

EXTENSION DE L'AIRE D'ACTIVITES DU FLORIVAL SECTEUR DAWEID

Etude « zones humides réglementaires »



Table des matières

I. OBJET DE L’ÉTUDE ET RAPPELS LÉGISLATIFS	2
A. Objet de l’étude et contexte du site.....	2
B. Brefs rappels législatifs sur la protection des zones humides	3
C. L’arrêté et la Circulaire relatifs à la délimitation des zones humides	4
1. Critères pédologiques	4
2. Critère de végétation	5
D. Méthodologie appliquée dans le cadre de cette étude	5
II. ANALYSE DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	6
A. Inventaire des zones humides « anciennes »	6
B. Analyse des données géologiques et pédologique	7
C. Inventaire des zones à dominante humides ou inventaires locaux	10
D. Aléas remontée de nappe et zones inondables	11
E. Analyse diachronique du site	13
F. Synthèse bibliographique	19
III. VISITE DE TERRAIN	20
A. Protocole de caractérisation pédologique	20
B. Morphologie des sols rencontrés	20
C. Végétation rencontrée et occupation du sol	26
IV. SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC « ZONE HUMIDE »	27
V. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET	29
A. Démarche ERC dans la conception du projet	29
A. Analyse des effets bruts du projet sur les zones humides	30
1. Analyse avant les mesures de réduction	31
2. Proposition de mesures de réduction, et impact résiduel du projet sur les zones humides	34
3. Estimation de l’enveloppe compensatoire	39
B. Autres informations	48
1. Phasage en lien avec la capacité de traitement des eaux usées	48
2. Espèces protégées	48
VI. MESURES COMPENSATOIRES ET D’ACCOMPAGNEMENT	49
A. Mesures compensatoires	52
1. Description et objectifs de la mesure de reconversion des labours en prairie (5,67 ha)	52
2. Description et objectif de la mesure de création d’une zone humide par décaissement des terrains (1,62 ha)	56
3. Description et objectif de la mesure de réhabilitation d’une zone humide par effacement partiel du plan d’eau (0,46 ha)	59
4. Description et objectif des mesures « haies humides » (1,01 ha)	62
B. Coût global des mesures compensatoires	66
C. Gestion des mesures compensatoires	66
VII. ANNEXES	71
1. Cartographie de la zone contributive	71
2. Cartographie des zones tampons	72
3. Cartographie de la zone paysagère	73
4. Liste de flore proposée pour l’ensemencement	74
5. Bilan de l’équivalence fonctionnel par indicateur	75
6. Illustration des sondages	80

I. OBJET DE L'ÉTUDE ET RAPPELS LÉGISLATIFS

A. Objet de l'étude et contexte du site

Dans le cadre du projet d'extension de la zone d'activités du Florival au lieu-dit Daweïd, la communauté de communes de la région de Guebwiller souhaite disposer d'une étude des zones humides pour justifier de ce volet au regard du respect de la Loi sur l'Eau.

L'aire d'étude correspond à un ensemble de parcelles situées au sud de la commune d'Issenheim entre les routes départementales 430 et 83. La zone à étudier fait approximativement 360 000 m² soit 36 ha.

L'Atelier des Territoires a effectué une caractérisation de la morphologie des sols dans le périmètre d'étude fourni par le maître d'ouvrage. L'objectif est de délimiter et caractériser les zones humides pédologiques, et d'identifier la nécessité ou non de réaliser un inventaire de la végétation humide. Cette caractérisation permet d'évaluer l'impact du projet sur les zones humides réglementaires.

Les zones humides pédologiques ont été définies selon les critères de l'arrêté du 1^{er} Octobre 2009. La délimitation des zones humides a été étudiée sur la base des critères pédologiques.



Localisation de la zone d'étude

B. Brefs rappels législatifs sur la protection des zones humides

Depuis de nombreuses années, les zones humides ont été supprimées ou asséchées au profit de zones agricoles ou du développement urbain. Ces fortes pressions anthropiques ont par conséquent réduit considérablement leur superficie à l'échelle nationale. Pourtant, elles remplissent de nombreuses fonctions : biologiques, hydrologiques, économiques, voire socioculturelles, jugées très importantes par la société actuelle.

Afin de préserver ces surfaces, des dispositions internationales (Convention de Ramsar de 1971) puis nationales ont été mises en place pour définir et protéger les zones humides remarquables.

En France, l'article 2 de la deuxième **Loi sur l'Eau du 3 Janvier 1992** a établi une **première définition officielle** d'une zone humide, énoncée de la manière suivante : « on entend par zone humide les 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. » Cependant, cette première définition s'est révélée imprécise, conduisant à de nombreux contentieux.

Le Chapitre 3 (articles 127 à 139) de la **Loi Développement des Territoires Ruraux du 23 Février 2005** a permis d'une part une **reconnaissance politique** de la préservation des zones humides et l'instauration de nombreuses dispositions associées, et d'autre part d'exposer l'intérêt de préciser les critères de définition et de délimitation de ces zones. Plus récemment, la dernière Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 Décembre 2006 est intervenue également dans ce domaine en instaurant et définissant l'objectif d'une gestion équilibrée de la ressource en eau, concernant en particulier la préservation des zones humides.

Suite à la Loi de 2005, le **Décret du 30 Janvier 2007** (art. R. 211-108) a retenu les critères relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles.

Ce décret est complété par l'**Arrêté du 24 Juin 2008** établissant la liste des types de sols répondant à ces critères, ainsi que celle des plantes caractéristiques des zones humides. Cet Arrêté précise également la délimitation du périmètre de la zone humide.

Suite à des remarques sur la pertinence de la définition d'une zone humide selon le critère pédologique, l'Etat a décidé d'ajouter un quatrième critère pédologique. Dans cet objectif, l'Arrêté du 24 Juin 2008 a donc été remplacé par l'**Arrêté du 1er Octobre 2009**. Ce dernier modifie uniquement les critères pédologiques de définition des zones humides, et plus particulièrement ceux appliqués aux sols peu hydromorphes.

Enfin, la **Circulaire du 18 Janvier 2010** expose les conditions de mise en œuvre des dispositions de l'Arrêté du 1^{er} Octobre 2009 et les modalités de délimitations des dispositifs territoriaux concernant les zones humides.

Suite à une jurisprudence du Conseil d'Etat (n°386325) du 22 février 2017 abrogeant les critères alternatifs de délimitation des zones humides, une note technique du ministère du 26 juin 2017 avait été émise pour distinguer la présence d'une végétation « spontanée » impliquant le cumul des critères et en cas de végétation « non spontanée » ou son absence, où seul le critère pédologique est utile pour la délimitation. La loi du 27 juillet 2019 rétablit les critères alternatifs pour la délimitation des zones humides, abrogeant de fait les critères de végétation « spontanée » ou « perturbée » pour les milieux classés en zone humide.

C. L'arrêté et la Circulaire relatifs à la délimitation des zones humides

Avant tout, il faut souligner que cette méthodologie de délimitation de zones humides est appliquée pour la mise en œuvre de la police de l'Eau dans le cadre du respect de la rubrique 3.3.1.0 du R.214-1 du code de l'environnement « Assèchement, destruction, et mise en eau de zones humides ». Elle définit spécifiquement les critères et modalités de caractérisation des zones humides, mais elle n'est pas requise pour l'inventaire des zones humides à des fins de connaissance ou de localisation pour la planification de l'action, ou pour l'identification ou la délimitation de zones humides dans un cadre juridique autre que celui de la police de l'eau, comme les Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP).

L'Arrêté du 1er octobre 2009 définit un espace comme étant une zone humide dès qu'il présente les critères pédologiques ou floristiques, explicités dans l'Arrêté.

1. Critères pédologiques

Quatre critères pédologiques, que l'on peut observer dans onze types de sols différents, permettent de déterminer une zone humide :

- l'**accumulation de matières organiques** (horizon H : ■) due à un engorgement permanent, caractéristique de tous les **Histosols** ou les **sols à tourbes**.



- l'**apparition de traits réductiques** (horizon G : ■) **débutant à moins de 50 cm** de profondeur, due à un engorgement permanent en eau à faible profondeur, caractéristique de tous les **Réductisols** ou les **sols composés par un horizon de gley bien marqué**.
L'engorgement permanent de la partie inférieure du sol entraîne un processus de réduction et de mobilisation du fer.



- l'**apparition de traits rédoxiques** (horizon g : ■) **débutant à moins de 25 cm** de profondeur, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, issus d'un engorgement temporaire du sol, anciennement qualifié de « **pseudo-gley** ». Les engorgements temporaires du sol provoquant une alternance entre périodes de saturation en eau de la porosité du sol, ce qui entraîne une réduction du fer, et des périodes de réoxygénation, qui provoquent une oxydation du fer.

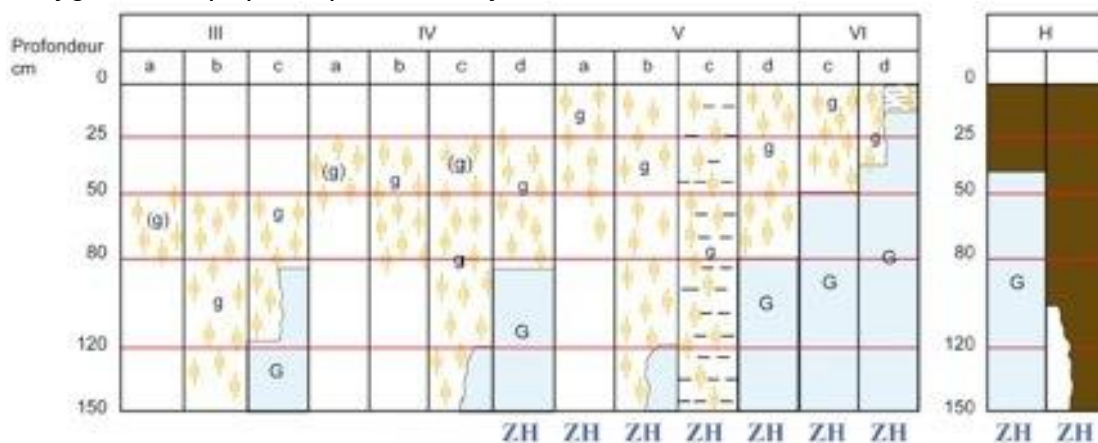


Illustration des caractéristiques des sols de zones humides et classes d'hydromorphie correspondantes

(Illustration issue de la Circulaire relative à la délimitation des zones humides, datée du 25 juin 2008)

- l'apparition de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de profondeur, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur, issus également d'un engorgement temporaire du sol, anciennement nommé « hydromorphe ou à gley ».

Il est à noter que certaines classes ont été retirées de l'identification. La méthodologie appliquée dans le cadre de cette étude est conforme à la dernière définition d'identification des zones humides.

2. Critère de végétation

Le critère floristique peut être interprétée de deux manières, soit directement à partir d'un relevé floristique, soit de manière indirecte via un inventaire des habitats présents sur la zone d'étude.

Dans le cas de l'utilisation d'un relevé floristique pour la caractérisation d'une zone humide, il faut qu'au moins la moitié des espèces présentes dans chaque strate, et ayant un pourcentage de recouvrement important, fassent partie de la liste des espèces indicatrices des zones humides (liste d'espèces fournie à l'annexe 2.1.2 de l'Arrêté). Il est important de noter que le relevé de végétation doit être réalisé sur une placette de 1,5 à 10 mètres, selon la strate de végétation étudiée (herbacée, arbustive ou arborescente).

La caractérisation par le critère habitat nécessite de déterminer si l'habitat est caractéristique des zones humides, c'est-à-dire coté «H » dans la table figurant à l'annexe 2.2.2 de l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009.

Le périmètre des zones humides à définir doit correspondre au plus près aux limites des espaces répondant aux critères relatifs aux sols ou à la végétation, définis précédemment.

Lorsque ces espaces sont identifiés directement à partir de relevés pédologiques ou de végétation, ce périmètre s'appuie également, selon le contexte géomorphologique, soit sur la cote de crue, soit sur le niveau de nappe phréatique, ou sur la courbe topographique correspondante.

Dans certains cas particuliers, les sols et la végétation ne peuvent pas traduire l'influence d'un excès d'eau prolongé. Dès lors, les zones humides sont déterminées à partir de critères hydrologiques.

D. Méthodologie appliquée dans le cadre de cette étude

Cette mission a pour objectif d'identifier les zones possédant les critères pédologiques et les critères de végétation ou floristiques, définis dans les paragraphes précédents, au sein de l'aire d'étude.

Plusieurs documents ont été consultés pour préparer la campagne de terrain :

- La carte géologique au 1/50 000, mise en ligne par le BRGM (infoterre.brgm.fr)
- Le Référentiel pédologique, réalisé par l'Association Française pour l'Etude des Sols (AFES), Denis Baize et Michel-Claude Girard, Ed. Quae, 2009,
- Des photographies aériennes et la carte de l'IGN (Scan 25)
- La carte d'Etat-Major et le référentiel pédologique régional (Géoportail).

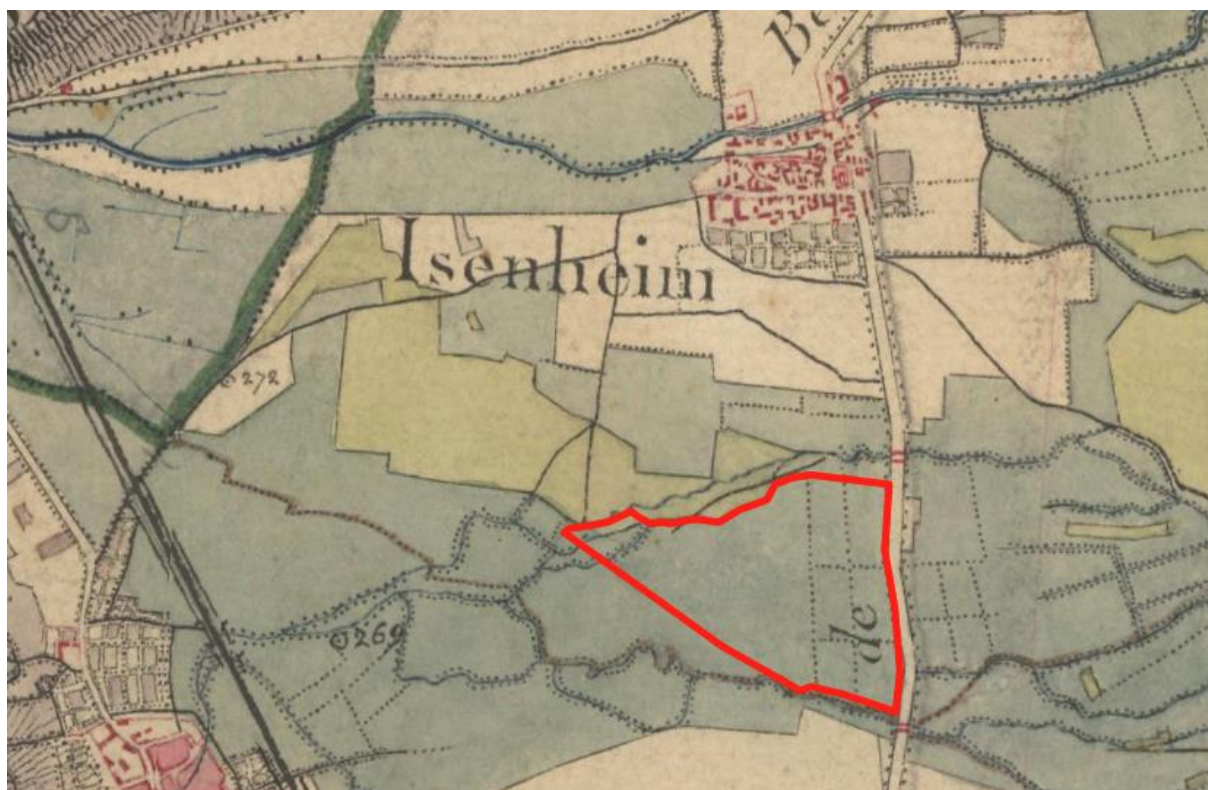
II. ANALYSE DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

A. Inventaire des zones humides « anciennes »

L'étude de la carte d'Etat Major renseigne sur la présence de prés dont la matérialisation sur une carte est utile pour les déplacements des armées, c'est-à-dire des zones de prés correspondant à des zones inondables, des zones à humidité variable, voire des secteurs marécageux, recensés afin que les armées puissent les éviter.

La zone d'étude se trouve en marge du massif des Vosges au contact avec le fossé rhénan, et plus particulièrement au droit du cône de déjection de la Lauch et du Rimbach. L'intégralité de la zone d'étude est située au sein d'une zone potentiellement humide historique (zone bleue) recouvrant les parties basses de ce cône de déjection.

A l'inverse, les points hauts du relief autour d'Issenheim ou de Soultz, sont à l'écart des zones humides historiques.



Extrait de la Carte d'Etat Major (source : Géoportail)

B. Analyse des données géologiques et pédologique

D'après la carte géologique du BRGM, le site d'étude est occupé en totalité par des alluvions plus ou moins récentes d'origine vosgienne (en blanc sur la carte), intégrant soit des alluvions récentes (mélangeants galets, graviers et sables) soit des cailloutis d'origine vosgiennes également de comblement de ce cône de déjection de la Lauch. Ces derniers possèdent généralement une texture légère ou équilibré (limono-sablo-argileuse) et ne sont donc pas favorables à la rétention d'eau. Toutefois, à la faveur d'une texture plus argileuse, la présence de zones humides reste possible. D'un point de vue géologique, on peut noter également la présence de colluvions loessiques reposant sur les cônes de déjection (cailloutis) encadrant les vallées de la Lauch, du Rimbach, au droit des bourgs d'Issenheim et de Soultz.



Extrait de la carte géologique de Neuf-Brisach

Au regard de la base de données des sols établie au 1/250 000 par l'ARAA, l'aire d'étude appartient à l'UCS (unité cartographique de sol) 2304 regroupant 11 unités typologiques de sols (UTS), reposant sur des alluvions récentes des rivières vosgiennes du sud et du centre de l'Alsace. Ces derniers se sont développés tous en contexte alluvial, mais sont caractérisés entre différentes familles de sols selon la prédominance de la dynamique alluvio-colluviale. L'implantation des profils dans le paysage a été extraite du guide n°12 de la Petite région naturelle « Piémont haut-rhinois et Oschsenfeld » de l'ARAA.

Les UTS n°230, 227 et 2304, appartiennent à la famille des Fluviosols, car ils sont associés à des **sols sablo-limono-argileux, sains, de faible profondeur (20-40 cm), très caillouteux, localement plus profonds et hydromorphes, sur alluvions récentes d'origines**. Cette famille compte trois profils pédologiques (au sud de Colmar) dont seul le premier (n°230) est propice à la présence de zones humides hydrologiques :

- **Fluvisol, acide, leptique** : Sol brun alluvial, sablo-argilo-limoneux, superficiel (leptique – inférieur à 40 cm), acide et caillouteux sur alluvions récentes ou anciennes des rivières vosgiennes (UTS n°230). Ce type de profil est présent immédiatement aux pieds des cônes alluviaux ou dans la vallée de la Thur.
- **Fluvisol faiblement rédoxique** : Sol brun alluvial, sablo-argilo-limoneux à limono-argileux, profond, non ou faiblement hydromorphe (H0-2), sur alluvions récentes ou anciennes des rivières vosgiennes (UTS n°227). Ce type de profil intervient sur les pourtours des cônes alluviaux.
- **Fluvisol rédoxique calcique** : Sol brun alluvial, sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux, moyennement profond (60 à 80 cm), calcique, faiblement hydromorphe sur alluvions d'origine vosgiennes carbonaté par des apports loessiques (UTS n°2304). Ce type de profil intervient en plaine alluviale et le long des rivières.

L'UCS compte également trois autres UTS de la famille des Fluvisols (n°127, 128 et 129) mais reposant sur des alluvions anciennes au nord de Colmar, distinguant trois degrés d'hydromorphie (sain et leptique, faiblement rédoxique et hydromorphe dès la surface - Fluvisol-Rédoxisol).

Les UTS n°228 et 229, appartiennent aux Luvisols Typiques fluviques, car ils sont associés à des **sols sablo-limono-argileux, profonds (50-100 cm et plus), hydromorphes (H2-3+), sur des alluvions anciennes limoneuses**. Cette famille compte deux profils pédologiques selon l'épaisseur, et sont localisés plus dans la plaine de l'III. Ils se démarquent pour certains d'un horizon réductique en profondeur.

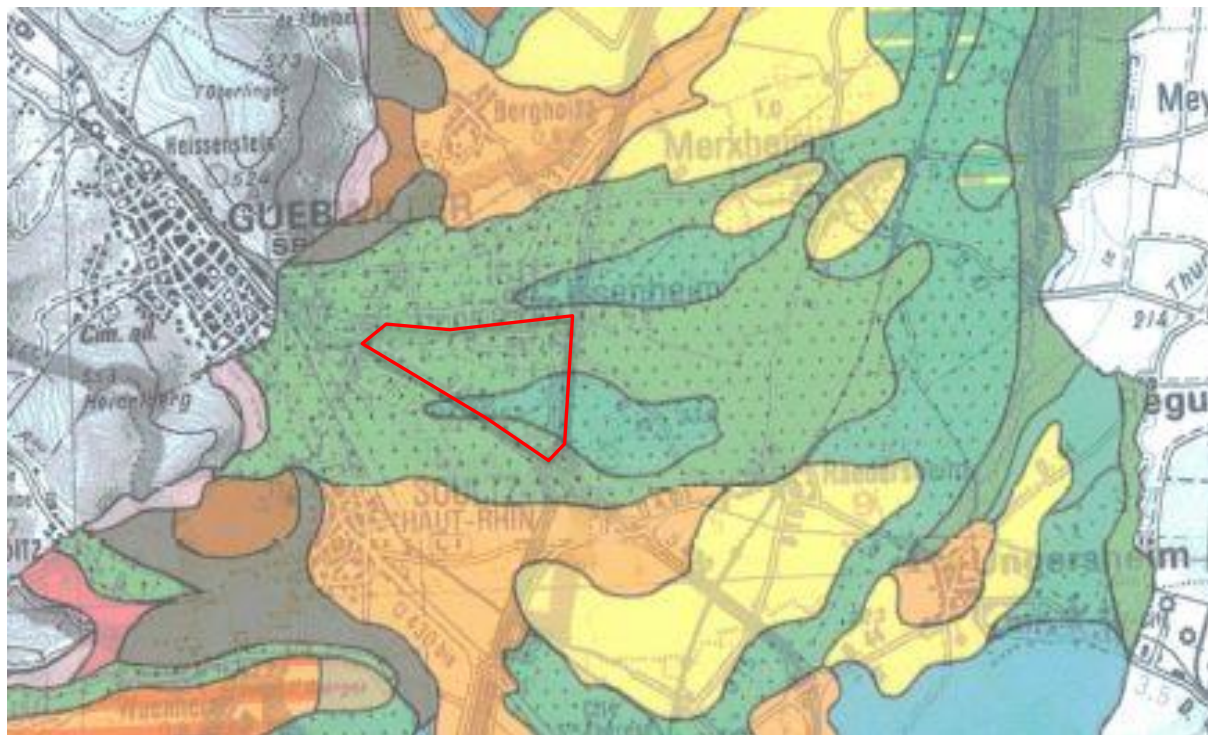
- Luvisol fluvique : Sol brun lessivé alluvial, sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux, moyennement profond (50/60-80/100 cm), acide, hydromorphe (H2-3+), sur alluvions d'origine vosgienne (H0-2), sur alluvions récentes ou anciennes des rivières vosgiennes (UTS n°228).
- Luvisol fluvique : Sol brun lessivé alluvial faiblement hydromorphe sur alluvions récentes (UTS n°229).

Les UTS n°394 et 416, associés aux Brunisols Eutriques rédoxiques des vallées humides. La dénomination de ces sols dans le guide n°12 est qualifiée de Fluvisol hydromorphe ou rédoxique, pouvant présenter des épandages loessiques, témoignant du caractère fluvique et du processus de brunification de ces sols. Deux profils se démarquent selon la nature des alluvions :

- Brunisol Eutrique rédoxique sableux à sablo-limoneux sur alluvions sableuses – stations sous aulnaie à frênes et érables (UTS n°394).
- Brunisol Eutrique rédoxique à pseudogley sur alluvions argileuses – station à chêne sessile mésohygrophile à frêne et aulnes (UTS n°416).

Enfin, l'UTS 395 correspond au profil le plus humide de l'UCS, avec des sols réductiques sableux ou sablo-limoneux (Réductisol). Ce profil apparaît surtout dans les dépressions les plus humides des plaines alluviales.

Extrait de la carte des sols au 100 000^{ème} du guide n°12 de l'ARAA



Alluvions des rivières vosgiennes

Sols superficiels et caillouteux



1 - Sol sablo-argilo-limoneux, acide, peu profond (20-40 cm) plus ou moins caillouteux (alluvions récentes)

Fiches 1 et 2



2 - Sol sablo-argilo-limoneux, acide, peu profond (20-40 cm) très caillouteux (alluvions anciennes)

Fiches 1, 2, 6
(Unités 31V, 32V)

Sols hydromorphes



3 - Sol sablo-argilo-limoneux, acide, profond (50-100 cm), hydromorphe (H2-3+)

Fiche 3



4 - Sol sablo-argilo-limoneux, calcique à calcaire, profond (50-100 cm), hydromorphe (H2-3+)

Fiche 3 var.

Fluviosol
(3 profils)

Brunisols Eutrique
rédoxique et
Fluviosol-Rédoxisol

Alluvions limoneuses de l'Ill

Sud de Colmar



17 - Sol limono-argilo-sableux à sablo-limoneux, décarbonaté, profond (> 100 cm), (berges)

Fiche 19



18 - Sol limono-argilo-sableux, profond (> 100 cm), peu hydromorphe (cuvettes)

Fiche 20



19 - Sol limono-argilo-sableux, peu profond (< 40 cm) et caillouteux

Fiche 21



20 - Sol argilo-limoneux à argileux, décarbonaté, profond (> 100 cm), hydromorphe à gley

Fiche 22

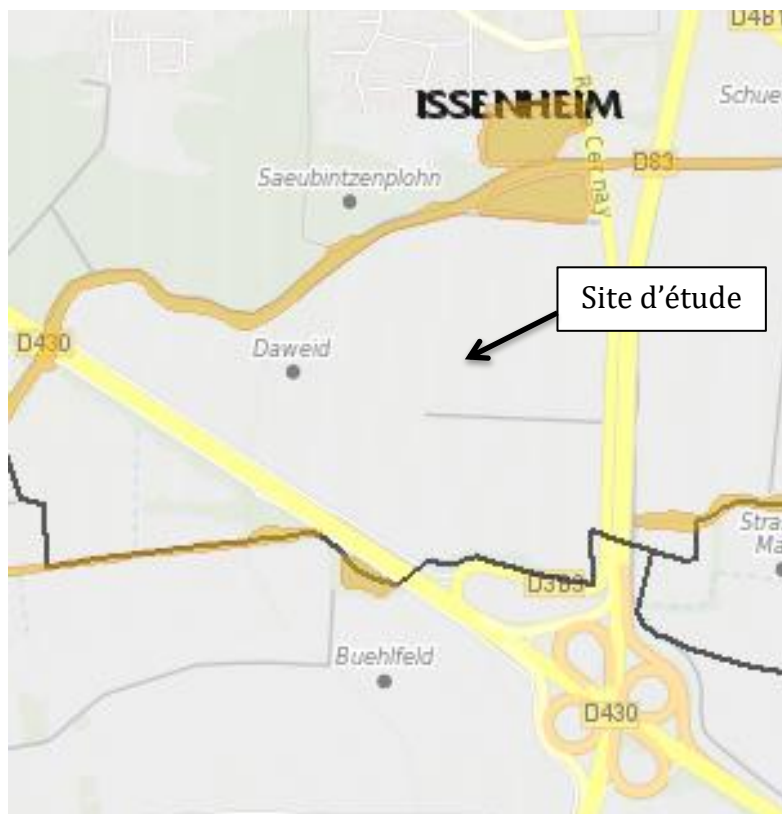
En conclusion, l'aire d'étude repose sur des Fluviosols dans la plaine ou sur des Fluviosols-Rédoxisols (plus ou moins brunifiés – Brunisols Eutriques rédoxique) à l'approche des cours d'eau ou dans les dépressions. Il est intéressant de remarquer que la carte au 100 000^{ème} différencie des Fluviosols-Rédoxisols le long du Rohrgraben au sein de la zone d'étude, ainsi que le long de la Lauch à Issenheim, mais pas le long du Rimbach (qui incise la basse terrasse surplombant le fossé rhénan).

La probabilité de présence de zones humides est corrélée aux développements de profils modérément épais (au sein du cône de déjection de la Lauch, occupée par des alluvions caillouteuses ou sableuses) cumulée à des conditions hydrologiques ou édaphiques favorisant un engorgement temporaire plus ou moins proche de la surface. Les sondages pédologiques devront identifier les quatre profils potentiellement présents au sein de l'aire d'étude :

- Fluviosol leptique, sains, et méritant une analyse hydrologique de la nappe en cas de présence,
- Fluviosol faiblement rédoxique,
- Fluviosol rédoxique calcique (en cas de mélange avec les apports loessiques environnants).
- Fluviosol-Rédoxisol ou Brunisol Eutrique rédoxique.

C. Inventaire des zones à dominante humides ou inventaires locaux

Une cartographie des Zones à Dominante Humides a été menée par l'ex-région Alsace en réalisant une agrégation sélective de différentes études et inventaires menés dans la région. Elle a pour objectif de signaler la présence éventuelle de zones humides au sein de la région Alsace



Extrait des ZDH en Alsace

Ainsi, seule la ripisylve du ruisseau du Rimbach ainsi que les berges de l'étang situé plus au nord semblent concernées (en orange sur la carte).

D. Aléas remontée de nappe et zones inondables

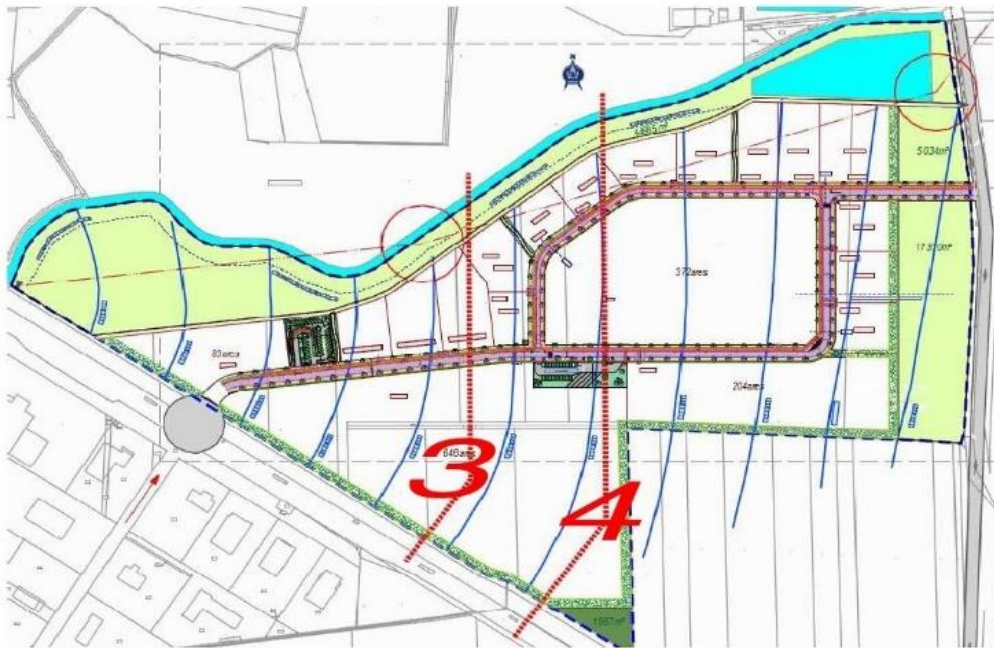
L'analyse des données issues du site cartorisque révèle que l'ensemble du secteur d'étude est soumis à un risque fort de remontée de nappe par inondation de cave (dégradé rouge sur la carte ci-dessous).

Zones soumises aux débordements de nappes et aux inondations de caves



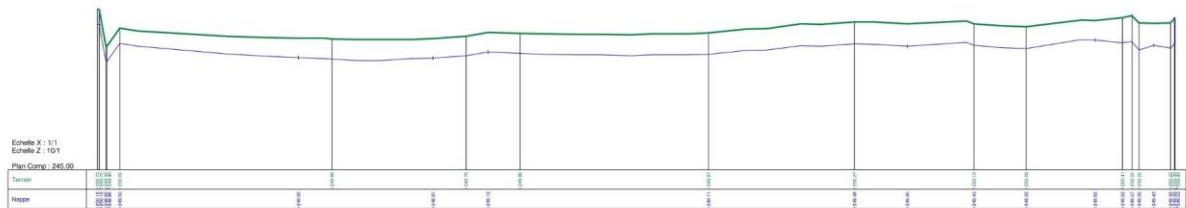
L'étude hydrologique de la nappe au droit du projet indique une cote de 254,27 m (pour une occurrence centennale) et de 253,86 m (pour une occurrence bisannuelle) à l'extrémité occidentale, soit 53 cm au-dessous du terrain naturel, et le niveau de la nappe s'abaisse pour atteindre 94 cm le long du Rimbach à mi-parcours, et à plus de 1,5 m de profondeur en amont de l'étang.

L'abaissement de la nappe étant orientée d'ouest en est, les profils en long sur un axe nord-sud sur la partie centrale de l'aire d'étude montre un rapprochement maximal de la nappe (pour une occurrence centennale) vers 55 cm le long de la RD430 et un approfondissement progressif jusqu'à 1 m le long du Rimbach (profil 3). Le même profil en long légèrement plus en aval conserve un comportement similaire de la nappe avec une profondeur d'environ 70 cm près du Rohrgraben jusqu'à plus d'un mètre près du Rimbach.

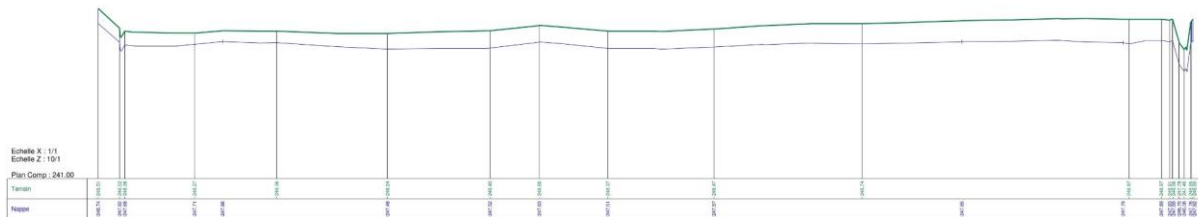


Croquis d'implantation des transects

Profil en long 3 NPHE



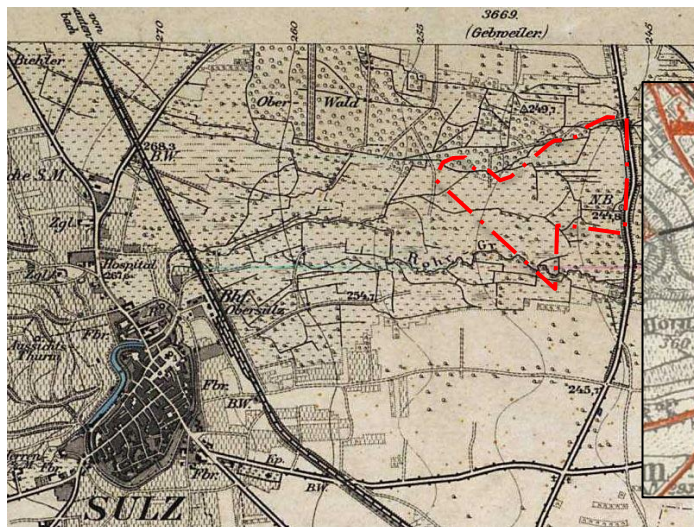
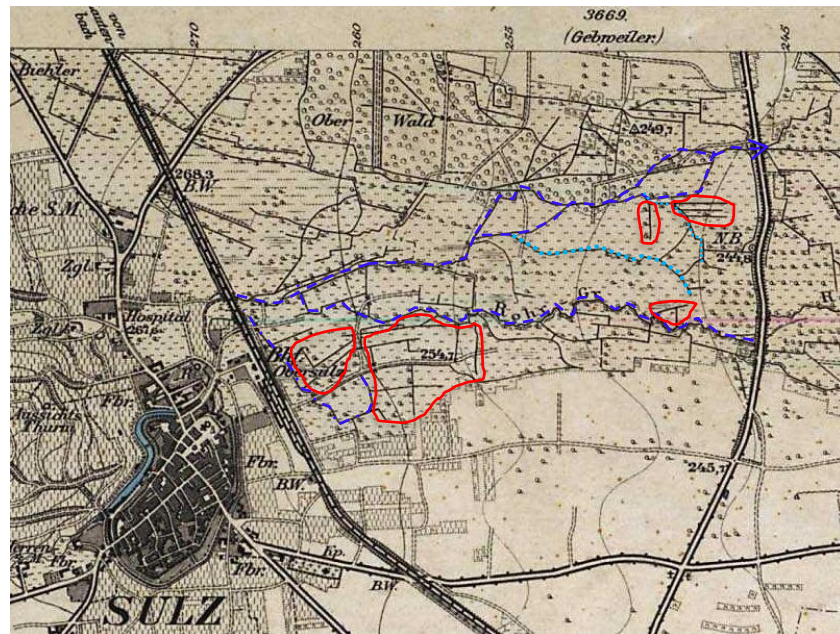
Profil en long 4 NPHE



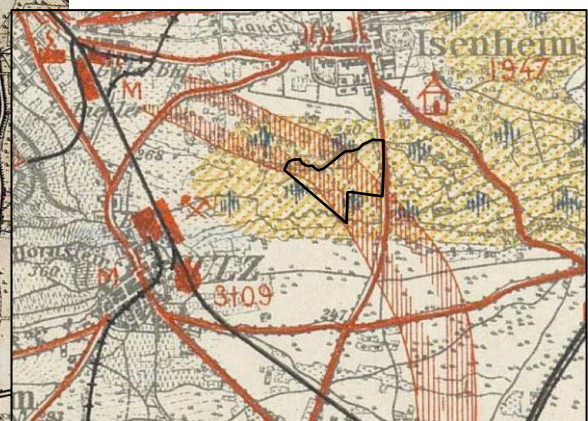
E. Analyse diachronique du site

Les cartes historiques du XIX^{ème} siècle et les photographies aériennes du milieu du XX^{ème} représentent une occupation similaire à la carte d'Etat-Major.

La carte topographique de 1885 montre bien les cours d'eau du Rimbach et du Rohrgraben (en bleu foncé), ainsi que des écoulements annexes alimentant (en bleu clair) un réseau de fossés (probablement d'irrigation) parcourant le secteur de Daweid (dispositifs hydrauliques rectilignes – entouré en rouge sur le croquis ci-dessous – au droit de l'aire d'étude).



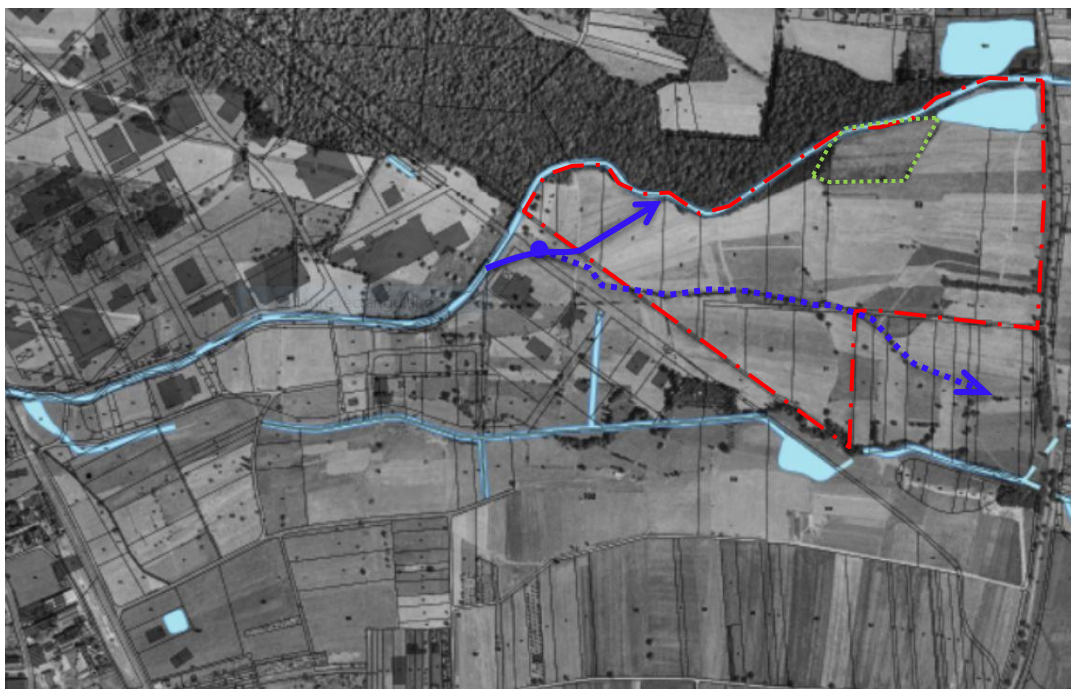
Extrait de la carte topographique de 1885



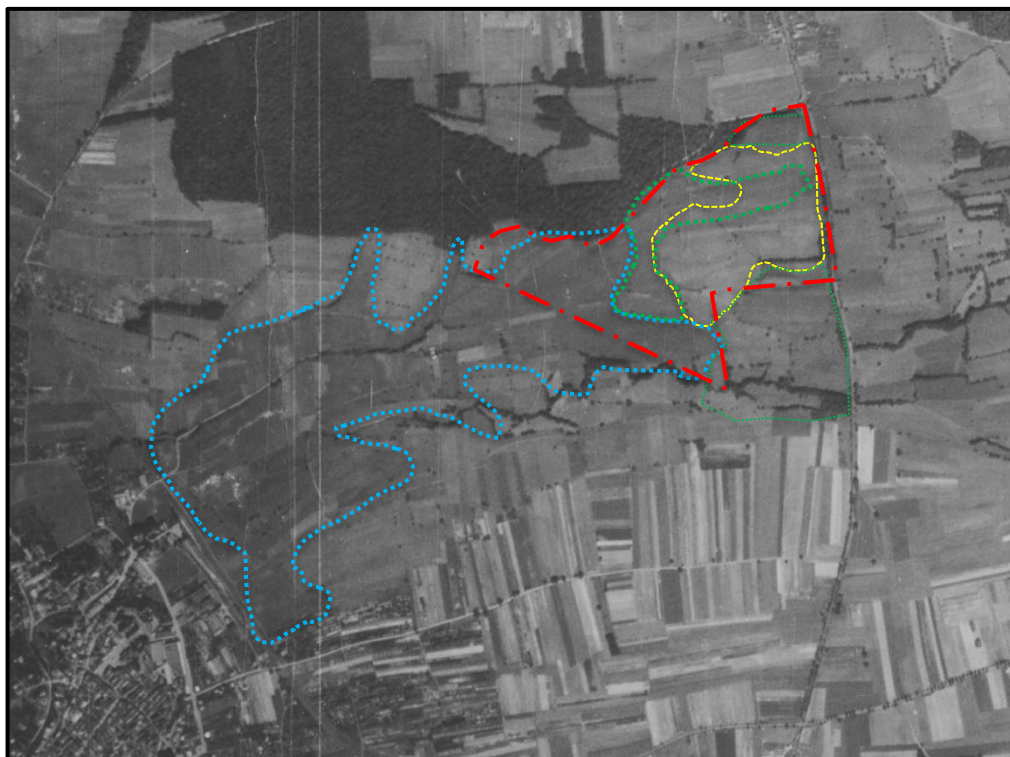
Carte allemande de la guerre 14-18

La carte allemande et française de la guerre 14-18 indique que le secteur de Daweid était au cœur de la ligne de front.

La photographie des années 50 calée sur le foncier actuel illustre bien les évolutions sur le réseau hydrographique, avec la divergence du Rimbach qui est toujours présente en amont de Daweïd (flèche bleu foncé). Cette dernière comprend également un écoulement primaire alimentant le réseau d'irrigation de Daweïd (flèche en pointillé bleu). L'écoulement divergeant plus en aval n'apparaît pas (comme sur la carte de 1885) constituant éventuellement une seconde alimentation du réseau d'irrigation, mais avec toujours une humidité variable (ados) dans cet espace interfluve (zone verte).



Photographie aérienne des années 1950, calée avec le foncier actuel



Photographie de juillet 1944

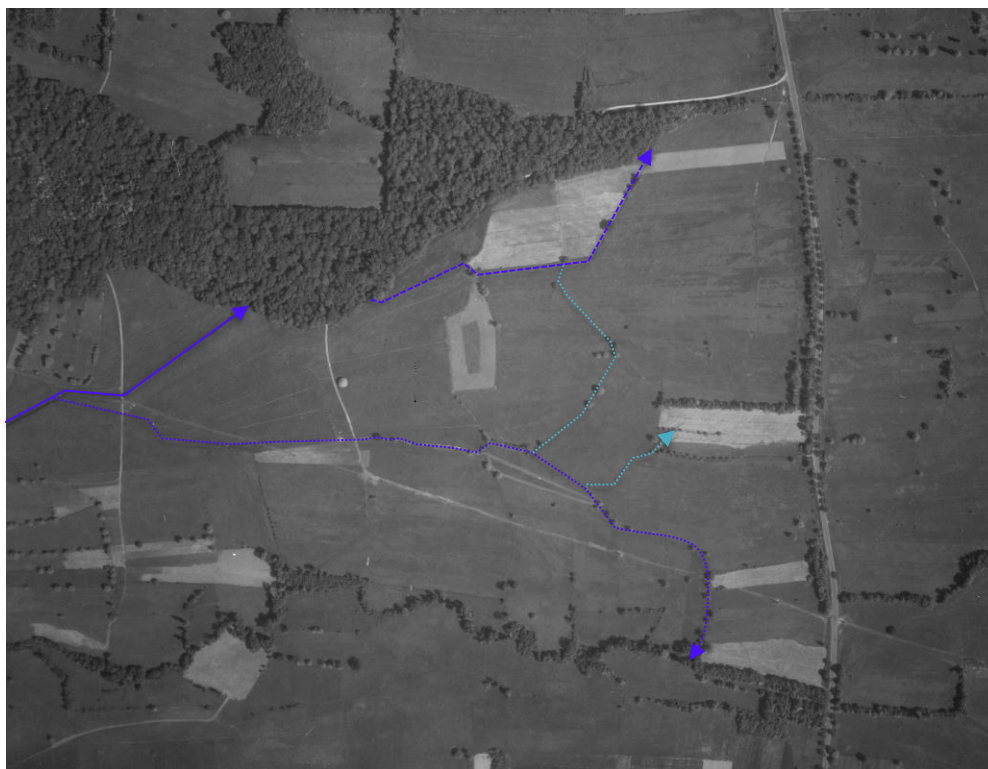
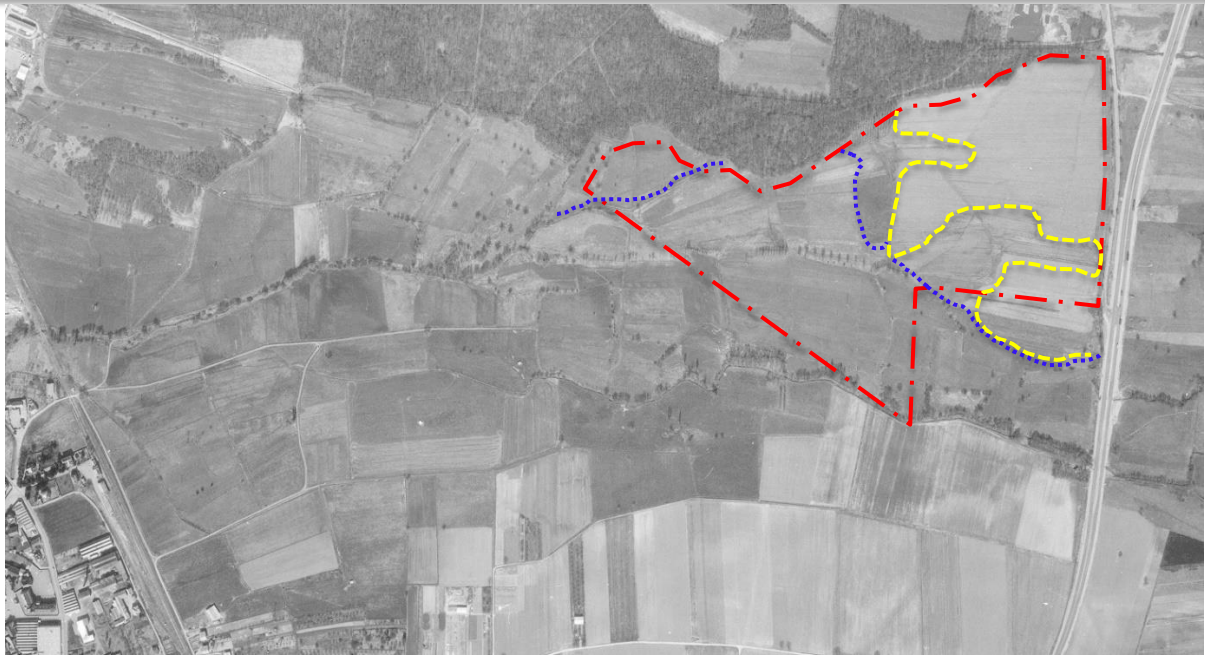


Illustration des fossés présent sur Daweid en mai 1952
(en bleu foncé alimentation primaire, en bleu clair : réseau secondaire)

La photographie aérienne de 1944 prise en juillet montre un fort contraste au sein de la zone alluviale du Rimbach-Rohrgraben, avec une partie amont (en grande partie urbanisée à ce jour) plus humides (surface en pointillée bleu) et une partie aval plus sèche (en jaune), correspondant aux surfaces bénéficiant des aménagements hydrauliques. Néanmoins, le vallon du Rohrgraben en amont de la RD 83 et les espaces dépressionnaires attenants au Rimbach possèdent un engorgement intermédiaire (surface en vert). Cette variation des nuances de gris peut être liée soit à des périodes de fauche échelonnées dans le temps ou à gestion différenciée d'un réseau d'irrigation. La photographie de mai 1952 montre mieux la présence de ces fossés d'irrigation, reliant le Rimbach et le Rohrgraben.

Par la suite, la rectification des lits mineurs du Rohrgraben et du Rimbach (dans un premier temps en amont de l'aire d'étude) interviennent à la fin des années 60 (à l'occasion de l'aménagement de la RN83), comme le montre la photographie d'avril 1969. Cette dernière illustre aussi les effets des fossés entre les deux espaces plus humides identifiés sur la photographie précédente. La zone alluviale « la plus sèche » située au nord-est de l'aire d'étude a été la première zone à être convertie en labour. L'alimentation primaire provenant du Rimbach est encore présent.



Photographie aérienne d'avril 1969

- limite entre la zone alluviale humide et moins engorgée
- limite entre la zone alluviale de moindre humidité et la zone alluviale la plus sèche

Au milieu des années 70, la valorisation agricole s’étend progressivement sur la partie orientale du site (limite en pointillé noire), avec la construction du chemin central agricole actuel. Seule, l’extrémité occidentale attenante à la divergence du Rimbach est encore maintenue en prairie.

En 1979, la construction de la RD430 est en cours, et la partie aval du Rimbach est réaménagée avec la suppression de la divergence amont. Les travaux sur le Rimbach interviennent jusqu’en 1981, ainsi que l’aménagement de la RD3b3. En 1985, le secteur de Daweïd est entièrement labouré, ainsi qu’en grande partie en amont de la RD430. Seule, la partie aval du lit majeur du Rohrgraben est maintenue en prairie.



Photographie aérienne d'avril 1974



Photographie aérienne de juin 1979



Photographie aérienne de juin 1981



Photographie aérienne d'avril 1985

F. Synthèse bibliographique

L'ensemble des données bibliographiques recueillies tend à indiquer que le secteur d'étude pourrait être en zone humide. En effet, bien que les parcelles étudiées soient toutes situées sur des alluvions récentes et relativement drainantes, la carte relative aux risques de remontées de nappe ainsi que la carte de l'état major indiquent la présence très probable de zones humides.

Les données édaphiques sont plus complexes, car elles distinguent la présence potentielle de 4 profils de fluviosols, typiques des zones alluviales, ayant des degrés d'humidité variables compte tenu de la matrice sablo-argilo-limoneux ou limono-sablo-argileux de la zone alluviale du Rimbach et du Rohrgraben. Les Fluviosols leptiques (peu épais) pouvant ainsi être sains car ils reposent directement sur une grève alluviale très drainante. Néanmoins, les données hydrauliques de la nappe indiquent un toit maximal (occurrence centennale) légèrement au dessous de 50 cm, écartant ainsi la possibilité de présences de zones humides hydrologiques.

Par contre, l'analyse diachronique du site montrent bien un engorgement prononcé de la zone alluviale sur la partie amont du site, et de manière plus localisée sur la partie aval du bassin du Rimbach ; Néanmoins, l'ensemble du secteur de Daweid a subi des aménagements hydrauliques permettant d'irriguer la zone en période estivale. Il est donc difficile de définir si les variations d'humidité observées sur les photographies aériennes sont associées à la présence de zones humides ou simplement à des zones hydromorphes, sachant que la nature des terrains est relativement filtrante.

De plus, la zone d'étude a subi les plusieurs bouleversements, avec les travaux lors de la première guerre mondiale, puis une suppression des écoulements secondaires à partir des années 60. L'aménagement de la RD430 en 1979 a parachevé la gestion des eaux sur Daweid ne conservant que les lits mineurs aménagés du Rohrgraben et du Rimbach (rectifié dans les années 60 – induisant un surcreusement du lit mineur malgré la présence de seuils au droit du site, et éventuellement un drainage de la nappe).

III. VISITE DE TERRAIN

La visite de terrain a été réalisée le 27 juillet 2021.

A. Protocole de caractérisation pédologique

Quarante-cinq sondages pédologiques ont été effectués à la tarière manuelle sur la zone de « Daweïd ».

La répartition des sondages a privilégié la délimitation des zones humides observées, et une caractérisation simplifiée des profils pédologiques au sein de l'aire d'étude.

Illustration d'un sondage pédologique à la tarière manuelle

Aucune trace d'horizon réductique (couleur gris-verdâtre ou grisâtre) ou histique (tourbeux) n'a été inventoriée.



B. Morphologie des sols rencontrés

La visite de terrain a permis de confirmer la présence de trois types de sols : **Fluvisols-Rédoxisols**, **Fluvisols rédoxiques** ainsi que les **Fluvisols sains**.

Au vu de la nature grossière des alluvions sous-jacents, un refus est systématiquement observé à plus ou moins grande profondeur. Néanmoins aucun refus à moins de 45 cm n'a été observé. Les Fluvisols qualifiés de « leptiques » ont une épaisseur inférieure à 50 cm.

Fluvisols-Rédoxisols. Au nombre de 25, ces sols sont dominants au sein du secteur d'étude. Ils se caractérisent par une texture argilo-limoneuse et une profondeur supérieure à 50 centimètres. Des traits rédoxiques sont systématiquement visibles avant 25 centimètres de profondeur. Très localement (sondage n°6) la texture est limono-sablo-argileuse.

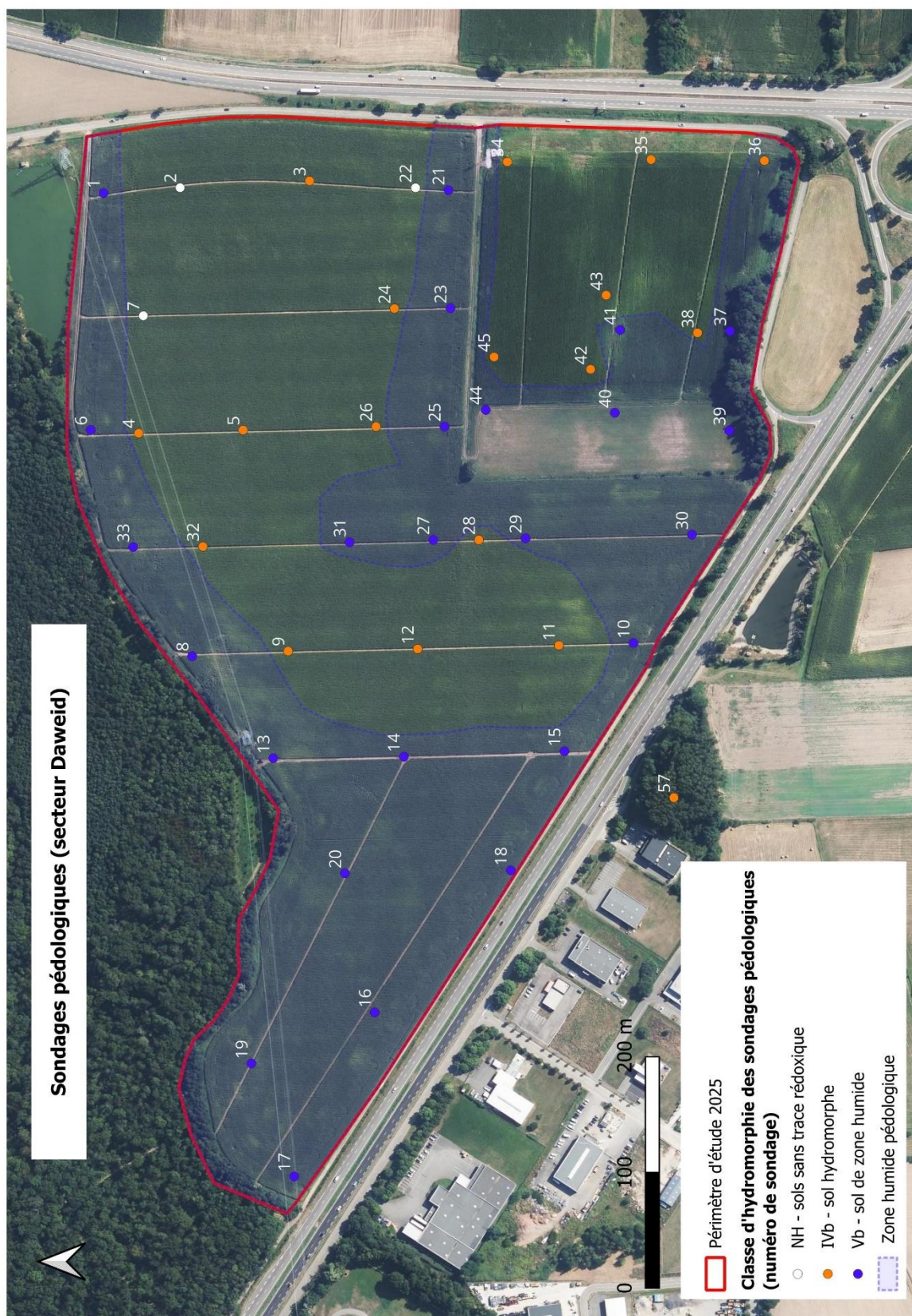
Il est possible de distinguer trois sous-profils, matérialisés avec différentes tonalités de bleu sur la carte suivante :

- Ceux sur matrice argilo-limoneuse pouvant être associés à de Brunisols Eutriques rédoxique en contexte rivulaire (sondages n°6, 8, 10, 15, 16, 23, 25, 31, 33 et 41),
- Ceux qualifiés de « leptique » ou peu épais, également à texture argilo-limoneuse, en marge des anciens écoulements (sondages n°1, 14, 21, 30, 37, 39 et 40). Ils constituent un profil « humide » intermédiaire à ceux des UTS n°227 et 230.
- Ceux reposant sur matrice plus sableuse (sondages n°13, 17, 18, 19, 20, 27, 29, 44). Ces derniers correspondent à une variante humide des Fluvisols rédoxiques décrits ci-après, qui est liée à leur implantation dans un ancien espace « interfluve ».

Ce type de sol est caractéristique des zones humides réglementaires.

Fluvisol rédoxique. Présents sur 17 sondages, ce type de sol possède généralement une profondeur modérée (entre 50 et 80 cm). La texture est également argilo-limoneuse ou limono-sablo-argileuse localement (sondage n°4, 5, 9, et 11). Les traits rédoxiques apparaissent entre 30 et 45 centimètres. Deux profils « leptiques » (peu épais) sont également présents aux sondages n°35 et 36.

Carte de répartition des sondages



Ce type de sol n'est pas caractéristique des zones humides réglementaires. Ils sont situés sur les points hauts du relief (matérialisés en orange sur la carte de répartition des sondages). La présence de traces rédoxiques dans l'horizon de subsurface témoigne de leur capacité à révéler l'hydromorphie. Ils ne sont pas soumis au critère d'identification des zones humides hydrologiques (l'apparition des traces rédoxiques intervient après 25 cm de profondeur, et aucun horizon à gley (ou réductique) n'est présent en profondeur).

Fluviosols sains. Seulement présents aux sondages n° 2, 7 et 22, ces sols présentent la particularité d'être peu épais (45 centimètres) et sains (matérialisés en blanc). La texture est argilo-limoneuse à limono-argileuse. Ce type de sol n'est pas caractéristique des zones humides réglementaires et ils sont situés sur une position plus haute dans le relief en marge du Rimbach. Le critère hydrogéomorphologie a été étudiée avec une nappe présente à plus de 50 cm du terrain naturel.

Le secteur de Daweid relève bien de Fluviosols, typiques de la zone alluviale du Rimbach-Rohrgraben, où la présence de zones humides pédologiques a été localisées en partie ouest dans une zone d'interfluve entre le Rimbach et le Rohrgraben, où s'écoulait un bras du Rimbach vers le Rohrgraben (utilisé auparavant pour l'irrigation des près de Daweid), et bénéficiant d'une texture plus argileuse.

La partie centrale de l'aire d'étude (sondages n°23, 27, 29) correspond à une zone légèrement dépressionnaire dont les eaux sont orientées vers la RD3d. Les traits rédoxiques s'intensifient plus rapidement à proximité du ruisseau du Rohrgraben et du fossé médian. A l'inverse, la grève a été observée à une profondeur modérée le long du Rimbach et du Rohrgraben.

Carte illustrant la profondeur d'intensification des traits rédoxiques

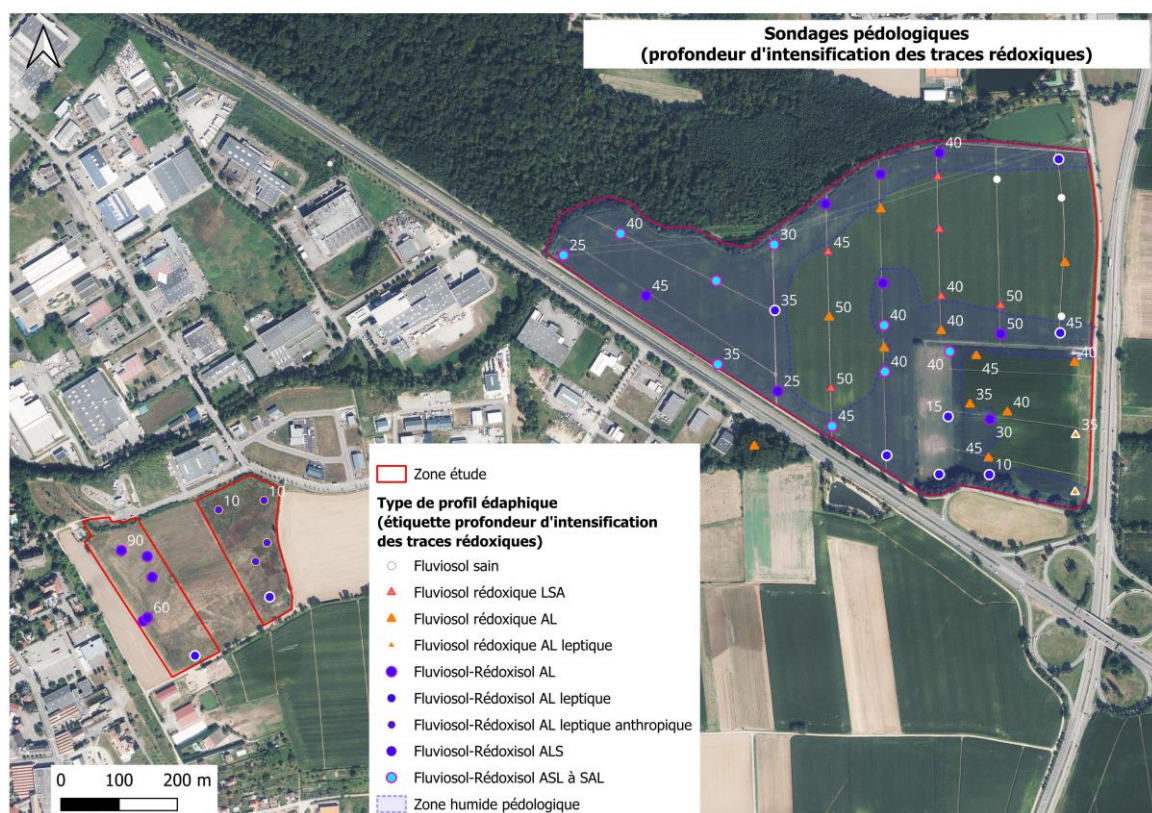


Tableau des sondages

Légende :

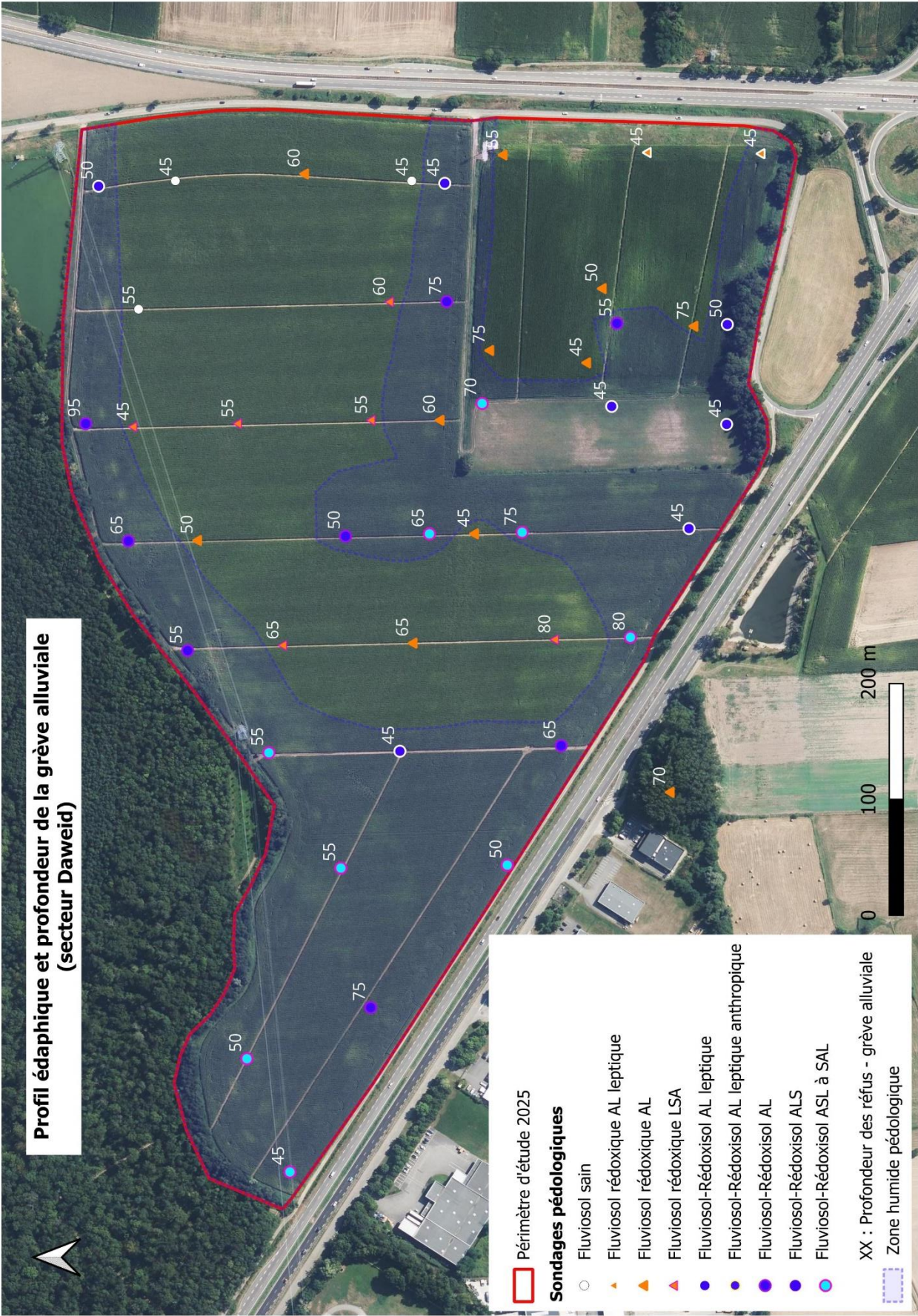
En plein couleur : les sondages répondant aux critères d'identification des zones humides (variante de bleu selon les profils de sol) ; **Ecrit en couleur** : les sondages hydromorphes non 'zone humides'

En noir : les sondages sans traces d'hydromorphie

Sp AdT	Profondeur traces		Refus	Texture	Classe sol	Type de sol
	rédoxiques marquées	rédoxiques intenses				
1	5 cm	-	50 cm	Argilo-limoneux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol AL (leptique)
2	-	-	45 cm		NH	Fluviosol AL sain
3	40 cm	-	60 cm		IVc	Fluviosol rédoxique AL
4	35 cm	-	45 cm	Limono-sableux puis argilo-limoneux	IVc	Fluviosol rédoxique LSA
5	45 cm	-	55 cm	Limono-sableux puis limono-argileux	IVc	
6	25 cm	40 cm	95 cm		Vb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice AL
7	-	-	55 cm	Limono-argileux	NH	Fluviosol LA sain
8	20 cm	-	55 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux	IVb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice AL
9	40 cm	45 cm	65 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux puis argileux	IVc	Fluviosol rédoxique LSA
10	10 cm	45 cm	80 cm	Argilo-limoneux puis argilo-limono- sableux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice AL
11	30 cm	50 cm	80 cm	Argilo-limoneux puis limono-sablo- argileux	IVc	Fluviosol rédoxique LSA
12	40 cm	50 cm	65 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux	IVc	Fluviosol rédoxique AL
13	10 cm	30 cm	55 cm	Argilo-limoneux puis argilo-limono- sableux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol matrice ALS
14	20 cm	35 cm	45 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol AL (leptique)
15	10 cm	25 cm	65 cm		Vb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice AL
16	15 cm	45 cm	75 cm		Vb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice AL
17	10 cm	25 cm	45 cm	Argilo-limoneux puis argilo-sablo- limoneux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol matrice ASL (leptique)
18	10 cm	35 cm	50 cm	Argilo-limoneux puis limono-sablo- argileux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol matrice LSA
19	15	40 cm	50 cm	Argilo-limoneux puis sablo-argilo- limoneux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol matrice SAL
20	15	-	55 cm		Vb	Fluviosol-Rédoxisol sur matrice ASL
21	25	-	45 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux	Vb	Fluviosol-Rédoxisol AL (leptique)

22	-	-	45	Limono-argileux puis argilo-limoneux	NH	Fluvisol AL sain
23	25 cm	50 cm	75 cm	Limono-argileux puis argilo-limoneux puis argilo-limono- sableux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol sur matrice AL
24	35 cm	50 cm	60 cm		IVc	Fluvisol rédoxisol AL
25	20 cm	40 cm	60 cm	Argilo-limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol sur matrice AL
26	30 cm	40 cm	55 cm		IVc	Fluvisol rédoxisol AL
27	15 cm	40 cm	65 cm	Argilo-limoneux puis argilo-sablo- limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol matrice ASL
28	-	-	45 cm	Argilo-limoneux	IVc	Fluvisol rédoxisol AL
29	10 cm	40 cm	75 cm	Argilo-limoneux puis argilo-sablo- limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol matrice ASL
30	20 cm	-	45 cm	Argilo-limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol AL (leptique)
31	25 cm	-	50 cm		Vb	Fluvisol-Rédoxisol sur matrice AL
32	35 cm	-	50 cm		IVc	Fluvisol rédoxisol AL
33	20 cm	-	65 cm		Vb	Fluvisol-Rédoxisol sur matrice AL
34	30 cm	40 cm	55 cm		IVc	Fluvisol rédoxisol AL
35	-	35 cm	45 cm	Argilo-limoneux puis argilo-limono- sableux	IVc	Fluvisol rédoxisol AL (leptique)
36	40 cm	-	45 cm	Argilo-limoneux	IVc	Fluvisol rédoxisol AL (leptique)
37	0 cm	10 cm	50 cm	Argileux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol AL (leptique)
38	30 cm	45 cm	75 cm	Argilo-limoneux	IVc	Fluvisol rédoxisol AL
39	10 cm	-	45 cm	Argileux puis argilo-limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol AL (leptique)
40	5 cm	15 cm	45 cm	Argilo-limoneux	Vb	
41	15 cm	30 cm	55 cm		Vb	Fluvisol-Rédoxisol sur matrice AL
42	30 cm	35 cm	45 cm		IVc	Fluvisol rédoxisol AL
43	30 cm	40 cm	50 cm		IVc	
44	20 cm	40 cm	70 cm	Argilo-limoneux puis argilo-sablo- limoneux	Vb	Fluvisol-Rédoxisol matrice ASL
45	30 cm	45 cm	75 cm	Argilo-limoneux puis sablo-argilo- limoneux	IVc	Fluvisol rédoxisol AL

Carte illustrant les profils édaphiques et la profondeur de la grève sur Daweid



C. Végétation rencontrée et occupation du sol

A l'exception de deux petites prairies situées à l'est du secteur, l'essentiel de la zone d'étude est occupé par des grandes cultures (Maïs).

Aucune végétation hygrophile n'a été inventoriée, même dans la prairie localisée en partie est.



Culture de maïs



Ripisylve du Rohrgraben



Prairie localisée en partie est

En conséquence, la végétation ne permet pas de définir des zones humides réglementaires supplémentaires sur le secteur de Daweïd.

IV. SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC « ZONE HUMIDE »

La délimitation des zones humides réglementaires regroupe la présence des critères de végétation et pédologiques.

A l'intérieure du secteur de Daweïd, une part importante du site d'étude se trouve être en zone humide. Compte-tenu de l'occupation du sol de la zone du projet, la présence de zones humides relève uniquement des critères pédologiques, dont la **surface réglementaire se porte à environ 189 000 m² (18,9 ha)**. Les parcelles sur Soultz de 4,93 ha correspondent aussi à des zones humides réglementaires, répondant aux critères pédologiques, et potentiellement sur 3,3 ha aux critères de végétation.

Cette zone humide, appartenant à la zone alluviale du Rimbach-Rohrgraben (plus précisément sur la basse terrasse du cône de déjection de la Lauch), se caractérise par des Fluviosols-Rédoxisols, engorgés à moins de 25 cm de profondeur, reposant sur des matrices argilo-limoneuse, dans les espaces interfluves, ou des matrices à texture équilibrée (sablo-argilo-limoneuse à argilo-limono-sableuse) pour les espaces attenants au réseau hydrographique actuel ou ancien (utilisés pour l'irrigation puis supprimé).

La quasi-totalité du reste du site repose sur des Fluviosols rédoxiques, où la nappe est également présente au-delà de 50 cm de profondeur. Seuls, trois sondages (Fluviosols sains) situés sur l'Est de l'aire d'étude sont exempts de trace rédoxique. La nappe alluviale, dans cette partie est, intervient à plus de 1 m de profondeur de la surface du sol, écartant ainsi toute possibilité de présence de zones humides sur le critère hydrologique. Ces espaces ne peuvent donc être caractérisés comme des zones humides sur le critère hydrologique.

L'analyse diachronique illustre le fonctionnement distinct des trois composantes de cette zone humide alluviale :

- la partie amont du site, constituant une zone d'interfluve entre le Rimbach et le Rohrgraben, parcourue historiquement par une divergence alimentant les près de Daweid, où un engorgement prononcé est constaté pour des horizons de subsurface (entre 25 et 50 cm de profondeur), associé à la nature moins drainante (argilo-limoneuse) des terrains,
- la partie sud-est, associé au bassin du Rohrgraben, constituant une dépression humide alluviale, dont les apports en eau cumulent les conditions d'engorgement du lit majeur (nappe phréatique et zone de débordement associée au cours d'eau) mais aussi l'accumulation des eaux de ruissellement.
- la partie nord-est le long du Rimbach, où la zone alluviale est plus ou moins perchée, car la nappe est plus profonde que sur le reste de l'aire d'étude. Les zones humides alluviales (reposant sur les matrices du cône de déjection de la Lauch) n'occupent que les terrains argilo-limoneux moins drainants localisés au même niveau que les berges du cours d'eau (ou 2 m plus haut que le fond du lit).

Au regard du SAGE de la Lauch, le tableau ci-dessous liste les dispositions et les effets du projet sur les zones humides.

Orientation	Disposition	Titre	Effet du projet
O1.1 Améliorer les connaissances et apporter des informations	D.101	Préserver les ZH remarquables	Le projet n'affecte pas de ZHR
	D.102	Préserver les ZH prioritaires	Le continuum de la zone humide prioritaire du Rimbach sera renforcé par les mesures compensatoires. Celui de la ZH du Rohrgraben n'est pas affectée et sera reliée à celui du Rimbach.
	D.103	Préserver le rôle hydraulique des ZH non prioritaires	Les fossés considérés comme des ZH non prioritaires sont maintenus et renforcés par des mesures de remises en herbe ou de création de zones humides. Leur fonctionnalité hydraulique n'est pas affectée mais au contraire améliorée.
	D.104	Préserver les ZH en milieux fermés	Le projet n'affecte pas de milieux boisés.
O1.2 Bien appliquer le principe ERC et limiter le risque de surconsommation du foncier	D.105	Intégrer et préserver les ZH dans les documents d'urbanisme	Le projet est compatible avec le document d'urbanisme. Les zones humides réglementaires évitées seront intégrées comme des ZH à préserver dans les futurs documents d'urbanisme
	D.106	Maintenir et développer la bonne gestion des zones humides	Le projet n'intervient pas sur des surfaces disposant de MAEC ou même de mesures extensives. Les mesures compensatoires s'orienteront vers une gestion extensive, avec un suivi effectué par une structure compétente.
	D.107	Réaliser un guide des bonnes pratiques de gestion des ZH	Non concerné
	D.108	Bien appliquer la séquence ERC	La démarche ERC a été mise en œuvre, en limitant les surfaces cessibles et le périmètre du projet. Les mesures de réduction ont été mise en place au sein du projet pour préserver à minima l'infiltration et les continuités de milieux humides. Les mesures compensatoires ont été élaborées à proximité directe du projet, pour agir au mieux sur les pertes fonctionnelles évalués et également pour établir des mesures sous maîtrise foncière afin qu'elles soient rapidement mises en œuvre.
	D.109	Encourager les politiques d'acquisition foncière des ZH	Les mesures compensatoires entre le Rimbach et le projet vont apporter une plus grande maîtrise foncière du continuum humide du Rimbach, et de sa zone alluviale.
	D.110	Accompagner la mise en œuvre de l'aménagement foncier sur le bassin versant	Le projet n'est pas concerné par un aménagement foncier..

V. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET

A. Démarche ERC dans la conception du projet

La superficie de la zone humide au sein du périmètre d'extension prévu au SCoT est de 18,87 ha, comme présenté dans le volet diagnostic précédent.

La valeur seuil de 10 000 m² étant dépassée, le projet est soumis à une demande d'autorisation au titre de la rubrique 3.3.1.0 de la Loi sur l'eau.

La démarche Éviter, Réduire, Compenser mérite donc une pleine mise en œuvre en concevant un projet d'aménagement respectant les principes suivants :

- **Mesures d'évitement** : Éviter les zones proches des ripisylves correspondant aux secteurs les plus humides et les plus fonctionnels.

- **Mesures de réduction** : Minimiser ou contraindre les surfaces imperméabilisées (bâtiments et voiries) aux emprises efficaces pour les activités économiques. De même, il faut éviter des remblaiements superflus dans le cadre d'aménagement paysagers, afin de maximiser les emprises non aménagées avec un terrain naturel, préservant encore la fonctionnalité résiduelle des zones humides affectées par le projet. **Dans ce cas, les espaces verts de la zone d'activités peuvent être écartés de la destruction de zones humides.**

- **Mesures compensatoires** : Rechercher et élaborer un site de compensation pour pallier les pertes fonctionnelles de zones humides (qui sont à déterminer), à proximité du projet pour restituer au mieux la perte fonctionnelle sur le même bassin hydrographique.

C'est pourquoi, deux mesures d'évitement ont été déterminées au regard des enjeux sur les zones humides, en particulier des secteurs déjà identifiés dans le cadre du SAGE de la Lauch :

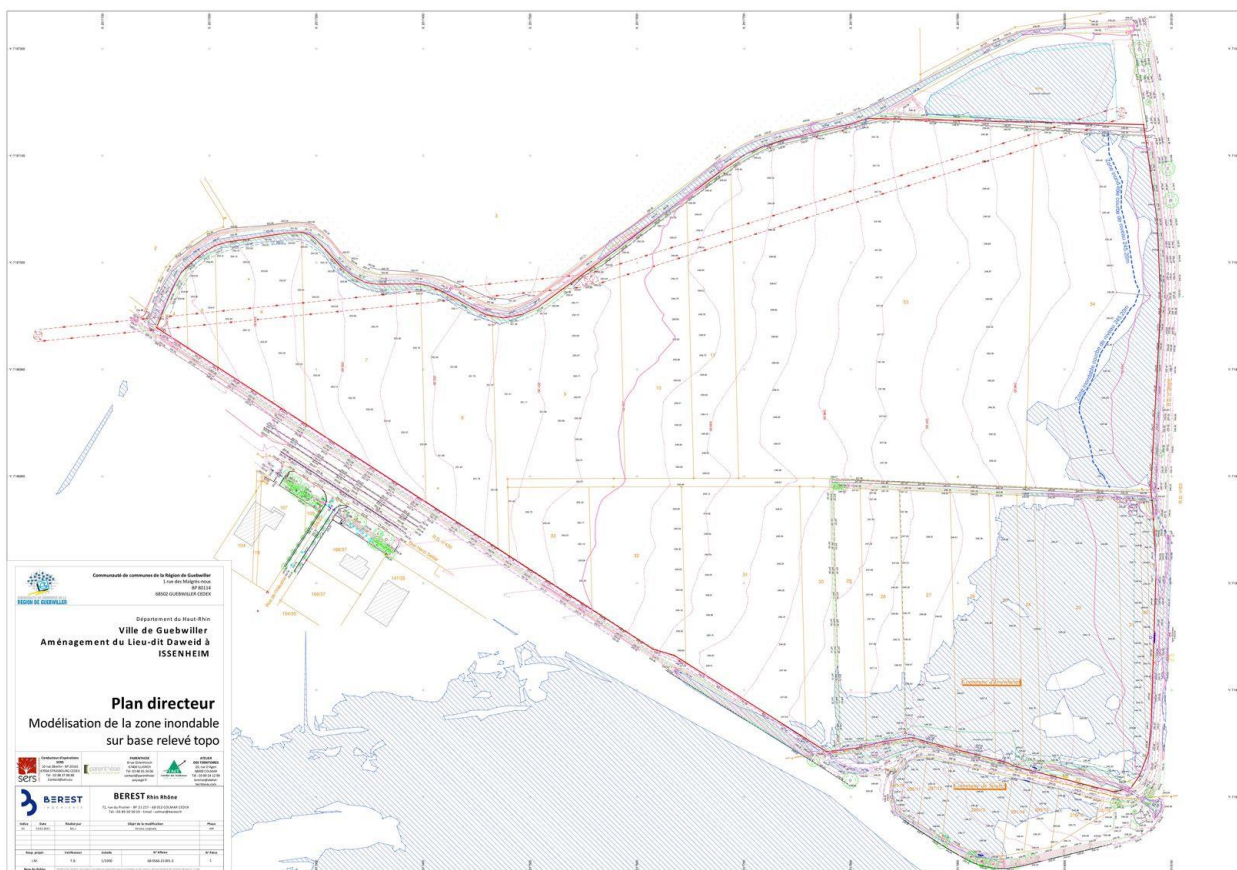
- **Mesure 1 : réduction du périmètre de la ZAC** de 3,55 ha au sud-est du site, compte-tenu également des enjeux d'inondations liées aux débordements du Rohrgraben.

- **Mesure 2 : réduction des emprises des aménagements au sein de la ZAC**, en s'éloignant du Rimbach et du Rohrgraben. Cette mesure d'évitement d'une superficie de 5,67 ha sera aussi utilisée pour effectuer un projet de restauration de zones humides (mesure compensatoire). Ainsi, le lot 0 initialement intégré dans les surfaces cessible a été écarté du projet pour être intégré dans les surfaces d'évitement et de compensation.

Les effets du projet avant réduction au sein du projet d'aménagement urbain affecte une superficie de 10,17 ha de zones humides pour un projet de ZAC de 29 ha (dont 20,78 destinées aux surfaces cessibles et à la voirie). La carte en page 41 synthétise les emprises selon la démarche complète E.R.C pour arriver à un impact résiduel de 8,7 ha.

Le croquis en page suivante localise les surfaces affectées par le débordement du Rohrgaben, et dont les zones humides ont été évitées (reposant sur des Fluviosols ou des Fluviosols-Rédoxisols).

Les paragraphes suivants détaillent l'impact brut du projet, et les mesures de réduction qui sont mises en œuvre pour en limiter les effets négatifs. A l'issue de la définition de l'impact résiduel, une surface compensatoire sera définie à fonctionnalités équivalentes.



Modélisation de la zone inondable du Rohrgraben au sein du projet

A. Analyse des effets bruts du projet sur les zones humides

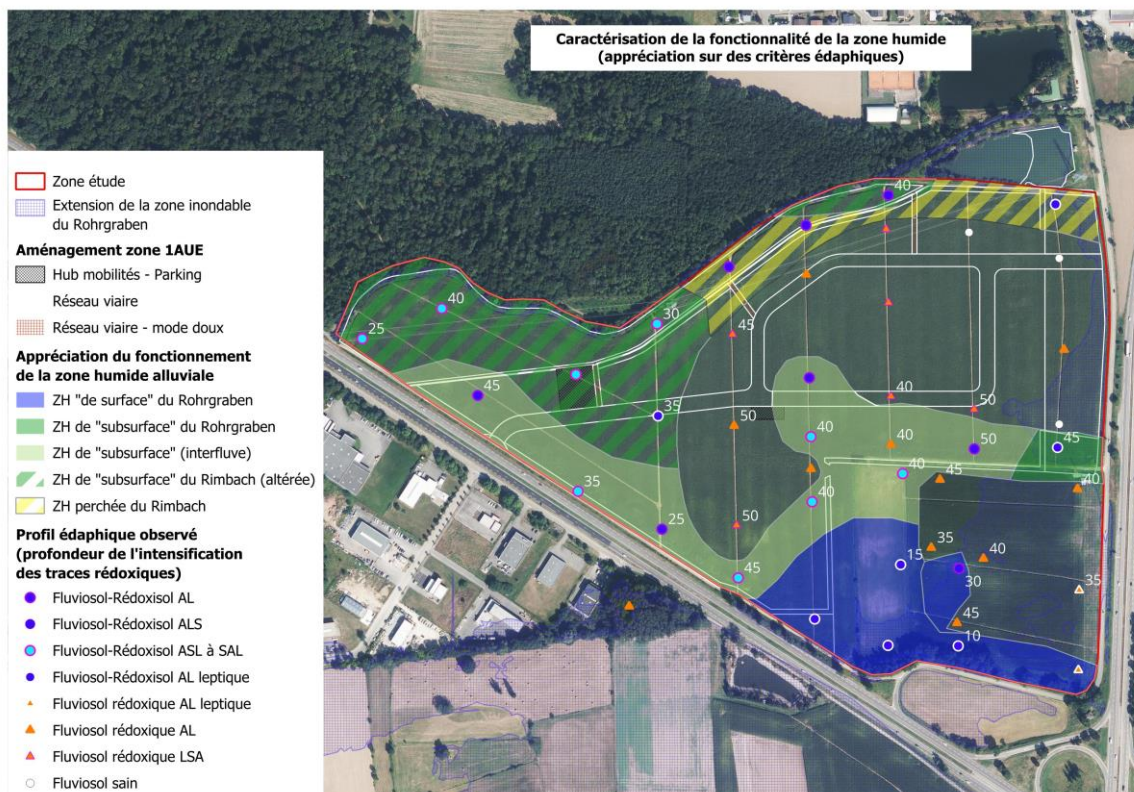
La préservation des zones humides représente un enjeu environnemental important entraînant des conséquences sur de multiples facteurs. Ainsi, les fonctionnalités des zones humides sont nombreuses. Elles rendent de nombreux « services naturels » apportant principalement des bénéfices hydrologiques, épuratoires et écologiques. Leur destruction et la mise en œuvre de divers aménagements anthropiques entraînent des modifications des écoulements superficiels ou de sub-surfaces, induisant des effets directs ou indirects, positifs ou négatifs sur les zones humides.

De manière générale, la préservation n'est pas seulement un enjeu écologique. La consommation de milieux humides et de terrains hydromorphes peut aussi avoir des effets négatifs indirects sur la qualité des eaux.

Dans le cadre de notre projet, les zones humides inventoriées sont caractéristiques des zones humides alluviales avec des profils variables au regard de l'engorgement prononcé des sols, plus ou moins en surface. Dans le prolongement de l'analyse diachronique et de la synthèse du diagnostic, il est possible d'apprécier les conditions d'engorgement de zones humides en tenant compte de l'apparition des traits rédoxiques intenses et des profils édaphiques (voir encadré ci-après) en distinguant :

- des zones humides à engorgement de surface dans la lit majeur du Rohrgraben, où l'intensification des traces rédoxiques intervient sur les 30 premiers centimètres – voir carte page 22),

- des zones humides à engorgement de sub-surface, dans l'interfluve entre le Rimbach et le Rorhgraben, ainsi que sur la partie amont le long du Rimbach,
- une zone humide alluviale « perchée » à l'extrémité orientale du projet, où les sols peu épais et filtrants, implantée en marge du Rimbach. Cette zone humide est également altérée au regard de l'incision du Rimbach.



Remarque sur l'appréciation d'une analyse simplifiée du fonctionnement de la zone alluviale à partir de critères pédologiques

Une interprétation « simplifiée » du fonctionnement de la zone alluviale peut être menée au regard de critères édaphiques en prenant en compte les conditions hydrologiques (zone inondable et niveau de la nappe) :

- Zone humide alluviale du Rorhgraben à engorgement de surface, avec des sols modérément profonds et une intensification des traces rédoxiques avant 35 cm de profondeur – zone en transparence bleu foncé,
- Une variante à engorgement de subsurface avec une intensification avant 50 cm de profondeur (extrémité est du site) - zone en transparence vert foncé,
- Zone humide alluviale à engorgement de subsurface en position d'interfluve (sols plus épais et une intensification entre 25 et 50 cm - zone en transparence vert clair),
- Zone humide alluviale à engorgement de subsurface du Rimbach, également avec une intensification des traces rédoxiques avant 50 cm de profondeur (souvent avec des sols modérément profonds, entre 45 et 55 cm – zone de hachures vert foncé),
- Zone humide alluviale perchée du Rimbach, sans intensification des traces rédoxiques (sols également modérément profond – zone de hachures jaune).

1. Analyse avant les mesures de réduction

L'impact de l'aménagement urbain dépend également de la localisation du projet par rapport à l'ensemble de la zone humide et de ses apports en eau.

Ainsi, le fractionnement de cette dernière modifie d'une part la fonctionnalité globale de la zone humide, tant écologique qu'hydrologique, mais induit aussi une nouvelle répartition de l'alimentation en eau se traduisant éventuellement par des effets indirects sur la pérennité des zones humides jouxtant le projet.

Malgré cette nouvelle répartition de l'alimentation en eau de surface, il n'y pas de nouvelles modifications essentielles des sources d'alimentation en eau, qu'elles soient souterraines (les fondations du projet n'interféreront pas avec la nappe) ou en surface. Cette alimentation en eau repose sur les principes suivants :

- le projet est implanté dans une zone alluviale, avec une nappe phréatique plus ou moins profonde,
- les alimentations en eau via le réseau hydrographique ont été modifiées antérieurement (écoulements utilisés pour l'irrigation),
- les eaux de pluies et les ruissellements seront toujours infiltrés à l'échelle du projet mais sur des espaces plus réduits (au sein des zones humides préservées ou des noues au sein du projet).

Le projet prévoit néanmoins de préserver les espaces les plus proches des cours d'eau ainsi que le long de la RD430 qui apparaissent les plus sollicités pour les écoulements de surface.

La perte de zone humide réduira par conséquent les surfaces d'infiltration des eaux météoritiques destinées à alimenter la nappe (en conservant les quantités d'eau infiltrées en sollicitant les futures noues sur l'espace public et les dispositifs aménagés par les entreprises sur chaque lot). Les surfaces associées aux rôles épuratoires seront aussi réduites, bien que leurs états actuels (espaces humides labourées) soient dégradés sur leur capacité épuratoire.

Le tableau ci-dessous synthétise les effets direct, indirect, permanent et temporaire du projet sur les zones humides inventoriées.

Effets directs permanents		Remarques / Surface
Consommation de zones humides	oui	9,65 ha avant réduction
Modification de l'alimentation liée au réseau hydrographique	non	Alimentation principale en eau, météorique et latérale espaces aux abords des CE préservés
Modification éventuelle de la qualité des eaux superficielles ou souterraines	oui	9,65 ha, soit 55 % des surfaces inventoriées sur le périmètre SCoT
Effet de coupure et fragmentation des ZH	non	Zone humide alluviale, connexion en profondeur toujours présente
	oui	Projet fragmentant la zone humide alluviale, entre la zone humide altérée du Rimbach et la zone humide du Rohrgraben (maintien d'une bande de 6 m).
Effets indirects permanents		
Détérioration ou destruction de zones humides aux abords du projet	non	Le projet n'affecte pas les cours d'eau ni les boisements humides au nord du Rimbach. L'état de la zone alluviale est déjà altéré suite à la suppression d'un ancien écoulement. Le projet ne prévoit pas d'autre modification des eaux de surface
Modification du ruissellement et l'alimentation en eau	non	
Effets directs et indirects temporaires		
Tassement des sols et perturbation de leur fonctionnalité	non	Pas de stockage en dehors de l'emprise aménagée.
Pollution directe ou indirecte (matière en suspension) par les engins de chantiers	oui	Potentiellement – règles de préservation de la ressource en eau à appliquer, en particulier au-dessus de la nappe

Effets directs permanents

L'emprise des 9,65 ha de zones humides détruites possède les mêmes caractéristiques édaphiques générales que les celles des mesures d'évitement. Le choix des emprises dépend principalement d'un objectif d'agglomération maximale des emprises de la zone aménagée (pour éviter le fractionnement de ou des zones humides) et de l'éloignement par rapport aux cours d'eau.

Il est difficile de savoir si la destruction de zones humides aura un effet sur l'engorgement des zones humides bordant les deux cours d'eau. La destruction de zones humides dans une zone alluviale peut aussi bien renforcer l'engorgement des autres zones humides environnantes ou n'avoir aucun effet sur leur alimentation en eau, selon l'importance et la rapidité des flux d'eau en subsurface (circulation latérale de subsurface). Cependant, sans quantifier ces effets positifs ou négatifs, il est probable que les effets s'accroissent pour la zone humide d'interfluve et la zone humide du Rohrgraben (voire la carte de la typologie fonctionnelle précédente) où l'engorgement intense se rapproche de la surface. Ainsi, l'imperméabilisation au sein de la zone 1AUE n'affectera pas la zone humide au sud-est qui interagit principalement avec le cours d'eau. Les effets de l'imperméabilisation sera plus aléatoire pour la zone humide de subsurface du Rimbach (dépendant des apports latéraux et du régime hydraulique du cours d'eau). Par contre, l'engorgement sera probablement similaire pour la zone humide perchée (aval) du Rimbach car les terrains sont très filtrants et la nappe reste en profondeur ne pouvant freiner l'infiltration en surface.

Le projet ne provoque pas de modification des écoulements, car l'urbanisation intervient sur les terrains sommitaux de la zone alluviale. Cette perte de surface réduit potentiellement les eaux de ruissellement s'écoulant vers les points bas de l'aire d'étude (côté Rohrgraben). Cependant, les profils pédologiques ont indiqué un caractère relativement filtrant des terrains, où l'infiltration des eaux est majoritaire par rapport aux ruissellements (sachant que les variations topographiques sont relativement faibles pour engendrer de fort ruissellement). Aux abords de la RD 430 et du Rohrgraben, l'engorgement étant influencé par l'alimentation en eau d'origine souterraine, combinée aux ruissellements, l'alimentation générale de ces zones humides préservées ne sera pas affectée. Le long du Rimbach, la zone alluviale restera altérée au regard du fonctionnement du cours d'eau relativement incisé. Son fonctionnement actuel sera donc maintenu. En revanche, la perte des espaces alluviaux destinées à l'infiltration des eaux et un aménagement « empirique » interceptant les échanges hydrauliques de surface entre le Rimbach et le Rohrgraben peut provoquer localement des disparités pour les infiltrations vers la nappe, et surtout des effets sur les horizons de surface du sol.

Selon ce principe, le projet d'aménagement a été organisé dans sa conception pour maximiser l'aménagement en dehors des zones humides et en limitant l'urbanisation sur des zones humides de surface, et les zones humides de subsurface, proches des ruisseaux. La perte de zone humide a été orientée vers les espaces d'interfluvés et les zones humides perchées (ou soumise à l'incision du Rimbach). En surface, la zone alluviale sera scindée en deux avec une partie majoritairement préservée le long du Rimbach et une petite partie préservée près du Rohrgraben. Une continuité entre ces deux zones humides sera maintenue le long de la RD430 (voir mesure de réduction et de compensation).

Effets indirects permanents

La réflexion sur les effets de fragmentation de la zone humide peut aussi être appliquée pour les effets indirectes. Ces derniers sont faibles, car les alimentations en eau sont associées aux apports météoriques, aux ruissellements (sur la partie sud et est de l'aire d'étude) et aux apports latéraux (cours d'eau) alors que l'aménagement est positionné sur les points hauts.

Seule la partie imperméabilisée de la zone humide interfluve peut interagir modérément sur les ruissellements et des effets indirects sur la zone humide en aval.

Par contre, le projet n'intervient pas non plus sur les cours d'eau, préservées les interactions et les régimes hydrauliques de ces derniers.

Effets directs ou indirects temporaires

Les effets temporaires sont liés aux travaux du chantier.

Le stockage temporaire de matériaux ou des engins de chantier risque d'avoir un impact important sur les terrains humides présents (dégradation, voire destruction partielle). C'est pourquoi, les zones de chantier seront installées dans l'emprise du projet et préférentiellement en dehors des zones humides. Les zones de stockages temporaires des matériaux seront implantées strictement dans les emprises des surfaces imperméabilisées à terme (emprises voiries, surfaces cessibles ou parking) du projet.

La présence d'engins de chantiers, sur des zones humides ou à proximité de cours d'eau peut entraîner la mise en suspension, de matières minérales, voire d'éléments polluants tels que les produits bitumineux, pour la confection des chaussées, ou des hydrocarbures provenant des engins. Cette dégradation de la qualité des eaux peut influencer d'une part la qualité des eaux de la zone humide associée à ces cours d'eau, ou d'autre part modifier les échanges hydrologiques entre le substratum de la zone humide et la rivière. La présence de la nappe alluviale constitue aussi un enjeu de santé publique. Le risque de pollution accidentelle par les engins de chantiers fera l'objet de règles spécifiques, prévoyant rapidement la mise en place de solutions alternatives pour lutter la pollution. Cette contamination éventuelle des eaux superficielles, voire souterraines, est néanmoins difficilement quantifiable.

Le projet d'aménagement devra définir des emprises de travaux qui seront matérialisées sur le terrain. Les bases de vie et le stockage des matériaux seront implantés en dehors des zones humides faisant l'objet de mesure ERC (sur les points sommitaux du projet).

Comme la zone étant en totalité labourée, il n'y a pas d'enjeu de préservation de milieux humides. Seule, l'érosion des sols voire le ravinement peuvent altérer les fonctionnalités biogéochimiques. Ces phénomènes sont corrélés à la topographie du site, qui est relativement plane aux abords du Rimbach, en suivant une pente naturelle le long de ce ruisseau. L'érosion des sols est donc plus susceptible d'intervenir sur les parties basses au sud du projet.

De plus des mesures de réduction seront mises en oeuvre pour limiter les effets de l'érosion éventuelle (voire pages suivantes).

2. Proposition de mesures de réduction, et impact résiduel du projet sur les zones humides

Dans le cadre de l'élaboration du projet, la mise en place des espaces paysagers au sein de chaque lot ainsi qu'autour du projet d'aménagement limite l'impact du projet en réduisant les surfaces de zones humides imperméabilisées.

La première mesure de réduction est l'implantation d'une haie paysagère en périphérie de la zone d'activités, avec une emprise de 6 m de large. Cette mesure A représente une surface de 0,94 ha pour les emprises aménagées, dont 0,59 ha aménagé par le maître d'ouvrage,

complété par 3 550 m² supplémentaire concernant les haies paysagères longeant la piste cyclable au sein de chaque lot.

Au final, la mesure de réduction s'étend sur 0,94 ha au sein du périmètre d'aménagement. Parallèlement, les 0,68 ha de noues au sein du projet, ne feront pas l'objet d'imperméabilisation, mais au contraire d'une végétalisation avec une nouvelle configuration des terrains sous la forme de noues très évasées. Ces noues ont été intégrées dans les surfaces de destruction de zones humides.

Description des mesures de plantations – Mesure A

Les emprises des plantations sont situées en périphérie des espaces aménagés de la ZAC, avec une largeur de plantation de 6 m à minima. Ces espaces de plantation ne seront pas remblayés. Ils doivent rester au niveau du terrain naturel actuel.

Dans les emprises reposant sur les zones humides, la palette végétale sera adaptée à ces milieux. Un couvert végétal pérenne sera implanté, avec soit un couvert herbacé semé et des plantations ligneuses issues de la palette végétale proposée, soit des plantations avec une dynamique herbacée spontanée.

Arbustes buissonnants caractéristiques des zones humides :

- ✓ Groseillier (*Ribes rubrum*)
- ✓ Saule à oreillettes
- ✓ Saule cendré
- ✓ Saule pourpre

Arbustes moyens, caractéristiques des zones humides :

- ✓ Saule des vanniers
- ✓ Cerisier à grappes
- ✓ Bourdaine
- ✓ Saule faux daphné
- ✓

Arbres, caractéristiques des zones humides :

- ✓ Aulne glutineux
- ✓ Bouleau blanc (pubescent)
- ✓ Orme lisse
- ✓ Saule blanc
- ✓ Saule fragile

La mesure A constitue bien une emprise réduite de l'impact avec une obligation de végétaliser cette surface et sans remblaiement du terrain naturel. Le maître d'ouvrage aménagera par anticipation cette bande de 6 m sur 0,66 h (voir carte ci-après), et constituera une zone tampon entre la zone aménagée et les zones humides environnantes (qui seront renforcées dans le cadre d'une mesure compensatoire. La plantation des haies sera réalisée, le long de la piste cyclable, par les preneurs de chaque lot et sera à leur charge.

Ces espaces ne sont pas isolés au sein du projet d'aménagement, et restent donc au contact des zones humides environnantes.

Au final, la surface de zones humides détruites représente 8,7 ha et les surfaces évitées et réduites s'étendent sur 10,17 ha.

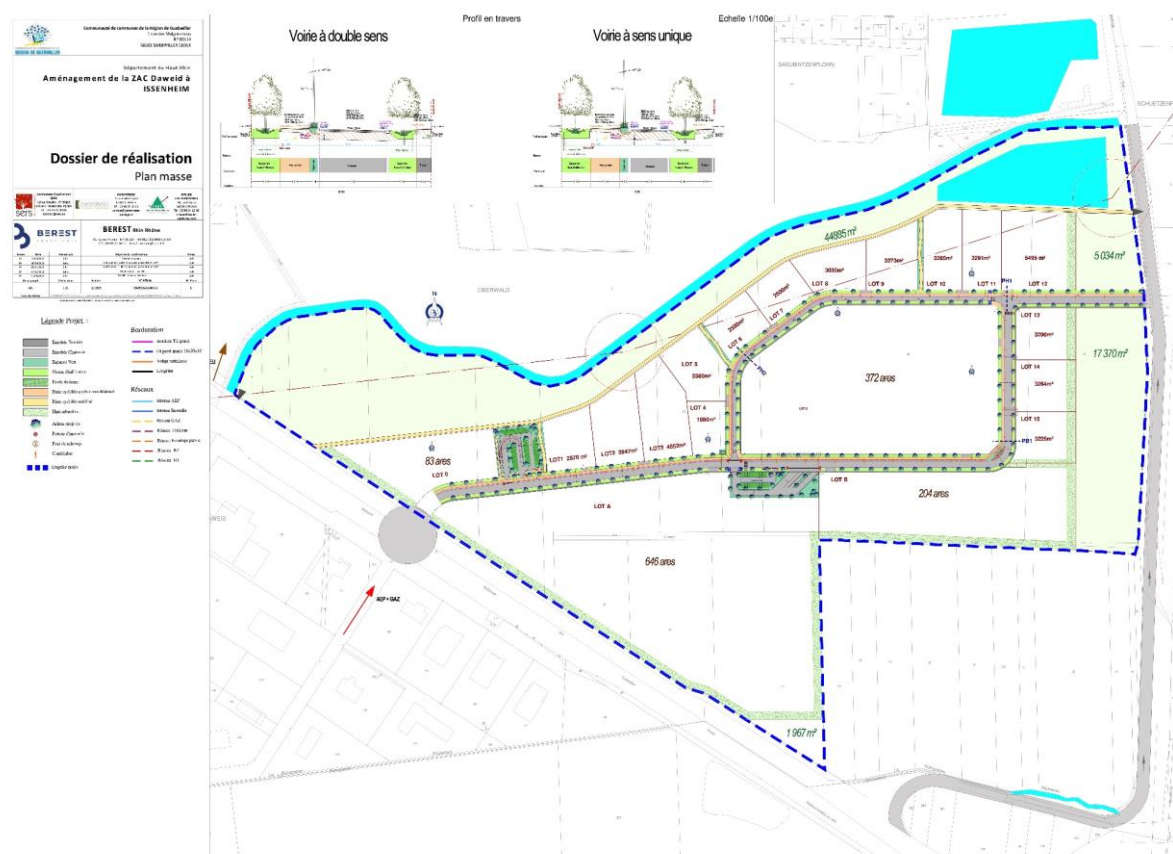
Illustrations de la palette végétale proposée

			
Saufe à oreillettes	Saufe cendré	Saufe pourpre	Groseillier
			
Saufe des vanniers	Saufe faux daphné	Cerisier à grappes	Bourdaine
			
Bouleau blanc (pubescent)	Aulne glutineux	Orme lisse	Saufe blanc



Saufe fragile

**Carte d’aménagement du projet mise en œuvre par anticipation par le maître d’ouvrage
(avant ajout du lot 0 en mesure MC1)**

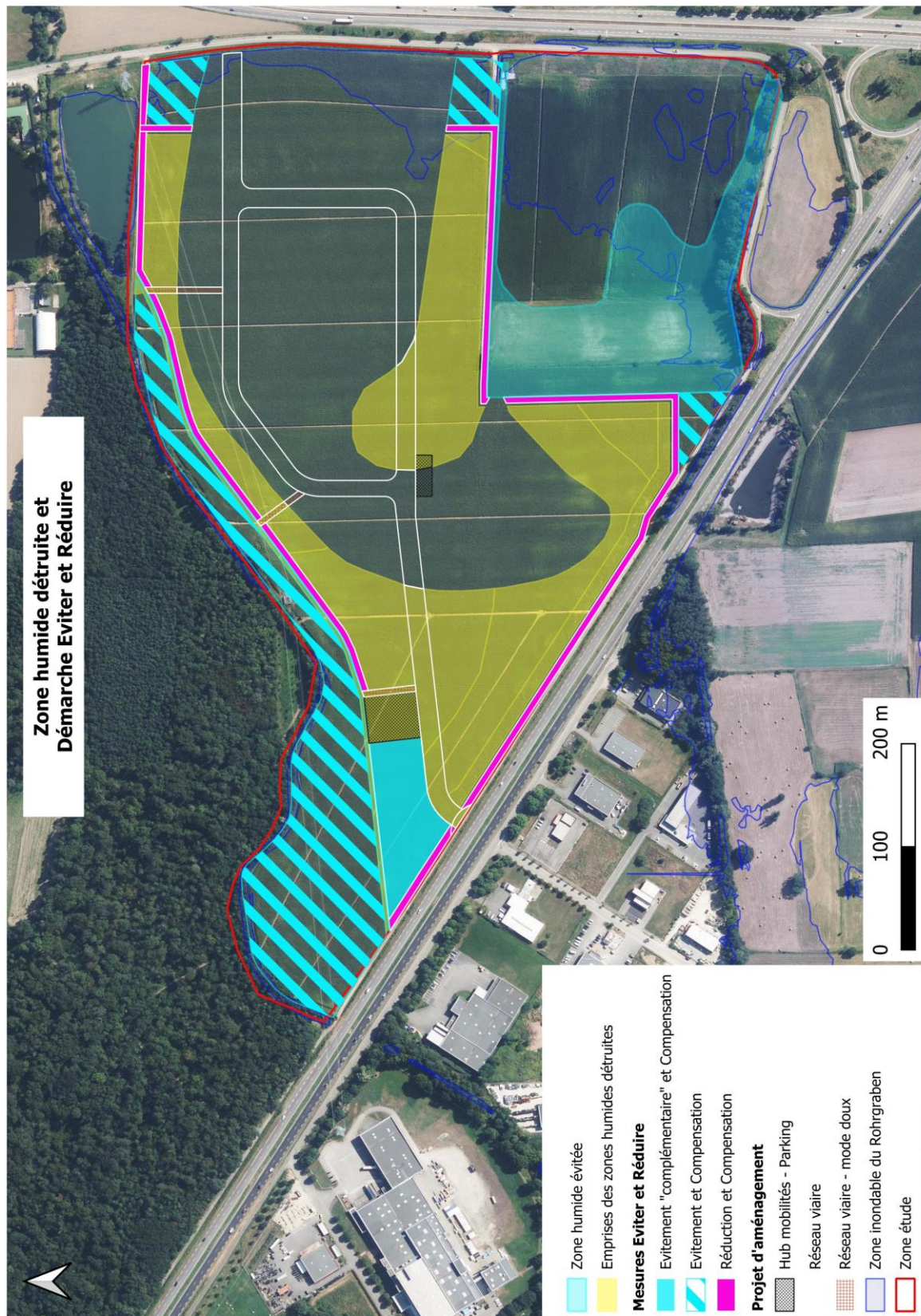


Mesure concernant la limitation de l'érosion des sols en phase de travaux.

Au regard du risque éventuel lié à l'érosion des sols et/ou à la gestion des ruissellements pouvant affecter l'état des zones humides préservées autour du projet, une végétalisation anticipée des zones humides préservées sera mise en œuvre bien avant la phase de travaux, à minima au printemps précédent les travaux. Cette végétalisation pourra intervenir sur la haie humide compensatoire (MC4) ainsi que sur la mesure de reconversion de labours en prairie (MC1), en particulier pour le secteur attenant au Rohrgraben, limitant ainsi les effets du projet sur les zones humides environnantes, et en pratiquant une mise en défens des mesures compensatoires déjà réalisées.

Cette mesure de réduction est aussi en adéquation avec le principe d'anticipation des mesures compensatoires qui sont détaillées dans le chapitre suivant.

Cartographie des zones humides détruites



3. Estimation de l'enveloppe compensatoire

Rappel de la démarche nationale d'évaluation de la fonctionnalité des zones humides

La mise en place d'un équilibre fonctionnel entre la surface de zones humides détruites par le projet et la surface de la mesure compensatoire dépend de la sollicitation de la zone humide dans son environnement. Ainsi, le guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (version V2), élaboré par l'ONEMA et le Muséum National d'Histoire Naturelle, définit une démarche précise, la plus simple possible et la plus pertinente pour évaluer les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques qui sont associées aux zones humides. Cette démarche met en place une comparaison du site affecté par le projet (avant et après impact) afin d'évaluer la perte fonctionnelle de la zone humide, puis une comparaison du site compensatoire (avant et après restauration) pour évaluer le gain fonctionnel. Dans l'objectif d'avoir une démarche commune à chaque projet et pour tout type de zones humides, ces comparaisons sont établies à partir d'indicateurs de fonctionnalités, relevant de paramètres simples, reproductibles dans le temps et en tout lieu, et quantifiables.

Cette analyse fonctionnelle des zones humides possède deux volets, eux-mêmes subdivisés par plusieurs thématiques :

- Une analyse préalable du site, et de son environnement, à partir de données bibliographiques
 - ✓ de la zone contributive, correspondant au bassin versant alimentant en eau la zone humide,
 - ✓ de la zone tampon, correspondant à une enveloppe de 50 m autour du site étudié, utile pour comprendre l'insertion de la zone humide par rapport aux activités humaines environnantes,
 - ✓ du cours d'eau associé directement à la zone humide,
 - ✓ de la zone paysagère, correspondant à une surface d'un kilomètre de rayon autour du site étudié, pour évaluer les connexions écologiques entre la zone humide et l'extérieur.
 - ✓ du site, au travers des paramètres suivants : type de milieux, le système fluvial associé, topographie, géologie, biodiversité identifiée, invasions biologiques identifiées.
- Une campagne de terrain au sein du site étudié pour relever les paramètres suivants : les types de couverts végétaux, son fonctionnement hydraulique, la morphologie des sols du site.

La version 2 de cette méthode comprend aussi un volet « dimensionnement », prenant en compte la faisabilité des mesures proposées, le délai de mise en œuvre et l'état de dégradation de l'environnement de la zone humide restaurée.

Le détail de cette démarche figure dans le fichier Excel, joint à ce rapport. Les cartes de définition des zones contributives, tampons et paysagères, ainsi que leur occupation du sol sont annexées à ce rapport.

Pertinence de la méthode ONEMA-MNHN

La méthode ONEMA-MNHN est organisée principalement pour des effets directs, provoquant une réduction ou une suppression de zones humides associées à une perte fonctionnelle. Elle ne prend pas en compte les effets indirects qui ne préjugent pas systématiquement d'un dysfonctionnement d'une ou plusieurs sous-fonctions. Il est donc difficile de savoir si l'imperméabilisation partielle de la zone humide, va entraîner une baisse des apports en eau pour les zones humides préservées alentours ou inversement une plus forte sollicitation.

De plus, la méthode ONEMA-MNHN ne prend pas en compte la durée d'engorgement, ni son intensité (tant en niveau de profondeur que par l'intensité des traces rédoxiques). Les guides (V1 et V2) explicitent le besoin de classer le système hydrogéomorphologique de chaque zone humide étudiée (ZH de vallon ou dépression, de plateau, alluviale,...). La totalité des zones humides inventoriées est associée à une zone humide alluviale, présentant différents aspects fonctionnels (voir carte de la page 31), dont certaines ont en engorgement de surface ou de subsurface tandis que celles le long du Rimbach subissent une altération au regard de l'incision du lit, voire pour la partie aval une absence d'engorgement prononcé sur l'ensemble de leur profil (nappe plus en profondeur). Ce constat ne peut se traduire dans la méthode ONEMA-MNHN. Cette dernière essaie d'évaluer un intérêt fonctionnel en estimant l'éloignement entre la zone humide et le cours d'eau mais ce paramètre ne traduit pas une variation probable des apports en eaux (latéraux ou des interactions préférentielles entre les zones humides et le Rimbach ou le Rohrgraben) qui sont très différents si l'on observe les traces d'hydromorphie des sondages réalisés.

C'est pourquoi, tous les indicateurs proposés dans la méthode ne sont pas nécessairement sollicités ou ne sont pas adaptés au contexte local et/ou aux conditions de variation d'engorgement des terrains. Par exemple, les indicateurs des systèmes de drainage sont mal adaptés au contexte alluvial local, car ils préjugent d'un déclin fonctionnel en présence de fossés ou cunettes alors que leur présence était plus importante historiquement qu'actuellement et qu'il est difficile de qualifier l'effet global de l'irrigation historique des prairies sur l'humidité originale de cette zone humide alluviale.

Enfn, les profils édaphiques, caractérisés souvent par des sols peu épais sur grèves, ne traduisent pas le rôle de recharge de la nappe.

Les surfaces compensatoires s'étendent donc sur 8,7 ha, soit 100 % de la surface détruite.

Analyse de l'équivalence fonctionnelle de la mesure compensatoire « zone humide »

La synthèse cartographique des résultats obtenus se trouve en annexe (n°1 à 3).

Diagnostic de la zone humide inventoriée (partiellement détruite) :

Contexte du site : la zone humide détruite est entièrement labourée et historiquement irriguée (voir diagnostic). Son contexte paysager est occupé pour moitié de cultures, près d'un tiers par des zones urbaines, et un sixième de bois. A l'inverse, la zone contributive de la zone humide est principalement associée aux boisements (zone de montagne) avec seulement 4 % de zones agricoles intensives et 7 % de prairies.

L'analyse avant impact correspond à la « valeur absolue » des fonctionnalités de la zone humide inventoriées entre le Rimbach et le Rohrgraben dont la superficie fait 18,87 ha.

Le résultat de l'analyse des fonctionnalités de cette zone humide se traduit par les indicateurs fonctionnels suivants :

- Une végétalisation du site absente ;
- Un couvert herbacé très faible, voire quasi nul ;
- Une couverture arborescente très faible et donc une faible rugosité du paysage ;
- Des horizons de surface très faiblement chargés en matière organique ;
- Une absence de zone de tourbe, ainsi que de fossé ou autres éléments de drainages ;
- Une granulométrie intermédiaire en surface (limono-argileuse ou argilo-limoneuse) ;
- Une granulométrie en profondeur, très variable, (avec une grève impénétrable) n'est pas prise en compte par la méthode, impliquant par défaut un « non-renforcement » du rôle de dénitrification des nitrates ;
- Une conductivité hydraulique faible en surface et normalement importante en profondeur (mais la présence de grèves / refus n'est pas intégrée dans la méthode). L'effet global sur le site peut être qualifié de plus intéressant pour la recharge de la nappe que les résultats obtenus par la méthode (intérêt faible) ;
- Une hydromorphie très faible avec une absence de nappe profonde mais des engorgements dès la surface ;
- Une diversité des milieux très faible, extrêmement différents du paysage, et des fortes perturbations anthropiques.

Ces indicateurs mettent en avant deux fonctionnalités principales (qui seront à compenser) :

- L'assimilation végétale des nutriments et en particulier de l'azote ;
- La rétention des sédiments ;

Le rôle de recharge de la nappe ne ressort pas de l'analyse, car les grèves caillouteuses trop proches de la surface induisent une absence de données de texture en profondeur, et ne prennent pas en compte leur capacité d'infiltration.

Le faible engorgement des terrains est associé à des sols limono-argileux ce qui limite l'intérêt épuratoire au regard de la dénitrification des nitrates (cette fonction fait défaut dans l'analyse automatisée). Il faut noter que certaines valeurs des paramètres associés à ce rôle (MO en surface et Texture de surface 2) sont bien supérieures contrairement (et logiquement) à celle résultant d'une absence de végétalisation (valeur faible).

La fonctionnalité écologique de support aux habitats présente des valeurs faibles pour l'ensemble des indicateurs. Les valeurs des indicateurs écologiques les plus forts concernent

la rareté des invasions biologiques végétales et la rareté des lisières. La très faible diversité des milieux, bien que différents du reste du paysage, confèrent une valeur moyenne à faible.

En conclusion, la valeur fonctionnelle de la zone humide inventoriée relève principalement des deux fonctionnalités les plus sollicitées sur des terrains limono-argileux : l'assimilation végétale des nutriments et la rétention des sédiments. Le rôle de recharge de la nappe peut être qualifié de modéré, compte tenu du caractère alluvial et de la proximité de la nappe.

Synthèse de l'analyse fonctionnelle des zones humides pour la zone humide détruite

Le tableau ci-après synthétise l'équivalence fonctionnelle d'un point de vue des fonctions évaluées par la méthode de l'ONEMA-MNHN.

Le tableau ci-dessous mentionne 13 indicateurs pertinents pour l'analyse des fonctionnalités.

Indicateur	Pertinence	Indicateur	Pertinence	Indicateur	Pertinence
Végétalisation du site	oui	Matière organique en surface	oui	Richesse et équipartition grand habitats	Mal adapté
Assimilation N et P (Couvert végétal 1)	oui	Matière organique enfouie	non	Richesse et équipartition habitats	
Séquestration carbone (Couvert végétal 2)	oui	Tourbe en surface	non	Habitat hygrophile	oui
Rugosité du couvert	oui	Tourbe enfouie	non	Habitat non hygrophile	oui
Rareté des rigoles	invariable	Texture en surface 1	oui mais non modifiable	Habitat halophile	Non
Rareté des fossés	non	Texture en surface 2		Rareté de l'anthropisation de l'habitat	oui
Rareté des fossés profonds	non	Texture en profondeur	Non, mal pris en compte	Rareté des invasions biologiques végétales	oui
Rareté du ravinement	non	Conductivité hydraulique (CH)	oui	Rareté de la fragmentation	oui
Végétalisation des berges	non	CH en profondeur	Non, mal pris en compte	Similarité paysage	oui
Ph neutre (Acidité 1)	non renseigné non modifiable	Engorgement permanent	Non concerné		
Ph acide – alcalin (Acidité 2)		Engorgement temporaire	Oui , mal adapté		

Les fonctionnalités liées aux systèmes de drainages et à l'érosion ne sont pas discriminantes pour comparer les zones humides détruites et celles restaurées. Ces indicateurs ont donc été écartés de l'analyse.

La zone humide détruite correspond aux valeurs de chaque indicateur, associée à une perte fonctionnelle pour l'onglet « après impact ». La surface de la zone humide après impact est de 10,17 ha, et correspond aux surfaces évitées (hors et au sein de la ZAC) et réduites (au sein de la ZAC).

Cartographie de synthèse des zones humides



Le tableau ci-dessous renseigne les valeurs de chaque indicateur au regard des fonctions analysées pour les 8,7 ha de zones humides détruites.

Tableau synthétique des indicateurs activés par la méthode ONEMA-MNHN

Fonction hydrologique	Nombre / nom indicateur(s) (se distinguant entre impact et compensation)	Intensité de la perte <i>valeur perte / valeur maximale d'un site</i>	Intensité du gain compensatoire <i>Valeur gain</i>	Equivalence fonctionnelle
Atténuation des débits de crues	rugosité du couvert végétal	1,98 / 4,4	0,80	Fonction sollicitée, mal pris en compte
	MO en surface et enfouie	? / 2,92	?	
	Conductivité hydraulique en surface et profond	? / 4	?	
<i>Ralentissement des ruissellements</i>	rugosité du couvert végétal	1,98 / 4,4	0,80	Fonction peu sollicitée
<i>Recharge de la nappe</i>	<i>Conductivité en profondeur</i>	potentiellement forte		Fonction sollicitée, mal pris en compte
	Conductivité en surface	? / 4	?	
Rétention des sédiments	Végétalisation du site	0 / 14	8,28	Fonction sollicitée, compensée par la reconversion en prairie
	Texture en surface ¹	5,29 / 11	? / ?	
	MO incorporée en surface	? / 2,92	?	
Dénitrification des nitrates	<i>Végétalisation du site</i>	0 / 14	8,28	Fonction sollicitée, compensée par la reconversion
	<i>Texture en profondeur</i>	Potentiellement faible	1,49 / 6,68	
	Texture en surface 2	? / 14,94	?	
	MO incorporée en surface,	? / 2,92	?	
	Engorgement temporaire	8,7 / 18,87	?	
Assimilation végétale de l'azote	Végétalisation du site	0 / 14	8,68	Fonction non sollicitée
	Assimilation N et P	0,86 / 1,07	11,23	
	MO incorporée en surface,	? / 2,92	?	
Adsorption, précipitation du phosphore	Végétalisation du site	0 / 14	8,28	
Assimilation végétale des PO₄³⁻	Végétalisation du site	0 / 14	8,28	
	Assimilation N et P	0,86 / 1,07	11,23	
<i>Séquestration du carbone</i>	MO incorporée en surface,	? / 2,92	?	Fonction peu sollicitée
	Engorgement permanent	0,85/1,88	?	
	Séquestration carbone	0,86 / 14	4,65	
Support des habitats	Rareté anthropisation	1,91 / 4,24	7,28	Fonction moyennement sollicitée, et fortement compensée
	espèces invasives	8,52 / 18,87	2,04	
	Richesse habitats Equipartition des habitat	0	4,89	
	Habitat hygrophiles	0	2,6	
	Habitat non hygrophiles	0	7,5	
	fragmentation	8,52 / 18,87	2,04	
Connexion des habitats	Similarité dans le paysage	0	0,76	Fonction peu sollicitée et compensée
	Proximité des habitats	Nd	Nd	

Légende :

- en gris clair : enjeu modéré ;
- en gris foncé : enjeu fort

Diagnostic des zones humides restaurées et créées :

Contexte du site : la zone humide est similaire à celle inventoriée, avec une amélioration du couvert végétal sur 6,62 ha, et une augmentation de la surface de zone humide sur 2,08 ha.

La mise en œuvre de l'analyse fonctionnelle dans le fichier Excel n'a pas permis d'établir un bilan global de l'équivalence fonctionnelle, avec les deux typologies de mesures. C'est pourquoi, nous avons conçu trois fichiers :

- Un fichier principal, avec l'analyse de l'impact et de l'ensemble des compensations, avec les défauts sur le bilan de l'équivalence fonctionnelle,
- Un fichier pour chaque type de mesures : restauration (reconversion en prairie MC1 - et haies humides MC 4) et la création de zones humides (MC2 – création d'une prairie humide et MC3 – Réhabilitation au sein de la bassine).

Les croquis de répartition de chaque type de mesure est illustré ci-dessous :

Mesure de reconversion -restauration

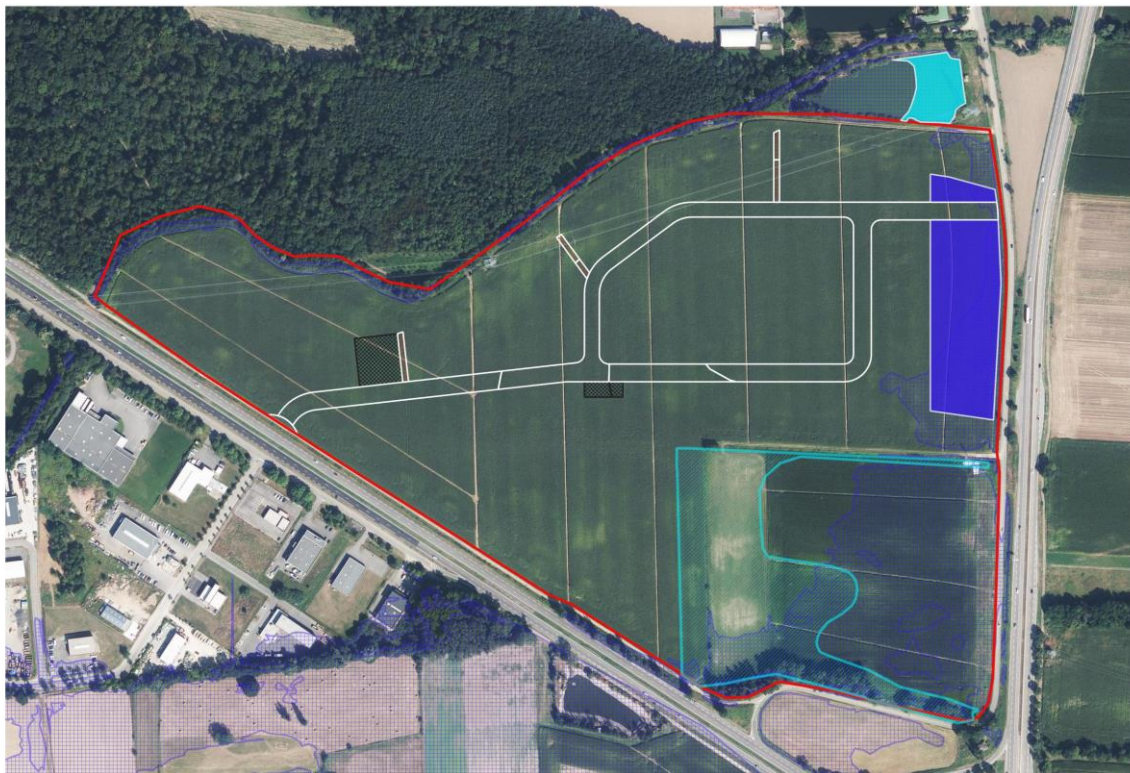
En vert MC1 (reconversion en prairie)

En vert foncé entouré de rose MC4 (haies humides)



Mesure de création

En bleu foncé MC2 (création d'une prairie humide)
En bleu clair MC3 (réhabilitation d'une zone humide)



L'analyse séparée des mesures compensatoires peut être interprétée de la manière suivante pour les bilans d'équivalence fonctionnel :

Pour les 2,04 ha de créations, près de 23 indicateurs avec un gain (contre seulement 13 indicateurs avec une perte) dont 1 avec une équivalence fonctionnelle.

Pour les 5,67 ha de restauration, plus de la moitié des indicateurs affectés bénéficie d'un gain (8 /13), mais l'équivalence fonctionnelle est atteinte pour 3 indicateurs.

Cependant, le fichier principal montre bien les plus-values sur rareté de l'anthropisation de l'habitat, la fragmentation des habitats, la rareté des invasions biologiques végétales, la richesse en habitat humide ou non et leur répartition, l'assimilation de l'azote et phosphate, la végétalisation du site ainsi que la séquestration du carbone. Ainsi, les paramètres de sols font défauts (probablement lié au fait qu'une grande partie des profils n'atteint pas 1 m de profondeur, perturbant la synthèse des indicateurs édaphiques).

De manière générale, le résultat de l'analyse des fonctionnalités des zones humides restaurées se traduit par les indicateurs fonctionnels suivants :

- Une végétalisation du site très importante ;
- Un couvert herbacé très important ;
- Une couverture arborescente et une rugosité modérée du paysage ;
- Des horizons de surface modérément chargés en matière organique ;
- Une absence de zone de tourbe, ainsi que de fossé ou autres éléments de drainages ;
- Une granulométrie intermédiaire en surface ;

- Une granulométrie potentiellement plus grossière en profondeur, réduisant les effets sur la dénitrification des nitrates ;
- Une conductivité hydraulique faible en surface et modérée en profondeur. L'effet global sur le site est potentiellement modéré pour la recharge de la nappe ;
- Une hydromorphie faible, voire très faible, avec des engorgements dès la surface ;
- Une faible diversité des milieux, avant et après projet compensatoire, mais améliorant la similarité au paysage, et des perturbations anthropiques faibles mais fortement réduite.

Ces indicateurs mettent en avant des bénéfices fonctionnels sur :

- L'assimilation végétale des nutriments et en particulier de l'azote ;
- La séquestration du carbone (liée à la mesure de plantation de haie).
- La rétention des sédiments ;
- La dénitrification des nitrates (absence de plus-value, mais valeur de l'indicateur importante);

La fonctionnalité écologique de support aux habitats présente des valeurs fortes au regard des trois indicateurs d'équipartition, de la faible artificialisation de l'habitat, et plus modérée pour la rareté des lisières et la fragmentation des habitats.

En conclusion, la valeur fonctionnelle de la zone humide restaurée améliore fortement les deux fonctions principales identifiées que sont la rétention des sédiments, et l'assimilation végétale des nutriments (ou les gains sont largement supérieurs à la perte) et le stockage du carbone de manière plus modérée. Pour ces fonctions, les valeurs des gains sont très largement supérieures aux pertes. Elle apporte également une plus-value potentielle pour la dénitrification des nitrates (au regard d'une valeur de l'indicateur plus importante), mais sans gains estimés.

A l'inverse, les indicateurs sur les systèmes de drainages ne sont pas pertinents, car le calcul du déclin fonctionnel est estimé au prorata de la surface de la zone humide étudiée (sans qu'il y ait un seul fossé modifié ou affecté – soit 8,7 ha) et que le gain est aussi associée uniquement au 2,08 ha de zones humides créées (sans fossé) tandis que la mesure de reconversion n'induit aucune plus-value (en l'absence de fossé sur les surfaces considérées).

Enfin, la conductivité hydraulique sur l'ensemble des fichiers possède une valeur faible, malgré la présence de sols peu à moyennement épais, dont l'intérêt pour la recharge de la nappe est évident. Une légère plus-value émerge des mesures de création, mais aucune plus-value sur le renforcement de l'infiltration n'intervient pour le fichier « restauration ».

Le rôle hydrologique des zones humides est donc fortement sous-estimé. La mesure de reconversion en prairie agira respectivement sur le maintien et l'amélioration du rôle de recharge de la nappe à l'échelle de la zone alluviale. Il faut noter également que les noues d'infiltration au sein du projet d'aménagement participeront aussi à ce rôle de recharge de la nappe (en complément des effets bénéfiques des mesures compensatoires).

Les fonctionnalités écologiques seront renforcées par rapport à la zone humides détruite, avec la mise en place d'habitats mieux représentés dans le paysage et la mise en place d'un habitat humide pour certaines mesures.

Au regard des paramètres permettant de quantifier, l'équivalence fonctionnelle par la méthode ONEMA-MNHN – V2, cette dernière est atteinte pour 3 indicateurs sur les 13 qualifiés pertinents (pouvant être mesuré au travers de ces paramètres). Néanmoins, la méthode met en avant des bénéfices pour 7 indicateurs (plus de la moitié de ceux concernés) pour les actions de reconversion ou d'amélioration écologique et pour 23

indicateurs pour les créations de zones humides. Enfin, le rôle de recharge de la nappe sera aussi renforcé avec la préservation et la végétalisation de près 100 % des zones humides détruites.

De nombreux indicateurs édaphiques ne peuvent bénéficier d'une forte plus-value car ils sont conditionnés par la nature des terrains et une grande partie font défaut sur l'analyse automatisée.

Pour les 3 indicateurs pertinents selon la méthode V2 (Assimilation N et P ; Séquestration du carbone et rareté de l'anthropisation de l'habitat), les gains s'élèvent respectivement à 12,9, 5,3 et 4,5 fois la perte. **Dès lors, le ratio fonctionnel de 1,6 ou de 2 ne change pas les conclusions sur l'atteinte de l'équilibre fonctionnel.**

Il est utile de rappeler que les indicateurs sur les habitats (rôles écologiques) sont tous orientés vers des gains (associés à la végétalisation des mesures compensatoires) avec des bénéfices estimés entre 2,08 et 9,3 fois la valeur du site (la zone humide initiale ne présentant pas d'habitats biologiques avant le projet). Voir annexe 5 sur le bilan des indicateurs de la méthode ONEMA-MNHN – V2.

B. Autres informations

1. Phasage en lien avec la capacité de traitement des eaux usées

La mise en conformité et les travaux à effectuer sur la STEP auront lieu avant l'attribution des permis de construire. L'arrivée de la ZAC dans un second temps permettra de laisser assez de temps pour mesurer les compensations sans terrassement. Les mesures compensatoires sans terrassement seront effectuées avant la réalisation de la voirie. Les travaux de terrassement des mesures compensatoires seront réalisés en même temps que la voirie et donc avant les premières constructions.

2. Espèces protégées

La zone aménagée est en totalité dominée par des habitats de type « Grandes cultures », essentiellement tournés vers la culture de maïs. Aucune espèce protégée ne sera donc affectée. L'avis de la MRAE sur le projet de la création de la ZAC du 10 novembre 2022 précise « L'AE considère que le projet n'aura pas d'impact négatif notable pour la faune patrimoniale ».

Les seuls enjeux pouvant être qualifiés de « forts » au sein de l'aire d'étude sont localisés au niveau du Rimbach et du Rohrgraben, le reste de la zone étant assez pauvre du point de vue de la biodiversité.

Les ripisylves sont constituées par un cortège végétal d'intérêt, avec notamment l'Agrion de Mercure. Le projet préserve les ripisylves des deux cours d'eau.

On recense également des enjeux « moyens » sur l'aire d'étude au regard d'autres espèces, avec des secteurs intéressants pour une espèce d'oiseau protégée, et deux espèces de reptiles protégées. Le fossé avec quelques arbustes orientés Nord-Sud qui borde la parcelle de prairie sera conservé en l'état, et complété par la plantation d'une haie.

Au-delà de ces enjeux, on peut considérer des enjeux faibles quant aux autres groupes d'espèces animales. L'aire d'étude ne présente pas de dispositions particulièrement favorables pour la reproduction d'amphibiens, et elle présente une richesse spécifique faible pour les chauves-souris.

VI. MESURES COMPENSATOIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT

Au regard de la démarche de l'ONEMA-MNHN et des dispositions T3 – O7.4.5 – D4 (Démarche ERC) et D5 (mesures compensatoires), relatif à l'orientation destinée à préserver les zones humides en garantissant leur prise en compte dans les projets d'Aménagement du territoire ou d'urbanisation, le SDAGE Rhin-Meuse implique de respecter les principes suivants :

- une équivalence en termes de fonctionnalités des zones humides,
- la compensation doit être réalisée dans le même bassin versant de masse d'eau.

Cette compensation est proposée à hauteur de 100 % de la surface détruite, et pour laquelle l'analyse de l'équivalence fonctionnelle est jugée bonne au regard des indicateurs pertinents.

Les surfaces compensatoires ont aussi été actualisées avec les mesures suivantes :

- 5,6 ha de réhabilitation d'une prairie (reconversion de labours) – MC1.
- 1,62 ha de création d'une prairie humide par décaissement (le long de la RD 3B3) – MC 2,
- 0,46 ha de création d'une roselière par comblement partiel du plan d'eau – MC3,
- 1,01 ha de réhabilitation d'une haie humide (reconversion de labours) – MC 4,

La superficie globale de la compensation est donc de 8,7 ha. Les fichiers Excel de l'analyse fonctionnelle des zones humides restaurées montrent bien d'une plus-value sur les indicateurs de « Assimilation de l'Azote et du phosphore », « Séquestration du carbone » et de « rareté à l'artificialisation de l'habitat » montant des valeurs largement supérieures au besoin.

Le ratio de surface est de 1, et il peut être inférieur à 1 sous conditions selon les dispositions 108 du SAGE de la Lauch. Les mesures proposées visent bien à restaurer des milieux écologiques plus intéressants que ceux détruits. L'analyse fonctionnelle du guide V2 de la méthode MNHN-ONEMA montrent également des plus-values fonctionnelles important (avec un ratio fonctionnel de 1,6) pour les quelques indicateurs pertinents pour la zone humide alluviale étudiée.

Description des six principes de justification des mesures compensatoires

Proportionnalité :

Le projet compensatoire a été établi sur la même zone humide alluviale du Rimbach-Rohrgraben, en apportant (sur 100% de la perte) une restauration écologique de zones humides existantes à proximité du projet et la création d'une nouvelle zone humide. Le projet provoquera l'imperméabilisation des surfaces des zones humides sous les emprises de voirie et sur les surfaces cessibles (à l'exception des haies humides en bordure de lot). En parallèle, l'infiltration des eaux à l'échelle du projet sera concentrée au niveau des noues qui continueront d'alimenter la nappe dans l'espace public, et par des dispositifs équivalents sur les lots cessibles. Le projet a été conçu pour préserver au maximum les zones humides « de surface » ainsi que les zones humides de « subsurface » proche du Rimbach (voir carte p31). Le projet compensatoire restaure les zones humides préservées autour du projet, et renforce leur présence par la création d'une zone humide au sein de la zone inondable du Rohrgraben et au droit de la bassine.

En conséquence, l'intérêt fonctionnel des zones humides détruites et restaurées est similaire, en considérant les rôles biogéochimiques et à dire d'expert la recharge de la nappe.

Les incidences sur les milieux naturels humides ou non sont très faibles, car la perte de zone humide est uniquement associée à des labours.

Proximité :

Il est rappelé que la mise en place des zones compensatoires se fait sur la même zone alluviale concernée par le projet. La réalisation des mesures compensatoires interviendra de manière proportionnelle, avec les mesures de reconversion en prairie (5,60 ha – 64 % des compensations) et d'implantation de la haie humide (0,66 ha – 8 %), préalablement aux travaux (selon la période de démarrage – automne ou printemps précédent les travaux). Les mesures de création de zones humides (2,08 ha – 24 %) ne peuvent être entreprises qu'au démarrage des travaux, car la gestion des terres a été déterminée à l'équilibre entre le projet de voirie, le creusement de la zone humide et le comblement de l'étang. La mise en place des dernières mesures compensatoires sera donc simultanée au démarrage des travaux de terrassement du projet.

Enfin, la mesure de plantation de haie humide sur les lots artisanaux (représentant 0,35 ha – 4% des surfaces compensatoires) sera effectuée après la vente des lots.

Equivalence (qualitatif et quantitatif)

Les surfaces compensatoires ont pour objectif de restaurer des prairies ayant un cortège mésohygrophile, similaires au niveau stationnel de la zone humide détruite le long du Rimbach, ou des cortèges ayant un même niveau d'engorgement plus important pour la création de zones humides entre le Rimbach et le Rohrgraben. Ainsi, la perte de labours « humides » sera palliée par la restitution d'une surface équivalente de prairies humides ou mésohygrophiles (modérément humides). La perte fonctionnelle sera aussi complétée par le comblement partiel de l'étang (et la suppression de la prise d'eau) avec la création de zones humides sur 0,46 ha de mégaphorbiaies ou de roselières. La mesure compensatoire permet ainsi d'atteindre une équivalence en termes écologique, épuratoire et hydrologique.

Additionnalité (plus-value)

La plus-value est largement positive pour certains indicateurs relevant de la végétation (pérenne ou herbacée). Néanmoins, la méthode ONEMA-MNHN ne distinguant par la plus-value apportée sur la valeur de l'habitat restauré, ni l'état ou la diversité des prairies restaurées, bien que l'indicateur de richesse d'habitat évoluent fortement, il ne traduit pas la richesse écologique ou l'abondance de la flore hygrophile, qui peut être envisagée et sera recherchée sur les sites compensatoires.

Faisabilité et efficacité :

Les travaux préconisés sont faisables et leurs objectifs visent uniquement une revégétalisation des surfaces, ou un décaissement puis une végétalisation ou un comblement de l'étang avec une restauration grâce à une dynamique naturelle.

Les terrains étant sous maîtrise foncière de la collectivité, les travaux seront réalisés dès validation du dossier réglementaire et au plus tard au printemps précédent l'aménagement de la zone. Aucune restriction de travaux sur leur mise en œuvre n'intervient au regard des accès ou des effets indirects sur l'engorgement des terrains avoisinants.

Le volet dimensionnement de la méthode ONEMA indique une faisabilité des trajections des habitats entre l'état actuel et projeté « assez aléatoire » pour les mesures de reconversion de labours en « prairies eutrophes ou mésotrophes, humides ou mouilleuses ». Seule les mesures de création sont « très aléatoires », mais cette appréciation ne tient pas compte du caractère inondable du terrain ou de l'état projeté du plan d'eau pour réaliser la roselière. Ces mesures apparaissent plutôt « assez aléatoires », car le terrain sera abaissé pour se rapprocher de la nappe. La pertinence des mesures proposées comporte toujours un risque dans la mise en œuvre. Néanmoins, les mesures de recréation de zone humide par décaissement ou par comblement partiel du plan d'eau apparaissent clairement comme facilement réalisables et orientées vers un bon développement de la végétation humide.

Les mesures compensatoires devant se traduire par des obligations de résultats, le maître d'ouvrage a prévu de mettre en place un suivi post-travaux pour la bonne mise en œuvre, puis un suivi écologique des mesures afin de pouvoir justifier de la bonne efficacité des mesures au travers des indicateurs Rhoméo, tant sur le volet écologique (I02, 08 et 09), l'humidité du sol (I01) que sur les aspects piézométriques (I03).

Pérennité :

La CCRG mettra en place une ORE sur l'ensemble des surfaces compensatoires et de réduction, même sur les terrains lui appartenant. Cette ORE portera sur 99 ans pour assurer le maintien des mesures et la nature des milieux préconisés dans le cadre du projet compensatoire, avec une gestion adaptée préservant la flore hygrophile. L'entretien des prairies proscrira les amendements minéraux et les produits phytosanitaires, avec une fauche tardive des prairies après le 10 juin. L'entretien sera effectué sous la responsabilité du maître d'ouvrage, soit par une entreprise ou soit dans le cadre d'une convention avec une exploitant, en respectant les principes d'entretien indiqués précédemment.

En parallèle, un suivi écologique et réglementaire sera mené sur 30 ans, avec un état des lieux tous les 5 ans, où l'ensemble des indicateurs de suivis seront évalués. L'évaluation des indicateurs sera accompagnée d'une note précisant si la valeur est cohérente avec la présence de zones humides, et/ou si elle a augmenté par rapport au suivi précédent. Le suivi piézométrique sera sous forme de boîtes à moustache indiquant les valeurs extrêmes et moyennes du niveau de la nappe au droit des mesures compensatoires (reflétant ainsi les variations des conditions hydrologiques des zones humides).

A. Mesures compensatoires

1. Description et objectifs de la mesure de reconversion des labours en prairie (5,6 ha)

Identification et Objectif de la mesure

Suite à l'analyse de la fonctionnalité des zones humides, les paramètres de textures en surface (transition entre des horizons limono-argileux à argilo-limoneux), et en profondeur (présence d'une grève caillouteuse ou d'un horizon argilo-limoneux) montrent la prépondérance pour la dénitrification des nitrates, la rétention des sédiments, et de la recharge de la nappe. Afin d'agir au plus près du projet, les mesures compensatoires ont été recherchées au sein de la zone alluviale, en acquérant les terres agricoles comprises entre la zone d'activités et le Rimbach, ainsi qu'un petit triangle le long du Rohrgraben.

Vue du champ de maïs qui sera reconverti en prairie méso-hygrophile



Caractéristique de la mesure compensatoire

Ce terrain est situé sur les alluvions de nature argilo-limoneuse, avec des marques rédoxiques apparaissant à 10 ou 15 cm et s'intensifiant à 25 cm de profondeur. L'absence d'horizons à gley indique une nappe phréatique plus profonde que 0,75 m de profondeur, car des refus ont été observés entre 30 et 75 cm sur la totalité de la zone humide, avec un profil de Fluviosol-Rédoxisol.

La nature de la matrice alluviale comprend probablement des grèves caillouteuses, bien que les horizons intermédiaires (entre 35 et 60 cm) sont de natures équilibrées variables (sablo-argilo-limoneux à argilo-sablo-limoneux pour les points bas de la zone alluviale (dépressions), marquant un caractère très filtrant du site.

*Sondage n°20 – Fluviosol -Rédoxisol
sur grève caillouteuse à 55 cm de profondeur*



La remise en herbe de zone humide labourée induira par conséquent des milieux probablement peu humide (méso-hygrophile), potentiellement soumis à des remontées de nappe lors des grandes crues centennales. L'absence d'un labour régulier de l'horizon de surface sera bénéfique pour limiter l'effet drainant en surface, et accentuer l'engorgement.

Le rôle épuratoire de la zone humide sera amélioré, indépendamment de la durée d'engorgement de la zone humide.

Carte de localisation des mesures de reconversion MC1 (Daweid)



Mode opératoire et période de réalisation, contrainte technique

Travaux à réaliser

Aucun nettoyage de la végétation n'est nécessaire.

Seul, un travail de la surface du sol (griffage) sera mené sur la zone actuellement labourée pour préparer un lit de semences avant l'ensemencement.

La mise en prairie sera réalisée à partir de cortèges diversifiés (flores vivaces hygrophiles ou méso-hygrophiles), fournies par le maître d'ouvrage, sans complément de semences agricoles (espèces appétentes issues de cortèges agricoles prédéfinies de prairies améliorées).

La fourniture de semences d'espèces naturelles diversifiées comprenant également des espèces graminéennes ayant une appétence pour le bétail.

Concernant les espèces vivaces, une liste d'espèces est proposée dans les tableaux ci-dessous pour reconstituer le cortège prairial mésohygrophile à hygrophile, les plantes non graminéennes sont à privilégier avec un pourcentage de 60 %, et de 40 % de graminées, complément l'appétence du mélange floristique.

Ainsi, l'ensemencement aura une densité moyenne 30 kg/ha, soit 170 kg pour 5,6 ha.

Les travaux d'ensemencement seront réalisés préférentiellement en septembre, permettant une bonne reprise des plantules avant l'hiver. La période printanière peut être également favorable, de fin mars à début avril, lorsque les conditions de températures sont acceptables et qu'il n'est pas annoncé de période de sécheresse ou de déficit hydrique pour les mois suivants. Un arrosage éventuel lors de fortes périodes de sécheresse intervenant jusqu'au mois de septembre sera probablement nécessaire la première année. Les conditions de reprises sont variables selon l'engorgement du terrain en période hivernale (pourrissement des graines si la levée des graines est trop tardive), le gel des nouvelles pousses et les forts gels hivernaux.

Ces travaux peuvent être réalisés par une entreprise ou par l'exploitant en place. Toutefois, des fauches d'entretien seront éventuellement effectuées en cas de présence de flores invasives.

L'accès à cette parcelle peut être réalisée à partir de l'accès à la zone d'activités ou le long du plan d'eau actuel.

Ripisylve du Rimbach avec la zone humide à restaurer en arrière-plan



Il est important de noter que cette mesure peut être effectuée préalablement aux travaux de construction des bâtiments d'activité (qui dépendent du calendrier de mise en normes de la STEU) et préalablement aux travaux d'aménagement de la zone car ces travaux compensatoires n'impliquent pas de terrassements.

Coût de la mesure :

- Coût préparation des sols pour l'ensemencement : 5,05 ha – 5 000 €
- Coût estimatif de l'ensemencement : 5 000 €
- Coût estimatif des graines à semer : 150 kg – 42 500 €

Le coût total de la mesure est de 52 500 €.

Cortège des prairies grasses – terrains lourds

Plantes non graminoides		Graminoides	
Nom latin	Nom vernaculaire	Nom latin	Nom vernaculaire
<i>Carum carvi</i>	Cumin des prés		
<i>Centaurea jacea</i>	Centauree jacée		
<i>Colchicum autumnale</i>	Colchique d'automne	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Fromental
<i>Crepis biennis</i>	Crépis des prés	<i>Bromus racemosus</i>	Brome à grappes
<i>Heracleum spondylium</i>	Berce commune	<i>Bromus hordeaceus</i>	Brome fausse orge
<i>Holandraea carvifolia</i>	Peucedan à feuilles de Carvi	<i>Hordeum secalinum</i>	Orge faux-seigle
<i>Oenanthe silaifolia</i>	Œnanthe à feuilles de silaüs	<i>Trisetum flavescens</i>	Avoine dorée
<i>Tragopogon pratensis</i>	Salsifis des prés		
<i>Silaum silaus</i>	Silaüs des prés		

Cortège des prairies humides

Plantes non graminoides		Graminoides	
Nom latin	Nom vernaculaire	Nom latin	Nom vernaculaire
<i>Achillea ptarmica</i>	Achillée ptarmique		
<i>Angelica sylvestris</i>	Angélique des bois		
<i>Caltha palustris</i>	Populage des marais		
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Canche cespiteuse		
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Eupatoire chanvrine		
<i>Filipendula ulmaria</i>	Reine des prés		
<i>Gratiola officinalis</i>	Gratiolle officinale		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Lychnis fleur de coucou		
<i>Lythrum salicaria</i>	Salicaire		
<i>Oenanthe silaifolia</i>	Œnanthe à feuilles de silaüs		
<i>Pulicaria dysenterica</i>	Pulicaire dysentérique	<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés
<i>Ranunculus acris</i>	Renoncule âcre	<i>Bromus racemosus</i>	Brome à grappes
<i>Ranunculus repens</i>	Renoncule rampante	<i>Holcus lanatus</i>	Houlque laineuse
<i>Rumex acetosa</i>	Oseille commune	<i>Juncus effusus</i>	Jonc diffus
<i>Rumex conglomeratus</i>	Oseille agglomérée		
<i>Rumex crispus</i>	Oseille crépue		
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Grande pimprenelle		
<i>Silaum silaus</i>	Silaüs des prés		
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Scirpe des bois		
<i>Senecio aquaticus</i>	Séneçon aquatique		
<i>Stachys palustris</i>	Épiaire des marais		
<i>Trifolium dubium</i>	Trèfle douteux		
<i>Valeriana officinalis</i>	Valériane officinale		
<i>Veronica longifolia</i>	Véronique à longues feuilles		

2. Description et objectif de la mesure de récréation d'une zone humide par décaissement des terrains (1,62 ha)

Identification et Objectif de la mesure

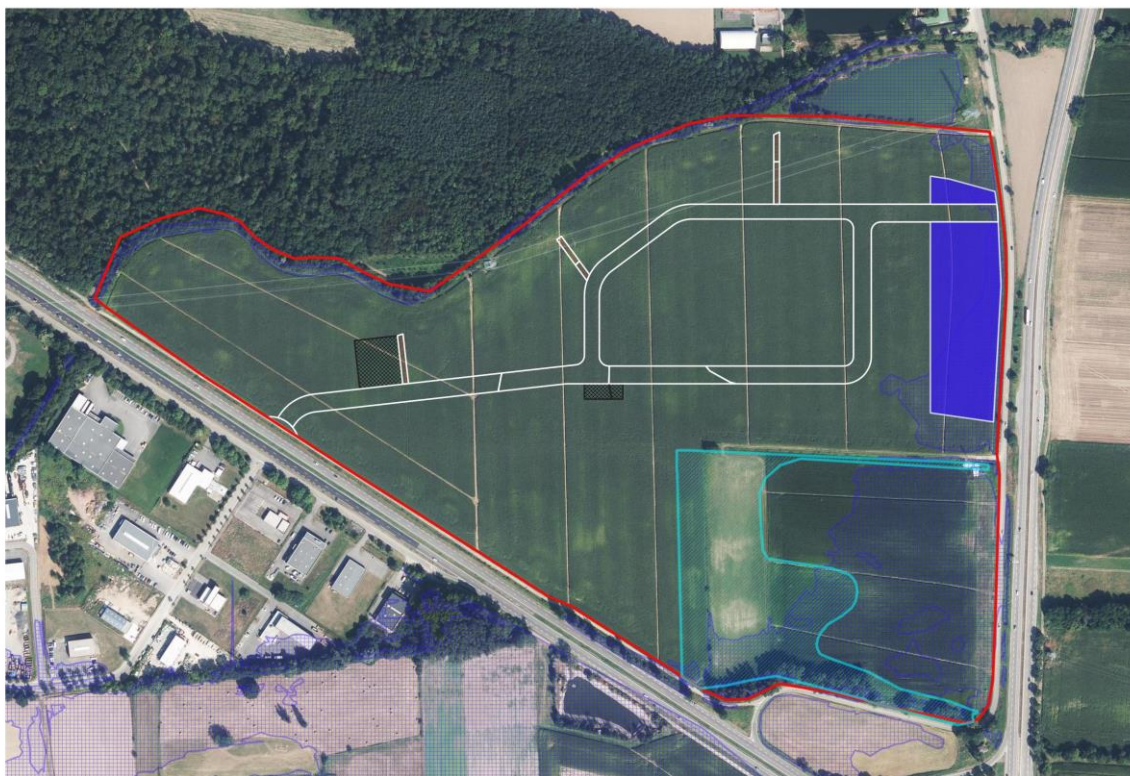
Dans le cadre d'un objectif général, d'amélioration de la continuité écologique entre le vallon du Rimbach et celui du Rohrgraben, il est proposé de créer une zone humide entre la route départementale 3b3 et la zone d'activités au droit de la parcelle n°54 (voir carte ci-dessous – entité vert clair). L'inventaire des zones humides a identifié des sols fluviatiques rédoxyques, dont l'engorgement intervient à partir de 35 à 40 cm de profondeur.

La proposition de création de zones humides consistera à retirer la terre végétale, à effectuer un abaissement de 40 à 60 cm (avec à minima un décaissement de 60 à 80 cm puis de régaler les 20 cm de terres végétales) afin d'abaisser la côte de terrain naturel de la futur zone humide (entre 244,5 et 244,0 m d'altitude), à une topographie similaire à la parcelle labourée plus au sud.

Parcelle en prairie en bordure de la RD3 b3, faisant l'objet d'un décaissement

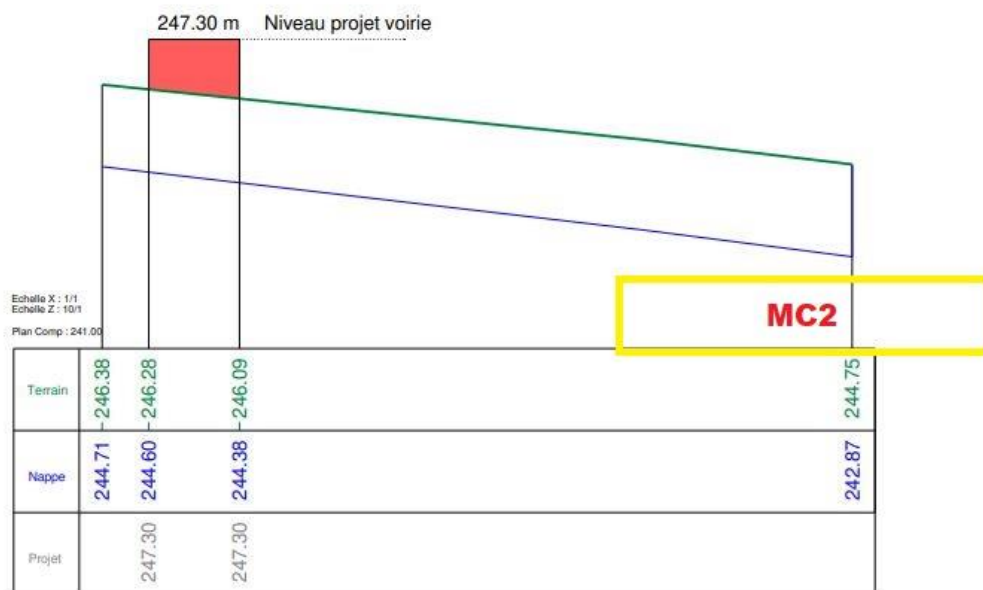


Cartographie de la mesure MC2



La nappe sera à une cote maximale (occurrence centennale) de 242,87 m, soit environ 1 m en dessous de la surface.

Les traces d'hydromorphie observées sur la parcelle labourée plus au sud interviennent entre 35 et 45 cm, soit à une moyenne de 244,3 m d'altitude, témoignant d'un engorgement prononcé de subsurface associée à une accumulation eaux de ruissellement et aux apports latéraux (voire du débordement dans la partie du lit majeur du Rohrgraben) à un niveau similaire du terrain naturel de la futur zone humide. Une vigilance devra être apportée à la texture des matériaux déposés (à minima argilo-limoneux) et à l'épaisseur du sol de la future zones humides. Une grève brute et compact intervient probablement au niveau du décaissement, il serait éventuellement nécessaire de prévoir un décaissement supplémentaire pour apporter un horizon de surface d'au minimum 30 à 40 cm de terre végétale après régalage de la terre végétale.



Croquis de localisation de la mesure MC2 par rapport à la nappe

(Le positionnement du rectangle jaune n'indique que son implantation et non la profondeur du décaissement)

Caractéristique de la mesure compensatoire

Ce terrain est situé sur les alluvions récentes de nature argilo-limoneux reposant directement sur la grève à 45 et 60 cm de profondeur.

La partie nord est saine (sans traces rédoxiques) tandis que la partie sud comprend un engorgement à 45 cm. Ce constat est lié à une topographie dépressionnaire probablement soumise aux circulations d'eau latérales dans le lit majeur.

Ainsi, l'horizon de terre végétale argilo-limoneuse sera abaissé de 40 cm pour être plus proche de la nappe, avec éventuellement localement un décaissement dans la grève caillouteuse. Cette zone humide rejoindra la zone humide pédologique observée au sud-est de la ZAC, qui est en continuité avec le lit majeur du Rohrgraben.



Sondage 3, le plus profond de la mesure compensatoire

Une partie de la zone appartient aussi à la zone inondable du Rorhgraben. L'abaissement du terrain pourra étendre cette surface inondable.

Mode opératoire et période de réalisation, contrainte technique

Travaux à réaliser et contraintes techniques

Les travaux de terrassement interviendront en trois temps successifs :

- une mise en dépôt provisoire de la terre végétale en place en périphérie de la zone à décaisser (stockage temporaire),
- un décaissement de 60 à 80 cm de profondeur en définissant une côte moyenne « plancher » du futur horizon de terre végétale (aux environs de 244,0 et 244,5, en conservant une disparité liée au terrain naturel en place – abaissement plus important des points haut),
- puis un régalage des terres végétales sur 20 cm (si la matrice est limono-sableuse) ou sur 30 à 40 cm si directement sur une grève brute et compacte. Dans ce dernier cas, l'horizon de subsurface (entre 20 et 40 cm) peut être légèrement tassé lors de la mise en œuvre pour maximaliser le frein à l'infiltration des eaux.

Enfin, un travail de la surface du sol (griffage) sera mené pour préparer un lit de semences avant l'ensemencement avec un cortège de prairies humides. Cet ensemencement sera réalisé avec une forte densité de manière similaire à la mesure MC1. L'accès à cette parcelle peut être réalisé à partir du projet ou depuis la RD3b3.

Il est important de noter que cette mesure ne peut pas être effectuée préalablement aux travaux du projet d'aménagement, car elle est intégrée dans une gestion à l'équilibre des terres entre le projet d'aménagement, le creusement de la prairie humide et le comblement partiel de l'étang.

Coût de la mesure :

- Coût terrassement pour le décaissement (0,4 m x 1,58 ha) – 6 350 m³ = 31 600 €
- Coût export vers l'étang (6 350 m³) = 33 000 €
- Coût mise en dépôt et régalage de la terre végétale 1,58 ha x 0,2 – 3 160 m³ : 17 400 €
- Coût préparation des sols pour l'ensemencement 1,58 ha : 1 500 €
- Coût estimatif de l'ensemencement : 1 500 €
- Coût estimatif des graines à semer : 1 ha – 30 kg - 7 500 €

Le coût total de la mesure est de 92 500 €.

3. Description et objectif de la mesure de réhabilitation d'une zone humide par effacement partiel du plan d'eau (0,46 ha)

Identification et Objectif de la mesure

Le projet de restauration ou de réhabilitation de l'étang impliquera un comblement partiel de ce dernier et la suppression de la prise d'eau sur le Rimbach afin de remettre en place une interaction sol/végétation humide, à une côte la plus basse possible, afin d'être proche de la nappe.

La recolonisation de la vase ou des terres de comblement induira principalement des milieux très humides, comme la mégaphorbiaie ou une roselière.

La proposition de restauration a été définie pour restituer la fonctionnalité en diversifiant les milieux humides obtenus dans le projet compensatoire global et en proposant une topographie la plus basse de la zone alluviale. La prise d'eau actuelle sur le Rimbach sera supprimée.

Le régime hydrologique de cette zone humide n'a pas été clairement définie, mais le terrain naturel après restauration sera en dessous de la côte de crue maximale et au-dessus du niveau moyen de la nappe (244.00 à 243.50, respectivement d'ouest en eau du plan d'eau).

L'emprise réservée au remblaiement partiel de l'étang a été corrélée avec le volume excédentaire des terres excavées pour la zone d'activités ainsi que la compensation MC2. Il représente une superficie de 0,46 ha pour un volume de comblement estimé d'environ 15 000 m³.

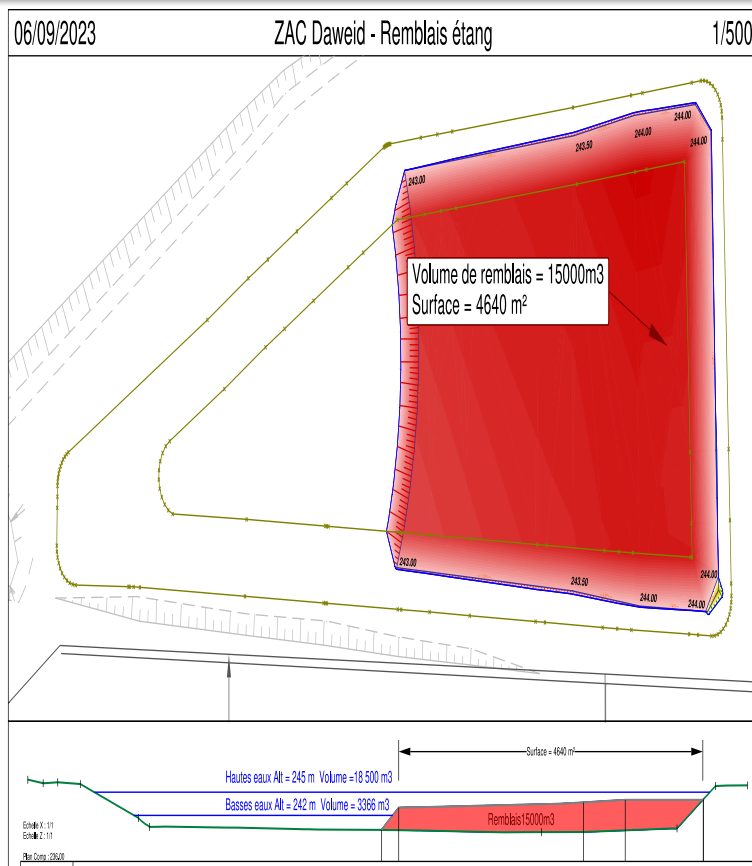
Plan d'eau, présent au nord de la ZAC, réhabilité partiellement en roselière ou mégaphorbiaie



Caractéristique de la mesure compensatoire

Aucun élément physique ne permet de définir cet espace après restauration. Actuellement, l'ennoisement est relativement constant (grâce à la prise d'eau sur le Rimbach). Après restauration, deux profils de zones humides seront créés avec les terres excavées : une zone de haut-fond en marge orientale, avec une côte de 244 ,0 m d'altitude, puis une zone transition avec une pente régulière entre 243,0 (au centre du plan d'eau actuel) et 243,5 près du haut-fond.

Cette mesure constitue principalement une diversification des milieux humides au sein de la zone alluviale, avec un aménagement permettant de rencontrer différentes conditions d'engorgement liée à la nappe. Néanmoins, il est difficile de dire les interactions avec le cours d'eau, dont l'incision limite très probablement les effets de l'engorgement près de la berge de l'étang.



Mode opératoire et période de réalisation, contrainte technique

Travaux à réaliser et contraintes techniques

Les travaux d'apports des terres ont été chiffrés au sein des terrassement de la ZAC ou de la mesure MC2.

Des travaux de terrassement supplémentaires sont à prévoir pour configurer le haut-fond et émietter la surface du sol après comblement afin de faciliter la reprise de la dynamique végétale. Le contexte de présence d'une lame d'eau permanente limite aussi les travaux de terrassement. Ces derniers devront être sécurisés avec des entreprises ayant une expérience pour la conception ou la réhabilitation d'étangs, afin de ne pas enliser la pelle mécanique ou le bulldozer (si cet engin possède une portance suffisante). Une plantation de roseaux en godet pourra éventuellement être faite en marge de la surface restante en eau pour assurer un minimum de roselière au sein de la mesure. Dans le cadre de ces travaux de configuration de la zone humide, la destruction de la prise d'eau de l'étang sur le Rimbach sera effectuée dans un premier temps.

Pour les végétaux, un type de qualité est demandé : plants de *Phragmites australis* en godet de 9 cm de côté et 10 cm de hauteur. L'humidité des végétaux sera maintenue pendant la mise en place. Aucun stockage ne sera autorisé. Les racines ou les rhizomes des végétaux devront présenter un chevelu dense qui occupe l'ensemble de la motte dès la fourniture. Les travaux de plantations d'hélophytes se feront conformément aux indications du Maître d'œuvre.

L'accès à cette parcelle peut être réalisé à partir de la RD3b3.

Il est important de noter que cette mesure ne peut pas être effectuée préalablement aux travaux du projet d'aménagement, car elle est intégrée dans une gestion à l'équilibre des terres entre le projet d'aménagement, le creusement de la prairie humide et le comblement partiel de l'étang.

Cout de la mesure :

- Coût préparation des sols pour la reprise de la végétation : 0,46 ha : 3 000 €
- Coût implantation de roselière : 4000 €
- Coût terrassement modelé de terrain (1 € m²) : 5 000 €

Le coût total de la mesure est de 12 000 €.



4. Description et objectif des mesures « haies humides » (1,01 ha)

Identification et Objectif de la mesure

Compte tenu des aménagements paysagers en périphérie des lots, une emprise de 6 m est prévue pour végétaliser le long des clôtures, avec des plantations de ligneux et une couverture herbacée. Ces espaces sont écartés des terrassements initiaux (prévoyant généralement une rehausse du terrain naturel de manière très variable sur chaque lot). Ainsi, cette mesure de réduction des emprises de destruction des zones humides constitue également une mesure de restauration avec une végétalisation de la zone humide alluviale.

L'emprise préservée représente près de 1,01 ha en bordure de la ZAC (dont 0,35 ha en fond des lots destinés à l'artisanat le long de la piste cyclable entre l'actuel étang et le parking Hub mobilité).

Cartographie de la mesure Haie humide – MC 4



Caractéristique de la mesure compensatoire

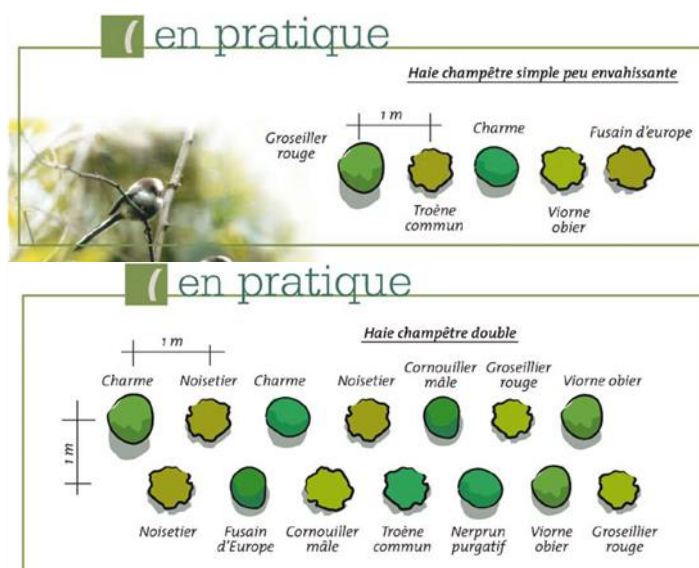
Les terrains concernés regroupent des profils similaires à ceux de la mesure MC 1, avec un engorgement dès la surface et une grève caillouteuse à moyenne profondeur. Au regard de la surface disponible, un linéaire de 3 365 ml de plantations de haies « humides » sera réalisé, soit environ 6 730 plants arbustifs et arborescents.

Mode opératoire et période de réalisation, contrainte technique

Les essences utilisées pour la plantation ont été détaillées dans la mesure de réduction.

Des plantations des essences arborescentes seront réalisées sous forme de baliveaux, tandis que les essences arbustives interviendront sous la forme de jeunes plants arbustifs et /ou de boutures de saules buissonnants. Les plantations seront implantées au centre de l'emprise, soit à 2,5 m de la limite foncière. Les essences seront disposées en alternance afin de créer une diversité végétale et sur deux rangs en quiconque.

Les baliveaux remplaceront les essences arbustives tous les 10 m. Le Bouleau pubescent ne sera planté qu'en très faible quantité (moins de 40 unités).



(Source : Guide pratique des végétaux du nord-est de la France – PNR Lorraine Vosges)

Schéma figurant au CPAUPE

L'entreprise respectera la période de plantation suivante : 15 novembre au 15 mars pour les végétaux livrés en mottes ou racines nues.

Modalités de plantations

Un piquetage sera réalisé par l'entreprise afin de matérialiser l'emplacement des végétaux. Les végétaux seront distribués conformément à la disposition définie sur les plans d'exécution.

Les méthodes de plantation en potet ou semi-potet seront donc privilégiées. La profondeur du potet doit excéder de 5 cm au moins la longueur des racines. Si les racines sont anormalement longues (plus de 25 cm), il faut les raccourcir (habillage) au sécateur pour éviter de les replier au fond du trou. L'ouverture du potet peut être réalisée juste avant la mise en terre, sur sol suffisamment meuble (avec ou sans préparation).

La plantation en potet sera réalisée au moyen d'une bêche plate de la manière suivante :

- décaper la couche végétale superficielle dans un rayon de 30 à 50 cm, puis enfoncer la bêche verticalement dans le sol et la retirer. Recommencer deux fois l'opération de manière à obtenir trois fentes formant un U,
- pratiquer une quatrième fente reliant les extrémités des deux fentes opposées,

- une fois le plant placé au milieu du potet et le collet du plant au niveau du sol, bien étaler les racines en position naturelle et les recouvrir avec la terre d'extraction qui sera tassée modérément au pied.

La méthode du semi-potet est réalisée au moyen d'une houe forestière en pratiquant un ameublissement localement (au droit du plant) puis en soulevant un peu de terre pour positionner le plant au milieu du trou.

Un tassement modéré de la terre sera effectué au pied du plant.

Soin apporté et la mise en place du végétal

Chaque plante sera placée verticalement en tenant compte de la rangée ou du groupe dont elle fait partie. La plante sera placée de telle sorte que la plantation terminée, la partie supérieure de la motte se trouvera en dessous du sol, ne serait-ce que pour recouvrir d'une épaisseur de terre suffisante les racines superficielles.

- Végétaux en racines nues :

Les racines seront habillées (rafraîchies par une taille légère des extrémités et une coupe des parties meurtries ou abîmées) tout en conservant un maximum de chevelu. Plus la plantation sera tardive, plus il faudra conserver de longues racines.

Ensuite, les racines seront protégées contre la perte d'eau par un pralinage : elles seront plongées dans un mélange de composition par tiers de terre végétale, eau et matière organique bien décomposée, ou bien plongées dans une préparation commerciale diluée. Ce pralin devra être suffisamment épais pour adhérer aux racines et former la gangue protectrice escomptée.

- Végétaux en motte :

Les racines dépassant de la motte seront rafraîchies par une taille de leur extrémité. Le grillage sera découpé au niveau du tronc pour dégager le collet.

- Végétaux en conteneur et godet :

L'emballage sera enlevé, la motte sera trempée dans l'eau jusqu'à refus puis désagrégée superficiellement afin de réhumecter les substrats organiques et favoriser les échanges hydriques avec la terre de plantation.

Tuteurage

Le tuteurage doit permettre de maintenir les végétaux verticaux et de les soutenir face aux intempéries. Il doit assurer sa fonction de soutien sans toutefois entraver la croissance des végétaux. Un tuteurage monopode sera mis en place pour toutes les espèces arborescentes et arbustives plantées. Ils serviront aussi à maintenir la protection gibier (fixation par des agrafes).

Pour les arbres, des tuteurs utilisés seront en bois et ils auront une longueur totale de 3,00m minimum pour un diamètre de 0,06m. Ils devront avoir une durabilité d'au moins 5 ans, seront époinçés pour la mise en terre et chanfreinés en tête.

Pour les arbustes, des tuteurs de même type, mais de 1,20m de hauteur seront employés. Les espèces arborescentes seront fixées au tuteur par des attaches dimensionnées proportionnellement à la taille de l'arbre ; des colliers crantés en caoutchouc seront utilisés. Une toile de jute sera prévue pour isoler le tronc de l'attache.

Aucun paillage ne sera réalisé, car un enherbement sera pratiqué.
Des travaux de parachèvement et des garanties de reprises seront inclus dans le cahier des charges pour assurer le bon développement de la haie humide.

Cout de la mesure :

- Coût Nombre de plants arborescents – 670 baliveaux : 10 050 €
- Coût Nombre de plants arbustifs – 5 610 unités : 16 850 €
- Coût enherbement : 60 000 €
- Coût pose et tuteurage des plants : 24 000 €
- Coût parachèvement et Garantie : 10 000 €

Le coût total de la mesure est d'environ 121 000 €. Ce coût est estimé pour la totalité de la mesure effectuée par la CCGC et par chaque preneur de lot.

Au prorata de la surface, le coût pour la CCRG est d'environ 79 900 €

B. Coût global des mesures compensatoires

Le coût global des travaux compensatoires représente 278 000 €.

Les travaux de génie écologique se répartissent entre des opérations de plantations, et des ensemencements de cortèges prairiaux les plus naturels possibles. Les mélanges préétablis de prairies humides seront orientés vers ceux proposés par le semencier Nungesser.

Le coût de ces travaux ne prend pas en compte celui du suivi post-travaux, entre la mise en œuvre et la fin de la garantie de reprise (sur 2 ans).

Ces suivis sont très importants pour apporter des soins à des périodes propices et pour éviter la concurrence des adventices (pouvant freiner le recouvrement des espèces hygrophiles désirées) ou des espèces invasives (perturbant fortement la mise en place de la prairie), avec la mise en place d'opération d'entretien très localisées ou généralisées selon la problématique. Un budget complémentaire de 10% du montant des travaux peut être allouée à ces travaux d'entretien et ces suivis.

C. Gestion des mesures compensatoires

Gestion des prairies

Une gestion extensive des 5,6 ha de prairies humides et méso-hygrophiles sera réalisée soit par un exploitant ou un gestionnaire choisi par la collectivité. Cette gestion qui sera effectuée sur une période de trente ans sera entretenue par une fauche tardive annuelle.

La fauche sera menée de manière à préserver la faune (centripète ou de façon progressive dans un seul sens sur l'ensemble de la largeur de la parcelle, avec un délaissé de fauche pratiqué sur une bande de 2 à 3 m et déplacé chaque année). L'apport d'engrais ou d'autres intrants et des insecticides seront proscrits.

La hauteur de coupe sera au minimum de 10 cm. La période d'intervention sera la deuxième quinzaine de juin, avec une deuxième fauche éventuelle en période automnale (après le 15 septembre) si l'exploitant le souhaite. La période de fauche doit préserver la faune et favoriser le développement de la flore hygrophile. Une exportation de la fauche sera réalisée pour éviter un enrichissement excessif du milieu.

Le gestionnaire utilisera un matériel agricole adapté à la portance des sols, afin d'éviter les ornières. L'utilisation des tracteurs sera ainsi interdite en période hivernale et après des épisodes fortement pluvieux.

Gestion de la zone du plan d'eau

Cet espace va se recoloniser progressivement avec probablement un mélange de deux cortèges, la flore des mégaphorbiaies (Reine des près, Salicaire, Iris jaune, Epilobe hirsute, Eupatoire chanvrine, ...), ou celles des cariçaies ou des hélophytes, si la saturation en eau du sol est prolongée (plus de trois mois par ans) : Phragmitaies, Typhaie ou Scirpaie (*Scirpus lacustris*). Cette dernière espèce occupe les zones les plus immergées, ayant un assèchement estival (assèchement de courte durée).

Un entretien régulier de la végétation devra être réalisée pour maintenir une végétation herbacée, qui sera soumise progressivement à une colonisation des ligneux.

Toutefois, comme une clôture existe autour de l'actuel plan d'eau, il est possible de prévoir un entretien régulier de ce secteur par une mise en pâture lors des périodes tardi-printanière et estivale, provoquant ainsi une diversification des milieux.

Gestion des haies et des noues humides

Aucune gestion particulière ne sera réalisée.

Ces éléments du paysage seront entretenus selon les besoins ressentis, avec uniquement deux critères de justification d'intervention :

- Assurer la sécurité des abords de ces haies et des noues (coupe d'arbres malades ou problèmes de visibilité liés à leur développement excessif, débordement des noues, ...),
- Assurer un habitat le plus naturel possible, avec des opérations ponctuelles de lutte contre les espèces invasives.

Suivis écologiques et hydrologiques

Parallèlement, à l'entretien, un suivi écologique sera effectué, en particulier le suivi de la flore. Ce suivi doit être réalisé pour observer l'abondance de la flore hygrophile au sein des différents milieux, et mesuré au travers de 3 placettes régulières propre à chaque mesure, soit un total de 15 placettes.

L'emplacement des placettes sera défini lorsque le recouvrement de la végétation sera complet, soit cinq ans après la fin des travaux d'ensemencement ou de terrassement, puis elles seront identiques tout au long du suivi.

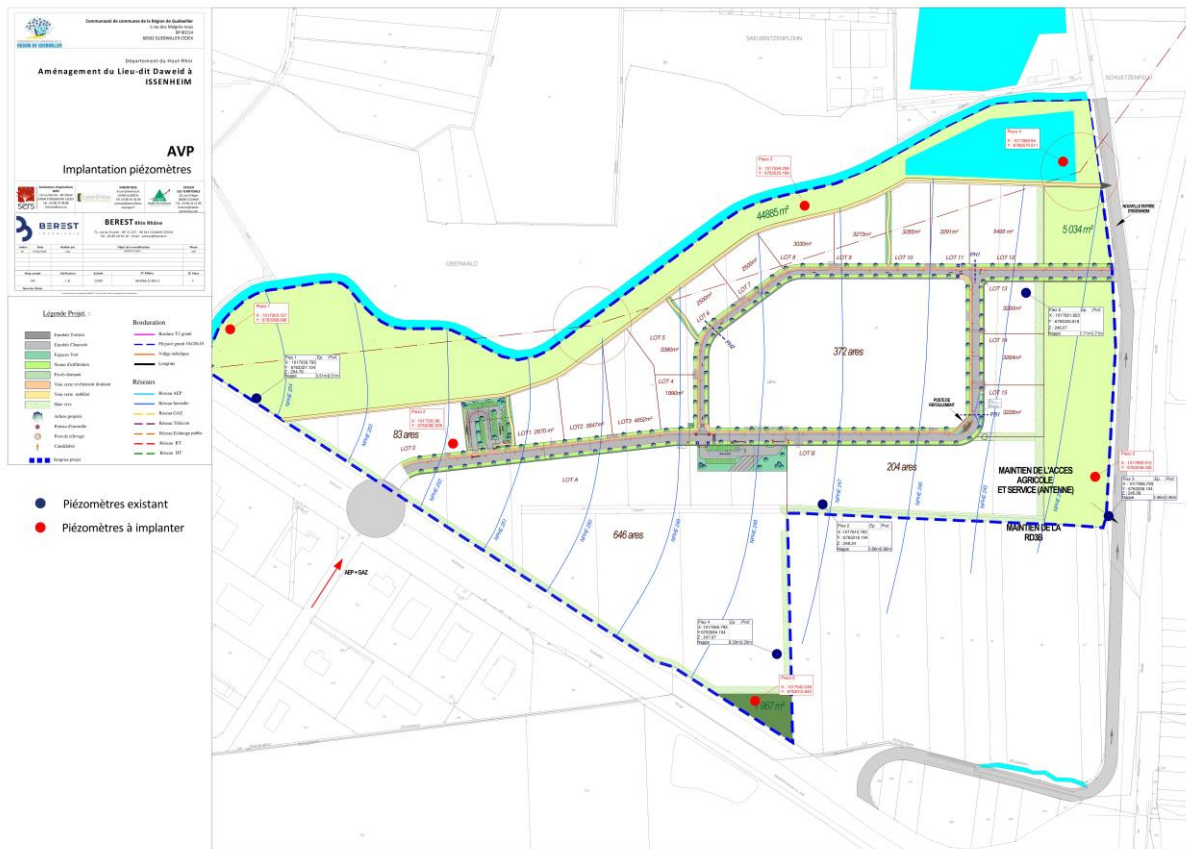
La fréquence du suivi sera la suivante : N+5, N+ 10, N+20 et N+ 30.

Chaque suivi comprendra trois passages : vernal et tardi-printannier ou estival et automnale. L'analyse floristique doit également permettre d'identifier de nouvelles flores adaptées aux nouvelles conditions des milieux, ou ayant un caractère invasif. Un compte rendu informera des relevés effectués et de l'évolution de la diversité floristique de chaque milieu.

En complément du suivi floristique, un suivi pédologique sera réalisé tous les 10 ans pour évaluer l'effet des mesures sur l'hydromorphie des sols (engorgement). Ce suivi pédologique correspond à trois jours de terrain et 6 jours de bureau. Il permettra d'actualiser l'analyse des fonctionnalités établie dans le fichier Excel.

Ces suivis écologiques ont pour objectif de présenter la bonne démarche et l'efficacité des mesures compensatoires, néanmoins elles peuvent être intégrées à un programme global de valorisation écologique du site avec un plan de gestion, élaboré par le futur gestionnaire.

En parallèle, il est proposé d'utiliser les 6 piézomètres prévus pour le suivi de la nappe dont deux seront posés après les travaux de terrassement (au sein de la mesure MC3 et MC2) afin d'avoir des mesures plus précises sur le comportement des zones humides par rapport au niveau de la nappe, en particulier en période hivernale.



Extrait du plan de localisation des piézomètres

L'implantation de 6 piézomètres pour le suivi des mesures correspondent à des ouvrages légers d'une profondeur de 2 à 3 m maximum, avec aucun prélèvement d'eau. Ces piézomètres seront intégrés au DLE avec la rubrique 1.1.1.1.0..

Leur mise en œuvre sera effectuée préalablement aux travaux de génie écologique (et juste après les travaux pour les deux complémentaires), mais sans pour autant disposer d'une période d'analyse pertinente.

Il existe plusieurs boîtes à outils « indicateur - Rhémo » pour appréhender la bonne fonctionnalité des mesures compensatoires qui peuvent être pertinentes pour ces sites compensatoires : I01(humidité du sol), I02 (engorgement floristique), I03 (dynamique hydrologique – avec piézomètre), I08 (qualité floristique) et I09 (humidité du milieu par les orthoptères).

Ces outils de suivis pourront, en complément de la méthode ONEMA-MNHN, mieux démontrer la plus-value sur l'engorgement du site, ou à minima des variations sur l'intensité des effets tant spatiaux que temporels, qui ne seront pas pris en compte dans la méthode ONEMA-MNHN.

Un suivi post-travaux sera effectif pour les trois premières années, avec une analyse générale de la flore observée, et la dynamique de recouvrement. Une liste des espèces observées sera établie pour chaque mesure. Ces suivis post-travaux ont pour objectif de :

- définir d'éventuelles opérations correctives : mortalité des arbres ou de la strate herbacée, présence d'espèces invasives, régime hydraulique au niveau de l'étang.
- de servir de base pour la définition de la gestion des milieux, en particulier au niveau de la mesure MC 3, où le cortège observé permettra de mieux appréhender le régime hydrique de la zone humide.

Pour garantir la bonne démarche de la mise en œuvre des travaux compensatoires, il est proposé d'établir un suivi régulier de ces derniers sur les étapes suivantes :

- Suivi des mouvements « terres » et plus particulièrement du régalage final des terres végétales sur les mesures de recréation de zones humides,
- Suivis des opérations de réensemencement et de plantations, avec :
 - un retour du maître d'œuvre sur les cortèges ou les plants proposés au préalable du démarrage des travaux,
 - une vérification de l'état des lieux après travaux,
 - un suivi post-travaux au cours de la période tardi-automnale de la bonne reprise des éléments semés ou plantés (un à deux mois après semis),
 - un suivi post-travaux hivernal au début de mois de mars, pour définir une reprise des travaux d'ensemencement (si le taux de réussite est important)
 - un suivi post-travaux de dynamique végétale au cours du mois de mai et juillet, impliquant aussi un arrosage en cas de sécheresse prolongée.
 - Un suivi post-travaux à n+1,5 au printemps suivant pour justifier de la bonne réussite des travaux de génie végétal et concluant sur la garantie de reprise.
- Suivis écologiques de la dynamique végétale nécessaires les 3 premières années avec une à deux visites printanières et une visite automnale, afin d'observer le taux de recouvrement des prairies et la dynamique des espèces adventives pouvant perturber celle des espèces semées. A dire d'expert, le taux de recouvrement évolue fortement sur les trois premières années, et se prolonge sur les cinq premières années après le semis.

Ces suivis N+3 et N+4 sont aussi utiles pour appréhender la réaction des nouveaux milieux aux aléas hydrologiques (fortes pluies, sécheresses, inondation ou submersion) ou naturels (gibiers, espèces végétales indésirables).

Coût des suivis et de la gestion

Les frais de gestion seront regroupés pour l'ensemble des prairies fauchées. La fauche peut être gratuite, en offrant le foin. A défaut, un opérateur doit être payé pour faucher et exporter le fourrage.

L'estimation du coût de gestion est de 1 000 €/ha/an pour les surfaces prairiales (pour une fauche avec exportation). L'entretien des prairies peut représenter près de 168 000 € pour une fauche avec exportation. Cet entretien peut être effectué gratuitement, si un exploitant accepte de le faire au bénéfice du fourrage fourni.

Un faucardage de la mesure MC 3 est proposé tous les 7 ans, pour rajeunir le peuplement. Cet entretien coûte environ 3 000 € par opération, soit un total de 12 000 €.

Le coût des suivis post-travaux représente environ 5 jours par an sur 3 ans, soit environ 15 jours de chargé d'études. Ce suivi floristique, des trois premières années, représente un montant de près de 10 000 €.

Le coût du suivi est estimé à environ 40 200 €, en préconisant 6 jours de terrain pour la campagne N+5 puis 9 jours pour les autres campagnes, soit 42 jours de terrain pour les 30

ans de suivis. La rédaction des comptes-rendus de visite (comprenant les relevés floristiques avec leur abondance pour chaque placette) puis l'actualisation de la méthode ONEMA (avec une illustration des profils édaphiques témoins) nécessite environ 18 jours de bureau.

En parallèle, la mise en place d'un suivi avec les indicateurs RhoMéo impliquera uniquement un temps de travail supplémentaire au bureau pour intégrer les données floristiques dans les boîtes à outils. En revanche, l'inventaire des orthoptères, l'installation et le suivi des piézomètres nécessiteront des visites complémentaires avec des personnes compétentes. L'installation des piézomètres avec un équipement d'enregistrement des données est estimée à 1 500 € par unité (soit 9 000 €). Une visite tous les deux ans est préconisée pour récupérer des données hydrologiques. Le coût du suivi hydrologique représente près de 5 500 € sur 30 ans, tandis que le suivi « orthoptérique » serait de 6 500 €. Le temps destiné à l'actualisation des indices RhoMéo peut ajouter une journée et demie, par campagne, soit 9 jours de chargé d'études sur 30 ans.

Le suivi écologique sur la période de 30 ans est estimé à un montant de 40 200 €, et s'élève à près de 61 200 € en intégrant les suivis RhoMéo et l'installation des piézomètres.

Au total, le coût de gestion et de suivis des mesures compensatoires sont estimés aux environs de 230 200 €.

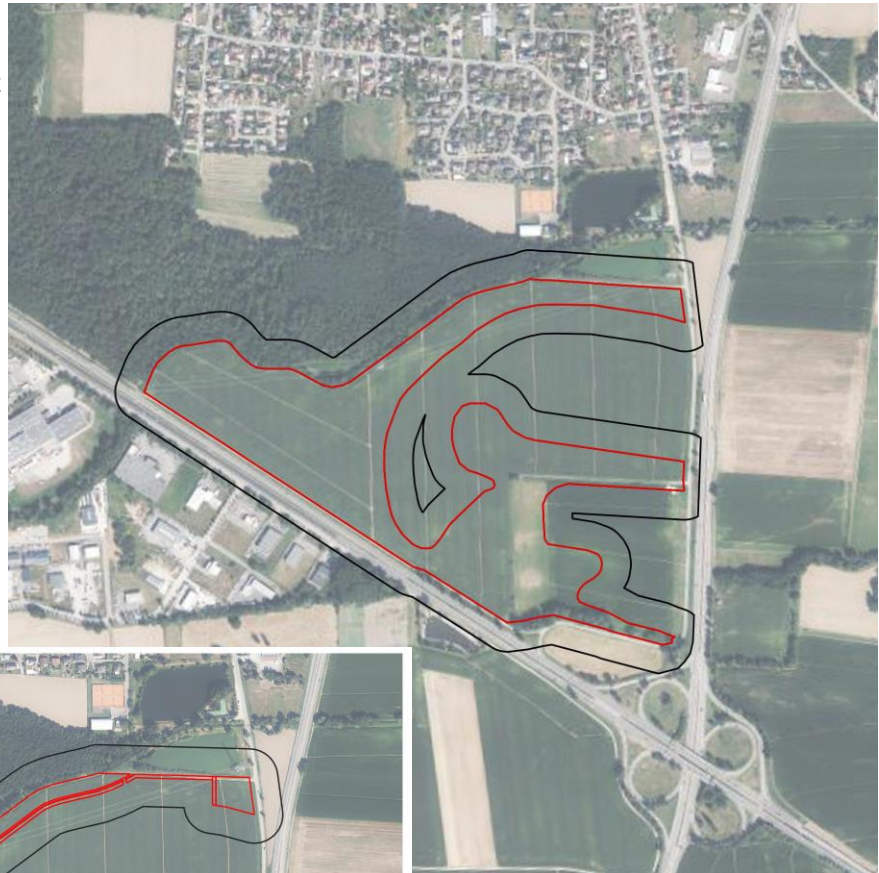
VII. ANNEXES

1. Cartographie de la zone contributive

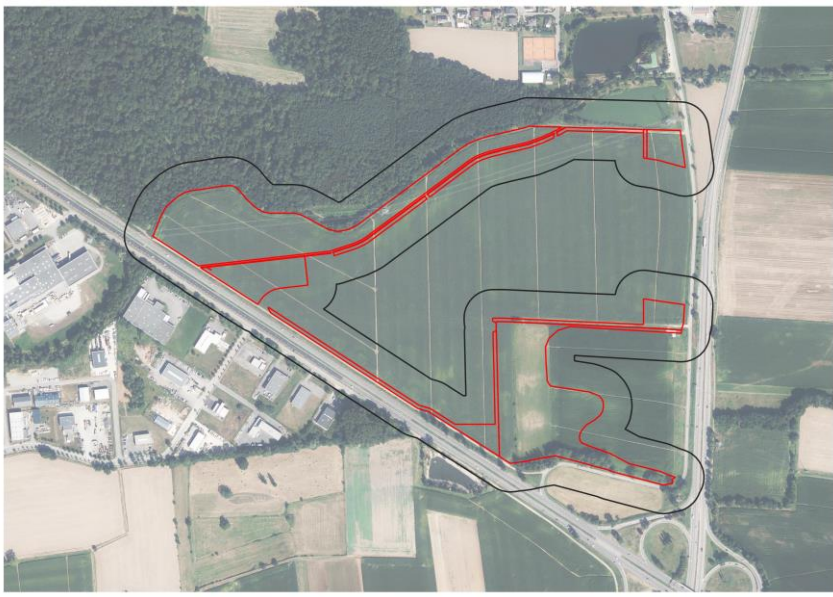


2. Cartographie des zones tampons

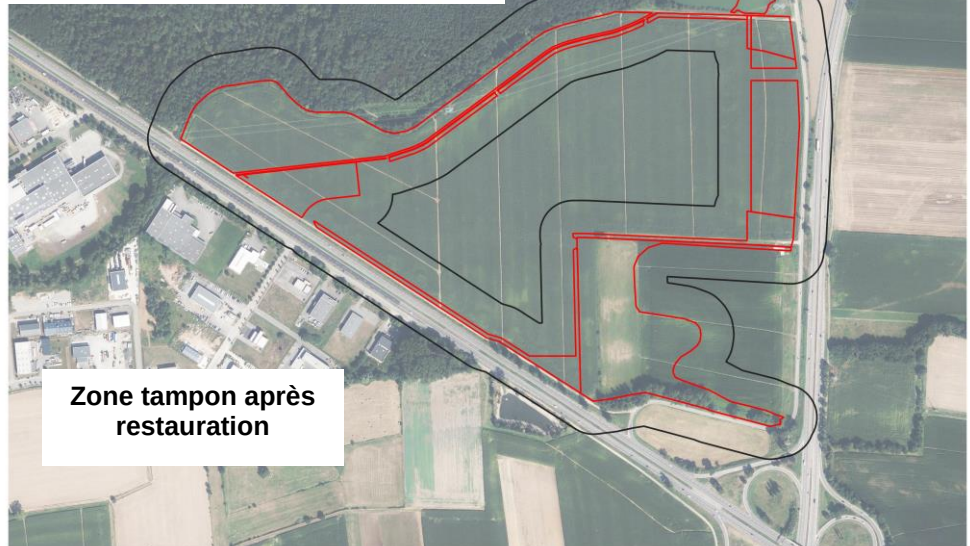
Zone tampon
avant projet



Zone tampon après projet
et avant restauration



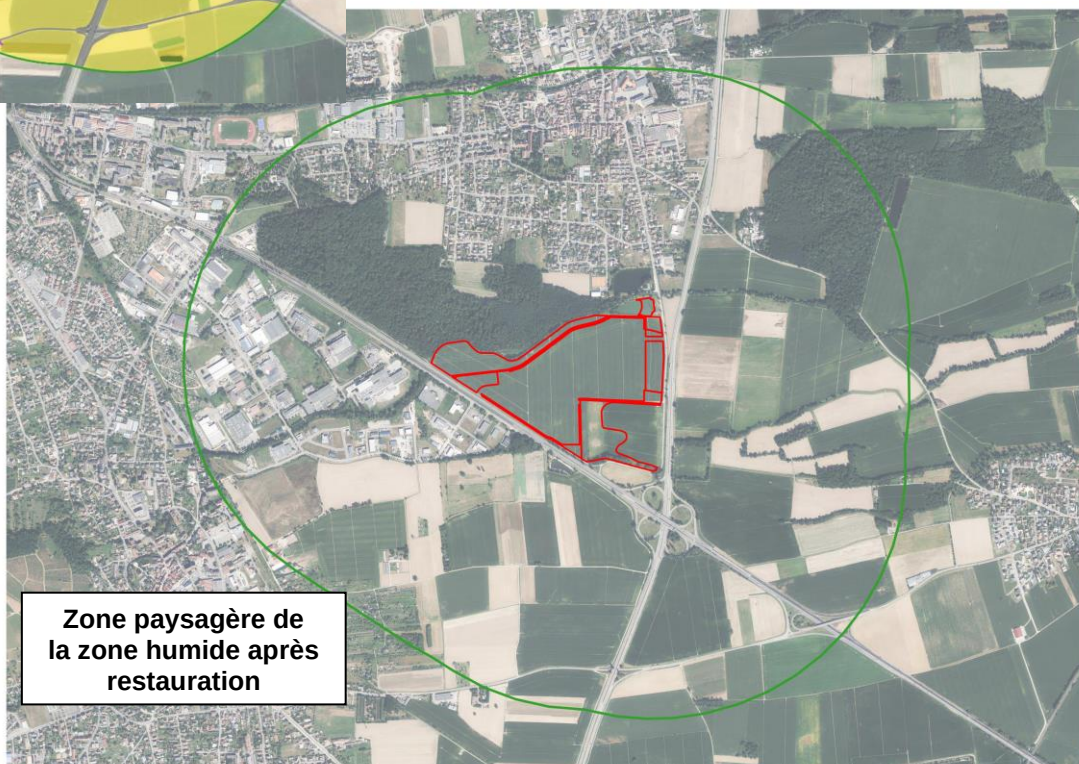
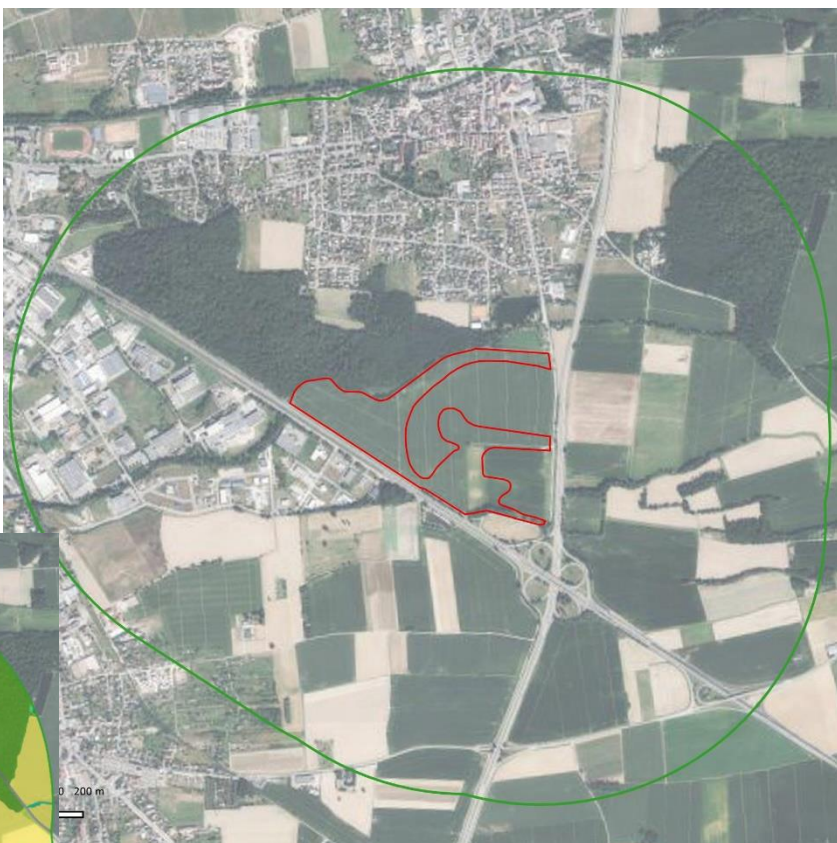
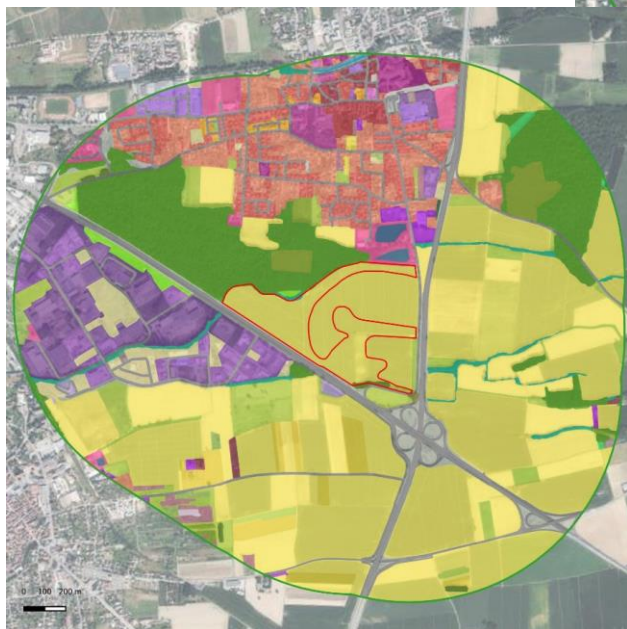
Zone tampon après
restauration



3. Cartographie de la zone paysagère

*Zone paysagère de
la zone humide avant projet*

Occupation du sol Corine land cover



**Zone paysagère de
la zone humide après
restauration**

4. Liste de flore proposée pour l'ensemencement

Espèces à privilégier pour l'ensemencement :

Cortège des prairies grasses – terrains lourds

Plantes non graminéoïdes		Graminoïdes	
Nom latin	Nom vernaculaire	Nom latin	Nom vernaculaire
Carum carvi	Cumin des prés	Arrhenatherum elatius Bromus racemosus Bromus hordeaceus Festuca pratensis Hordeum secalinum Trisetum flavescens	Fromental Brome à grappes Brome fausse orge Fétuque des prés Orge faux-seigle Avoine dorée
Centaurea jacea	Centauree jacée		
Colchicum autumnale	Colchique d'automne		
Crepis biennis	Crépis des prés		
Heracleum spondylium	Berce commune		
Holandra carvifolia	Peucedan à feuilles de Carvi		
Oenanthe silaifolia	Oenanthe à feuilles de silaüs		
Tragopogon pratensis	Salsifis des prés		
Silaum silaus	Silaüs des prés		

Cortège des prairies humides

Plantes non graminéoïdes		Graminoïdes	
Nom latin	Nom vernaculaire	Nom latin	Nom vernaculaire
Achillea ptarmica	Achillée ptarmique	Alopecurus pratensis Bromus racemosus Festuca pratensis Holcus lanatus Juncus effusus	Vulpin des prés Brome à grappes Fétuque des prés Houlque laineuse Jonc diffus
Angelica sylvestris	Angélique des bois		
Caltha palustris	Populage des marais		
Deschampsia cespitosa	Canche cespiteuse		
Eupatorium cannabinum	Eupatoire chanvrine		
Filipendula ulmaria	Reine des prés		
Gratiola officinalis	Gratiolle officinale		
Lychnis flos-cuculi	Lychnis fleur de coucou		
Lythrum salicaria	Salicaire		
Oenanthe silaifolia	Oenanthe à feuilles de silaüs		
Pulicaria dysenterica	Pulicaire dysentérique	Alopecurus pratensis Bromus racemosus Festuca pratensis Holcus lanatus Juncus effusus	Vulpin des prés Brome à grappes Fétuque des prés Houlque laineuse Jonc diffus
Ranunculus acris	Renoncule âcre		
Ranunculus repens	Renoncule rampante		
Rumex acetosa	Oseille commune		
Rumex conglomeratus	Oseille agglomérée		
Rumex crispus	Oseille crépue		
Sanguisorba officinalis	Grande pimprenelle		
Silaum silaus	Silaüs des prés		
Scirpus sylvaticus	Scirpe des bois		
Senecio aquaticus	Séneçon aquatique		
Stachys palustris	Épiaire des marais	Alopecurus pratensis Bromus racemosus Festuca pratensis Holcus lanatus Juncus effusus	Vulpin des prés Brome à grappes Fétuque des prés Houlque laineuse Jonc diffus
Trifolium dubium	Trèfle douteux		
Valeriana officinalis	Valériane officinale		
Veronica longifolia	Véronique à longues feuilles		

5. Bilan de l'équivalence fonctionnel par indicateur

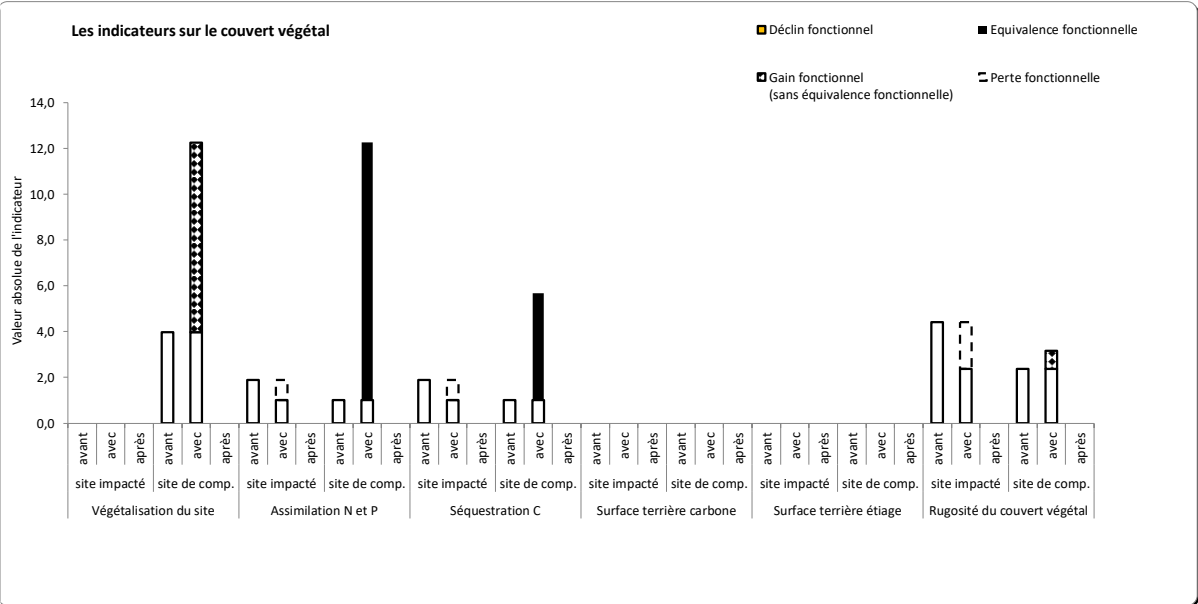
[illegible]

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
 ** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

REPRESENTATION DE L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR

Ratio fonctionnel octroyé ➡ 1,6 /1

Le ratio fonctionnel automatisé issu de l'interface était de 2/1.
Le ratio fonctionnel de 1,6/1 provient de la qualification de la mesure de comp. écol. par les parties prenantes.
Assurez vous d'avoir vérifié sa pertinence dans l'onglet DIMENSIONNER.



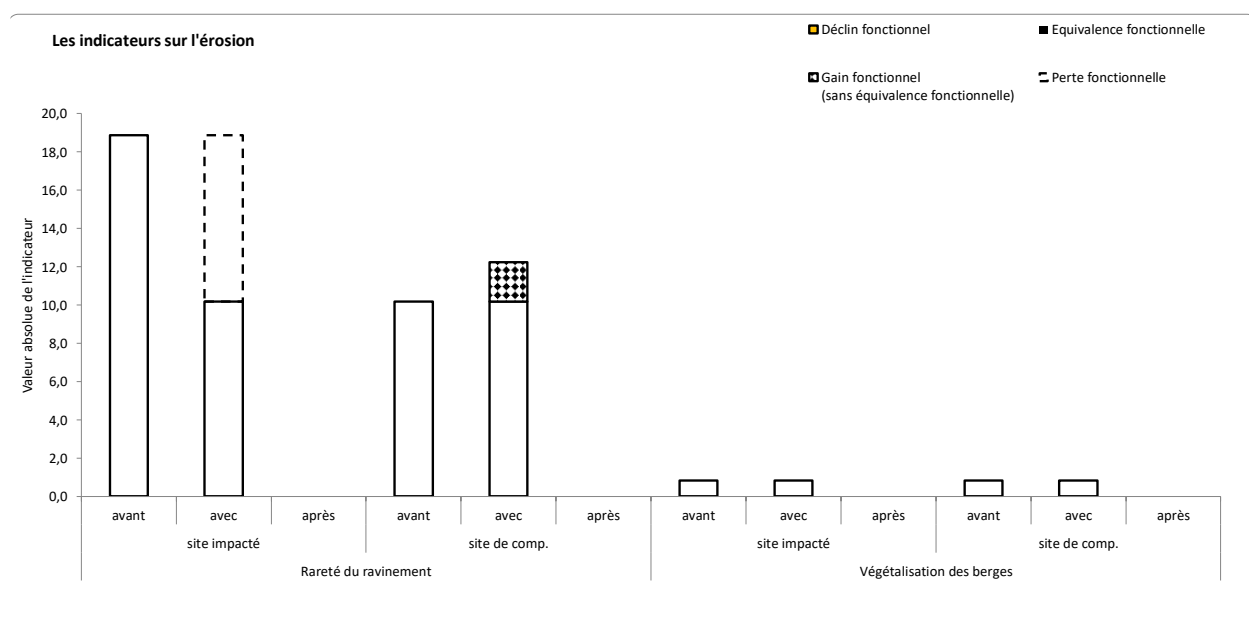
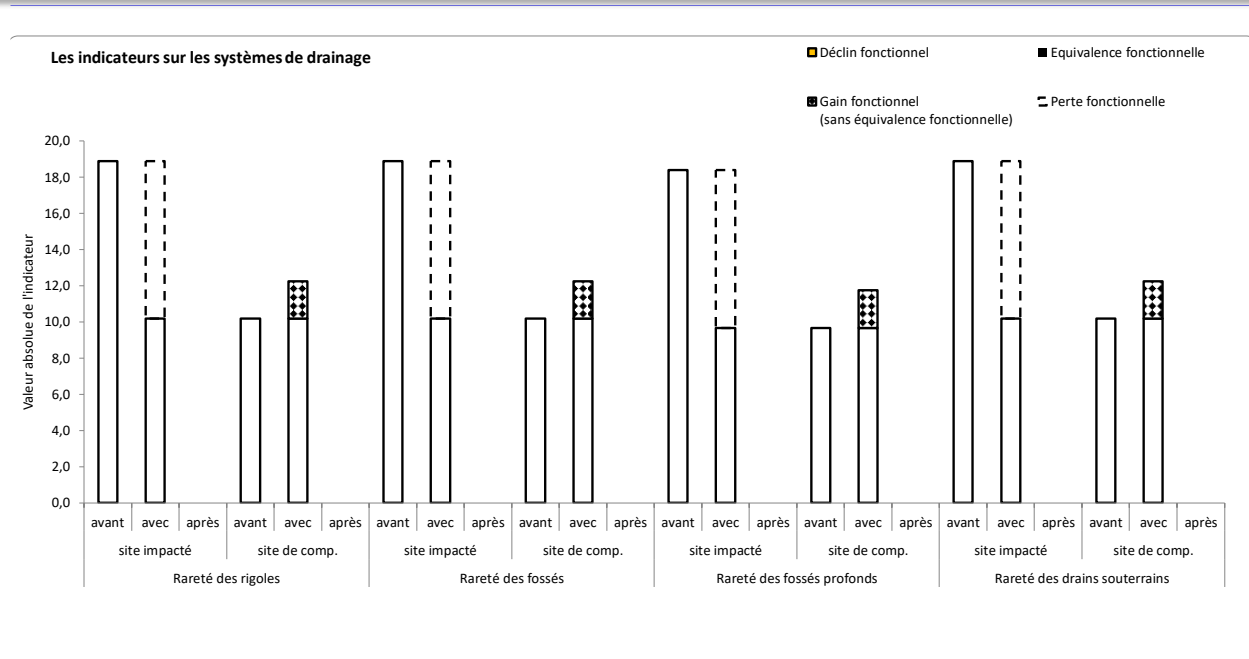
Valeur absolue des indicateurs = valeur relative de l'indicateur [0-1] × la superficie du site en ha.

Sur le site impacté : la **perte fonctionnelle** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'impact.

Sur le site de compensation : le **gain fonctionnel** indique une hausse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.

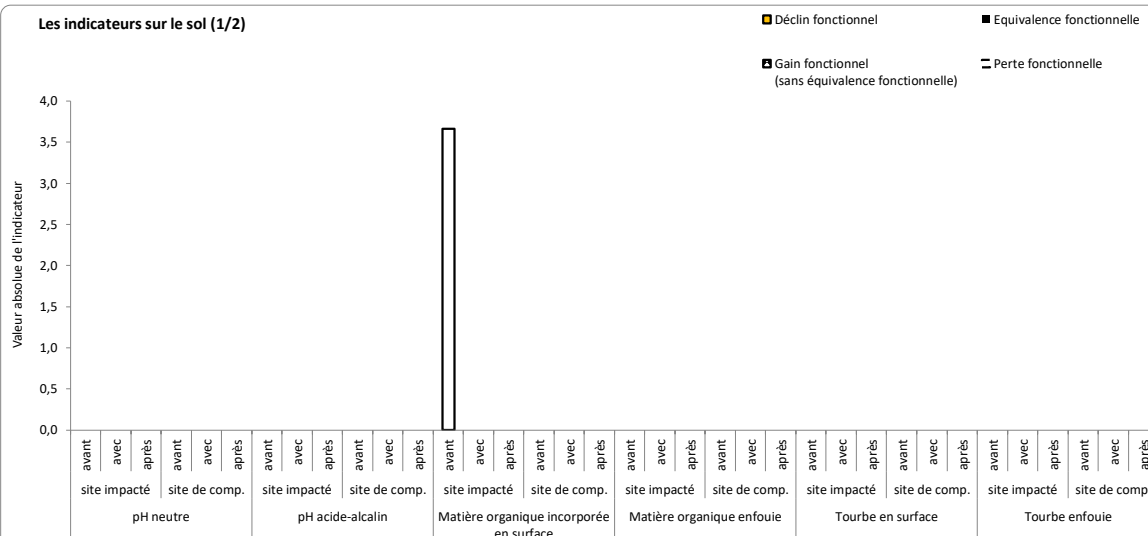
Il y a alors **équivalence fonctionnelle** si le gain fonctionnel ≥ ratio fonctionnel × la perte fonctionnelle sur le site impacté.

Le **déclin fonctionnel** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.

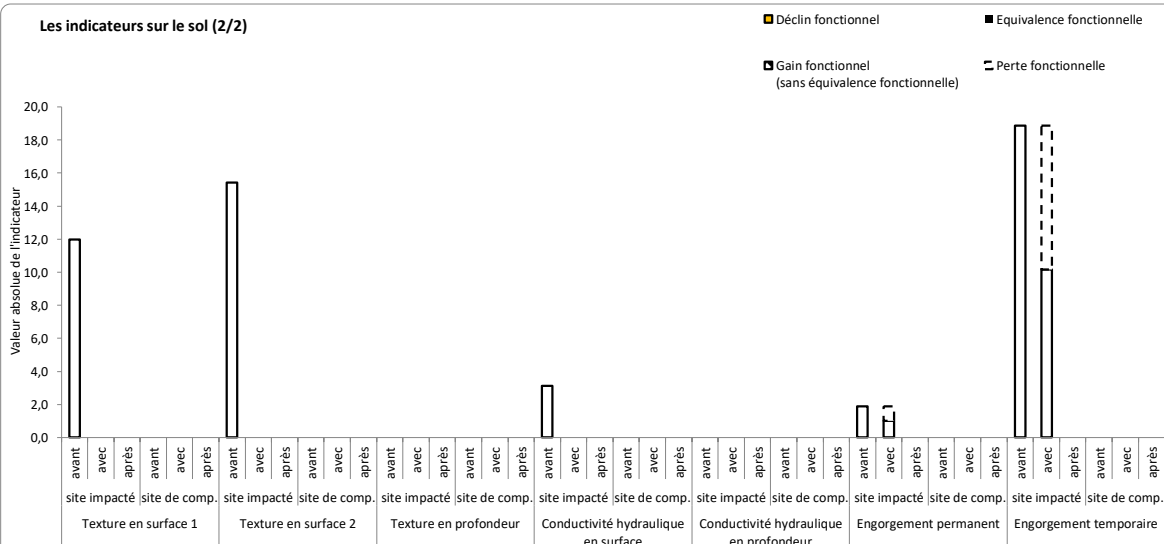


Note : la valeur absolue de l'indicateur "végétalisation des berges" est obtenue en multipliant sa valeur relative [0-1] par le linéaire de berges dans le site en km.

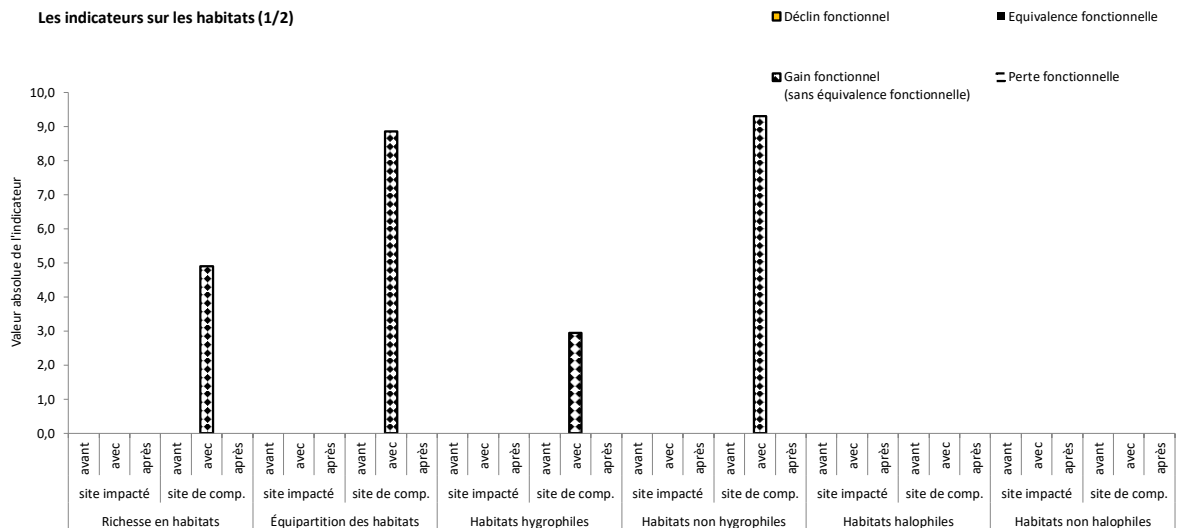
Les indicateurs sur le sol (1/2)



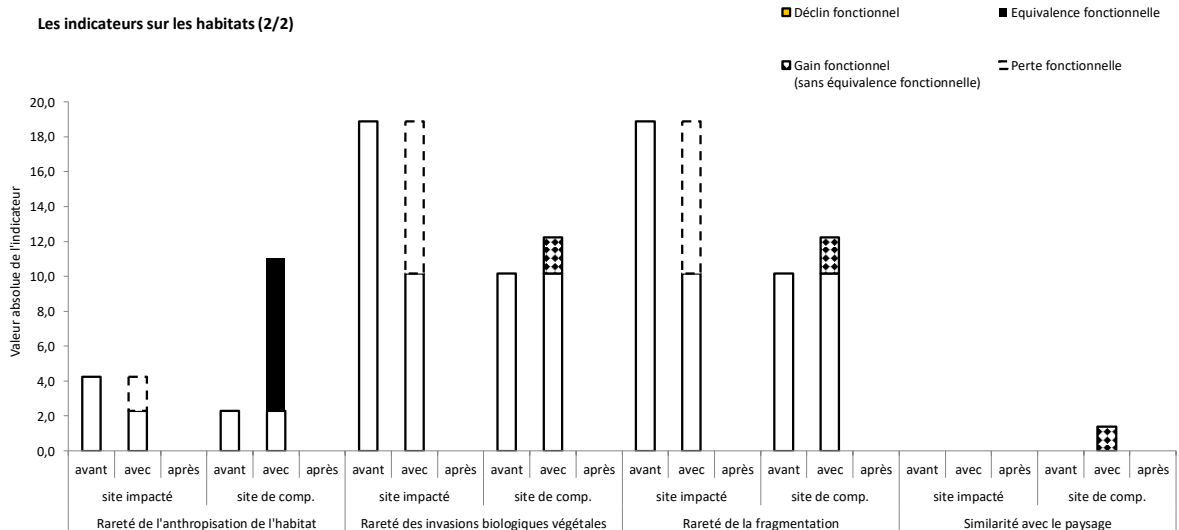
Les indicateurs sur le sol (2/2)



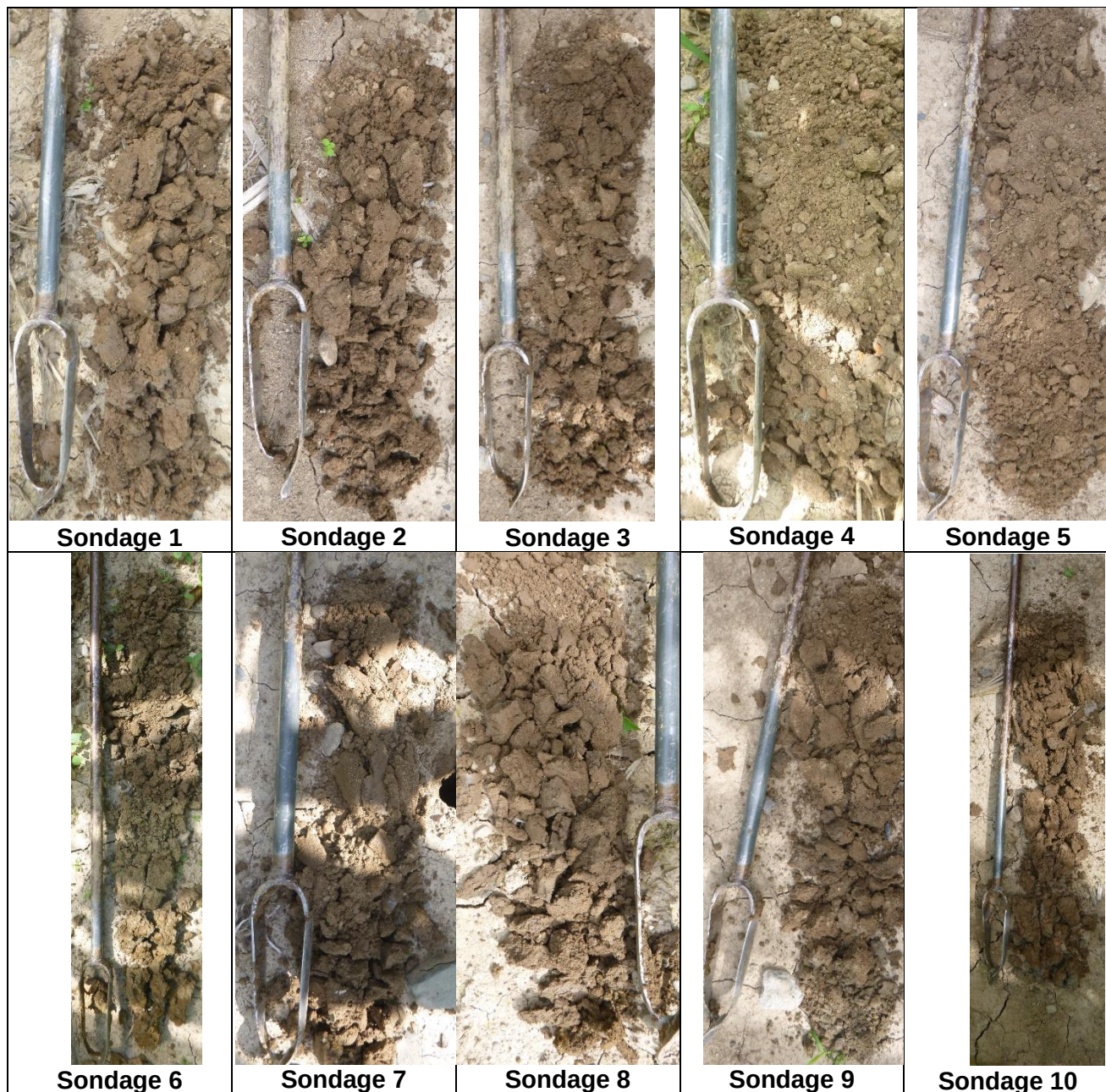
Les indicateurs sur les habitats (1/2)



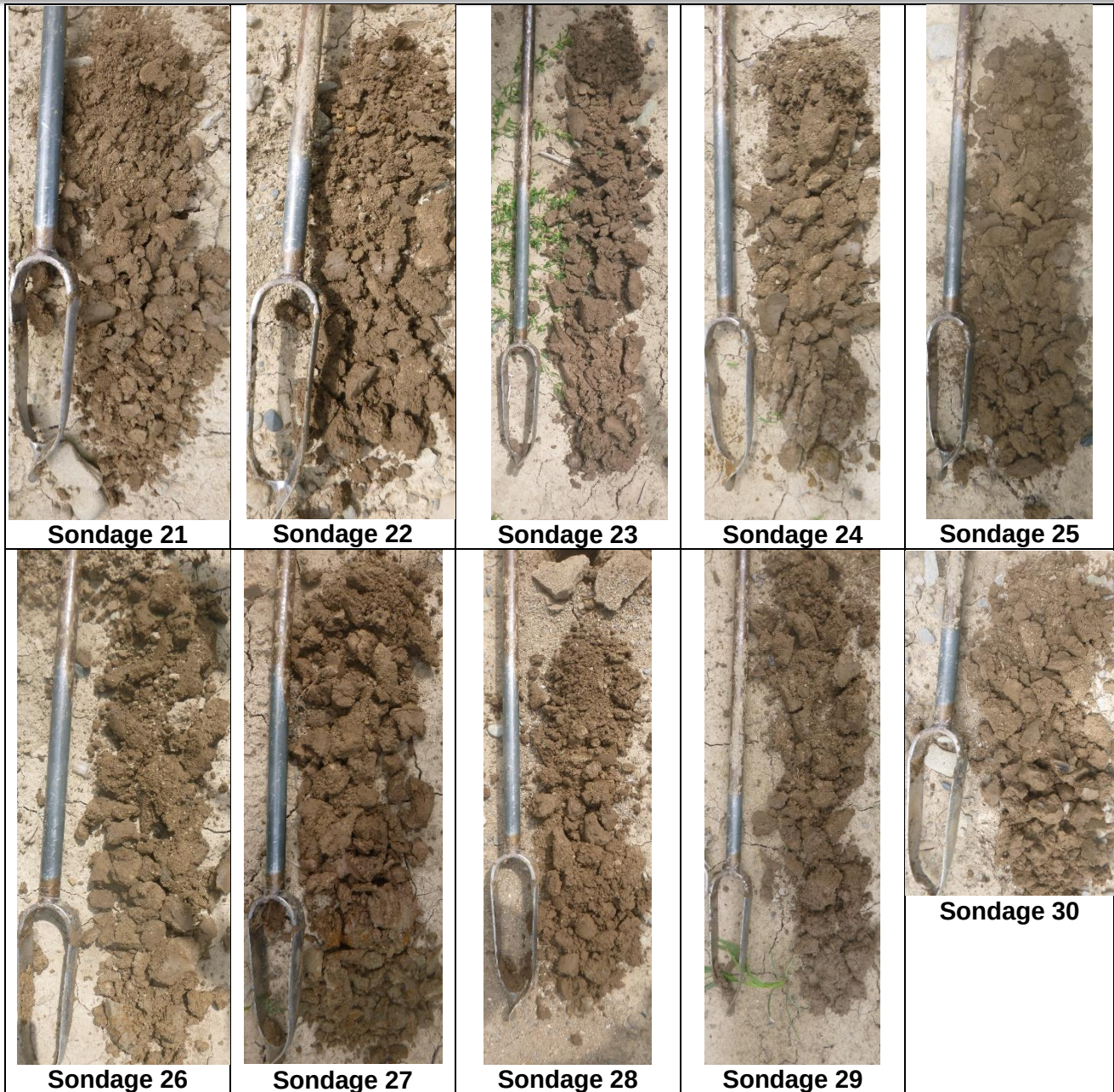
Les indicateurs sur les habitats (2/2)



6. Illustration des sondages



				
Sondage 11	Sondage 12	Sondage 13	Sondage 14	Sondage 15
				
Sondage 16	Sondage 17	Sondage 18	Sondage 19	Sondage 20
			Zoom sur l'horizon de subsurface du sondage 13 – traces rédoxiques intenses	



				
Sondage 31	Sondage 32	Sondage 33	Sondage 34	Sondage 35
				
Sondage 36	Sondage 37	Sondage 38	Sondage 39	Sondage 40
				
Sondage 41	Sondage 42	Sondage 43	Sondage 44	Sondage 45

