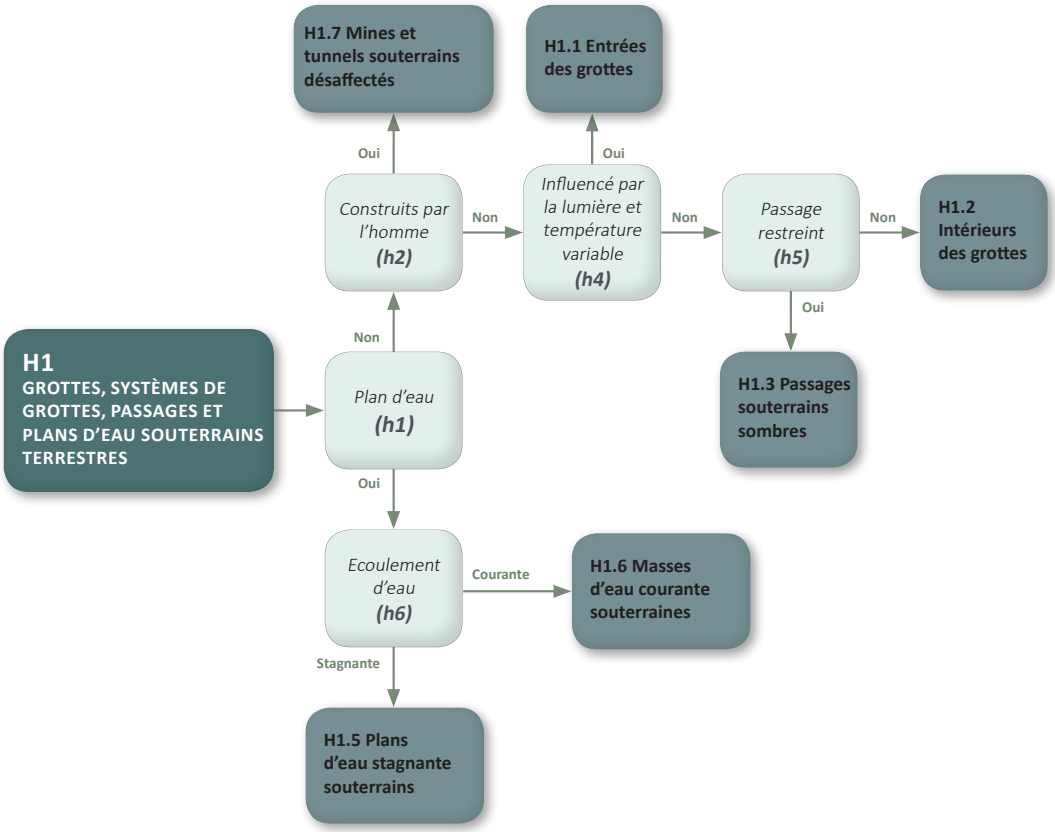
Les névés non permanents sont classés dans E4 (Pelouses alpines et subalpines).

(Hiii)

- Oui : falaises et pavements rocheux comprenant une roche-mère horizontale ou verticale exposée.
- Non : sans roche-mère horizontale ou verticale exposée.

(Hiv)

- Oui : éboulis de rochers mobiles et de fragments rocheux sur pentes raides.
- Non : autres habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée.



(h1)

- Oui : masses d'eau souterraines dans les grottes.
- Non : autres.

(h2)

- Oui : mines désaffectées et passages artificiels, y compris les tunnels, souvent avec des surfaces lissées ou construites.
- Non : habitats naturels souterrains.

Les mines actives sont classées dans J3.1 (Mines souterraines en activité).

(h4)

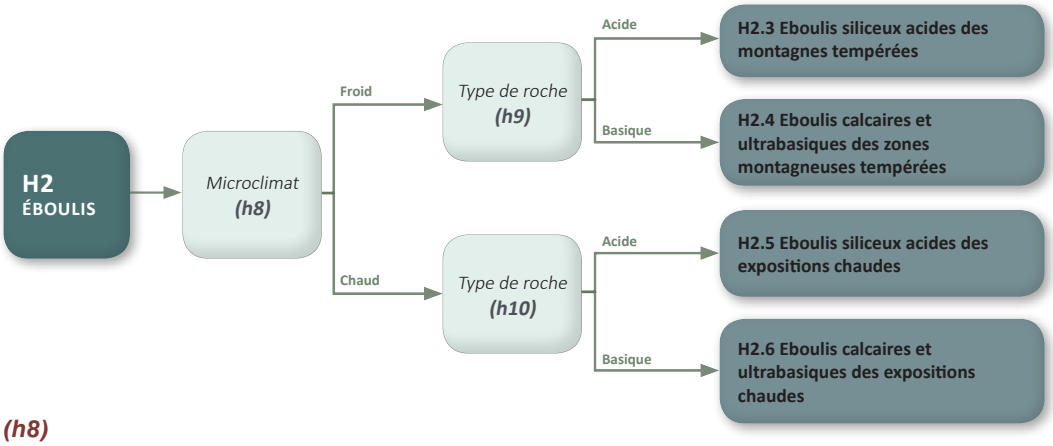
- Oui : entrées des grottes influencées par la lumière et sujettes aux fluctuations de température, peu susceptibles à l'accueil d'une faune spécialisée.
- Non : caves intérieures et passages hors de portée de la lumière avec une température stable.

(h5)

- Oui : passages restreints en coupe transversale en comparaison avec les espaces qu'ils relient.
- Non : autres.

(h6)

- Courante : plans d'eau lotiques (eaux courantes).
- Stagnante : plans d'eau stagnants.



(h8)

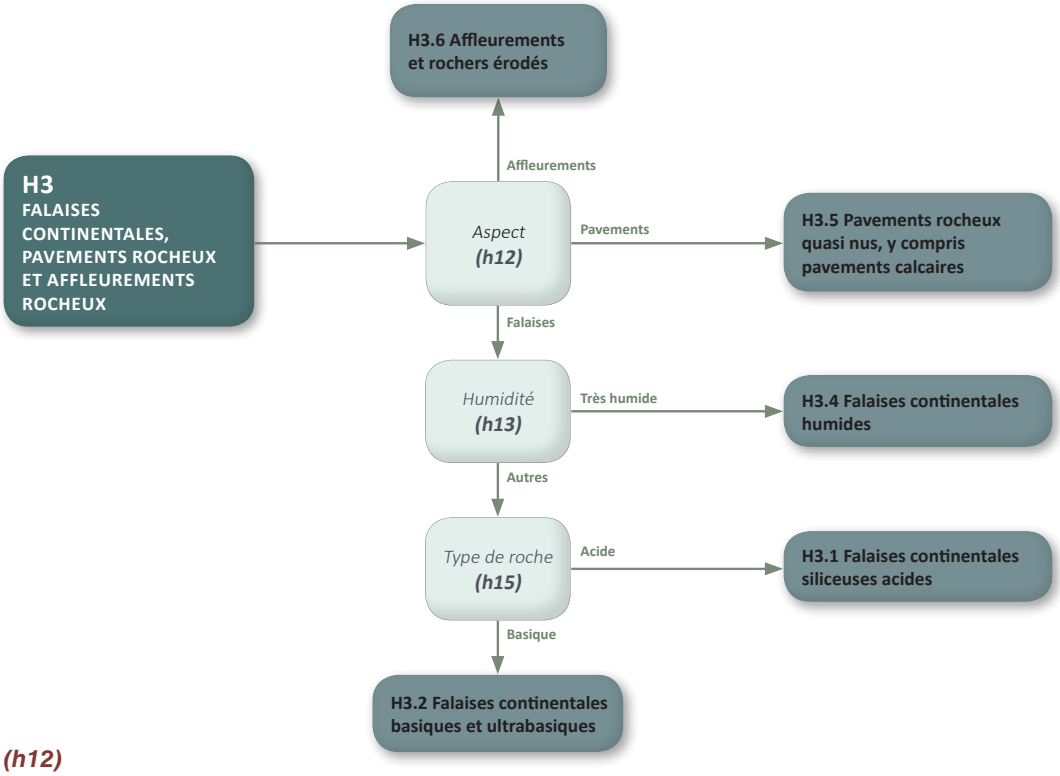
- Froid : éboulis avec un microclimat plus froid.
- Chaud : éboulis avec un microclimat chaud tels que ceux sur les versants exposés au sud.

(h9)

- Acide : roches siliceuses acides des zones climatiques tempérées-méditerranéennes mais avec un microclimat froid.
- Basique : habitats rocheux basiques. Les roches basiques incluent les calcaires, les roches ultra basiques (serpentine) et les roches dolomitiques.

(h10)

- Acide : roches siliceuses acides des zones climatiques tempérées-méditerranéennes et avec un microclimat chaud.
- Basique : habitats rocheux basiques. Les roches basiques incluent les calcaires, les roches ultra basiques (serpentine) et les roches dolomitiques.



(h12)

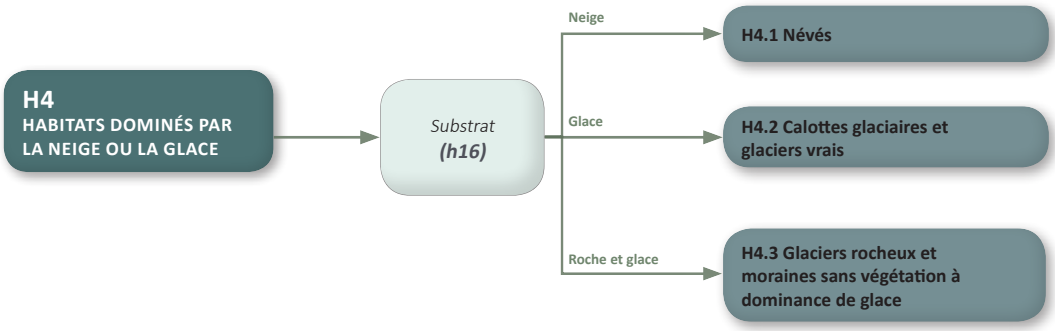
- Affleurements : affleurements rocheux.
- Pavements : pavements rocheux plus ou moins horizontaux.
- Falaises : falaises plus ou moins verticales.

(h13)

- Très humide : falaises très humides, habituellement avec une végétation caractéristique.
- Autres : autres falaises.

(h15)

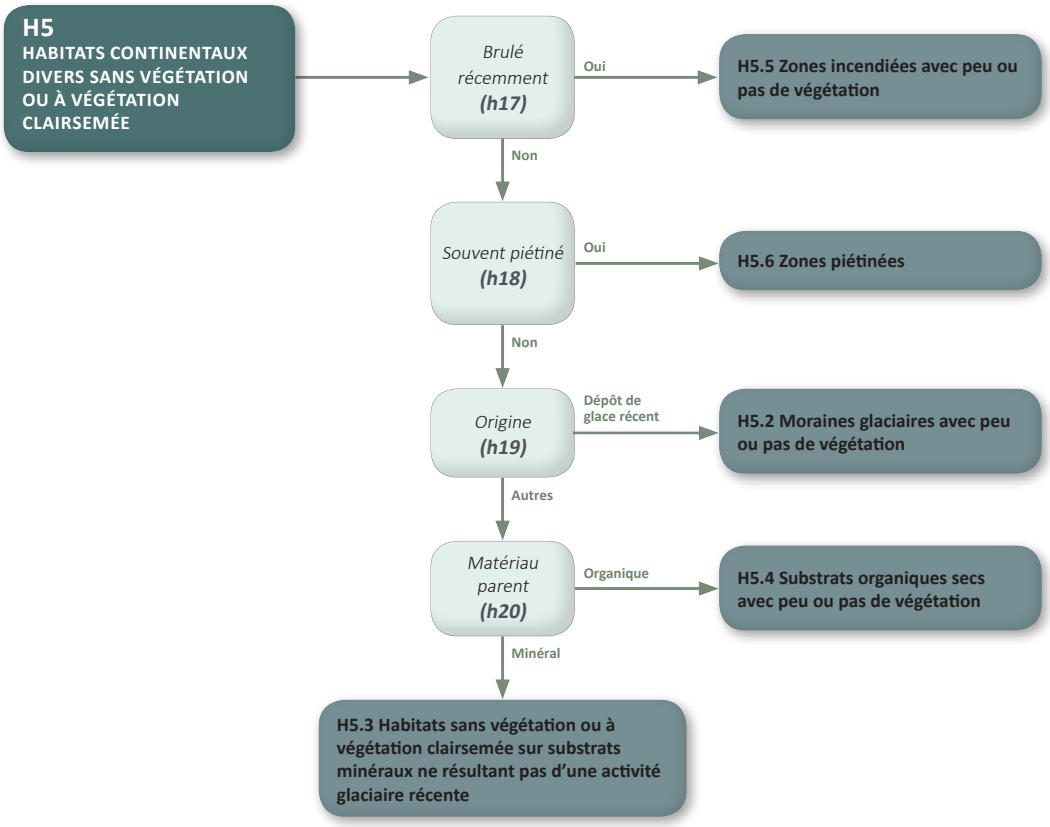
- Acide : falaises intérieures, y compris leur végétation chasmophytique, sur roche acide siliceuce.
- Basique : falaises intérieures, y compris leur végétation chasmophytique, sur roche basique comprenant les roches calcaires et ultra-basiques.



(h16)

- Neige : couverture complète de neige plus ou moins permanente (névé).
- Glace : glace se déplaçant.
- Roche et glace : roche dominée par la glace.

Les moraines glaciaires non végétalisées où la glace n'est donc plus dominante sont classées dans H5.2 (Moraines glaciaires avec peu ou pas de végétation).



(h17)

- Oui : habitats créés par le feu non végétalisés ou au couvert clairsemé.
- Non : habitats créés par d'autres moyens.

(h18)

- Oui : habitats non végétalisés ou au couvert clairsemé en raison des fréquents piétinements ou du compactage occasionnel par des véhicules.

(h19)

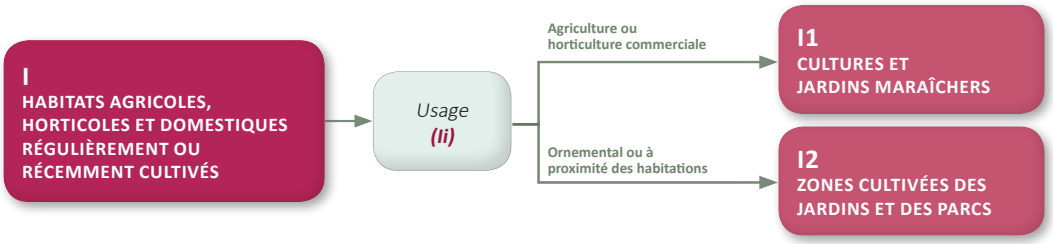
- Dépôt de glace récent : substrats issus du gel-dégel actuel, récent ou résultant de l'activité glaciaire actuelle ou récente comportant des dépôts de débris de glace mais où la glace n'est plus dominante.
- Autres : autres origines.

Les moraines glaciaires où la glace est toujours dominante sont classées dans H4.3 (Glaciers rocheux et moraines sans végétation à dominance de glace).

(h20)

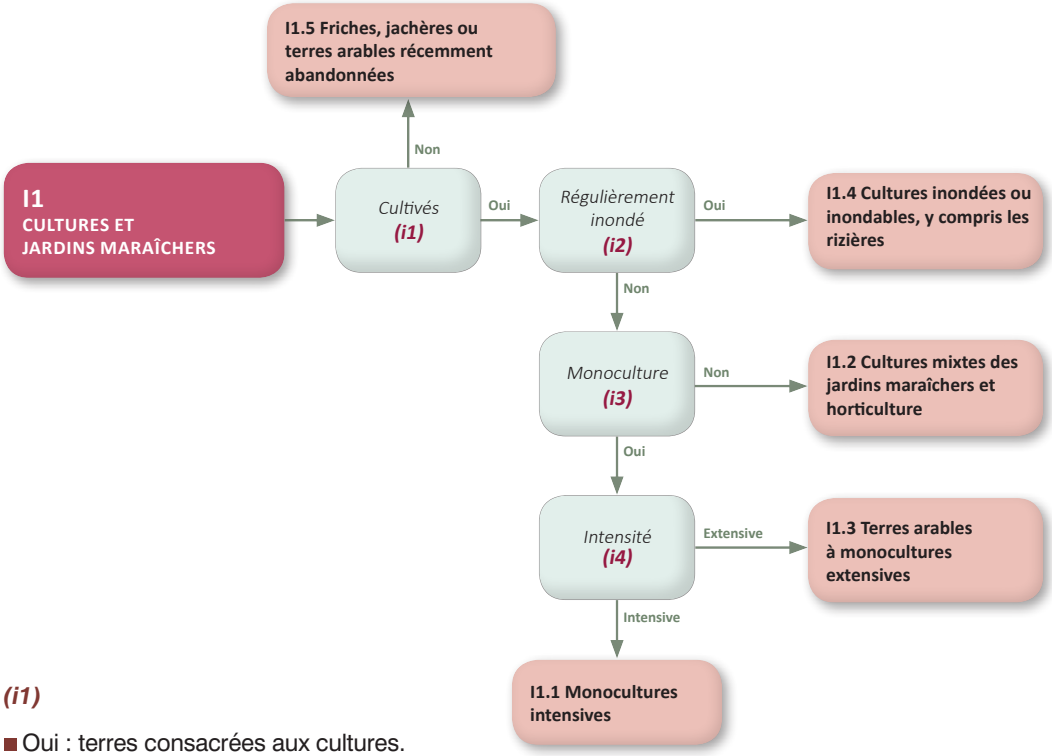
- Organique : avec un substrat organique (tourbe).
- Minéral : avec un substrat minéral.

I Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés



(Ii)

- Agriculture ou horticulture commerciale: terrains utilisés pour l'agriculture ou l'horticulture commerciale, généralement de grandes parcelles avec peu ou pas de bâtiments, en plus des jardins ouvriers.
- Ornemental ou à proximité des habitations : autres habitats régulièrement ou récemment cultivés généralement de plus petite taille, souvent à proximité des constructions ou qui sont ornementaux.



(i1)

- Oui : terres consacrées aux cultures.

(i2)

- Oui : habitats comprenant des terres régulièrement inondées dans le cadre des cultures.

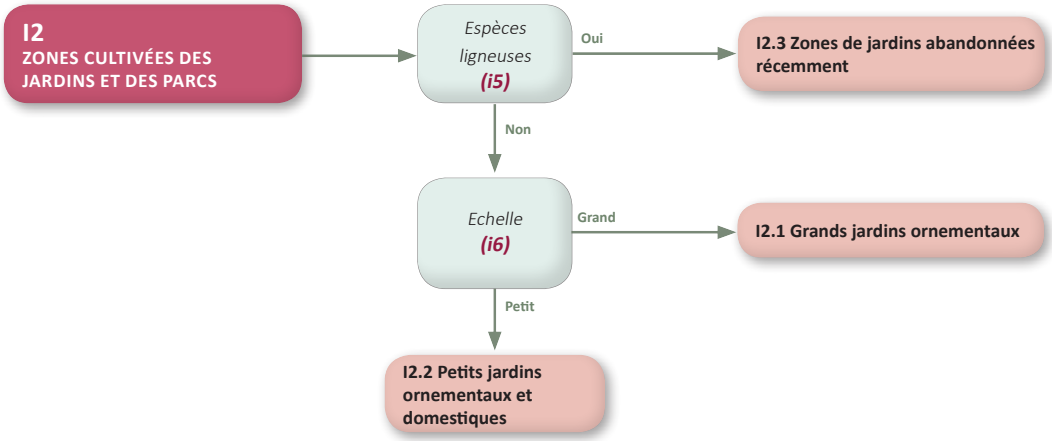
Les lits de cresson d'eau sont classés dans C3.5 (Berges périodiquement inondées à végétation pionnière et éphémère).

(i3)

- Oui : cultures (agricoles, horticoles et industrielles) en monoculture sur de grandes surfaces ininterrompues dans des paysages de plein champ.
- Non : cultures avec alternance de bandes de cultures (y compris légumes, fleurs, petits fruits).

(i4)

- Extensive : cultures extensives non mélangées avec de faibles apports ou sans apports d'engrais organiques naturels.
- Intensive : culture à forte utilisation de pesticides et/ou forte utilisation d'engrais.



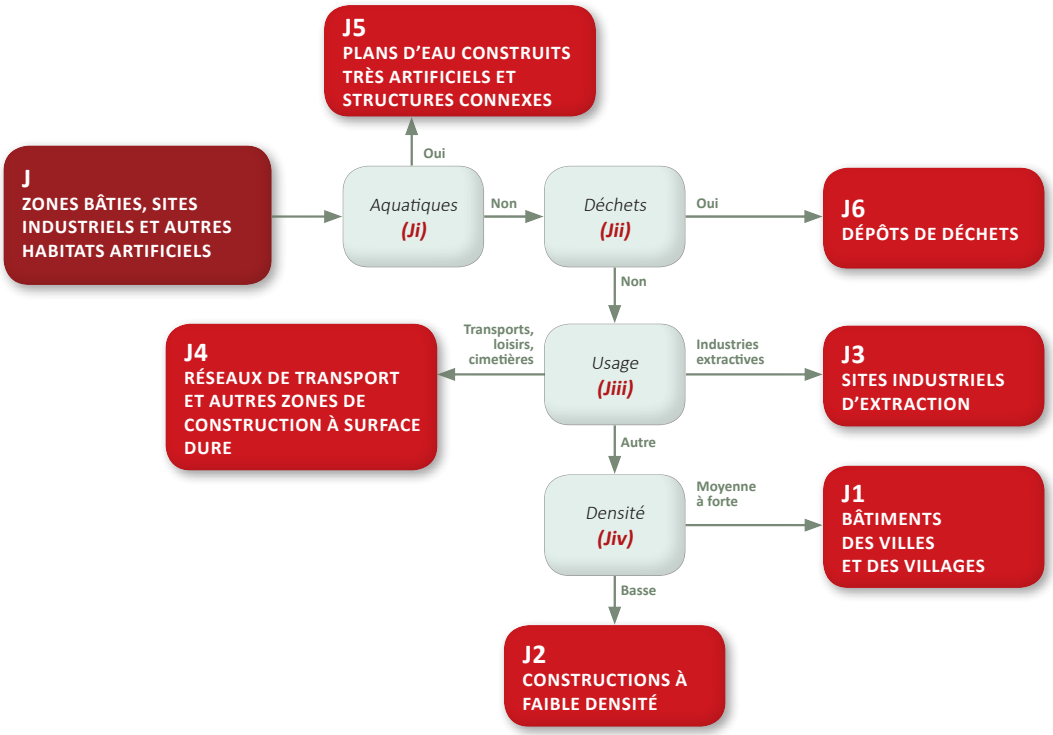
(i5)

- Oui : jardins récemment abandonnés et précédemment cultivés, colonisés par des communautés adventices.

(i6)

- Grand : grands jardins d'agrément, y compris les jardins botaniques avec une forte proportion d'espèces non-autochtones et/ou d'espèces non alimentaires.
- Petit : petits jardins publics ou domestiques cultivés souvent à proximité de bâtiments.

J Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels



Les espaces abandonnés sont catégorisés selon la nature de la zone qui les entoure. J1 (Bâtiments des villes et des villages), J2 (Constructions à faible densité), J4 (Réseaux de transport et autres zones de construction à surface dure) et J5 (Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes) ne sont pas détaillés ci-après. La méthode ne peut pas être appliquée sur ces habitats. Ils peuvent être présents dans le site mais leur superficie doit être inférieure à la surface minimale cartographiable choisie.

(Ji)

- Oui : plans d'eau fortement artificiels, avec un lit entièrement construit ou une eau fortement contaminée et associés à des conduits et des containers.
- Non : habitats artificiels non aquatiques.

(Jii)

- Oui : habitats construits artificiellement comprenant des déchets (tels que les terrils, décharges, déchets agricoles).

Les communautés rudérales ou pionnières envahissant ces habitats sont classées dans E5.1 (Végétations herbacées anthropiques).

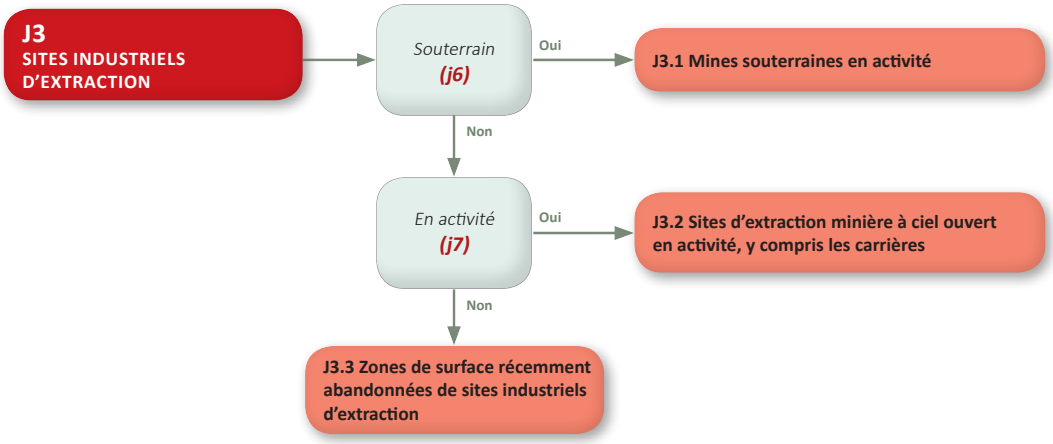
(Jiii)

- Industries extractives : usage récent ou actuel sous la forme de carrières, mines...
- Transports, loisirs, cimetières : usage récent ou actuel sous forme de réseaux de transport (chemins pavés inclus), surfaces de loisirs (dures construites à but récréatif) et parties construites des cimetières (terrains immédiatement associés inclus mais excluant les constructions au-dessus).
- Autre : autres constructions.

Les communautés rudérales ou pionnières envahissant ces habitats sont incluses dans E5.1, mais les habitats dont l'origine dépend des activités humaines, revenus à une occupation par des communautés animales et végétales naturelles ou semi-naturelles, sont classés dans d'autres unités d'habitats.

(Jiv)

- Moyenne à forte : densité de bâtiments moyenne à forte comme dans les villes et villages.
- Basse : densité faible de bâtiments et de sites d'habitation, agricoles, commerciaux et industriels en milieu rural (entourés par plus d'habitats naturels).



(j6)

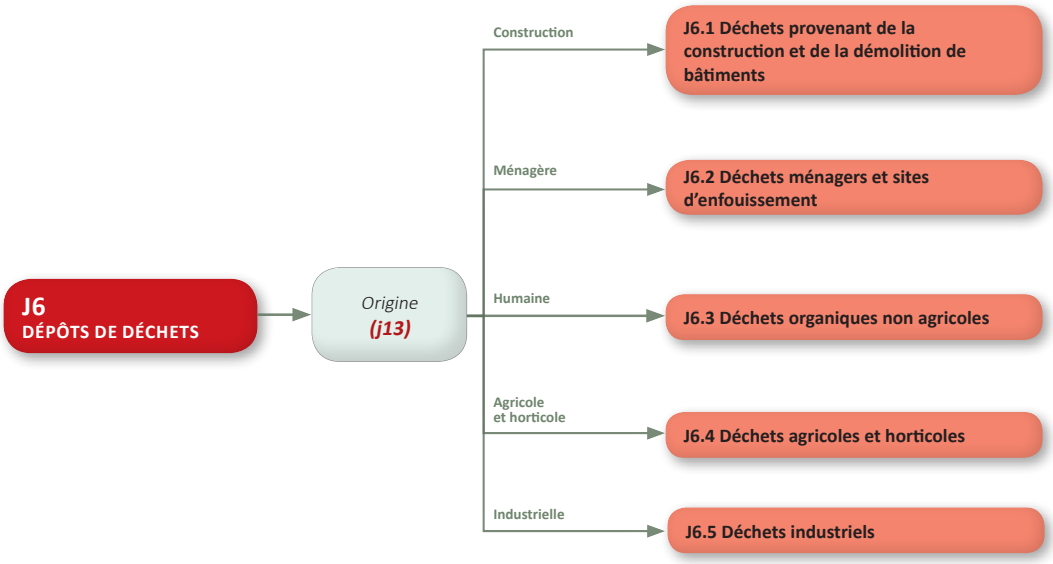
- Oui : avec une activité d'extraction souterraine.
- Non : à ciel ouvert, des mines et carrières à la surface.

Les terrils et décharges associées aux industries extractives sont classés dans J6 (Dépôts de déchets) et les sites souterrains désaffectés sont classés dans H1 (Grottes, systèmes de grottes, passages et plans d'eau souterains terrestres).

(j7)

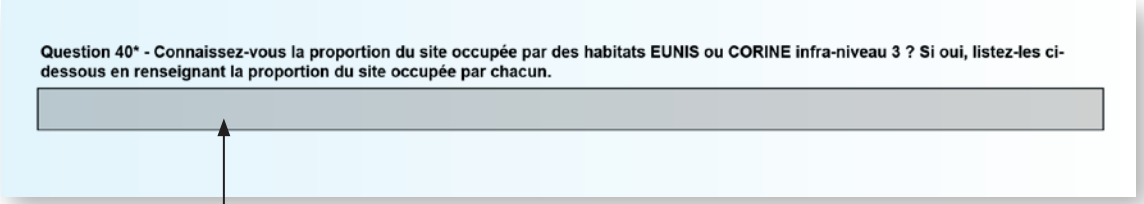
- Oui : sites d'extraction minière avec une utilisation active.
- Non : sites d'extraction minière récemment abandonnés.

Les carrières désaffectées et autres sites d'extraction au-dessus du sol avec des communautés naturelles ou semi-naturelles sont classés dans d'autres unités d'habitats. Notez également que les communautés rudérales ou pionnières qui envahissent ces habitats sont classées dans E5.1 (Végétations herbacées anthropiques).



Les communautés rudérales ou pionnières qui envahissent ces habitats sont classées dans E5.1 (Végétations herbacées anthropiques).

Question 40* - Connaissez-vous la proportion du site occupée par des habitats EUNIS ou CORINE infra-niveau 3 ? Si oui, listez-les ci-dessous en renseignant la proportion du site occupée par chacun.

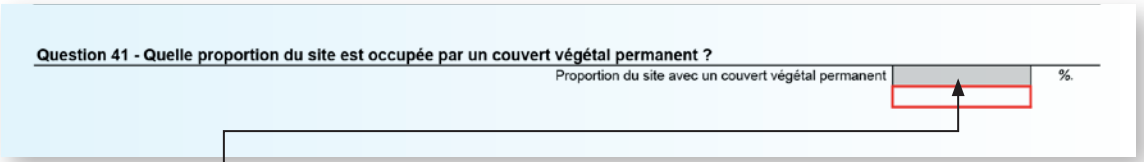


Toute référence pertinente contenant une cartographie des habitats sur le site.

Les références pertinentes doivent mentionner clairement la répartition des habitats EUNIS ou CORINE Biotopes infra-niveau 3 **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Les habitats infra-niveau 3 sont des habitats plus précis que par exemple ceux mentionnés dans la question précédente (par ex. EUNIS niveau 4). Par ex. CORINE Biotopes sur un site : 51.11 Buttes, bourrelets et pelouses tourbeuses (85%), 51.13 Mares de tourbières (15%).

Question 41 - Quelle proportion du site est occupée par un couvert végétal permanent[36] ?



BD ORTHO®.

Il ne s'agit pas de mesurer précisément la proportion du site avec un couvert végétal permanent, mais plutôt de faire une estimation (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) basée sur la BD ORTHO®. Aidez-vous éventuellement de l'illustration page 94 pour l'estimation.

[36] *Un couvert végétal permanent est un couvert végétal composé d'une strate herbacée et/ou arbustive et/ou arborée dense, non saisonnier et non clairsemé. Par exemple, les prairies permanentes sont le plus souvent avec un couvert végétal permanent, alors que les cultures annuelles de céréales et les zones urbanisées sont le plus souvent sans couvert végétal permanent.*

1.6 Le système fluvial associé au site

Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial, alors répondez aux trois questions suivantes.

Question 42 - Quelle est la distance la plus courte entre le centre du site[37] et le lit mineur du cours d'eau ?

Question 42 - Quelle est la distance la plus courte entre le centre du site et le lit mineur du cours d'eau ?

Distance entre le centre du site et le lit mineur _____ *km.*

BD TOPO®.

Générez le centroïde du site. Suivez la procédure ci-après : *Traitement* → *Boîte à outils* → *Géotraitements QGIS* → *Vector geometry tools* → *Polygon centroids*, choisissez le fichier correspondant au site dans *Couche en entrée*. Puis *Run*.

Vous obtenez un fichier où le centroïde du site est affiché sous la forme d'un point.

Mesurez la distance la plus courte entre le centroïde et le lit mineur du cours d'eau (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

Exceptionnellement, quand le site est dans une zone de confluence ou dans un système alluvial avec plusieurs cours d'eau, réalisez cette mesure sur le cours d'eau le plus proche dans la zone de confluence ou dans le système alluvial.

Exceptionnellement, quand le site a une forme concave ou convexe, le centroïde risque de mal représenté la distance entre le site et le cours d'eau (par ex. le centroïde peut être hors du site). Dans ce cas, vous ne renseignerez aucune valeur dans la réponse demandée à cette question.

[37] *Le centroïde du site est considéré comme le centre du site.*

Question 43 - Quelle est la longueur développée du cours d'eau et la longueur de l'enveloppe de méandrage du cours d'eau en passant par les points d'inflexion des sinuosités ?

Question 43 - Quelle est la longueur développée du cours d'eau et la longueur de l'enveloppe de méandrage du cours d'eau en passant par les points d'inflexion des sinuosités ?

Longueur développée _____ *km.*

Longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités _____ *km.*

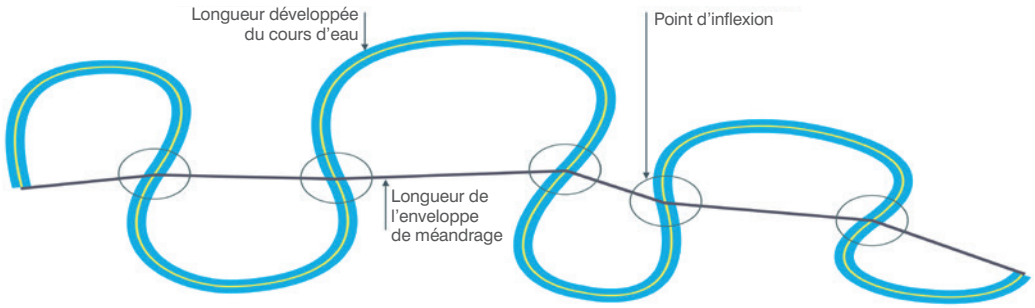
BD TOPO® ou BD ORTHO®.

Sur le lit mineur du cours d'eau, identifiez le point le plus près du périmètre du site. Si le périmètre du site longe le lit mineur, identifiez ce point sur la portion du périmètre du site qui longe le lit mineur, à mi-distance entre l'amont et l'aval du cours d'eau.

Depuis ce point, identifiez à vol d'oiseau l'extrémité du cours d'eau située à 1 000 m en amont du site et une autre extrémité du cours d'eau située à 1 000 m en aval du site.

Entre les deux extrémités identifiées, mesurez la longueur développée du cours d'eau, puis la longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités du cours d'eau (en kilomètres, trois chiffres après la virgule maximum).

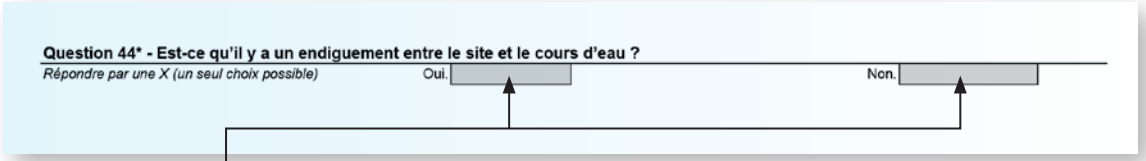
Illustration de la longueur développée du cours d'eau et de la longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités du cours d'eau (adapté et inspiré de Malavoi et Bravard 2010).



Exceptionnellement, quand le site est dans une zone de confluence ou dans un système alluvial avec plusieurs cours d'eau, réalisez cette mesure sur le principal cours d'eau présent dans la zone de confluence ou dans le système alluvial.

Dans le cadre de la compensation, si l'année d'édition de la BD ORTHO® que vous utilisez sur le site impacté après impact n'est pas au moins postérieure à l'année à laquelle vous avez réalisé l'évaluation sur le site impacté avant impact, alors les longueurs en réponse à cette question sont les mêmes sur le site impacté avant impact et sur le site impacté après impact. La même réflexion est valable pour le site de compensation avant action écologique et après action écologique.

Question 44* - Est-ce qu'il y a un endiguement[38] entre le site et le cours d'eau ?



SCAN 25®.

[38] Une digue est constituée par un ouvrage continu qui s'étend sur une longueur. Les objectifs associés à l'aménagement de digues sont de contenir les eaux, de protéger contre leurs effets ou de guider les écoulements.

1.7 Protocole pour localiser les sondages pédologiques à réaliser sur le terrain

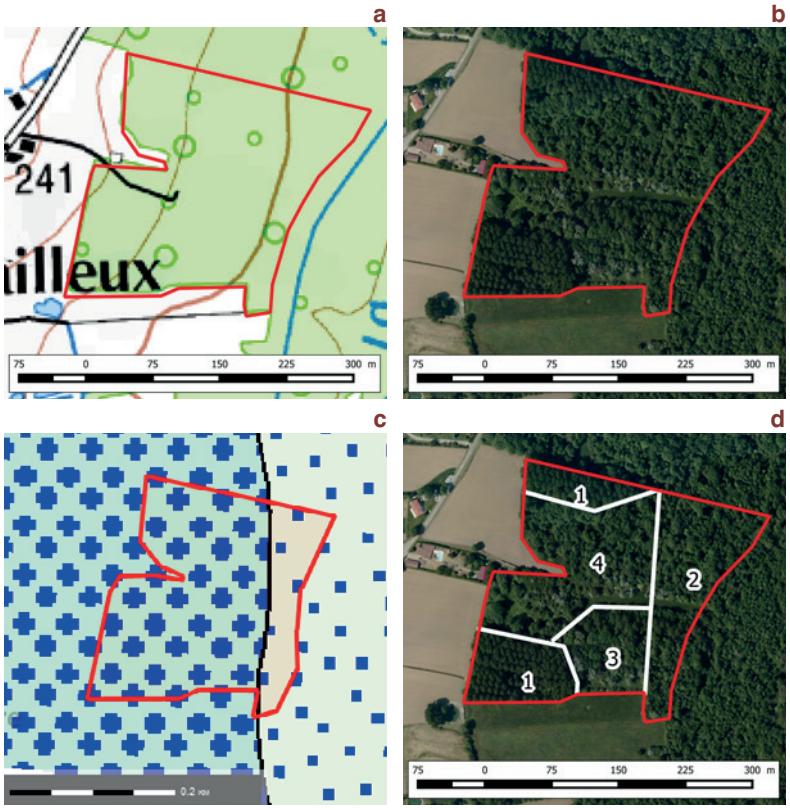
SCAN 25®, cartes géologiques sur Infoterre, BD ORTHO® récente et ancienne (anciennes orthophotographies des dix dernières années visualisables sur Géoportail avec l'outil « Consulter les données historiques »).

Identification des sous-ensembles homogènes[39]

Identifiez les sous-ensembles homogènes selon (1) **la roche mère**, (2) **les habitats EUNIS niveau 3 récents et actuels,** (3) **la topographie** (pente) et (4) **les pratiques anthropiques** (par ex. agricoles, sylvicoles). Les habitats linéaires comme ceux sous la forme de haies ne peuvent pas constituer des sous-ensembles homogènes et sont donc confondus avec les sous-ensembles homogènes adjacents. **Chaque sous-ensemble résulte de l'intersection entre ces critères (voir l'exemple ci-après) et sa superficie totale doit être supérieure à la surface minimale cartographiable choisie lorsque vous avez répondu à la question 38**. Pour information, sur Infoterre, vous pouvez afficher la carte géologique en filigrane sur la BD ORTHO® ou les SCAN 25® pour mieux identifier le périmètre des sous-ensembles homogènes.

[39] Un sous-ensemble homogène est une unité spatiale où l'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur le sol est relativement homogène. Les propriétés du sol y sont considérées comme similaires. Un sous-ensemble homogène peut être en plusieurs parties.

Utilisation des SCAN 25® (a), de la BD ORTHO® récente (b), des cartes géologiques (c) et des orthophotographies anciennes (non affichées ici) pour pré-identifier les sous-ensembles homogènes (d) (délimités par des traits blancs et identifiés par un numéro, n= 4 dans cet exemple), sur un site de 6 ha (polygone au contour rouge sans trame de fond). Le sous-ensemble-homogène 1 correspond à un seul habitat sur un substrat géologique mais il est disjoint. Les sous-ensembles homogènes 3 et 4 sont séparés car l'examen sur l'orthophotograhie ancienne a indiqué une coupe forestière il y a quelques années dans le sous-ensemble homogène 4.



Fond de carte : SCAN 25® BD ORTHO® et carte géologique du BRGM sur Infoterre.

Localisation des sondages pédologiques dans les sous-ensembles homogènes

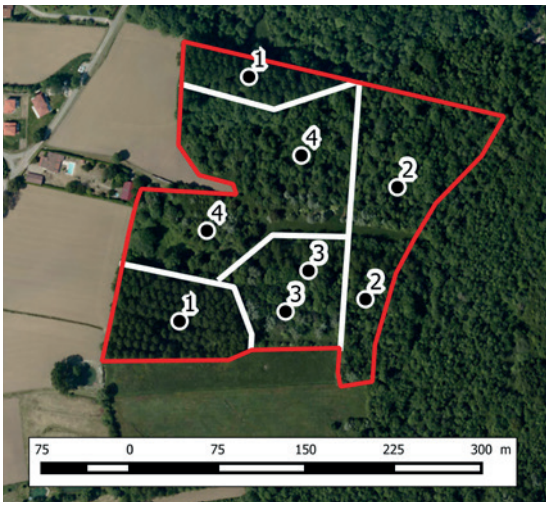
Répartissez les sondages pédologiques dans les sous-ensembles homogènes selon leur superficie (voir tableau ci-après). Répartissez bien les sondages pédologiques en évitant de les localiser trop proches les uns des autres, en évitant les zones de transition entre sous-ensembles homogènes, les lisières, les bordures directes des fossés, cours d'eau, bords d'infrastructures, haies…

Nombre minimum de sondages pédologiques par sous-ensemble homogène selon sa superficie.

Superficie du sous-ensemble homogène	≤ 5 ha	]5 – 10 ha]	]10 – 15 ha]	]15 – 20 ha]	…
Nombre **minimum** de sondages pédologiques	2	3	4	5	…

Pour vous faciliter le travail de terrain, vous pouvez dessiner sur papier les contours des sous-ensembles homogènes, les numéroter et noter la localisation des sondages pédologiques sur la carte fournie dans la section 1.1 p 73. Cette carte est pratique sur le terrain.

L'approche globale proposée s'inspire partiellement de celle proposée par Rivière *et al.* (1992), Baize et Jabiol (1995) et Baize (2000).



Localisation proposée pour les sondages pédologiques (points noirs) sur un site de 6 ha (polygone au contour rouge sans trame de fond) où les sous-ensembles homogènes ont été pré identifiés (délimités par des traits blancs). Les numéros indiqués sur chaque sondage correspondent au numéro du sous-ensemble homogène associé.

Fond de carte : BD ORTHO®.

Question 45* - Quels sont les substrats géologiques dans le site ?

Question 45* - Quels sont les substrats géologiques dans le site ?

BD ORTHO® et cartes géologiques sur Infoterre.

Identifiez les substrats géologiques dans le site en examinant les cartes de géologie en transparence au-dessus des orthophotographies sur le site Infoterre. Reportez-vous à la légende dynamique sur Infoterre pour renseigner cette information.

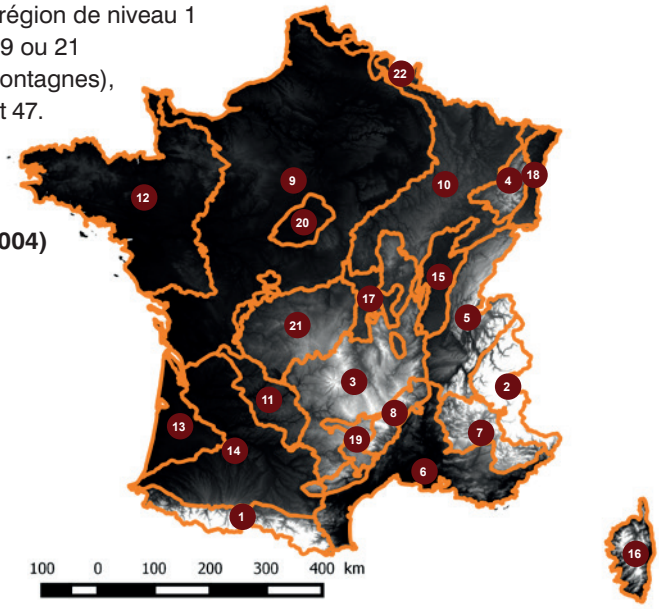
1.8 La topographie dans le site

Les hydro-écorégions (HER) de niveau 1 au format vectoriel.

Si le site est dans une hydro-écorégion de niveau 1 aux codes 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 16, 19 ou 21 (relief de montagnes et hautes montagnes), alors répondez aux questions 46 et 47.

Hydro-écorégions de niveau 1 d'après Wasson *et al.* (2001, 2004)

Une même hydro-écorégion peut être en plusieurs entités disjointes.



Fond de carte : MNT BD ALTI®.

Question 46* - Le site est-il sur un versant[40] ?

Question 46* - Le site est-il sur un versant ?
Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Question 47* - Si vous avez répondu oui à la question précédente, indiquez l'exposition du versant ?

Question 47* - Si vous avez répondu oui à la question précédente, indiquez l'exposition du versant ?

Exemple 1 : Nord.
Exemple 2 : Sud-Ouest.

[40] *Une surface topographique entre un talweg et une ligne de faîte (partie la plus élevée d'un relief) est un versant.*

1.9 La biodiversité protégée ou menacée présente dans le site

Question 48* - Quelles sont les espèces végétales inscrites dans les textes mentionnés ci-dessous dont la présence est connue dans le site ?

Question 48* - Quelles sont les espèces végétales inscrites dans les textes mentionnés ci-dessous dont la présence est connue dans le site?

Annexe II et IV de la Directive Faune Flore Habitats

Arrêté national fixant la liste des espèces protégées et/ou liste rouge nationale listant les espèces menacées

Espèces faisant l'objet d'un plan national d'actions

Arrêté régional fixant la liste des espèces protégées et/ou éventuellement la liste rouge régionale listant les espèces menacées

Arrêté départemental

Toute référence pertinente contenant des inventaires de la flore dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la présence des espèces **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Plans nationaux d'actions disponibles sur le site du ministère de l'écologie (http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Especes-menacees-les-plans-.html).

Listez les espèces végétales avec leur nom scientifique (nom latin du genre et de l'espèce) issu de l'INPN avec à la suite de chacune l'année de la dernière détection connue entre parenthèses (par ex. « *Utricularia vulgaris* L. (2002) »). Il est possible d'ajouter des espèces végétales dont vous avez constatées la présence dans le site durant les prospections de terrain. Pour une espèce qui figure dans plusieurs textes, n'indiquez que le texte du plus haut niveau recensant l'espèce. Par exemple, si une espèce est inscrite à l'Annexe II de la Directive Faune Flore Habitats et qu'elle fait aussi l'objet d'un plan national d'actions, n'indiquez sa présence que dans l'Annexe II de la Directive Faune Flore Habitats.

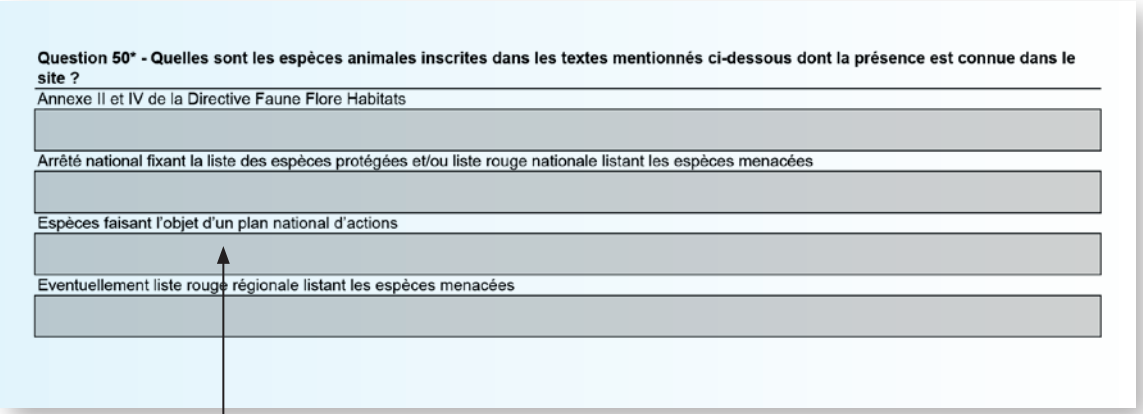
Question 49* - Quels sont les habitats naturels au sens de l'Annexe I de la Directive Faune Flore Habitats dont la présence est connue dans le site ?

Question 49* - Quels sont les habitats naturels au sens de l'Annexe I de la Directive Faune Flore Habitats dont la présence est connue dans le site ?

Toute référence pertinente contenant des inventaires ou une cartographie des habitats dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la présence des habitats prioritaires **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Listez les habitats selon leur appellation dans l'arrêté (par ex. 6 430 mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin).

Question 50* - Quelles sont les espèces animales inscrites dans les textes mentionnés ci-dessous dont la présence est connue dans le site ?



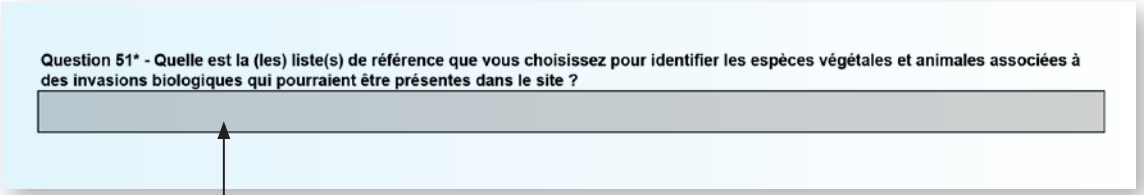
Toute référence pertinente contenant des inventaires de la faune dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la présence des espèces **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Plans nationaux d'actions disponibles sur le site du ministère de l'écologie (http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Especes-menacees-les-plans-.html).

Listez les espèces animales avec leur nom scientifique (nom latin du genre et de l'espèce) issu de l'INPN avec à la suite de chacune l'année de la dernière détection connue entre parenthèses (par ex. « *Leucorrhinia pectoralis* (1998) »). Il est possible d'ajouter des espèces animales dont vous avez constatées la présence dans le site durant les prospections de terrain. Pour une espèce qui figure dans plusieurs textes, n'indiquez que le texte du plus haut niveau recensant l'espèce. Par exemple, si une espèce est inscrite à l'Annexe II de la Directive Faune Flore Habitats et qu'elle fait aussi l'objet d'un plan national d'actions, n'indiquez sa présence que dans l'annexe II de la Directive Faune Flore Habitats.

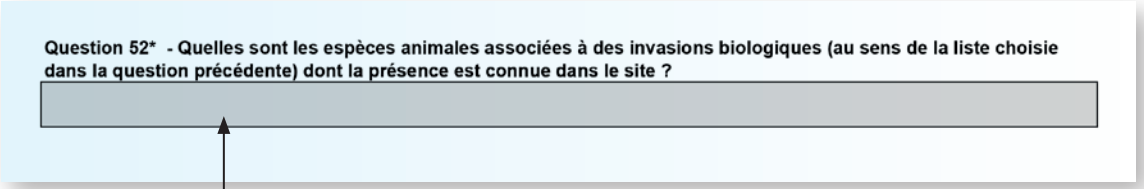
1.10 Les espèces associées à des invasions biologiques présentes dans le site

Question 51* - Quelle est la (les) liste(s) de référence que vous choisissez pour identifier les espèces végétales et animales associées à des invasions biologiques qui pourraient être présentes dans le site ?



En l'absence d'une liste qui fasse autorité à l'échelle nationale, choisissez la liste qui vous paraît la plus pertinente. Des listes sont indiquées dans Gayet *et al.* 2016.

Question 52* - Quelles sont les espèces animales associées à des invasions biologiques (au sens de la liste choisie dans la question précédente) dont la présence est connue dans le site ?



Toute référence pertinente contenant des inventaires de la faune dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la présence des espèces associées à des invasions biologiques **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Listez les espèces animales avec leur nom scientifique (nom latin du genre et de l'espèce) issu de l'INPN avec à la suite de chacune l'année de la dernière détection connue entre parenthèses (par ex. « *Procambarus clarkii* (2007) »). Il est possible d'ajouter des espèces animales dont vous avez constatées la présence dans le site durant les prospections de terrain.

Question 53* - Quelles sont les espèces végétales associées à des invasions biologiques (au sens de la liste choisie dans la question 51) dont la présence est connue dans le site ?

Question 53* - Quelles sont les espèces végétales associées à des invasions biologiques (au sens de la liste choisie dans la question 51) dont la présence est connue dans le site ?

Toute référence pertinente contenant des inventaires de la flore dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la présence des espèces associées à des invasions biologiques **dans le site et pas seulement dans une enveloppe plus large que le site.**

Listez les espèces végétales avec leur nom scientifique (nom latin du genre et de l'espèce) issu de l'INPN avec à la suite de chacune l'année de la dernière détection connue entre parenthèses (par ex. « *Reynoutria japonica* (2014) »). Il est possible d'ajouter des espèces végétales dont vous avez constatées la présence dans le site durant les prospections de terrain.

Question 54* - Des informations permettent-elles de renseigner la proportion totale du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ?

Question 54* - Des informations permettent-elles de renseigner la proportion totale du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Toute référence pertinente contenant des cartographies de la flore dans le site. Les références pertinentes doivent mentionner clairement la proportion du site occupée (correspondant à leur couvert végétal) par des espèces végétales associées à des invasions biologiques dans le site. Les informations qui permettent de renseigner la proportion totale du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques sont des relevés botaniques et cartographies préexistantes dans le site et/ou les prospections de terrain réalisées dans le cadre de l'évaluation si celles-ci sont réalisées en phase de croissance végétative.

Question 55 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle proportion du site est occupée par les espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ?

Question 55 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle proportion totale du site est occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative ?

Proportion du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques durant la période de croissance végétative %.

Estimez la part du site (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) dont le couvert végétal est constitué par des espèces végétales associées à des invasions biologiques au sens de la liste que vous avez sélectionnée en répondant à la question 51.

Attention

Source d'information

Procédure

Note

Informations à renseigner **sur le terrain** 2

Ce chapitre comporte les instructions pour remplir la partie « Terrain » du tableur, après avoir récolté les informations.

Vous pouvez imprimer les 3 chapitres en version A5 en prévision de votre visite sur le terrain. En effet, le format A5 peut être plus pratique que le format A4 sur le terrain.

Chaque question du tableur est reprise en fac-similé et commentée si nécessaire. Les commentaires portent sur la procédure à appliquer et proposent des aides et des méthodes pour répondre aux questions. Des pictogrammes aident au repérage.

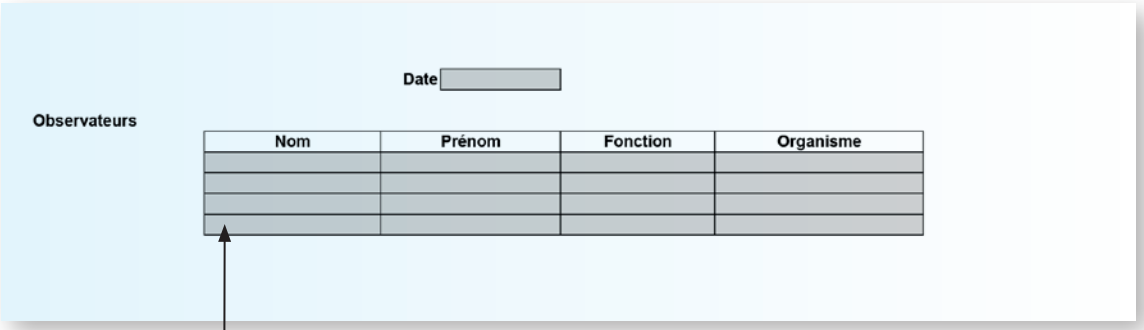
Ces textes doivent **absolument** être lus dans leur intégralité avant de répondre aux questions dans le tableur.

Pour toute remarque complémentaire, pour joindre toute illustration complémentaire ou pour justifier des écarts exceptionnels au protocole, reportez-vous à la dernière question (n° 79).

Dans le tableur, les encadrés rouges ne sont pas à renseigner. Des textes y sont affichés automatiquement et ils indiquent les principales incohérences quand vous saisissez vos réponses.

Les questions avec un * sont uniquement informatives, elles ne permettent pas de calculer d'indicateurs.

2.0 **Préalable**



Date

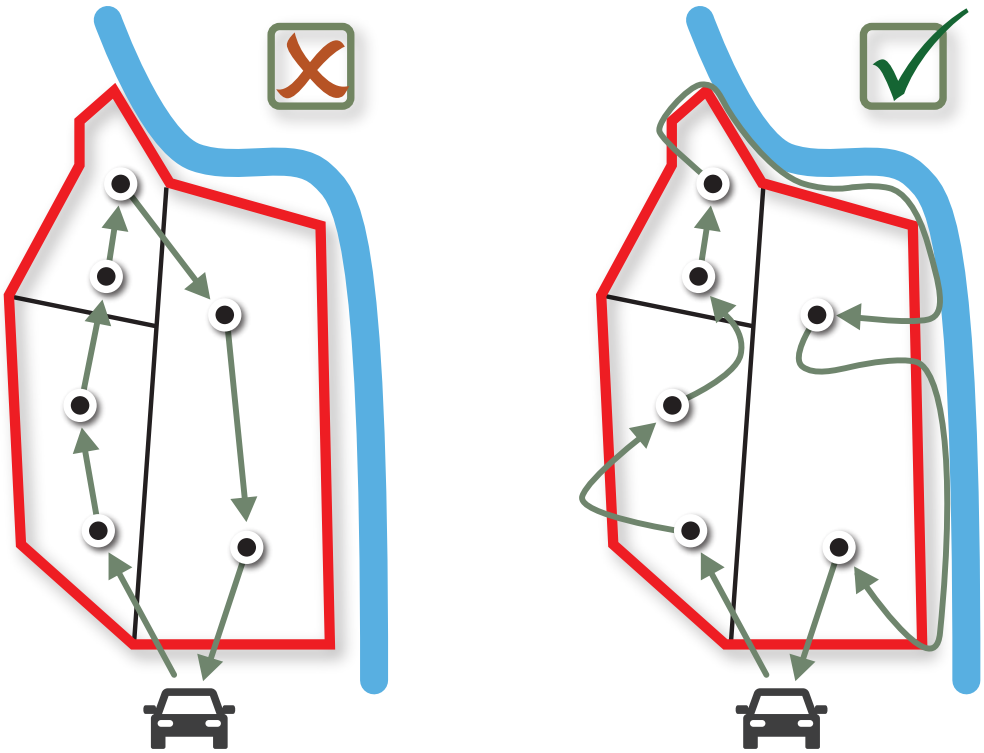
Observateurs

Nom	Prénom	Fonction	Organisme

Indiquez les personnes mobilisées pour répondre aux questions.

Recommandations sur les informations à relever : répondez aux questions ci-après et vérifiez, corrigez impérativement les informations que vous avez relevées dans la partie 1 (bureau avant terrain) lorsque cela est nécessaire. Pensez également à lire sur le terrain les questions de la partie 3 (bureau après terrain) en prévision des informations qui seront à relever au bureau.

Recommandations sur comment prospecter le site : parcourez le site de telle sorte que vous aurez un bon aperçu des conditions écologiques dans le site et à l'extérieur du site (par ex. la zone tampon et éventuellement le cours d'eau associé au site). Votre itinéraire ne doit pas être le plus court entre les sondages pédologiques depuis votre véhicule.



Itinéraires (flèches grises) parcourus par des observateurs sur un site fictif (polygone au contour rouge sans trame de fond). A gauche, l'itinéraire n'est pas pertinent. C'est l'itinéraire le plus court entre les sondages pédologiques (points noirs cerclés de blanc) dans les sous-ensembles homogènes (délimités par des traits noirs) sans avoir pu examiner l'environnement extérieur proche (par ex. la zone tampon ou le cours d'eau (trait bleu)). A droite, l'itinéaire est plus pertinent.

2.1 Les types de couverts végétaux dans le site

Question 56 - Quelle proportion du site est occupée par les couverts végétaux suivants ?

Question 56 - Quelle proportion du site est occupée par les couverts végétaux suivants ?

Type de couvert végétal	Proportion du site occupé	
Couverts principalement clairsemés (habitats EUNIS niveau 1 " H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée") ou principalement muscinaux		%
Couverts principalement herbacés bas (hauteur < 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses		
Sans export de biomasse annuel (par ex. absence de fauchage, pâturage)		%
Avec export de biomasse annuel (par ex. présence de fauchage, pâturage)		%
Export annuel de biomasse inconnu		%
Couverts principalement herbacés hauts (hauteur ≥ 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses		
Sans export de biomasse annuel (par ex. absence de faucardage)		%
Avec export de biomasse annuel (par ex. présence de faucardage)		%
Export annuel de biomasse inconnu		%
Couverts principalement arbustifs (hauteur ≥ 1 m et < 7 m), surtout composés d'espèces ligneuses		%
Couverts principalement arborescents (hauteur ≥ 7 m)		%
Somme doit être égale à 100%		%

Estimez la part des couverts végétaux listés (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum).

Il ne s'agit pas de mesurer précisément la superficie des types de couverts végétaux avec une cartographie sur SIG, mais plutôt d'estimer globalement la proportion de chaque type de couvert végétal dans le site, en veillant à ce que la superficie occupée par chaque type de couvert

végétal soit supérieure à la surface minimale cartographiable choisie (voir réponse donnée à la question 38) et à ce que la somme des proportions renseignées soit égale à 100 %.

La description faite ici doit être cohérente avec la description des habitats EUNIS niveau 3 dans le site (voir réponse donnée à la question 39).

Question 57 - Si des habitats FA.1, FB.1, FB.2, FB.3, FB.4[41] sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés[42] dans ces habitats.

Question 57 - Si des habitats FA.1, FB.1, FB.2, FB.3, FB.4 sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés dans ces habitats.

Couvert herbacé dans les habitats FA.1, FB.1, FB.2, FB.3, FB.4	Proportion du site occupé	
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative		%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative		
Monospécifique ou quasi-monospécifique		%
Ni monospécifique, ni quasi-monospécifique		%
Somme		%

Estimez la part de ces habitats (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) qui présentent les types de couverts herbacés listés.

Si votre site contient au moins un habitat mentionné ci-avant, la somme des valeurs indiquées dans le tableau doit être égale à la proportion totale du site occupée par ces habitats. Par exemple, si deux habitats mentionnés ci-avant sont dans le site et qu'ils occupent au total 25 % du site, la somme des valeurs indiquées dans le tableau doit être de 25 %.

[41] Les habitats considérés dans cette question sont les habitats EUNIS niveau 3 FA.1 Haies d'espèces non indigènes, FB.1 Plantations d'arbustes pour la récolte de la plante entière, FB.2 Plantations d'arbustes pour la récolte de feuilles et de branches, FB.3 Plantations d'arbustes à des fins ornementales ou pour les fruits, autres que les vignobles, FB.4 Vignobles. Afin de savoir si ces habitats sont présents dans votre site, reportez-vous à la réponse donnée à la question 39.

[42] Le couvert herbacé est considéré comme le couvert végétal majoritairement composé d'espèces non ligneuses dont la hauteur est le plus souvent < 1 m mais qui peut parfois dépasser cette hauteur.

Question 58 - Si des habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.F[43] sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés[44] et arbutifs[45] dans ces habitats.

Question 58 - Si des habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.F sont dans le site, renseignez les types de couverts herbacés et arbustifs dans ces habitats.

Couvert herbacé et arbustif dans les habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.F	Proportion du site occupé	
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative		
et couvert arbustif < 30%		%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique		%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative monospécifique ou quasi-monospécifique		
et couvert arbustif < 30%		%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique		%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative ni monospécifique ni quasi-monospécifique et/ou couvert arbustif ≥ 30% ni monospécifique ni quasi-monospécifique		%
Somme		%

Estimez la part de ces habitats (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum) qui présentent les types de couverts herbacés et arbustifs listés.

Si votre site contient au moins un habitat mentionné ci-avant, la somme des valeurs indiquées dans le tableau doit être égale à la proportion totale du site occupée par ces habitats. Par exemple, si deux habitats mentionnés ci-avant sont dans le site et qu'ils occupent au total 75 % du site, la somme des valeurs indiquées dans le tableau doit être de 75 %.

[43] Les habitats considérés dans cette question sont les habitats EUNIS niveau 3. G1.C Plantations forestières très artificielles de feuillus caducifoliés, G1.D Vergers d'arbres fruitiers et d'arbres à noix, G2.8 Plantations forestières très artificielles de feuillus sempervirents, G2.9 Vergers et bosquets sempervirents, G3.F Plantations très artificielles de conifères. Afin de savoir si ces habitats sont présents dans votre site, reportez-vous à la réponse donnée à la question 39.

[44] Le couvert herbacé est considéré comme le couvert végétal majoritairement composé d'espèces non ligneuses dont la hauteur est le plus souvent < 1 m mais qui peut parfois dépasser cette hauteur.

[45] Le couvert arbustif a une hauteur ≥ 1 m mais < 7 m et il est majoritairement composé d'espèces ligneuses.

2.2 Le fonctionnement hydraulique du site

Question 59* - Détectez-vous la présence de pertes[46] ou de sources[47] dans le site ou dans sa zone tampon ?

Question 59* - Détectez-vous la présence de pertes ou de sources dans le site ou dans sa zone tampon ?

Répondre par une X

Présence de pertes	Oui.	Non.
Présence de sources	Oui.	Non.

SCAN 25®.

Les pertes et les sources sont couramment indiquées sur les SCAN 25®, mais elles ne sont pas mentionnées de manière exhaustive. Des vérifications sur le terrain sont nécessaires après le pré-repérage au bureau sur SCAN 25®.

[46] Une perte est un lieu où le flux d'eau pénètre dans le sol ou dans la roche mère de manière concentrée. Il est sous la forme d'un filet d'eau, temporaire ou permanent, avant sa disparition.

[47] Une source est un lieu où le flux d'eau jaillit du sol ou de la roche de manière concentrée, c'est-à-dire sous la forme d'un filet d'eau temporaire ou permanent.

Question 60 - Quel est le linéaire total de rigoles, de fossés et de fossés profonds[48] dans le site et dans sa zone tampon ?

Question 60 - Quel est le linéaire total de rigoles, de fossés et de fossés profonds dans le site et dans sa zone tampon ?

	Rigoles (profondeur < 0,3 m)	Fossés (0,3 m ≤ profondeur < 1 m)	Fossés profonds (profondeur ≥ 1 m)
Berges et fond végétalisés	m.	m.	m.
Berges et/ou fond non végétalisés	m.	m.	m.

Sur le terrain, cartographiez approximativement le linéaire de fossé en distinguant son degré de végétalisation[49] (carte fournie dans la question 17). Mesurez ensuite le linéaire de rigoles, fossés et fossés profonds (en mètre, aucun chiffre après la virgule) sur le terrain (avec un décamètre ou un GPS) ou une fois de retour au bureau sur SIG (à partir de la cartographie du réseau de drains en surface) en distinguant ceux qui sont végétalisés. Les fossés qui longeraient le périmètre de la zone tampon sont également pris en compte.

La zone tampon du site a été délimitée dans la question 17 (voir la carte fournie en réponse à cette question).

Dans le cas d'un site alluvial qui est sur une seule rive mais dont la zone tampon s'étend sur les deux rives, ne mesurez que le linéaire des rigoles, fossés et fossés profonds qui sont sur la même rive que le site.

Si des fossés et des fossés profonds sont présents, alors répondez aux deux questions qui suivent.

[48] La définition d'un écoulement superficiel comme étant un fossé repose principalement sur deux critères : (1) la présence d'un lit dont l'origine n'est pas naturelle et (2) le caractère intermittent d'un débit insuffisant une majeure partie de l'année, par opposition à ce qui est défini comme un cours d'eau (voir la circulaire du 2 mars 2005 sur la définition de la notion de cours d'eau). La distinction des rigoles (profondeur < 0,3 m) et fossés (profondeur ≥ 0,3 m et < 1 m) est subjective conformément aux catégories de travaux soumis à la rubrique 3.3.1.0 : nivellement du sol et création de fossés de la nomenclature sur l'eau / police de l'eau et aux décisions suivantes T. police Tarbes, 13 février 2014, n°122930000440 ; Cass. crim., 25 mars 1998, n° 97-81.389 ; CA Rennes, 9 sept. 1999, n° 98/00864. Les fossés profonds ont une profondeur ≥ 1 m.

[49] Les berges et le fond sont considérés comme végétalisés s'ils présentent un couvert végétal composé d'une strate herbacée et/ou arbustive et/ou arborée dense, non saisonnier et non clairsemé.

Question 61* - Des aménagements hydrauliques modulent-ils les écoulements des fossés ou des fossés profonds ?

Question 61* - Des aménagements hydrauliques modulent-ils les écoulements des fossés ou des fossés profonds ?

Répondre par une X (un seul choix possible)

Oui. Non.

Ces aménagements hydrauliques peuvent être dans le site ou à l'extérieur du site, en aval (par ex. seuil, vanne, martelière).

Question 62* - Les fossés ou les fossés profonds permettent-il d'évacuer les écoulements qui proviennent d'une source ?

Question 62* - Les fossés ou les fossés profonds permettent-ils d'évacuer les écoulements qui proviennent d'une source ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Question 63* - Savez-vous avec certitude s'il y a des drains souterrains dans le site et dans sa zone tampon ?

Question 63* - Savez-vous avec certitude s'il y a des drains souterrains dans le site et dans sa zone tampon ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Cartes avec le réseau de drainage souterrain lorsqu'elles existent.

Pour identifier l'existence de drains souterrains dans le site et dans la zone tampon, parcourez tout fossé ou cours d'eau à une altitude plus faible que le site ou à proximité du site en recherchant l'éventuel exutoire d'un réseau de drainage souterrain. Si l'exutoire d'un drain souterrain est détecté et qu'il semble correspondre à un réseau de drainage souterrain dans le site ou dans sa zone tampon, il est conseillé de demander l'information sur la surface concernée par le réseau de drainage auprès des propriétaires ou les gestionnaires du site. Dans tous les cas, demander au propriétaire si un réseau de drainage souterrain existe est une garantie sur la présence ou l'absence d'un réseau de drainage souterrain quand les conditions locales (par ex. forte végétalisation des exutoires potentiels) ne permettent pas de vérifier l'absence ou la présence d'un réseau de drainage souterrain.

La zone tampon du site a été délimitée dans la question 17 (voir la carte fournie en réponse à cette question).

Question 64 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle est la proportion du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains ?

Question 64 - Si vous avez répondu oui à la question précédente, quelle est la proportion du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains ?

Proportion du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains %.

Estimez la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum).

La zone tampon du site a été délimitée dans la question 17 (voir la carte fournie en réponse à cette question).

La proportion du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains peut être de 100 % seulement **si le site et la zone tampon** sont entièrement drainés par des drains souterrains.

Question 65* - Existe-t-il un bassin dans le site destiné à recevoir les eaux issues des drains souterrains ?

Question 65* - Existe-t-il un bassin dans le site destiné à recevoir les eaux issues des drains souterrains ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Question 66 - Quelle proportion du site est ravinée[50] sans végétation[51] ?

Question 66 - Quelle proportion du site est ravinée sans végétation ?

Proportion du site ravinée sans végétation [ ] %.

Estimez la part du site qui est ravinée sans un couvert végétal permanent (en pourcentage, un chiffre après la virgule maximum). Pour ce faire, vous pouvez estimer la superficie du site ravinée sans végétation sur le terrain, puis retranscrire cela en pourcentage.

Exemples de ravines considérées comme sans végétation dans des zones humides.

a

b

c

[50] *Une ravine consiste en la détérioration, le creusement de la surface du sol, créée par l'écoulement des eaux, le bétail, l'activité humaine (piétinement, engins d'exploitations forestières, etc.). Les linéaires étroits de berges érodées au bord des cours d'eau ne sont pas considérés comme des ravines. Ces linéaires étroits de berges érodées au bord des cours d'eau sont renseignés dans la réponse donnée à la question 72.*

[51] *Sont considérées comme non végétalisées les ravines sans un couvert végétal permanent qui serait composé d'une strate herbacée et/ou arbustive et/ou arborée dense, non saisonnier et non clairsemé.*

Question 67* - Si des ravines sont présentes, des aménagements limitent-ils leur extension ?

Question 67* - Si des ravines sont présentes, des aménagements limitent-ils leur extension ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. [ ] Non. [ ]

2.3 Le système fluvial associé au site

Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial, alors répondez aux cinq questions qui suivent.

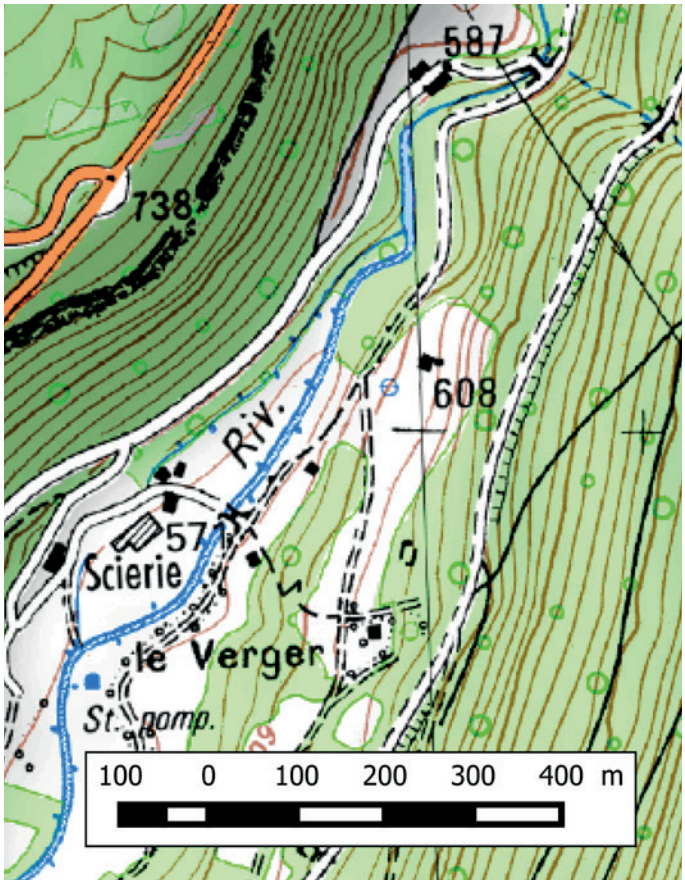
Question 68* - Le cours d'eau associé au site s'écoule-t-il complètement dans son talweg[52] ?

Question 68* - Le cours d'eau associé au site s'écoule-t-il complètement dans son talweg ?

Répondre par une X (un seul choix possible)

Oui. ☐ Non. ☐

Exemple d'un cours d'eau dont l'écoulement est dérivé en amont d'une scierie.



Fond de carte : SCAN 25®.

[52] Un talweg est une ligne de pente dans une vallée où se dirigent les eaux. Les écoulements dans les talwegs peuvent être totalement ou partiellement dérivés par exemple pour acheminer l'eau vers des ouvrages exploitant l'hydroélectricité.

Question 69 - Quelle est la hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau[53] ?

Question 69 - Quelle est la hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau ?

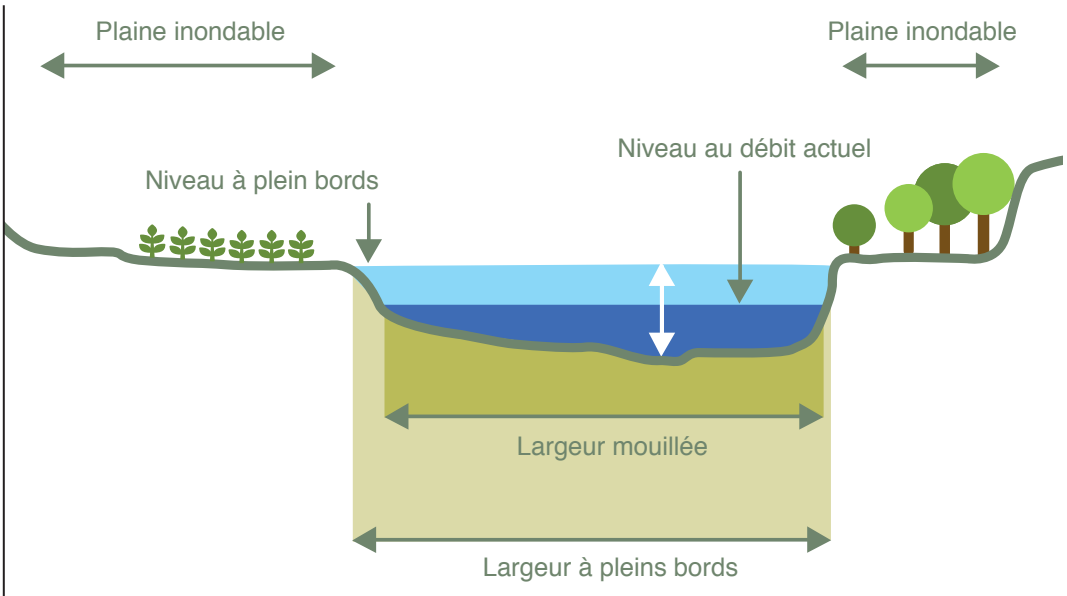
Répondre par une X (un seul choix possible)

< 0,2 m. ☐ [0,2 – 0,5 m[. ☐
[0,5 – 1 m[. ☐ [1 - 1,5m[. ☐
[1,5 - 2m]. ☐ > 2 m. ☐
Ne sais pas. ☐

Mesurez la profondeur à pleins bords du cours d'eau. Si le site est contigu au cours d'eau, mesurez la profondeur sur la rive du site. Si le site s'étend de part est d'autre du cours d'eau, mesurez la profondeur la plus faible.

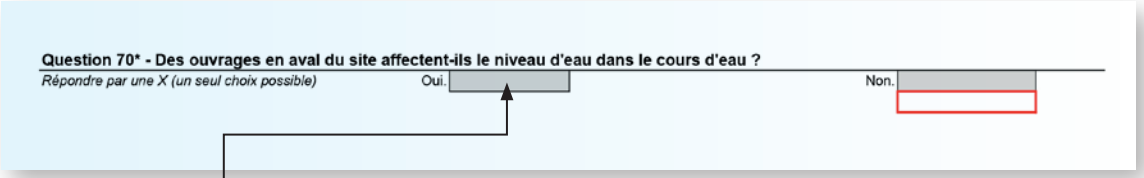
Si plusieurs cours d'eau sont associés au site (par ex. zone de confluence), alors notez la profondeur du cours d'eau le plus profond. Il ne faut pas prendre en compte les trous ponctuels dans le cours d'eau (par ex. correspondant au dessouchage d'un arbre) qui ne sont pas représentatifs de la hauteur maximale du niveau à pleins bords. Cochez la case « Ne sais pas » si vous n'êtes pas capable de renseigner la question (par ex. crues).

[53] La hauteur du niveau à pleins bords du cours d'eau est la différence entre le point le plus profond du cours d'eau dans son lit mineur et le niveau à plein bords.



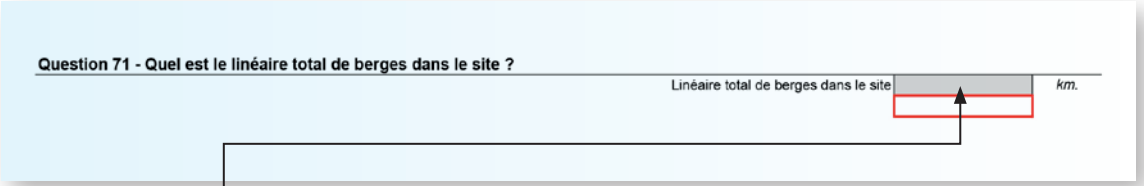
Représentation du lit d'un cours d'eau et du niveau à pleins bords. La hauteur maximale du niveau à plein bords à mesurer est indiquée par la double flèche blanche.

Question 70* - Des ouvrages en aval du site affectent-ils le niveau d'eau dans le cours d'eau ?



Ces ouvrages peuvent par exemple être des seuils, des vannes, des barrages hydro-électriques ou tout autre aménagement ayant vocation à rehausser le niveau de l'eau dans le lit mineur du cours d'eau.

Question 71 - Quel est le linéaire total de berges[54] dans le site ?



Si le site est contigu au cours d'eau ou s'étend de part et d'autre du cours d'eau, cartographiez approximativement le linéaire de berges sur le terrain. Mesurez ensuite le linéaire de berges (avec un décamètre, un GPS sur le terrain ou sur SIG à partir de la cartographie de terrain) pour répondre à la question (en kilomètre, trois chiffres après la virgule maximum).

Les berges sur le périmètre du site sont également prises en compte. Lorsqu'un site est de part et d'autre d'un cours d'eau, pensez à mesurer la longueur totale du linéaire de berges sur chaque rive.

[54] *Les berges sont les bords exhaussés des cours d'eau.*

Question 72 - Quelle est la longueur totale des berges occupées par les types d'aménagement ou les couverts végétaux[55] suivants ?

Question 72 - Quelle est la longueur totale des berges occupées par les types d'aménagement ou les couverts végétaux suivants ?

Type de couverts végétaux et d'aménagements sur la berge	Linéaire de berges occupées	
Matériaux naturels (par ex. ripisylves, prairies, opération de génie civile ancienne) avec un couvert végétal permanent et dense		*km*
Berges sans couvert végétal permanent dense (par ex. berges érodées avec le sol mis à nu, opération de génie végétal récente, cultures)		*km*
Enrochements, gabions et matelas-gabions		*km*
Matériaux artificiels (par ex. palplanches)		*km*

Si le site est contigu au cours d'eau ou s'étend de part et d'autre du cours d'eau, cartographiez approximativement le linéaire de berges selon les types d'aménagement ou les couverts végétaux sur le terrain. Mesurez ensuite le linéaire de berges (avec un décamètre, un GPS sur le terrain ou sur SIG à partir de la cartographie de terrain) pour répondre à la question (en kilomètre, trois chiffres après la virgule maximum).

La somme des linéaires renseignés doit être égale au linéaire renseigné dans la question précédente.

[55] Un couvert végétal permanent est un couvert végétal composé d'une strate herbacée et/ou arbustive et/ou arborée dense, non saisonnier et non clairsemé. Il occupe tout le bord exhaussé du cours d'eau.

2.4 La pédologie dans le site

Protocole pour réaliser les sondages pédologiques

Rappel : la méthode ne doit pas être appliquée lorsque le site est inondé et pendant ou peu de temps après une sécheresse. En effet, les relevés en rapport avec la pédologie sont sensibles aux phénomènes météorologiques extrêmes.

Vérifiez sur le terrain que les conditions à l'intérieur de chaque sous-ensemble homogène sont relativement homogènes (par ex. habitats EUNIS niveau 3, pratiques agricoles, topographie, battance, érosion, charge en cailloux).

Si un doute existe sur les effets d'un élément observé sur le terrain non détecté au bureau, modifiez la délimitation des sous-ensembles homogènes faite au bureau en tenant compte de cet élément.

Occasionnellement, il peut être nécessaire d'adapter le nombre de sondages préconisé, par exemple selon :

- le nombre de sous-ensembles homogènes et la superficie du site ;
- le résultat d'un sondage qui paraîtrait douteux sur le terrain (par ex. différences au sein d'un sous-ensemble homogène, incompréhension sur l'enchaînement des horizons), réalisez d'autres sondages pour comparer les résultats et comprendre la nature du problème (éventuellement nécessité de corriger les sous-ensembles homogènes).

1 - Premier carottage

a Evacuez la litière en surface du lieu où vous réaliserez le prélèvement.

a

b Enfoncez la tarière une première fois pour prélever le sol en surface.

Ne remplissez pas complètement la tarière pour ne pas tasser le prélèvement.

b

c Retirez la tarière du sol avec le prélèvement et nettoyez les contours du prélèvement en le raclant alors qu'il est encore dans la tarière.

c

d Puis démoulez le prélèvement dans la gouttière graduée.

d

2 - Deuxième carottage

a

a Alors que la tarière est au-dessus de la gouttière graduée (démoulage du premier carottage terminé), glissez-la sur la gouttière graduée jusqu'à la profondeur à laquelle vous réaliserez le deuxième sondage. Prévoyez de ne pas remplir complètement la tarière lors du deuxième carottage pour ne pas tasser le prélèvement.

Matérialisez la profondeur à laquelle vous souhaitez réaliser le prochain sondage avec un élastique sur la barre de la tarière. Cela évite de réaliser le prochain prélèvement à une trop grande profondeur et de tasser le prélèvement.

b

b Enfoncez la tarière dans le sol une seconde fois pour prélever le sol jusqu'à la profondeur indiquée par l'élastique.

c

c Retirez la tarière du sol avec le prélèvement.

Nettoyez les contours du prélèvement en le raclant alors qu'il est encore dans la tarière.

Positionnez la tarière sur la gouttière graduée en vous aidant de l'élastique. Retirez l'excédent éventuel qui se superpose au carottage déjà présent dans la gouttière graduée en vous aidant de l'élastique, puis démoulez le prélèvement dans la gouttière graduée.

3 - Carottages suivants

Répétez la procédure indiquée pour réaliser le deuxième carottage en essayant de parvenir à une profondeur de 1,2 m. Si vous buttez sur un caillou avant d'atteindre 1,2 m, se déplacer de quelques mètres et faire un nouveau sondage pour vérifier la profondeur du sol. Il y aura lieu de retenir le sondage le plus profond réalisé. Tous les carottages alignés dans la gouttière graduée reconstituent le profil du sol. Les mesures de profondeur sont réalisées du haut vers le bas du sondage.

Attention à ouvrir les carottages dans la longueur pour identifier les traits d'hydromorphie.

Question 73 - Quelles sont les caractéristiques de chaque sondage pédologique ?

Question 73 - Quelles sont les caractéristiques de chaque sondage pédologique ?

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés* ***de chaque sous-ensemble homogène*** *doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique	Coordonnées géographiques (GPS)	1 Valeur du pH	2 Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par exemple en vertisols), ne pas renseigner.*				3 Epaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière. *Absent (0 cm) si traits d'hydromorphie H.*	4 Epaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	5 Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules. **Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse; "SL" pour sablo-limoneuse; "LS" pour limono-sableuse; "L" pour limoneuse; "LA" pour limono-argileuse; "AL" pour argilo-limoneuse; "A" pour argileuse						6 **Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique; "TM" pour mésique; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**						N° des photos réalisées sur le sondage ET sur l'habitat correspondant
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Réductiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Réductiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques apparaissent entre 0,8 et 1,2 m			[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]	
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique (par ex. inondations). ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																				
Exemple																							
1	*30*	*D2.2*	*1*	*N 46°17'16" E 5°09'30"*	*6*	*X*				*0*	*0*	*TF*	*TF*	*TF*	*TM*	*TM*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1234, 1235, 1236*
1	*30*	*D2.2*	*2*	*N 46°17'17" E 5°09'30"*	*5*	*X*				*0*	*0*	*TF*	*TF*	*TM*	*TM*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1237, 1238, 1239*
2	*70*	*G1.4*	*3*	*N 46°17'17" E 5°09'29"*	*5*			*X*		*22*	*0*	*LA*	*LA*	*LA*	*AL*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*C*		*1240, 1241, 1242*
2	*70*	*G1.4*	*4*	*N 46°17'19" E 5°09'31"*	*6*			*X*		*35*	*0*	*LA*	*LA*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1243, 1244, 1245*
			1																				
			2																				
			3																				
			4																				
			5																				
			6																				
			16																				
			17																				
			18																				
			19																				
			20																				
		%	Somme doit être égale à 100																				

Ce tableau est prévu pour au maximum 20 sondages pédologiques et un maximum de 15 sous-ensembles homogènes.
Au-delà des problèmes surviennent dans la représentation des résultats.

Prenez le temps de réaliser les différentes mesures, il ne s'agit pas de faire ces relevés le plus rapidement possible.

Le tableau dans le tableur est prévu pour au maximum 20 sondages pédologiques et un maximum de 15 sous-ensembles homogènes. Au-delà des problèmes surviennent dans la représentation des résultats.

Renseignez le tableau en répondant aux 7 questions (repérées par des puces numérotées ci-dessus) qui sont détaillées dans les pages suivantes.

Pour rappel : les caractéristiques pédologiques d'un sous-ensemble homogène doivent être relativement homogènes. Si les sondages d'un sous-ensemble homogène sont très différents, alors il y a lieu de revoir la délimitation des sous-ensembles homogènes. Si un sondage semble « étrange », alors il y a lieu de ne pas le prendre en compte.

Quel est le pH du sol en surface du sondage pédologique ? 1

Faites un prélèvement dans les 15 premiers centimètres en surface du sondage pédologique en le raclant sur cette épaisseur du haut vers le bas.

Mesurez le pH sur le prélèvement de sol en respectant scrupuleusement la procédure recommandée dans l'outil (par ex. temps nécessaire pour lire le pH avec les réactifs colorés) que vous avez choisi (bandelettes, réactifs colorés, etc.). Si des mesures de pH sont répétées dans le temps, utilisez toujours le même outil de mesure du pH.

Quel trait d'hydromorphie est présent dans le sondage pédologique ? 2

Identifiez les traits d'hydromorphie présents dans le sondage. Si les carottages sont compacts, cassez-les en deux pour observer les traits d'hydromorphie.

Les critères pour reconnaître les trois traits d'hydromorphie (rédoxiques, réductiques et histiques) sont les suivants.

- **Traits rédoxiques**. Ils sont souvent associés à une nappe temporaire (par ex. défaut d'infiltration des eaux de pluie dû à des horizons peu perméables). **Ils se reconnaissent à la présence de taches ou accumulations de couleur rouille, ou nodules ou films bruns ou noirs, ou taches de couleur blanchâtre pâle qui couvrent au total plus de 5% de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale cette dernière couleur pouvant représenter jusqu'à 100% de l'horizon (aidez-vous de l'illustration page 94 pour l'estimation)**. Ils sont considérés comme présents quand ils apparaissent (1) à une profondeur < 0,25 m et qu'ils se prolongent ou s'intensifient en profondeur, ou (2) quand ils apparaissent à une profondeur < 0,5 m et qu'ils se prolongent ou s'intensifient en profondeur et des traits réductiques apparaissent entre 0,8 et 1,2 m[56].

© G. Gayet - MNHN

© G. Gayet - MNHN

Exemples d'accumulations de couleur rouille et de traces grises de décoloration considérées comme des traits d'hydromorphie rédoxiques sur deux sondages. Le haut du profil est à droite.

[56] Classes d'hydromorphie IVd, Va, Vb, Vc et Vd du Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (1981), soit les rédoxisols selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

- **Traits réductiques.** Ils sont souvent associés à une nappe permanente (par ex. accumulations des écoulements en contexte alluvial ou de bas-fonds). **Ils se reconnaissent à leur couleur uniforme verdâtre ou bleuâtre sur 95 % à 100 % de la surface de l'horizon (aidez-vous de l'illustration page 94 pour l'estimation)**. Exposée à l'air, cette couleur peut disparaître. Ils sont considérés comme présents quand ils apparaissent à une profondeur ≤ 0,5 m[57].

[57] Classes d'hydromorphie VIc et d du Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (1981), soit les réductisols selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

© G. Gayet - MNHN

© G. Gayet - MNHN

Exemples d'horizons de couleur bleuâtre relativement uniforme considérés comme des traits d'hydromorphie réductiques sur deux sondages. Le haut du profil est à droite.

- **Traits histiques. Ils se reconnaissent souvent à leur couleur noirâtre-brune mais surtout à la présence quasiment exclusive de matière organique sur un horizon superficiel d'au moins 0,1 m d'épaisseur[58].** Notez qu'ici on considère les traits histiques comme étant présents dés que leur épaisseur en surface est d'au moins 0,1 m.

[58] Classes d'hydromorphie H du Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (1981), soit les histosols selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

© G. Gayet - MNHN

© G. Gayet - MNHN

Exemples d'accumulations de matière organique considérées comme des traits d'hydromorphie histiques sur deux sondages. Le haut du profil est à droite. Sur le sondage du haut les horizons histiques occupent tout le sondage, alors que sur celui du bas, ils n'occupent qu'environ la moitié du sondage.

Quelle est l'épaisseur totale de l'épisolum humifère[59] (horizons O+A) sur le sondage pédologique ? 3

Si les carottages sont compacts, cassez-les en deux pour observer la couleur de l'épisolum humifère. Après avoir fait le test de pH, humidifiez le sondage avec un spray (sans le détremper) sur toute la longueur pour que la couleur du sondage soit constante quelles que soient les conditions d'humidité.

Vous pouvez alors faire au moins une photo du sondage et au moins deux autres photos des habitats alentours.

L'horizon A possède des valeurs (« *values* ») comprises entre 2 et 5 et des *chromas* comprises entre 0 et 4 sur la charte des couleurs Munsell® d'après Baize et Girard (2009). Faites glisser une feuille (« 7,5YR », « 10YR » ou « 2,5Y ») de la charte des couleurs Munsell® sur le sondage pédologique de la surface vers la profondeur. Mesurez la profondeur où les valeurs deviennent supérieures à 5 et/ou les chromas supérieures à 4 sur la charte des couleurs Munsell®. L'épaisseur de l'épisolum humifère correspond à la profondeur où ce changement est observé.

[59] L'épisolum humifère se reconnaît à la couleur plus sombre des horizons qui le constituent en surface que la couleur des horizons plus profonds. La litière (débris foliaires ligneux reconnaissables à l'œil nu avec très peu de matières organiques fines) fait partie de l'épisolum humifère mais elle n'est pas prise en compte ici (caractère temporaire selon la phénologie).

© G. Gayet - MNHN

Profils de sols avec des épisolums humifères d'épaisseurs variables. Le haut du profil est à droite des photos. L'épisolum humifère correspond aux horizons avec une couleur brune en surface des sondages pédologiques.

Quelle est l'épaisseur de l'horizon A enfoui[60] (Ab) sur le sondage pédologique ? 4

Si un horizon humifère enfoui est présent dans le sondage, faites glisser une feuille de la charte des couleurs Munsell® (« 7,5YR », « 10YR » ou « 2,5Y ») sur le sondage pédologique de la surface vers la profondeur. Mesurez la profondeur où les valeurs sont à nouveau comprises entre 2 et 5 et les *chromas* sont à nouveau comprises entre 0 et 4. Plus en profondeur, mesurez ensuite la profondeur à laquelle les valeurs deviennent supérieures à 5 et/ou les chromas supérieures à 4 sur la charte des couleurs Munsell®. La différence entre les deux profondeurs mesurées correspond à l'épaisseur de l'horizon Ab.

[60] Parfois, un horizon humifère est enfoui dans le sol (Ab) suite à un remblai ou à son recouvrement par des dépôts de sédiments lors d'une crue par exemple. Il possède les caractéristiques spécifiées dans la question ci-avant sur la charte des couleurs Munsell®, mais il est déconnecté de la surface.

© G. Gayet - MNHN

© N. Patry - Biotope

Profils de sols avec un horizon A enfoui (Ab). Le haut du profil est à droite des photos. L'horizon Ab correspond à l'horizon avec une couleur brune en profondeur dans les sondages pédologiques.

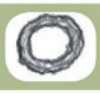
Quelle est la texture du sol dans le sondage pédologique ? 5

Dans les horizons qui ne sont pas histiques (tourbe), suivez la procédure ci-après pour identifier leur texture (inspiré de FAO 2011) en prenant impérativement votre temps pour l'identification :

- dans chaque horizon du sondage pédologique (identifiable par sa couleur et son aspect général), prélevez un fragment de sol dans une main. Si le prélèvement de sol est trop sec pour être malaxé, humidifiez le légèrement, avec un spray à eau, jusqu'à ce qu'il ait une consistance ferme et solide. Veillez à éliminer les cailloux, petits cailloux et racines du prélèvement ;
- chaque prélèvement de sol est ensuite roulé en boule et la texture est déterminée selon la capacité à réaliser avec cette boule la forme la plus complexe possible (voir tableau ci-après). La forme la plus simple est celle associée à la texture sableuse et la plus complexe est celle associée à la texture argileuse ;
- si vous ne parvenez pas à faire la forme la plus complexe, renouvelez la procédure une seconde fois ;
- retenez la forme la plus complexe que vous réalisez pour identifier la texture du prélèvement et de l'horizon correspondant.
- reportez l'information sur la texture avec un intervalle de 10 cm. Si deux informations sont à cheval sur un intervalle (par ex. sableux entre 10-15 cm et limono-sableux entre 15-20 cm) reportez toujours l'information la plus proche de la surface dans l'intervalle (sableux dans l'intervalle]10-20 cm] du tableau pour l'exemple pré-cité).»

Si le sol est très engorgé, la réalisation des différentes formes peut être compliquée. Il est conseillé de prendre des échantillons de sol sur le site, de les stocker dans des sacs plastiques et de les numéroter, pour les faire légèrement sécher et tenter la réalisation des formes plus tard.

Test à réaliser manuellement sur des prélèvements de sols pour déterminer la texture de chaque horizon non histique (tourbe) dans un sondage pédologique (adapté de FAO 2011).

OBSERVATIONS	CLASSES DE TEXTURE
Le prélèvement est désagrégé et peut seulement être accumulé sous la forme d'un tas de sable pyramidale.	Sableuse
Le prélèvement peut être mis sous la forme d'une boule qui se désagrège facilement.	Sablo-limoneuse
Le prélèvement peut être roulé sous la forme d'un court cylindre.	Limono-sableuse
Le prélèvement peut être roulé sous la forme d'un cylindre d'une longueur d'environ 14 cm qui casse lorsqu'il est tordu.	Limoneuse
Le prélèvement peut être roulé sous la forme d'un cylindre d'une longueur approximative de 14 cm qui ne casse pas lorsqu'il est tordu.	Limono-argileuse
Le prélèvement peut être mis sous la forme d'un cercle mais avec des craquelures.	Argilo-limoneuse
 Le prélèvement peut être mis sous la forme d'un cercle sans craquelures.	Argileuse

Quelles sont les caractéristiques des horizons histiques[61] (tourbe) sur le sondage pédologique ? 6

Un horizon ne peut pas être à la fois dans l'épisolum humifère ou un horizon A enfoui (questions précédentes) et un horizon histique. Il ne peut être que l'un des trois.

Suivez la procédure ci-après (inspirée de Baize et Girard 2009) pour identifier le type d'horizon histique dans chaque horizon histique qui vous paraît homogène dans le sondage (identifiable par la texture et la couleur principalement).

a Prélevez du matériau dans l'horizon en veillant à ne pas prendre du bois.

a

b Faites une boulette dans votre main en roulant le prélèvement **sans le compresser**. La boulette doit faire 4 cm de diamètre environ. Vous pouvez vérifier son diamètre sur les graduations de la gouttière.

b

c Détrempez la boulette dans la tasse avec de l'eau sans que la boulette ne se désagrège complètement.

c

d Pressez la boulette dans votre main et récupérez le liquide dans une coupelle blanche.

d

[61] *Les horizons histiques sont souvent reconnaissables à leur couleur noirâtre-brune et à la **présence quasiment exclusive de matière organique**. Parfois, aucun horizon histique n'est apparent à la surface d'un sondage, mais il peut être enfoui plus en profondeur (sous un horizon non histique) et donc être déconnecté de la surface.*

e et **f** D'après l'observation du matériau qui est restée dans votre main et la couleur de l'eau dans la coupelle, identifiez le type d'horizon histique :

- si l'eau dans la coupelle est limpide à turbide mais sans matériau solide, le résidu restant dans la paume de votre main correspond à des végétaux pas ou très peu décomposés, ou de consistance fibreuse à légèrement granuleuse, moins de 1/3 du prélèvement est passé entre vos doigts durant la compression → Horizon fibrique ;
- si l'eau récupérée dans la coupelle est turbide, avec un peu de matière solide, à boueuse, que 1/3 à 2/3 de la matière solide passe entre les doigts → Horizon mésique ;
- si presque tout (plus de 2/3) ou tout le prélèvement passe entre les doigts durant la compression, et qu'il reste peu ou pas de matériau dans la paume. La structure des végétaux est rarement reconnaissable → Horizon saprique.

Si vous avez des doutes répétez cette procédure plusieurs fois sur le même horizon. Dans les horizons histiques assainis ou labourés, remaniés, il est conseillé de ne pas réaliser ces relevés et de ne pas renseigner de valeur en réponse à cette question.

e

f

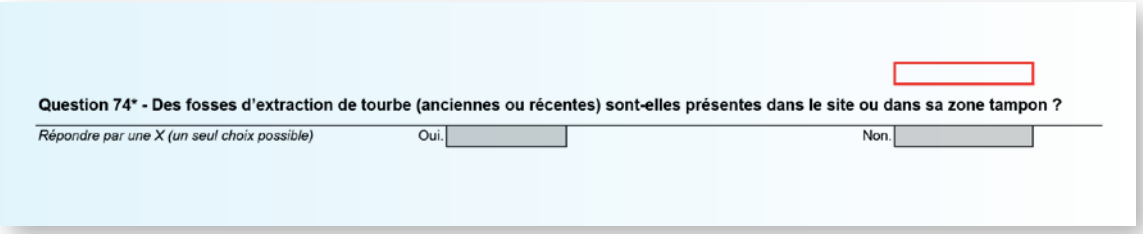
Reportez l'information sur le type d'horizon histique avec un intervalle de 10 cm. Si deux informations sont à cheval sur un intervalle (par ex. fibrique entre 10-15 cm et mésique entre 15-20 cm) reportez toujours l'information la plus proche de la surface dans l'intervalle (fibrique dans l'intervalle]10-20 cm] du tableau pour l'exemple pré-cité).

Il peut y avoir plusieurs types d'horizons histiques dans un même sondage.

2.5 Autres

Si tout ou partie des sous-ensembles homogènes contient des horizons histiques (tourbe), alors répondez à la question suivante.

Question 74* - Des fosses d'extraction de tourbe (anciennes ou récentes) sont-elles présentes dans le site ou dans sa zone tampon ?


Question 74* - Des fosses d'extraction de tourbe (anciennes ou récentes) sont-elles présentes dans le site ou dans sa zone tampon ?

Répondre par une X (un seul choix possible) Oui. Non.

Attention

Source d'information

Procédure

Note

Informations à renseigner **au bureau suite** aux prospections sur le terrain

3

3.1 Météorologie

Question 75* - Quelle est la somme des précipitations durant les 10 jours précédant votre visite ?

Question 75* - Quelle est la somme des précipitations durant les 10 jours précédant votre visite?

Somme des précipitations 10 jours avant la visite sur le terrain _____ *mm.*

Site de METEO FRANCE (http://www.meteofrance.com/climat/meteo-datepassee) pour connaître les précipitations sur la station la plus proche du site (à indiquer en millimètre, un chiffre après la virgule maximum).

3.2 Les habitats dans le site

Question 76 - Quelle est la longueur totale des limites[62] entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site ?

Question 76 - Quelle est la longueur totale des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site ?

Longueur totale des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site _____ *km.*

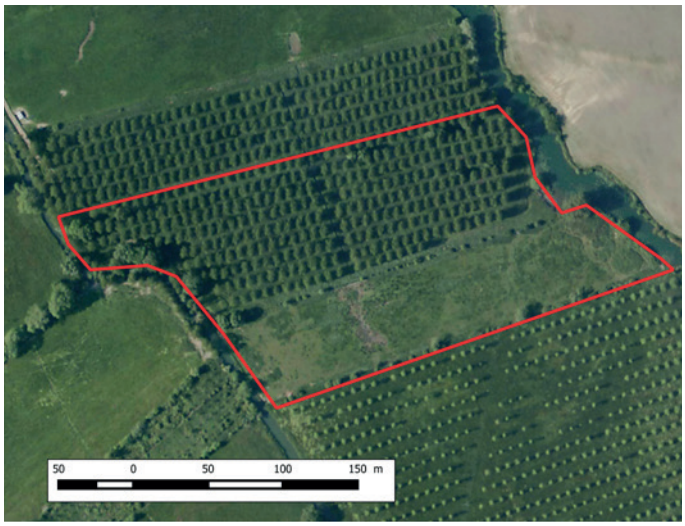
BD ORTHO®.

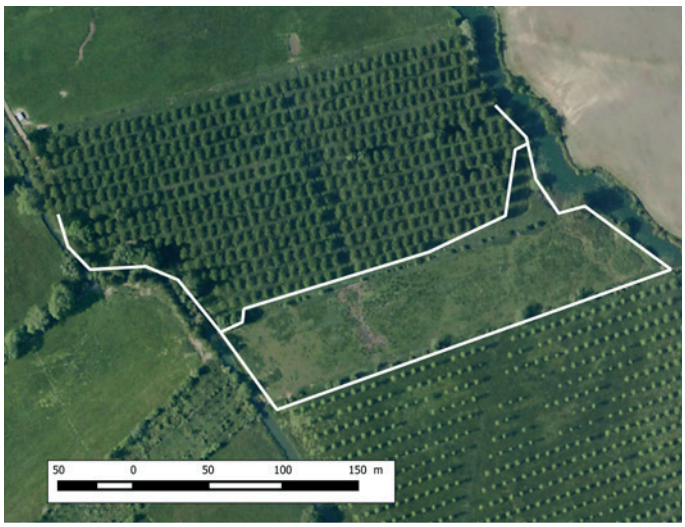
[62] *Les limites correspondent aux écotones ou lisières entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3. L'objectif est de mesurer ces limites dans le site et sur le périmètre du site.*

Mesurez le linéaire total des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 sur tout le site, y compris sur les limites qui sont sur le périmètre du site (à indiquer en km, trois chiffres après la virgule maximum) et faites le total.

Les limites avec les unités d'habitats à l'extérieur du site ne sont prises en compte que si la superficie des unités d'habitats à l'extérieur du site est supérieure ou égale à la surface minimale cartographiable que vous avez choisie en répondant à la question 38.

Limites entre les unités d'habitat EUNIS niveau 3 (lignes blanches) d'un site (polygone au contour rouge sans trame de fond).





Fond de carte : BD ORTHO®.

Question 77 - Quel est le nombre total d'unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site ?

Question 77 - Quel est le nombre total d'unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site ?

Nombre total d'unités d'habitats EUNIS niveau 1 dans le site

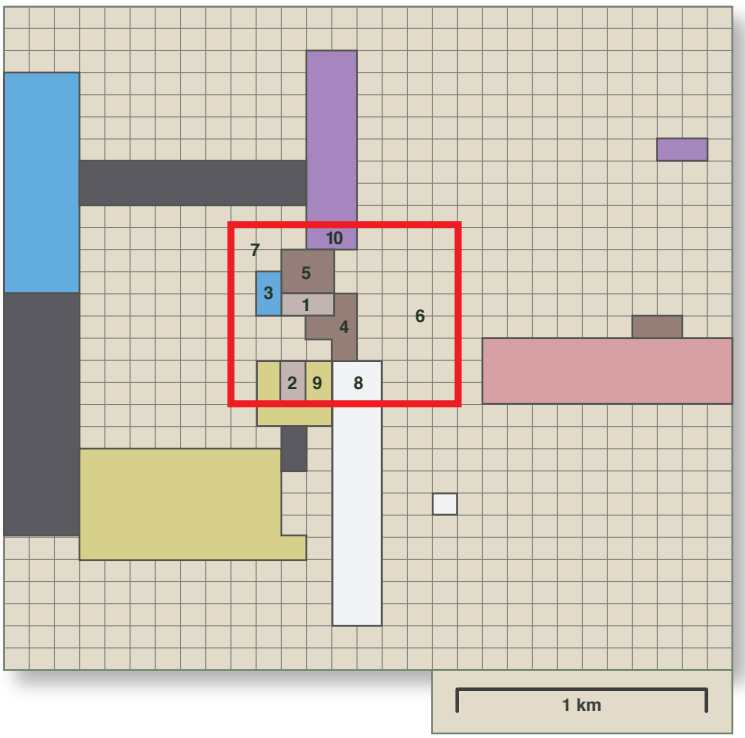
BD ORTHO®.

Comptez le nombre total d'unités d'habitats **EUNIS niveau 1**. Reportez-vous à l'illustration ci-contre pour savoir comment procéder au comptage du nombre total d'unités d'habitats EUNIS niveau 1. Aidez-vous de la description des habitats EUNIS niveau 3 faites en répondant à la question 39.

Si un habitat EUNIS niveau 1 est détecté dans le site mais qu'il est en plusieurs unités d'habitat disjointes, prendre en compte chaque unité d'habitat disjointe comme une unité d'habitat à part entière, même si la superficie d'une unité d'habitat est inférieure à la surface minimale cartographiable choisie en répondant à la question 38.

Habitats EUNIS niveau 1 dans un site (polygone au contour rouge sans trame de fond).

Chaque couleur représente un habitat EUNIS niveau 1 dans le site (n = 7 sur cet exemple). Chaque numéro indique une unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site (n = 10 sur cet exemple).



Question 78 - Quelle est la somme des distances entre chaque unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site et l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans le paysage ?

Question 78 - Quelle est la somme des distances entre chaque unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site et l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans le paysage ?

Somme des distances entre chaque unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site et l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans le paysage *km.*

BD ORTHO®.

Premièrement, mesurez la distance entre le périmètre de l'ensemble de l'unité d'habitat **EUNIS niveau 1** qui est dans le site et le périmètre de l'ensemble de l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans un rayon de 1 km. Il y a deux principaux cas qui se présentent :

- **l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 est entièrement dans le site**. Mesurez la distance entre son périmètre et le périmètre de l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche dans un rayon de 1 km (cas de l'unité d'habitat 1, 2, 3, 4 et 5, sur l'illustration ci-après).

  Si l'unité d'habitat EUNIS similaire niveau 1 la plus proche est à plus de 1 km, la distance à renseigner pour l'unité d'habitat est de 1 km.

- **l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 est partiellement dans le site, elle se prolonge à l'extérieur du site**. Mesurez la distance entre son périmètre dans son ensemble et le périmètre de l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche, dans un rayon de 1 km (cas de l'unité d'habitat 6, 7, 8, 9 et 10, sur l'illustration ci-après) :

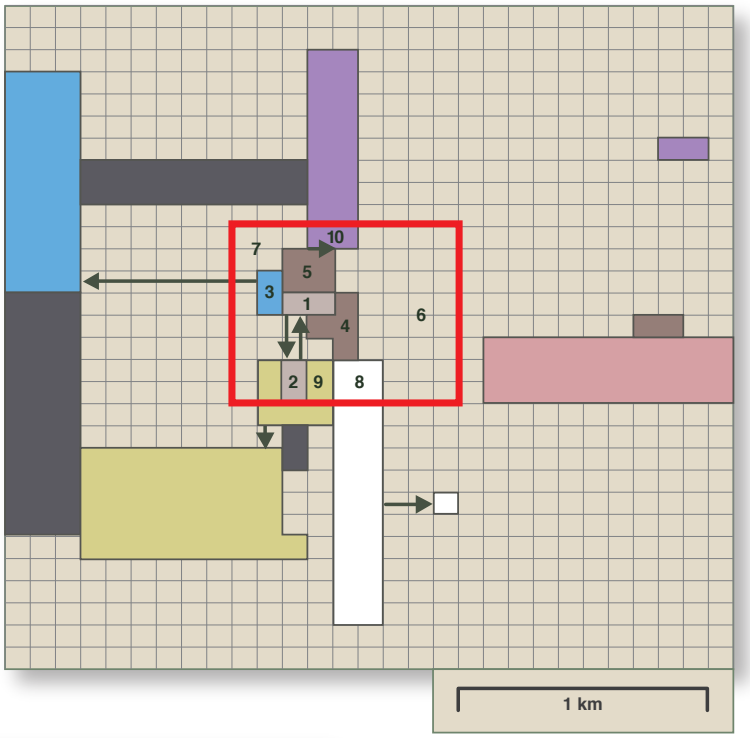
  - si l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche est à plus de 1 km, la distance à renseigner pour l'unité d'habitat est de 1 km (cas de l'unité d'habitat 10, sur l'illustration ci-après) ;
  - si vous n'arrivez pas à déterminer l'unité d'habitat EUNIS niveau 1 similaire la plus proche (cas des très grandes unités d'habitats EUNIS niveau 1 comme les grandes prairies en zone alluviale, les grands massifs forestiers en montagne, etc.), la distance à renseigner pour l'unité d'habitat est de 0 km (cas de l'unité d'habitat 6, sur l'illustration ci-après).

Dans tous les cas, la mesure de distance pour une unité d'habitat ne peut jamais être supérieure à 1 km.

Deuxièmement, faites la somme des distances mesurées (en kilomètre, trois chiffres après la virgule maximum) pour répondre à la question.

Habitats EUNIS niveau 1 dans un site (polygone au contour rouge sans trame de fond).

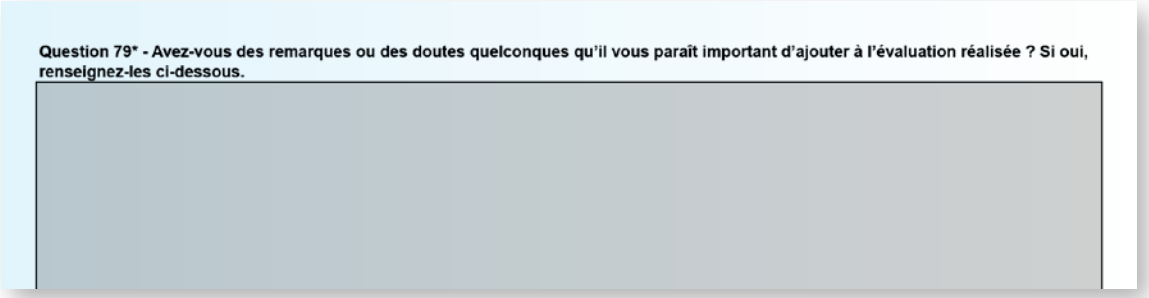
Chaque couleur représente un habitat EUNIS niveau 1 dans le site (n = 7 sur cet exemple). Chaque numéro indique une unité d'habitat EUNIS niveau 1 dans le site (n = 10 sur cet exemple). Chaque flèche indique la distance mesurée entre une unité d'habitat dans le site et l'unité d'habitat similaire la plus proche.

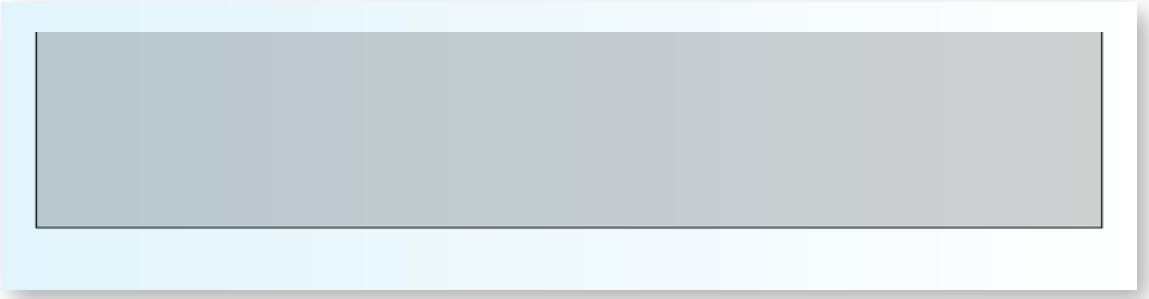


Unité d'habitat	Distance en km
1	0,2
2	0,2
3	0,7
4	0
5	0
6	0
7	0,1
8	0,2
9	0,1
10	1

3.3 Autres

Question 79* - Avez-vous des remarques ou des doutes quelconques qu'il vous paraît important d'ajouter à l'évaluation réalisée ? Si oui, renseignez-les ci-dessous.





PARTIE C

L'interprétation du résultat pas à pas

Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides

1 **Parti-pris** pour la représentation des résultats à l'issue de l'application de la méthode 170

2 **Utilisation** du tableur 171

3 **Approche globale préconisée** pour évaluer des mesures de compensation 173

4 **L'évaluation** des mesures de compensation **pas à pas** 175

Bibiographie 185

1 **Parti-pris** pour la représentation des résultats à l'issue de l'application de la méthode

À l'issue de l'évaluation, beaucoup de méthodes d'évaluation des fonctions des zones humides attribuent un score final (par ex. HGM de Smith *et al.* 1995) ou une classe d'importance (par ex. très forte, forte, moyenne) aux fonctions réalisées (par ex. WET d'Adamus *et al.* 1991). L'avantage de ces rendus réside dans la possibilité d'avoir une information synthétique. En revanche, les inconvénients associés à ces rendus sont nombreux et semblent largement l'emporter sur cet avantage. Ces problèmes sont cités de manière non exhaustive ci-après :

- difficulté à faire le lien entre le score obtenu et les processus en cours dans le site ;
- difficulté à identifier et comprendre quels sont les éléments qui participent à la réussite ou l'échec d'un programme de restauration ou de réhabilitation sur la base d'un simple score ;
- difficulté à comprendre les raisons sous-jacentes à une modification du score final, à un changement de classe ou à partir de quand les changements deviennent significatifs.

Dans ce contexte, l'utilisation de scores rend donc difficile les comparaisons entre sites à un instant *t* ou sur un même site au cours du temps. On citera aussi l'inconvénient de combiner des notes sur des mécanismes de natures diverses dans les zones humides (par ex. mesure de pH, de la rugosité du couvert végétal, description des types de couverts végétaux), mesurés avec des métriques différentes et dont les variations ne sont donc pas comparables sur une échelle commune. Cole (2006) avance par exemple qu'un lien flou réside entre la modélisation de l'HGM et les fonctions mesurables des écosystèmes, suggérant de proscrire l'emploi d'indicateurs emboîtés difficilement interprétables en termes de fonctions et de mieux comprendre les relations entre structure du système et fonctions réalisées pour les révéler au travers de telles évaluations.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, l'emploi de scores globaux ou de classes d'importance pour qualifier l'intensité probable de chaque sous-fonction à l'issue d'une évaluation est proscrit dans la méthode présentée dans ce guide. **Avec cette méthode, le résultat de l'évaluation est plutôt restitué indicateur par indicateur pour garder un maximum de proximité entre la mesure réalisée par l'observateur sur le site et la valeur de l'indicateur. Cela permet de conserver une plus grande lisibilité du résultat de l'évaluation et donc de mieux comprendre les raisons pour lesquelles l'intensité vraisemblable d'une sous-fonction varie dans le temps. À terme, cela permet d'identifier plus facilement des actions écologiques à mettre en œuvre dans le cadre de la séquence « éviter, réduire, compenser ».** Des indications sont données ci-après pour faciliter l'interprétation et l'appropriation des résultats obtenus avec le tableur associé à la méthode.

2 Utilisation du tableur

Le tableur est développé sur Microsoft® Excel® 2010. Une version de ce tableur utilisable sur un logiciel libre de droit pourrait paraître dans le futur. Le tableur contient 11 feuilles.

Il n'y a aucune garantie sur le résultat fourni après une évaluation en cas d'utilisation du tableur avec un autre logiciel que Microsoft® Excel® 2010.

Six feuilles destinées à réaliser l'évaluation

Sur le site impacté :

- la feuille Eval-Avant impact permet de saisir l'évaluation réalisée avant impact (état initial) ;
- la feuille Eval-Avec impact envisagé permet de simuler l'incidence de l'impact envisagé à la suite du projet d'aménagement ;
- la feuille Eval-Après impact permet de saisir l'évaluation réalisée après impact.

Sur le site de compensation :

- la feuille Eval-Avant action écologique permet de saisir l'évaluation réalisée avant action écologique (état initial) ;
- la feuille Eval-Avec act. écol. envisagée permet de simuler l'effet de l'action écologique ;
- la feuille Eval-Après action écologique permet de saisir l'évaluation réalisée après action écologique.

Trois feuilles destinées à rendre compte du résultat des évaluations sous la forme de tableaux et de figures

- **La feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. rend compte du résultat de l'évaluation sous une forme synthétique. Dans cette feuille, trois tableaux sont automatiquement mis à jour, à savoir (voir description section 4 p. 75) :**
  - **tableau 1 - Diagnostics de contexte du site avant impact et du site de compensation :** ce tableau permet de vérifier que les principes de proximité géographique et d'équivalence (mêmes composantes de milieux, Annexe 4 p. 60) sont bien réunis sur le site impacté et le site de compensation. Il permet ainsi d'identifier s'il est possible ou non, avec cette méthode, d'évaluer l'efficacité fonctionnelle des actions écologiques envisagées ou mises en œuvre et la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle entre le site impacté et le site de compensation ;

- **tableau 2 - Synthèse sur l'équivalence fonctionnelle par fonction dans les sites :** ce tableau présente les diagnostics fonctionnels, avec pour chaque fonction les résultats à l'issue des évaluations réalisées sur le site impacté et le site de compensation. Il permet d'évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle entre le site impacté et le site de compensation (principes d'équivalence, d'efficacité et d'additionnalité écologique, Annexe 4 p. 60) ;
- **tableau 3 - Synthèse sur l'équivalence fonctionnelle par indicateur dans les sites :** ce tableau présente les diagnostics fonctionnels, avec les résultats des évaluations déclinés par indicateur (principes d'équivalence, d'efficacité et d'additionnalité écologique, Annexe 4 p. 60).

Ces trois tableaux peuvent éventuellement être utilisés par l'observateur pour analyser et/ou rendre compte des résultats de la mise en œuvre de mesures de compensation auprès des parties prenantes qu'elles aient un profil technique ou non (par ex. élus).

■ **Les feuilles** DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 **et** DETAILS EVAL. EQ. FCT.2 **donnent un aperçu plus détaillé du résultat de l'évaluation :**

- les résultats présentés sur la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 permettent d'évaluer l'efficacité des actions écologiques envisagées ou mises en œuvre et de comprendre en détail les raisons pour lesquelles des pertes fonctionnelles, des gains fonctionnels, des déclins fonctionnels ont lieu pour tel ou tel indicateur ;
- les résultats présentés sur la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.2 permettent d'évaluer l'équivalence fonctionnelle vraisemblable des mesures de compensation envisagées ou mise en œuvre et de comprendre les raisons pour lesquelles l'équivalence fonctionnelle est atteinte ou non pour tel ou tel indicateur.

Ces deux dernières feuilles sont davantage destinées à un public technique.

Une feuille pour l'interface du tableur où tous les calculs sont réalisés

L'observateur n'a pas nécessairement besoin de consulter la feuille Calcul auto. durant une évaluation pour comprendre les résultats obtenus. Toutefois, un observateur qui souhaiterait compléter l'évaluation avec d'autres indicateurs, sous réserve de bien respecter les règles énoncées dans Gayet *et al.* (2016), peut le faire avec cette feuille.

Une feuille permettant à l'observateur de récupérer toutes les informations renseignées dans les six feuilles précitées et les valeurs des indicateurs calculés.

L'utilisation de la feuille DONNEES n'est pas nécessaire durant une évaluation. Les informations présentes dans cette feuille peuvent cependant permettre à un observateur de faire des analyses complémentaires.

3 Approche globale préconisée pour évaluer des mesures de compensation

Le tableur peut être utilisé de différentes manières pour évaluer le résultat de la mise en œuvre des mesures de compensation. La plus complète consiste à :

- évaluer avant impact et avant action écologique ;
- simuler l'incidence de l'impact envisagé et de l'action écologique envisagée ;
- puis évaluer après impact et après action écologique.

Cette approche constitue celle à laquelle les parties prenantes qui interviennent dans la mise en œuvre des mesures compensatoires sont le plus classiquement confrontées. Cela correspond donc le plus souvent à l'itinéraire à suivre par les maîtres d'ouvrage qui mettent en œuvre des mesures compensatoires. Dans ce cas-ci, l'évaluation se déroule donc en trois phases successives.

Évaluation de l'état initial sur le site impacté avant impact et de l'état initial sur le site de compensation avant action écologique

Cette première phase implique l'utilisation de la feuille **Eval-Avant impact** et de la feuille **Eval-Avant action écologique** pour réaliser les états initiaux des 2 sites.

Simulation du résultat de l'évaluation sur le site impacté avec impact envisagé et sur le site de compensation avec action écologique envisagée

Il s'agit pour l'observateur de répondre aux questions posées dans la fiche d'évaluation en tenant compte des propriétés du site avant impact et avant action écologique et de l'incidence vraisemblable de l'aménagement et des effets des actions écologiques mises en œuvre sur ces propriétés.

Pratiquement, cela implique pour l'observateur de reporter les réponses aux questions de l'état initial dans les feuilles **Eval-Avec impact envisagé** et **Eval-Avec act. écol. envisagée**, puis de simuler l'incidence de l'aménagement sur le site impacté et/ou de l'action écologique sur le site de compensation. Cette simulation a principalement deux intérêts :

- vérifier qu'après la mise en œuvre des mesures de compensation, les deux sites présenteront vraisemblablement un diagnostic de contexte similaire (il s'agit, notamment, de vérifier que la composition des habitats EUNIS niveau 3 est similaire sauf dans le cas d'habitats très artificialisés, voir Encadré 8 p. 45). Si tel est le cas, il sera alors possible de comparer les fonctions entre les deux sites à l'issue de la mise en œuvre des mesures de compensation ;
- fournir un aperçu fictif, de l'efficacité vraisemblable des actions écologiques et de l'équivalence fonctionnelle entre le site impacté et le site de compensation à l'issue de la mise en œuvre des mesures compensatoires.

Évaluation de l'incidence de l'aménagement sur le site impacté après impact et des effets de l'action écologique sur le site de compensation après action écologique

Cette 3e phase implique l'utilisation des feuilles Eval-Après impact et Eval-Après action écologique.

Les résultats issus de la simulation fournissent un premier aperçu du résultat de la mesure de compensation considérant l'impact envisagé et l'action écologique envisagée. Cependant, les conclusions sur l'efficacité des actions écologiques et sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle se font évidemment sur la base des faits observés avant et après impact, en plus des faits observés avant et après action écologique. La simulation permet donc d'orienter les mesures de compensation mais ne permet pas de conclure quant à l'efficacité des mesures de compensation envisagées. Par ailleurs, le choix du calendrier pour réaliser chacune de ces évaluations est laissé à l'appréciation des parties prenantes qui interviennent dans la mise en œuvre des mesures compensatoires.
Les feuilles du tableur à mobiliser durant chacune de ces étapes sont indiquées sur la Figure 1 puis de manière plus détaillée dans la section suivante.

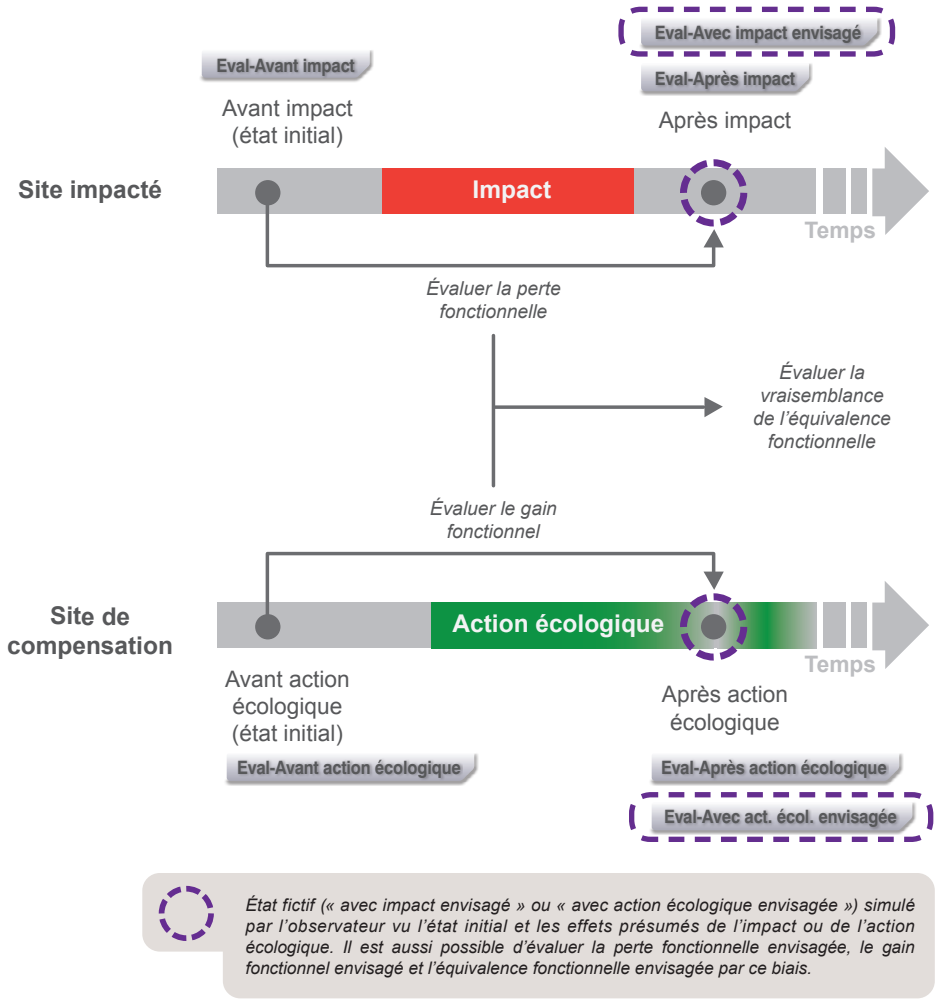


Figure 1. *Représentation simplifiée de la mise en œuvre de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides sur un site impacté et un site de compensation. Les feuilles du tableur qui peuvent être mobilisées à chaque étape sont indiquées par des encadrés grisés.*

Dans un souci d'évaluation des mesures compensatoires proposées ou mises en œuvre, les services de l'État et ses établissements publics peuvent utiliser cette méthode sur les sites concernés au cours de l'instruction administrative de projets soumis à études d'impact, étude d'incidence « loi sur l'eau » ou lors de contrôles de la mise en œuvre effective des prescriptions techniques prévues ou prises en application de la réglementation.

L'**évaluation** des mesures de compensation **pas à pas** 4

Les sections ci-dessous présentent chaque étape pour l'évaluation des principes de proximité géographique, d'additionnalité écologique, d'efficacité des actions écologiques et d'équivalence fonctionnelle entre le site impacté et le site de compensation (Annexe 4 p. 60). Afin d'aider à l'interprétation des résultats de cette évaluation, des exemples sont présentés.

Étape 1 - Saisie des informations

Pour la réalisation d'étude d'impact ou d'étude d'incidence « eau » par les maîtres d'ouvrage et/ou bureaux d'études, l'instruction par les services de l'État et la réalisation d'avis technique par des établissements publics sur des projets, quatre feuilles sont à compléter.

Sur le site impacté :

- la feuille **Eval-Avant impact** permet de saisir l'évaluation réalisée avant impact (état initial) ;
- la feuille **Eval-Avec impact envisagé** permet de simuler l'incidence de l'aménagement.

Sur le site de compensation :

- la feuille **Eval-Avant action écologique** permet de saisir l'évaluation réalisée avant action écologique (état initial) ;
- la feuille **Eval-Avec act. écol. envisagée** permet de simuler l'effet de l'action écologique.

Pour le suivi par le maître d'ouvrage et le contrôle par les services de l'État et ses établissements publics de la mise en œuvre effective des prescriptions techniques prévues ou prises en application de la réglementation, deux feuilles sont à compléter.

Sur le site impacté :

- la feuille **Eval-Après impact** permet de saisir l'évaluation réalisée après impact.

Sur le site de compensation :

- la feuille **Eval-Après action écologique** permet de saisir l'évaluation réalisée après l'action écologique.

Étape 2 - Proximité géographique et équivalence - Vérification de la similarité du diagnostic de contexte des sites

Une fois l'ensemble des informations saisies, il est indispensable de vérifier que le site avant impact et le site de compensation avec action écologique envisagée ou après action écologique présentent des diagnostics de contexte similaire. Cette étape peut être vérifiée après que la feuille Eval-Avant impact et la feuille Eval-Avec act. écol. envisagée ou Eval-Après action écologique ont été remplies par l'observateur.

Le tableau 1 de la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. permet d'avoir un rendu synthétique automatiquement généré qui permet de vérifier que le diagnostic de contexte des deux sites est bien similaire.

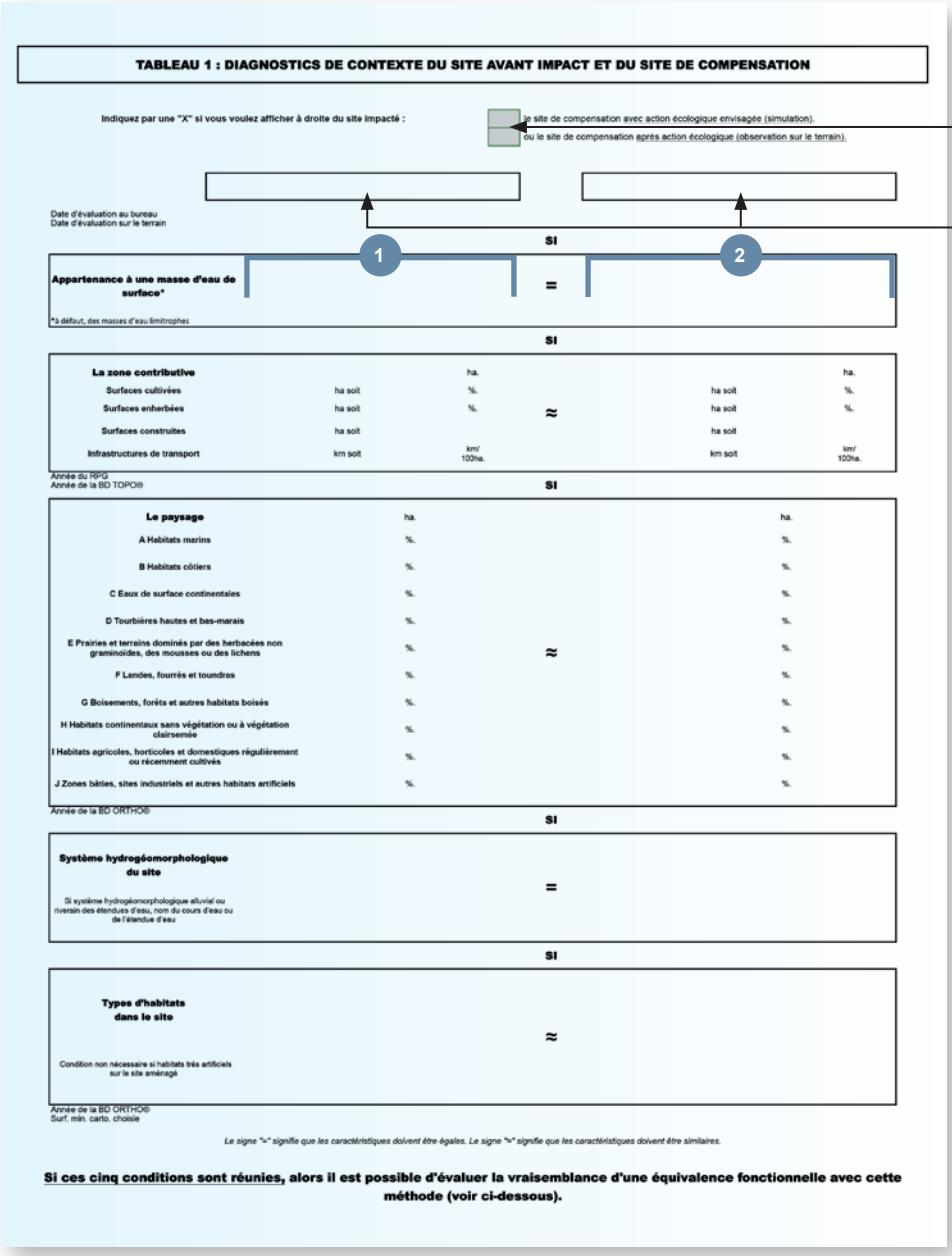


TABLEAU 1 : DIAGNOSTICS DE CONTEXTE DU SITE AVANT IMPACT ET DU SITE DE COMPENSATION

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher à droite du site impacté :
☐ le site de compensation avec action écologique envisagée (simulation).
☐ ou le site de compensation après action écologique (observation sur le terrain).

Date d'évaluation au bureau
Date d'évaluation sur le terrain

1 2

SI

Appartenance à une masse d'eau de surface*		=	
*à défaut, des masses d'eau limitrophes			

SI

La zone contributive		ha.			ha.
Surfaces cultivées	ha soit	%.		ha soit	%.
Surfaces enherbées	ha soit	%.	≈	ha soit	%.
Surfaces construites	ha soit			ha soit	
Infrastructures de transport	km soit	km/ 100ha.		km soit	km/ 100ha.

Année du RPG
Année de la BD TOPO®

SI

Le paysage	ha.		ha.
A Habitats marins	%.		%.
B Habitats côtiers	%.		%.
C Eaux de surface continentales	%.		%.
D Tourbières hautes et bas-marais	%.		%.
E Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens	%.	≈	%.
F Landes, fourrés et toundras	%.		%.
G Boisements, forêts et autres habitats boisés	%.		%.
H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	%.		%.
I Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	%.		%.
J Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	%.		%.

Année de la BD ORTHO®

SI

Système hydrogéomorphologique du site		=	
Si système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, nom du cours d'eau ou de l'étendue d'eau			

SI

Types d'habitats dans le site		≈	
Condition non nécessaire si habitats très artificiels sur le site aménagé			

Année de la BD ORTHO®
Surf. min. carto. choisie

Le signe "=" signifie que les caractéristiques doivent être égales. Le signe "≈" signifie que les caractéristiques doivent être similaires.

Si ces cinq conditions sont réunies, alors il est possible d'évaluer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle avec cette méthode (voir ci-dessous).

L'observateur choisit l'état du site de compensation qu'il veut afficher

1 *Dans la partie gauche le diagnostic de contexte du site impacté avant impact s'affiche*

2 *Dans la partie droite le diagnostic de contexte du site de compensation s'affiche selon l'état choisi préalablement par l'observateur*

Si le diagnostic de contexte du site impacté avant impact et le diagnostic de contexte du site de compensation avec action écologique envisagée ou après action écologique ne sont pas considérés comme similaires par les parties prenantes qui interviennent dans la mise en œuvre des mesures compensatoires ; alors les principes de proximité géographique et d'équivalence entre le site impacté et le site de compensation ne sont pas respectés et il n'y a pas lieu d'aller plus loin dans l'évaluation des fonctions avec cette méthode. Cette méthode n'est alors pas pertinente pour évaluer l'efficacité des actions écologiques et la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle. Il peut être conseillé aux parties prenantes de revoir les caractéristiques du site de compensation ou d'identifier un autre site de compensation plus pertinent.

Étape 3 - Efficacité - Examen de l'évolution de l'intensité des sous-fonctions au travers de la variation des indicateurs (valeur relative) dans le diagnostic fonctionnel

Une fois les diagnostics de contexte vérifiés (voir étape 2, ci-avant) il est possible ici d'identifier l'incidence de l'aménagement sur le site impacté ou les effets des actions écologiques et éventuellement les corrections à apporter sur les actions écologiques afin d'améliorer leur efficacité.

Le tableau 4 de la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 fournit un aperçu détaillé des indicateurs sur le site impacté ou sur le site de compensation. Il est possible de visualiser l'évolution de la valeur de l'indicateur en valeur relative [0 - 1] (valeur indépendante de la superficie du site), pour voir les effets de l'impact sur le site impacté et de l'action écologique sur le site de compensation (voir aussi Encadrés 1 et 2). Des commentaires automatiquement générés pour chaque indicateur permettent à l'observateur de retrouver la mesure qu'il a réalisée sur le site et qui influence chaque indicateur. Le numéro de la question associée à chaque indicateur est également indiqué pour que l'observateur puisse facilement remonter à l'information qu'il a saisie.

L'observateur choisit s'il veut afficher les indicateurs du site impacté ou du site de compensation

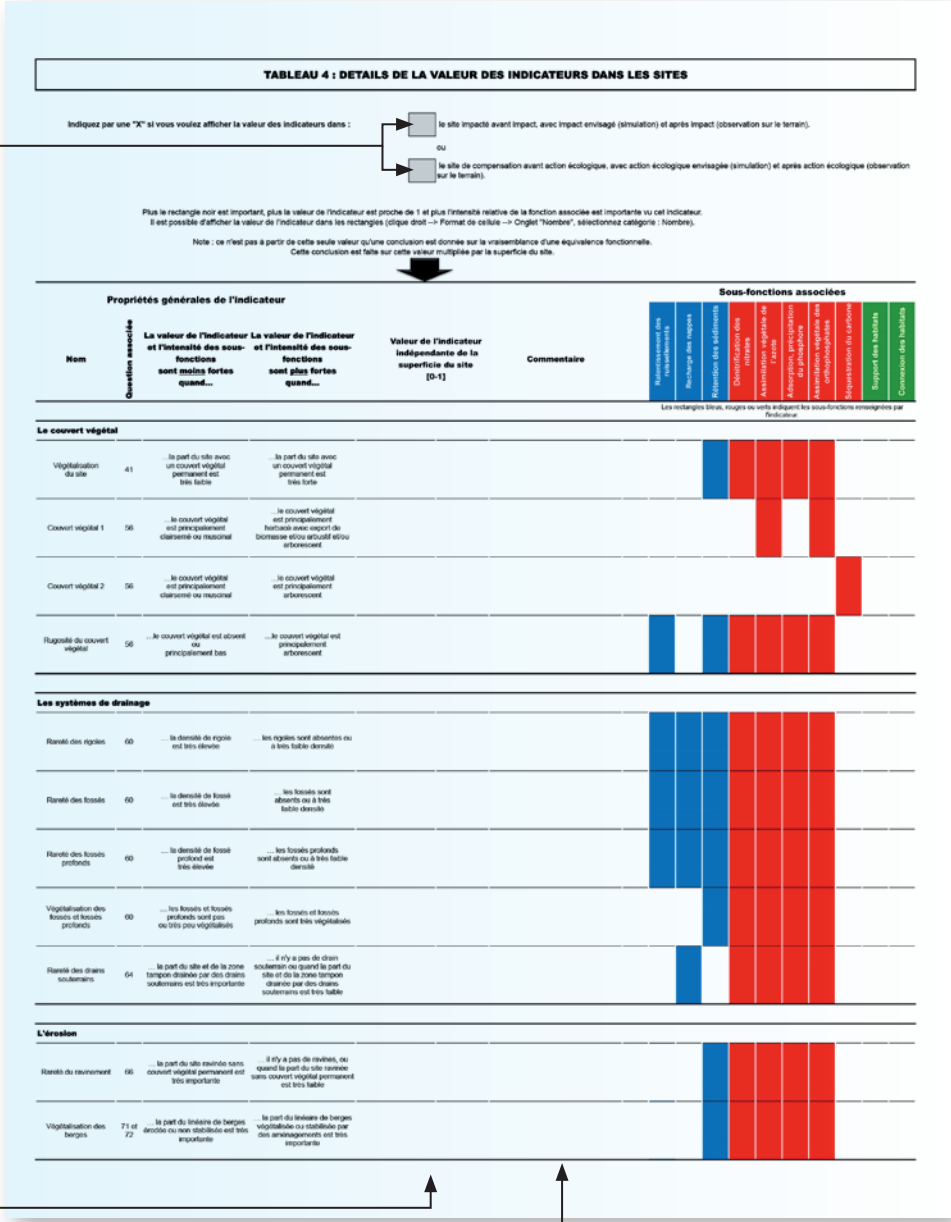


TABLEAU 4 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

☐ le site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

☐ le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

Plus le rectangle noir est important, plus la valeur de l'indicateur est proche de 1 et plus l'intensité relative de la fonction associée est importante vu cet indicateur.
Il est possible d'afficher la valeur de l'indicateur dans les rectangles (clique droit –> Format de cellule –> Onglet "Nombre", sélectionnez catégorie : Nombre).

Note : ce n'est pas à partir de cette seule valeur qu'une conclusion est donnée sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle.
Cette conclusion est faite sur cette valeur multipliée par la superficie du site.

Propriétés générales de l'indicateur						Sous-fonctions associées								
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur															
Le couvert végétal															
Végétalisation du site	41	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte												
Couvert végétal 1	56	...le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	...le couvert végétal est principalement herbacé avec export de biomasse et/ou arbustif et/ou arborescent												
Couvert végétal 2	56	...le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	...le couvert végétal est principalement arborescent												
Rugosité du couvert végétal	56	...le couvert végétal est absent ou principalement bas	...le couvert végétal est principalement arborescent												
Les systèmes de drainage															
Rareté des rigoles	60	... la densité de rigole est très élevée	... les rigoles sont absentes ou à très faible densité												
Rareté des fossés	60	... la densité de fossé est très élevée	... les fossés sont absents ou à très faible densité												
Rareté des fossés profonds	60	... la densité de fossé profond est très élevée	... les fossés profonds sont absents ou à très faible densité												
Végétalisation des fossés et fossés profonds	60	... les fossés et fossés profonds sont pas ou très peu végétalisés	...les fossés et fossés profonds sont très végétalisés												
Rareté des drains souterrains	64	... la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très importante	... il n'y a pas de drain souterrain ou quand la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très faible												
L'érosion															
Rareté du ravinement	66	... la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très importante	... il n'y a pas de ravines, ou quand la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très faible												
Végétalisation des berges	71 et 72	... la part du linéaire de berges érodée ou non stabilisée est très importante	...la part du linéaire de berges végétalisée ou stabilisée par des aménagements est très importante												

Dans la colonne de gauche, le statut du site impacté ou du site de compensation s'affiche. Dans la colonne de droite, la valeur relative de l'indicateur [0 - 1] est indiquée sous la forme d'une barre horizontale noire dont la longueur est proportionnelle à la valeur de l'indicateur

Dans cette colonne, un commentaire est automatiquement généré pour que l'observateur comprenne comment la mesure qu'il a faite influence la valeur de l'indicateur

Encadré 1. ***Exemples de lecture pas à pas du résultat fourni dans le tableau 4 de la feuille sur un site impacté.***

DETAILS EVAL. EQ. FCT.1

TABLEAU 4 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

X le site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

☐ le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

L'observateur a choisi, dans cet exemple, d'afficher la valeur des indicateurs dans le site impacté.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans le site impacté			Sous-fonctions associées									
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire		Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le couvert végétal																
Végétalisation du site	41	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte	Avant impact		Couvert vég. permanent très important (100 %).										
				Avec impact envisagé		Couvert vég. permanent très réduit. (10 %).										
				Après impact		Absence de couvert vég. permanent.										

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Végétalisation du site » :

- avant impact, la valeur de l'indicateur était maximale (valeur de l'indicateur = 1), ce qui signifie que le couvert végétal permanent couvrait l'intégralité du site. Au vu de cet indicateur, l'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. est donc maximale ;
- avec impact envisagé, l'observateur a estimé que le couvert végétal serait considérablement réduit (valeur de l'indicateur de 0,1), ce qui signifie que le couvert végétal permanent couvrirait que 10% du site. L'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. serait donc réduite au vu de cet indicateur ;
- après impact, la valeur de l'indicateur est à son minimum (valeur de l'indicateur de 0), ce qui signifie que le couvert végétal permanent a disparu après l'aménagement. L'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. est donc à son minimum après impact au vu de cet indicateur.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans le site impacté			Sous-fonctions associées									
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire		Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les systèmes de drainage																
Rareté des rigoles	60	... la densité de rigole est très élevée	... les rigoles sont absentes ou à très faible densité	Avant impact		Densité de rigoles très réduite (13 m/ha).										
				Avec impact envisagé		Densité de rigoles assez importante (100 m/ha).										
				Après impact		Densité de rigoles assez importante (100 m/ha).										

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Rareté des rigoles » :

- avant impact, la valeur de l'indicateur était proche du maximum (valeur de l'indicateur proche de 1), ce qui signifie que la densité de rigoles était très réduite. L'intensité du ralentissement des ruissellements, de la recharge des nappes, etc. est considérée comme quasiment maximale au vu de cet indicateur;
- avec impact envisagé, l'observateur a estimé que la densité de rigoles serait considérablement accrue. L'intensité du ralentissement des ruissellements, de la recharge des nappes, etc. serait donc réduite au vu de cet indicateur ;
- après impact, la valeur de l'indicateur est effectivement réduite, ce qui signifie que la densité de rigoles a augmenté après l'aménagement. L'intensité du ralentissement des ruissellements, de la recharge des nappes, etc. est donc réduite après impact au vu de cet indicateur.

Encadré 2. ***Exemples de lecture pas à pas du résultat fourni dans le tableau 4 de la feuille*** DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 ***sur un site de compensation.***

TABLEAU 4 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

☐ le site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

☒ le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

L'observateur a choisi, dans cet exemple, d'afficher la valeur des indicateurs dans le site de compensation.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans le site de compensation		Sous-fonctions associées								
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
						Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous fonctions renseignées par l'indicateur.									
Le couvert végétal															
Végétalisation du site	41	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	...la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte	Avant action écologique	Couvert vég. permanent très réduit. (20 %).										
				Avec act. écol. envisagée	Couvert vég. permanent très important (100 %).										
				Après action écologique	Couvert vég. permanent très réduit. (10 %).										

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Végétalisation du site » :

- avant action écologique, la valeur de l'indicateur était relativement basse (valeur de l'indicateur de 0,2), ce qui signifie que le couvert végétal permanent couvrait seulement 20% du site, l'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. est réduite au vu de cet indicateur. Il y a vraisemblablement une marge importante pour obtenir un gain fonctionnel sur cet indicateur durant l'action écologique ;
- avec action écologique envisagée, l'observateur a estimé que le couvert végétal serait considérablement accru (valeur de l'indicateur de 1), ce qui signifie que le couvert végétal permanent couvrirait 100% site. L'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. serait donc accrue au vu de cet indicateur ;
- Après action écologique, la valeur de l'indicateur a baissé (valeur de l'indicateur de 0,1), ce qui signifie que le couvert végétal permanent était encore moins présent qu'avant l'action écologique. L'intensité de la rétention des sédiments, de la dénitrification des nitrates, etc. est donc réduite après l'action écologique au vu de cet indicateur. L'action écologique n'a pas eu les effets escomptés.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans le site de compensation		Sous-fonctions associées								
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Similarité avec le paysage	39 et 22	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très différente	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très similaire	Avant action écologique	Habitats extrêmement différents du paysage (coef. sim.=0,13).										
				Avec act. écol. envisagée	Habitats très différents du paysage (coef. sim.=0,33).										
				Après action écologique	Habitats très différents du paysage (coef. sim.=0,33).										

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Similarité avec le paysage » :

- avant action écologique, la valeur de l'indicateur était relativement basse, ce qui signifie que la similarité entre les habitats du site et ceux du paysage était très réduite (valeur de l'indicateur de 0,13). L'intensité de la connexion des habitats était donc réduite au vu de cet indicateur. Il existe vraisemblablement une marge importante pour un gain fonctionnel grâce à l'action écologique ;
- avec action écologique envisagée, l'observateur a estimé que la similarité entre les habitats du site et ceux du paysage serait élevée (valeur de l'indicateur de 0,33). L'intensité de la connexion des habitats serait donc accrue au vu de cet indicateur ;
- après action écologique, la valeur de l'indicateur a augmenté conformément aux prévisions, ce qui signifie que la similarité entre les habitats du site et ceux du paysage a augmenté (valeur de l'indicateur de 0,33). L'intensité de la connexion des habitats est donc accrue après action écologique au vu de cet indicateur. L'action écologique a eu les effets escomptés.

Le tableau 5 de la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 présente une synthèse de la valeur relative des indicateurs dans l'environnement du site (par ex. zone contributive, zone tampon, paysage et éventuellement cours d'eau associé au site). Ce tableau n'est pas présenté ici dans le détail car il n'est pas prévu avec cette version de la méthode de vérifier le principe d'efficacité, d'additionnalité écologique ou d'équivalence fonctionnelle (voir section suivante) sur l'environnement du site. Ces informations peuvent toutefois se révéler utiles à l'observateur pour interpréter les résultats obtenus sur le site impacté ou sur le site de compensation à l'issue de l'évaluation.

Enfin, le tableau 6 de la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.1 présente une synthèse des informations complémentaires relevées durant l'évaluation qui peuvent affecter les fonctions mais à partir desquelles il n'a pas été possible de concevoir des indicateurs. Ce tableau n'est pas présenté ici.

Étape 4 - Équivalence et additionnalité écologique - Examen de la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle indicateur par indicateur, sous-fonction par sous-fonction (valeur absolue) dans le diagnostic fonctionnel

La quatrième étape consiste à examiner la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle entre le site impacté et le site de compensation. Une première approche peut être faite via les tableaux 2 et 3 fournis dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. Ces deux tableaux, repris ci-après, sont les représentations les plus simples des diagnostics fonctionnels. Ils peuvent être utilisés par un public technique auprès d'un public non technique pour communiquer sur le résultat obtenu à l'issue de la mise en œuvre des mesures compensatoires.

Le tableau 2 constitue le mode de représentation le plus simple. Il fournit un aperçu synthétique et relativement vulgarisé du diagnostic fonctionnel (Encadré 3).

TABLEAU 2 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR FONCTION DANS LES SITES

Quel ratio d'équivalence fonctionnelle choisissez-vous pour réaliser votre évaluation ?

La valeur minimale à indiquer est 1 ; mais il est préconisé d'aller au-delà pour fournir plus de garantie sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle.

Par exemple, si l'observateur choisit une valeur de 2/1, l'amélioration après l'action écologique doit être au moins 2 fois supérieure à l'altération après l'impact pour que l'action écologique compense l'impact.

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher :

☐ le site impacté avec impact envisagé et le site de compensation avec action écologique envisagée (simulation).

ou

☐ le site impacté après impact et le site de compensation après action écologique (observation sur le terrain).

	Nombre d'indicateurs renseignés à la fois dans les 2 sites	(perte fonctionnelle)	(gain fonctionnel)	Pour combien d'indicateurs le gain fonctionnel compense-t-il la perte fonctionnelle ?
FONCTION HYDROLOGIQUE				
Ralentissement des ruissellements				
Recharge des nappes				
Rétention des sédiments				
FONCTION BIOGEOCHIMIQUE				
Dénitrification des nitrates				
Assimilation végétale de l'azote				
Adsorption et précipitation du phosphore				
Assimilation végétale des orthophosphates				
Séquestration du carbone				
FONCTION D'ACCOMPLISSEMENT DU CYCLE BIOLOGIQUE DES ESPECES				
Support des habitats				
Connexion des habitats				
TOTAL	1	2	3	4

L'observateur choisit un ratio d'équivalence fonctionnelle

L'observateur choisit s'il veut afficher les gains fonctionnels et les pertes fonctionnelles avec impact envisagé et avec action écologique envisagé respectivement (états simulés) ou après impact et après action écologique respectivement (états observés)

1 *Dans cette colonne, le nombre d'indicateurs renseignés à la fois sur les deux sites s'affiche pour chacune des sous-fonctions*

2 *Dans cette colonne, le nombre d'indicateurs pour lesquels il y a une perte fonctionnelle sur le site impacté s'affiche pour chacune des sous-fonctions*

3 *Dans cette colonne, le nombre d'indicateurs pour lesquels il y a un gain fonctionnel sur le site de compensation s'affiche pour chacune des sous-fonctions*

4 *Dans cette colonne, le nombre d'indicateurs pour lesquels les gains fonctionnels sur le site de compensation compensent vraisemblablement les pertes fonctionnelles sur le site impacté vu le ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur s'affiche par sous-fonction → équivalence fonctionnelle vraisemblable*

Le tableau 2 permet de connaître le nombre d'indicateurs par sous-fonction (indicateur en valeur absolue tenant compte de la superficie des sites) pour lesquels a été observé une perte fonctionnelle sur le site impacté, un gain fonctionnel sur le site de compensation et enfin une équivalence fonctionnelle vraisemblable à l'issue de la mise en œuvre des mesures compensatoires (Encadré 3).

Encadré 3. Exemple de lecture pas à pas du résultat fourni dans le tableau 2 de la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

TABLEAU 2 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR FONCTION DANS LES SITES

Quel ratio d'équivalence fonctionnelle choisissez-vous pour réaliser votre évaluation ?

La valeur minimale à indiquer est 1 ; mais il est préconisé d'aller au-delà pour fournir plus de garantie sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle.

Par exemple, si l'observateur choisit une valeur de 2/1, l'amélioration après l'action écologique doit être au moins 2 fois supérieure à l'altération après l'impact pour que l'action écologique compense l'impact.

2,0 /1.

L'observateur a choisi, dans cet exemple, un ratio d'équivalence fonctionnelle de 2 pour 1.

Le gain fonctionnel devra donc être au moins deux fois supérieur à la perte fonctionnelle pour que l'équivalence fonctionnelle soit vraisemblable à l'issue des mesures compensatoires. L'augmentation de la valeur absolue de l'indicateur sur le site de compensation doit être deux fois supérieure à la baisse de la valeur absolue de l'indicateur sur le site impacté.

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher :

[ ] le site impacté avec impact envisagé et le site de compensation avec action écologique envisagée (simulation).

ou

[X] le site impacté après impact et le site de compensation après action écologique (observation sur le terrain).

L'observateur a choisi, dans cet exemple, de comparer les pertes fonctionnelles sur le site impacté après impact et les gains fonctionnels sur le site de compensation après action écologique.

	SITE IMPACTE APRES IMPACT	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE	CONCLUSION SUR UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE APRES COMPENSATION
Nombre d'indicateurs renseignés à la fois dans les 2 sites	**Selon combien d'indicateurs l'intensité de la sous-fonction est-elle réduite après l'impact ?** *(perte fonctionnelle)*	**Selon combien d'indicateurs l'intensité de la sous-fonction est-elle accrue après l'action écologique ?** *(gain fonctionnel)*	**Pour combien d'indicateurs le gain fonctionnel compense-t-il la perte fonctionnelle ?**

FONCTION D'ACCOMPLISSEMENT DU CYCLE BIOLOGIQUE DES ESPECES				
Support des habitats	7 indicateur(s) renseigné(s)	7 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	5 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	3 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle

Exemple de lecture pour la ligne associée à la sous-fonction « support des habitats » :

- sept indicateurs sont renseignés à la fois sur le site après impact et sur le site de compensation après action écologique ;
- sept indicateurs sont associés à une perte fonctionnelle sur le site impacté après impact. L'intensité de la sous-fonction « support des habitats » est donc réduite selon sept paramètres après l'impact ;
- cinq indicateurs sont associés à un gain fonctionnel sur le site de compensation après action écologique. L'intensité de la sous-fonction « support des habitats » est donc accrue selon cinq paramètres après l'action écologique ;
- parmi les sept indicateurs associés à une perte fonctionnelle et les cinq associés à un gain fonctionnel, il y en a trois pour lesquels les gains fonctionnels sur le site de compensation après action écologique sont au moins deux fois supérieurs à la perte fonctionnelle sur le site de compensation (voir ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur ci-avant) et pour lesquels une équivalence fonctionnelle est vraisemblable pour la sous-fonction « support des habitats ».

Évidemment, cette vision purement comptable du diagnostic fonctionnel ne suffit pas et doit être complétée par, au minimum, l'examen du tableau 3 de la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. (voir ci-dessous).

Le tableau 3 de la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. fournit un aperçu plus détaillé des diagnostics fonctionnels et du résultat de la mise en œuvre des mesures de compensation. Il reste relativement synthétique et permet d'identifier les indicateurs pour lesquels ont été observés des pertes fonctionnelles sur le site impacté, des gains fonctionnels sur le site de compensation et des équivalences fonctionnelles vraisemblables à l'issue de la mise en œuvre des mesures compensatoires (voir aussi Encadré 4). Il est donc possible d'identifier les sous-fonctions impactées par indicateur.

TABLEAU 3 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR DANS LES SITES

Le ratio d'équivalence fonctionnelle et le type de site (avec impact envisagé et avec action écologique envisagée ou après impact et après action écologique) sont ceux que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 ci-dessus.

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE APRES IMPACT Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées: Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le couvert végétal														
Végétalisation du site	Couvert végétal permanent						■	■	■	■	■			
Couvert végétal 1	Type de couvert végétal								■		■			
Couvert végétal 2	Type de couvert végétal											■		
Rugosité du couvert végétal	Type de couvert végétal				■		■	■	■	■	■			
Les systèmes de drainage														
Rareté des rigoles	Rigoles				■	■	■	■	■	■	■			
Rareté des fossés	Fossés				■	■	■	■	■	■	■			
Rareté des fossés profonds	Fossés profonds				■	■	■	■	■	■	■			
Végétalisation des fossés et fossés profonds	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds						■	■	■	■	■			
Rareté des drains souterrains	Drains souterrains					■		■	■	■	■			
L'érosion														
Rareté du ravinement	Ravines sans couvert végétal permanent						■	■	■	■	■			
Végétalisation des berges	Berges sans couvert végétal permanent						■	■	■	■	■			
Le sol														
Acidité du sol 1	pH										■			
Acidité du sol 2	pH									■				
Matière organique incorporée en surface	Episolum humifère						■	■	■			■		
Matière organique enfouie	Horizon humifère enfoui							■	■			■		
Tourbe en surface	Horizons histiques											■		
Tourbe enfouie	Horizons histiques enfouis											■		
Texture en surface 1	Texture entre 0 et 30 cm						■							
Texture en surface 2	Texture entre 0 et 30 cm							■						
Texture en profondeur	Texture entre 30 et 120 cm							■						
Conductivité hydraulique en surface	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm					■								
Conductivité hydraulique en profondeur	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm					■								
Hydromorphie	Traits d'hydromorphie							■				■		
Les habitats														
Richesse des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1												■	
Equipartition des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1												■	
Proximité des habitats	Habitats EUNIS niveau 1													■
Similarité avec le paysage	Habitats EUNIS niveau 1													■
Richesse des habitats	Habitats EUNIS niveau 3												■	
Equipartition des habitats	Habitats EUNIS niveau 3												■	
Rareté des lisières	Habitats EUNIS niveau 3												■	
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	Habitats EUNIS niveau 3												■	
Rareté des invasions biologiques végétales	Espèces végétales invasives												■	

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

1 2 3

1 *Dans cette colonne, il est indiqué, par indicateur, si une perte fonctionnelle a eu lieu sur le site impacté*

2 *Dans cette colonne, il est indiqué, par indicateur, si un gain fonctionnel a eu lieu sur le site de compensation*

3 *Dans cette colonne, il est indiqué, par indicateur, si le gain fonctionnel sur le site de compensation compense vraisemblablement la perte fonctionnelle sur le site impacté étant donné le ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur → équivalence fonctionnelle vraisemblable*

Encadré 4. ***Exemples de lecture pas à pas du résultat fourni dans le tableau 3 de la feuille*** SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

TABLEAU 3 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR DANS LES SITES

Le ratio d'équivalence fonctionnelle et le type de site (avec impact envisagé et avec action écologique envisagée ou après impact et après action écologique) sont ceux que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 ci-dessus.

CONCLUSION SUR EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE APRES COMPENSATION

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE APRES IMPACT Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées									
					Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Végétalisation du site	Couvert végétal permanent	OUI	non	non										

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Végétalisation du site » :

- sur le site impacté après impact, il y a eu une perte fonctionnelle. La capacité du site à retenir les sédiments, dénitrifier les nitrates, etc. est donc vraisemblablement moins importante après impact au vu de cet indicateur ;
- sur le site de compensation après action écologique, il n'y a pas eu de gain fonctionnel. La capacité du site à retenir les sédiments, dénitrifier les nitrates, etc. n'est donc vraisemblablement pas plus importante après l'action écologique au vu de cet indicateur ;
- en l'absence de gain fonctionnel sur le site de compensation, il n'y a pas d'équivalence fonctionnelle vraisemblable pour cet indicateur.

Le ratio d'équivalence fonctionnelle et le type de site (avec impact envisagé et avec action écologique envisagée ou après impact et après action écologique) sont ceux que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 ci-dessus.

CONCLUSION SUR EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE APRES COMPENSATION

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE APRES IMPACT Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées									
					Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Tourbe en surface	Horizons histiques	non	non	non										

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Tourbe en surface » :

- sur le site impacté après impact il n'y a pas eu de perte fonctionnelle. La capacité du site à séquestrer le carbone n'est donc vraisemblablement pas réduite après l'impact au vu de cet indicateur ;
- sur le site de compensation après action écologique, il n'y pas a eu de gain fonctionnel. La capacité du site à séquestrer le carbone n'est donc vraisemblablement pas plus importante après action écologique au vu de cet indicateur ;
- en l'absence d'une perte fonctionnelle sur le site impacté, il ne peut pas y avoir d'équivalence fonctionnelle vraisemblable pour cet indicateur.

Encadré 4. ***Suite***

Encadré 4. ***Suite***

CONCLUSION SUR EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE APRES COMPENSATION

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE APRES IMPACT Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées									
					Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Acidité du sol 1	pH	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non										

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Acidité du sol 1 » :

- sur le site impacté après impact il y a eu une perte fonctionnelle. La capacité du site à assimiler les orthophosphates par la végétation est donc vraisemblablement moins importante après impact au vu de cet indicateur ;
- sur le site de compensation après action écologique, il y a eu un gain fonctionnel, le gain fonctionnel équivaut à 1,1 fois la perte fonctionnelle. La capacité du site à assimiler les orthophosphates par la végétation est donc vraisemblablement plus importante après l'action écologique au vu de cet indicateur ;
- la perte fonctionnelle n'est vraisemblablement pas compensée par le gain fonctionnel ici, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'équivalence fonctionnelle vraisemblable pour cet indicateur. En effet, l'observateur a choisi un ratio d'équivalence fonctionnelle de 2 pour 1 et le gain fonctionnel aurait dû être au moins 2 fois supérieur à la perte pour qu'il y ait une équivalence fonctionnelle.

CONCLUSION SUR EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE APRES COMPENSATION

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE APRES IMPACT Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION APRES ACTION ECOLOGIQUE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées									
					Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Matière organique incorporée en surface	Episolum humifère	OUI	OUI (2,1 fois la perte)	OUI										

Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Exemple de lecture pour la ligne associée à l'indicateur « Matière organique incorporée en surface » :

- sur le site impacté après impact il y a eu une perte fonctionnelle. La capacité du site à retenir les sédiments, dénitrifier les nitrates etc. est donc vraisemblablement moins importante après impact au vu de cet indicateur ;
- sur le site de compensation après action écologique, il y a eu un gain fonctionnel, le gain fonctionnel équivaut à 2,1 fois la perte fonctionnelle. La capacité du site à retenir les sédiments, dénitrifier les nitrates etc. est donc vraisemblablement plus importante après l'action écologique au vu de cet indicateur ;
- la perte fonctionnelle est vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ici, c'est-à-dire l'équivalence fonctionnelle est vraisemblable pour cet indicateur. En effet, l'observateur a choisi un ratio d'équivalence fonctionnelle de 2 pour 1 et le gain fonctionnel est au moins 2 fois supérieur à la perte fonctionnelle.

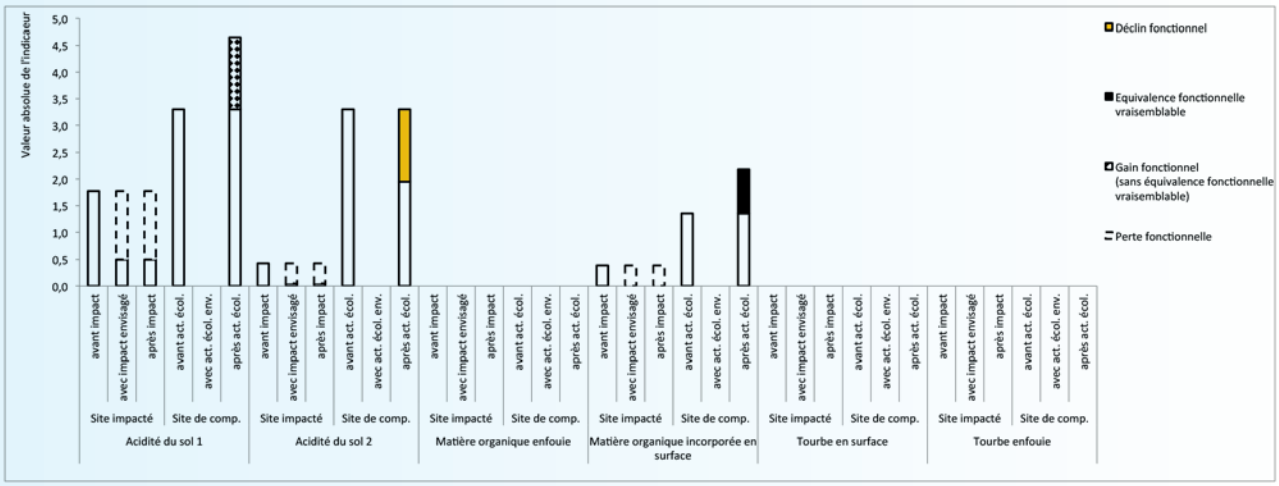
Les figures présentées sur la feuille DETAILS EVAL. EQ. FCT.2 du tableur permettent de visualiser les résultats obtenus à partir de la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT. (un exemple de figure en fac-similé ci-dessous). Elles illustrent :

- les pertes fonctionnelles sur le site impacté ;
- les déclins fonctionnels, les gains fonctionnels et les équivalences fonctionnelles vraisemblables sur le site de compensation vu le ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur.

A noter qu'un indicateur donné peut présenter un gain fonctionnel sur le site de compensation sans que l'équivalence fonctionnelle soit vraisemblablement atteinte. En d'autres termes, l'indicateur a été favorisé par les actions écologiques mises en œuvre sans pour autant compenser la perte sur le site impacté vu le ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur.

FIGURE 4 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (1/2)

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.



La mise en forme des résultats, telle que proposée ici, permet d'avoir un aperçu global des informations importantes pour déterminer la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle. L'examen détaillé des indicateurs permet par ailleurs d'identifier les raisons pour lesquelles une équivalence fonctionnelle survient ou non à l'issue de la mise en œuvre des mesures compensatoires. Une interprétation argumentée et enrichie de ces résultats par l'observateur est toutefois largement préconisée afin de favoriser leur compréhension pour le public visé et d'en expliquer les limites (par ex. si l'observateur a identifié un biais quelconque non pris en compte par la méthode).

Bibliographie

Adamus, P. R. *et al.* 1991. Wetlands Evaluation Technique (WET). Volume 1 : Literature Review and Evaluation Rationale.

Cole, C. A. 2006. HGM and wetland functional assessment: six degrees of separation from the data? - Ecol. Indic. 6: 485–493.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016.

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

Remerciements

Merci à l'Onema et au Département de l'Isère pour avoir financé ce projet. Nous remercions Anne Vivier et Esterelle Villemagne (Onema) pour avoir participé à l'initiation de ce projet et à son bon déroulement.

Nous remercions Adèle Veerabadren du Bureau des milieux aquatiques (Direction de l'eau et de la biodiversité) et Christel Fiorina du Bureau de la politique de l'environnement (Direction Générale des Infrastructures de Transport) au Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie pour avoir suivi ce travail avec intérêt et participé à son bon déroulement.

Nous remercions tous les partenaires qui ont testé les prototypes de méthode et qui ont fait des retours critiques pour améliorer cette méthode : Claudia Etchecopart Etchar (2011), Lise Martin (2012), Stéphanie Longa (stagiaire en 2014) et Fanny Giraud (stagiaire en 2015) sous la direction d'Emmanuel Perez (Dir Onema de Metz), Oriane Simon (stagiaire en 2014) sous la direction de Mikael Le Bihan et de Bruno Le Roux (Dir Onema de Rennes), Colas Boudet (Dir Onema de Rennes), Catherine Juhel (stagiaire en 2015) et Claire Delange (stagiaire en 2016) sous la direction d'Emilie Dubois et de Thomas Schwab (Dir Onema de Compiègne), Pilar Durantez-Jimenez (stagiaire en 2015) sous la direction de Christian Cordelier, Jean-Marie Hamonet et de Jean-Pierre Mercier (Dir Onema de Toulouse), Armelle Dausse, Gilbert Miossec et Oriane Simon (Forum des Marais Atlantiques), Nicolas Patry et Olivier Pelegrin (Biotope), Perrine Vermeersch pour le Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema) comme interlocutrice principale auprès des directions régionales : Maryse Ganne et Adrien Lenfant (Cerema/Dter Ouest), Agnès Rosso-Darmet et Patricia Detry (Cerema/Dter Méditerranée), Virginie Billon et Joris Biaunier (Cerema/Dter Centre Est), Julien Koesten (Cerema/Dter Nord Picardie), Clément Deloison et Aymeric Loisy (stagiaires en 2015, Département Aménagement et Environnement, Ecole Polytechnique de l'Université de Tours). Merci également à tous les organismes qui les ont accompagnés lors de ces tests, en particulier merci aux agents des services départementaux de l'Onema.

Nous remercions tous les partenaires qui ont participé aux comités de pilotage à l'échelle nationale et régionale et qui ont contribué par leurs propositions à la conception de la méthode.

Nous remercions les chercheurs et autres acteurs qui ont pris part à la conception de la méthode pour leurs conseils. Nous adressons nos plus vifs remerciements à Emmanuel Bouillon (Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin), Caroline Le Bouteiller (Irstea), Bernard Jabiol (AgroParisTech) et Francis Muller (Pôle-relais Tourbières).

Nous remercions Véronique De Billy De Crespin et Nadia Moulin (Onema) pour leur lecture attentive du document et leurs remarques constructives.

Nous remercions également les acteurs qui ont participé à la conception ou à la mise en forme de la méthode : Pierre Agou, Marie Le Meledo (Biotope), Véronique Barre, Laurent Breton et Marie Colin (Onema).

Nous remercions le Conservatoire d'Espaces Naturels Isère – AVENIR, tout comme l'ensemble des autres organismes qui ont permis de tester les prototypes de méthode sur des sites dont ils sont propriétaires ou dont la gestion leur est confiée.

Merci à Jean-Marc Allard, Stéphanie Chaumet, Sylvie Chevallier, Bastien Coïc, Mélanie Hubert, Justine Louvel, Lise Maciejewski, Guilène Procida, Baptiste Régnery, Jean-Philippe Siblet et Déborah Viry (MNHN) pour l'aide précieuse apportée durant ce travail.

Citation : Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Onema, collection *Guides et protocoles*, 186 pages

ISBN : 979-10-91047-54-8

Édition : Véronique Barre (veronique.barre@onema.fr)

Réalisation et graphisme : Béatrice Saurel et Bluelife

Impression : IME by Estimprim

Cet ouvrage a été réalisé avec des encres végétales et imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement.

© Onema, mai 2016

Tourbières, mouillères, landes, prairies, fourrés et forêts humides, autant de termes qui illustrent la diversité des zones humides continentales de nos territoires. Si les océans et les forêts sont souvent comparés aux « poumons » de la planète, les zones humides, en sont les « reins ». Elles jouent un rôle essentiel dans la bonne santé de l'environnement, en filtrant l'eau, en régulant les débits des cours d'eau et en abritant une biodiversité exceptionnelle.

Concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental » suppose de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (dite ERC), de connaître la réglementation s'y afférant ainsi que les fonctions vraisemblablement réalisées dans ces zones humides.

Ce guide présente une méthode qui permet d'évaluer des fonctions des zones humides continentales (au sens de l'art. L.211-1 du Code de l'environnement) en France métropolitaine et de vérifier qu'un certain nombre de principes de la compensation sont bien respectés. Elle est le fruit d'un partenariat étroit entre ses concepteurs (Muséum national d'Histoire naturelle, Biotope, Irstea, Onema, université Grenoble Alpes, université de Tours) et plusieurs partenaires techniques (Cerema, Forum des marais atlantiques, directions interrégionales de l'Onema de Compiègne, Metz, Rennes et Toulouse) : recherches bibliographiques, élaboration et tests de prototypes de méthode sur près de 220 sites.

Cette méthode nationale apporte aux maîtres d'ouvrages, bureaux d'études, services de l'État, établissements publics, un vocabulaire commun sur les fonctions des zones humides et une grille d'évaluation de ces fonctions pour réduire les impacts des aménagements sur les zones humides ou pour les compenser au besoin. La méthode se veut pragmatique et rapide à mettre en œuvre sur le terrain.

Trois fonctions hydrologiques, cinq fonctions biogéochimiques et deux fonctions en rapport avec l'accomplissement du cycle biologique des espèces sont évaluées. L'évaluation de ces fonctions est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (sa zone contributive, sa zone tampon, son paysage et aussi éventuellement le cours d'eau associé).

Un tableur est associé à ce guide pour appliquer la méthode et afficher le résultat de l'évaluation.

Ce guide s'adresse à un public technique en charge de la réalisation, de l'instruction ou de la rédaction d'avis techniques de dossier « loi sur l'eau » portant sur les zones humides.