

Figure 102- Localisation des linéaires de cours d'eau impactés par le projet

Tableau 66- Incidences et mesures de rétablissement des écoulements naturels

INCIDENCES ET MESURES DE RÉTABLISSEMENT DES ÉCOULEMENTS NATURELS			
Cours d'eau et sections Impactées concernés	Incidences du projet		
Ruisseau de Keralvy Section A	Remplacement des ouvrages existants OH1a, OH1b et OH1c (buses Ø600 mm) par deux ponts-cadre OH1a et OH1b (1500x2000) plus longs. Connexion du cours d'eau avec les nouveaux ouvrages. Dérivation définitive d'environ 79* ml de cours d'eau existant.	<p>Mesures de réduction</p> <p>Cours d'eau initialement recalibré – effet drainant sur la zone humide de tête de bassin versant. Remplacement des buses par des ponts-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (45* ml – hors ouvrage de franchissement) reste inférieur au linéaire dérivé (79,1* ml). La longueur supplémentaire couverte par les ouvrages hydrauliques est à compenser.</p>	<p>Effets résiduels</p> <p>Transparence des ouvrages de franchissement</p> <p>Couverture supplémentaire : 31,4 ml</p> <p>Perte de lit mineur : environ 34 ml</p>
		<p>Cours d'eau initialement recalibré et dérivé. Remplacement des buses par des ponts-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (13* ml – hors ouvrage de franchissement) reste inférieur au linéaire dérivé (44,5* ml). La longueur supplémentaire couverte par les ouvrages hydrauliques est à compenser.</p>	<p>Transparence des ouvrages de franchissement</p> <p>Couverture supplémentaire : 19,4 ml</p> <p>Perte de lit mineur : 31,5 ml</p>
Ruisseau de Keralvy Section B	Remplacement des ouvrages existants OH2a, OH2b, OH2c et OH2d (buses Ø600 mm) par des ponts-cadres. OH2a et OH2b (1500x1500 et 1500x2000) seront plus longs tandis qu'OH2d (1000x1000) sera plus court. Connexion du cours d'eau avec les nouveaux ouvrages. Dérivation définitive d'environ 44,5* ml de cours d'eau existant.	<p>Cours d'eau initialement recalibré et incisé. Remplacement de la buse par un pont-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (31,5* ml – hors ouvrage de franchissement) est plus important que le linéaire dérivé (41,3* ml).</p>	<p>Transparence de l'ouvrage de franchissement</p> <p>Couverture supplémentaire : 19,3 ml</p>
		<p>Cours d'eau initialement artificiel et recalibré. Remplacement de la buse par un pont-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (23,5* ml – hors ouvrage de franchissement) reste inférieur au linéaire dérivé (43,2* ml). La longueur supplémentaire couverte par les ouvrages hydrauliques est à compenser.</p>	<p>Transparence de l'ouvrage de franchissement</p> <p>Couverture supplémentaire : 17,5 ml</p> <p>Perte de lit mineur : environ 20 ml</p>
Ruisseau de Keralvy Section D	Remplacement de l'ouvrage existant OH4 (buses Ø400 mm) par un pont-cadre (1500x2500) plus long. Connexion du cours d'eau avec le nouvel ouvrage. Dérivation définitive d'environ 41* ml de cours d'eau existant.	<p>Cours d'eau initialement recalibré et incisé (busé dans sa partie aval). Remplacement de la buse par un pont-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (19* ml – hors ouvrage de franchissement) reste inférieur au linéaire dérivé (31,2* ml). La longueur supplémentaire couverte par les ouvrages hydrauliques est à compenser.</p>	<p>Transparence de l'ouvrage de franchissement</p> <p>Couverture supplémentaire : 12,2 ml</p> <p>Perte de lit mineur : Environ 12 ml</p>
		<p>Remplacement de l'ouvrage existant OH5 (buses Ø300 mm) par un pont-cadre (1500x1500) plus long. Connexion du cours d'eau avec le nouvel ouvrage. Dérivation définitive d'environ 31* ml de cours d'eau existant.</p>	
Ruisseau de Keralvy Section E	Remplacement de l'ouvrage existant OH3 (buses Ø600 mm) par un pont-cadre (1000x1500) plus long. Connexion du cours d'eau avec le nouvel ouvrage. Dérivation définitive d'environ 43* ml de cours d'eau existant.	<p>Cours d'eau initialement recalibré et incisé (busé dans sa partie aval). Remplacement de la buse par un pont-cadre de plus grande section avec banquettes faune permettant le rétablissement de la continuité hydraulique et piscicole et assurant un passage sécurisé de la faune. Recréation et renaturation du lit mineur et mojeur du cours d'eau en amont et aval des ouvrages hydrauliques. Le linéaire rétabli (19* ml – hors ouvrage de franchissement) reste inférieur au linéaire dérivé (31,2* ml). La longueur supplémentaire couverte par les ouvrages hydrauliques est à compenser.</p>	

*Les linéaires sont mesurés à l'aide d'un système d'information géographique. La perte de lit mineur correspond à la soustraction du linéaire rétabli par rapport au linéaire dérivé.

Malgré les mesures de réduction mises en place, les effets résiduels sur les cours d'eau correspondent à **une couverture supplémentaire de 100 ml et une perte de lit mineur de l'ordre de 107,5 ml. Ces incidences résiduelles doivent faire l'objet de mesures de compensation.**

❖ Recherche de sites de compensation

Les mesures de compensation ont été recherchées selon une **approche écosystémique** afin de proposer des mesures de restauration favorables à tous les compartiments : réseau hydrographique, habitats et faune. Les mesures sont ainsi présentées par site de compensation pour une meilleure intégration des enjeux. Les critères ayant permis de retenir les sites de compensation sont les suivants :

- **Proximité des zones impactées** : les recherches de sites de compensation se sont concentrées en priorité à proximité du projet, soit dans le même bassin versant (Saint-Eloi) soit dans le bassin versant limitrophe (Atz) ;
- **Maîtrise foncière du site ou possibilité de convention** ;
- **Faisabilité vis-à-vis des milieux impactés** ;
- **Faisabilité technique des mesures** : les recherches ont été axées sur des tronçons sur lesquels des mesures de restauration du lit mineur pouvaient être réalisées : débousage, recalibrage, diversification des écoulements ;
- **Mutualisation des mesures d'entretien**.

Quatre sites de compensation principaux ont ainsi été retenus :

- Port Morgan,
- Kergrenouille,
- Keralvy,
- La Miauderie.

Site de Port Morgan

La mesure de compensation principale a été identifiée dans le cadre de la mesure compensatoire en faveur des zones humides. Le site de compensation de Port Morgan est situé au nord-est du carrefour de Kergrenouille, le long de la RD775. Il se trouve en tête du bassin versant du Saint-Eloi.

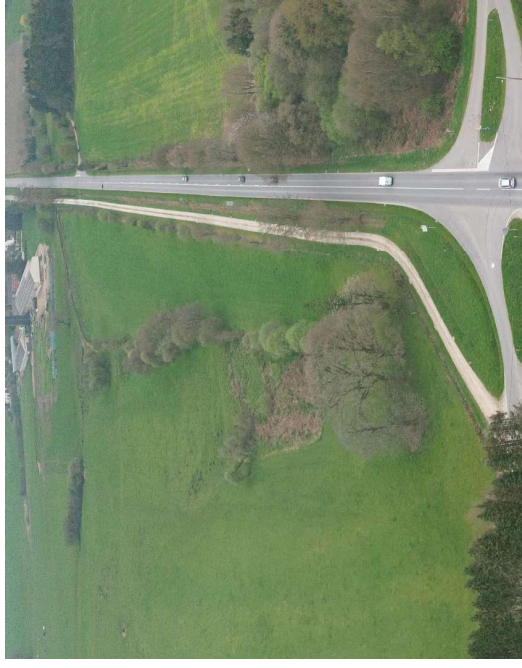


Photo 79- Vue aérienne du site de Port Morgan en mars 2022 (photo prise depuis l'ouest en direction de l'est)

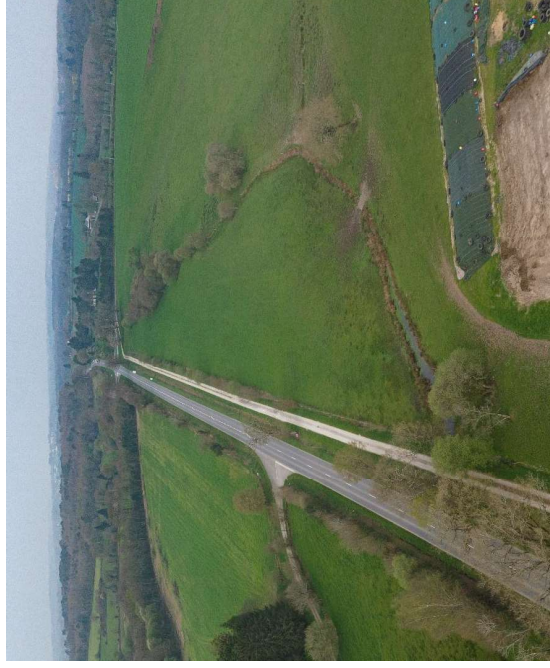


Photo 80- Vue aérienne du site de Port Morgan en mars 2022 (photo prise depuis l'est en direction de l'ouest)

Etat initial du site

Les terrains, propriété du département, sont cultivés ou en pâture. Une partie du site est classé en zone humide. Le ruisseau qui traverse la zone prend sa source sur le site (en bordure de la voie parallèle à la RD775). Il s'agit d'un affluent du ruisseau de Keratry, alimenté par plusieurs sources et par les fossés qui drainent une partie de la zone humide. Le lit mineur a été recalibré et est aujourd'hui incisé. La pente d'écoulement du cours d'eau est de 1,5% de la tête de bassin versant vers l'ouvrage au niveau de la RD775. Son inertie est relativement faible amplifiée par une problématique d'écoulement au niveau de l'ouvrage. La sinuosité est observée (Si entre 1 et 1.2), malgré la calibration artificielle du cours d'eau.

L'analyse des anciennes photos aériennes permet d'apprécier les modifications du site au cours du temps.



Photo 81- Site de compensation de Port Morgan en juin 1952 (source : remonterletemps.ign.fr)



Photo 82- Site de compensation de Port Morgan en juillet 1970 (source : remonterletemps.ign.fr)



Photo 83- Site de compensation de Port Morgan en septembre 1993 (source : remonterletemps.ign.fr)



Photo 84- Site de compensation de Port Morgan en 2019 (source : orthophoto 2019 IGN)

Plusieurs modifications anthropiques sont visibles dans le cours d'eau (curage, recalibrage) aussi bien en amont avec la création de plusieurs fossés drainants (bien visibles en 1993 et 2019) qu'en aval de la section (1970).

Aujourd'hui, le cours d'eau qui traverse le site est fortement colonisé par la végétation herbacée. Son lit mineur est, sur certains tronçons, bien marqué avec des berges aux pentes abruptes, et sur d'autres tronçons, très peu marqué avec un profil en travers plus doux gommé par une abondante végétation. Sur le tronçon aval, on observe un net élargissement du lit mineur propice au développement d'hélophytes.

En amont, les berges sont colonisées par un taillis de saules puis on relève quelques arbres le long du cours d'eau (chênes, saules, bouleaux, hêtre, châtaignier...). Dans la partie aval du site, le cours d'eau n'est accompagné d'aucune végétation arborescente.

À noter qu'en aval du cours d'eau le levé topographique fait apparaître un petit bras annexe rattaché au cours d'eau en aval du busage existant. Ce « trou d'eau » n'était plus visible sur le terrain en 2019. Il pourrait s'agir d'un aménagement réalisé pour l'abreuvement du bétail puis comblé par la suite.

Pour finir, plusieurs ouvrages sont présents sur le parcours du cours d'eau (voir Figure 103) :

- Ouvrage perpendiculaire au lit : un muret maçonné (béton) traverse le lit du cours d'eau et occasionne une retenue en amont ;
- Un ouvrage hydraulique est présent au niveau de la confluence avec une autre zone de source. Cet ouvrage, non positionné directement sur cours d'eau permet le passage des bovins ;
- Idem plus en aval, un ouvrage en pierre permet le passage des bêtes sur le parcelle à proximité de la RD775.

Les rives du cours d'eau en partie aval sont particulièrement piétinées par le bétail.



Photo 85- Fossés de drainage au niveau de la zone remaniée



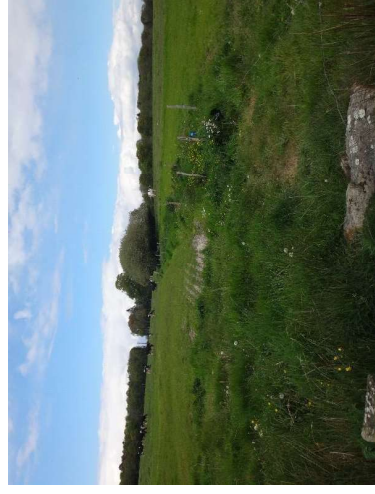
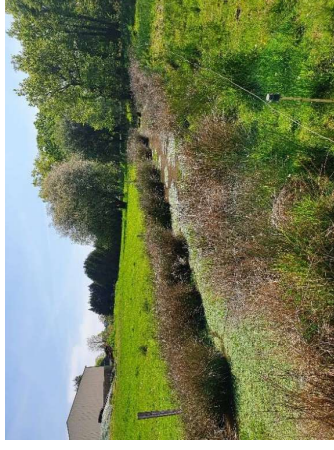
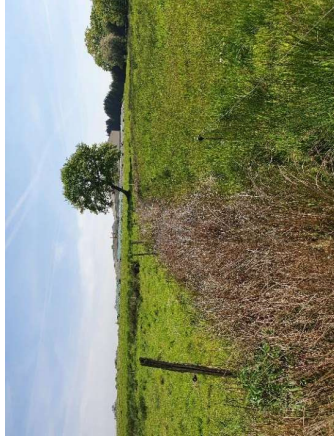
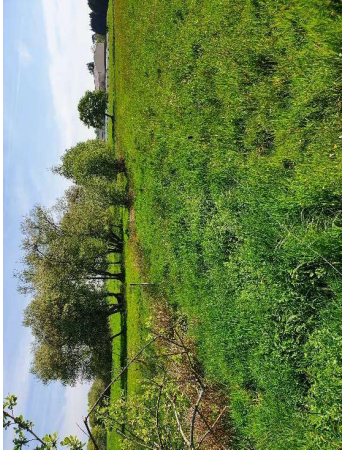
Photo 86- Rive droite du cours d'eau



Photo 87- Cours d'eau traversant le site

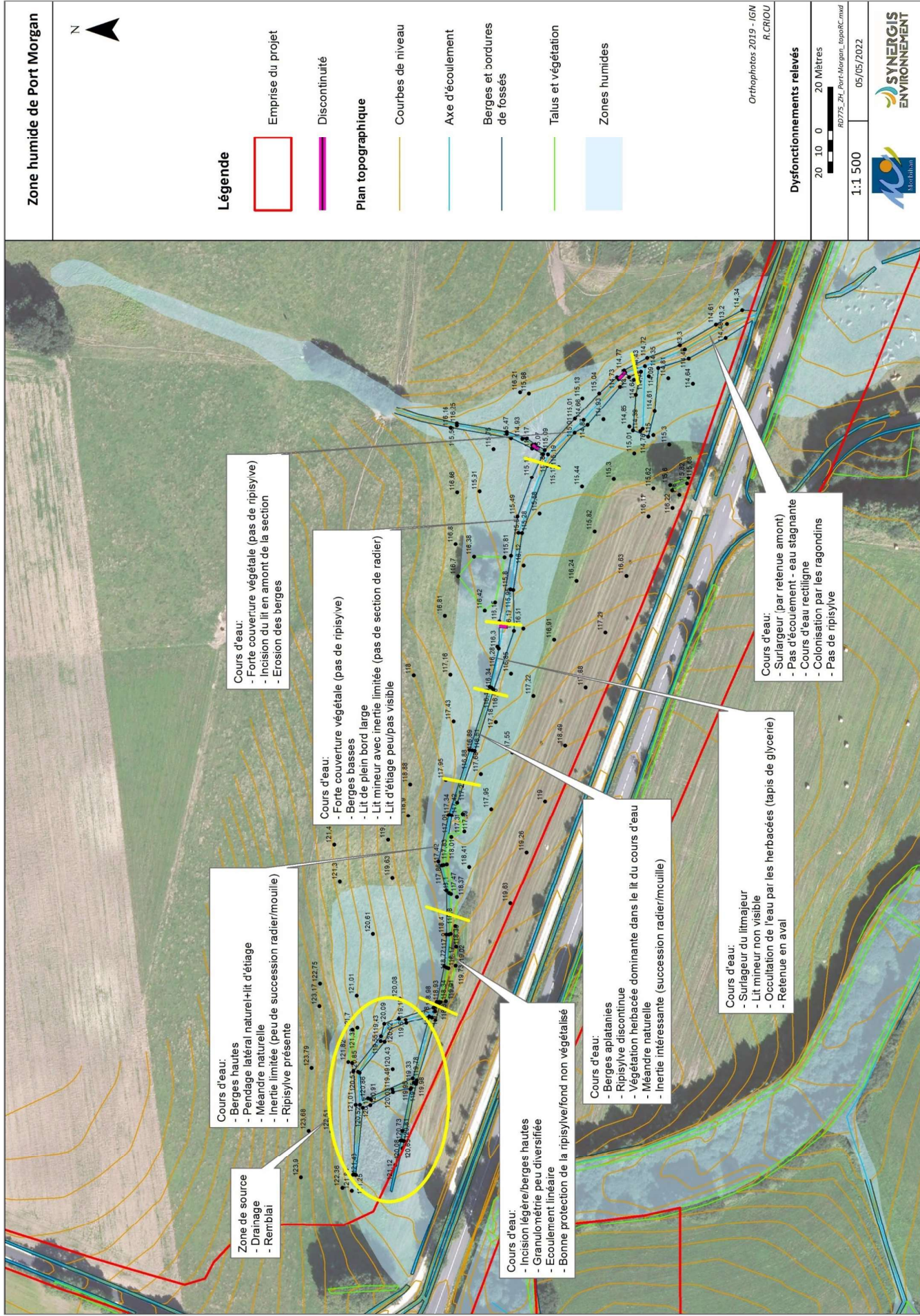


Photo 88- Ruisseau affluent provenant du nord du site



Le cours d'eau qui traverse la zone humide présente des dysfonctionnements morphologiques :

- ✓ La largeur du lit mineur est souvent trop importante par rapport au débit potentiel du cours d'eau (Q2< au Qpb calculé avec les éléments de terrain). Cela entraîne un étalement de la lame d'eau, favorise le développement de végétation herbacée, réduit le dynamisme de morphogénèse du cours d'eau et favorise un assèchement plus rapide en période sèche.
- À noter le blocage de l'eau au niveau de OHIb créant une retenue de l'eau en période d'étiage.
- ✓ Le profil en long du cours d'eau est trop irrégulier avec des faciès d'écoulement peu marqués (les affluents radiaux/mouilles sont peu nombreuses et difficilement visibles sous la végétation). La présence d'obstacle non naturel dans le cours d'eau amplifie ce phénomène. Le tracé du cours d'eau est rectiligne en partie aval ce qui réduit la diversité morphologique et diminue la qualité des habitats aquatiques ;
- ✓ Le lit est par endroit trop profond ce qui limite les échanges hydriques avec la zone humide et favorise un drainage de la zone humide.



Zone humide de Port Morgan



Légende

- Emprise du projet
- Discontinuité
- Plan topographique**
- Courbes de niveau
- Axe d'écoulement
- Berges et bordures de fossés
- Talus et végétation
- Zones humides

Orthophotos 2019 - IGN
R.CRIOU

Dysfonctionnements relevés

20 10 0 20 Mètres
RD775_ZH_Port-Morgan_topoC.mxd

1:1 500

05/05/2022



Cours d'eau:
- Forte couverture végétale (pas de ripisylve)
- Incision du lit en amont de la section
- Erosion des berges

Cours d'eau:
- Forte couverture végétale (pas de ripisylve)
- Berges basses
- Lit de plein bord large
- Lit mineur avec inertie limitée (pas de section de radier)
- Lit d'étiage peu/pas visible

Cours d'eau:
- Surlargeur (par retenue amont)
- Pas d'écoulement - eau stagnante
- Cours d'eau rectiligne
- Colonisation par les ragondins
- Pas de ripisylve

Cours d'eau:
- Berges hautes
- Pendage latéral naturel + lit d'étiage
- Méandre naturelle
- Inertie limitée (peu de succession radier/mouille)
- Ripisylve présente

Zone de source
- Drainage
- Remblai

Cours d'eau:
- Incision légère/berges hautes
- Granulométrie peu diversifiée
- Écoulement linéaire
- Bonne protection de la ripisylve/fond non végétalisé

Cours d'eau:
- Berges aptatyanies
- Ripisylve discontinue
- Végétation herbacée dominante dans le lit du cours d'eau
- Méandre naturelle
- Inertie intéressante (succession radier/mouille)

Cours d'eau:
- Surlargeur du lit/majeur
- Lit mineur non visible
- Occultation de l'eau par les herbacées (tapis de glycérie)
- Retenue en aval

Figure 103- Site de Port Morgan - plan topographique

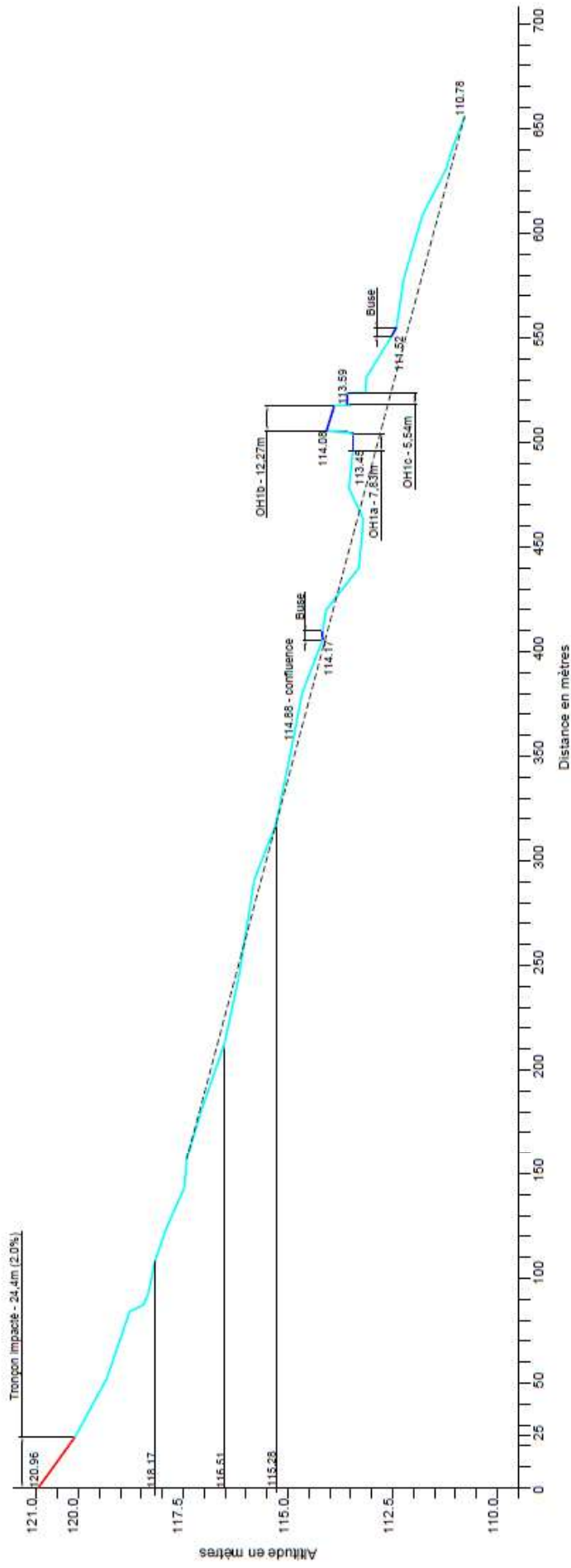


Figure 104- Profil en long du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Etat des lieux hydromorphologique

Les principales caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau intermittent traversant la zone humide sont synthétisées dans le tableau suivant.

Plusieurs profils en travers ont permis de compléter la description hydromorphologique du cours d'eau. Ce relevé a été réalisé lors de la période hydrologiquement favorable aux observations en tête de bassin versant (27 avril 2022).

Tableau 67- Caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Lit mineur	Type de réseau	Cours d'eau intermittent (Rang 0)
	Positionnement par rapport au talweg	Dans le talweg (confirmation historique jusqu'en 1950)
	Forme du talweg	Vallée peu encaissée de type B2
	Type d'écoulements	Intermittent
	Niveau d'écoulement	Visible et interstitiel
	Classe de sinuosité	Sinueux (1,05<Sj<1,25) – Si de 1.17
	Granulométrie dominante	Limono-sableux
	Variation de la section	Progressive
	Classe d'évolution morphodynamique (Simon, 1989)	Classe II (chenalisé) et Classe III (lincisé) en amont et Classe I (stable) sur sa partie aval
	Erodabilité des berges	Faible – argilo/limoneuse. Pas de phénomène d'érosion marquée
Bande riveraine	Granulométrie (dominante sur radier représentatif du segment)	Sables et limons dominants (D16 dominant) Section centrale avec quelques radiers présentant une portion graviers
	Rugosité moyenne (Formule de Cowan)	K=23 Cours d'eau sinueux avec des irrégularités et des atterrissements grossiers et de la végétation herbacée dans la section d'écoulement
Obstacles à la continuité écologique	Type d'occupation des sols	La parcelle est une prairie pâturée.
	Ripisylve	Partie amont : végétation arbustive le long du cours d'eau (chênes, saules, bouleaux, hêtre, châtaignier...) Partie aval : pas de végétation arbustive
	Piétinement, clôture, abreuvoir	Le lit mineur est clôturé, mais un ouvrage en amont de la confluence est présent et suppose une ancienne retenue d'eau afin de servir d'abreuvoir. Une zone de piétinement est visible au niveau de la confluence – idem plus en aval sur un ouvrage complémentaire
Réseau hydraulique annexe	Type	Un seuil assure une retenue en amont de la confluence. Le ruisseau affluent est busé au niveau de la confluence et en aval de celle-ci (passages agricoles). L'aval est également busé au droit du passage du chemin communal et de la RD 775 (OH1).
	Zone de sources	Plusieurs zones de sources à l'amorce du cours d'eau. Une autre source est identifiée à l'aval du busage.
	Drains, fossés	Deux fossés drainants sont présents au nord de l'amorce du cours d'eau.

Tableau 68- Mesures effectuées sur les profils en travers du ruisseau traversant le site de Port-Morgan

Mesure (en m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lpb : largeur plein bord estimée	0,20	0,40	0,50	0,30	1,20	-	-	-	-
Lm : largeur du lit mouillé	0,15	0,22	0,33	0,35	0,18	-	0,50	0,16	0,15
Hpb : hauteur plein bord	0,50	0,47	0,50	0,35	0,35	-	0,40	0,33	0,37
Hm : hauteur lit mouillé	0,05	0,06	0,06	0,03 - 0,04	0,06	-	0,08	0,05	0,03
Lb : linéaire de berge plein bord estimé	0,40	0,55	0,55	0,40	0,60	-	0,80	0,44	0,45
Lhb : largeur haut de berge	1,10	0,80	1,20	0,40	2,00	3,80	1,90	1,80	0,25

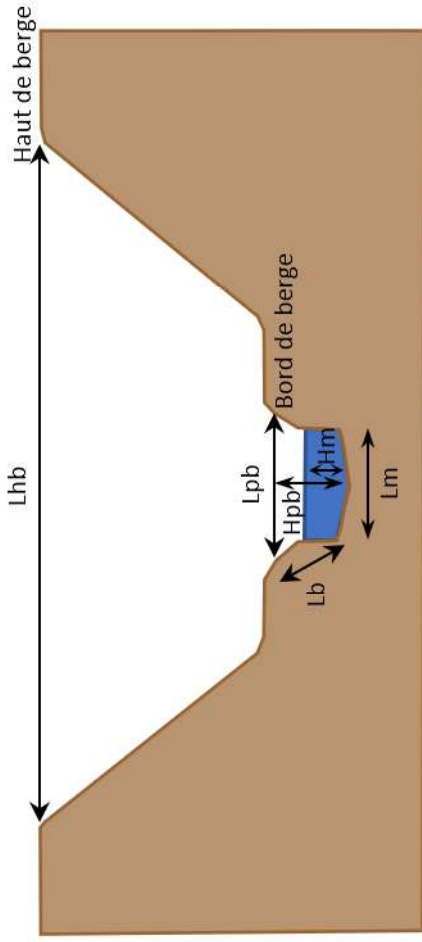


Figure 105- Schéma type des mesures effectuées sur un profil en travers de cours d'eau incisé

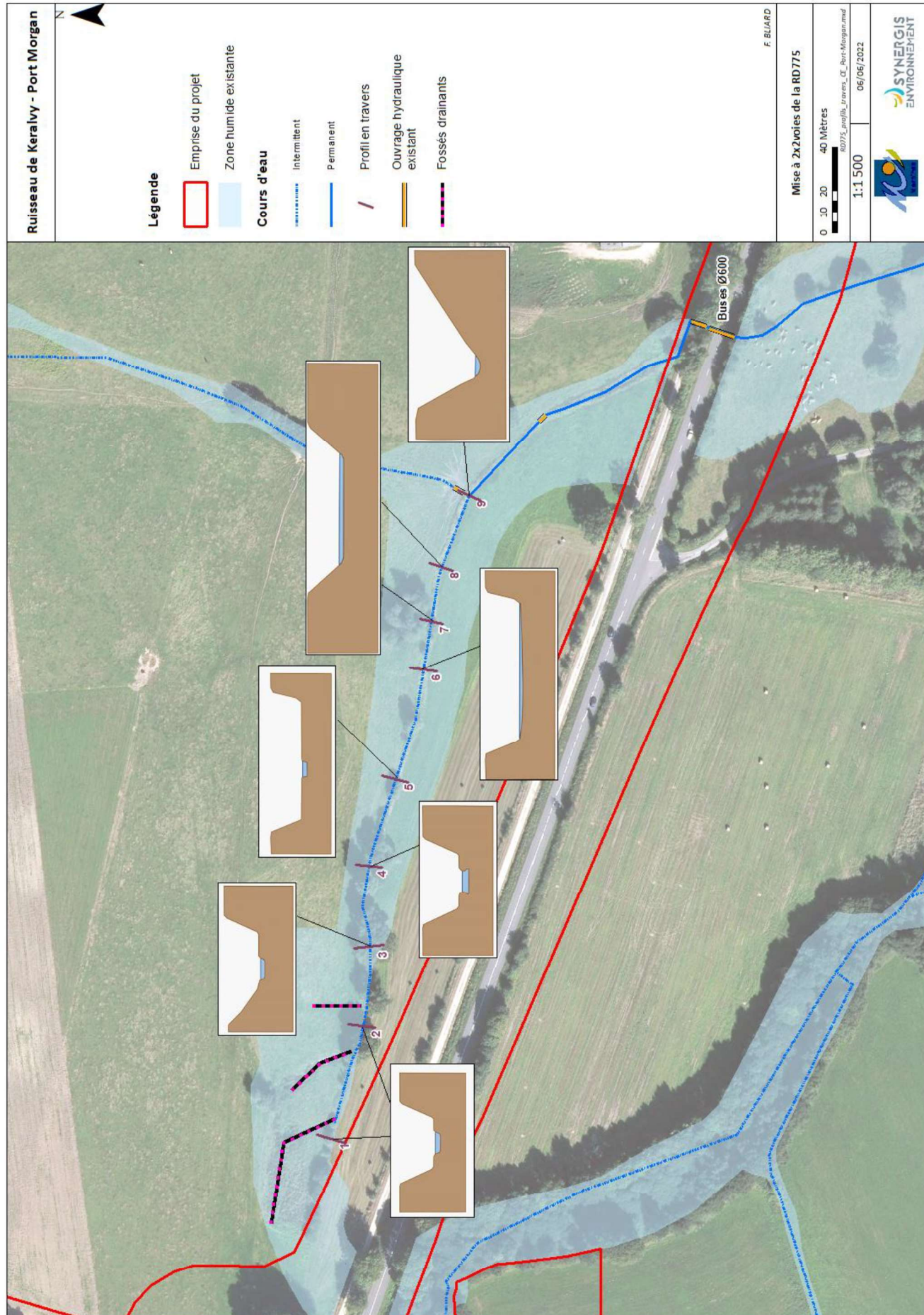


Figure 106- Localisation des profils en travers du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Tableau 69- Profil en travers n°1 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°1	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sableux
Facès d'écoulement	Plat courant
Végétation	Négligeable, uniquement sur les berges + ripisylve RD
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Profil en tête du cours d'eau

Tableau 70- Profil en travers n°2 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°2	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sableux
Facès d'écoulement	Plat courant/radier
Végétation	Négligeable, uniquement sur les berges + ripisylve RD
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Profil à l'aval des confluences avec les fossés drainants nord

Tableau 71- Profil en travers n°3 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°3	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Limono-sablo-graveleux
Facès d'écoulement	Plat courant/radier, zone lentique
Végétation	Négligeable, uniquement sur les berges + ripisylve en RD. Présence de laurier palme.
Obstacle	Négligeable -bois mort, mais au-dessus du lit)
Commentaire	Berges hautes

Tableau 72- Profil en travers n°4 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°4	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Limono-sablo-graveleux + litière + quelques blocs
Facès d'écoulement	Plat courant / radier
Végétation	Négligeable uniquement sur les berges
Obstacle	Seuil naturel (embâcle) en amont de la section
Commentaire	Profil quasi à l'équilibre

Tableau 73- Profil en travers n°5 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°5	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Limono-sableux
Facès d'écoulement	Plat lentique
Végétation	Présence de plantes aquatiques.
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Ensoleillement, berges abruptes

Tableau 75- Profil en travers n°7 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°7	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Limoneux
Facès d'écoulement	Plat lent, pas de radier
Végétation	Fortement végétalisé (cailliriche, renouée, ache faux-cresson)
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Observation de têtards

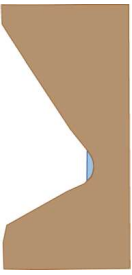

Tableau 74- Profil en travers n°6 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°6	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sableux dominant (peu de visibilité)
Facès d'écoulement	Plat lent
Végétation	Végétation aquatique sous forme de radeaux.
Obstacle	Un ouvrage créé une retenue (ancien abreuvoir).
Commentaire	

Tableau 76- Profil en travers n°8 du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Profil n°8	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Limono-sableux
Facès d'écoulement	Plat courant
Végétation	Fortement végétalisé
Obstacle	Négligeable
Commentaire	

Tableau 77- Profil en travers n°9 du ruisseau traversant le site de Port Morgan
 Profil n°9

	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Argilo-sablo-granuleux
Facès d'écoulement	Plat courant
Végétation	Fortement végétalisé (grand jonc et jonc diffus)
Obstacle	
Commentaire	Érosion des berges et incision du lit mineur

Un ouvrage traverse le cours d'eau à une cinquantaine de mètres à l'aval de la confluence avec le ruisseau intermittent provenant du nord de la parcelle. L'ouvrage permet l'accès au sud de la parcelle pour le pâturage de bovins.

Encore à l'aval, le lit mineur est très élargi jusqu'au coude au niveau du chemin communal et l'OHI.

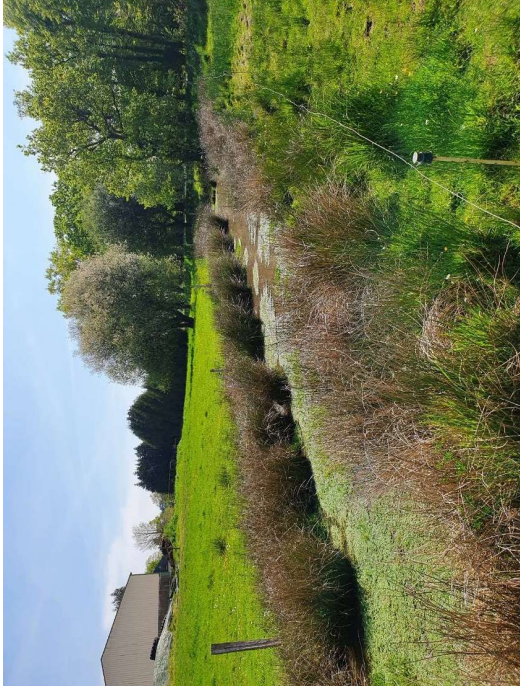


Photo 89- Elargissement du ruisseau entre le franchissement agricole et le chemin communal

Analyse du fonctionnement écologique du site

Une intervention sur le terrain réalisée le 12 avril 2022 a permis de compléter la description de l'état actuel du site de Port Morgan.

✓ Habitats naturels / flore

Le site est constitué de prairies humides pâturées à jons de part et d'autre du cours d'eau centrale. Ce dernier est bordé d'une ripisylve lâche.

La flore est potentiellement diversifiée, mais les zones humides sont dégradées par le surpâturage et le drainage du cours d'eau. La période de passage n'a pas permis de confirmer cette richesse. Du laurier palme est présent au niveau de la ripisylve associée au cours d'eau.

Tableau 78- Habitats EUNIS sur le site de Port Morgan en 2022

Code	Habitat typologie EUNIS	Surface m ²
E2.11	Pâurages ininterrompus	19107
E3.41	Prairies atlantiques et subatlantiques humides	11715
E3.417	Prairies à jons épaiss	8078
TOTAL		38900



Photo 90- Prairie humide surpâturée



Photo 91- Bocage relictuel de Port Morgan

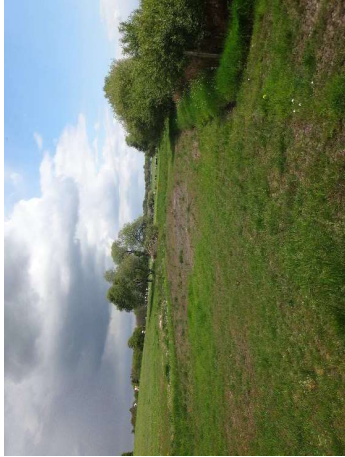


Photo 92- Pâturée réensemencée et de la zone remaniée en amont du site de Port Morgan (2019)



Photo 93- Pâturée comprenant un bosquet de saules en rive gauche

✓ Avifaune nicheuse

La prairie pâturée offre un espace de nourrissage d'intérêt modéré pour l'avifaune nicheuse. Le cortège pour l'avifaune nicheuse est surtout lié aux espèces des grands espaces ouverts telles que l'alouette des champs et le chardonneret élégant. Les arbres isolés peuvent également accueillir des espèces de bocage dégradé comme l'alouette lulu et le pipit des arbres.

Le site de compensation est surtout une zone de nourrissage pour les oiseaux avec ses zones humides malgré leur dégradation. L'intérêt du site reste limité eu égard du caractère anthropisé du site.

✓ Chiroptères

La prairie actuelle est une zone de chasse pour les chiroptères, cependant elle se limite aux abords du réseau hydrographique.

✓ Mammifères terrestres

Le site est peu attractif pour les grands mammifères, car trop ouvert. Les prairies favorisent les micromammifères tels que le campagnol amphibie même si ce dernier n'a pas été identifié sur place. Les buses en série sous le chemin communal et la RD 775 ne permettent pas d'assurer une continuité écologique satisfaisante avec le reste du chevelu du ruisseau de Keraky et ainsi la connexion entre les populations. La taille très réduite du cours d'eau rend la présence de loutre d'Europe peu probable. Le ragondin (espèce invasive) est présent.

✓ Amphibiens

Le site de Port Morgan fait partie d'un secteur d'intérêt pour les amphibiens. Le triton palmé, le crapaud épineux, la salamandre, la grenouille agile et la grenouille rousse sont observés en phase de reproduction. Une ponte de grenouille agile a ainsi été identifiée sur place le 12 avril 2022. Cependant, l'écoulement très lent du cours d'eau crée des zones de reproduction dégradées pour les amphibiens.

L'ensemble du chevelu du ruisseau de Keraky est utilisé et permet les connexions entre populations.



Photo 94- Zone de retenue d'eau sur le cours d'eau favorable aux amphibiens



Photo 95- Autre secteur du cours d'eau favorable aux amphibiens

✓ Reptiles

Les prairies humides sont favorables à l'orvet, à la couleuvre helvétique voire au lézard vivipare. Néanmoins, la taille réduite du site limite le potentiel d'accueil.

Les habitats EUNIS sont cartographiés Figure 107, page 167).

✓ **Insectes**

Les prairies humides sont clairement très favorables à une diversité d'insectes de lépidoptères, d'orthoptères et d'hyménoptères. Le surpâturage limite néanmoins ce potentiel. La présence de vieux arbres est favorable aux insectes xylophages. La tête de bassin versant du ruisseau de Keralvy présente plusieurs zones d'habitat de l'agrion de Mercure, mais celui-ci n'a pas été identifié sur le site de Port Morgan. Les échanges entre populations se font grâce au réseau hydrographique.

✓ **Poissons**

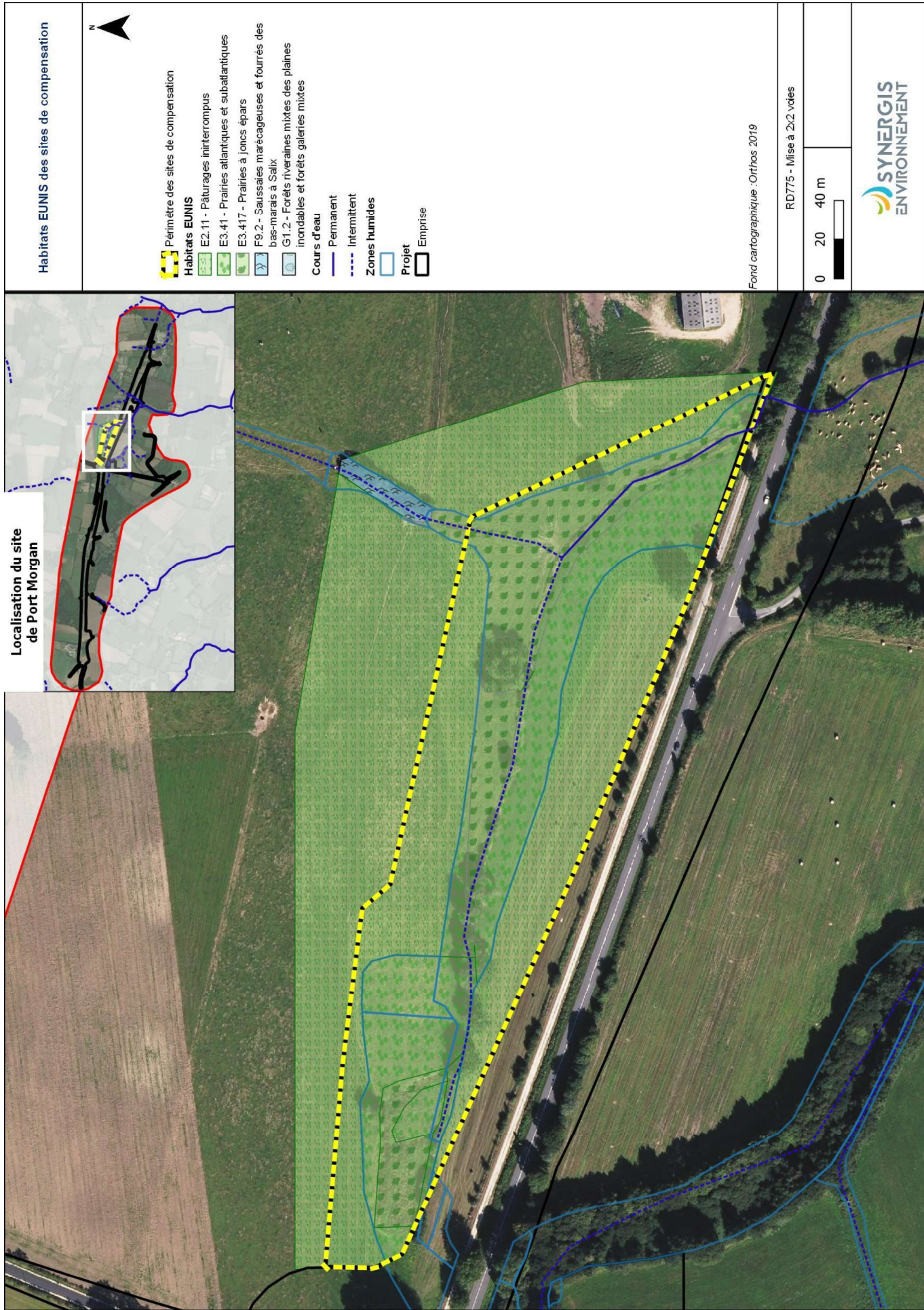
Le cours d'eau central est de taille très réduite. Il peut accueillir opportunément des petits poissons, tel que le vairon, en période de crue. Le caractère intermittent du cours d'eau ne permet pas d'avoir de populations pérennes de poissons. Aucune frayère n'a été localisée.

✓ **Mollusques**

Les espèces potentiellement présentes sont communes.

✓ **Continuités écologiques**

Le site est situé en tête de bassin versant du ruisseau de Keralvy. L'ensemble du chevelu de petits cours d'eau autour du Port Morgan associé à des prairies et des boisements humides jouent un rôle effectif de corridor écologique pour les mammifères semi-aquatiques (prairies pour le campagnol amphibie, boisements et prairies pour la loutre). Néanmoins, les ouvrages hydrauliques de franchissement existants du réseau routier (buses sous-dimensionnées) n'assurent pas le rétablissement des continuités écologiques.



Localisation du site de Port Morgan

Figure 107- Habitats naturels sur le site de Port Morgan

Objectifs de restauration du site

Aujourd'hui, le site présente des prairies humides de part et d'autre d'un petit cours d'eau centrale. Celles-ci sont dégradées par le surpâturage et le drainage du cours d'eau.

La restauration de la zone humide et l'objectif d'extension de celle-ci passent par la restauration du ruisseau et des zones de source.

En synthèse, les objectifs de la restauration sont les suivants :

- Restauration du cours d'eau afin d'augmenter sa fonctionnalité de cours d'eau de tête de bassin versant (relancer la morphogénèse tout en amplifiant les échanges hypothétiques avec la nappe affleurante). Permettre au cours d'eau des débordements plus marqués sur les espaces contigus.
- Restauration de la fonctionnalité de la zone humide (accumulation d'eau en hiver et restitution estivale pour le soutien d'étiage).
- augmenter la fonctionnalité écologique de la zone humide (diversification des habitats, sites de reproduction pour amphibiens,...)
- Restauration du fonctionnement de l'hydrosystème de tête de bassin versant.
- Rétablissement et amélioration de la continuité écologique (petite faune terrestre, faune aquatique et semi-aquatique).
- Gestion des habitats suivant les objectifs de biodiversité fixés.

Mesures de restauration

L'objectif des mesures de compensation est de restaurer une zone humide et un cours d'eau dont les fonctionnalités seront optimales.

✓ **Travaux à mettre en œuvre pour restaurer la zone humide et le cours d'eau**

Plusieurs actions sont programmées :

- Comblement des drains et enlèvement des remblais afin de restaurer le fonctionnement hydrologique de la partie de la zone humide remaniée.
- Restaurer le profil en long et en travers du cours d'eau jusqu'à l'ouvrage de franchissement soit environ 600 mètres linéaires de cours d'eau. Par application de techniques de génie végétal et génie minéral, le lit mineur est recalibré (maintien d'un lit de faible largeur en adéquation avec les faibles débits observés) suivant les principes exposés plus en amont.
La granulométrie proposée tient compte de l'état initial (majoritairement matériau minéral fin – sable 0,5 à 3mm) et des besoins pour la consolidation des ouvrages comme les seuils (blocs et pierres 100-200 mm) et les risbermes. La succession radier/mouille prend en compte la sinuosité initiale du cours d'eau et la pente, toutes les deux faibles sur ce secteur.
La partie amont plus incisée sera rechargée (30 cm maximum) afin de rétablir une pente homogène depuis la zone de source et du chenal reconstitué en amont. La granulométrie intégrera une portion importante d'éléments fins pour la sous-couche pour limiter les infiltrations. Une diversification des faciès d'écoulement est faite par utilisation de seuils (enrochement ou pieux). Les berges ne sont pas remaniées et la ripisylve maintenue.
- La zone centrale sera retravaillée sans retoucher au profil en long, mais en diversifiant les faciès d'écoulement (radier/mouille/blocs/bois mort/risbermes) et en respectant les dimensionnements projetés du Qpb pour favoriser les débordements hivernaux.

Sur la partie aval, plus perturbée, un nouveau lit sera recréé dans l'enveloppe actuelle du lit en surlargeur (1,50 m à 2 m). Un profil en long alternant les fosses et les radiers est terrassé. Puis une recharge granulométrique de reconstitution du matelas alluvial diversifier les faciès d'écoulement. La sous-couche sera composée d'éléments majoritairement fins (0-10 mm). La couche d'armure comprendra en plus des éléments plus grossiers (20-60 mm) pour former les alternances de radier/fosse nécessaires. Des sinuosités plus marquées sont également mises en place.

Sur l'ensemble du linéaire, un lit d'étiage est mis en place sur la majorité du linéaire.

Le tracé rectiligne du cours d'eau est également rompu, des méandres de faibles amplitudes sont dessinés en particulier en aval de la section. Des seuils et risbermes et des aménagements complémentaires permettant de diversifier les écoulements sont mis en place.

- Suppression du muret maçonné formant la rupture de continuité
- Suppression de la buse présente dans la partie aval et qui permet le franchissement du cours d'eau par le bétail.
- Abaissement des terrains au sud du ruisseau afin d'étendre la zone humide vers le Sud. Les terrains seront décaissés de 0 à 0,6m pour atteindre un niveau de terrain fini homogène à environ de 60 cm au-dessus du fil d'eau du cours d'eau restauré. Le décaissement prendra en compte le réglage de 20 cm de terre végétale qui sera effectué pour faciliter la reprise de la végétation.
- L'analyse pédologique de cette portion sud du site met en avant une nappe de proximité jusqu'à la limite sud. En effet, des traces d'oxydoréduction sont présentes dès 45 cm. Au-dessus donc du décaissement prévu.
- De plus, l'analyse des orthophotos anciennes met en avant la présence d'une haie séparative au sud en bordure de la RD775. Généralement ces haies sont positionnées en limite de parcelle exploitable (non humide).
- Nous avons donc dimensionné la restauration de la zone humide en fonction des structures initiales du site. La même approche est appliquée au nord du site d'étude.
- Creusement de 2 mares (légère dépression 1 mètre de profondeur maximum) pour favoriser la reproduction des amphibiens.
- Création d'un talus en bordure nord au sud et à l'est du site et perpendiculaire à la pente et plantation d'une haie sur le talus. La haie sur talus joue un rôle tampon entre la zone humide et le cours d'eau et les activités agricoles.
- Mise en œuvre d'une clôture à l'est du site pour interdire l'accès au ruisseau au bétail.
- Ensemencement de la zone humide restaurée afin de favoriser la recolonisation rapide des terrains par des espèces hygrophiles et d'éviter le développement d'espèces exotiques envahissantes.
- Plantation d'une ripisylve sur les berges du cours d'eau : héliophytes mais surtout des arbustes (saules roux, bouleaux verruqueux, aulnes glutineux) pour ne pas exposer le cours d'eau aux fortes augmentations de température
- L'entretien différencié de la végétation permettra l'expression d'une mégaphorbiaie au point le plus castral roux, bouleaux verruqueux, aulnes glutineux bas (sud-est du site de compensation), en accompagnement du cours d'eau. La prairie herbacée sera fauchée annuellement tandis que la mégaphorbiaie nécessitera une fauche tous les 5 ans avec enlèvement des ligneux.

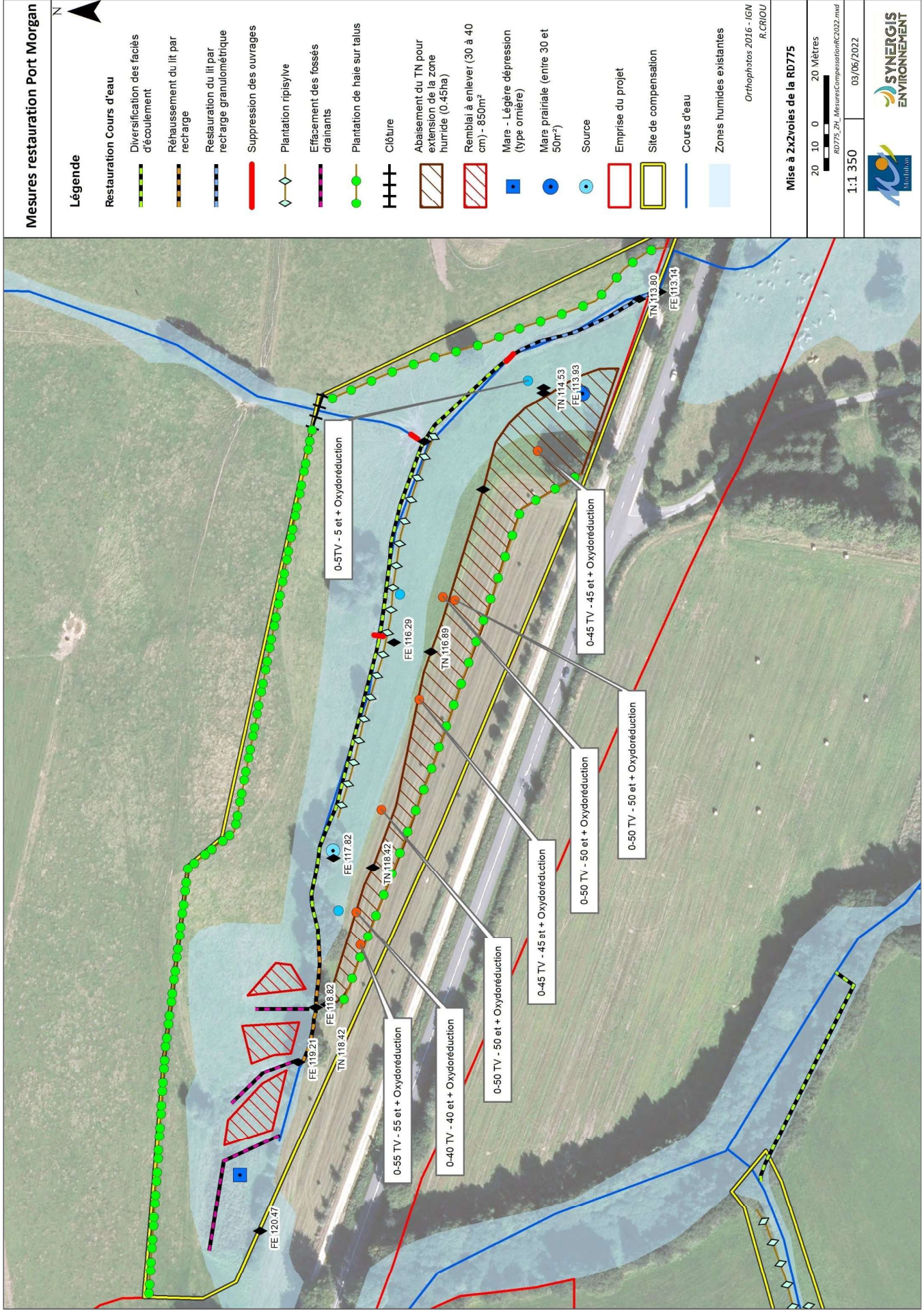


Figure 108- Travaux de restauration projetés

Bénéfices attendus pour le fonctionnement écologique du site

✓ Cours d'eau

Globalement, les gains attendus concernant spécifiquement le cours d'eau sont les suivants :

- Débit : homogénéisation des débits,
- Ligne d'eau : augmentation de la ligne d'eau pour faciliter les débordements de crue,
- Lit mineur : faciès d'écoulement diversifiés,
- Profil de cours d'eau : profil caractéristique des cours d'eau de tête de bassin versant.
- Lit majeur : le gabarit plus étroit et la profondeur plus faible permettront un débordement plus fréquent sur les zones humides adjacentes. La fonctionnalité hydrologique intrinsèque de ces zones humides en tête de bassin versant (stockage et transfert de l'eau) va de fait être restaurée,
- Berges/ripisylve : variétés de formes de berges pour accueillir espèces,
- Continuité écologique (sédiments et espèces piscicoles).

✓ Habitats-flore

Les travaux de restauration permettront de mettre en place une prairie naturelle humide fauchée annuellement ainsi qu'une mégaphorbiaie fauchée tous les cinq ans en accompagnement du cours d'eau. Une petite partie du site au nord-ouest restera non humide en raison de la topographie.

La prairie sera ceinturée au nord, au sud et à l'est par une haie bocagère plantée sur talus comprenant des essences locales arbusives et arborescentes (chênes, châtaigniers, frênes, aubépines, prunelliers, noisetiers...).

Deux mares seront créées au sein de la zone humide.

Le site comprendra après la mise en œuvre des mesures compensatoires une zone humide de 28 966 m² :

- 20 430 m² de zone humide existante, dont environ 4 200 m² de zones humides qui étaient dégradées par la présence de remblai et de drains.
- 8 536 m² de zone humide recréée par la restauration du fonctionnement hydrologique du site (enlèvement de drains et restauration du cours d'eau) et l'abaissement du niveau du terrain.

Ces mesures permettront de diversifier les types de milieux et d'augmenter le nombre d'habitats naturels. L'extension de la zone humide, la suppression du surpâturage et l'augmentation du nombre d'habitats va favoriser la diversité floristique. Le taurier palmé, la seule plante invasive identifiée sur le site sera supprimée.

✓ Avifaune

La plantation de haies et d'une ripisylve va créer des zones de nidification favorables aux oiseaux bocagers. L'augmentation des surfaces de zones humides et l'arrêt du surpâturage vont engendrer des zones nourrissage qualitatives pour les oiseaux.

✓ Chiroptères

La restauration et la création de zones humides créent des zones de chasse pour les chiroptères. Les chiroptères bénéficieront d'une zone d'alimentation de fort intérêt, car riche en insectes et diverses graines. Cette zone de nourrissage sera complétée par la plantation de quelques arbustes sur les berges du cours d'eau et de haies en limite du site qui pourront leur servir de corridor biologique, et notamment de guide pour la chasse.

✓ Mammifères terrestres

Le site offrira une zone d'alimentation beaucoup plus intéressante. La plantation de haies et d'une ripisylve vont créer des zones de refuges et de transit pour les grands mammifères. La restauration du cours d'eau et des zones humides attenantes est favorable au campagnol amphibie et au putois d'Europe.

✓ Amphibiens

Avant mesure le site est occupé par des amphibiens de manière opportuniste dans le cours d'eau dégradé. La restauration du site en prairie humide créera une zone d'alimentation et de transit de fort intérêt pour les amphibiens. La création de mares adaptées aux exigences écologiques des amphibiens créera une complémentarité importante pour leur cycle de vie en leur fournissant des sites de reproduction à proximité. Cette mesure permettra de diversifier le nombre d'espèces, d'augmenter les populations accueillies et de les pérenniser.

✓ Reptiles

La restauration du cours d'eau, ainsi que la création de deux mares sont très favorables à la couleuvre helvétique. La plantation de haies crée des écotones favorables au lézard à deux taches et au lézard des murailles. Enfin le développement d'une mégaphorbiaie peut accueillir la vipère aspic et l'orvet fragile.

✓ Insectes

La restauration du site en prairie humide favorisera une diversité végétale et spécialisée qui aura comme effet d'augmenter la diversité d'insectes et la taille des populations en présence. Elle sera également bénéfique à l'agron de Mercure déjà présent sur le site, en améliorant la zone de chasse (zone humide) et la zone de reproduction (cours d'eau).

✓ Mollusques/poissons

La restauration du cours d'eau avec recréation de berges et surtout la suppression de la discontinuité au sud de la RD775 favorisera une colonisation plus importante de petits poissons. Néanmoins étant donné le caractère temporaire de ce cours d'eau situé en tête de bassin versant, l'effet sur les populations de poissons est réduit.

✓ Continuités écologiques

La suppression de la discontinuité du cours d'eau, la restauration et l'augmentation des surfaces de zones humides auront comme effet indéniable de renforcer la trame bleue et le corridor écologique d'intérêt régional que représente le ruisseau de Keraly. Les plantations de haies et d'une ripisylve renforceront à leur tour la trame verte. Étant donné sa proximité avec le bassin versant du ruisseau du Moulin de la Haie, les mesures de restauration du site de Port Moirgan auront également un intérêt pour la connexion entre les deux bassins versants.

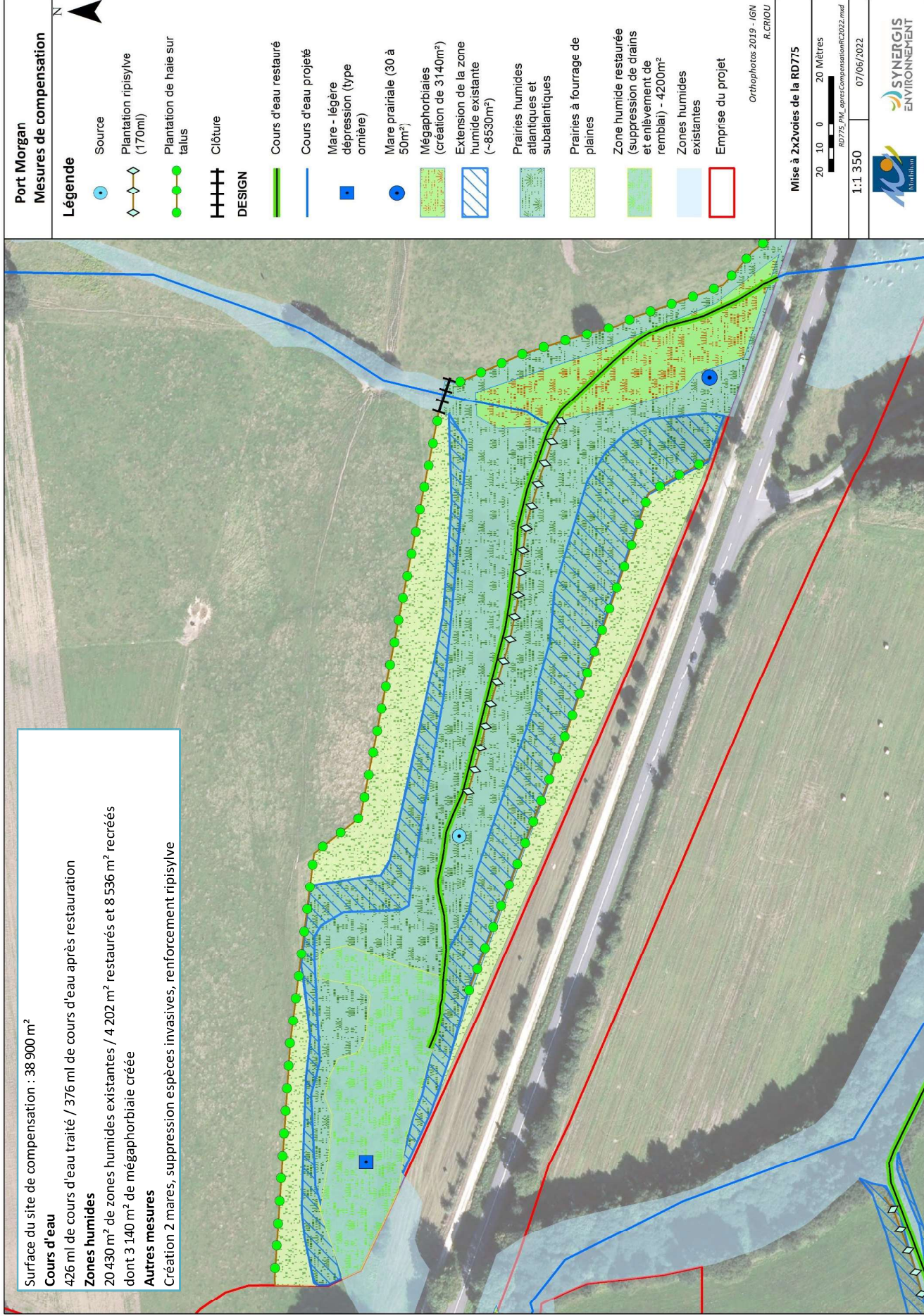


Figure 109- Evolution du site de Port Morgan à l'équilibre

Déroulement des travaux

La description des travaux permet d'identifier des mesures de réduction des impacts pendant les travaux et/ou des mesures d'accompagnement :

- Les travaux en milieux aquatiques peuvent commencer début avril et se terminer fin octobre. Les travaux devront préférentiellement être réalisés entre le 15 juillet et le 15 septembre ;
- Les travaux dureront 2 mois maximum ;
- Les moyens matériels seront adaptés au travail en site sensible et à faible portance (pelles de marais équipées de chenilles d'1,50m de large, huiles biodégradables, boudins absorbants en aval de la zone de travail, kit antipollution) ;
- Accès, circulation au site de compensation : les points d'accès seront limités et les circulations regroupées. Les zones sensibles feront l'objet d'un balisage complémentaire ;
- Les travaux seront réalisés de l'aval vers l'amont ;
- Gestion des MES : en aval de chaque zone d'intervention, il sera disposé une géo grille de tamisage transversalement au cours d'eau ; elle sera nettoyée quotidiennement par l'entreprise dans un bac de rétention ;
- Suivi environnemental des travaux par un bureau d'études spécialisé (écologue – AMO environnement) qui sera associé à la mise en place d'un Plan d'assurance Environnement par entreprises, ainsi qu'à la préparation/validation de ses études d'exécution.

Suivi et gestion

Les travaux de restauration du site s'accompagneront de la mise en œuvre d'un plan de gestion afin de permettre une fonctionnalité biologique optimale des habitats humides et du cours d'eau.

✓ **Suivis écologiques post-travaux**

Les suivis suivants seront réalisés sur le site de compensation et en particulier sur les cours d'eau :

- Suivi morphologique du cours d'eau avant/après travaux tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Suivi sur 3 ans des faciès d'écoulement jusqu'à N+6 ;
- Suivi granulométrique annuel de type Wolman tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Calcul des débits Q2 - Qpb/Q5 (capacités de débordement) tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Diversité des espèces aquatiques (I2M2, IBMR) à N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Piège photographique au niveau de l'OHI N+1, N+3 et N+5..
- Suivi faune (amphibiens, insectes - en particulier l'agion de mercurie, oiseaux, chiroptères, micromammifères semi-aquatiques) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi flore (y compris suivi des plantations) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi de l'éradication des espèces invasives : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi pédologique des zones humides recréées : N-1, N+1, N+3, N+5 et N+10

Le suivi spécifique des zones humides est indiqué au chapitre V.2.3.8 -.

✓ **Gestion du site**

La sécurité foncière du site étant assurée (propriété du département), une gestion à long terme (au-delà de 20 ans) sera réalisée par le département et suivie par un bureau d'études en environnement.

Le suivi des espèces invasives sera réalisé sur le long terme avec la mise en place de mesures curatives (arrachage manuel, piégeage).

Site de Kergrenouille

Le site de compensation de Kergrenouille est situé au sud-est du carrefour de Kergrenouille, entre la RD775 et la RD139, en aval de l'ouvrage hydraulique de franchissement OHS. Le ruisseau qui traverse la zone est un affluent du ruisseau de Keralvy qui prend sa source à l'ouest de la RD139. Il est également alimenté par un cours d'eau alimenté par une source au nord. Il se trouve en tête du bassin versant de Saint-Elloi.

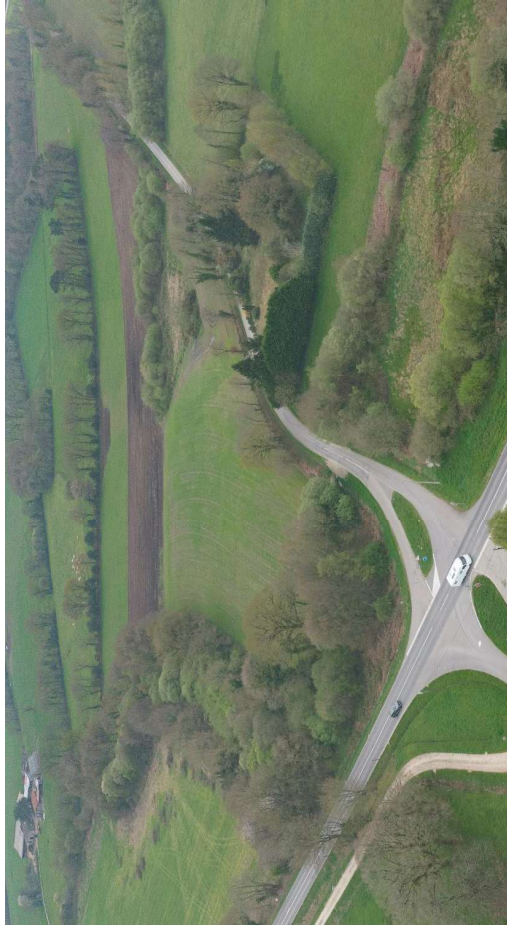


Photo 96- Vue aérienne du site de Kergrenouille (photo prise depuis le nord en direction du sud)

Etat initial du site

Le site a fait l'objet de nombreux remaniements par le passé. Il est aujourd'hui encadré par un secteur de culture traditionnel (alternance prairie/culture). La section centrale a été busée pour permettre une circulation des engins sur la totalité du cours d'eau (busage avec remblai).



Photo 97- Zone de source (à gauche) et cours d'eau à la sortie de la zone busée (à droite)



Photo 98- Cours d'eau section busée (à gauche) et cours d'eau le long du secteur boisé (à droite)

L'analyse des anciennes photos aériennes permet d'apprécier les modifications du site au cours du temps.

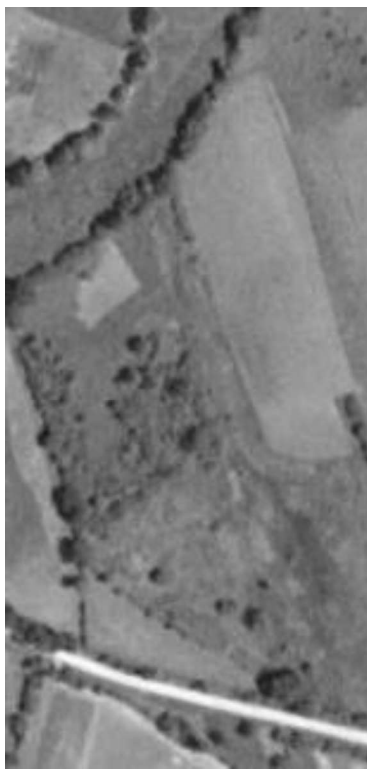


Photo 99- Site de Kergrenouille en juin 1952 (source : remonteletemps.ign.fr)

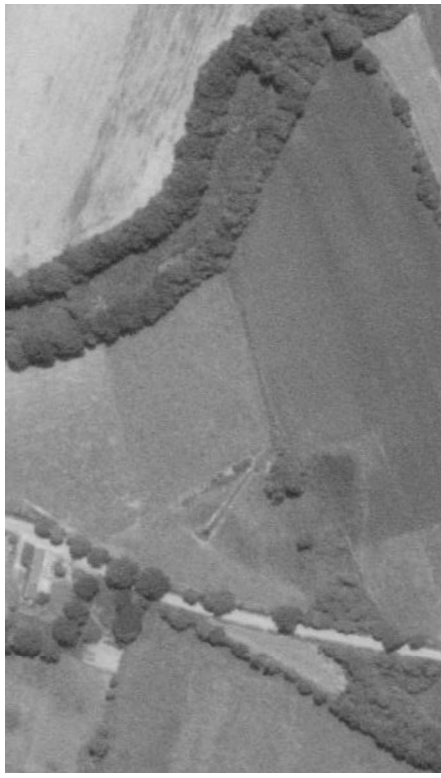


Photo 100- Site de Kergrenouille en juin 1986 (source : remonteletemps.ign.fr)



Photo 101.- Site de Kergrenouille avant le busage en juin 2013 (source : remonteletemps.ign.fr)

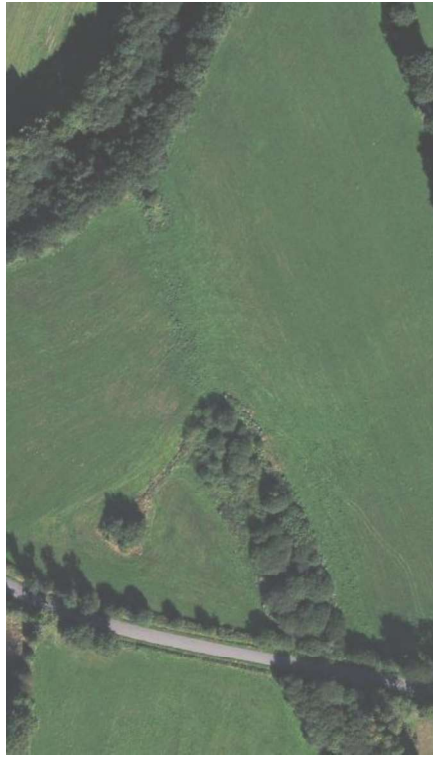


Photo 102.- Site de Kergrenouille après le busage en 2019 (source : orthophoto (GN)

Sur le site, l'hydrosystème en place est en dysfonctionnement :

- La source nord-est drainée (plusieurs drainages possibles),
- Le cours d'eau (rang 1) est busé provoquant :
 1. Obstacle au libre écoulement des crues et à l'alimentation de la zone humide ;
 2. Érosion en aval du fait de l'augmentation de la vitesse d'écoulement dans la buse ;
 3. Dépôt en amont par effet d'obstacle ;
 4. Absence de luminosité ;
 5. Infranchissabilité pour la faune ;
 6. Absence d'auto-épuration du cours d'eau.
- Aval du cours colmaté
- Problématique d'espèces invasives : renouée du Japon et ragondin

État des lieux hydromorphologique

Il est difficile de relever les caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau intermittent. En effet, la tête de bassin versant est drainée et le chenal de concentration des écoulements est volontairement incisé. La partie centrale n'est pas visible, l'amont (zone de source ouest vers l'OH5) ne forme pas une référence fiable au regard de la rétenition provoquée par la partie busée.

Seule la partie aval (même si recalibrée) forme la section de référence pour ce cours d'eau.

Tableau 79- Caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Lit mineur	Type de réseau	Cours d'eau intermittent (Rang 1)
	Positionnement par rapport au talweg	Dans le talweg (confirmation historique depuis 1950)
	Forme du talweg	Vallée peu encaissée de type B2
	Type d'écoulements	Intermittent
	Niveau d'écoulement	Visible et écoulement continu
	Classe de sinuosité	Presque rectiligne (1,05<S<1,25) – Si de 1,07
	Granulométrie dominante	Vaso-limoneux
	Classe d'évolution morphodynamique (Simon, 1989)	Classe II (chenalisée)
	Erodabilité des berges	Faible – argilo/limoneuse. Pas de phénomène d'érosion marquée
	Granulométrie (dominante sur radier représentatif du segment)	Matières organiques et limons dominants (D16 dominant) Section centrale avec quelques radiers présentant une porifon sables/graviers dominants
Rugosité moyenne (Formule de Cowan)	K=31 Cours d'eau recalibré sans irrégularité avec un peu de matelas alluvial et de végétation herbacée des sections d'écoulement de plein bord.	
Type d'occupation des sols	La parcelle est une culture intensive de part et d'autre de la section busée et avec un boisement rivulaire en rive gauche pour la section aval.	
Bande riveraine	Ripisylve	Partie amont : aucune Partie aval : Talus arbustif (houx, chêne, châtaignier...)
	Piétinement, clôture, abreuvoir	Pas de bétail sur le site au moment des prospections. Les ragondins occasionnent des destructions de berges sur la partie amont (zone de source) et en aval)
Obstacles à la continuité écologique	Type	Busage non calé à la pente naturelle.
	Zone de sources	Plusieurs zones de sources à l'amorce du cours d'eau. Non visibles, mais probables.
Réseau hydraulique annexe	Drains, fossés	

Plusieurs profils en travers type permettent de compléter la description hydromorphologique du cours d'eau. Ce relevé a été réalisé lors de la période hydrologiquement favorable aux observations en tête de bassin versant (27 avril 2022).

Tableau 80- Profil en travers au niveau de la source (en amont du cours d'eau busé)

Profil n°1	
<p>Lpbmoy=25cm Lmmoy=20cm Hpbmoy=15cm</p>	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sablo-limoneux
Facès d'écoulement	Plat lotique, pas de radier
Végétation	Fortement végétalisé (callitriche, ache faux-cresson, jonc diffus)
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Piétinement par ragondin et détérioration de la zone de source

Tableau 81- Profil en travers sur le cours d'eau en aval du busage le long du boisement rivulaire

Profil n°2	
<p>Lpbmoy=105cm Lmmoy=30cm Hpbmoy=25cm</p>	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sablo-limoneux+matières organique, Radiers très peu marqués D16mm majoritaire (pas de blocs, graviers)
Facès d'écoulement	Plat courant (radier)/plat lentique
Végétation	Négligeable, uniquement sur les berges
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Surfargeur et érosion sédimentaire visible

Analyse du fonctionnement écologique du site

Une intervention sur le terrain réalisée le 8 avril 2022 a permis de compléter la description de l'état actuel du site de Kergrénouille.

✓ Habitats naturels/flore

Le site est formé au nord d'un cours d'eau orienté nord-ouest – sud-est et d'un cours d'eau provenant du sud-ouest. La confluence est située dans le boisement. Ils disposent tous deux de ripisylves formées de saules roux. Elle est continue au nord et interrompue pour le cours d'eau au sud, sur le tronçon busé.

Les cultures sont dominantes avec certains secteurs humides. Une zone de source est à noter. Elle est enfrichée, et dégradée par les ragondins. L'écoulement qui en résulte est dégradé, car semi-busé, semi-remblayé.

Tableau 82- Habitats EUNIS sur le site de Kergrénouille en 2022

Code	Habitat typologie EUNIS	Surface
	Libellé	m²
G1.11	Saulaies riveraines	2283
G1.2	Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes	322
I1.1	Monocultures intensives	3547
E3.417	Prairies à joncs épars	1288
F3.1	Fourrés tempérés	210
	TOTAL	7650

Les habitats EUNIS sont cartographiés Figure 110 page 177.

✓ Avifaune nicheuse

La complémentarité de la ripisylve et des cultures favorisent les cortèges d'oiseaux bocagers, et communs. Les cultures peuvent accueillir quelques oiseaux d'espaces ouverts, tels que l'alouette des champs.

✓ Chiroptères

La ripisylve offre une structure paysagère favorisant le transit des chiroptères. Les cultures sont défavorables à la chasse et au transit. La rupture de la ripisylve au sud-ouest limite le potentiel de transit des chiroptères. La zone de source pour être favorable à la chasse, mais étant dégradé ce potentiel est limité.

✓ Mammifères terrestres

La domination des surfaces de cultures limite l'attrait du site pour les grands mammifères. Le boisement humide au nord peut servir de zone de refuge.

Les boisements humides associés au cours d'eau sont favorables au putois d'Europe. La faible taille des cours d'eau rend la présence de la loutre d'Europe peu probable. Enfin le campagnol amphibie a été recherché en 2022 dans la zone de source, en vain. Le secteur étant fortement dégradé par l'agriculture, le site est moins attractif.

✓ Amphibiens

L'état initial met en avant quatre espèces d'amphibiens sur le site : le triton palmé, la salamandre tachetée, le crapaud épineux, et la Rana sp. Il s'agit d'espèces opportunistes investissant les boisements humides. Le site pourrait accueillir plus d'espèces et d'individus si la zone de source n'était pas aussi dégradée.

✓ **Reptiles**

La forte présence des boisements et cultures rend le site peu favorable aux reptiles.

✓ **Insectes**

La forte domination des cultures conventionnelles limite de fait les cortèges d'insectes. La dégradation de la zone de source et le busage d'une partie du cours d'eau au sud, limitent encore plus le potentiel d'accueil des populations d'insectes. Par exemple, l'agrion de Mercure qui avait été identifié en 2012 et 2017 sur le tronçon de cours d'eau busé est aujourd'hui probablement disparu.

✓ **Poissons**

Les deux cours d'eau sont de taille très réduite et correspondent à des cours d'eau de zone de source. Ils sont importants pour l'apport d'eau de qualité en aval, mais ne peuvent pas en tant que tel accueillir de poissons.

✓ **Mollusques**

Les mollusques sont absents des cultures. On en retrouvera dans les boisements humides. Ces derniers sont favorables à l'escargot de Quimper même s'il est en limite de répartition ici.

✓ **Continuité écologique**

Les ripisylves des deux cours d'eau jouent le rôle de trames vertes et bleues locales. Elles sont connectées à l'ouest au bocage de Kergrenouille et potentiellement au nord au ruisseau de Port Morgan même si la RD775 marque une rupture. Enfin, la continuité écologique est interrompue sur le tronçon de cours d'eau busé avec la suppression des structures du paysage et la dégradation des aspects hydrauliques.

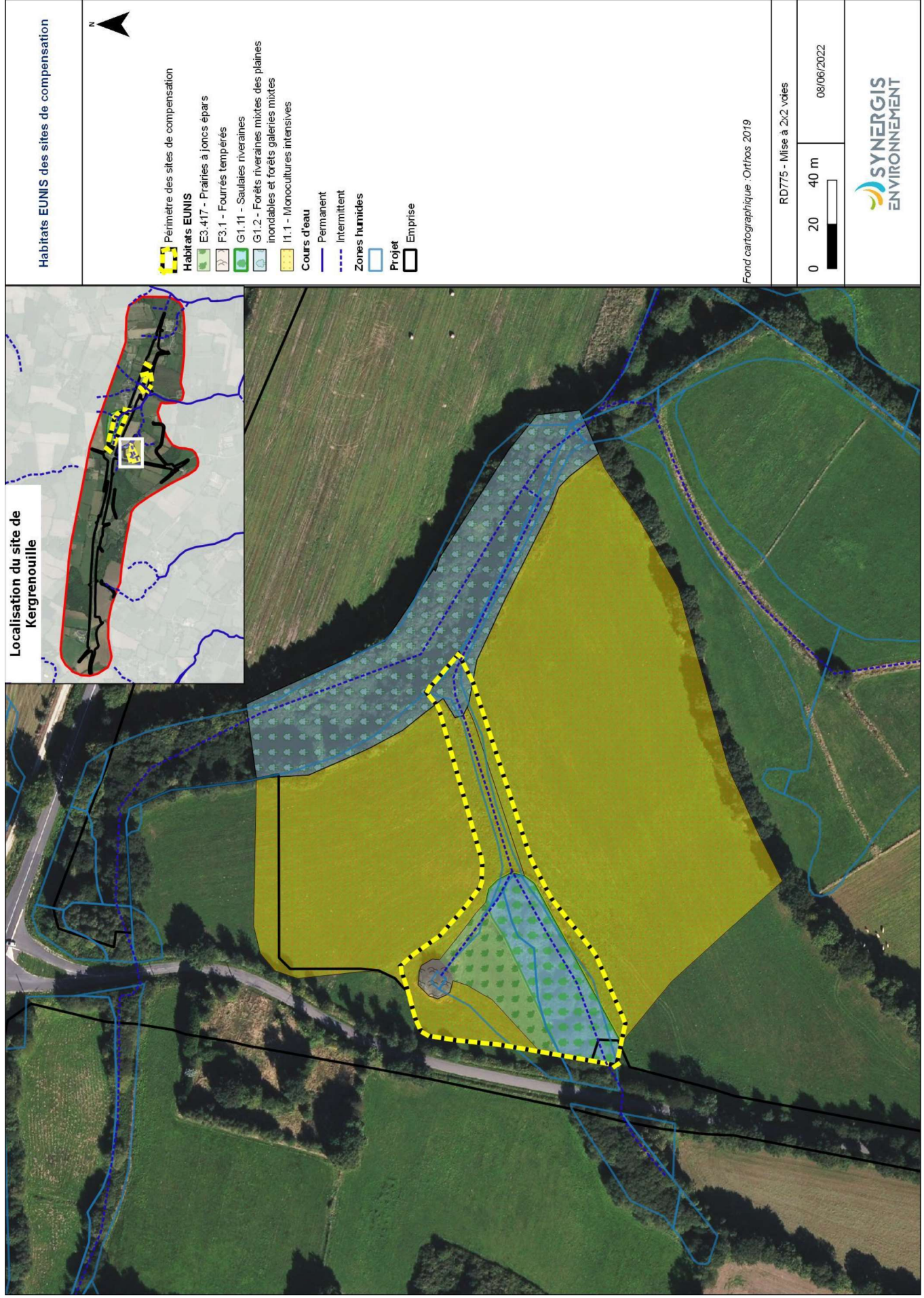


Figure 110- Habitats naturels sur le site de Kergrenouille

Objectifs de restauration du site

Aujourd'hui, le cours d'eau est busé au niveau de la parcelle agricole et les zones humides sont dégradées par les pratiques agricoles sur des secteurs gorgés d'eau. L'objectif est de restaurer les fonctionnalités du cours d'eau et des zones humides en aval de l'ouvrage de franchissement OH5 et d'instaurer des bandes tampons de protection de l'hydrosystème contre des pratiques culturales intrusives et non adaptées.

Mesures de restauration

Les mesures de restauration sont globales au niveau du site (objectif recherché sur l'ensemble des mesures opérationnelles sur ce projet). Les mesures à l'échelle du micro bassin versant concerné sont considérées comme actives au regard des problématiques relevées (en particulier busage). La restauration passive sur ce tronçon n'est pas appropriée.

A noter que l'entierement des cours d'eau correspond au plus haut niveau de dégradation de l'hydromorphologie des cours d'eau (Le Bihan, 2009 ; Mathieu, 2010 ; Goron, 2012 ; Guillerme, 2015).

Le traitement de cette section est subtil et nécessite de retrouver au mieux le sous-sol alluvionnaire initial du cours d'eau.

Le respect de la pente globale est également à respecter pour maintenir et renforcer la fonctionnalité de la zone de source et de débordement amont (sur les 2 bras rang 0), mais aussi de créer une inertie adaptée à la morphogénèse initiale du cours d'eau.

✓ Travaux à mettre en œuvre pour restaurer la zone humide et le cours d'eau

Plusieurs actions sont programmées :

- Traitement des espèces invasives en phase amont (captage des ragondins et suppression de la renouée du japon par terrassement et exportation des rhizomes dans des sites adaptés).

- ZONE DE SOURCE :

- o Restauration de la zone de source. Le lit mineur sera légèrement recalibré (maintien d'un lit de faible largeur en adéquation avec les faibles débits observés) avec l'objectif de favoriser les débordements de la nappe en période hivernale. Un rehaussement du lit est prévu (sur sa partie aval) pour limiter l'effet drainant de ce secteur. Un ou plusieurs seuils seront mis en place en favorisant les techniques de génie végétal.
- o La mare en amont sera ouverte et le profil des berges retravaillé pour permettre de favoriser le cycle de vie des amphibiens.

- TRONCON DU COURS D'EAU CENTRAL :

- o Débuser et renaturer le cours d'eau situé sous la parcelle agricole. La remise à l'air libre du lit mineur sera réalisée sur 90 ml.
- o Restauration sur cette section du profil en long (dès le terrassement) avec récupération au mieux du matelas alluvial initial. Création de sinuosités légères (si proche de 1.1). Alternance des faciès d'écoulement selon les règles exposées précédemment (alternance radier/fosse de concavité au maximum à 6 fois la Lpb).
- o Recharge granulométrique (0-100mm) sur l'ensemble du linéaire avec diversification de la couche d'armure (éléments plus grossiers pour les radiers).
- o Diversification des faciès avec intégration de seuils, blocs, bois morts.
- o Stabilisation des berges nouvellement créées par des techniques de génie végétal (fibre coco et plantations voire fascines).
- o Déblaiement pour restauration de la zone humide sur environ 1100m² (enlèvement de la terre végétale sur 50cm au plus profond). Restauration des zones humides contiguës au cours d'eau.

- TRONCON DU COURS D'EAU AVAL :

- o Diminution du lit mouillé sur les mêmes caractéristiques de la section amont restaurée.

- o Diversification des faciès d'écoulement par recharge granulométrique (15 cm max) de bordure avec création de risbermes principalement. Des techniques complémentaires de génie végétal (fascine par exemple) pourront également être employées afin d'utiliser au mieux les matériaux du site.

- Ensemencer la zone humide restaurée et contiguë au cours d'eau afin de favoriser la recolonisation rapide des terrains par des espèces hygrophiles et d'éviter le développement d'espèces exotiques envahissantes.
- Renforcer la ripisylve de part et d'autre du cours tronçon débusé (85 ml) avec la plantation de végétation sur les berges du cours d'eau : héliophytes et quelques arbustes (saules roux, bouleaux verruqueux, aulnes glutineux).
- Une bande enherbée de minimum 10 m sera maintenue aux abords du cours d'eau.
- La bande enherbée sera fauchée annuellement tandis que la mégaphorbiaie nécessitera une fauche tous les 5 ans avec enlèvement des ligneux.

✓ Caractéristiques générales du ruisseau restauré

Données	
Débit IT=2ans (m3/s)	0,088
Q21 ref	0,063
Longueur du tronçon (m)	250
Altitude amont	115,5
Altitude aval	120,5
Pente CE (m/m)	0,0100

$$Q = S \times Rh^{2/3} \times I^{0,5} \times K \quad S = h \times (lt + ph)$$

$$Rh = S / P \quad P = lt + 2h \times (1 + p^2)^{0,5}$$

Pente des berges	p	0,5
Rugosité lit reconstitué	K	15
Largeur du lit mineur	Lt	0,30
Largeur miroir (plein bords)	Lm	0,60
Hauteur des berges	h	0,30

Calcul de la puissance spécifique

$$W = 9810 \times Q21 \times i / Lm$$

Détermination par recherche manuelle de Lt.h pour obtenir Q21				
Lt	h	P	S	Rh
0,30	0,30	0,97	0,135	0,1391
				Q
				0,054
				Lm
				0,60

Résultats	
W (W/m ²)	10

Figure 111 - Dimensions des lits mineurs des tronçons de cours d'eau restaurés

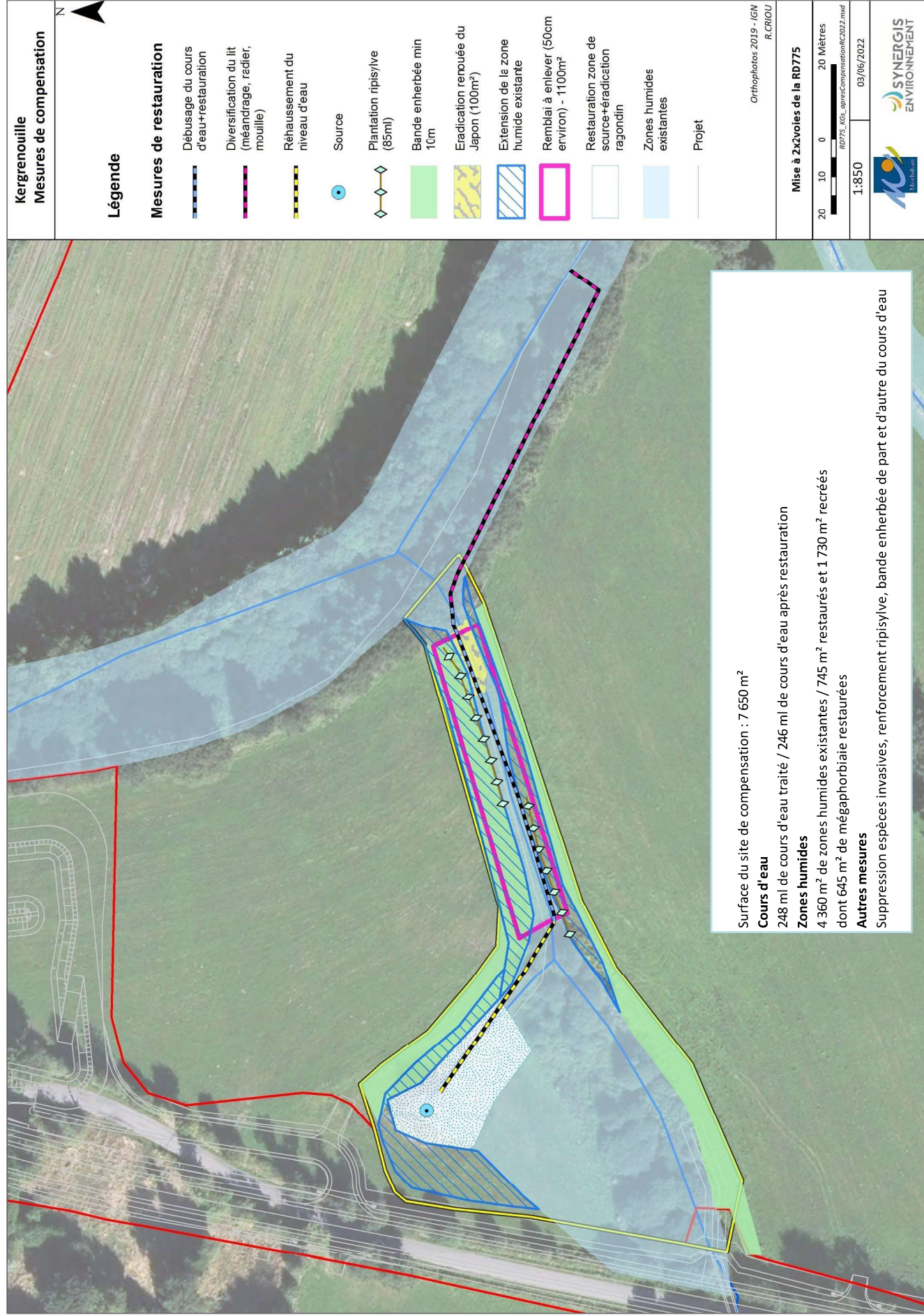


Figure 112- Principales mesures de restauration sur le site de Kergrenouille

Bénéfices attendus pour le fonctionnement écologique du site

✓ Habitats-Flore

La mesure de Kergrenouille n'engendre pas de diversification de milieux. Néanmoins elle stoppe les dégradations actuelles et engendre un important gain de fonctionnalité des milieux.

La restauration des milieux et la conversion de cultures en prairies favorisent une diversification de la flore.

La renouée du Japon et le ragondin, espèces invasives, sont supprimés afin de tendre plus rapidement vers un équilibre écologique fonctionnel.

✓ Avifaune nicheuse

La restauration des zones humides offre une zone de nourrissage effective aux oiseaux. De plus, la plantation d'une ripisylve favorise la nidification d'oiseaux bocagers.

✓ Chiropptères

La restauration des zones humides et du cours d'eau crée des zones de chasse pour les chiropptères. La plantation d'une ripisylve assure une nouvelle continuité pour le transit des chiropptères.

✓ Mammifères terrestres

La restauration des milieux humides est favorable au campagnol amphibie et au putois d'Europe et plus généralement aux mammifères.

✓ Amphibiens

Les zones d'accueil principales des amphibiens (le boisement humide) ne sont pas modifiées par la mesure. Il n'y a donc pas d'effet sur ces populations. Néanmoins, la zone de source qui est eutrophisée et entrichée, va être restaurée pour favoriser l'accueil des amphibiens.

✓ Reptiles

La restauration des zones humides et du cours d'eau est très favorable à la couleuvre helvétique et à l'orvet fragile.

✓ Entomofaune

La restauration de zone humide est très favorable aux insectes. De plus, le débusage du cours d'eau et sa renaturation avec une parlie ensoleillée sont des mesures très favorables à l'agitation de Mercure initialement observé sur site.

✓ Poissons

La mise à l'air libre du cours d'eau et sa renaturation favorise une qualité de l'eau bénéfique aux poissons en aval. Les poissons sur site seront peu nombreux compte tenu de la taille réduite de cours d'eau de tête de bassin versant.

✓ Continuités écologiques

La restauration des cours d'eau et de zones humides rétablissent la continuité de la trame bleue du site de compensation. La plantation d'une ripisylve le long du cours remis à l'air libre renforcera la trame verte.

Déroulement des travaux

Le lecteur peut se référer à la description donnée pour le site de Port Morgan.

Suivi et gestion

Les travaux de restauration du site s'accompagneront de la mise en œuvre d'un plan de gestion afin de permettre une fonctionnalité biologique optimale des habitats humides et du cours d'eau.

✓ Suivis écologiques post-travaux

Les suivis suivants seront réalisés sur le site de compensation et en particulier sur les cours d'eau :

- Suivi morphologique du cours d'eau avant/après travaux tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Suivi sur 3 ans des faciès d'écoulement jusqu'à N+6 ;
- Suivi granulométrique annuel de type Wolman tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Calcul des débits Q2 - Qpb/Q5 (capacités de débordement) tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Diversité des espèces aquatiques (I2M2, IBMR) à N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi faune (amphibiens, insectes - en particulier l'agitation de mercure, oiseaux, chiropptères, micromammifères semi-aquatiques) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi flore (y compris suivi des plantations) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi de l'éradication des espèces invasives : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi pédologique des zones humides recréées : N-1, N+1, N+3, N+5 et N+10

Le suivi spécifique des zones humides est indiqué au chapitre V.2.3.8-.

✓ Gestion du site

Les travaux de restauration sur le site de Kergrenouille font l'objet d'un accord avec l'exploitant agricole. Le site fera l'objet d'une gestion à long terme (au-delà de 20 ans) réalisée par un bureau d'études en environnement.

Le suivi des espèces invasives sera réalisé sur le long terme avec la mise en place de mesures curatives (arrachage manuel, piégeage) si besoin complémentaires suite à l'intervention initiale et suivant les retours annuels en lien aux objectifs de gestion à appliquer.

Site de Keralvy

Le site de compensation de Keralvy est situé au sud de la RD775 et à l'est du chemin rural de Keralvy. Il s'agit du futur délaissé routier entre la RD 775 et la nouvelle voie de desserte du hameau de Keralvy. Il se trouve également dans le bassin versant du Saint-Eloi.

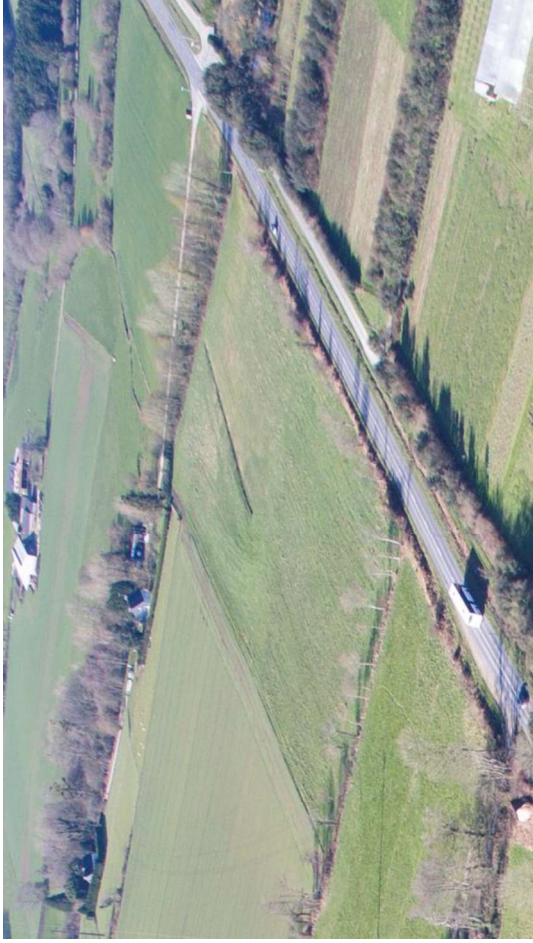


Photo 103- Vue aérienne du site du Foze en février 2014 (photo prise depuis le nord-est en direction du sud-ouest)

État initial du site

Il s'agit d'une prairie permanente humide sur la majorité du secteur et notamment d'une prairie oligotrophe drainée et peu remaniée (expression végétale caractéristique) au nord du fossé drainant central (axe est-ouest) visible sur la Photo 103. La zone humide est traversée par un affluent du ruisseau de Keralvy. Une haie accompagne le ruisseau.



Photo 104- Fossé drainant au sein de la prairie humide (profondeur visuelle nivelée par la végétation)



Photo 105- Haie en rive gauche du cours d'eau



Photo 106- Rupture de discontinuité amont



Photo 107- Prairie à l'ouest du cours d'eau

En analysant la topographie actuelle du site et les anciennes photographies aériennes, il est peu probable qu'un apport de terre ait été opéré au sud du fossé. Cependant, le fossé drainant est travaillé régulièrement depuis 1965, amplifié jusqu'à former une tranchée reliant en amont une mare au cours d'eau non recalibré jusqu'en 1993 en aval.

La partie sud du fossé semble avoir été drainée puisqu'en 1965 était visible une végétation caractéristique de zone humide, non visible après. Un fossé drainant est d'ailleurs visible sur l'orthophotographie de 1983. À noter la présence d'une haie bocagère au sud du site étudié (présente encore en 1983). Ces haies formaient des limites physiques entre zones exploitables (cultures) et zones humides.

En 1994, le remembrement a engendré la suppression de la ripisylve, le recalibrage du cours d'eau et la création d'un nouveau lit. Les fossés drainants semblent avoir également été amplifiés (secteur de remblai visible au nord du fossé en 1994).



Photo 108- Site de Keralvy en juin 1952 (source : remonterletemps.ign.fr)



Photo 109- Site de Keralvy en 1983 avec présence des fossés de drainage alimentant le cours d'eau non recalibré (source : remonterletemps.ign.fr)

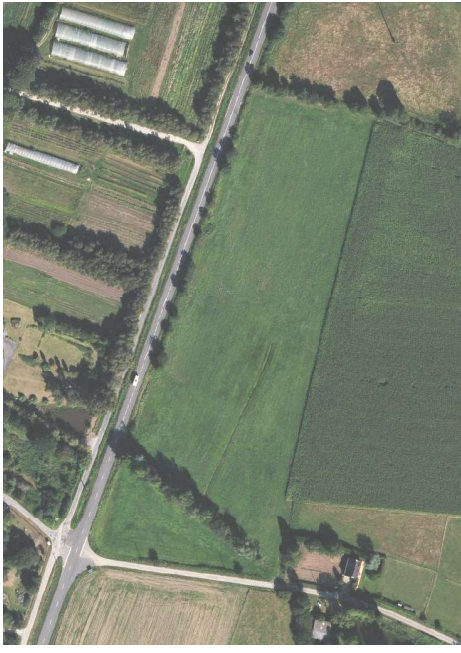


Photo 111- Orthophoto du site de Keralvy en 2019 (source : IGN)



Photo 110- site de Keralvy en 1994 après le recalibrage du cours d'eau et la suppression de la ripisylve (source : remonterletemps.ign.fr)

Le ruisseau qui traverse la zone prend sa source au nord du hameau les Claiès. Ce cours d'eau est aujourd'hui fortement impacté : reciligne, incisé avec rupture de continuité amont et aval. Une zone de source située à l'est vient l'alimenter encore aujourd'hui. Cette zone comme explicitée plus haut est en fait drainée. La source semble provenir d'un secteur proche de la RD775 à 200 m au nord-est de la confluence du fossé avec le cours d'eau actuel.

La zone humide au nord du fossé est aujourd'hui fonctionnelle (malgré le fossé drainant), mais sera majoritairement impactée par le projet routier. Au sud du fossé, bien qu'identifié comme humide, l'expression de la végétation caractéristique des zones humides est moins nette. La nappe est proche.

Les perturbations relevées sur le site sont les suivantes :

- Drainage ;
- Lit initial du cours d'eau déplacé
- Cours d'eau incisé et recalibré ;
- Discontinuité du cours d'eau amont et aval (entre deux sections routières).

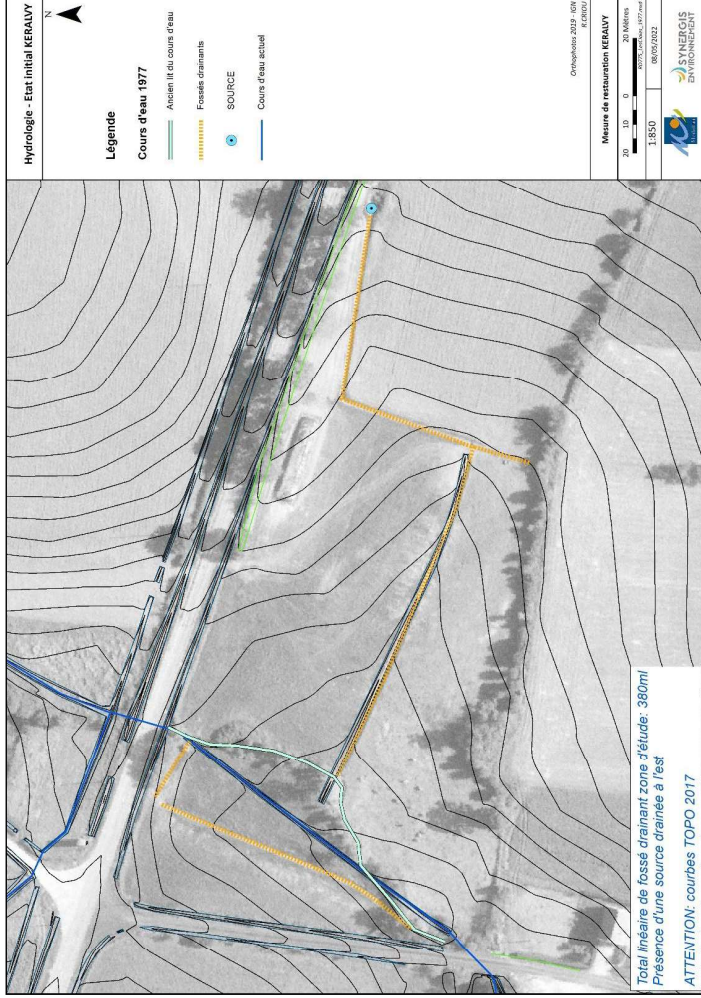


Figure 113 – Etat initial 1977 – KERALVY. Mise en avant du réseau apparent de drainage du site.

Etat des lieux hydromorphologique

Les caractéristiques du cours d'eau sur les 40ml considérés sont assez homogènes.

Le cours d'eau circule dans un « chenal » calibré de plus d'un mètre de profondeur. Les berges sont abruptes et végétalisées.

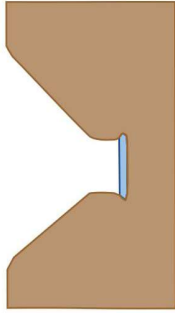

Malgré le recalibrage, le cours d'eau présente une inertie intéressante favorisant la création d'un lit à granulométrie diversifiée. Les faciès d'écoulement sont cependant relativement homogènes (plats courant majoritaires) et le profil en long régulier (pas ou peu de fosses). On notera cependant la formation de sous-berges intéressante (érodabilité des berges+courant marqué).

Tableau 83- Caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Type de réseau	Cours d'eau intermittent (Rang I)
Positionnement par rapport au talweg	Hors talweg (confirmation historique depuis 1994)
Forme du talweg	Vallée peu encaissée de type B2
Type d'écoulements	Permanent
Niveau d'écoulement	Visible et écoulement continu
Classe de sinuosité	Rectiligne (S<1,05) – St de 1.017
Granulométrie dominante	Sablo-graveleuse
Classe d'évolution morphodynamique (Simon, 1989)	Classe II (chenalisée)
Erodabilité des berges	Moyenne – argilo-graviers alluvionnaire. Formation de sous-berges
Granulométrie (dominante sur radier représentatif du segment)	Dominance sable et cailloux (D50 dominant) Plats courants avec radiers (50mm à 100mm)
Rugosité moyenne (Formule de Cowan)	K=29
Type d'occupation des sols	Cours d'eau recalibré sans irrégularité avec un peu de matelas alluvial et de végétation herbacée des sections d'écoulement de plein bord. La parcelle est une prairie permanente de part et d'autre du cours d'eau. Pas de pâture apparente. Plus à l'est les parcelles sont cultivées.
Bande riveraine	Ripisylve Ripisylve arbusive (chêne, peupliers).
Obstacles à la continuité écologique	Piédinement, clôture, abreuvoir Pas de bétail sur le site au moment des prospections.
Réseau hydraulique annexe	Type Busage non calé à la pente naturelle (amont et aval)
	Zone de sources Plusieurs zones de sources est et ouest du cours d'eau actuel.
	Drains, fossés Visibles et historiques.

Un profil en travers type permet de compléter la description hydromorphologique du cours d'eau. Ce relevé a été réalisé lors de la période hydrologiquement favorable aux observations en tête de bassin versant (27 avril 2022).

Tableau 84- Profil en travers au niveau de la source (en amont du cours d'eau busé)

Profil n°1	
	
	Lpbmoy=80cm Lmmoy=40cm Hpbmoy=55cm
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sablo-graveleux
Facès d'écoulement	Plat courant, radiers
Végétation	Fortement végétalisé (berges principalement)
Obstacle	Négligeable
Commentaire	Discontinuité amont et aval (buse 600mm). Recalibrage profond. Connexion du fossé drainant.

Analyse du fonctionnement écologique du site

Une intervention sur le terrain réalisée le 12 avril 2022 a permis de compléter la description de l'état actuel du site de Keratry.

✓ Habitats naturels / flore

Le site est constitué de prairies permanentes humides et de prairies à juncs de part et d'autre du cours d'eau central. Ce dernier est bordé d'une ripisylve continue.

La flore est potentiellement diversifiée, car il s'agit de milieux ouverts oligotrophes. La période de passage n'a pas permis de confirmer cette richesse.

Aucune espèce invasive n'est identifiée.

Tableau 85- Habitats EUNIS sur le site de Keratry en 2022

Code	Habitat typologie EUNIS Libellé	Surface m ²
G1.11	Saulaies riveraines	440
E3.417	Prairies à juncs épars	3805
E2.11	Pâurages ininterrompus	3455
G1.C	Plantations de populus	300
E3.41	Prairies atlantiques et subatlantiques humides	1900
I1.1	Monocultures intensives	3620
	TOTAL	13520



Photo 112- Prairie à juncs à Keratry

Photo 113- Ripisylve continue à Keratry

Les habitats EUNIS sont cartographiés page 186, Figure 114.

✓ Avifaune nicheuse

La complémentarité de la ripisylve et des prairies favorise les cortèges d'oiseaux bocagers et communs.

✓ Chiroptères

La ripisylve offre une structure paysagère favorisant le transit des chiroptères malgré la présence d'espèces comme le peuplier. Les prairies humides sont clairement des zones de chasse favorables par leur ressource potentielle en insectes.

Aucun gîte à chiroptère n'a été identifié in situ.

✓ Mammifères terrestres

Le site constitue une zone de transit et éventuellement de nourrissage pour les grands mammifères. Les prairies favorisent les micromammifères tels que le campagnol amphibie même si ce dernier n'a pas été identifié sur place. La taille très réduite du cours d'eau rend la présence de loutre d'Europe peu probablement.

✓ Amphibiens :

Le site constitue une zone de chasse et de transit. A aucun site de reproduction potentiel n'est localisé.

✓ Reptiles

Les prairies humides sont favorables à l'orvet, à la couleuvre helvétique voire au lézard vivipare. Néanmoins, la taille réduite du site limite le potentiel d'accueil.

✓ Insectes

Les prairies humides sont clairement très favorables à une diversité d'insectes de lépidoptères, d'orthoptères et d'hyménoptères. L'absence de vieux arbres n'est pas favorable aux insectes xylophages.

✓ Poissons

Le cours d'eau central est de taille très réduite. Il peut accueillir opportunément des petits poissons, tel que le vairon, en période de crue et de débordement de l'étang amont.

✓ **Mollusques**

Les espèces potentiellement présentes sont communes.

✓ **Continuité écologique**

Le site comporte une frange bleue, mais il est fragmenté par la RD775 au nord et dans moindre mesure la voirie communale au sud.

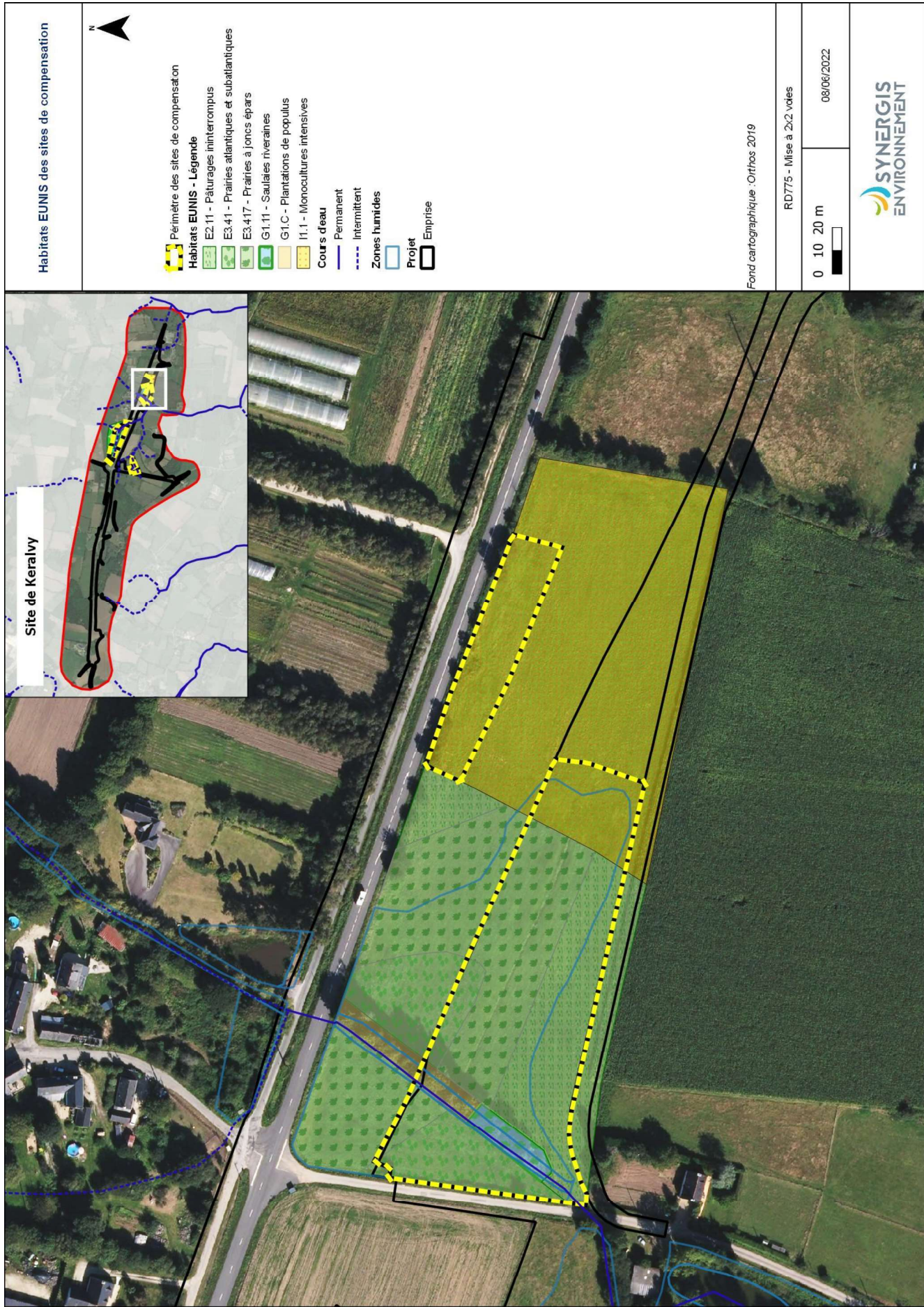


Figure 11-4- Habitats naturels sur le site de Keralvy

Objectifs de restauration du site

Le secteur a été fortement remanié dans le cadre du remembrement et de l'exploitation agricole de la parcelle (fossés drainants, lit mineur déplacé et recalibré). L'objectif est de restaurer les fonctionnalités du cours d'eau et des zones humides en aval de l'ouvrage de franchissement OH2.

En complément de la restauration du cours d'eau une mesure de compensation des zones humides est opérée au sud du fossé drainant par abaissement du terrain naturel.

L'enjeu sur ce secteur contraint (encadré par la 2x2 voies et la voie de desserte) est de maintenir les apports hydrauliques sur la zone humide. Apports également nécessaires au maintien du régime d'étiage du cours d'eau...

Mesures de restauration

✓ Travaux à mettre en œuvre pour restaurer la zone humide et le cours d'eau

Plusieurs actions sont programmées :

- Supprimer le fossé drainant d'axe est-ouest (environ 130 ml) et diriger les écoulements du futur délaissé entre la voie communale et la RD 775 vers la zone humide grâce à deux ouvrages hydrauliques. La zone de source sera également restaurée.
Pour effacer le fossé, une restauration passive est prévue avec la mise en place de quatre bouchons argileux étanches.
- La zone de source au nord-est (et également au nord de la 2x2 voies) sera également remise à ciel ouvert pour permettre un contrôle optimal des écoulements (enlever les éventuels anciens drains). L'écoulement reste efficace sous la plateforme qui sera créée. L'eau sera également canalisée par des drains sous la route et diffusés dans la zone humide au sud de la 2x2 voies.
- Recréation de l'ancien lit du cours d'eau : sur la base des orthophotos anciennes, l'ancien lit du cours d'eau sera redessiné dès la sortie de l'OH2b. Si possible le matelas alluvial d'origine sera récupéré au moins pour réaliser un profil en travers adapté et diversifié.
85ml de cours d'eau seront ainsi restaurés selon les caractéristiques ci-dessous par recharge granulométrique calée sur la granulométrie actuelle du cours d'eau. L'alternance des faciès radier/fosse de concavité respectera les principes énoncés. Des seuils et des aménagements permettant de diversifier les écoulements seront mis en place.
- Le cours d'eau aura une inertie importante (au regard des référentiels calculés et souhaités). Une consolidation des berges par des techniques de génie végétal sera nécessaire sur l'ensemble du linéaire (rive droite et rive gauche). Le tracé rectiligne du cours d'eau sera également rompu puisque le lit mineur observable en 1952 sera rétabli.
- L'ancien lit du cours d'eau sera effacé. Au regard de la profondeur du lit, il pourrait former un drain secondaire ne permettant pas d'atteindre l'objectif initial de recharge de la nappe par débordement du cours d'eau. Des bouchons étanches seront également positionnés dans le lit en plus des matériaux complémentaires issus du chantier. Les terres hydromorphes décapées lors du terrassement sous la 2x2 voies seront utilisées pour cet exercice.
- L'accès direct à la RD775 sera supprimé. L'ouvrage sous la voie communale sera remplacé par un pont-cadre 1000x1000 permettant de desservir la parcelle et d'accéder au futur bassin de rétention n°3 de même dimension que l'OH2b.
- Pour la zone humide, un abaissement de plusieurs dizaines de centimètres (entre 50 et 60 cm) le terrain naturel au sud du fossé drainant existant jusqu'à atteindre l'horizon hydromorphe afin d'étendre la zone humide actuelle. L'extension de la zone humide sera d'environ 1825 m². Les sondages pédologiques montrent des marques d'oxydoréduction importantes dès les 50 cm de profondeur.
- Régaler la terre de décapage (superficielle) sur la zone humide décaissée (entre 5 et 10cm) afin de favoriser la recolonisation rapide des terrains par des espèces hygrophiles et d'éviter le développement d'espèces exotiques envahissantes.

- La ripisylve sera conservée le long de l'ancien lit et la culture deviendra une prairie permanente d'environ 6 000 m² en gestion différenciée.

✓ Caractéristiques du ruisseau restauré

Données	
Débit LT=2ans (m3/s)	0,243
QZ1 de réf	0,161
Longueur du tronçon (m)	40
Altitude amont	113
Altitude aval	111
Pente CE (m/m)	0,0500

$$Q = S \times Rh^{2/3} \times i^{0,5} \times K$$

$$S = h \times (Lt + ph)$$

$$Rh = S / P$$

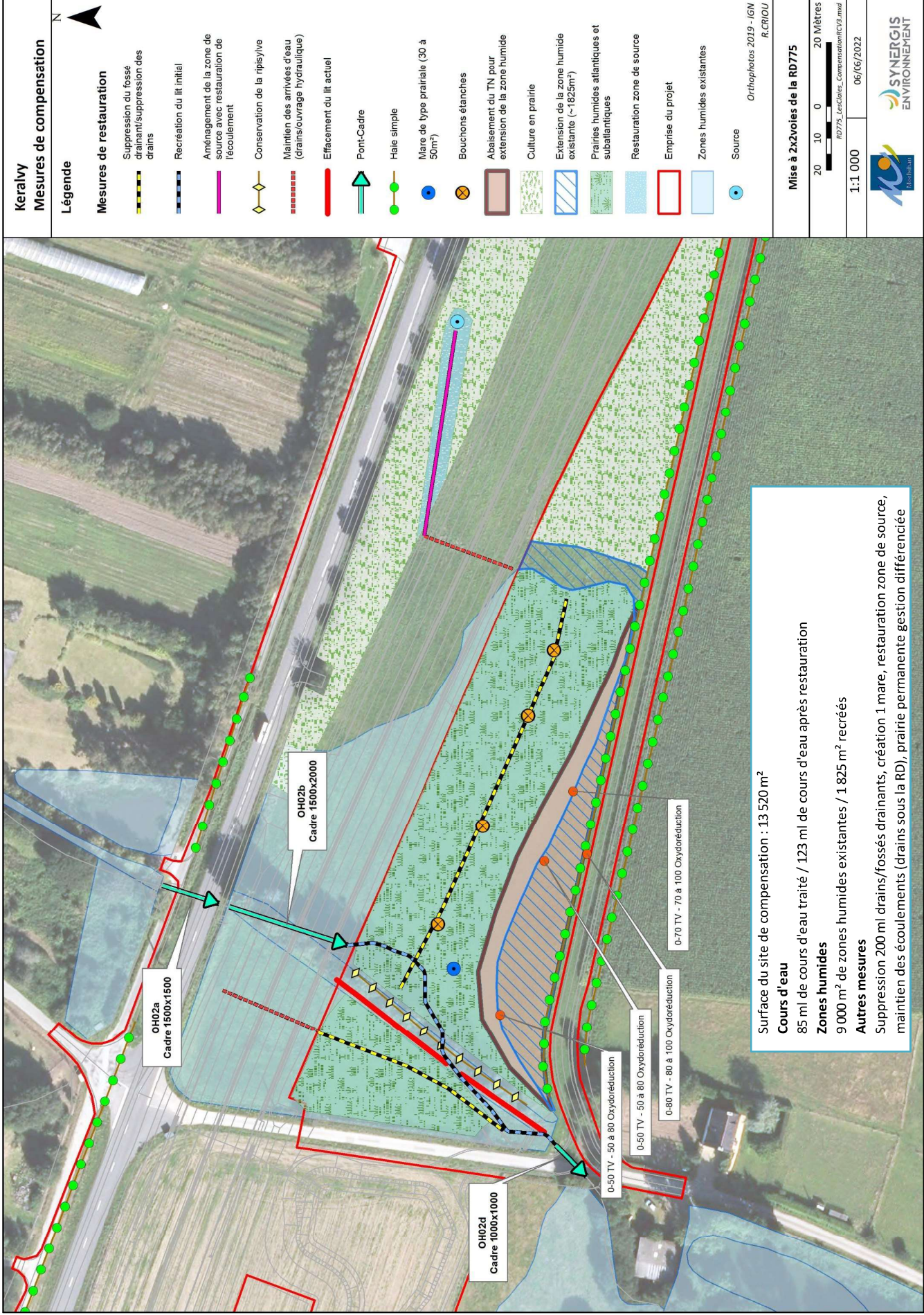
$$P = Lt + 2h \times (1 + p^2)^{0,5}$$

Calcul de la puissance spécifique
 $W = 9810 \times QZ1 \times i / Lm$

Détermination par recherche manuelle de L et h pour obtenir QZ1					
Lt	h	P	S	Rh	Q
0,40	0,30	1,07	0,165	0,1541	0,212
					Lm
					0,70

Résultats	
W (W/m²)	113

Figure 115- Dimensions des lits mineurs des tronçons de cours d'eau restaurés



Surface du site de compensation : 13 520 m²
Cours d'eau
 85 ml de cours d'eau traité / 123 ml de cours d'eau après restauration
Zones humides
 9 000 m² de zones humides existantes / 1 825 m² recréés
Autres mesures
 Suppression 200 ml drains/fossés drainants, création 1 mare, restauration zone de source, maintien des écoulements (drains sous la RD), prairie permanente gestion différenciée

Figure 116- Principales mesures de restauration sur le site de Keralvy

Bénéfices attendus pour le fonctionnement écologique du site

✓ Habitats-Flore

La mesure de Keralvy développe les habitats de prairies humides au détriment de prairies mésophiles plus banales. Les premières ont un intérêt écologique et une flore plus diversifiée. La plantation de deux haies au sud permet de diversifier également les milieux. Il y a donc un gain.

✓ Avifaune nicheuse

L'augmentation de la surface de prairies humides augmente la surface de zone de nourrissage pour l'avifaune nicheuse. La plantation de deux haies au sud permet de créer une zone de nidification supplémentaire et d'accueillir des populations d'oiseaux bocagers.

✓ Chiroptères

L'augmentation des surfaces de prairies humides offre davantage de surfaces de chasse pour les chiroptères. La plantation de haies au sud crée des structures de déplacement favorable au transit des chiroptères.

✓ Mammifères terrestres

La restauration du cours d'eau et l'augmentation des surfaces de prairies humides sont très favorables au campagnol amphibie et au putois d'Europe. La plantation de haies servira de zone de refuge et transit pour la majorité des mammifères terrestres présents.

✓ Amphibiens

L'augmentation des surfaces de prairies humides offre plus de surfaces de zones de chasse pour les amphibiens. Les prairies humides pourront servir de zone de reproduction pour la grenouille rousse.

✓ Reptiles

La restauration des zones humides et du cours d'eau sont très favorables à la couleuvre helvétique et à l'orvet fragile.

✓ Entomofaune

La restauration de zones humides est très favorable aux insectes. De plus, la restauration du cours d'eau et sa renaturation avec une partie ensoleillée sont très favorables à l'agrion de Mercure observé non loin sur site.

✓ Poissons

La mise à l'aire libre du cours d'eau et sa renaturation favorise une qualité de l'eau bénéfique aux poissons en aval. Les poissons sur site seront peu nombreux compte tenu de la taille réduite du cours d'eau.

✓ Continuités écologiques

La restauration des cours d'eau et la restauration de zones humides augmentent la continuité de la trame bleue du site de compensation. La plantation de haies augmente la trame verte.

Déroulement des travaux

Le lecteur peut se référer à la description donnée pour le site de Port Morgan.

Suivi et gestion

Les travaux de restauration du site s'accompagneront de la mise en œuvre d'un plan de gestion afin de permettre une fonctionnalité biologique optimale des habitats humides et du cours d'eau.

Volet C - Pièces justificatives de la demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

✓ **Suivis écologiques post-travaux**

Les suivis suivants seront réalisés sur le site de compensation et en particulier sur les cours d'eau :

- Suivi morphologique du cours d'eau avant/après travaux tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Suivi sur 3 ans des faciès d'écoulement jusqu'à N+6 ;
- Suivi granulométrique annuel de type Wolman tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Calcul des débits Q2 - Qpb/Q5 (capacités de débordement) tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Diversité des espèces aquatiques (I2M2, IBMR) à N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Piège photographique au niveau de l'OH2b N+1, N+3 et N+5..
- Suivi faune (amphibiens, insectes, oiseaux, chiroptères, micromammifères semi-aquatiques) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi flore (y compris suivi des plantations) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi pédologique des zones humides recréées : N-1, N+1, N+3, N+5 et N+10

Le suivi spécifique des zones humides est présenté au chapitre V.2.3.8.-.

✓ **Gestion du site**

La sécurité foncière du site étant assurée (propriété du département), une gestion à long terme (au-delà de 20 ans) sera réalisée par un bureau d'études en environnement.

Le suivi des espèces invasives sera réalisé également sur le long terme avec la mise en place de mesures curatives (arrachage manuel).

Site de la Miauderie

Le site de compensation de la Miauderie est situé au nord de la RD 775, entre les lieux-dits la Miauderie et le Pigeon Blanc. Il se trouve en tête du bassin versant de l'Arz.

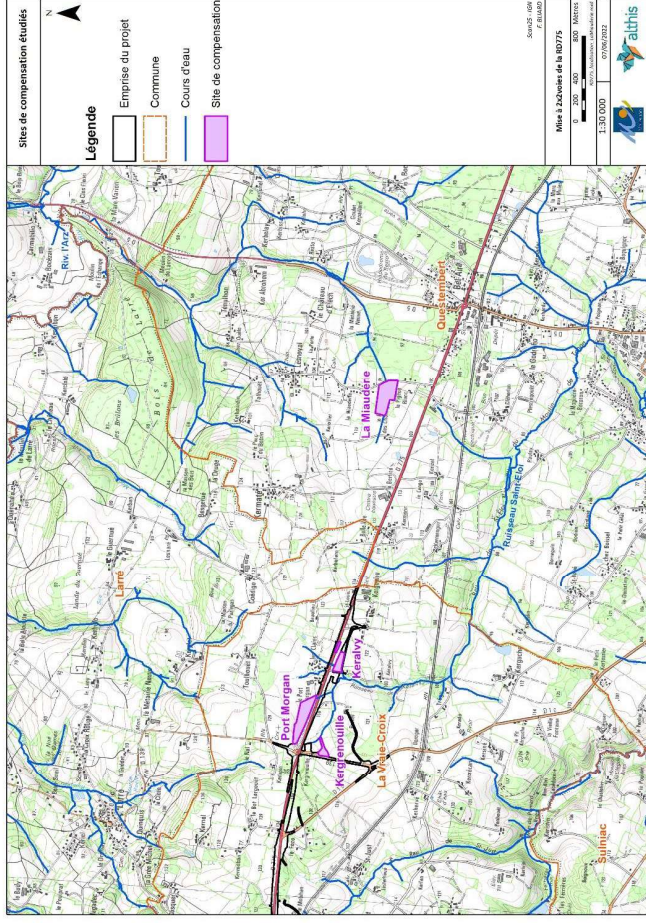


Figure 117- Localisation du site de compensation La Miauderie

Etat initial du site

Le site d'étude comprend 3 parcelles situées sur la commune de Questemberf. Il s'agit de propriétés du département : ZA176, ZA177 et ZA84 au nord. Le site s'étend sur 4,4 ha.

Situé en tête de bassin-versant de l'Arz, le site est parcouru par deux cours d'eau : un cours d'eau central de rang 1 et au nord de rang 0. Ces deux cours d'eau sont intermittents. Une maison inhabitée et un hangar sont présents sur la parcelle ZA177 au sud du site. L'ancien jardin est à un stade avancé d'enfichement. Deux plans d'eau ont été créés dans les années 70 :

- Plan d'eau de 1500 m² connecté au cours d'eau le plus au sud dont la source est positionnée à environ 500 m plus en amont ;
- Plan d'eau de 300 m², déconnecté du cours d'eau, mais connecté à une source. Il est positionné à quelques dizaines de mètres en amont du plan d'eau principal.

Au nord de ces plans d'eau se trouve une prairie humide pâturée avec plusieurs secteurs de source. Un réseau de drainage ancien (fossés à ciel ouvert) est encore visible sur cette parcelle et est confirmé par la lecture des orthophotos anciennes.

Au sud de la ZA 176 se trouve une plantation de sapins de Douglas .

En 1977, les deux plans d'eau sont bien visibles. La création date d'environ 1974/1975 sur du parcellaire visiblement humide dans les années 1960.



Photo 114- Site de la Miauderie, : comparaison entre l'orthophoto de 2019 et la photographie aérienne de 1965



Photo 115- Photographie aérienne du site de la Miauderie en 1977

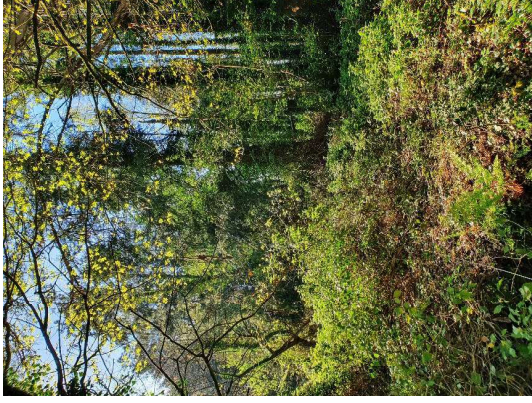


Photo 116- Plan d'eau en amont

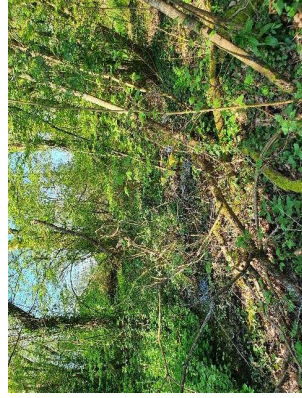


Photo 118- Zone de source en amont



Photo 119- Exutoire (Rive Droite) du cours d'eau

Sur l'ensemble du linéaire concerné, le lit mineur des cours d'eau a été rectifié (recalibrage, sur profondeur pour amplifier l'effet drainage). Il est également en surlargueur en amont du plan d'eau par effet barrage plan d'eau. L'inertie (vitesse d'écoulement et puissance spécifique) du cours d'eau central est bonne permettant une morphogénèse intéressante (diversité des faciès d'écoulement – profil en travers, granulométrie) sur les tronçons amonts

Le cours d'eau central est alimenté par plusieurs zones de source visibles avec écoulement notable. Le plan d'eau connecté au cours d'eau est aujourd'hui en voie de fermeture et d'eutrophisation.

Les perturbations relevées sur le site sont les suivantes :

- Plan d'eau connecté au cours d'eau principal ;
- Enfichement/fermeture/eutrophisation du plan d'eau ;
- Construction/remblai ancien sur zone humide ;
- Plantation de sapin de Douglas sur zone humide ;
- Drainages profond et superficiel du secteur de plantation ;
- Présence d'espèces invasives (Rhododendron, Laurier palme, Laurier sauce)

Les plans d'eau non entretenus peuvent engendrer différentes incidences sur la ressource en eau et les milieux aquatiques

- Evaporation au niveau du plan d'eau ;
- Diminution de la qualité de l'eau du plan d'eau et à l'aval de celui-ci (augmentation de la température, diminution de l'oxygène dissous, départ de vase, ...);
- Exposition aux problématiques d'eutrophisation et de cyanobactéries ;
- Blocage du transit des sédiments, de la circulation de l'eau, et de la circulation des espèces aquatiques ;
- Destruction ou déconnexion des zones humides ;
- Prolifération d'espèces envahissantes animales (perches soleil, ragondins, écrevisses américaines) ou végétales (justie, myriophylle...).

Etat des lieux hydromorphologique

Les caractéristiques du cours d'eau sur les 370m considérés ne sont pas homogènes.

Les perturbations sont plus marquées en amont de l'étang sur la partie visible.

La partie amont est marquée pour une surprofondeur du lit ne permettant pas des échanges optimaux avec les zones de source contiguës. À la confluence du cours d'eau et de l'étang, une surlargueur marquée est visible soutenue par des apports en eau importants en provenance de sources proches.

En aval de l'étang, le cours d'eau est plus équilibré avec des alternances de radier/fosse intéressantes.

Tableau 86- Caractéristiques hydromorphologiques du ruisseau traversant le site de Port Morgan

Lit mineur	Type de réseau	Cours d'eau intermittent (Rang 0)
	Positionnement par rapport au talweg	Dans le talweg du moins pour la partie visible (hors plan d'eau)
	Forme du talweg	Vallée peu encaissée de type B2
	Type d'écoulements	Intermittent (du moins en amont) – partie aval probablement non au regard de l'approvisionnement des sources sur le secteur
	Niveau d'écoulement	Visible et écoulement continu
	Classe de sinuosité	Rectiligne (Si<1,05) – Si de 1.034
	Granulométrie dominante	Sablo-graveleuse
	Classe d'évolution morphodynamique (Simon, 1989)	Classe III (incisé)
	Erodabilité des berges	Moyenne – argilo-graviers alluvionnaire. Formation de sous-berges ponctuelles
	Granulométrie dominante sur radier représentatif du segment)	Dominance sable et graviers (D16 dominant) Quelques blocs présents (apports exogènes ?)
Bande riveraine	Rugosité moyenne (Formule de Cowan)	K=29 Cours d'eau recalibré sans irrégularité avec un peu de matelas alluvial et de végétation herbacée des sections d'écoulement de plein bord.
	Type d'occupation des sols	La parcelle est enfichée et fermée (boisement humide et ancien jardin en friche)
	Ripisylve	Boisement humide

Obstacles à la continuité écologique	Piédinement, clôture, abreuvoir	Pas de détail sur le site au moment des prospections.
Réseau hydraulique annexe	Type	Étang connecté au cours d'eau. Discontinuité hydro-sédimentaire sous la route
	Zone de sources	Denses et visibles (voir Figure 120)
	Drains, fossés	Secteurs drainés. Parcelle au nord + drain couvert en provenance de la plantation de conifères.

Plusieurs profils en travers type permettent de compléter la description hydromorphologique du cours d'eau. Ce relevé a été réalisé lors de la période hydrologiquement favorable aux observations en tête de bassin versant (27 avril 2022).

Tableau 87- Profil en travers en amont du linéaire à restaurer

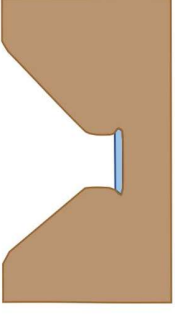

Profil n°1	
 <p>Lpbmoy=50cm Llmmoy=40cm Hpbmoy=80cm</p>	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sable-graveleux
Facès d'écoulement	Plat courant, radiers
Végétation	Fortement végétalisé (berges principalement)
Obstacle	Faible
Commentaire	Surprofondeur.

Tableau 88- Profil en travers en amont de l'étang (en amont du cours d'eau busé)

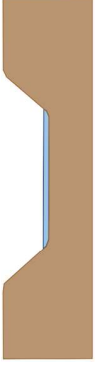

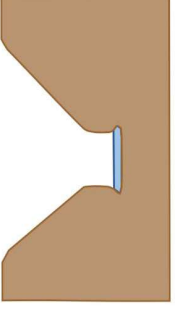

Profil n°2	
 <p>Lpbmoy=100cm Llmmoy=40cm Hpbmoy=50cm</p>	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sable-graveleux
Facès d'écoulement	Plat lentique
Végétation	Moyenne
Obstacle	Étang en aval
Commentaire	Surfargeur

Tableau 89- Profil en travers en aval de l'étang

Profil n°2	
 <p>Lpbmoy=60cm Llmmoy=45cm Hpbmoy=70cm</p>	
Caractéristiques physiques du cours d'eau	
Substrat	Sable-graveleux avec cailloux
Facès d'écoulement	Plat lentique et radier
Végétation	Moyenne sur les berges
Obstacle	Discontinuité en aval de l'ouvrage
Commentaire	

Au niveau de route communale (à l'est), une discontinuité est relevée du fait d'une chute à l'aval de l'ouvrage de franchissement. Le cours d'eau présente ensuite un état hydromorphologique intéressant pour les espèces salmonicoles avec une granulométrie grossière et une diversité des faciès écoulements (succession radier/fosse cohérente pour former des diversités biogènes d'habitats).



Photo 120- Discontinuité en aval de la route communale (source : Fédération de pêche 56)



Photo 121- Afluent du ruisseau de Lançay à l'aval de la route communale (source : Fédération de pêche 56)

Analyse du fonctionnement écologique du site

Une intervention sur le terrain réalisée le 12 avril 2022 a permis de compléter la description de l'état actuel du site de La Miauderie.

✓ Habitats naturels / flore

Le site de la Miauderie est dans sa partie centrale (pourtour de l'étang) un ancien jardin abandonné ceinturant une maison (construite en 1987) et un hangar abandonnés. Les alentours immédiats sont enrichis avec le développement de ronciers, de jeunes saulidies et de boulaies.

Au nord de la maison se trouve un boisement humide entourant les deux étangs et le ruisseau de la Miauderie. Il s'agit d'un mélange d'espèces locales (soules, bouleaux, et chênes pédonculés essentiellement), mais aussi d'espèces allochtones comme les kála, les rhododendrons, les lauriers saucés/palmes, eucalyptus, peupliers blancs et des bambous. Les étangs sont largement eutrophisés et fermés par les arbres.

Le nord-ouest du site est une zone de source marécageuse avec de nombreux écoulements. Les saussaies marécageuses et les boulaies humides sont dominantes.

Le sud-ouest du site est occupé par une jeune plantation de sapins de Douglas en mauvais état sanitaire. En effet, la plantation bien qu'âgée d'une trentaine d'années comporte au moins un arbre sur trois de mort. Les autres arbres ayant du mal à pousser (pousses annuelles réduites). Cet état sanitaire est probablement dû aux conditions de forte humidité du sol et à la monoculture.

Globalement, le site est une zone humide de tête de bassin versant. Les jeunes boisements occupant le site rappellent cette humidité. Elle est dégradée par la présence d'un étang connecté au cours d'eau, par des remblais (construction et bordures d'étang).

Le caractère boisé et très fermé du site réduit de fait la diversité floristique du site. Le cortège dominant est lié aux boisements humides. De nombreuses espèces de jardins résultant du passé du site sont à noter. Certaines d'entre elles, sont même invasives : rhododendrons, laurier sauce et laurier palme.

Tableau 90- Habitats EUNIS sur le site de la Miauderie en 2022

Code	Habitat typologie EUNIS		Surface m ²
	Libellé		
G1.8	Boisements acidophiles dominés par Quercus		11452
G1.81	Bois atlantiques de Quercus Robur et Betula		2536
F3.13	Ronciers		839
G1.2	Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes		4419
J2.6	Construction abandonnées en milieu rural		456
G1.C	Plantations de populus		682
E3.41	Prairies atlantiques et subatlantiques		12356
G3.F2	Plantations de conifères exotiques		3685
C1	Eaux dormantes de surface		1934
J4.2	Réseaux routiers		439
F9.2	Saussaies marécageuses et fourrés des bas-marais à Salix		5482
TOTAL			44280

Les habitats EUNIS sont cartographiés page 195, Figure 118.

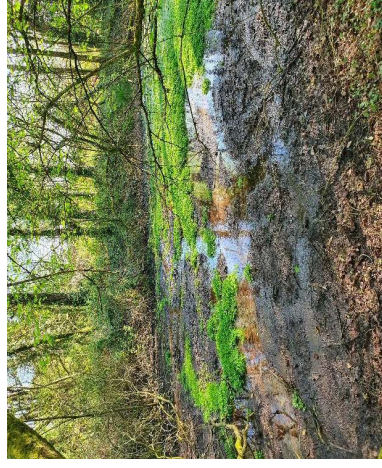


Photo 122- Etang nord-ouest de la Miauderie – fort affaissement

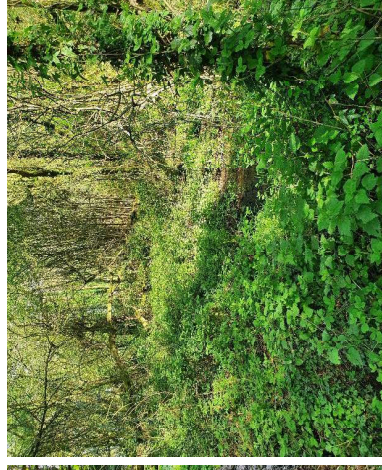


Photo 123- Saussaie marécageuse à la Miauderie



Photo 124- Maison abandonnée de la Miauderie

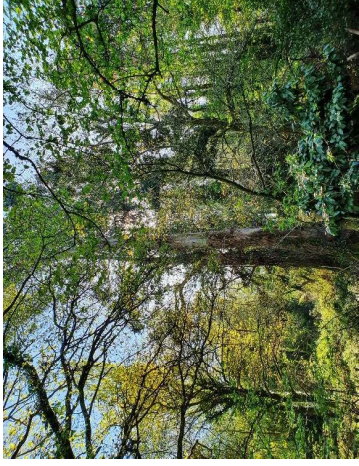


Photo 125- Eucalyptus et Rhododendron

✓ **Avifaune nicheuse**

La date de visite du site a permis de relever l'avifaune nicheuse précoce. Le site étant boisé, deux cortèges principaux sont à noter : les oiseaux communs et les oiseaux forestiers.

Les premiers sont représentés par l'accenteur mouchet, le rougegorge familier, le troglodyte mignon, la mésange charbonnière et la mésange bleue notamment. Les espèces forestières identifiées sont en premier lieu le pic épeiche, le pouillot véloce et la fauvette à tête noire (jeune boisement).

Parmi les espèces à enjeu potentiellement présentes le bouvreuil pivoine (enjeu fort) est à noter. La présence de nombreux bouleaux pourrait le favoriser. Le pic noir est probablement absent du site du fait du jeune âge des arbres (diamètre inférieur à 30cm).

Aucun oiseau d'eau n'est noté sur les étangs. Les surfaces en eau sont très refermées par les arbres et du coup beaucoup moins attractives. Ce cortège nécessite une pièce d'eau centrale ouverte ce qui n'est pas le cas. Deux nids ont été identifiés au bord de l'eau, mais ils sont abandonnés.

✓ **Chiroptères**

La continuité boisée du site entre l'amont et l'aval du ruisseau de la Miauderie favorise le transit des chiroptères. Les nombreuses surfaces de boisements humides offrent des zones de chasse aux espèces ubiquistes et forestières. Le potentiellement d'accueil en termes de gîte forestier est très réduit par le jeune âge des arbres (pas de fissure, loge de pic ou d'écorces décollées). La maison abandonnée est ouverte pour les chiroptères, mais aucun indice de présence n'a été identifié. Le hangar est lui complètement ouvert. Il ne permet pas d'abriter d'individus.

✓ **Mammifères terrestres**

La Miauderie constitue une zone de quiétude pour les grands mammifères communs en complément des cultures et prairies alentour où ils peuvent se nourrir. On peut notamment citer, le renard d'Europe, le blaireau, le sanglier et le chevreuil.

La présence d'espèces de milieux ouverts est à exclure (lapin de garenne, lièvre d'Europe et campagnol amphibie par exemple). Des espèces forestières communes sont probablement présentes comme la martre des pins et l'écureuil roux.

Le putois d'Europe est probablement présent, car les boisements humides avec en plus deux étangs lui sont très favorables. La loutre d'Europe est, elle, potentiellement absente, car le site est situé très en amont sur le cours d'eau.

✓ **Amphibiens**

En 2009, des prospections menées dans le cadre du projet global de mise à 2x2 voies ont été réalisées sur ce taxon spécifiquement. Des tritons palmés et des grenouilles agiles avaient été observés en particulier dans la 2^{ème} mare (en amont) qui était beaucoup plus ouverte et en eau libre. Quelques pontes de grenouille agile ont également été observées dans l'étang principal.

Aujourd'hui, l'étang principal n'est plus favorable aux anoues du fait de la fermeture importante et de l'eutrophisation (avec affaissement) Il y a probablement des poissons dans l'eau. La grenouille commune est probablement présente, car elle est plus opportuniste.

Le second étang même si envasée, est moins fermé, avec des pentes plus douces et de la végétation aquatique. Il est potentiellement plus favorable et en particulier aux urodèles communs tels que la salamandre tachetée et le triton palmé.

✓ **Reptiles**

Le caractère boisé du site, le rend très peu favorable aux reptiles.

✓ **Insectes**

La domination des boisements limite la richesse potentielle en insectes.

Les sautiaux et les ronciers peuvent en période de floraison accueillir des insectes mellifères. Le jeune âge des arbres ne les rend pas attractifs pour les insectes xylophages. La fermeture des étangs ne les rend pas non plus attractifs pour les odonates. L'absence de milieux ouverts engendre également l'absence d'orthoptères.

✓ **Mollusques**

Le site est favorable aux mollusques forestiers. Les habitats sont favorables à l'escargot de Quimper, mais il n'a pas été retrouvé sur place. Ce dernier est en limite d'aire de répartition.

✓ **Poissons**

Des poissons sont présents dans l'étang principal. Son caractère fermé et eutrophisé favorise le cortège d'eau lentique. Le cours d'eau de la Miauderie est en l'état trop petit pour accueillir des poissons.

✓ **Continuités écologiques**

Les boisements de la Miauderie forment une trame verte et bleue continue avec l'amont et l'aval du vallon.



Figure 118- Habitats naturels sur le site de la Miauderie

Objectifs de restauration du site

La restauration prévue est globale et écosystémique.

Elle permet de reconstituer l'hydrosystème de rang 0 (tête de bassin versant – zone de source) du site en privilégiant les techniques de restauration passive. Elle intègre les zones humides sur plus de 6630 m² (avec reconstitution d'une zone humide de 1050 m² sur le secteur de l'ancien bâti) et le cours d'eau sur 370ml.

Plusieurs actions sont programmées :

- Suppression de l'étang (2 600m²) sur le cours d'eau (avec suppression de la digue avec retour au lit original) avec un objectif de rétablir la continuité hydrologique et écologique du cours d'eau et de limiter la dégradation de la qualité de l'eau ;
- Restauration d'une zone humide ouverte à l'emplacement de l'étang et autour du nouveau lit du cours d'eau ;
- Suppression de la zone de bâti (maison + hangar + voie d'accès) et du remblai sur zone humide mis en place fin des années 1980. Cette mesure permettra de restaurer 1 050 m² de zone humide ;
- Réouverture du milieu par éclaircissage des boisements (humide et plantation) avec suppression des espèces invasives et des espèces exogènes (conifères) sur 2 700m².
 - o Ouverture en bordure de la maison actuelle sur plus de 2 680 m² ;
 - o Eclaircissage d'une plantation de conifères en voie de fermeture et avec de nombreux sujets malades ou morts sur dont 1330 m². Evolution du boisement en saussaie marécageuse (rétablissement de la zone de source et enlèvement des drains) ;
 - o Ouverture du boisement humide au nord-ouest du site avec utilisation des grumes pour la restauration passive du cours d'eau (environ 71 000m²).

- Restauration de la zone de source et rang 0 en amont du plan d'eau par techniques passives (bouchons de bois mort et terre hydromorphe) complétée par des techniques de génie minéral pour la diversification des écoulements et la capacité de débordement du cours d'eau.

À noter que la restauration hydromorphologique est possible au regard de la typologie géodynamique du cours d'eau et du site. Aujourd'hui l'inertie du cours d'eau est bonne et de par sa puissance spécifique (53 W/m² pour un Qpb calculé de 0.294 m³/s), l'érodabilité apparente des berges, l'emprise disponible et la qualité de l'eau (sources plus alimentation de la tête de bassin versant) une mise en œuvre passive de la restauration semble pertinente. De plus, l'idée est de maintenir une ripisylve dense des boisements de zone de source (saussaie) favorisant l'apport continu en bois ;

- Restauration du profil en long et en travers du cours d'eau initial de l'étang jusqu'au passage sous la route ;
- Mise en place d'une rampe d'encrochement en aval de l'ouvrage routier pour régler la discontinuité effective (hydro-sédimentaire voire piscicole) ;
- Restauration de l'étang en amont pour former une mare favorable au cycle de vie des amphibiens (curage, éclaircissage, restauration de l'exutoire) ;
- Suppression des drains en provenance de la plantation de conifères exotiques ;
- Maintenir les apports configus en eau de façon diffuse (sources).

Mesures de restauration

- ✓ **Travaux à mettre en œuvre pour restaurer la zone humide et le cours d'eau**

Plusieurs actions sont programmées dans le planning suivant :

- ❖ Effacement de l'étang principal

1. Ouverture de la digue (ou des deux exutoires présents) pour initier la vidange progressive de l'étang. À réaliser si possible en période automnale et avant le cycle de reproduction des salmonidés.

Aucun bassin de décantation ne sera mis en place. Il sera priorisé une ouverture progressive de la digue – mais une surveillance accrue des décharges de vase et de MES sera faite durant la vidange (en cas de forte pluie par exemple) ;

2. Pêche de sauvegarde ;
 3. Mise en assec si nécessaire (notamment si une quantité importante de vase est présente), l'installation de la végétation spontanée (joncs, ...) permettra d'assurer une minéralisation et un blocage physique de la vase. Le cas échéant, un export de la vase devra être envisagé en période estivale ;
 4. Ouverture complète de l'ouvrage (digue) – quelques mois après l'assec afin de permettre au ruisseau qui s'écoule dans les sédiments de retrouver progressivement un tracé sinueux et ainsi de recréer son lit.
- ❖ Restauration du cours d'eau secteur amont
 1. Ouverture du milieu avec traitement des espèces exogènes comme le peuplier, l'eucalyptus, le sapin et quelques saules. Traitement des invasifs et exportation des essences non adaptées à la restauration passive comme l'eucalyptus
 - Intervention en période estivale suivant un calendrier de moindre impact et par des techniques douces et manuelles (débardage par exemple).
 2. Installation directement dans le lit de résidus de coupe (grumes) pour bloquer les écoulements et favoriser les débordements. Installation ponctuelle de bouchons ou seuil en bois pour faciliter l'action de débordement.
 3. Suppression d'un drain en provenance de la plantation de conifères.



Photo 126- Exutoire du drain (tuyau PVC) directement dans le cours d'eau

4. Recharge granulométrique pour favoriser la reconstitution du matelas alluvial avec un préalable l'utilisation de bouchon de terre hydromorphe (récupération sur le secteur. L'ajustement se fera en fonction du traitement du plan d'eau et des pentes de reconstitution fixées (profil en long). À noter aujourd'hui la pente globale est de 1.2%.
Restauration d'une sinuosité adaptée aux têtes de bassin versant, diversification des faciès d'écoulement.

Restauration du cours d'eau secteur aval

- Cette étape intègre éventuellement la portion du cours d'eau au niveau de l'étang. Réalisation de la restauration du lit par recharge granulométrique dans la portion sous le plan d'eau si nécessaire.
- La portion en aval de l'étang sera restaurée avec un travail de diversification des faciès d'écoulement (risbermes, blocs, seuils).
- Utilisation d'un mélange granulométrique au plus proche des observations avant travaux (mélange de graviers/cailloux – 10/50mm).
- Une rampe d'entochement sera créée en aval de l'ouvrage de franchissement de la voie communale. Selon la fédération de pêche du Morbihan, cette mesure permettrait aux poissons et notamment aux truites de remonter sur l'amont du ruisseau qui présente des caractéristiques favorables à sa reproduction. Cette rampe est constituée de blocs et pierre sur une distance équivalente à la pente reconstituée du nouveau lit

Autres mesures

- La présence d'amphibiens dans l'étang principal (même s'il présente moins de potentialité d'accueil aujourd'hui) nécessite de proposer des alternatives d'habitats de reproduction et de développement larvaires. La mare alimentée par une source sera conservée et restaurée selon les standards explicités sur les autres sites de compensation pour maintenir un site de reproduction effectif. Une mare complémentaire au sud de l'étang principal sera également mise en place (non connectée au cours d'eau. Ces points d'eau serviront également pour la faune inféodée à ce type de milieu.
- Les bâtiments (maison et hangar) et la voirie permettant d'y accéder seront supprimés. Les remblais sous ces constructions seront également retirés. Cette mesure permettra de restaurer 1050 m² de zone humide.
- Ensemencher la zone humide restaurée afin de favoriser la recolonisation rapide des terrains par des espèces hygrophiles et d'éviter le développement d'espèces exotiques envahissantes.

✓ Caractéristiques du ruisseau restauré

Données	
Débit JT=2ans (m ³ /s)	0,294
QZJ de réf	0,188
Longueur du tronçon (m)	370
Altitude amont	113
Altitude aval	111
Pente CE (m/m)	0,0120

$$Q = S \times Rh^{2/3} \times i^{0,5} \times K$$

$$Rh = S / P$$

$$S = h \times (Lt + ph)$$

$$P = Lt + 2h \times (1 + ph)^{0,5}$$

Détermination par recherche manuelle de L et h pour obtenir QZJ

Lt	h	P	S	Rh	Q	Lm
0,45	0,45	1,46	0,30375	0,2086	0,176	0,90

Figure 119- Dimensions des lits mineurs des tronçons de cours d'eau restaurés

Pente des berges	p	0,5
Rugosité lit reconstitué	K	15
Largeur du lit mineur	Lt	0,45
Largeur miroir (plein bords)	Lm	0,90
Hauteur des berges	h	0,45

Calcul de la puissance spécifique

$$W = 98,10 \times QZJ \times i / Lm$$

W (W/m ²)	Résultats
	25

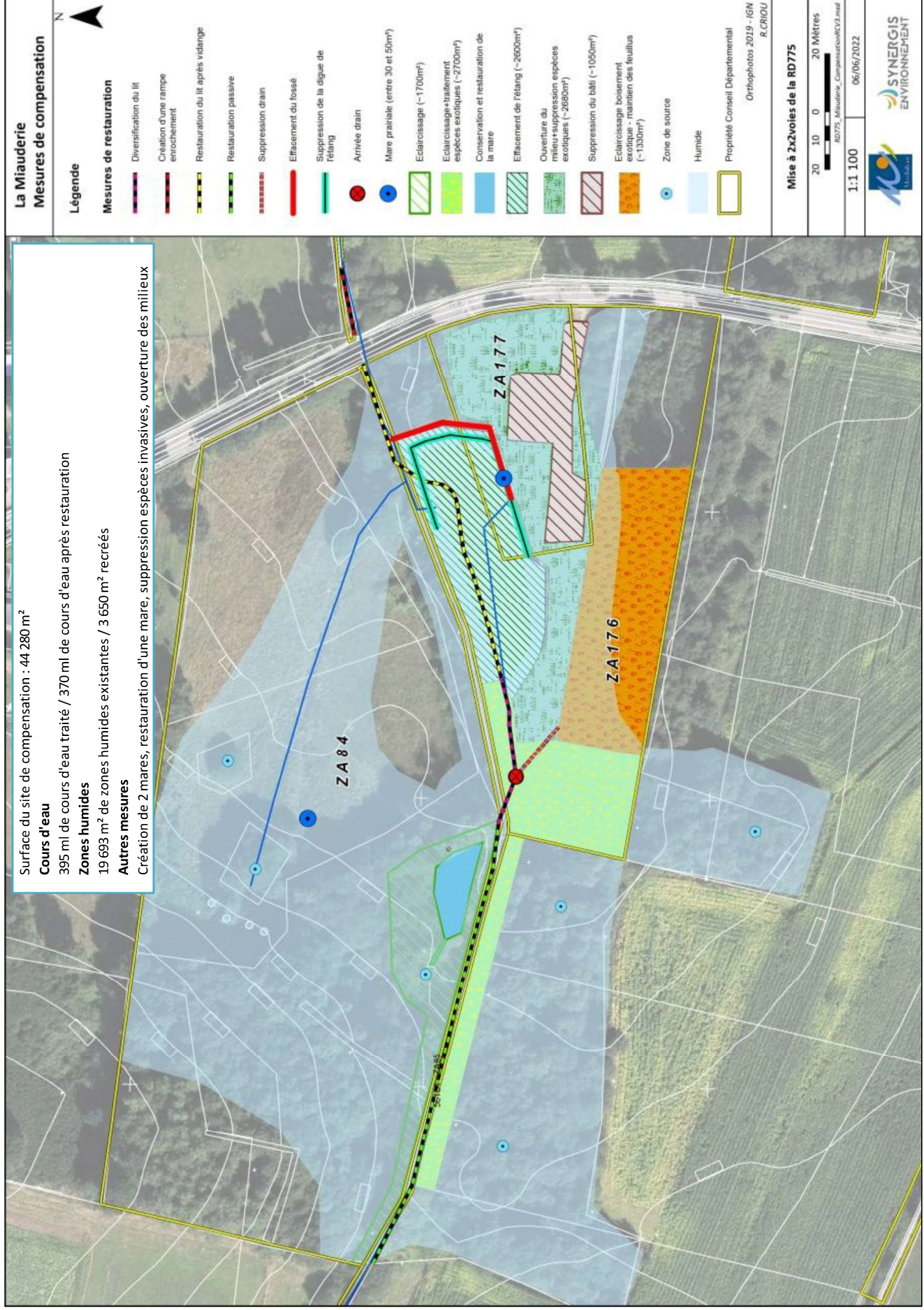


Figure 120- Mesures de restauration globale sur le site de la Miauderie

Bénéfices attendus pour le fonctionnement écologique du site

✓ Habitats-Flore

La conversion de l'étang en zone humide fonctionnelle, la suppression des zones de bâti et des fossés vont supprimer les dégradations des milieux naturels. Un gain qualitatif important est à noter pour les habitats naturels. La renaturation des zones de bâti et la restauration de la mare actuelle vont créer de nouveaux milieux. La suppression du boisement de sapins de Douglas, et des espèces allochtones va favoriser la flore locale. La diversification des milieux et leur restauration vont favoriser une diversification de la flore.

✓ Avifaune nicheuse

La conversion de l'étang en prairie/mégaphorbiaie et de la plantation de sapins de Douglas en prairie vont créer des zones d'écotones favorables à l'avifaune nicheuse de bocage et va donc diversifier les espèces présentes. Ces zones seront également des zones de nourrissage. La suppression des sapins de Douglas n'a que peu d'effet sur l'avifaune nicheuse, car ces espèces exotiques sont peu favorables. Enfin, la maison détruite n'abritait pas d'oiseaux. Sa suppression n'a donc pas d'impact.

✓ Chiroptères

La création de prairies/mégaphorbiaies engendra des zones de lisières favorables au transit et à la chasse des chiroptères.

✓ Mammifères terrestres

La restauration des milieux humides a globalement un effet positif sur les mammifères. La création de prairies/mégaphorbiaies au sein du boisement favorise les micromammifères et donc leurs prédateurs potentiels (renard roux, etc.).

✓ Amphibiens

L'effacement de l'étang a peu d'effet sur les amphibiens, car celui-ci était très refermé, eutrophisé et aux berges abruptes. Cependant la restauration de la mare plus à l'ouest va engendrer une dynamique positive pour les amphibiens avec un développement de leurs populations.

✓ Reptiles

Le caractère boisé du site le rend très peu favorable aux reptiles. La création de prairies/mégaphorbiaies peut éventuellement créer des zones de thermorégulations.

✓ Entomofaune

La création de prairies/mégaphorbiaies favorise les espèces de milieux ouverts. La mare restaurée va accueillir des espèces de milieux aquatiques en plus grand nombre.

✓ Poissons

L'effacement de l'étang supprime un milieu de vie pour des espèces de milieux lenticules comme la carpe d'Europe. Néanmoins, la restauration du cours d'eau et l'effacement de l'étang vont grandement améliorer la qualité de l'eau est ainsi favoriser des espèces de zones lotiques comme les salmonidés. Les cours d'eau étant de petite taille, voire intermittents, cet effet sera ressenti plus en aval du cours d'eau.

✓ Continuités écologiques

La restauration des cours d'eau et l'effacement de l'étang amélioreront grandement la trame bleue dans le site de compensation.

Déroulement des travaux

Le lecteur peut se référer à la description donnée pour le site de Port Morgan.

Suivi et gestion

Les travaux de restauration du site s'accompagneront de la mise en œuvre d'un plan de gestion afin de permettre une fonctionnalité biologique optimale des habitats humides et du cours d'eau.

✓ Suivis écologiques post-travaux

Les suivis suivants seront réalisés sur le site de compensation et en particulier sur les cours d'eau :

- Suivi morphologique du cours d'eau avant/après travaux tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Suivi sur 3 ans des faciès d'écoulement jusqu'à N+6 ;
- Suivi granulométrique annuel de type Wolman tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Calcul des débits Q2 - Qpb/Q5 (capacités de débordement) tous les 3 ans jusqu'à N+6 ;
- Diversité des espèces aquatiques (I2M2, IPR, IBMR) à N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi faune (amphibiens, insectes, oiseaux, chiroptères, micromammifères semi-aquatiques) : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi flore : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi de l'éradication des espèces invasives : N-1, N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 ;
- Suivi pédologique des zones humides recréées : N-1, N+1, N+3, N+5 et N+10

Le suivi spécifique des zones humides est indiqué au chapitre V.2.3.8a. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

✓ Gestion du site

La sécurité foncière du site étant assurée (propriété du département), une gestion à long terme (au-delà de 20 ans) sera réalisée par un bureau d'études en environnement.

Le suivi des espèces invasives sera réalisé sur le long terme avec la mise en place de mesures curatives (arrachage manuel).

❖ Analyse des sites et justification de l'équivalence fonctionnelle

La méthode de dimensionnement de la compensation en faveur des cours d'eau, décrite ci-dessous, permet de justifier de façon quantitative l'équivalence fonctionnelle pour ce compartiment.

À ce jour, il n'existe pas de méthode officielle, à l'échelle du territoire national, de dimensionnement de la compensation pour les cours d'eau. Même si ce point est relevé de façon stricte par les services instructeurs, la démarche de dimensionnement reste un exercice délicat autant sur l'approche qualitative que quantitative.

L'application des méthodes se base sur un état initial de référence qui reflète un état hydrobiologique à un temps représentatif du linéaire de cours d'eau concerné. Des éléments objectifs, comme la présence ou non de poissons, plantes, frayères..., permettent de justifier clairement de l'intérêt écologique du cours d'eau, mais la fonctionnalité hydromorphologique, sédimentaire et de continuité écologique nécessitent une approche plus subtile sur la non-fonctionnalité effective (rupture de continuité d'un ouvrage par exemple) et la fonctionnalité globale du cours d'eau souhaité (à une échelle plus importante – bassin versant) et réalisable.

En France, l'analyse bibliographique menée par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) sur la compensation des cours d'eau n'a pas permis de mettre en évidence de méthodes opportunes spécialisées sur les cours d'eau. À juste titre, le CGDD en partenariat avec le CEREMA et l'AFB a publié un ouvrage en décembre 2018¹⁴ présentant des méthodes de dimensionnement étrangères (en particulier américaines) de la compensation écologique – utilisables lors d'impact sur les cours d'eau.

Plusieurs méthodes sont critiquées et analysées pour une applicabilité au contexte français. La comparaison pertes écologiques engendrées vs gains écologiques après mise en œuvre de mesures compensatoires est particulièrement étayée.

Une des méthodes quantitatives présentées (méthode Kansas) a déjà été utilisée pour le dimensionnement des mesures de compensation en faveur des cours d'eau pour le projet de mise à 2x2 voies de la RNI 64 au droit de Rostrenen (Maître d'ouvrage : DREAL Bretagne). En l'absence d'un meilleur outil et pour faciliter l'approche et donc l'instruction, la méthode quantitative de l'État de l'Illinois a été utilisée. Elle est identique à celle du Kansas, mais des éléments de définition des termes sont précisés.

Comme souligné dans la Fiche 11 du guide, cette méthode compare les « crédits » issus de la compensation projetée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures proposées au titre de la compensation, cette condition étant remplie uniquement lorsque les « crédits totaux » générés sont supérieurs ou égaux aux « débits totaux » (approche classiquement utilisée pour la compensation des zones humides).

■ Détermination des débits

La détermination des « débits » mobilise six critères d'ajustement. Pour remplir le tableau des débits, les sections sont catégorisées comme suit :

- **Type de cours d'eau impacté** : éphémère (0,4) / intermittent avec bassins saisonniers (0,6) / permanent (0,8) ;
- **Niveau d'enjeu du cours d'eau impacté** : prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1).
- Un enjeu prioritaire s'applique aux cours d'eau à l'origine de contributions importantes pour la biodiversité. Les impacts sur ces cours d'eau devraient en priorité être évités ou réduits. ;
- **État actuel** : tronçon de cours d'eau hautement fonctionnel (5^{ème} type de cours d'eau) / moyennement fonctionnel (0,8^{ème} type de cours d'eau) / perturbé fonctionnellement (0,1^{ème} type de cours d'eau) ;
- **Durée de l'impact** : temporaire, soit moins d'un an (0,05) / de court terme (0,1) / permanent, soit plus de deux ans (0,3) ;
- **Type d'activité à l'origine de l'impact** : 10 catégories d'impacts sont identifiées dont 9 le sont déjà dans la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) et avec les mêmes valeurs allant de 0,05 à 2,5. La dixième activité concerne des zones temporairement inondées par un dispositif d'écrêtement des crues (0,4) ;

- **Cumul de l'impact** : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté (0,0003 multiplié par la longueur impactée par le type d'activité).

Tableau 9 | 1- Critères d'évaluation des débits (source : CGDD, 2018)

Critères	Options		Durée de l'impact	Cumul de l'impact					
	Éphémère/Intermittent sans « bassins saisonniers »	Intermittent avec « bassins saisonniers »		Temporaire (< 6 mois)	De court terme (6 mois à 2 ans)	Permanent (plus de 2 ans)	État actuel	Moyennement fonctionnel	Hautement fonctionnel
Type de cours d'eau	0,1	0,4	0,05	0,05	0,1	0,3	0,8	Permanent	0,8
Niveau d'enjeu du cours d'eau	Tertiaire	Secondaire	0,1	0,1	0,4	0,8	0,8	Prioritaire	0,8
État actuel	Perturbé fonctionnellement	Moyennement fonctionnel	0,2	0,6	1,2	1,2	1,2	Hautement fonctionnel	1,2
Activité à l'origine de l'impact*	Défrichement	Consolidation, protection de berges	0,05	0,5	1,5	2,0	2,0	Remblai, dérivation	2,5
Impact cumulé***	0,0003 x linéaire total de cours d'eau impacté par l'activité								

* Il faut retenir l'activité la plus impactante sur le tronçon étudié.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

*** Impact cumulé : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté.

Au regard des éléments pris en compte ci-dessus, le détail des calculs des débits sont réalisés pour les **cinq tronçons de cours d'eau impacté nécessitant une mesure compensatoire. La sélection a été présentée dans le Tableau 66 et concerne une perte cumulée de lit mineur de 107,5 ml et un recouvrement supplémentaire par les ouvrages de franchissement de 100 ml.**

La perte de lit mineur correspond au déficit de rétablissement des linéaires de cours d'eau impacté par le projet tandis que l'augmentation du recouvrement est provoquée par l'allongement des ouvrages.

Les impacts identifiés sur ces sections ne sont donc ni évités, ni réduits en totalité et sont donc à compenser.