



Figure 42: illustration de mise en défens en phase chantier

Une attention particulière sera portée à la protection de l'arbre à Grand Capricorne et les arbres à cavités présents sur le site. Ces arbres seront mis en défens dès le démarrage du chantier.

Localisation des espèces patrimoniales et leurs habitats - Insectes

Zone de temporisation des inondations du bourg de Loiron
Diagnostic écologique



Titre de la mesure et codification THEMA	MR3 : Respect des périodes de sensibilité des espèces pour la réalisation des travaux impactant (R3.1a)
Effets attendus	<p>La période d'exécution des travaux, <u>notamment des travaux de suppression de la végétation en phase préparatoire</u>, peut engendrer des risques d'atteintes à l'intégrité physique des individus, de leurs nids et de leurs œufs ou des risques de perturbation, notamment pendant la période de reproduction et de dépendance. Cette perturbation pourrait remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques des espèces considérées. <u>Une adaptation des périodes de travaux préparatoires respectueuse des périodes de reproduction et nidification est prévue.</u></p> <p>Limites les impacts sur les individus d'espèces protégées en période de dépendance à leur habitat.</p>
Localisation	Ensemble du périmètre projet
Modalités de mise en œuvre	Définition d'un calendrier de périodes favorables aux opérations de suppression de la végétation. Les périodes défavorables seront évitées.
Calendrier	/
Opérateurs en charge	Maîtrise d'ouvrage, Ecologue, Maître d'oeuvre
Mesure de suivi associée	MA5 : accompagnement de la phase chantier par un écologue
Difficultés Limites associées	/

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Reptiles	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Vert	Vert	Vert
Avifaune nicheuse	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Vert	Vert	Vert
Mammifères terrestres	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Vert	Vert	Vert

■ Période conseillée, travaux possibles sans risque majeur
■ Période à éviter, travaux envisageables sous réserve de l'avis d'un expert écologue
■ Période à proscrire, travaux impossibles période de forte sensibilité

Titre de la mesure et codification THEMA	MR4 : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (R2.1.f)
Effets attendus	Limiter au maximum les populations d'espèces exotiques envahissantes afin d'améliorer la fonctionnalité biologique des habitats et éviter leur dissémination
Localisation	Ensemble du site projet
Modalités de mise en œuvre (Principe général, un affinage technique sera réalisé avant mise en œuvre)	Le site présente une espèce invasive à surveiller : l'Erigeron. Un arrachage manuel sera réalisé au démarrage du chantier. Les plants seront disposés dans des sacs pour le transport et traités en déchetterie.
Calendrier	Dès le démarrage de la phase travaux
Opérateurs en charge	Maîtrise d'ouvrage, Ecologue, Maître d'oeuvre
Mesure de suivi associée	MA5 : accompagnement de la phase chantier par un écologue MS1 : suivi écologique du site

4.2.7.3.7 Evaluation des impacts résiduels et définition du besoin compensatoire

⇒ **Estimation des surfaces et impacts résiduels sur les habitats pour les populations d'espèces protégées à forte exigence écologique**

- **Vis-à-vis de la flore**

Il est prévu un impact positif du projet sur les communautés végétales du site avec :

- Levée de la pression culturale et de l'usage d'intrants,
- Restauration d'un couvert végétal diversifié par ensemencement,
- Entretien du site par fauche pour maintenir un espace prairial et favoriser le développement des cortèges floristiques de zone humide,

- **Vis-à-vis de la faune**

Le site présente des enjeux principalement localisés en périphérie du projet, au niveau des alignements bocagers et des fourrés. Une sensibilité est également présente à proximité du site avec une population d'amphibiens dans un plan d'eau privé.

Le projet s'implante en totalité sur l'habitat « Monoculture de maïs » qui présente un intérêt uniquement pour l'alouette des champs et pour le lapin de Garenne. La gestion conventionnelle de la culture et la date de réalisation des semis limitent néanmoins assez fortement cet intérêt (destruction de nichées lors des semis, épandage de produits phytosanitaires susceptibles d'impacter la faune).

Quelques espaces devront être dégagés au niveau des alignements arbustifs et arborés afin de permettre la création des aménagements. Il est prévu un impact sur une surface cumulée d'environ 400 m².

Il est attendu que le projet ait un impact positif sur la faune du fait :

- De la levée de la pression culturale,
- De l'arrêt du labour,
- De la diversification des habitats et de la constitution d'une prairie permanente qui va permettre de créer un support de nidification pour de nombreuses espèces ainsi qu'une zone d'alimentation,
- De la gestion extensive, favorisant l'accomplissement de la totalité du cycle biologique des espèces (fauche tardive avec exploitation).
- Création de trois mares afin de favoriser la création d'un nouvel habitat pour les amphibiens et le cortège d'insectes liés aux milieux aquatiques.

Habitat	Espèce ou groupe d'espèces protégées utilisatrices	Surface de l'habitat dans la ZE (en m²)	Surface brute impactée (en m²)	Part relative des habitats d'espèces protégées impactées dans la ZE	Surface résiduelle impactée (m²)	Part relative des habitats d'espèce protégée Impact résiduel total	Part relative des habitats d'espèce protégée évités-préservés	Evaluation de l'impact résiduel sur les habitats pour les populations d'espèces protégées à forte exigence écologique
G1.8 Chênaie acidophile atlantique	Avifaune protégée non menacée, verdier d'Europe, tourterelle des bois, tairier pâtre, lapin de garenne, hérisson d'Europe, bruant jaune, chiropières	218	218	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations . Cet habitat est évité
G1.1 Saulaie	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, tairier pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune, chiropières	1550	1550	100%	250	16%	84%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet), les impacts seront limités. - Possibilité de report : les habitats similaires évités par le projet - Présence sur des espaces préservés/évités : ces espèces fréquentent de nombreux habitats préservés par le projet → Impact résiduel non notable sur les populations
G1.1 Saulaie	Avifaune protégée non menacée, chardonneret élégant, grenouille verte, hérisson d'Europe, lapin de garenne, tairier pâtre, linotte mélodieuse, bruant jaune, chiropières	800	800	100%	130	18%	81%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet), les impacts seront limités. - Possibilité de report : les habitats similaires évités par le projet - Présence sur des espaces préservés/évités : ces espèces fréquentent de nombreux habitats préservés par le projet → Impact résiduel non notable sur les populations
F3.1 Fourrés tempérés à Prunus spinosa et Ronces	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, tairier pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune, chiropières	250	250	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
F3.1 Fourrés tempérés à Prunus spinosa et Ronces	Avifaune protégée non menacée, chardonneret élégant, hérisson d'Europe, lapin de garenne, tairier pâtre, bruant jaune, linotte mélodieuse, chiropières	550	550	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
F3.131 Ronciers	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, tairier pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune, chiropières	65	65	100%	20	33%	67%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet), les impacts seront limités. Cet habitat sert de zone refuge et d'alimentation secondaire par rapport au reste du site. - Possibilité de report : les habitats similaires évités par le projet - Présence sur des espaces préservés/évités : ces espèces fréquentent de nombreux habitats préservés par le projet notamment dans les alignements bocagers périphériques aux travaux → Impact résiduel non notable sur les populations
FA.3 Haie riche en espèces indigènes + peupliers	Avifaune protégée non menacée, hérisson d'Europe, grenouille verte	350	350	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
E2.2 Prairie de fauche subatlantique	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, tairier pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune	50	50	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
E3.4 Prairies eutrophes et mésotrophes humides	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, tairier pâtre, verdier d'Europe,	300	300	100%	0	0	100%	<ul style="list-style-type: none"> - Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités. → Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité

	hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune								→ Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
E5.4 Lisères et prairies humides	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, taiter pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune	130	130	100%	0	0	100%		- Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités.
R5.4 Lisères forestières ombragées	Avifaune protégée non menacée, tourterelle des bois, taiter pâtre, verdier d'Europe, hérisson d'Europe, lapin de garenne, bruant jaune, chiroptères	209	209	100%	0	0	100%		→ Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité
11.1 Monoculture intensive de maïs	Alouette des champs, lapin de garenne	19422	19422	100%				Habitat non utilisé par des espèces protégées	- Impact résiduel : grâce aux mesures de réduction (période de travaux, réduction des emprises projet, mise en défens de cet espace) les impacts seront limités.
J6.5 Amas de pierres	/	125	125	100%				Habitat non utilisé par des espèces protégées	→ Impact résiduel non notable sur les populations. Cet habitat est évité

⇒ Un effort important d'évitement et de réduction a amené à réduire les surfaces impactées sur une majeure partie des habitats. Les habitats présentant des enjeux importants ont été évités par le projet.
 ⇒ Les espaces artificialisés qui sont occupés par certaines espèces de reptiles et l'avifaune pour l'alimentation et le repos seront toujours fonctionnels après aménagement de la centrale.

4.2.7.3.8 Evaluation de l'impact résiduel et besoin compensatoire

Le tableau ci-dessous synthétise le niveau d'impact résiduel au regard des mesures d'atténuation présentées précédemment et évalue le besoin compensatoire pour chaque groupe d'espèces protégées.

Tableau 51: Rappels des 5 catégories d'impacts évalués

Impact MAJEUR : effet de nature à générer un impact notable sur les populations de portée nationale à supra-nationale
Impact FORT : effet de nature à générer un impact notable sur les populations de portée régionale
Impact MOYEN : effet de nature à générer un impact notable sur les populations de portée départementale
Impact FAIBLE : effet de nature à générer un impact notable sur les populations de portée locale, à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier...)
Impact TRES FAIBLE : effet de nature à générer un impact notable sur les populations de portée locale, à l'échelle de la seule aire d'étude

	Espèces	Cible réglementaire pour le projet	Impact brut évalué en l'absence de mesures	MESURES D'ATTÉNUATION	IMPACT RESIDUEL APRES MESURES E et R	NÉCESSITÉ MESURES COMPENSATOIRES	Justification
Insectes 1 espèce protégée patrimoniale	Grand capricorne	<i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Très faible	MR1, MR2	Non significatif	Non	<ul style="list-style-type: none"> - Balisage des espaces évités - Evitement de la totalité de l'habitat de l'espèce - Impact faible sur les chênes susceptibles d'assurer la pérennité de l'espèce dans le futur (suppression de très jeunes plants pour éclaircir les ripisylves).
	Grenouille verte	<i>Individus</i>	Très faible	MR2, MR3	Non significatif	Non	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en défens du site en cas de travaux en période de migration des amphibiens - Evitement de la totalité des habitats d'espèce (hivernage)
Amphibiens 1 espèce protégée patrimoniale	29 espèces considérées comme nicheuses certaines ou probables	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	
	Linotte mélodieuse	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	
	Chardonneret élégant	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	<ul style="list-style-type: none"> - Evitement de la quasi-totalité des habitats d'espèce - Respect des périodes de reproduction - Balisage des espaces évités
	Bruant jaune	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion écologique de la ripisylve, des fourrés et espaces ouverts
Avifaune 30 espèces <i>Reproduction, déplacement, nourrissage, repos</i>	Tarier pâtre	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	
	Verdier d'Europe	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	
	Tourterelle des bois	Non protégée	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	
	Alouette des champs	Non protégée	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	

	Espèces	Cible réglementaire pour le projet	Impact brut évalué en l'absence de mesures	MESURES D'ATTÉNUATION	IMPACT RESIDUEL APRES MESURES E et R	NECESSITÉ MESURES COMPENSATOIRES	Justification
Mammifères 1 espèce protégée et 1 espèce patrimoniale Reproduction, déplacement, nourrissage, repos	Hérisson d'Europe	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	- Evitement de la quasi-totalité des habitats d'espèce - Respect des périodes de reproduction - Balisage des espaces évités
	Lapin de Garenne	Non protégée	Très faible	MR1, MR2, MR3	Non significatif	Non	Gestion écologique de la tipisylve, des fourrés et espaces ouverts
Chiroptères 6 espèces/groupes d'espèces protégées Déplacement, nourrissage	Pipistrelle commune	Protection nationale <i>Individus et sites de reproduction et des aires de repos</i>	Très faible	ME1, MR1, MR2	Non significatif	Non	- Conservation des axes de transit - Conservation de l'arbre gîte
	Pipistrelle de Kuhl Pipistrelle de Kuhl/Nathusius Serotiline commune Noctule de Leisler Groupe des murins						
Continuités écologiques	-	SRCE Trame verte et bleue locale	Très faible	MR1, MR2	Non significatif	Non	Conservations de l'ensemble des axes de continuité écologique majeurs du site

A la suite de la mise en place des mesures d'atténuation, il est conclu qu'aucun individu d'espèces protégées n'aura à subir de destruction ou de perturbation remettant en cause le bon accomplissement de leurs cycles biologiques et que le projet ne sera pas de nature à nuire au maintien des populations d'espèces protégées dans un état de conservation favorable, à quelque échelle que ce soit.

4.2.7.3.9 Mesures d'accompagnement

MA1 : plantation de haies arbustives sur les merlons (A3.b)

Les haies arbustives créées sur les merlons transversaux seront créées à partir de plants labélisés « Végétal Local » (noisetier coudrier, aubépine monogyne, fusain d'Europe, ajonc d'Europe, prunellier, cornouiller sanguin).

Cette mesure d'accompagnement sera favorable à l'avifaune, aux mammifères terrestres ainsi qu'aux amphibiens.

Un total de 150 ml de haie arbustive sera créé sur le site.



Aubépine monogyne



Noisetier coudrier



Fusain d'Europe



Ajonc d'Europe

MA2 : création de mares (A3.a)

Le site ne comprend actuellement aucune mare. Un petit plan d'eau privé est présent au sud du projet. L'opportunité de créer des mares dans l'emprise du projet a justifié la création d'une mesure d'accompagnement spécifique.

La réalisation d'une évaluation de la connectivité du réseau de mares par l'intermédiaire de zones tampon de 200m autour des mares existantes indique un recouvrement limité au niveau du site. La réalisation des mares va ainsi permettre de conforter ce réseau écologique (voir cartes page suivante).

Ces mares seront de tailles variées afin d'accueillir des cortèges de végétation variées et offrir des conditions d'habitat différentes pour la faune. Les pentes douces (15 à 30 %) faciliteront l'accès et la pousse de la végétation, le contour sinueux et en eau une partie de l'année.



Carte 59 : réseau de mares avec zone tampon de 200 mètres - état actuel

Carte 58 : réseau de mares avec zone tampon de 200 mètres - situation projetée

MA3 : création d'habitats prairiaux (A3.a)

Recréation d'habitat prairiaux sur environ 1 ha : Les prairies seront gérées en éco pâturage ou fauchées une fois par an avec un arrêt de la fertilisation du site ou mise en pâturage extensif. L'objectif est la mise en place d'une gestion extensive favorable à la biodiversité (alimentation de la faune et du chardonneret élégant notamment).

MA4 : Accompagnement du chantier par un coordinateur environnement

Afin de s'assurer que l'ensemble des enjeux écologiques ont bien été pris en compte, les chantiers travaux des différentes phases de l'opération seront vérifiés par un coordinateur environnement. Ce dernier sera présent au moment de certaines réunions de lancement chantier, afin de présenter aux équipes travaux les enjeux sur le site et les mesures associées.

Afin de suivre au plus près la bonne mise en œuvre des mesures, un programme de suivi sera mis au point :

- Pour le maître d'ouvrage, d'avoir une visualisation rapide de la qualité de la prise en compte des écosystèmes par les entreprises et permet de voir rapidement les problèmes relevés.
- Pour les entreprises, de visualiser rapidement les enjeux relatifs à la biodiversité et permet de mettre en œuvre un ensemble de procédures qualités en matière de prise en compte des écosystèmes.

Ce programme inclura les étapes suivantes :

- Définition des points d'audits et de contrôle, du registre de suivi,
- Définition des critères d'évaluation et de conformité,
- Définition de l'organisation et des procédures d'audits et contrôles,
- Mise en place des outils et matériels de préservation des milieux sur site.

Deux audits inopinés seront réalisés au cours de chaque chantier afin de s'assurer de la bonne préservation des espaces mis en défens présentés aux mesures d'atténuation. Des comptes rendus de chantier viendront synthétiser chaque intervention.

Afin de garantir, d'une part une conception et un suivi de réalisation des travaux performants et conformes aux objectifs détaillés précédemment, d'autre par la sélection d'entreprises expérimentées, compétentes et disposant de moyens humains et matériels adaptés, le pétitionnaire va se charger en interne de ce contrôle. A cette occasion, un synoptique localisant les zones sensibles leur sera transmis. Celui-ci permettra d'avoir une vision globale des aspects environnementaux à prendre en compte et des zones à préserver.

Le coordinateur environnement s'assurera également qu'aucun amphibien ou reptile n'est présent sur l'emprise des opérations de chantiers. Le cas échéant, un sauvetage de ces individus sera entrepris

avant le redémarrage du chantier, de façon à ce que les individus poursuivent leur route ou continuent leur cycle de reproduction au sein d'une zone non impactée à proximité.

MA5 : Suivi écologique

En phase d'exploitation, un suivi écologique sera assuré. Ce suivi sera réalisé pendant 10 ans. Il comprendra :

- Etude pédologique et floristique du site pour statuer sur les fonctions de la zone humide
- Un inventaire faunistique sur les groupes suivants : amphibiens, avifaune, entomofaune.
- Suivi des espèces exotiques envahissantes.

Le suivi sera réalisé aux années n+2, n+5 et n+10. A chaque phase de suivi, un rapport d'évaluation sera constitué et transmis à la DDT.

Vis-à-vis des espèces exotiques envahissantes, en cas de développement de l'Erigeron ou en cas de développement d'une nouvelle espèce exotique envahissante, un protocole d'intervention sera mis en place après validation de la démarche avec la DDT.

4.2.7.4 Incidences et mesures vis-à-vis des zones humides

➤ **Rappel des fonctions de la zone humide**

Intérêt très faible à inexistant	Intérêt notable
Intérêt faible	Intérêt fort

Type de fonctions	Critère	Etat initial
Physiques	Position au sein du bassin versant	Située en tête de bassin versant mais enclavée un réseau de cours d'eau très profonds
	Connexion avec les eaux de surface	Faible connexion avec les eaux de surface. Zone humide drainée
	Grands types de sol	Sols hydromorphes en profondeur (rédoxiques) mais présentent un horizon superficiel drainant
Hydrauliques	Soutien naturel d'étiage	Participe faiblement au soutien d'étiage
	Régulation naturelle des crues	Ne constitue pas un champ d'expansion de crues
	Protection contre l'érosion	Zone humide cultivée, et labourée. Source de sédiments lors des précipitations lorsque le sol n'est pas couvert
	Stockage de surface	Stockage des eaux de précipitations
	Recharge et décharge des nappes	Effet probablement faible au regard de la nature du sol et du sous-sol (argileux à très faible profondeur) et de la présence de drains.
Epuratoires	Régulation des nutriments	Aucune activité de régulation du fait de l'absence de couvert végétal permanent
	Rétention des micropolluants	Aucune activité de régulation du fait de l'absence de couvert végétal permanent
	Interception des MES	Aucune activité de régulation du fait de l'absence de couvert végétal permanent
Biologiques	Corridor écologique	Les alignements arbustifs et arborés ainsi que les cours d'eau contribuent à la continuité écologique.
	Zone d'alimentation, de reproduction et d'accueil pour la faune	La fonction d'accueil de la biodiversité spécifique des zones humides est limitée du fait des usages en cours.
	Support de biodiversité	En dehors des haies périphériques, la zone humide n'a pas un rôle de support de biodiversité remarquable aux regards des habitats présents et des espèces identifiées lors des prospections.
	Intérêt patrimonial d'espèce ou d'habitat	Il n'a pas été relevé d'habitat d'intérêt, les espèces protégées sont relativement communes.
	Stockage de carbone	Il n'existe pas d'accumulation de matière organique sur les parcelles, pas de rôle spécifique de stockage de carbone.
Socio-économiques	Activité agricole, touristique, chasse, pêche, cadre de vie	Parcelle cultivée en maïs

Le projet vise la création de 1 zone de rétention principale et 3 zones secondaires afin de lisser, en cas d'épisode pluvieux exceptionnel, les apports d'eaux de ruissellement afin de gagner en temps de réponse du bassin versant.

Les habitats présents avant impact incluent :

- Une monoculture intensive de maïs (code EUNIS I1.1), sur 76% du site,
- Une haie d'espèces indigènes riches en espèces (code EUNIS FA.3) su 7% du site
- Des fourrés ripicoles (code EUNIS F9.1) sur 17% du site

↻ Incidences et mesures

Les principaux impacts temporaires identifiés pour le projet portent sur la circulation des engins et le stockage des matériaux.

Le tableau ci-dessous récapitule les mesures d'évitement et de réduction des impacts temporaires. Il décrit notamment les objectifs, les modalités de mise en œuvre et de suivis.

MR_ZH_1	Localisation des zones d'installation de chantier, de stockage provisoire de matériaux et de matériel et de lavage
Code CGEDD	R1.1a
Objectifs	Réduire les surfaces d'habitats naturels détruites par la mise en place du chantier
Localisation	Ensemble de l'aménagement (zones chantiers)
Modalités de mise en oeuvre	<p>Dans un cadre général, les installations de chantier ainsi que les zones de stockage, de lavage et de dépôt de matériaux provisoires seront localisées en dehors des secteurs à fort intérêt biologique et seront localisées au sein des zones d'emprise des travaux</p> <p>Les entreprises en charge des travaux devront proposer et faire valider l'emplacement de ces zones par le maître d'œuvre.</p> <p>Une attention particulière sera portée pendant toute la durée du chantier au strict respect des emprises de travaux définies.</p>
Contrôle associé à la mesure	Vérification du respect des emprises



Carte 60: zones de stockage temporaire possible sur le site

Concernant les impacts permanents, la logique de projet se fonde sur différents leviers d'actions afin de créer la zone de temporisation :

- Création de 3 talus transversaux (emprise cumulée de 850 m²),
- Reméandrage des cours d'eau dans la parcelle,
- Débusage du ruisseau de l'Ardonnière,
- Etrépage de la zone pour améliorer l'engorgement du site,

Afin de permettre le reméandrage du cours d'eau dans le talweg tout en respectant des pentes adaptées, un encaissement maximum du lit mineur de 0.60 m sous le TN sera réalisé. Le rattrapage de la topographie sera réalisé en bordure du cours d'eau avec des pentes maximales de 3/1.

Il est attendu que la totalité de ces actions concoure à l'amélioration des fonctions de la zone humide avec :

- ➔ La remise à ciel ouvert du cours d'eau va améliorer la circulation de l'eau dans la couche superficielle du sol,
- ➔ La création des zones de rétention va favoriser l'augmentation du temps de séjour de l'eau dans le sol.
- ➔ Le reméandrage du cours d'eau dans la parcelle va favoriser l'allongement du temps de séjour de l'eau dans le lit mineur et donc le fonctionnement avec le sol et la nappe,

- L'arrêt de la culture de maïs pour créer une prairie naturelle va améliorer les fonctions biologiques du milieu,
- La suppression des drains va favoriser la rétention de l'eau dans le sol et son infiltration pour recharger la nappe.

Au regard des actions écologiques envisagées, il est attendu une **augmentation significative** de la contribution du site aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques suivantes :

- Présence d'un couvert végétal permanent sur tout le site,
- Présence d'un couvert végétal composé d'espèces caractéristiques de zones humide favorable à l'assimilation des nutriments azote, phosphore et carbone,
- L'absence de système de drainage et des cours d'eau reméandrés qui favorisent la recharge des nappes, le ralentissement des ruissellements et la rétention des sédiments.
- La création progressive d'un épisolum humifère qui favorisera la rétention des sédiments, les processus d'absorption du phosphore et la séquestration du carbone.
- L'enneolement ponctuel de certains secteurs de la zone humide va favoriser le développement d'espèces végétales plus hygrophiles et donc favoriser l'accomplissement du cycle biologique des espèces animales et végétales associées aux zones humides.

Actions	Surface / unité	Fonctions visées
Diversification des habitats : Création / gestion de mares	→ 3 mares créées → Prairie permanente créée	<input checked="" type="checkbox"/> Accomplissement du cycle de vie des espèces
Diversification des habitats : Plantation/ restauration de haies	→ 150 ml de haie plantées	<input checked="" type="checkbox"/> Hydrologique <input checked="" type="checkbox"/> Biogéochimiques
Diversification des habitats : Restauration de zones humides en bord de cours d'eau	→ 7 950 m ² de zones humides restaurées → Zone humide créée du fait de l'expansion des crues et du reméandrage	<input checked="" type="checkbox"/> Hydrologique <input checked="" type="checkbox"/> Biogéochimiques
Reméandrage du ruisseau, retalutage des berges en pentes douces et réhabilitation d'une zone d'expansion de crues	379 ml restaurés	<input checked="" type="checkbox"/> Hydrologique <input checked="" type="checkbox"/> Biogéochimiques <input checked="" type="checkbox"/> Accomplissement du cycle de vie des espèces
Modification des pratiques culturales	2 ha en restauration de prairie	<input checked="" type="checkbox"/> Biogéochimiques <input checked="" type="checkbox"/> Accomplissement du cycle de vie des espèces
Modification des pratiques culturales : Gestion du site par la réalisation d'une fauche annuelle tardive	2 ha en restauration de zones humides	<input checked="" type="checkbox"/> Biogéochimiques <input checked="" type="checkbox"/> Accomplissement du cycle de vie des espèces

En conclusion, ces aménagements vont modifier de façon assez importante la zone humide existante. Cette zone humide, présente aujourd'hui des fonctions altérées (drainage, absence de connexions latérales avec les cours d'eau, faibles fonctions biologiques en dehors des haies). Il est attendu que le projet améliore les fonctions de la zone humide existante et favorise également l'extension de son emprise dans la parcelle.

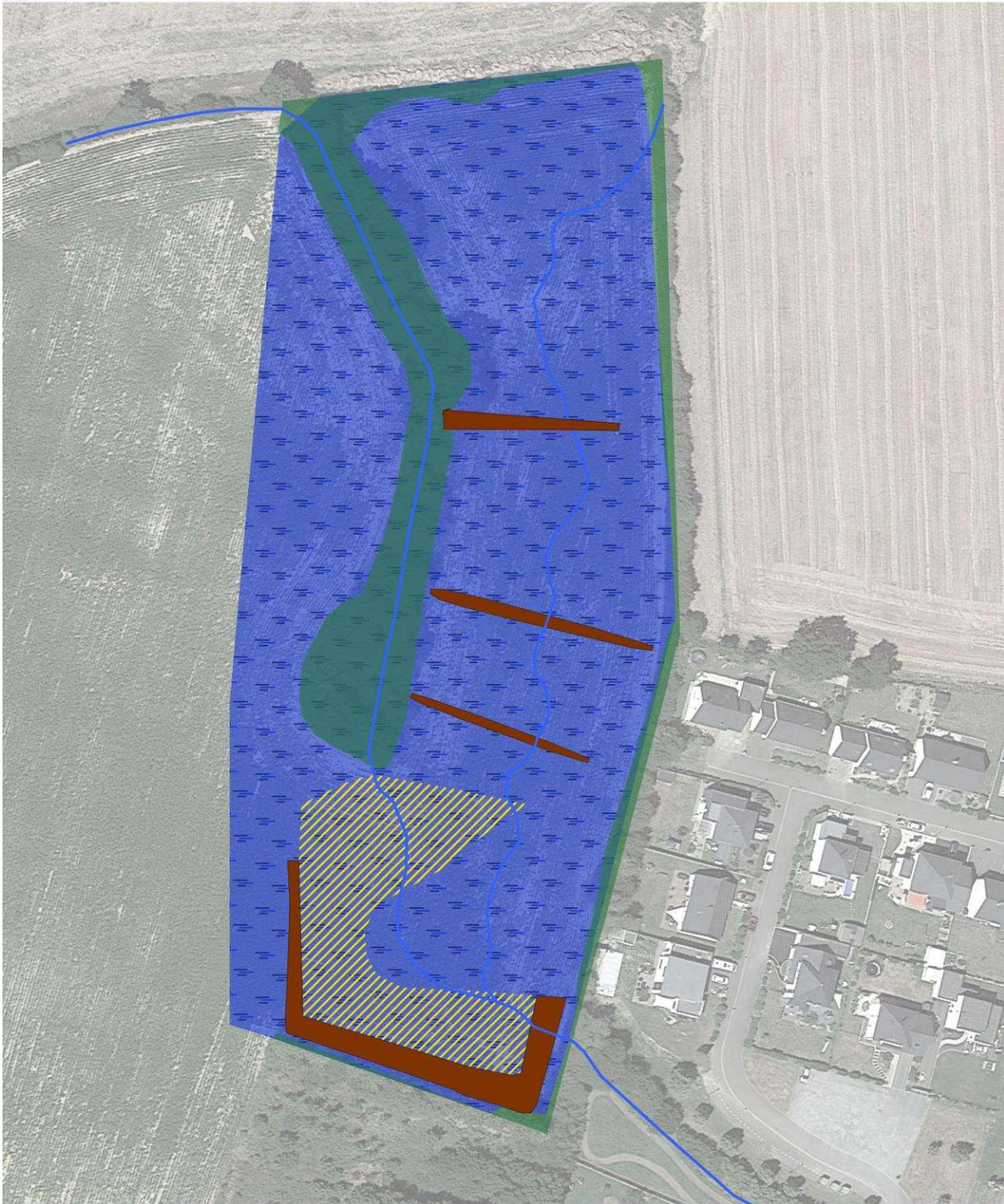
➤ **Mesures de suivi**

La phase chantier bénéficiera d'un suivi par un coordinateur environnement.

En phase d'exploitation, un suivi écologique sera assuré. Ce suivi sera réalisé pendant 10 ans par le syndicat. Il comprendra :

➔ Etude pédologique et floristique du site pour statuer sur les fonctions de la zone humide restaurée.

Le suivi sera réalisé aux années n+2, n+5 et n+10. A chaque phase de suivi, un rapport d'évaluation sera constitué et mis à disposition de la DDT.



Zone humide étrépage 25cm
Talus et merlons

Zone humide

0 0,025 0,05 km

© Copyright - Dervenn Conseils Ingénierie - SIG
Réalisation - Bureau d'études DERVENN - 2022
Sources : GéoBretagne © Droits réservés - Reproduction interdite



Carte 61: situation projetée de l'emprise des zones humides après projet

4.2.8 Incidences et mesures vis-à-vis des risques naturels

4.2.8.1 Retrait-gonflement des argiles

↻ Incidences et mesures

Le territoire de Loiron est concerné par un aléa faible au niveau du retrait-gonflement des argiles. Le projet ne présentera pas de sensibilité vis-à-vis de ce risque.

Il n'est donc pas prévu de mesures vis-à-vis de cette thématique.

4.2.8.2 Risque sismique

↻ Incidences et mesures

Le territoire de Loiron est concerné par un risque sismique faible. Il n'est pas prévu de mesures vis-à-vis de cette thématique.

4.2.8.3 Risque d'inondation

Pour rappel, le site n'est pas localisé dans une zone sensible au titre d'un PPRI ou d'un atlas des zones inondables.

Le débordement constaté et qui a occasionné les inondations est la conséquence d'un sous-dimensionnement global du réseau busé. En particulier, la partie amont du linéaire souterrain, de diamètre Ø500, est en charge dès la crue décennale.

Le scénario retenu vise à :

- ➔ Diminuer les débits de pointe des crues caractéristiques, jusqu'aux évènements de type centennaux,
- ➔ Augmenter le temps de parcours de l'eau sur le bassin versant,
- ➔ Temporiser une partie du volume ruisselé.

↻ Incidences

Le projet vise à contenir l'ensemble du débit débordant en amont de la partie souterraine et ainsi d'écrêter l'hydrogramme de crue du bassin versant Amont.

Il est prévu une régulation du débit dès la pluie de période de retour $T = 1$ à 2 ans soit au-delà des débits courants.

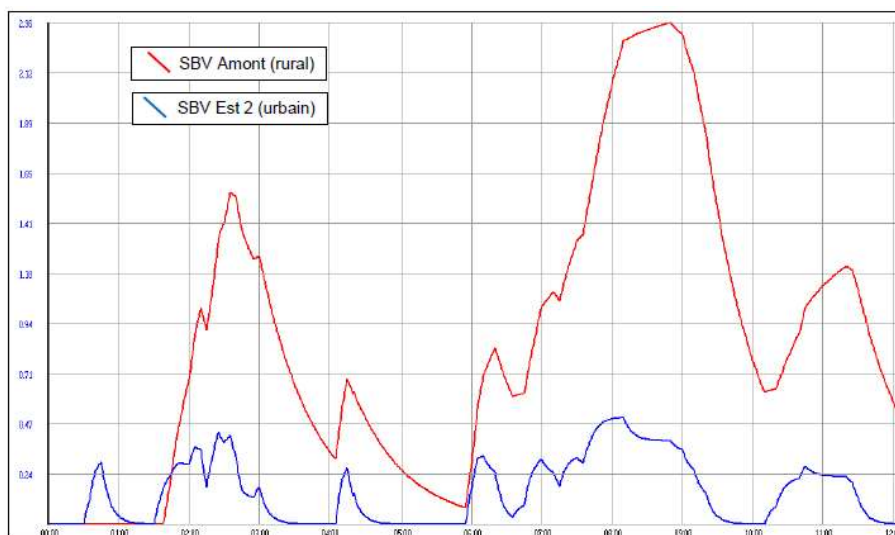


Figure 43: Hydrogrammes – Juin 2018

Néanmoins, le débit transitant par le sous-bassin versant urbain « Est » est supérieur au débit capable de la section de cours d'eau souterrain au droit de l'exutoire du réseau d'eaux pluviales. Par conséquent, le débordement amont ne disparaît pas complètement.

L'emprise des zones inondables pour les périodes de retour 50 et 100 ans sont tout de même réduites et circonscrites au parking de la salle des fêtes.

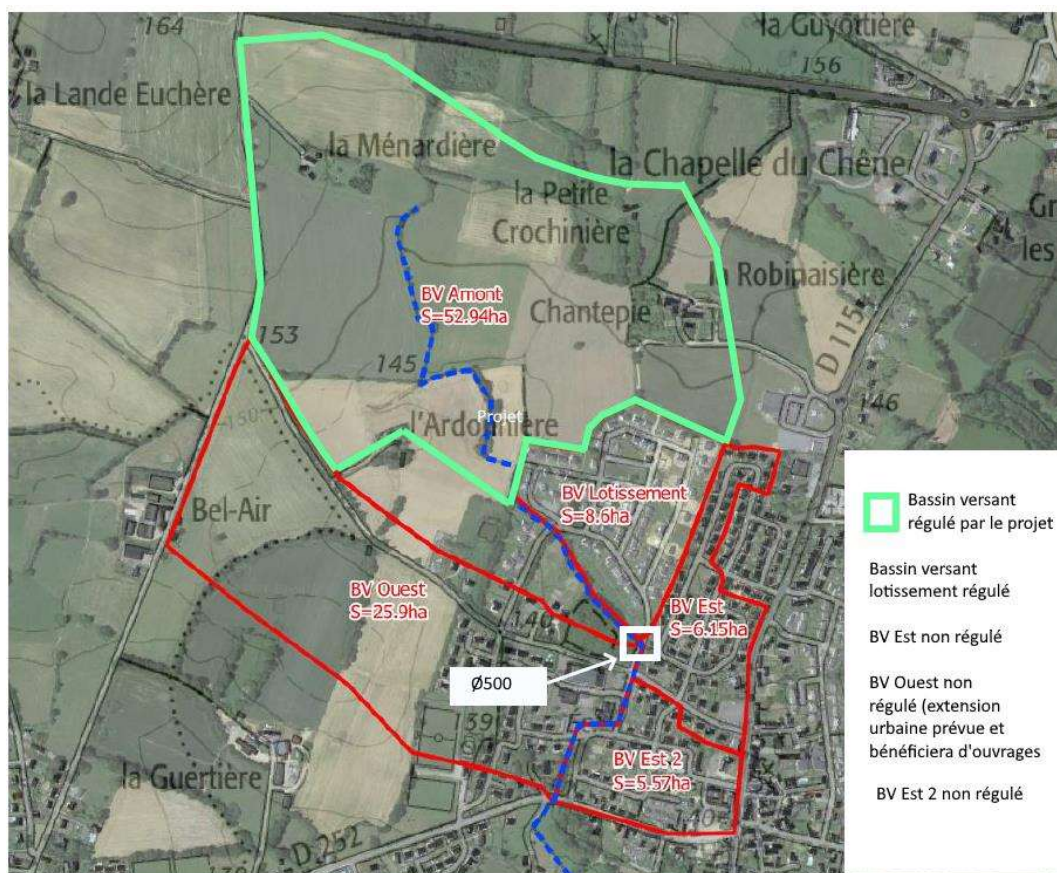


Figure 44: visualisation du bassin versant géré par le projet

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.00	-0.38	0.40	0.00	-0.40
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.19	-0.49	0.77	0.50	-0.27
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.00	-0.28
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.00	-0.11

Figure 45: Scénario I4 – Incidences hydrauliques



Figure 46: modélisation du débordement en cas de période de retour 50 ans, avant aménagement



Figure 47: modélisation du débordement en cas de période de retour 50 ans, après aménagement



Figure 48: modélisation du débordement en cas de période de retour 100 ans, avant aménagement

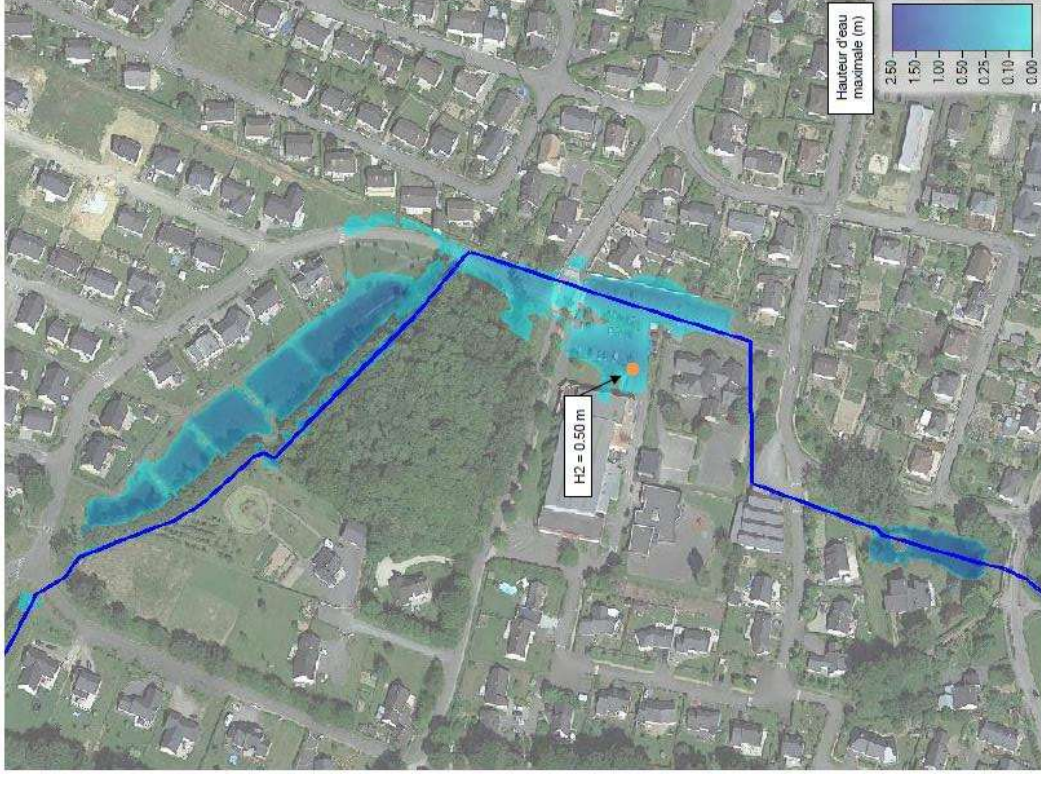


Figure 49: modélisation du débordement en cas de période de retour 100 ans, après aménagement

4.3 Compatibilité du projet avec les documents de planification

4.3.1 Compatibilité avec le SDAGE Loire Bretagne.

Ce projet d'aménagement ne compromet pas les objectifs de bon état des masses d'eaux souterraines et de surface. Il est compatible avec les orientations du SDAGE.

Le tableau ci-après démontre la compatibilité du projet avec les orientations et les dispositions du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027.

Le projet, qui vise la création d'une zone de temporisation afin de réduire la sensibilité aux inondations du bourg de Loiron, s'implante en partie sur une zone humide et deux cours d'eau de tête de bassin versant. Ces composantes environnementales sont aujourd'hui fortement dégradées par l'activité humaine (recalibrage historique, busage et drainage, pratiques culturelles conventionnelles). Dans le cadre du projet de conception technique, la restauration des cours d'eau et de la zone humide sont des objectifs majeurs. Toutes les précautions ont été prises pour permettre la restauration de ces composantes tout en assurant l'atteinte de l'objectif initial du projet visant la création d'une zone de tamponnement. Le suivi environnemental prévu permettra de statuer sur l'atteinte des objectifs.

		Dispositions concernées plus particulièrement	Compatibilité du projet
Chapitre 1: repenser les aménagements de cours d'eau dans leur bassin versant			
1A	Préservation et restauration du bassin versant	1A-2, 1A-3, 1A-4	Le projet prévoit le reméandrage de deux cours d'eau de tête de bassin versant ainsi que le débusage d'un tronçon de cours d'eau. Il prévoit également la création de talus anti-érosifs. Il est de fait compatible avec cet objectif.
1B	Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	1B-3	Le projet vise à répondre à une situation génératrice de dommages matériels importants. Les modifications des cours d'eau visent à assurer la fonctionnalité de l'ouvrage de temporisation et à améliorer la qualité des écosystèmes. Il est de fait compatible avec cet objectif.
1C	Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau, des zones estuariennes et des annexes hydrauliques	1C-1	Le projet prévoit le maintien d'un débit minimum restitué au ruisseau de l'Ardonnaire. Le projet est de fait compatible avec cet objectif.
1D	Assurer la continuité longitudinale des cours d'eau	1D-1, 1D-3	Les ouvrages prévus prennent en compte la continuité longitudinale des cours d'eau. Le projet est également d'intérêt général. Le projet est de fait compatible avec cet objectif.
1E	Limiter et encadrer la création de plans d'eau	Non concerné	
1F	Limiter et encadrer les extractions de granulats alluvionnaires en lit majeur	Non concerné	
1G	Favoriser la prise de conscience		Des actions de sensibilisation ont été réalisées au cours des études notamment vis-à-vis des riverains. Le projet est compatible avec cet objectif.
1H	Améliorer la connaissance	Non concerné	Le syndicat de bassin versant porte néanmoins dans ses actions cet objectif
1I	Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines	1I-5	Le projet vise la protection du bourg de Loiron-Ruillé en lien avec une crue ayant impacté des habitations et des équipements publics. Les études ont développé plusieurs scénarios alternatifs. Le scénario le plus cohérent avec l'ensemble des enjeux ont été retenu. Le projet est compatible avec cet objectif.
Chapitre 2: réduire la pollution par les nitrates			
2A	Lutter contre l'eutrophisation marine due aux apports du bassin versant de la Loire	Non concerné	
2B	Adapter les programmes d'actions en zones vulnérables sur la base des diagnostics régionaux	Non concerné	
2C	Développer l'incitation sur les territoires prioritaires	Non concerné	
2D	Améliorer la connaissance	Non concerné	
Chapitre 3: réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique			
3A	Poursuivre la réduction des rejets ponctuels de polluants organiques et phosphorés	Non concerné	
3B	Prévenir les apports de phosphore diffus	Non concerné	
3C	Améliorer l'efficacité de la collecte des eaux usées	Non concerné	
3D	Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée à l'urbanisme	Non concerné	
3E	Réhabiliter les installations d'assainissement non collectif non conformes	Non concerné	

Chapitre 4: maîtriser et réduire la pollution par les pesticides			
4A	Réduire l'utilisation des pesticides et améliorer les pratiques	4A-3	Le projet prévoit la reconversion d'une culture en prairie permanente gérée par fauche ou écopâturage. Il n'est pas prévu l'usage de produits phytosanitaires sur le site. Le projet est compatible avec cet objectif.
4B	Promouvoir les méthodes sans pesticides dans les collectivités et sur les infrastructures publiques	Non concerné	
4C	Développer la formation des professionnels	Non concerné	
4D	Accompagner les particuliers non agricoles pour supprimer l'usage des pesticides	Non concerné	
4E	Améliorer la connaissance	Non concerné	
Chapitre 5: maîtriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants			
5A	Poursuivre l'acquisition des connaissances	Non concerné	
5B	Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives	Non concerné	
5C	Impliquer les acteurs régionaux, départementaux et les grandes agglomérations	Non concerné	
Chapitre 6: Protéger la santé en protégeant la ressource en eau			
6A	Améliorer l'information sur les ressources et équipements utilisés pour l'alimentation en eau potable	Non concerné	
6B	Finaliser la mise en place des arrêtés de périmètre de protection sur les captages	Non concerné	
6C	Lutter contre les pollutions diffuses par les nitrates et pesticides dans les aires d'alimentation des captages	Non concerné	
6D	Mettre en place des schémas d'alerte pour les captages	Non concerné	
6E	Réserver certaines ressources à l'eau potable	Non concerné	
6F	Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	Non concerné	
6G	Mieux connaître les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants	Non concerné	
Chapitre 7: Gérer les prélèvements d'eau de manière équilibrée et durable			
7A	Anticiper les effets du changement climatique par une gestion équilibrée et économie de la ressource en eau	Non concerné	
7B	Assurer l'équilibre entre le ressource et les besoins en période de basses eaux	Non concerné	
7C	Gérer les prélèvements de manière collective dans les zones de répartition des eaux	Non concerné	

	et dans le bassin concerné par la disposition 7B-4		
7D	Faire évoluer la répartition spatiale et temporelle des prélèvements par stockage hors période de basses eaux	Non concerné	
7E	Gérer la crise	Non concerné	
Chapitre 8: Préserver et restaurer les zones humides			
8A	Préserver et restaurer les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités	//	Le projet doit permettre la restauration des fonctions de la zone humide présente sur le site et notamment améliorer son interaction avec les cours d'eau. Le projet est compatible avec cet objectif.
8B	Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités	//	
8C	Préserver, gérer et restaurer les grands marais littoraux	Non concerné	
8D	Favoriser la prise de conscience	Non concerné	
8E	Améliorer la connaissance	Non concerné	
Chapitre 9: Préserver la biodiversité aquatique			
9A	Restaurer le fonctionnement des circuits de migration	Non concerné	
9B	Assurer une gestion équilibrée des espèces patrimoniales inféodées aux milieux aquatiques et de leurs habitats	Non concerné	
9C	Mettre en valeur le patrimoine halieutique	Non concerné	
9D	Contrôle des espèces envahissantes	Non concerné	
Chapitre 10: Préserver le littoral			
10A	Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition	Non concerné	
10B	Limiter ou supprimer certains rejets en mer	Non concerné	
10C	Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des eaux de baignade	Non concerné	
10D	Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle	Non concerné	
10E	Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des zones de pêche à pied de loisir	Non concerné	
10F	Aménager le littoral en prenant en compte l'environnement	Non concerné	
10G	Améliorer la connaissance des milieux littoraux	Non concerné	
10H	Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux	Non concerné	
10I	Préciser les conditions d'extraction de certains matériaux marins	Non concerné	

Chapitre 11: Préserver les têtes de bassin versant			
11A	Restaurer et préserver les têtes de bassin versant	//	Le projet est localisé en tête de bassin versant du ruisseau de l'Ardonnière. La présence de deux cours d'eau de tête de bassin versant a été prise en compte dans le projet, Le projet est compatible avec ces objectifs
11B	Favoriser la prise de conscience et la valorisation des têtes de bassins versant	//	
Chapitre 12: Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques			
12A	Des SAGE partout où c'est nécessaire	Non concerné	
12B	Renforcer l'autorité des commissions locales de l'eau	Non concerné	
12C	Renforcer la cohérence des politiques publiques	Non concerné	
12D	Renforcer la cohérence des SAGE voisins	Non concerné	
12E	Structurer les maîtrises d'ouvrages territoriales dans le domaine de l'eau	Non concerné	
12F	Utiliser l'analyse économique comme outil d'aide à la décision pour atteindre le bon état des eaux	Non concerné	
Chapitre 13: mettre en place des outils réglementaires et financiers			
13A	Mieux coordonner l'action réglementaire de l'Etat et l'action financière de l'agence de l'eau	Non concerné	
13B	Optimiser l'action financière de l'agence de l'eau	Non concerné	
Chapitre 14 : Informer, sensibiliser, favoriser les échanges			
14A	Mobiliser les acteurs et favoriser l'émergence de solutions partagées	Non concerné	
14B	Favoriser la prise de conscience	Non concerné	
14C	Améliorer l'accès à l'information sur l'eau	Non concerné	

4.3.2 Compatibilité avec le SAGE Oudon

Le SAGE Oudon vise la planification de la gestion de l'eau à l'échelle de son bassin hydrographique. Il s'inscrit dans le périmètre du SDAGE Loire Bretagne.

Disposition	Statut vis-à-vis du projet
Enjeu A stabiliser le taux d'auto-alimentation en eau potable et reconquérir la qualité des ressources locales (nitrates, phytosanitaires...)	
Disposition de mise en compatibilité A-01 Intégrer la priorité de maintien du taux d'auto-alimentation dans les secteurs des schémas départementaux d'adduction d'eau potable concernant l'Oudon	Non concerné
Disposition A-02 – programme d'actions Définir les aires d'alimentation et engager des programmes de reconquête de la qualité dans les captages souterrains à forte vulnérabilité pour maintenir le potentiel des ressources locales	Non concerné
Disposition A-03 – programme d'actions Définir l'aire d'alimentation et poursuivre le programme de reconquête de la qualité de l'eau de la prise d'eau de Segré (captage prioritaire Grenelle 1)	Non concerné
Disposition A-04 – programme d'actions Maintenir et reconstruire l'usine de production d'eau potable située à Segré	Non concerné
Disposition A-05 – programme d'actions Optimiser les rendements des réseaux d'adduction d'eau	Non concerné
Disposition de mise en compatibilité A-06 Maintenir certaines dispositions réglementaires sur le bassin de l'Oudon dans les futurs programmes d'action de la Directive Nitrates	Non concerné
Disposition de mise en compatibilité A-07 Évaluer régulièrement les évolutions sur la base d'indicateurs de moyens et de résultats dans les programmes d'actions de la Directive Nitrates	Non concerné
Disposition A-08 – communication Inciter à des changements de systèmes d'exploitation plus économes en intrants	Non concerné

Disposition A-09 – programme d’actions Pérenniser un volet « phytosanitaires » dans les actions des préconisateurs	Non concerné
Disposition de mise en compatibilité A-10 Concevoir des espaces publics favorables aux techniques d’entretien non chimiques	Le projet a été conçu afin de permettre un entretien mécanique ou par éco-pâturage
Disposition A-11 – programme d’actions Réduire l’usage des produits phytosanitaires par les collectivités, les professionnels non agricoles et les particuliers	
Enjeu B : restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques	
Disposition B-12 – connaissance Harmoniser les documents de référence des services de l’Etat sur le bassin	Non concerné
Disposition B-13 – orientation de gestion Mettre en cohérence les méthodes d’étude et d’intervention des syndicats de bassin Oudon nord et sud	Non concerné
Disposition B-14 – programme d’actions Rétablir la continuité écologique des cours d’eau prioritaires du bassin de l’Oudon	Non concerné
Disposition de mise en compatibilité B-15 Préserver et restaurer le patrimoine piscicole du bassin versant de l’Oudon	Non concerné
Disposition B-16 – communication Faire comprendre les enjeux de la continuité écologique et des travaux afférents	Non concerné
Disposition B-17 – programme d’actions Poursuivre les programmes de restauration conjointement aux opérations de rétablissement de la continuité écologique	Le projet vise la restauration de deux cours d’eau de tête de bassin versant par des actions de reméandrage, réhaussement du lit mineur, gestion des pentes et recharge granulométrique.
Disposition B-18 – programme d’actions Travailler sur les têtes de bassin versant et le chevelu	Le projet visant la création de la zone de temporisation est l’occasion de restaurer deux cours d’eau de tête de bassin versant sur leurs sections comprises dans l’emprise du projet.
Disposition B-19 – connaissance Evaluer les effets des programmes de restauration des milieux aquatiques sur la qualité chimique et biologique	Non concerné
Disposition B-20 - orientation de gestion Mettre en place des opérations collectives prioritaires de remise en bon	Non concerné

fonctionnement des assainissements non collectifs classés « non acceptables »	
Disposition B-21 – programme d’actions Généraliser le traitement du phosphore de toutes les stations d’épuration à traitement biologique de plus de 1000 équivalent-habitants	Non concerné
Disposition B-22 – orientation de gestion Intégrer de manière préventive les risques de transfert du phosphore d’origine agricole dans les cours d’eau	Indirectement, le projet va permettre un ralentissement des ruissellements et donc favoriser la gestion du phosphore issu du bassin versant
Disposition B-23 – programme d’actions Poursuivre les programmes actuels de lutte contre les espèces invasives	Non concerné
Disposition B-24 – connaissance Informer et surveiller l’apparition de nouvelles espèces invasives pour pouvoir intervenir plus précocement.	Non concerné
Enjeu C : Gestion quantitative en période d’étéage	
Disposition C-25 – connaissance Mener une étude de gestion quantitative sur le bassin de l’Oudon	Non concerné
Disposition C-26 – programme d’actions Développer les techniques et les politiques agricoles économes en eau	Non concerné
Disposition C-27 – programme d’actions Inciter les agriculteurs à se constituer en syndicats d’irrigants sur le bassin.	Non concerné
Disposition C-28 – orientation de gestion Avoir une gestion des situations de pénurie coordonnée à l’échelle du bassin de l’Oudon	Non concerné
Enjeu D : Limiter les effets dommageables des inondations	
Disposition D-29 – programme d’actions Achever le programme de prévention des inondations du 1er S.A.G.E. de l’Oudon	Non concerné
Disposition D-30 – orientation de gestion Compléter les études sur la contribution volontaire des grands plans d’eau à la prévention du risque d’inondation par la gestion de leur niveau d’eau	Non concerné
Disposition D-31 – programme d’actions Inventorier, recréer et restaurer des zones d’expansion naturelle de crues	Le projet vise la création d’une zone d’expansion des crues associées aux deux cours d’eau de tête de bassin versant dès lors que le débit associé à une pluie de retour supérieure à T= 1 ans à 2 ans. Cette zone d’expansion vise à réduire la sensibilité aux

	<p>inondations du bourg de Loiron. En ce sens, elle va permettre d'améliorer la protection des biens et des personnes et donc concours aux objectifs du SAGE.</p>
<p>Disposition de mise en compatibilité D-32 Limiter les surfaces imperméabilisées et gérer les eaux pluviales</p>	<p>En parallèle du projet, la commune étudie la possibilité de mettre en place un zonage pluvial.</p> <p>Ce zonage permet d'adapter les prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales au territoire en allant au-delà des exigences de la loi sur l'eau et du SDAGE notamment dans le cadre des opérations d'urbanisation futures ou de projets de densification/comblement de dents creuses.</p> <p>Les prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales pour les opérations d'urbanisation futures sont traduites dans le règlement d'assainissement, elles peuvent être de différentes natures : Gestion des eaux pluviales à la source, limitation des coefficients d'occupation des sols et d'imperméabilisation (emprise du bâti, revêtement des stationnements...), etc.</p>
<p>Disposition D-33 - orientation de gestion Mettre en œuvre des politiques de prévention des inondations dans toutes les communes présentant des risques d'inondation</p>	<p>Dans le cadre des études techniques, une trame de zone inondable a été élaborée. Cette trame, associée à des prescriptions d'aménagement, pourra être retranscrite dans le PLUi.</p> <p>Créer un zonage dédié aux zones inondables. Ce zonage, issu de la modélisation hydraulique, permettra de représenter graphiquement les secteurs de sensibilité au niveau du bourg de Loiron-Ruillé. La commune devra définir si elle reporte l'enveloppe de la plus haute crue connue (juin 2018) ou bien l'enveloppe de la crue centennale modélisée qui, à défaut de plus haute crue connue supérieure à la crue centennale, est prise comme référence dans les documents d'information des zones inondables (Atlas de Zones inondables ou Plan de prévention de risques inondations).</p>
<p>Disposition D-34 – communication Entretien la mémoire et la « culture du risque inondation » auprès des populations</p>	<p>La commune de Loiron Ruillé a mis en place une concertation avec la population suite à l'inondation du bourg afin de permettre un accompagnement de l'évènement.</p>

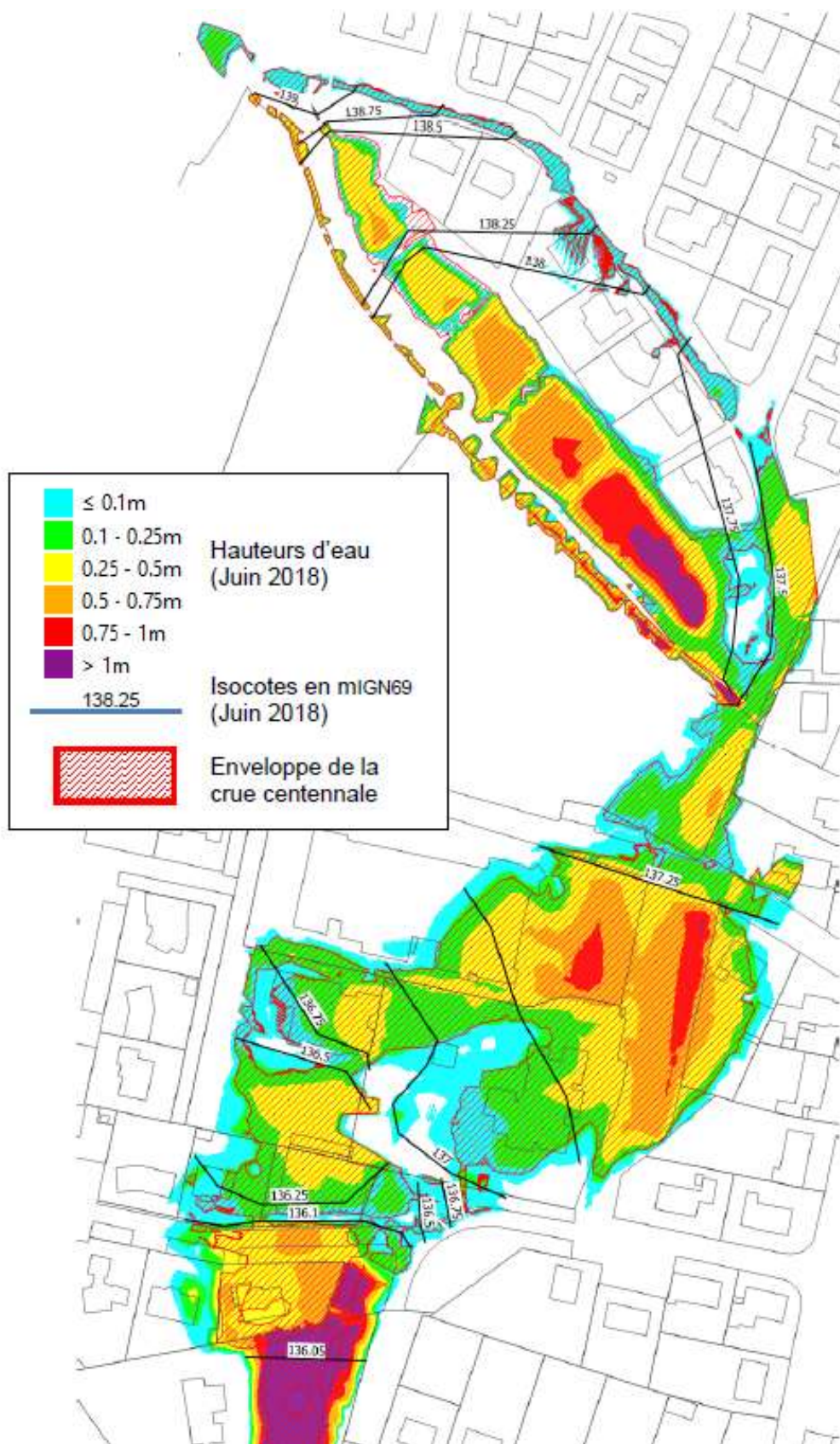


Figure 50: exemple de trame à annexer au PLUi

Disposition	Statut vis-à-vis du projet
Enjeu E : reconnaître et gérer les zones humides, le bocage, les plans d'eau et les aménagements fonciers de façon positive pour l'eau	
Disposition de mise en compatibilité E-35 Intégrer voire compléter l'inventaire 2009 des zones humides dans les documents d'urbanisme	Non concerné
Disposition E-36 - connaissance Actualiser l'inventaire 2009 et étudier les zones humides à enjeu fort (hors secteurs constructibles)	Non concerné
Disposition E-37 – programme d'actions Sensibiliser et conseiller sur les opérations de restauration/reconquête des zones humides	Non concerné
Disposition E-38 – orientation de gestion S'opposer au prélèvement d'eau en zone humide	Non concerné
Disposition E-39 – orientation de gestion Vérifier la non destruction de zones humides lors des travaux de drainage	Non concerné
Disposition E-40 – programme d'actions Inciter à des opérations volontaires de (re)création de zones tampons pour les terrains drainés rejetant directement dans un cours d'eau	La zone de temporisation permettra de recueillir les eaux de drainage des parcelles voisines et réduire leur impact en aval
Disposition E-41 – programme d'actions Inventorier les éléments stratégiques du bocage (talus, haies, bosquets) contre l'écoulement rapide des eaux et l'érosion des sols	Non concerné
Disposition de mise en compatibilité E-43 Protéger et implanter des talus et haies anti-ruissellement	Le projet prévoit la création de talus transversaux qui vont permettre de limiter le ruissellement
Disposition de mise en compatibilité E-44 Réduire l'érosion des sols en limitant l'abreuvement direct des animaux aux cours d'eau	En cas de gestion en écopâturage, des clôtures seront installées le long des cours d'eau pour limiter l'accès aux animaux
Disposition E-45 – connaissance Intégrer les inventaires des plans d'eau à l'étude de gestion quantitative	Non concerné
Enjeu F : Mettre en cohérence la gestion de l'eau et les politiques publiques du bassin versant de l'Oudon	
Disposition F-46 - orientation de gestion Rationaliser l'organisation territoriale et mettre en cohérence les objectifs du « territoire d'eau de l'Oudon »	Non concerné

Disposition F-47 – orientation de gestion Coordonner les politiques départementales de manière cohérente pour le bassin versant de l'Oudon	Le projet a été piloté par le syndicat de l'Oudon pour la commune de Loiron Ruillé. Le comité de pilotage réunissait également le Conseil Départemental de la Mayenne et les services de l'Etat.
Disposition F-48 – communication Partager la stratégie du S.A.G.E. avec les élus du territoire de l'Oudon	Une sensibilisation des élus a eu lieu lors de l'accompagnement pour les études projet et les choix techniques et financiers
Disposition F-49 – communication – connaissance Mettre en place un site Internet attractif et utile à tous les acteurs	Non concerné
Disposition F-50 – communication Veiller à la cohérence de la communication sur le bassin	Non concerné
Disposition f-51 – connaissance Suivre et évaluer régulièrement et complètement le bilan hydrique du bassin	Non concerné

Le projet est considéré comme compatible avec le SAGE Oudon.

4.3.3 Compatibilité avec le PLUi

La destination de la parcelle est compatible avec le classement en zone A (agricole) au PLUi du Pays de Loiron. Le projet comprend des haies à protéger au titre du L.151-23 du CU. A noter que la haie classée à l'ouest du projet n'existe plus aujourd'hui.

Le projet prévoit un entretien de ces haies et la réalisation de trouées. Une procédure de déclaration préalable sera réalisée préalablement aux travaux

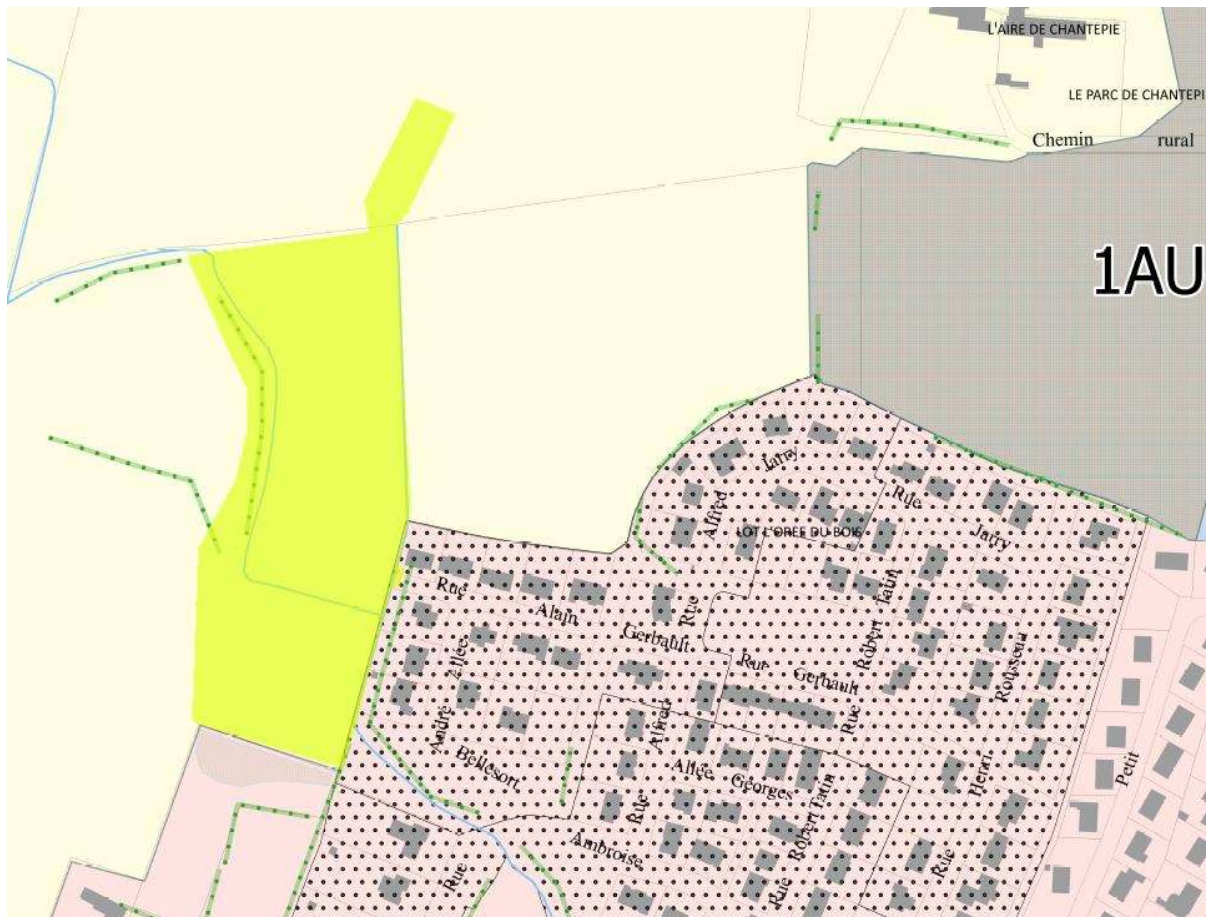
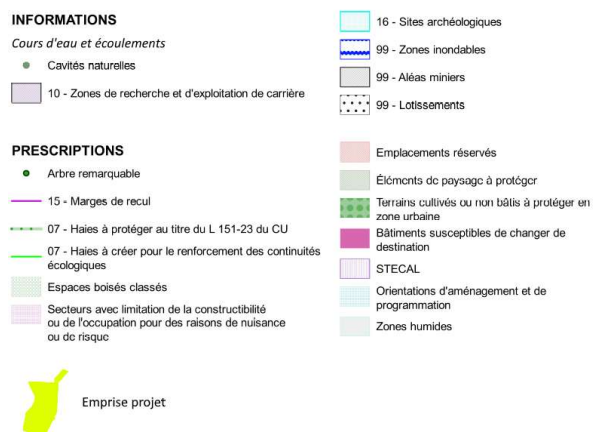


Figure 51: zonage réglementaire du PLUi



5 Méthodes et équipe projet – diagnostic écologique

5.1 Cadre méthodologique

5.1.1 Aires d'étude

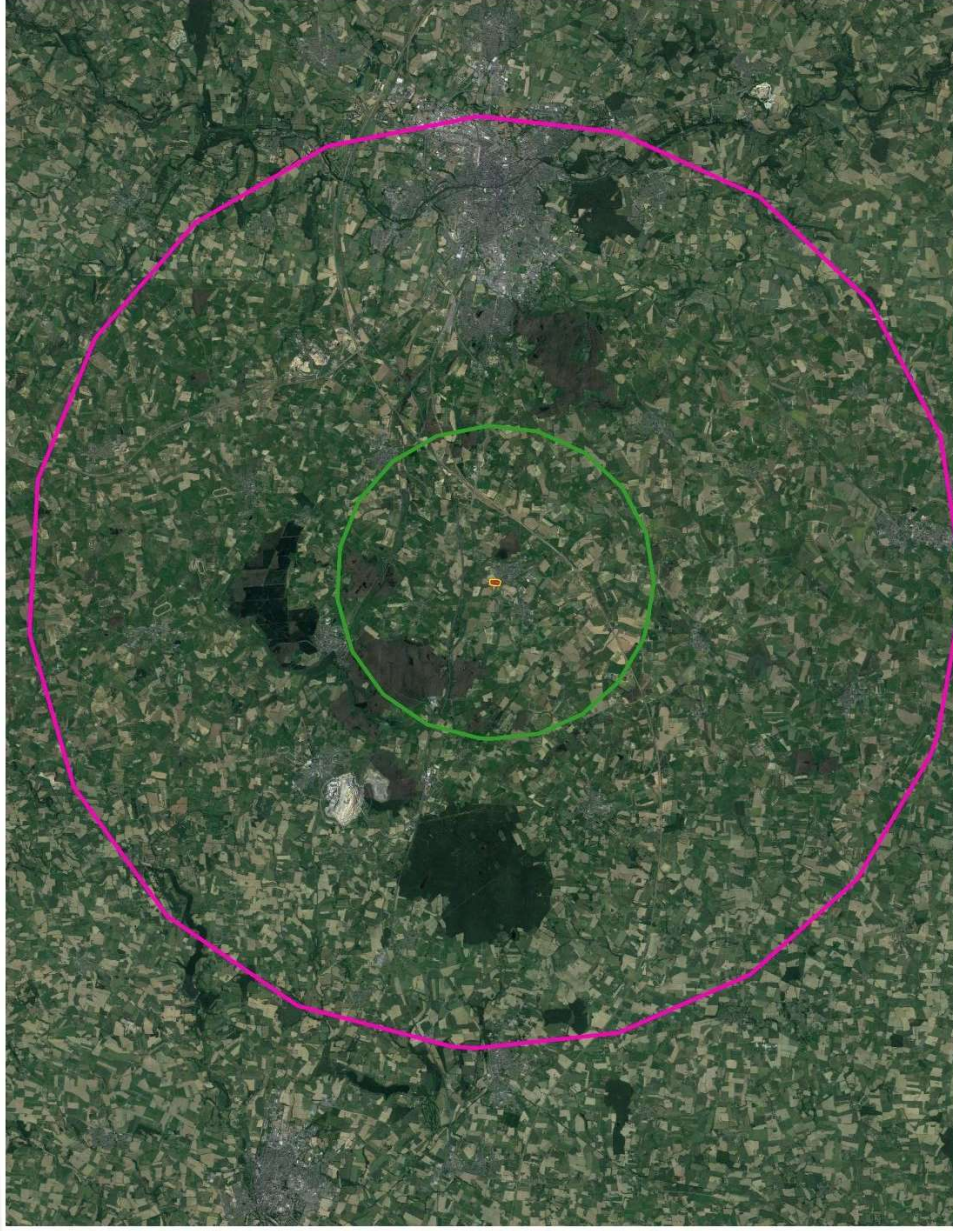
Au cours de l'étude, plusieurs aires d'étude ont été définies.

Tableau: Présentation des aires d'étude

Aire d'étude	Caractéristiques
Eloignée	<p>En terme écologique, l'aire d'étude éloignée correspond à l'entité écologique dans laquelle s'insère le projet et où une analyse globale du contexte environnemental de l'aire d'étude immédiate est réalisée.</p> <p>Ainsi dans le cadre de cette étude, il a été choisi pour :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les outils règlementaires : tampon de 15 km autour de l'aire d'étude immédiate• Les outils d'inventaires et continuités écologiques : tampon de 5 km autour de l'aire d'étude immédiate
Rapprochée	<p>Zone tampon de 50 m autour de l'aire d'étude immédiate. Aire d'étude au sein de laquelle des inventaires ciblant les espèces mobiles ont été être réalisés.</p>
Immédiate	<p>Correspond à la zone projet d'une superficie d'environ 2.26 ha. Aire d'étude au sein de laquelle les inventaires ciblés et détaillés de terrain ont été réalisés.</p>

Légende

- Aire d'étude éloignée 15km
- Aire d'étude éloignée 5km
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude immédiate



Carte 62: cartographie des aires d'étude

5.1.2 Equipe projet

Une équipe projet rassemblant plusieurs compétences a été constituée dans le cadre de cet état initial. Les membres de Dervenn ayant pris part à cette étude, ainsi que leurs domaines d'expertise sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 52: Noms et domaines d'intervention des membres de l'équipe projet

Domaine d'intervention		Nom
Chefs de projet		Angélique LAIR / Marine MAHIEU
Expert flore et végétations (dont phytosociologie)		Emilien LANDAIS
Experts faune	Tous taxons (exceptés chiroptères)	Alban LEBOCQ / Aurélien COSTE
	Chiroptères	Alban LEBOCQ
Expert zones humides		Angélique LAIR / Charles CALVET
Contrôleur qualité		Vincent GUILLEMOT

5.2.1.1 Prospections de terrain

5.2.1.1.1 Expertise de la Flore et des Végétations

L'ensemble de l'aire d'étude a été parcourue à pied par le botaniste.

Un relevé exhaustif de la flore présente a été réalisé. Une attention particulière a été portée aux espèces à statuts (liste rouge départementale et régionale, protections...), qui le cas échéant ont été dénombrées et localisées à l'aide d'un GPS. Les espèces inscrites sur la Liste des plantes invasives, élaborée par le Conservatoire Botanique National de Brest, ont également été localisées.

Les végétations ont été relevées selon la nomenclature européenne EUNIS.

Les cartographies des végétations et de la flore d'intérêt ont été réalisées sur la base des observations de terrain effectuées en période estivale, le 27/06/2022.

5.2.1.1.2 Expertise de la Faune

5.2.1.2 Méthode d'inventaire des Insectes

Les insectes sont de très bons indicateurs biologiques mais le grand nombre d'espèces et les difficultés de détermination ne permettent pas d'effectuer des inventaires exhaustifs sur de grandes surfaces. Il convient donc de cibler la prospection entomologique sur des groupes présentant un intérêt patrimonial et dont l'échantillonnage est matériellement utilisable. De manière générale, les meilleures périodes de prospections ont lieu de la fin avril jusqu'au début du mois de septembre : principales périodes durant lesquelles les insectes adultes apparaissent.

Afin de pouvoir augmenter les potentialités de détection, les conditions météorologiques doivent être favorables, la couverture nuageuse, l'absence de vent et de pluviométrie sont des paramètres importants qui ont été pris en compte (voir détails des prospections ci-dessous).

5.2.1.2.1 Inventaire des Odonates

Les inventaires sont réalisés en recherchant les espèces au statut patrimonial les plus forts au regard des habitats présents sur la zone d'étude (chaque espèce ayant des exigences écologiques qui lui sont propres). Toutes les espèces d'odonates observées lors de ces inventaires ont été identifiées. Les prospections ont été réalisées en utilisant les techniques de capture les plus adaptées pour inventorier ce groupe taxonomique, à savoir la chasse à vue et la recherche d'exuvies.

La chasse à vue se fait généralement par le biais de prospections actives à l'aide d'un filet à papillon et d'une paire de jumelles (Kite Bonelli 10x42 2.0). Les habitats systématiquement prospectés ont été : les fossés, les haies exposés, les cultures, les zones à messicoles et cours d'eau. De plus, une recherche d'exuvies dans les habitats favorables aux émergences a été réalisée.

Les observations se sont déroulées pendant les heures les plus favorables à l'activité des Odonates (10h – 16h30) par beau temps (températures pas trop fraîches, couverture nuageuse faible et vent modéré).

5.2.1.2.2 Inventaire des Orthoptères

L'ensemble des milieux favorables à ce groupe d'espèces a été prospecté (fourrés, fossés). Les individus rencontrés ont été identifiés au chant (stridulation) ou à vue (en utilisant un filet à papillon et/ou un filet fauchoir). Les inventaires ont été réalisés en recherchant les espèces aux statuts patrimoniaux les plus forts au regard des habitats présents sur la zone d'étude (chaque espèce ayant des exigences écologiques qui lui sont propres).

5.2.1.2.3 Inventaire des Rhopalocères (papillons de jour)

L'inventaire des Rhopalocères s'est effectué à vue, en prospectant les milieux les plus favorables (cultures, haies buissonnantes et fossés). L'identification des différentes espèces est faite à l'aide d'une paire de jumelles et lorsque cela est nécessaire après avoir capturé l'individu au filet. Les prospections se sont déroulées tout au long de la journée dans des conditions météorologiques favorables (absence de vent et de pluie).

5.2.1.2.4 Inventaire des Coléoptères saproxyliques

L'objectif a été de localiser les arbres potentiellement favorables à ce groupe d'espèces (arbres âgés et/ou présentant des cavités). Généralement, les essences les plus utilisées sont le Chêne pédonculé (*Quercus robur*), le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et le Châtaignier (*Castanea sativa*). La zone d'étude a été parcourue dans sa totalité à la recherche d'arbres présentant des potentialités d'accueil.

Pour caractériser la présence de Grand Capricorne, il peut être observé :

- la présence de trous d'émergence ovoïdes dans des arbres, souvent des chênes, vivants ou sénescents ;
- des restes d'individus au pied d'arbres présentant des trous d'émergence ;
- des individus sur un arbre en période favorable (de juin à août).

Afin de confirmer la présence d'individus au sein des arbres présentant des indices de présence, des inventaires doivent avoir été réalisés de début juin à fin août, en début de nuit pour observer les imagos. Des traces d'adultes ou des indices d'émergence de l'année peuvent être observés jusqu'à fin septembre. **La présence de sciure à l'entrée des trous d'émergence ou au pied des arbres sous les trous vaut indice de présence certaine de l'espèce** (observable en juillet – période d'activité de l'espèce).

Limite de la méthode :

- La détection de la présence d'insectes, notamment saproxylophages est délicate. Concernant le Grand Capricorne, les indices de présence (sortie de loge) restent difficiles à observer surtout lorsque qu'il s'agit d'arbres faiblement colonisés et/ou lorsque des éléments, tel que le Lierre

ou les ronces, rendent difficile l'observation du tronc. Les potentialités d'accueil sont néanmoins notées.

5.2.1.3 Méthode d'inventaire des amphibiens

Les inventaires ont consisté en combinant plusieurs méthodes d'inventaires complémentaires, destinées à pouvoir contacter l'ensemble des espèces présentes dans les habitats de reproduction de la zone d'étude (ornières, fossés et étangs poissonneux).

La première méthode a consisté en la détection diurne et visuelle des pontes.

La deuxième méthode a été réalisée de façon nocturne et se basait sur :

- la détection auditive des anoures (crapauds et grenouilles), pour lesquels le chant des mâles en période de reproduction est facilement audible.
- La détection visuelle (à l'aide d'une lampe et d'un troubleau) des adultes des autres espèces d'anoures (n'ayant pas de chant très sonore) ainsi que des urodèles (salamandres et tritons).

Les prospections nocturnes commencent dès la tombée de la nuit. Elles débutent par une phase d'écoute d'environ 10 minutes, à proximité de la mare, au cours de laquelle les individus chanteurs d'anoures sont identifiés et comptabilisés. Les berges sont ensuite parcourues durant 20 minutes, en balayant les berges et les mares à l'aide d'une source lumineuse afin de détecter les individus adultes et les pontes qui sont alors identifiés et dénombrés

Les prospections se sont déroulées dans des conditions climatiques favorables à l'activité des amphibiens et optimales à leur détection (température supérieure à 5°C, absence de vent fort, absence de pluie ou pluie faible lors du passage nocturne). Un troubleau a été utilisé afin de confirmer l'identification de certaines espèces (cas des larves notamment). Dans ce cas, les individus, une fois identifiés ont été rapidement relâchés à l'endroit précis de la capture.

Compte tenu des risques de propagation de champignons létaux (*Batrachochytrium salamandrivorans* et *Batrachochytrium dendrobatidis*) pour les amphibiens récemment détectés dans le sud de la Belgique, le matériel sera désinfecté (à l'aide d'une solution de Virkon) avant et après chaque passage sur le terrain.

5.2.1.4 Méthode d'inventaire des reptiles

Des prospections matinales ont été réalisées afin de détecter d'éventuels individus en thermorégulation dans les habitats favorables de la zone d'étude. Ces habitats sont généralement des zones de transition et de lisière (tas de branches et de pierres, vieux bâtiments, pieds de haies, entrée de terriers de lapins et chablis).

5.2.1.5 Méthode d'inventaire de l'avifaune

5.2.1.5.1 Avifaune nicheuse

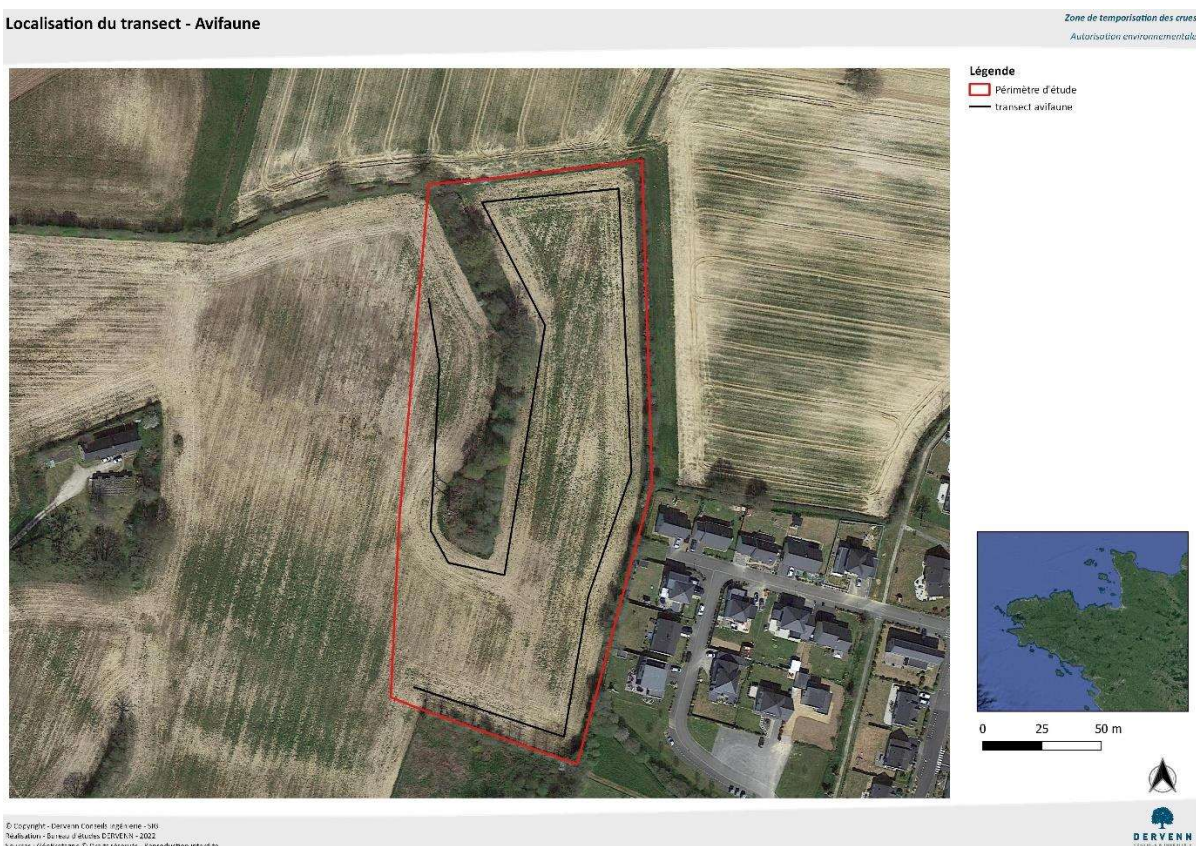
Un itinéraire de relevé a été défini lors d'un premier passage de visite afin qu'il couvre l'intégralité du site en laissant peu de secteurs à moins de 200 m de distance, idéalement à une distance de 100 m dans des habitats denses (forêts) ou derrière une barrière physique et visuelle. La portion de territoire couverte par cette méthode doit représenter a minima 60% de la zone.

3 passages ont été réalisés dans la première quinzaine des mois d'**avril, mai et juin**. Les comptages se sont déroulés du lever du soleil jusqu'à 11h au plus tard, dans des conditions météorologiques favorable : sans pluie, avec vent nul à faible et sans brouillard.

Le parcours est réalisé à vitesse constante d'environ 1 à 2 km/h. Tous les oiseaux des espèces ci-dessous seront recensés :

- Tous les passériformes (passereaux, corvidés, pie-grièche, hirondelles...)
- Colombiformes (pigeons et tourterelles)
- Galliformes (Perdrix, Faisans) - Piciformes (pics)
- Coraciiformes (Martin-pêcheur)
- Les oiseaux dépendant de milieux caractéristiques (étangs, marais, plages, rochers littoraux... tels que les anatidés (oies et canards), les laridés (mouettes et goélands), les limicoles, sternidés (sternes)...) seront également inventoriés.
- Les rapaces seront notés mais leur aire vitale est souvent supérieure à la surface de prospection, ce qui rend difficile l'application de cette méthode

Localisation du transect - Avifaune



Carte 63: localisation des transects avifaune

5.2.1.5.2 Avifaune hivernante/migratrice

5.2.1.6 Méthode d'inventaire de l'avifaune hivernante

Des inventaires par **transect** d'observations sur les milieux les plus favorables à l'accueil de l'avifaune migratrice, ont été réalisés sur le périmètre d'étude. Les transects permettent de couvrir la quasi-totalité de la zone d'étude et ainsi les différents habitats qui la constituent. Ils sont parcourus à faible vitesse par le naturaliste et doivent être réalisés en période favorable et dans des conditions météorologiques favorables (absence de pluie et vent fort).

L'ensemble des individus sont identifiés, quantifiés et répertoriés sur la carte. leurs comportements sont également précisés afin de préciser le fonctionnement ornithologique du site (zone de nourrissage / dortoir ...).

Les périodes idéales de prospections sont les suivantes :

- Migrateurs postnuptiaux : août à octobre ;

Les zones les plus favorables pour l'accueil de l'avifaune en en migration sur la zone d'étude sont :

- Le réseau bocager
- La zone de culture, en particulier après récolte et si présence de chaumes (partie de la tige restant en terre après la moisson/récolte)

5.2.1.7 Méthode d'inventaire des Mammifères

5.2.1.7.1 Inventaire des Mammifères terrestres

L'ensemble de l'aire d'étude immédiate a été prospectée à la recherche de traces de mammifères (empreintes, fèces, crottiers, réfectoires, restes de repas...).

Une attention particulière à été portée aux mammifères protégés (écureuil roux, hérisson...).

Une attention particulière a également été portée sur les espèces semi-aquatiques. Ainsi les milieux favorables à ces espèces (ruisseaux, fossés et mares) ont été prospectés et les potentialités d'accueil notées.

L'observation des individus de ces espèces étant très rare, leur présence dans un site peut être attestée par différents indices. Il s'agit essentiellement des empreintes, des Coulées (passages ouverts ou galeries fermées dans la végétation des berges et « voies de passage » dans la végétation aquatique), de crottes (ex : épreintes caractéristiques chez la Loutre), des terriers, des restes de repas ou réfectoires (ex : le Campagnol amphibie laisse des tronçons de végétaux sectionnés en biseau et des tiges de végétaux (joncs notamment) coupées à 10 cm de hauteur).

5.2.1.7.2 Inventaire des Chiroptères

➤ **Recherche de gîtes**

Les gîtes potentiels offerts par les arbres âgés (cavités, écorce décollée...) ont également été recherchés au sein ou à proximité immédiate de l'emprise projet et a été réalisée par le fauniste lors des prospections des insectes saproxylophages.

Les exigences écologiques des chiroptères impliquent l'utilisation de gîtes à des périodes différentes pour des besoins différents :

- Gîtes d'hivernage, souterrains habitations ou gîtes forestiers, fréquentés entre octobre et février-mars,
- Gîtes de reproduction, souterrains ou forestiers, occupation estivale,
- Gîtes de maternité (gestation, mise bas et allaitement), occupation estivale,
- Gîtes de repos diurnes (chasse).

Nous proposons une méthodologie basée sur une campagne estivale pour la recherche des gîtes de reproduction et de maternité qu'ils soient forestiers, hypogés ou dans des constructions humaines. Cette campagne aura également pour but de repérer les gîtes potentiels pour une utilisation hivernale.

➤ **Evaluation de l'activité**

L'inventaire des espèces de chiroptères présent sur le site repose sur une phase d'enregistrement passif.

Les inventaires acoustiques ont été réalisés de nuit aux périodes et conditions météorologiques optimales (absence de précipitations et de vents forts) au sein de zones favorables (lisières boisées, haies bocagères, mares, étangs, voutes arborées, ...).

Trois périodes sont particulièrement favorables pour l'écoute des chiroptères :

- Le printemps (période de transition - mises bas et élevage des jeunes) ;
- L'été (mises bas et élevage des jeunes - accouplement) ;
- L'automne (accouplement et période de transition) ;

A l'issue des écoutes, la liste des espèces contactée par analyse sur un logiciel de détermination automatique : Sonochiro@V4 (uniquement pour traiter les écoutes passives). Seules les espèces déterminées avec un indice de confiance de 7 à 10 (sur une échelle allant de 0 à 10) sont conservées. Des analyses spécifiques sur certains enregistrements sont effectués à l'aide du Logiciel Batsound@ afin de préciser les espèces.

Les zones à plus fort enjeu, notamment les gîtes et les zones de chasse sont identifiés.

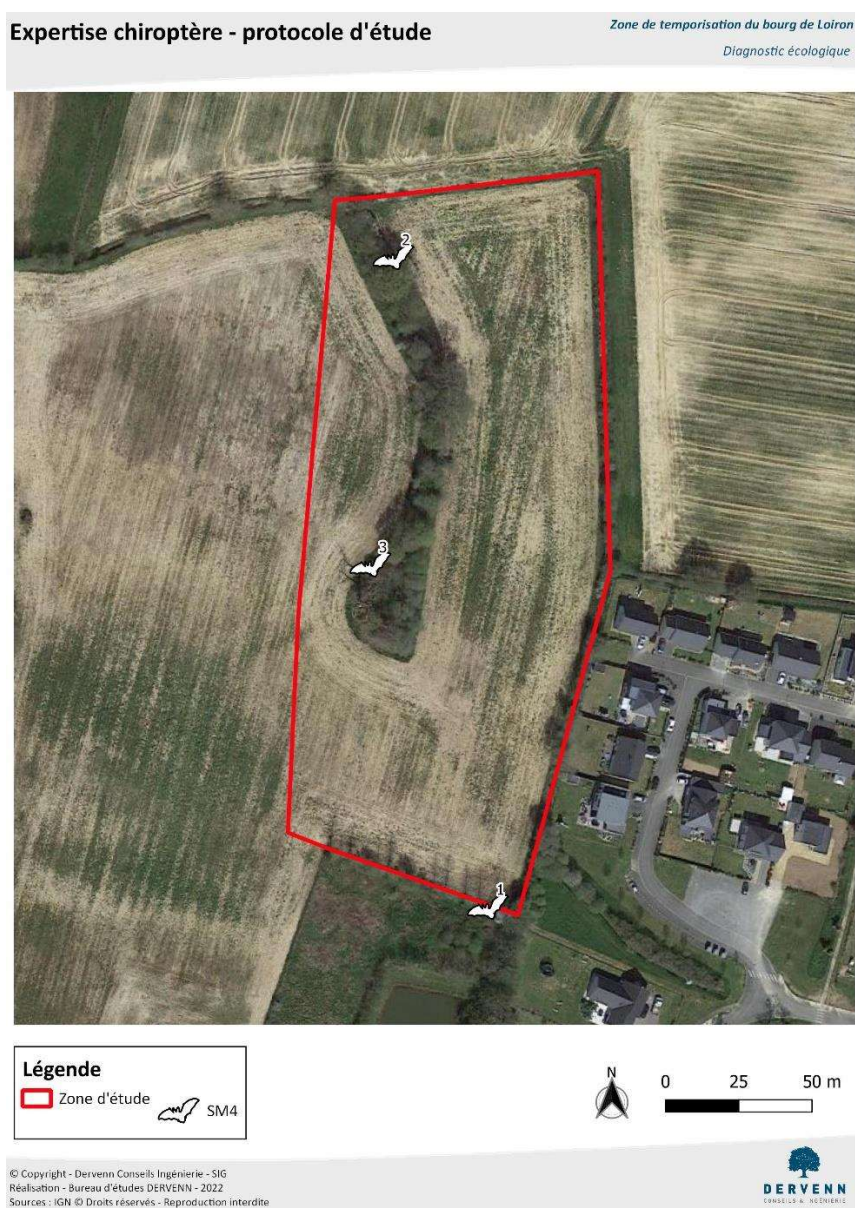
- Enregistrement passif à l'aide d'un détecteur automatisé

Une session d'une nuit d'enregistrement des ultrasons a également été réalisées au niveau de secteurs favorables à l'activité des chiroptères, à l'aide d'un détecteur automatisé fixe de type SM4Bat couplé à deux microphones ultrasons SM3-U1 : enregistrement des émissions ultrasonores sur une large gamme de fréquences.

➔ **1 nuit d'enregistrement.**

Les points d'écoute et transects ont été positionnés afin de couvrir tous les habitats de l'aire d'étude immédiate et rapprochée tout en évitant au mieux les recouvrements entre les zones étudiées.

Ces écoutes passives permettent de préciser l'activité chiroptérologique (en nombre de contacts/minute) sur les divers secteurs inventoriés.



Carte 64: localisation des points d'écoute passifs des chiroptères

5.2.1 Expertise zones humides

La délimitation des zones humides a été réalisée conformément à la réglementation en vigueur, basée sur les 4 critères de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009⁵ :

- la présence d'eau,
- la dominance d'une végétation hygrophile,
- l'hydromorphie du sol
- la topographie.

Le principal critère étudié pour le présent dossier repose sur l'étude de l'hydromorphie du sol qui consiste à identifier la présence de traits rédoxiques et/ou réductiques à moins de 50 cm de profondeur et s'intensifiant en profondeur. Les traits rédoxiques (ou pseudogley) correspondent à l'oxydation du fer et se matérialise par des tâches de couleur rouille ou des concrétions ferro-manganiques. Les horizons rédoxiques témoignent donc d'engorgements temporaires. Les traits réductiques (ou gley) se caractérisent par des tâches de décoloration gris-bleu et correspondent à un processus de réduction du fer en période de saturation en eau.



Figure 52: Traces rédoxiques observées dans le sol (© Dervenn)

Des sondages pédologiques ont été effectués à l'aide d'une tarière à main, permettant des sondages jusqu'à 120 cm de profondeur.

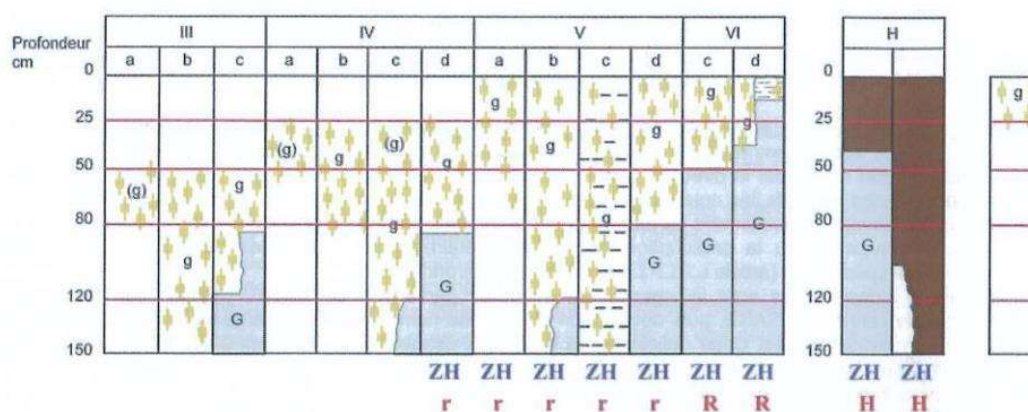
Conformément à la circulaire d'application de l'arrêté du 1^{er} octobre 2009, « l'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- D'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- Ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;

⁵ Dernière évolution réglementaire : suite à la loi du 24 juillet 2019, portant création de l'Office français de la biodiversité, les zones humides sont de nouveau définies par le caractère alternatif des critères de sols et de végétation. Il rend caduque l'arrêt du Conseil d'État du 22 février 2017

- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

[...] **La morphologie des classes IV d, V et VI** (classes d'hydromorphie des sols décrites ci-dessus) **caractérisent des sols de zones humides** pour l'application de la rubrique 3.3.1.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement »



Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)

- (g) caractère rédoxique peu marqué (pseudogley peu marqué)
- g caractère rédoxique marqué (pseudogley marqué)
- G horizon réductique (gley)
- H Histosols R Réductisols
- r Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)

d'après Classes d'hydromorphie du Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981)

Figure 53: Classes d'hydromorphie des sols selon le classement GEPPA

5.2.2 Dates et natures des prospections de terrain

Tableau 53: Date et nature des prospections de terrain réalisées dans le cadre de cette étude

Date et Horaire (Effort de prospection)		Météorologie	Nature des prospections
Flore et végétations			
27/06/2022	10h00-16h00	/	Milieus naturels et flore
Insectes			
21/04/2022	12h00-16h00	14° - 16°C/ absence de pluie / vent faible / nébulosité faible	Rhopalocères, Odonates
07/06/2022	12h00-16h00	8° - 15°C/ pluie / vent faible / nébulosité forte	Rhopalocères, Odonates, Orthoptères
05/09/2022	10h00-14h00	20° - 25°C absence de pluie / vent faible / nébulosité forte	Rhopalocères, Odonates, Orthoptères
Reptiles, amphibiens et mammifères terrestres			
21/04/2022	14h00-23h00	14° - 16°C/ absence de pluie / vent faible / nébulosité faible	Prospection active
07/06/2022	14h00-23h00	8° - 15°C/ pluie / vent faible / nébulosité forte	
05/09/2022	14h-17h00	20° - 25°C absence de pluie / vent faible / nébulosité forte	
Avifaune			
17/03/2022	07h00-11h00	6-12°C / absence de pluie / vent faible / nébulosité faible	transect
21/04/2022	06h30-10h00	14° - 16°C/ absence de pluie / vent faible / nébulosité faible	transect
07/06/2022	06h30-10h00	8° - 15°C/ pluie / vent faible / nébulosité forte	Prospection aléatoire non spécifique
Chauve-souris			
05/09/2022	(1 nuit)	15-18°C absence de pluie / vent faible / nébulosité forte	Enregistreurs SM4
Zones humides			
21/04/2022		Absence de pluie, précipitations la semaine précédent :	Délimitation des zones humides

5.2.3 Limites aux prospections de terrain

Le passage du mois de juin a été légèrement contraint par une météorologie changeante. Pour compenser ces conditions, la durée de prospection lors de cette journée a été allongée pour maximiser les contacts avec la faune.



Annexe 1. Liste des espèces végétales





Nom scientifique de l'espèce	Nom français	Protection/menace	Invasive
<i>Abies alba</i> Mill., 1768	Sapin blanc (cultivé)		
<i>Agrostis capillaris</i> L., 1753	Agrostide capillaire		
<i>Agrostis stolonifera</i> L., 1753	Agrostide stolonifère		
<i>Agrostis x murbeckii</i> Fouill., 1933	Agrostide de Murbeck		
<i>Alopecurus pratensis</i> L., 1753	Vulpin des prés		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé		
<i>Arum</i> sp.	Arum		
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth, 1799	Fougère femelle		
<i>Avena fatua</i> L., 1753	Folle-avoine		
<i>Bidens tripartita</i> L., 1753	Bident tripartite		
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	Brachypode des bois		
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn, 1800	Petite-centaurée commune		
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Chenopode blanc		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	Cirse des champs		
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten., 1838	Cirse commun		
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753	Liseron des haies		
<i>Corylus avellana</i> L., 1753	Noisetier		
<i>Crataegus germanica</i> (L.) Kuntze, 1891	Néflier d'Allemagne		
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	Aubépine à un style		
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link, 1822	Genêt à balai		
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	Dactyle aggloméré		
<i>Daucus carota</i> L., 1753	Carotte sauvage		
<i>Digitalis purpurea</i> L., 1753	Digitale pourpre		
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott, 1834	Fougère mâle		




<i>Epilobium ciliatum</i> Raf., 1808	Épilobe cilié	IP5
<i>Epilobium hirsutum</i> L., 1753	Épilobe hirsute	
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb., 1771	Épilobe à petites fleurs	
<i>Erigeron</i> sp.	Erigeron	
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L., 1753	Euphorbe des bois	
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W.D.J.Koch, 1845	Fumeterre commun	
<i>Galium mollugo</i> L., 1753	Gaillet mollugine	
<i>Galium palustre</i> L., 1753	Gaillet des marais	
<i>Geranium robertianum</i> L., 1753	Géranium Herbe à Robert	
<i>Geum urbanum</i> L., 1753	Benoîte des villes	
<i>Hedera helix</i> L., 1753	Lierre grim pant	
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub, 1973	Picride fausse vipérine	
<i>Holcus lanatus</i> L., 1753	Houlque laineuse	
<i>Hypericum perforatum</i> L., 1753	Millepertuis perforé	
<i>Hypericum pulchrum</i> L., 1753	Millepertuis élégant	
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823	Millepertuis à quatre angles	
<i>Hypochoeris radicata</i> L., 1753	Porcelle enracinée	
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 1791	Séneçon jacobée	
<i>Juglans regia</i> L., 1753	Noyer commun	
<i>Lactuca serriola</i> L., 1756	Laitue scariole	
<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC., 1838	Marguerite	
<i>Lipandra polysperma</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Chénopode à graines nombreuses	
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav., 1793	Lotier pédonculé	
<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753	Lycope d'Europe	
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	Salicaire officinale	
<i>Mentha aquatica</i> L., 1753	Menthe aquatique	
<i>Oenanthe crocata</i> L., 1753	Oenanthe safranée	
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre, 1800	Persicaire à feuilles d'oseille	
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821	Persicaire maculée	




Phleum pratense L., 1753	Fiéole des prés	
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel	
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	
Populus nigra	Peuplier (cultivé)	
Prunella vulgaris L., 1753	Brunelle commune	
Prunus avium (L.) L., 1755	Merisier	
Prunus spinosa L., 1753	Prunellier	
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879	Fougère-aigle	
Quercus robur L., 1753	Chêne pédonculé	
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante	
Rosa canina L., 1753	Rosier des Chiens	
Rubus sp.	Ronce	
Rumex conglomeratus Murray, 1770	Oseille agglomérée	
Salix atrocinerea Brot., 1804	Saule roux	
Salix caprea L., 1753	Saule marsault	
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir	
Scrophularia nodosa L., 1753	Scrofulaire noueuse	
Senecio vulgaris L., 1753	Sénéçon commun	
Solanum dulcamara L., 1753	Morelle douce-amère	
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux	
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron potager	
Sorbus terminalis (L.) Crantz, 1763	Alisier torminal	
Stachys palustris L., 1753	Épiaire des marais	
Stachys sylvatica L., 1753	Épiaire des forêts	
Stellaria media (L.) Vill., 1789	Stellaire intermédiaire	
Ulex europaeus L., 1753	Ajonc d'Europe	
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque	
Viburnum lantana L., 1753	Viorne lantane	




Annexe 2. Description des sondages pédologiques




Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
1	limono-argileux	limono-argileux		5	0	40	V	
2	limono-argileux	limono-argileux	limono-argileux	5	0	75	Vb	



Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
3	limoneux	limono-argileux		30	0	45	IV	
4	limoneux	limono-argileux	Limono- argileux	15	0	0	Vb	
5	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	15	0	0	Vb	
6	limoneux	limono- gravelleux		5	0	35	refus tarière	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductrice	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
7	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	15	0	0	Vb	
8	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	10	0	0	Vb	
9	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	0	10	0	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductrice	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
10	limoneux	limoneux	limono-argileux	40	0	0	IVc	
11	limoneux	limoneux	limono-argileux	45	0	0	IVc	
12	limoneux	limono-argileux		25	0	55	IV	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductrice	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
13	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	30	0	0	IVc	
14	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	40	0	0	IVc	
15	limoneux	limono-argileux		25	0	60	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
16	limoneux	limono-argileux		10	0	45	V	
17	limono-argileux	limono-argileux		5	0	55	V	
18	limoneux	limono-argileux		5	0	60	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
19	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	10	0	0	IVc	
20	limoneux	limono-argileux		5	0	35	refus tarière	

**Annexe 3. Etude pour la réduction de la
vulnérabilité aux inondations et le
rétablissement de la continuité
écologique du ruisseau de l’Ardonnière –
ARTELIA 2021**

.....



SYNDICAT DU BASSIN DE L'OUDON



Loiron Ruillé (53)

ETUDE POUR LA REDUCTION DE VULNERABILITE AUX
INONDATIONS ET LE RETABLISSEMENT DE LA
CONTINUTE ECOLOGIQUE DU RUISSEAU DE
L'ARDONNIERE

**RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP
DEFINITIF - INDICE C**

VILLES & TERRITOIRES
DIRECTION REGIONALE OUEST
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières
CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

DATE : NOVEMBRE 2021

REF : 4532657



Villes & Territoires
Direction Régionale Ouest
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières – CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

ARTELIA Villes & Territoires Direction Régionale Ouest Les Bureaux du Sillon 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4532657			Etabli par	Vérifié par
	Date	NOVEMBRE 2021			V. JORIGNE S. BAULIN	S. BAULIN
	Indice	A	B	C		

SOMMAIRE

0.	NOTE DE SYNTHESE	7
0.1.	CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION	7
0.2.	ETAT DES LIEUX	7
0.2.1.	HYDROLOGIE	7
0.2.2.	CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE DU PLAN D'EAU	8
0.2.3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	8
0.3.	AMENAGEMENTS PROPOSES	10
0.3.1.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE FAISABILITE	10
0.3.2.	URBANISME, INFORMATION DES RIVERAINS	11
0.3.2.1.	Documents en vigueur	11
0.3.2.2.	Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales et plan de zonage	11
0.3.2.3.	Information des riverains	11
0.3.3.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET SOMMAIRE (APS)	12
0.3.4.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)	13
0.3.4.1.	Restauration du cours d'eau	13
0.3.4.2.	Réduction de la vulnérabilité aux inondations	1
1.	PHASE 1 : ETAT DES LIEUX	4
1.1.	COLLECTE DES DONNEES EXISTANTES	4
1.1.1.	ACTEURS LOCAUX ET DONNEES DISPONIBLES	4
1.1.2.	RENCONTRES AVEC LES RIVERAINS	5
1.2.	HYDROLOGIE	6
1.2.1.	BASSIN VERSANT DE L'ARDONNIERE	6
1.2.2.	DONNEES METEOROLOGIQUES	9
1.2.2.1.	Stations pluviométriques	9
1.2.2.2.	Coefficients de Montana	9
1.2.2.3.	Pluviométrie des 9 et 11 juin 2018	10
1.2.3.	DEBITS COURANTS DE REFERENCE	16
1.2.4.	DEBITS DE CRUE DE REFERENCE	17
1.2.4.1.	Débits caractéristiques de crue : méthodes empiriques	17
1.2.4.2.	Débits caractéristiques de crue : modélisation hydrologique	19
1.2.4.3.	Débit de calage : modélisation hydrologique	21
1.2.4.4.	Débit journalier biennal (QJ2)	22
1.3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	23
1.3.1.	LOGICIEL HEC-RAS	23
1.3.2.	CONSTRUCTION DU MODELE	23
1.3.2.1.	Structure du modèle	23
1.3.2.2.	Conditions aux limites	25
1.3.2.3.	Paramètres divers	25
1.3.3.	RESULTATS DE CALAGE – JUIN 2018	27
1.3.4.	RESULTATS – DEBITS CARACTERISTIQUES	29
1.4.	SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX	33
2.	PHASE 2 : PROPOSITION DE SCENARIOS	34
2.1.	VULNERABILITE AUX INONDATIONS	34
2.1.1.	MESURES ENVISAGEABLES	34
2.1.1.1.	Echelle globale	34
2.1.1.2.	Echelle locale	36
2.1.2.	SCENARIOS ETUDIES	36
2.1.2.1.	Scénario I1 : Protection rapprochée	36

2.1.2.2.	Scénario I2 : Renforcement Ø800	37
2.1.2.3.	Scénario I3 : Renforcement Ø1000	41
2.1.2.4.	Scénario I4 : Aménagement d'une zone d'expansion / rétention en amont	45
2.1.2.5.	Scénario I5 : Gestion des eaux pluviales sur le BV « Est »	49
2.1.3.	PROJET D'URBANISATION FUTUR	53
2.2.	RESTAURATION DU COURS D'EAU	55
2.2.1.	CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE	56
2.2.2.	GRANULOMETRIE	57
2.2.3.	SCENARIOS ETUDIES	58
2.2.3.1.	Scénario RCE1 : Renaturation en remblai	58
2.2.3.2.	Scénario RCE2 : renaturation en remblai et reprise de l'ouvrage de franchissement	59
2.3.	SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	61
3.	PHASE 3 : URBANISME ET AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)	62
3.1.	URBANISME ET INFORMATION DES RIVERAINS	62
3.1.1.	DOCUMENTS EN VIGUEUR	62
3.1.1.1.	SDAGE Loire Bretagne	62
3.1.1.2.	SAGE Oudon	63
3.1.1.3.	PLUi	63
3.1.2.	SCHEMA DIRECTEUR ET ZONAGE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES	65
3.1.3.	INFORMATION, PREVISION ET ALERTE	67
3.2.	APS - RESTAURATION DU COURS D'EAU	68
3.2.1.	AMENAGEMENTS	68
3.2.2.	CONTRAINTES	68
3.2.3.	IMPACTS HYDRAULIQUES	68
3.2.4.	PLANS	68
3.2.5.	PHOTOMONTAGES	71
3.2.6.	ESTIMATIONS FINANCIERES SOMMAIRES	72
3.3.	APS - VULNERABILITE AUX INONDATIONS	73
3.3.1.	AMENAGEMENTS COMMUNS AUX 3 APS : CLAPETS ANTI-RETOUR	73
3.3.2.	APS I1 : MISE A CIEL OUVERT, RENFORCEMENT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	74
3.3.2.1.	Aménagements	74
3.3.2.2.	Contraintes	75
3.3.2.3.	Impacts hydrauliques	75
3.3.2.4.	Plans	75
3.3.2.5.	Estimation financière sommaire	78
3.3.3.	APS I2 : RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	78
3.3.3.1.	Aménagements	78
3.3.3.2.	Contraintes	79
3.3.3.3.	Impacts hydrauliques	79
3.3.3.4.	Plans	79
3.3.3.5.	Estimation financière sommaire	81
3.3.4.	APS 3 : RENFORCEMENT, RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	81
3.3.4.1.	Aménagements	81
3.3.4.2.	Contraintes	81
3.3.4.3.	Impacts hydrauliques	82
3.3.4.4.	Plans	82
3.3.4.5.	Estimation financière sommaire	84
3.4.	SYNTHESE DES AVANT-PROJETS SOMMAIRES	85
3.4.1.	COMPARAISON DES IMPACTS HYDRAULIQUES	85
3.4.2.	TABLEAUX SYNTHETIQUES	86
3.4.2.1.	APS - Restauration du cours d'eau	86
3.4.2.2.	APS - Vulnérabilité aux inondations	87
4.	PHASE 4 : AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)	88
4.1.	APD - RESTAURATION DU COURS D'EAU	88

4.1.1.	SCENARIO RETENU	88
4.1.2.	AMENAGEMENTS	88
4.1.2.1.	Description	88
4.1.2.2.	Plans	88
4.1.2.3.	Insertion paysagère	91
4.1.2.4.	Techniques de mise en œuvre	92
4.1.2.5.	Aléas techniques	92
4.1.2.6.	Estimation financière	92
4.1.2.7.	Programmation et planning prévisionnel	94
4.1.2.8.	Modalités et coûts d'entretien	95
4.1.2.9.	Impacts	95
4.1.2.10.	Contraintes réglementaires	95
4.2.	APD - VULNERABILITE AUX INONDATIONS	96
4.2.1.	SCENARIO RETENU	96
4.2.2.	AMENAGEMENTS	96
4.2.2.1.	Description	96
4.2.2.2.	Plans	96
4.2.2.3.	Insertion paysagère	99
4.2.2.4.	Techniques de mise en œuvre	100
4.2.2.5.	Aléas techniques	100
4.2.2.6.	Estimation financière	100
4.2.2.7.	Programmation et planning prévisionnel	102
4.2.2.8.	Modalités et coûts d'entretien	103
4.2.2.9.	Impacts	103
4.2.2.10.	Contraintes réglementaires	104

ANNEXE 1 Laisses de crue 105**ANNEXE 2 Extraits des retours de DT (Déclaration de Travaux) Détails consultables au format numérique 106****ANNEXE 3 Analyse granulométrique 111**

TABLEAUX

Tabl. 1 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (faisabilité)	10
Tabl. 2 -	Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (faisabilité)	11
Tabl. 3 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (APS)	12
Tabl. 4 -	Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (APS)	13
Tabl. 5 -	Caractéristiques du bassin versant et de ses sous-bassins	8
Tabl. 6 -	Localisation des données pluviométriques disponibles	9
Tabl. 7 -	Coefficients de Montana et cumuls de pluie par occurrence	9
Tabl. 8 -	Cumul selon durée de pluie et occurrence	10
Tabl. 9 -	Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour	12
Tabl. 10 -	Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour – 11 juin 2018	12
Tabl. 11 -	Stations hydrométriques	16
Tabl. 12 -	Débits caractéristiques courants – Stations hydrométriques	16
Tabl. 13 -	Débit courants – Ardonnière	17
Tabl. 14 -	Débit de pointe décennal des sous-bassins versants	18
Tabl. 15 -	Débit de pointe centennal des sous-bassins versants	18
Tabl. 16 -	Débits de pointe – Méthodes empiriques (m ³ /s)	19
Tabl. 17 -	Débits de pointe issu de la modélisation hydrologique Q10 / Q100	20
Tabl. 18 -	Débits caractéristiques retenus	20
Tabl. 19 -	Volumes ruisselés	21
Tabl. 20 -	Modélisation hydrologique - Débits de pointe de juin 2018 (m ³ /s)	21
Tabl. 21 -	QJ2 – Ardonnière	23
Tabl. 22 -	Résultats de calage	27
Tabl. 23 -	Débit caractéristiques simulés	29
Tabl. 24 -	Scénario I2 – Incidences hydrauliques	38
Tabl. 25 -	Scénario I3 – Incidences hydrauliques	41
Tabl. 26 -	Scénario I4 – Incidences hydrauliques	46
Tabl. 27 -	Evolution du débit de pointe – Urbanisation ouest	54
Tabl. 28 -	Risque inondation – Synthèse des scénarios	61
Tabl. 29 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios	61
Tabl. 30 -	APS RCE 1, 2 et 3 – Estimation financière sommaire	72
Tabl. 31 -	APS I1 – Estimation financière sommaire	78
Tabl. 32 -	APS I2 – Estimation financière sommaire	81
Tabl. 33 -	APS I3 – Estimation financière sommaire	84
Tabl. 34 -	APS – Tableau synthétique des impacts hydrauliques	85
Tabl. 35 -	APS RCE – Synthèse des scénarios	86
Tabl. 36 -	APS Inondations – Synthèse des scénarios	87
Tabl. 37 -	APD RCE – Estimation financière détaillée	93
Tabl. 38 -	APD RCE - Programmation et planning prévisionnel	94
Tabl. 39 -	APD Inondations – Estimation financière détaillée	101
Tabl. 40 -	APD Inondations - Programmation et planning prévisionnel	102

FIGURES

Fig. 1.	Découpage en sous-bassins versants	7
Fig. 2.	Emprise du modèle hydraulique	8
Fig. 3.	Enveloppe d'inondation à l'état actuel – Evénement de Juin 2018	9
Fig. 4.	APD RCE – Vue en plan	14
Fig. 5.	APD Inondation – Vue en plan	2
Fig. 6.	Emprise des secteurs inondés en juin 2018	5
Fig. 7.	Bassin versant étudié	6
Fig. 8.	Occupation des sols	7
Fig. 9.	Cumuls pluviométriques horaires du 9 au 11 juin 2018 (Météo France Laval)	11
Fig. 10.	Intensité pluviométriques du 9 juin 2018 (Météo France Laval)	11
Fig. 11.	Images radar des cumuls de pluie horaire (Infoclimat)	14
Fig. 12.	Intensité et hauteur de pluie du 9 juin 2018 – MétéoFrance - HydroConcept	14
Fig. 13.	Exemple de pluie de projet – T=10 ans – durée=2h	19
Fig. 14.	Pluie de projet – Juin 2018	21

Fig. 15.	Hydrogrammes – Juin 2018	22
Fig. 16.	Modélisation hydraulique – Ruisseau de l'Ardonnière	24
Fig. 17.	Modélisation hydraulique – Conditions aux limites	26
Fig. 18.	Modélisation hydraulique – Calage – 0.58 Q _{Juin2018}	28
Fig. 19.	Hydrogramme – Crue centennale – bassin versant Est	29
Fig. 20.	Modélisation hydraulique – Q ₁₀	30
Fig. 21.	Modélisation hydraulique – Q ₅₀	31
Fig. 22.	Modélisation hydraulique – Q ₁₀₀	32
Fig. 23.	Urbanisation du bourg de Loiron et évolution du bocage	35
Fig. 24.	Scénario I1 – Localisation des aménagements	37
Fig. 25.	Scénario I2 – Q ₅₀	39
Fig. 26.	Scénario I2 – Q ₁₀₀	40
Fig. 27.	Scénario I3 – Variante – Remise à ciel ouvert	42
Fig. 28.	Scénario I3 – Q ₅₀	43
Fig. 29.	Scénario I3 – Q ₁₀₀	44
Fig. 30.	Scénario I4 – Localisation du bassin de rétention	45
Fig. 31.	Scénario I4 – Q ₅₀	47
Fig. 32.	Scénario I4 – Q ₁₀₀	48
Fig. 33.	Infiltration sous enrobé poreux (ADOPTA)	49
Fig. 34.	Infiltration sous enrobé « classique » (ADOPTA)	50
Fig. 35.	Comparatifs de coûts pour chaussée infiltrante (ADOPTA)	50
Fig. 36.	Tranchées d'infiltration (ADOPTA)	50
Fig. 37.	Structures alvéolaires ultralégères (ADOPTA)	51
Fig. 38.	Localisation de l'espace vert et du parking au sein du BV Est (Géoportail)	52
Fig. 39.	Localisation du projet d'urbanisation future au sein du BV Ouest (Géoportail)	53
Fig. 40.	Photographies du plan d'eau abaissé et de son ouvrage exutoire	55
Fig. 41.	Plans et photographies de l'ouvrage exutoire du plan d'eau	56
Fig. 42.	Renaturation – Scénario RCE1	58
Fig. 43.	Renaturation – Scénario RCE2	60
Fig. 44.	Exemple de trame à annexer au PLU	64
Fig. 45.	APS RCE 1, 2 et 3 – Vue en plan	69
Fig. 46.	APS RCE 1, 2 et 3 – Coupes	70
Fig. 47.	APS RCE 1, 2 et 3 - Photomontages	71
Fig. 48.	Localisation des bâtiments à investiguer	74
Fig. 49.	APS I1 – Vue en plan	76
Fig. 50.	APS I1 – Coupes	77
Fig. 51.	APS I2 – Vue en plan	80
Fig. 52.	APS I3 – Vue en plan (hors bassin, voir Fig. 51)	83
Fig. 54.	APS – Zoom sur les lignes d'eau au droit du plan d'eau actuel	85
Fig. 55.	APD RCE – Vue en plan	89
Fig. 56.	APD RCE – Coupes	90
Fig. 57.	APD RCE – Insertion paysagère du projet (photomontage)	91
Fig. 58.	APD Inondation – Vue en plan	97
Fig. 59.	APD Inondation – Coupes	98
Fig. 60.	APD Inondation – Insertion paysagère du projet (vue en axonométrie)	99

Préambule

L'épisode pluvieux du 9 juin 2018 a entraîné de sévères inondations touchant de nombreux bâtiments à l'ouest de la commune de Loiron : école communale, salle omnisport, maisons... Ces inondations ont été causées par le débordement du ruisseau de l'Ardonnière. L'évènement a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle le 23 juillet 2018.

Le ruisseau de l'Ardonnière transite par ailleurs via un plan d'eau privé en aval de la commune. Ce dernier pose des problèmes d'un point de vue de la continuité écologique. Vidangé en avril 2019 du fait de son irrégularité vis-à-vis de la Loi sur l'Eau, il présente un ancien seuil qui supporte une route départementale en entrée d'agglomération.

Dans ce contexte, **le syndicat de bassin de l'Oudon a missionné ARTELIA** pour la réalisation d'une « Etude pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière ».

La mission se décompose ainsi de la façon suivante :

- Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic (Tranche ferme)
- Phase 2 : Propositions de scénarios (Tranche ferme)
- Phase 3 : Elaboration niveau Avant-Projet Sommaire de 3 scénarios (Tranche ferme)
- Phase 4 : Avant-Projet Définitif du scénario retenu (Tranche ferme)
- Phase 5 : Rédaction des dossiers réglementaires (Tranche optionnelle)
- Phase 6 : Réunion publique (Tranche optionnelle)

Le présent document traite des phases 1 à 4.

0. NOTE DE SYNTHESE

La note de synthèse présentée ci-après reprend de façon succincte les différentes phases de l'étude, l'ensemble des détails figurant dans les chapitres suivants.

0.1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION

Une partie du bourg de Loiron est vulnérable aux inondations par débordement du ruisseau de l'Ardonnière au droit de sa section canalisée.

Ce ruisseau transite par un plan d'eau mis à sec qui doit être renaturé.

La mission confiée à ARTELIA consiste à

La mission se décompose ainsi de la façon suivante :

- Etablir l'état des lieux ;
- Proposer des scénarios d'aménagements sur les 2 volets de l'étude ;
- Etudier les leviers d'action possibles en terme d'urbanisme
- Définir des Avant-Projets Sommaire puis les Avant-Projets Définitifs des aménagements retenus.

0.2. ETAT DES LIEUX

0.2.1. HYDROLOGIE

L'orage du 9 juin 2018 est un événement pluvieux exceptionnel, on peut estimer l'occurrence de l'évènement de 50 à >500 ans.

Le site fait l'objet d'un découpage en sous-bassin versants.

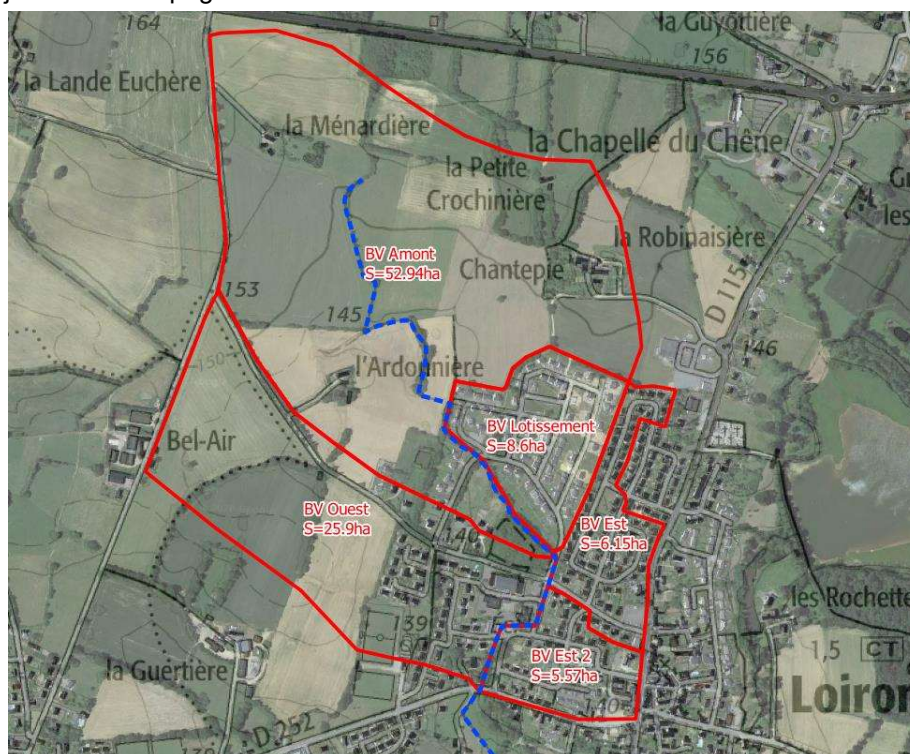


Fig. 1. Découpage en sous-bassins versants

0.2.2. CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE DU PLAN D'EAU

Les principales caractéristiques du ruisseau de l'Ardonnière sont les suivantes :

- Hydrologie : débits courants très limités et étiages très marqués (assez une partie de l'année) ;
- Continuité piscicole : les ouvrages de part et d'autre du plan d'eau ne sont pas franchissables. Par ailleurs les possibilités de nage se limitent à la période de basses eaux (hauteur d'eau trop faible voire nulle) ;
- Continuité sédimentaire : continuité marquée par la présence du réseau souterrain sur la traversée de Loiron, limitant l'impact du franchissement routier situé en aval du plan d'eau.

Du point de vue juridique, la continuité écologique n'est pas imposée sur le ruisseau de l'Ardonnière au droit de la commune de Loiron-Ruillé. La vidange récente du plan d'eau situé en aval de la zone d'étude a toutefois permis de créer un contexte favorable à la remise en état du site.

L'aménagement du plan d'eau est ainsi orienté vers la restauration des milieux aquatiques.

0.2.3. MODELISATION HYDRAULIQUE

Le site fait l'objet d'une modélisation hydraulique. L'emprise du modèle construit est présentée ci-après.

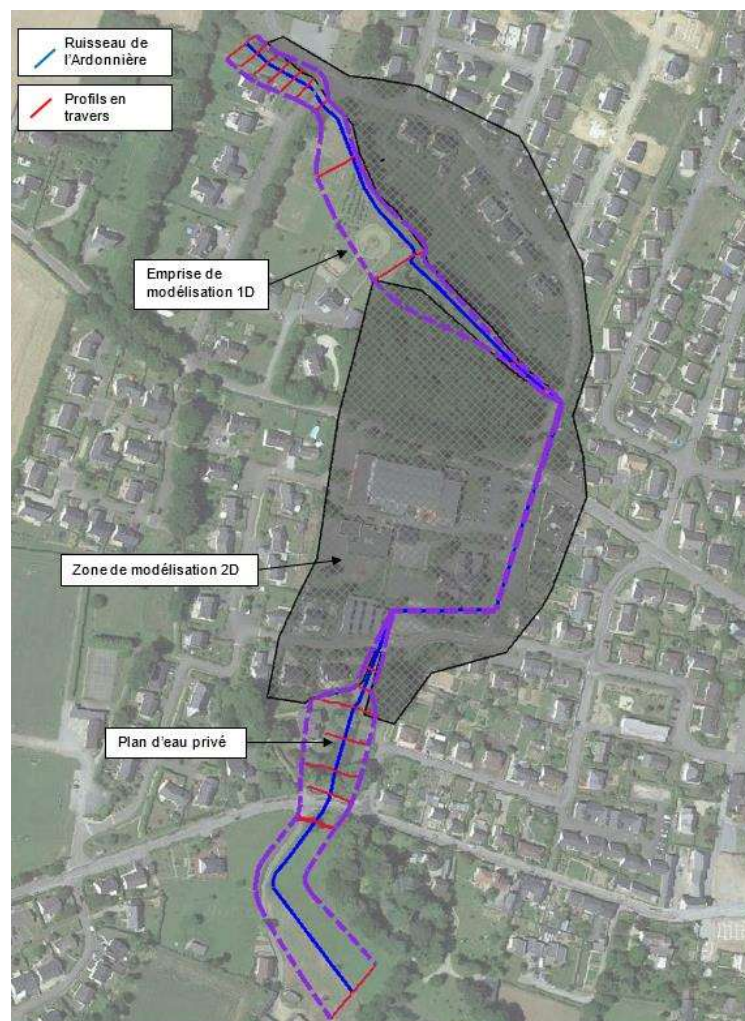


Fig. 2. Emprise du modèle hydraulique

Le modèle mis en œuvre permet d'établir différentes enveloppes d'inondation.

Le site est vulnérable au-delà d'une crue décennale, l'enveloppe d'inondation pour l'événement de Juin 2018 est présentée ci-après.

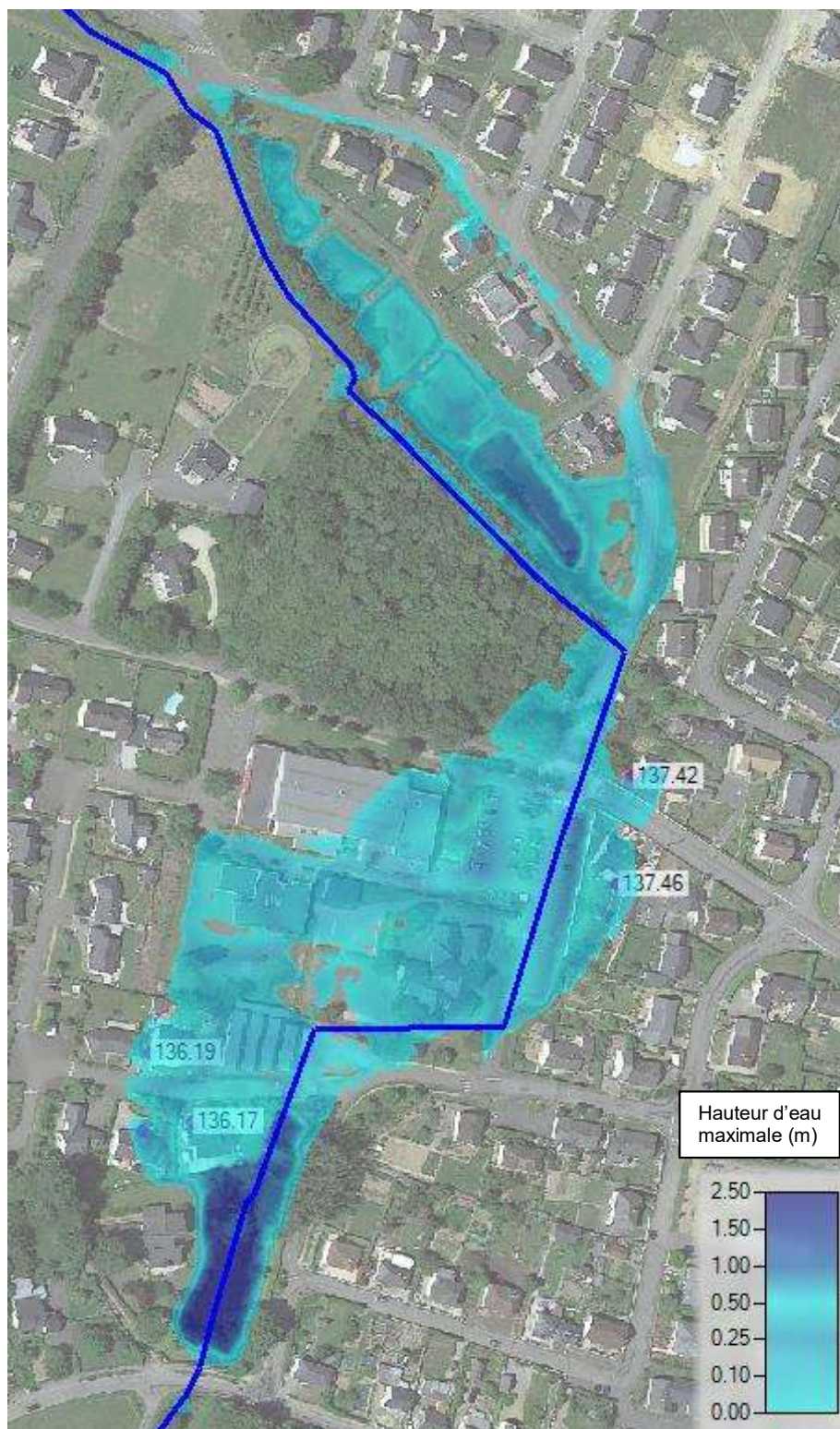


Fig. 3. Enveloppe d'inondation à l'état actuel – Evénement de Juin 2018

0.3. AMENAGEMENTS PROPOSES

0.3.1. SCENARIOS ETUDIES AU STADE FAISABILITE

Les scénarios étudiés au stade faisabilité sont les suivants :

RESTAURATION DU COURS D'EAU

- Scénario RCE 1 : Renaturation du cours d'eau (création de berges et méandrage) ;
- Scénario RCE 2 : RCE 1 et renforcement de l'ouvrage exutoire sous la RD 252 ;
- Variante : RCE 1 ou 2 + création de mares

Tabl. 1 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (faisabilité)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
Scénario RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	65 000 € HT	+	+++	Dépend du scénario inondation choisi	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	75 000 € HT	++	+		
Variante	RCE 1 ou 2 + création de mares	+5 000 € HT	+++	+++		

REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

- Scénario I 1 : Protection rapprochée des bâtiments impactés ;
- Scénario I 2 : Renforcement Ø800 de la section souterraine du ruisseau de l'Ardonnière ;
- Scénario I 3 : Renforcement Ø1000 de la section souterraine du ruisseau de l'Ardonnière (variante : mise à ciel ouvert au droit du Petit Bois) ;
- Scénario I 4 : Bassin de rétention amont (2000 m³) ;
- Scénario I 5 : Gestion des eaux pluviales à la source (Infiltration au sein du BV Est)

Tabl. 2 - Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (faisabilité)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Gain inondabilité	Faisabilité technique	Contrainte foncière	Contraintes réglementaires
Scénario I1	Protection rapprochée	120 000 € HT	=	+++	Aucune	Aucune
Scénario I2	Renforcement limité L~95m	62 000 € HT	+	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I3	Renforcement L~95m	91 000 € HT	++	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I4	Bassin de rétention V=2000m ³	135 000 € HT	+++	++	Nécessité d'acquisition	Autorisation Rubrique 3.1.1.0
Scénario I5	Infiltration BV Est	340 à 360 000 € HT (Hors moins-value)	+	variable	Aucune	A définir (DDTM)

0.3.2. URBANISME, INFORMATION DES RIVERAINS

0.3.2.1. DOCUMENTS EN VIGUEUR

Les principaux documents en vigueur sont les suivants :

- SDAGE Loire Bretagne et SAGE Oudon au sein desquels on retrouve des prescriptions quantitatives sur les rejets dans les eaux superficielles ;
- PLUi Pays de Loiron auquel pourront être annexées les trames de zones inondables produites via la modélisation hydraulique et au sein duquel des prescriptions spécifiques pourront être prises en terme d'urbanisme notamment via la réalisation d'un Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales.

0.3.2.2. SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET PLAN DE ZONAGE

Il est fortement préconisé que la commune fasse réaliser un Schéma Directeur des Eaux Pluviales accompagné d'un plan de zonage. La réalisation d'un tel schéma permet d'agir sur le volet pluvial, composante non négligeable du risque inondation.

Les prescriptions qui y sont prises en matière de gestion des eaux pluviales pour les opérations d'urbanisation futures sont traduites dans le règlement d'assainissement, elles peuvent être de différentes natures et répondre à différents niveaux d'ambition.

0.3.2.3. INFORMATION DES RIVERAINS

L'information des riverains sur le risque inondation encouru est un élément clé dans l'anticipation et la résilience face à de futurs évènements.

Cette information peut se faire via différents documents consultables en mairie (PCS, DICRIM, PLUi), différents supports de communication (bulletin municipal, réunion publique) et également la mise en place de repère(s) de crue (par exemple au droit de la salle des fêtes).

0.3.3. SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET SOMMAIRE (APS)

Les scénarios étudiés au stade APS sont les suivants :

RESTAURATION DU COURS D'EAU :

- APS RCE 1 : Renaturation du cours d'eau (création de berges et méandrage) ;
- APS RCE 2 : RCE 1 et renforcement de l'ouvrage exutoire sous la RD 252 ;
- Variante : RCE 1 ou 2 + création de mares

Tabl. 3 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (APS)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
APS RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	54 000 € HT	+	+++	=	Déclaration Rubrique 3.1.2.0 DIG
APS RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	69 000 € HT	++	+	Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	
APS RCE3	RCE 1 + création de mares	57 000 € HT	+++	+++	=	
	RCE 2 + création de mares	72 000 € HT			Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	

Les estimations financières s'entendent hors frais de maîtrise d'œuvre, études annexes (réglementaires,

REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

- APS I1 : Mise à ciel ouvert du ruisseau + renforcement Ø1000 ;
- APS I2 : Bassin de rétention amont (2000 m³) ;
- APS I3 : Bassin amont + renforcement Ø1000 ;
- Autre : mise en place de clapets anti-retour et réalisation de diagnostics de vulnérabilité à l'échelle des bâtiments

Tabl. 4 - Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (APS)

	Principe	Estimation financière (travaux*) (+/-20%)	Degré protection Gain inondation pour Q100	Impact aval	Faisabilité technique Entretien	Contrainte foncière	Contraintes réglem.	Coûts des dommages recensés en 2018
APS I1	Mise à ciel ouvert + Ø1000	146 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : ++	- - -	+	Aucune	- Autorisat° : 3.1.2.0 PGRI : /	~55 000 € (particuliers uniquement)
APS I2	Bassin	123 000 € HT	~Q50 Q100 : ++	+	+++	Acquisition DIG-DUP	- - Autorisation Zone humide ? PGRI : 4.1, 4.2, 4.3 DIG	
APS I3	Bassin + renforcement Ø1000 L~100m	266 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : +++	=	+	Aucune	- Autorisat° : 3.1.2.0 PRGRI : /	
Autres	Diagnostics vulnérabilité Clapets A/R	12 000 à 25 000 € HT	/	/	/	/	/	

0.3.4. SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)

0.3.4.1. RESTAURATION DU COURS D'EAU

Le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS RCE3, soit la restauration du cours d'eau accompagné de la création de 2 mares. Ce scénario est ainsi détaillé au stade APD.

AMENAGEMENTS

La solution retenue consiste à réaliser les aménagements suivants :

- Création de berges en remblai dont une partie est disponible sur site ;
- Création de 2 mares alimentées fréquemment par le ruisseau puis le rejet EP amont de la maison du propriétaire (mare Nord) ;
- Mise en place d'une protection anti-embâcle au droit de la buse exutoire.

En parallèle des aménagements réalisés par le syndicat, le propriétaire de la parcelle prendra à a charge des travaux paysagers : nivellement et raccord du jardin au projet.

Le plan de masse des aménagements de renaturation est présenté ci-après.

Renaturation du plan d'eau privé (Loiron-Ruillé)
Avant - Projet Définitif

Vue en plan

Raccord EP sur
mare (clapet A/R)
(tracé non connu)

Remblai et enrochements
paysagers (hors marché SBO)

Cage
anti-embâcle

Renaturation
du ruisseau
L-75m

CC'

Mares
S - 35 m²
h = 1 à 1.5 m

DD'

Alimentation de la mare
par débordement :
hauteur de berge
localement limitée à 30 cm

EP
T = 136.26
R = 133.27

0 10m

Rue de Bretagne

Rue de Normandie

AA175

AA2

AA153

AA150

AA15

EU

EU

EU

EU

AA13

EU

EU

EU

ESTIMATION FINANCIERE

Le coût de réalisation du projet est estimé à 54 000,00 € HT (hors travaux à la charge du propriétaire).

DELAJ

Le délai depuis le début des études réglementaires jusqu'à la réception des travaux est estimé à 11 mois.

IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - ⇒ Impact nul (régime courant) à négligeable (crues - inondations)
- **Morphologie du cours d'eau, végétation et faune**
 - ⇒ Impact positif

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les aménagements nécessitent un dossier de Déclaration au titre de la rubrique 3.3.5.0 de la Loi sur l'Eau (restauration de cours d'eau).

0.3.4.2. REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

Le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS I2, soit la création d'un bassin de rétention en amont du secteur urbanisé de Loiron. Ce scénario est ainsi détaillé au stade APD.

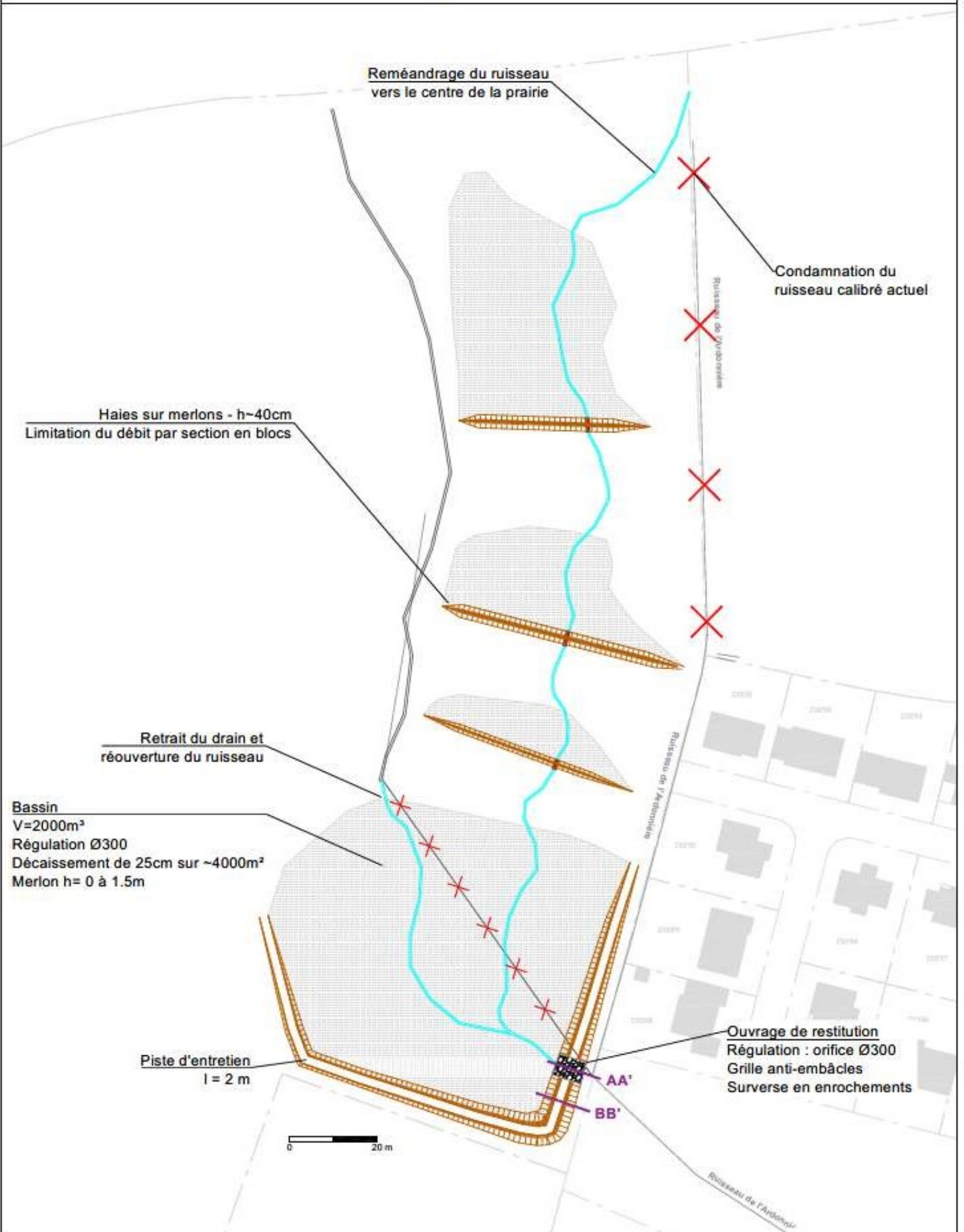
AMENAGEMENTS

La solution retenue consiste à réaliser les aménagements suivants :

- Réouverture du ruisseau (actuel : drain) ;
- Décalage du ruisseau calibré vers le centre de la parcelle (actuel : ruisseau rectiligne) ;
- Création d'un bassin rétention au sein de la parcelle agricole en amont de la zone urbanisée (V=2000 ou 4000 m³, débit régulé via orifice Ø 300)
- Création de talus plantés en perpendiculaire aux écoulements.

Bassin de rétention en amont du bourg de Loiron
Avant - Projet Définitif

Vue en plan



ESTIMATION FINANCIERE

Le coût de réalisation du projet est estimé à 126 600,00 € HT (hors travaux à la charge du propriétaire).

DELAI

Le délai depuis le début des études réglementaires jusqu'à la réception des travaux est estimé à 24 mois.

IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - ⇒ Impact positif (crues - inondations) à nul (régime courant)
- **Morphologie du cours d'eau**
 - ⇒ Impact positif
- **Végétation**
 - ⇒ Impact positif
- **Faune**
 - ⇒ Impact positif

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les contraintes réglementaires sont les suivantes :

- Loi sur l'Eau : nécessité d'un dossier d'Autorisation (investigations zone humide à prévoir et potentiellement mesures compensatoires)
- Déclaration d'Intérêt Général ;

Remarque : le projet pourrait relever d'une Déclaration d'Utilité Publique pour une acquisition par voie d'expropriation de l'emprise foncière si la vente ne peut se faire à l'amiable.
- PGRI - Objectifs 4.1, 4.2 et 4.3 : Justification, analyse multicritères, solutions alternatives...

1. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX

1.1. COLLECTE DES DONNEES EXISTANTES

La réunion de démarrage du 17 juin 2020 a permis de préciser les données disponibles ainsi que les acteurs à contacter.

1.1.1. ACTEURS LOCAUX ET DONNEES DISPONIBLES

Afin de recueillir les données disponibles, les acteurs locaux ont été contactés :

- Mairie de Loiron ;
- Syndicat de Bassin de l'Oudon ;
- Laval agglomération ;
- Conseil Départemental de la Mayenne ;
- Riverains.

Les données recueillies sont les suivantes :

- **Urbanisme**
 - Cadastre informatisé ;
 - Règlement du PLUi de Laval Agglomération ;
 - Prescription de rédaction du CD53 des PLUi pour la prise en compte de la gestion durable et intégrée des eaux pluviales ;
 - Atlas de l'inventaire des zones humides fonctionnelles du territoire de la Communauté de Communes du Pays de Loiron ;
 - Diagnostic bocager du Pays de Loiron avec couches géographiques.
- **Topographie**
 - Plan partiel de la partie canalisée de l'Ardonnière ;
 - Plan succinct du plan d'eau privé ;
- **Météorologie**
 - Météo France : chroniques de pluies, données statistiques...
- **Autres**
 - Données générales : fond de plan...
 - Plan des réseaux EP :
 - Lotissements : Petit bois (dont bassins EP) ; Hauts du bois, Orée du bois, Châtaigniers, Grenouillère, Chantepie, domaine des Chênes ;
 - Partie busée du ruisseau de l'Ardonnière (partiel) ;
 - Schéma directeur Eaux Pluviales : NON
 - Etude de dimensionnement des bassins de rétentions : NON
 - Contrat territorial Milieux Aquatiques : NON

- Etude similaire : Bassins versants du Plessis et du Saint Isle (Hydro Concept 2020)
- Pédologie : carte des sols de Loiron (Géomayenne) ;
- Dispositif Infiltr'eau : plaquettes et boîte à outil des techniques alternatives (association Adopta), préconisation de gestion intégrée et durables des eaux pluviales ;
- Photos de l'évènement de juin 2018.

1.1.2. RENCONTRES AVEC LES RIVERAINS

Des rencontres ont été organisées début juillet 2020 avec quelques riverains ayant subi les inondations et ayant une bonne connaissance des lieux.

Ces rencontres ont permis de cerner précisément le déroulé des phénomènes ayant conduit aux inondations. Elles ont également permis d'identifier des laisses de crues de façon précises. Ces laisses sont utiles afin de conserver la connaissance du risque et également afin de valider le modèle numérique mis en place dans la phase 2 de la mission. Les laisses de crue sont présentées en Annexe 1

La carte suivante indique sommairement le contour de la zone inondée lors de l'évènement pluvieux de juin 2018.



Fig. 6. Emprise des secteurs inondés en juin 2018

1.2. HYDROLOGIE

1.2.1. BASSIN VERSANT DE L'ARDONNIERE

Le bassin versant de l'Ardonnière au droit du plan d'eau privé couvre une superficie d'environ 1km², de la D57 au Nord à la D252 au Sud.

Les cartes suivantes présentent :

- Le bassin versant et son découpage en sous-bassins ;
- L'occupation des sols (source : Corine Land Cover revue après analyse de photo aérienne).

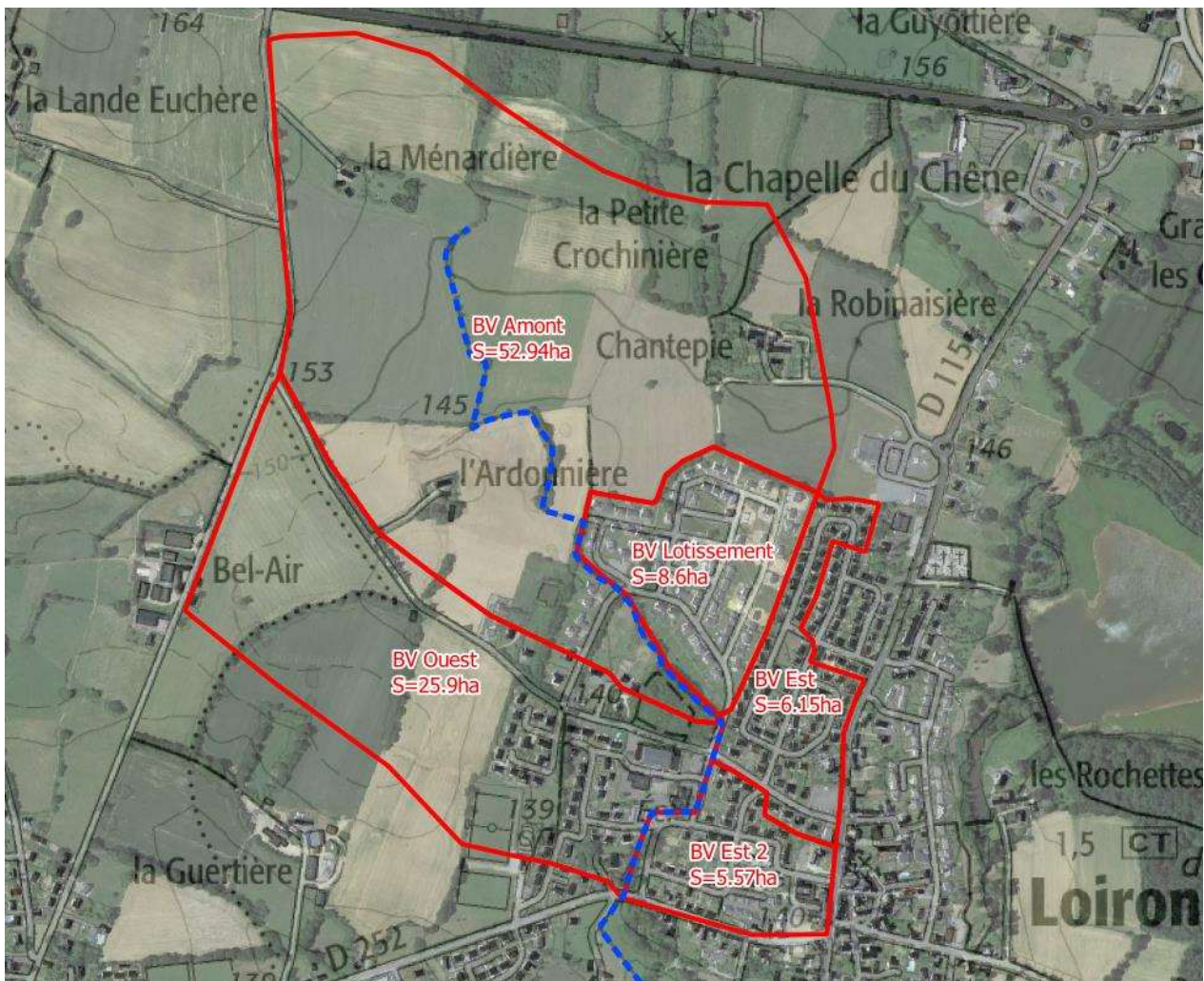


Fig. 7. Bassin versant étudié

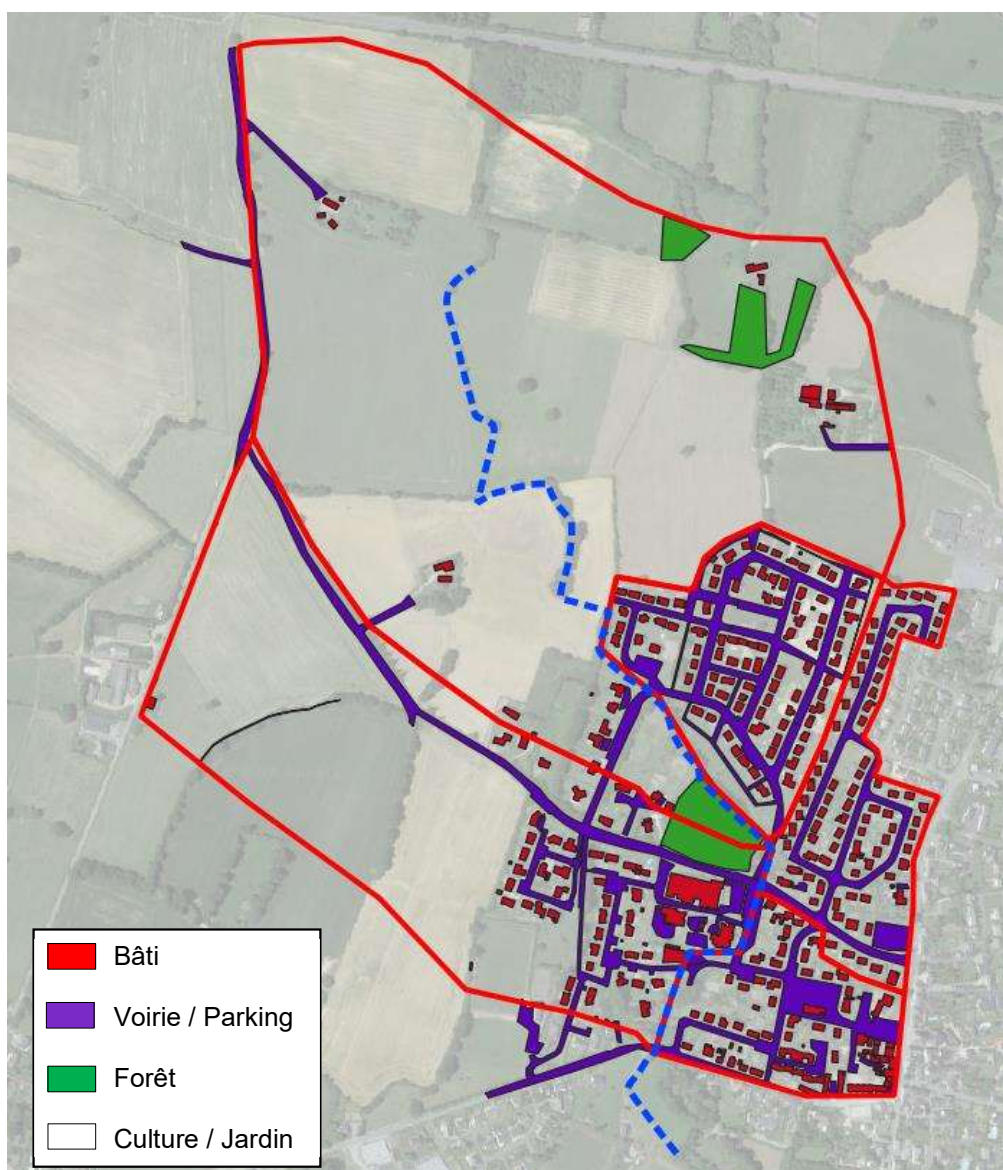


Fig. 8. Occupation des sols

Les sous-bassins versants amont et ouest sont largement ruraux, tandis que les sous-bassins versants localisés dans le bourg de Loiron sont très urbanisés. Leurs caractéristiques hydrologiques sont ainsi très différentes.

Les caractéristiques du bassin versant et des sous-bassins sont détaillées ci-après :

Tabl. 5 - Caractéristiques du bassin versant et de ses sous-bassins

Caractéristiques	Sous-bassins versants					Global
	Amont	Est (nord)	Est 2 (sud)	Lotissement	Ouest	
Surface (ha)	52.9	6.2	5.6	8.6	25.9	99.2
Longueur hydraulique (m)	1 505	525	500	595	1 160	1 800
Pente (%)	1.6	1.0	1.3	1.5	1.52	1.5
Coefficient de ruissellement*	0.36	0.56	0.60	0.56	0.42	0.42
Temps de concentration (min)**	40	20	17	19	31	50

* les coefficients de ruissellement ont été calculés selon les valeurs suivantes :

- Bâti : 0.95 ;
- Voirie / Parking : 0.90 ;
- Forêt : 0.15 ;
- Culture / Jardin : 0.35.

** le temps de concentration (T_c) correspond au temps de parcours de l'eau depuis l'amont du bassin versant jusqu'à son exutoire, il est calculé selon la méthode « Dujardin-Sogreah » pour les zones rurales (BV Amont, Ouest et Global) et la méthode « Desbordes » pour les zones urbaines (BV Est, Est 2 et Lotissement).

L'occupation du sol sur le bassin versant montre une superficie prépondérante de cultures (~2/3) et une superficie importante de zones résidentielles à urbaines (~1/3) essentiellement en partie aval.

Les zones imperméabilisées contribuent à l'accélération des écoulements. Leur présence en aval du bassin versant entraîne une réponse très rapide vers la partie canalisée puis le plan d'eau (<15min pour le secteur du bourg). La présence de ces secteurs urbanisés explique également le coefficient de ruissellement calculé relativement important à l'échelle du bassin versant global, avec une valeur moyenne de 0.42 malgré le caractère rural de la zone.

Les pentes sont également relativement fortes avec une valeur moyenne de 1.5% et un temps de réponse du bassin inférieur à 1h.

L'occupation des sols couplée à une pente moyenne et un temps de réponse court constituent des facteurs favorisant le ruissellement.

1.2.2. DONNEES METEOROLOGIQUES

L'analyse des données pluviométriques concerne l'événement de juin 2018, de type orageux.

Il a été caractérisé grâce aux données de pluviométrie récupérées, notamment les relevés locaux, les coefficients de Montana de la station MétéoFrance de Rennes Saint-Jacques et l'étude HydroConcept (*Étude de diagnostic et de prévention du risque d'inondation sur la commune du Genest-Saint-Isle, Février 2020*).

1.2.2.1. STATIONS PLUVIOMETRIQUES

Les données pluviométriques analysées proviennent des stations suivantes (source : Météo France, Météociel, Infoclimat, particulier) :

Tabl. 6 - Localisation des données pluviométriques disponibles

Station	Distance du site d'étude (km)
Brielles	13
Laval	15
Laubrières (pluviomètre particulier)	17
Mayenne	36
Brécé	39
Ombrée d'Anjou	40
Ernée	41
Segré	41
Ambrières les Vallées	44
Soudan	45

1.2.2.2. COEFFICIENTS DE MONTANA

Les coefficients de Montana suivants ont été récupérés auprès de Météo France (station de Rennes-Saint Jacques).

Ils permettent de calculer la hauteur de pluie correspondant à la durée de l'événement pluvieux, et ce pour chaque occurrence disponible selon la formule qui suit : $H(mm)=a*t(mn)(1-b)$

Tabl. 7 - Coefficients de Montana et cumuls de pluie par occurrence

Occurrence	Pluies de 15mn-6h		Pluies de 1h à 24h	
	a	b	a	b
5 ans	7.545	0.761	7.474	0.759
10 ans	8.855	0.765	8.868	0.765
20 ans	9.885	0.763	10.331	0.771
30 ans	10.412	0.76	11.156	0.773
50 ans	10.99	0.754	12.341	0.777
100 ans	11.611	0.744	13.988	0.781

Tabl. 8 - Cumul selon durée de pluie et occurrence

Occurrence	Durée de pluie							
	6mn*	15mn*	30mn	1h	2h	6h	12h	24h
5 ans	9	14.6	17.0	20.1	23.7	30.9	36.5	43.1
10 ans	10.5	17.1	19.7	23.2	27.3	35.4	41.6	49.0
20 ans	11.9	19.2	22.1	26.1	30.7	39.8	46.6	54.6
30 ans	12.6	20.4	23.6	27.8	32.9	42.4	49.7	58.1
50 ans	13.5	21.9	25.4	30.1	35.7	45.9	53.5	62.5
100 ans	14.6	23.8	27.7	33.1	39.5	50.8	59.1	68.8
150 ans**	16.0	26.1	30.2	36.0	42.9	54.9	63.8	74.0
200 ans**	16.8	27.3	31.6	37.8	45.1	57.6	66.8	77.4
300 ans**	17.9	29.1	33.8	40.4	48.3	61.6	71.3	82.4
400 ans**	18.8	30.5	35.4	42.4	50.7	64.6	74.6	86.2
500 ans**	19.5	31.6	36.7	44.0	52.7	67.0	77.3	89.2

* Valeurs données par Météo France. Les autres valeurs (30mn à 24h) sont calculées à l'aide des coefficients de Montana précédents

** Valeurs extrapolées

1.2.2.3. PLUVIOMETRIE DES 9 ET 11 JUIN 2018

Les événements pluviométriques des 9 et 11 juin 2018 ont été intenses. L'orage du 9 juin 2018 a été la source d'inondations par débordement du cours d'eau et ruissellement au point bas du bassin versant. Ces événements sont ainsi analysés afin d'en estimer les occurrences.

DONNEES AUX STATIONS

Les graphiques suivants présentent les pluies horaires du 9 au 11 juin 2018 enregistrées à Laval, puis les intensités pluvieuses du 9 à un pas de temps plus fin de 6mn.

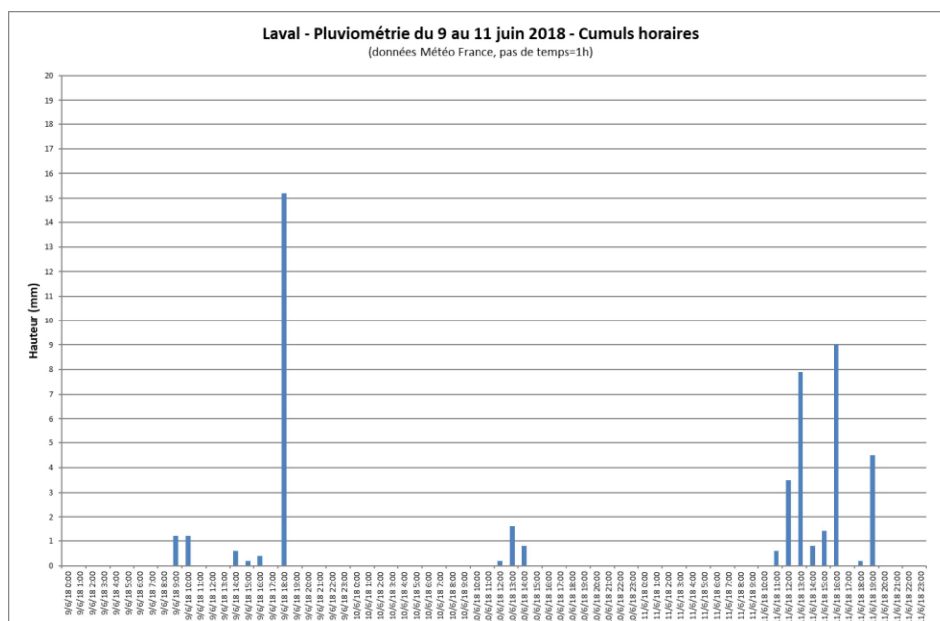


Fig. 9. Cumuls pluviométriques horaires du 9 au 11 juin 2018 (Météo France Laval)

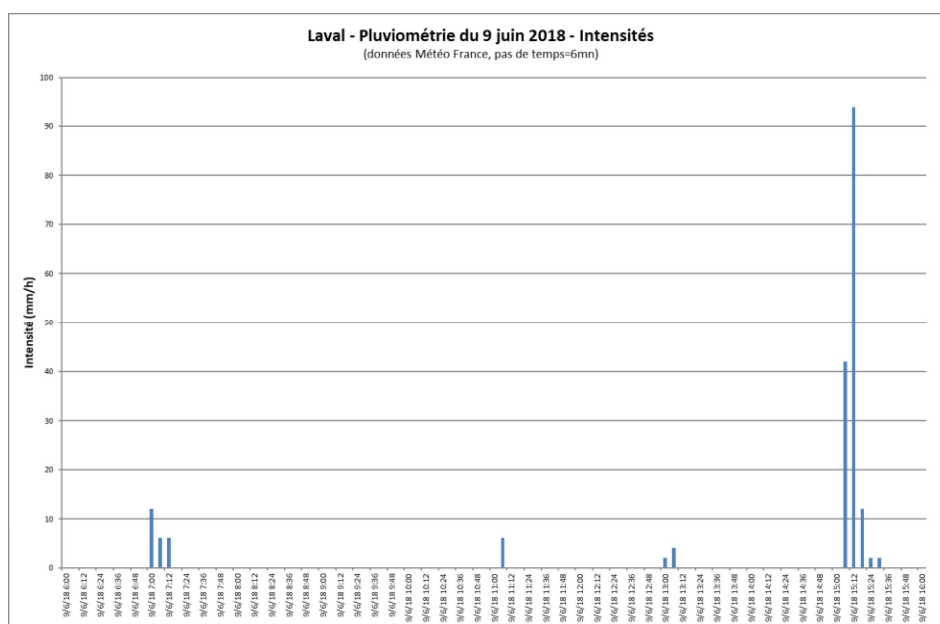


Fig. 10. Intensité pluviométriques du 9 juin 2018 (Météo France Laval)

Le premier graphique montre une pluviométrie courte et intense le 9 juin, avec un cumul légèrement moins important en 24h que le 11.

Le second graphique montre un premier événement pluvieux de faible intensité le 9 juin au matin mais un **épisode plus intense de 15h à 15h30**.

Le tableau suivant présente les cumuls de pluies enregistrés sur différentes durées et pour l'ensemble des stations analysées. Ces cumuls sont comparés aux valeurs statistiques présentées précédemment sur la station de Rennes Saint Jacques (voir 0), ceci permet d'évaluer la période de retour de l'événement.

Le tableau reprend également la pluviométrie enregistrée à Laubrières par un particulier.

Tabl. 9 - Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour

Stations	9 juin 2018							
	6mn		15mn		30mn		24h	
	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour
Brielles							61	50 ans
Laval	9.4	5 ans			15.2	<5 ans	18.8	<5 ans
<i>Laubrières</i>							31	<5 ans
Mayenne							70.6	100-150 ans
Brécé								
Ombree d'Anjou							30.5	<5 ans
Ernée							50.4	>10 ans
Segré								
Ambrières les Vallées	12	30 ans	25	100-150 ans	30	~150 ans		
Soudan								

Tabl. 10 - Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour – 11 juin 2018

Stations	11 juin 2018			
	6h		24h	
	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour
Brielles				
Laval	23.2	<5 ans	27.9	<5 ans
<i>Laubrières</i>			42	<i>5 ans</i>
Mayenne				
Brécé			64	>50 ans
Ombree d'Anjou			65	>50 ans
Ernée				
Segré	80	>100	87.3	400-500 ans
Ambrières les Vallées			74	~150 ans
Soudan			110	>500 ans

Rappelons que les inondations ont eu lieu le 9 et qu'un phénomène court et de très forte intensité est relaté dans les témoignages. L'intensité certes importante mise en avant à Laval le 9 n'est pas d'une occurrence très élevée (5 ans).

L'analyse des images radar montre que les orages se localisaient à l'ouest de Laval, ainsi il est fort probable que la station Météo France de Laval n'ai pas capté l'orage subit à Loiron.

Les hauteurs de pluie enregistrées en différents lieux permettent néanmoins d'estimer la période de retour de l'événement avec notamment pour les stations les plus proches :

- Brielles : période de retour de **50 ans sur 24h**, il est probable que le cumul sur 24h soit en réalité à considérer sur une durée plus courte. Ainsi en considérant le même cumul (61mm) pour des durées moindres, l'occurrence serait alors de:
 - 100 à 150 ans sur 12h ;
 - 300 ans sur 6h ;
 - >500 ans sur 2h ;

- Laubrières : de la même façon en considérant le cumul journalier (31mm) pour des durées moindres l'occurrence serait alors de :
 - 20 ans sur 2h ;
 - 50 à 100 ans 1h ;
 - 200 ans sur 30mn ;
 - >400 ans sur 15mn.

Les différentes données pluviométriques recueillies montrent que la pluviométrie du 9 juin est typique des événements orageux : intensité marquée et très localisée. Cette analyse est attestée par les témoignages locaux qui font état d'une durée d'évènement de 30mn à 1h.

Sur la base des données aux stations on peut estimer l'occurrence de l'évènement de 50 à >500 ans.

ANALYSE DE L'ETUDE HYDROCONCEPT

L'étude HydroConcept (*Étude de diagnostic et de prévention du risque d'inondation sur la commune du Genest-Saint-Isle, Février 2020*) permet de caractériser finement la pluie de juin 2018 sur la zone d'étude à l'aide d'images radar Météo-France.

La figure suivante illustre les cellules orageuses ayant évolué sur les sites d'étude le 9 juin 2018 :

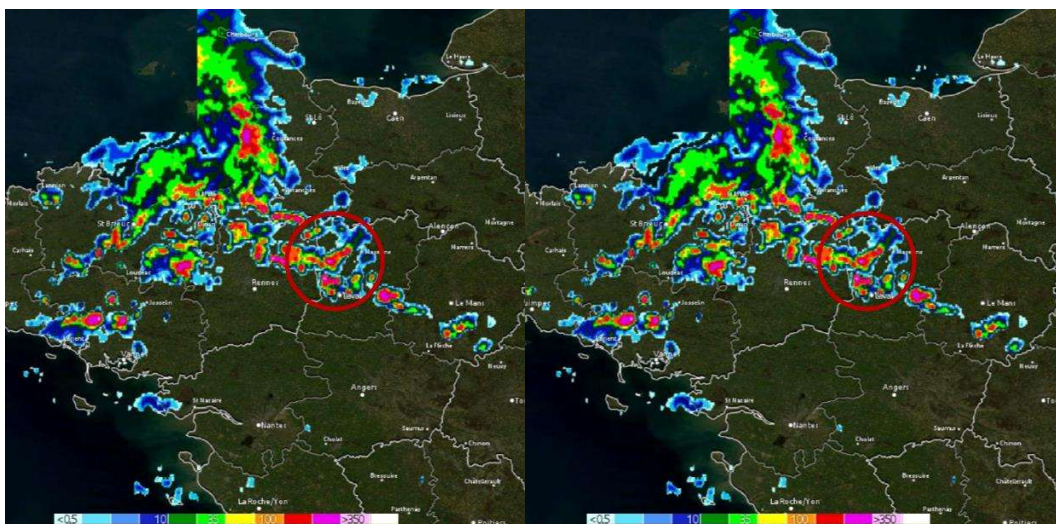


Fig. 11. Images radar des cumuls de pluie horaire (Infoclimat)

La figure suivante illustre plus précisément les précipitations (données radar MétéoFrance, source HydroConcept) avec une discrétisation de 6 minutes :

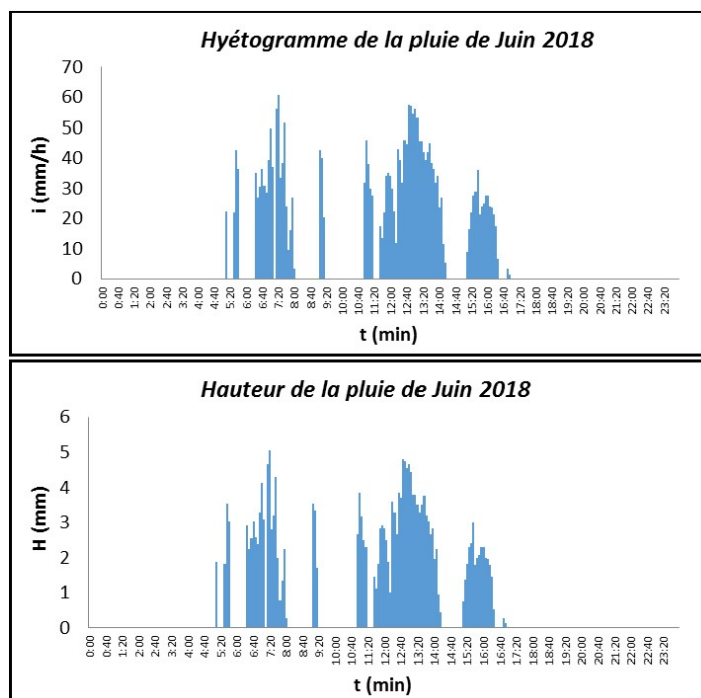


Fig. 12. Intensité et hauteur de pluie du 9 juin 2018 – MétéoFrance - HydroConcept

Les caractéristiques des deux évènements sont les suivantes :

- 1^{er} évènement :
 - Durée : 380 min (6 h) ;
 - Intensité max : 56.5 mm/h à 7h15 UTC ;
 - Hauteur cumulée : 61 mm.
- 2^{ème} évènement :
 - Durée : 595 min (9.91 h) ;
 - Intensité max : 55.5 mm/h à 12h55 UTC ;
 - Hauteur cumulée : 145.2 mm.

Le cumul de pluie global sur la journée **est supérieur à 200 mm, une valeur bien supérieure à celles observées sur les stations** présentées dans la partie précédente.

Cette pluie sera retenue comme pluie de référence pour la suite de l'étude. Elle permettra notamment de caler les modèles hydrauliques sur la base des observations de riverains.

L'occurrence de l'évènement pluvieux vient confirmer son caractère exceptionnel et est une première étape à l'explication des dysfonctionnements observés.

1.2.3. DEBITS COURANTS DE REFERENCE

Concernant la définition des débits courants (inférieurs au débit de crue biennal), la méthode retenue consiste en l'utilisation des données hydrométriques d'une station de référence.

Les débits courants pris en compte dans la présente étude sont les suivants :

- QMNA5 : débit d'étiage ;
- Q_{Septembre} : débit mensuel de septembre (débit moyen mensuel le plus faible) ;
- Module interannuel.

Les stations hydrométriques présentes sur le secteur élargi sont les suivantes :

Tabl. 11 - Stations hydrométriques

Code Station	Cours d'eau	Surface Bassin Versant	Période	Distance à la zone d'étude
M3711810	L'Oudon à Cossé-le-Vivien [melleray (pont D153)]	133 km ²	1988-2021	14 km
J7024010	La Valière à Erbrée [Pont D 110]	31 km ²	1979-2021	15 km
J7024020	La Valière à Vitré [Le Château des Rochers]	68 km ²	1979-2021	17 km
M3504010	Le Vicoïn à Nuillé-sur-Vicoïn	235 km ²	1973-2021	14 km

Tabl. 12 - Débits caractéristiques courants – Stations hydrométriques

Code Station	Surface Bassin Versant	QMNA5 (l/s)	Q _{Septembre} (l/s)	Module (m ³ /s)
M3711810	133 km ²	5	88	0.945
J7024010	31 km ²	18	46	0.278
J7024020	68 km ²	17	155	0.384
M3504010	235 km ²	50	188	1.900

L'utilisation de la formule de Myer permet d'extrapoler le débit en un point, dans les cas de bassins versants similaires.

Cette méthode se base sur le calcul suivant :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^\alpha$$

Avec :

- Q : débit du cours d'eau ;
- S : surface du bassin versant ;
- α : coefficient de Myer (valeur usuellement de 1 pour les débits courants).

Le tableau suivant illustre l'application de la formule de Myer au ruisseau de l'Ardonnière pour chaque station hydrométrique de référence :

Tabl. 13 - Débit courants – Ardonnière

Station de référence utilisée	Code Station	Superficie du bassin versant	Débit de l'Ardonnière (l/s)		
			QMNA5	Q _{Septembre}	Module
L'Oudon à Cossé-le-Vivien [melleray (pont D153)]	M3711810	133 km ²	0.04	0.7	7.0
La Valière à Erbrée [Pont D 110]	J7024010	31 km ²	0.57	1.5	8.9
La Valière à Vitré [Le Château des Rochers]	J7024020	68 km ²	0.25	2.3	5.6
Le Vicoin à Nuillé-sur-Vicoin	M3504010	235 km ²	0.21	0.8	8.0
Moyenne			0.27	1.3	7.4

La moyenne peut être retenue comme valeur de référence, étant donné la proximité des différentes valeurs.

Les débits calculés sont très faibles. Par conséquent, **seule la valeur du module sera utilisée dans la suite de l'étude**, les calculs hydrauliques ne permettant pas de définir des aménagements pour des valeurs plus faibles.

1.2.4. DEBITS DE CRUE DE REFERENCE

1.2.4.1. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE : METHODES EMPIRIQUES

Dans un premier temps, les débits caractéristiques de périodes de retour 10 ans et 100 ans ont été estimés.

Les débits caractéristiques (période de retour 10 ans) sont calculés à l'aide de méthodes usuelles empiriques adaptées aux petits bassins versants :

- Méthode rationnelle ;
- Méthode CRUPEDIX ;
- Méthode SCS ;
- Méthode Socose.

L'ordre de grandeur des domaines de validité (superficie) des différentes méthodes sont les suivants :

- Méthode rationnelle : < 1 km² ;
- Méthode Crupédix : > 10 km² ;
- Méthode SCS : < 15 km² ;
- Méthode Socose : > 2 km².

Les valeurs de pointe des différents débits caractéristiques obtenues selon ces différentes méthodes de calcul, sont fournies dans le tableau suivant.

Tabl. 14 - Débit de pointe décennal des sous-bassins versants

BV	Débit de pointe décennal Q_{10} (m ³ /s)					
	Q_{10} Rationnelle	Q_{10} CRUPEDIX	Q_{10} SCS	Q_{10} SOCOSE	Moyenne	Moyenne (hors rationnelle)
Amont	1.64	0.23	0.28	0.50	0.66	0.34
Est	0.51	0.04	0.03	0.17	0.19	0.08
Est2	0.56	0.04	0.02	0.16	0.20	0.07
Lotissement	0.76	0.05	0.04	0.19	0.26	0.09
Ouest	1.15	0.13	0.17	0.36	0.45	0.22

Par ailleurs, la méthode rationnelle a tendance à surestimer les débits de pointe, en particulier concernant les bassins versants ruraux.

Les valeurs suivantes sont retenues dans un premier temps :

- **Méthode rationnelle** pour les petits bassins versants fortement urbanisés : Est, Est 2 et Lotissement ;
- **Méthode Socose** pour les bassins versants ruraux : Amont et Ouest.

Les débits de pointe de période de retour 100 ans sont estimés via les méthodes Rationnelle, CRUPEDIX et IT77.

Remarque : ces méthodes sont usuellement utilisés pour la période de retour 10 ans, et peuvent surestimer les valeurs concernant la période de retour 100 ans.

D'après l'Instruction Technique de 1977, on peut estimer que la valeur du débit instantané maximal de la crue centennale (Q_{100} ans) est égale au double de la valeur du débit instantané maximal de la crue décennale.

Tabl. 15 - Débit de pointe centennal des sous-bassins versants

BV	Débit de pointe centennal Q_{100} (m ³ /s)		
	Q_{100} Rationnelle	Q_{100} CRUPEDIX	Q_{100} IT77
Amont	3.51	0.48	1.00
Est	0.87	0.08	1.02
Est2	0.94	0.07	1.12
Lotissement	1.28	0.11	1.52
Ouest	2.29	0.25	0.72

De la même manière que pour la crue décennale, la méthode rationnelle surestime les débits de crue des bassins versants ruraux.

Les valeurs suivantes sont retenues dans un premier temps :

- **Méthode rationnelle** pour les petits bassins versants fortement urbanisés : Est, Est 2 et Lotissement ;
- **Méthode IT77** pour les bassins versants ruraux : Amont et Ouest.

Les valeurs suivantes sont ainsi retenues concernant les débits de pointes issus des méthodes empiriques :

Tabl. 16 - Débits de pointe – Méthodes empiriques (m³/s)

BV	Q ₁₀	Q ₁₀₀
Amont	0.50	1.00
Est	0.51	0.87
Est2	0.56	0.94
Lotissement	0.76	1.28
Ouest	0.36	0.72

1.2.4.2. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE : MODELISATION HYDROLOGIQUE

La présente étude prévoit l'estimation au droit de chaque site d'étude des débits suivants : Q10, Q50, Q100, Qjuin2018.

La pluie de juin 2018 est finement caractérisée (cf. partie ad hoc), mais il reste difficile d'estimer précisément la période de retour considérée. Une modélisation hydrologique a donc été réalisée afin d'estimer les débits observés à cette date via un module de transformation pluie-débit.

Cette modélisation permettra dans le même temps de comparer les débits caractéristiques simulés (Q10 et Q100) aux débits empiriques de référence.

Par ailleurs, la modélisation hydraulique devra prendre en compte des hydrogrammes de crue, directement caractérisés via la modélisation hydrologique.

Le logiciel Canoe a été utilisé dans le cadre de la modélisation hydrologique.

DEBITS DE CRUE 10 ANS ET 100 ANS

Dans un premier temps, pour comparaison avec les débits calculés via les méthodes empiriques, les pluies de projet suivantes ont été modélisées :

- Pluie double triangle théorique de période de retour 10 ans sur 2 h (25 mm) ;
- Pluie double triangle théorique de période de retour 100 ans sur 2 h (40 mm).

Le graphique suivant illustre un exemple de pluie de projet :

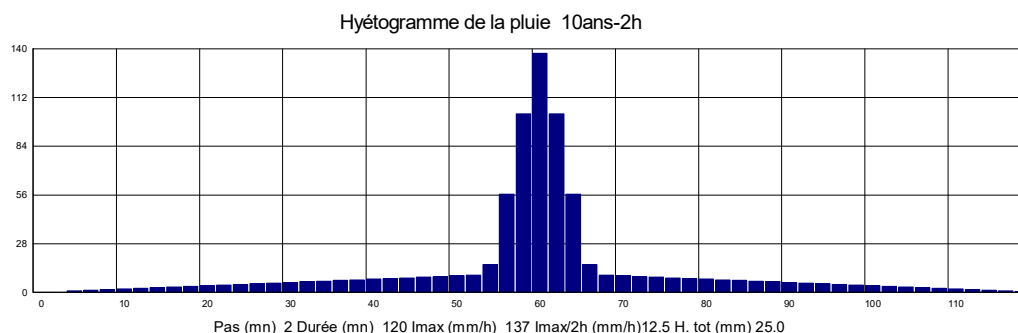


Fig. 13. Exemple de pluie de projet – T=10 ans – durée=2h

L'ensemble des sous-bassins versants a été modélisé.

Le tableau suivant illustre les résultats de la modélisation hydrologique.

Tabl. 17 - Débits de pointe issu de la modélisation hydrologique Q10 / Q100

BV	Débits de pointe (m ³ /s)			
	Q10 Empirique (rappel)	CANOE Pluie 10 ans d=2h (25mm)	Q100 Empirique (rappel)	CANOE Pluie 100 ans d=2h (37mm)
Amont	0.50	0.46	1.00	1.1
Est	0.51	0.65	0.87	0.98
Est2	0.56	0.68	0.94	1.04
Lotissement	0.76	0.96	1.28	1.46
Ouest	0.36	0.31	0.72	0.76

On observe que la modélisation hydrologique donne des résultats satisfaisants pour les crues décennale et centennale.

DEBITS DE CRUE RETENUS

Dans le cadre de la présente étude, les débits caractéristiques retenus par la suite sont ceux issus de la modélisation :

- Q10 : Pluie double triangle théorique de période de retour 10 ans sur 2 h (25 mm) ;
- Q50 : Pluie double triangle théorique de période de retour 50 ans sur 2 h (33 mm) ;
- Q100 : Pluie double triangle théorique de période de retour 100 ans sur 2 h (40 mm).

Le tableau suivant illustre ces valeurs :

Tabl. 18 - Débits caractéristiques retenus

BV	Débits caractéristiques retenus(m ³ /s)		
	Q10	Q50	Q100
Amont	0.46	0.90	1.10
Est	0.65	0.87	0.98
Est2	0.68	0.92	1.04
Lotissement	0.96	1.30	1.46
Ouest	0.31	0.61	0.76

Le tableau suivant illustre les volumes ruisselés sur l'ensemble des sous-bassins versants :

Tabl. 19 - Volumes ruisselés

Volume global de crue (m ³)			
Bassin versant	Q10	Q50	Q100
Amont	2011	3510	4213
Est	797	1074	1204
Est2	771	1039	1165
Lotissement	1125	1517	1700
Ouest	1126	1959	2350

1.2.4.3. DEBIT DE CALAGE : MODELISATION HYDROLOGIQUE

Le débit de calage concernant l'événement de juin 2018 a été modélisé.

La pluie de projet suivante a été prise en compte : pluie réelle de juin 2018 (202 mm).

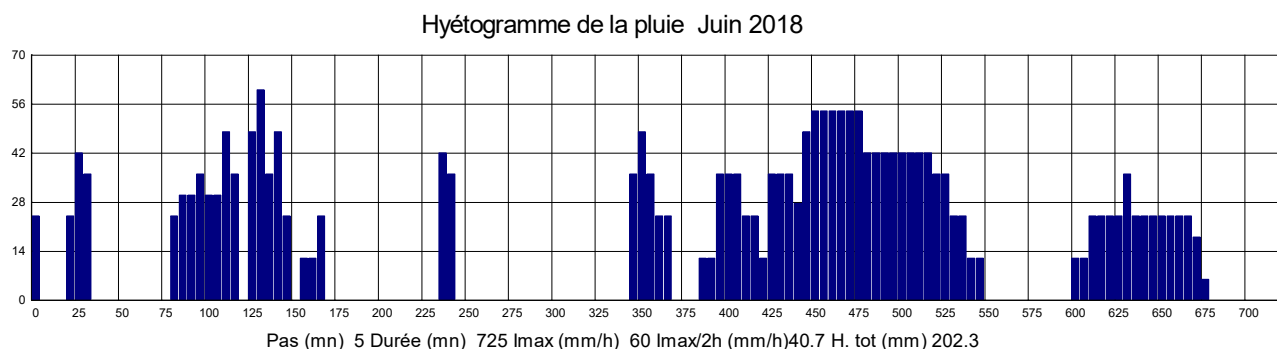


Fig. 14. Pluie de projet – Juin 2018

L'ensemble des sous-bassins versants a été modélisé. Le tableau suivant illustre les résultats de la modélisation hydrologique.

Tabl. 20 - Modélisation hydrologique - Débits de pointe de juin 2018 (m³/s)

BV	Juin 2018 réelle (202 mm)
Amont	2.36
Est	0.52
Est2	0.50
Lotissement	0.73
Ouest	1.32

On note que les débits de l'événement de juin 2018 sont :

- Supérieurs à ceux de la crue centennale (rapport de 2) pour les « grands » bassins versants ruraux ;
- Inférieurs à ceux de la crue centennale (rapport de 0.5) pour les « petits » bassins versants urbains.

Cela s'explique par les caractéristiques hydrologiques particulières des sous-bassins versants urbains, dont le temps de réponse est très court. Ainsi, malgré un ruissellement très important, l'étalement des pluies sur la période considérée (tel que le montre le graphe précédent) permet une chute du débit (jusqu'à une valeur nulle) entre les différentes périodes de pluie.

Les hydrogrammes suivants, issus de la modélisation, illustrent ce point :

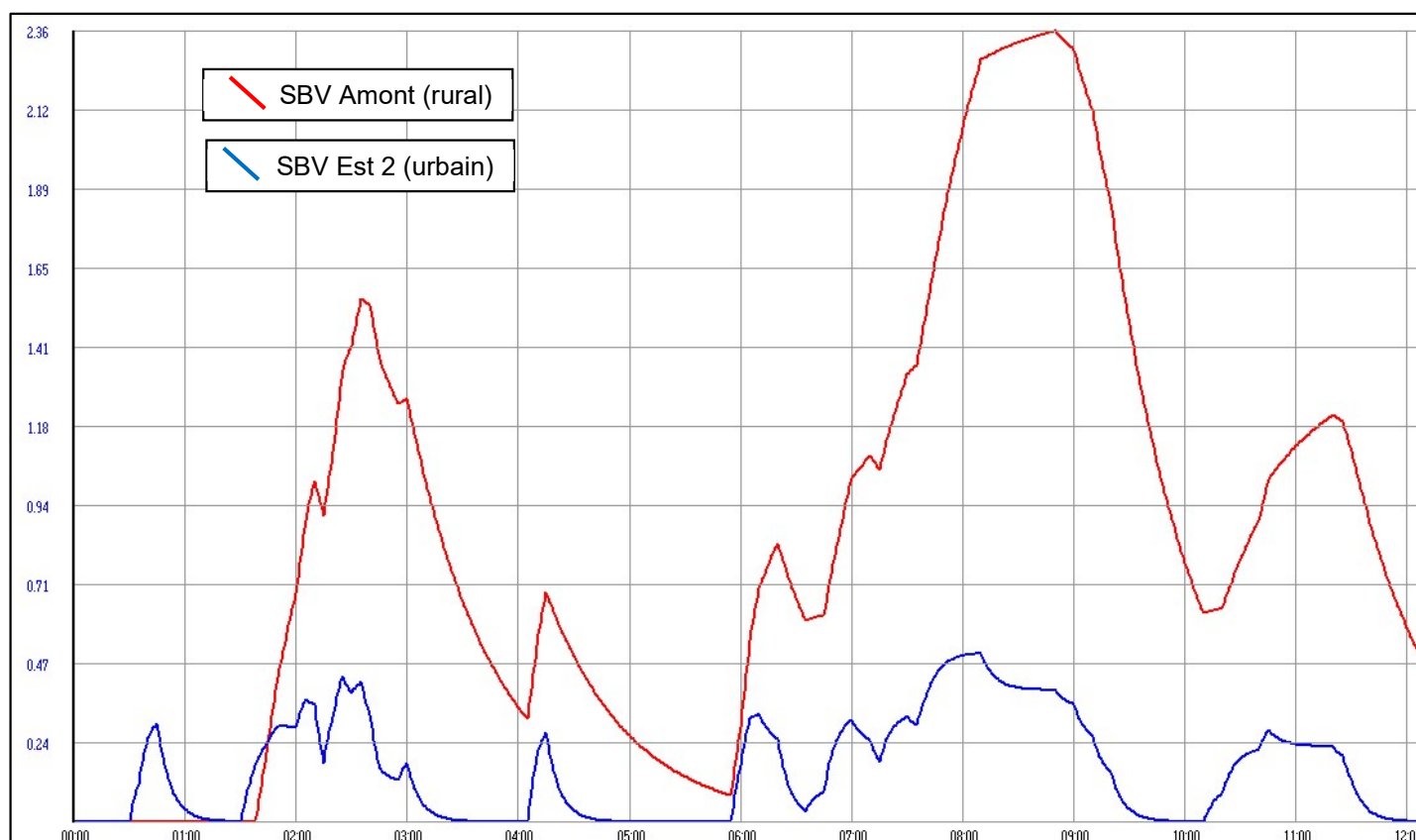


Fig. 15. Hydrogrammes - Juin 2018

1.2.4.4. DEBIT JOURNALIER BIENNAL (QJ2)

Le débit journalier biennal est usuellement utilisé lors des études de continuité écologique et de renaturation de cours d'eau. Il représente le débit capable naturel de la section de cours d'eau, au-delà duquel des débordements sont observés. Cette valeur est importante dans le cadre du projet de renaturation du ruisseau de l'Ardonnière au droit de l'actuel plan d'eau.

La méthode de calcul du QJ2 se base sur le rapport QJ2/QIX10 (débit journalier de crue biennal / débit de pointe de crue décennal, noté Q10 par la suite) des stations hydrométriques de référence. La connaissance du débit de pointe décennal du ruisseau de l'Ardonnière défini précédemment permet le calcul du débit journalier biennal.

Tabl. 21 - QJ2 – Ardonnière

Cours d'eau	Superficie du bassin versant	Rapport QJ2/Q10	QJ2 Ardonnière (m³/s)
Oudon	133 km²	2.3	1.33
Valières	31 km²	2.6	1.17
Valières	68 km²	2.6	1.17
Vicoïn	235 km²	2.2	1.39
Moyenne		2.4	1.26

1.3. MODELISATION HYDRAULIQUE

1.3.1. LOGICIEL HEC-RAS

Le logiciel de simulation retenu pour cette étude est le logiciel HEC-RAS, développé par l'US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Ce logiciel permet de simuler des écoulements monodirectionnels dans des rivières ramifiées et maillées (1D), ainsi que des écoulements bidirectionnels permettant une analyse très précise des débordements en lit majeur notamment (2D). La simulation peut se faire à débit constant (régime permanent) ou à débit variable dans le temps (régime transitoire).

Ce logiciel permet également de prendre en compte l'ensemble des éléments pouvant modifier les écoulements (seuil, déversoir latéral, pont, passage busé, ...).

Le modèle hydraulique de la présente étude est construit sous la version 5.0.7 d'HEC-RAS.

Le choix concernant la modélisation sur le site d'étude s'est orienté vers une modélisation couplée 1D/2D. En effet, le contexte de cours d'eau busé sur une grande partie de la traversée de Loiron ainsi les débordements et ruissellements importants observés lors de l'événement de juin 2018 nécessitent une prise en compte détaillée des écoulements hors busage.

1.3.2. CONSTRUCTION DU MODELE

1.3.2.1. STRUCTURE DU MODELE

Le modèle a été construit sur la base des levés topographiques effectués (profils en long et en travers, Modèle Numérique de Terrain).

Il est à noter que le traitement du MNT (maillage) dans la modélisation hydraulique peut entraîner, par simplification, de légères erreurs de fonctionnement hydraulique. C'est notamment le cas au droit du 12 rue de la Grenouillère où la cote de 137.23 m IGN69 doit être atteinte pour pénétrer dans la cour.

La figure suivante illustre l'emprise des modèle 1D et 2D :

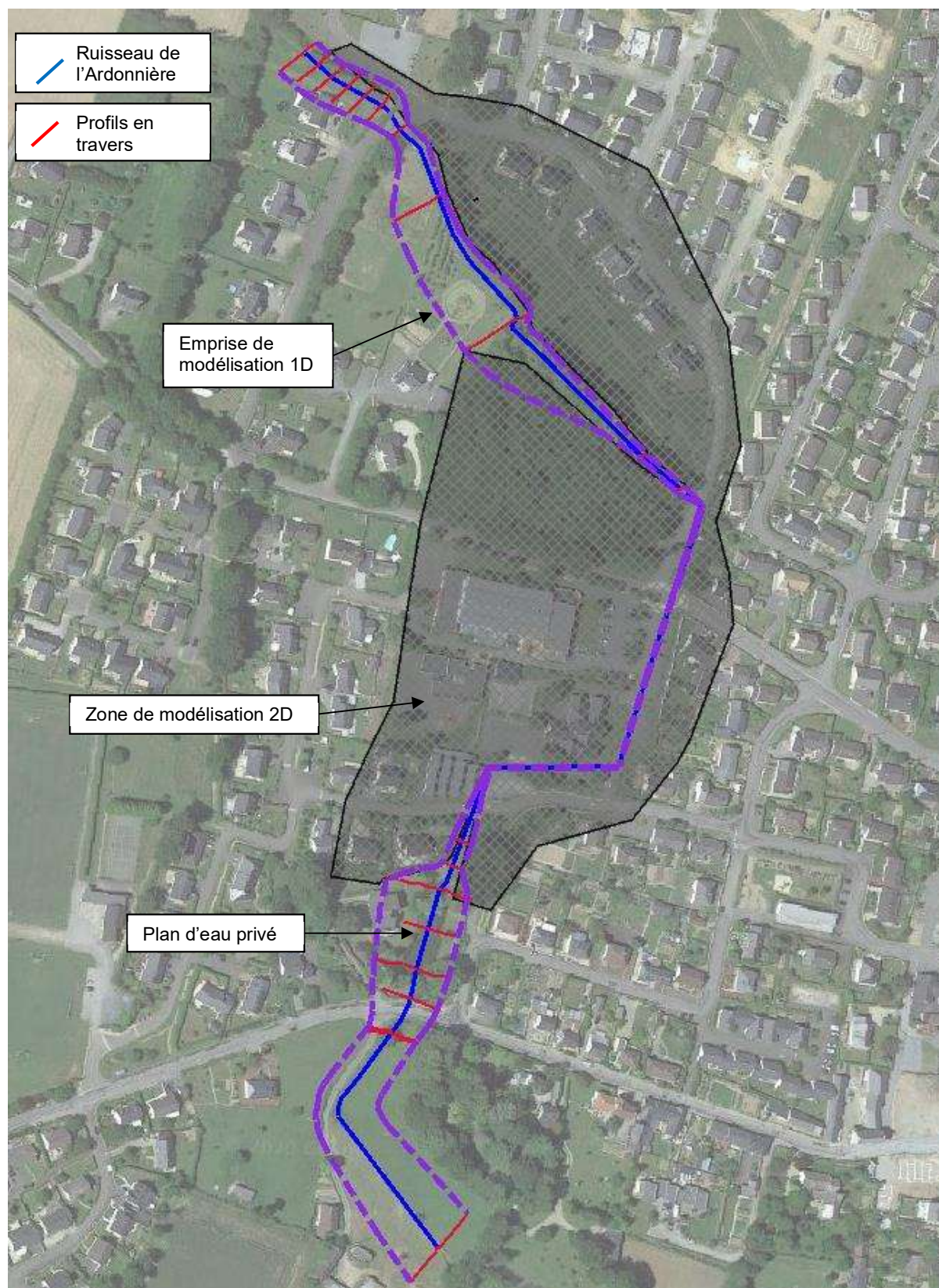


Fig. 16. Modélisation hydraulique – Ruisseau de l'Ardonnaire

1.3.2.2. CONDITIONS AUX LIMITES

Dans le cas du modèle 1D/2D, les conditions aux limites sont les suivantes :

- Conditions limites amont : hydrogrammes issus de la modélisation hydrologique pour chaque sous-bassin versant ;
- Condition limite aval : loi de hauteur normale* imposée au profil en travers aval. La valeur de la pente d'énergie retenue, établie lors de la phase de calage du modèle, est de 0.5% pour les deux modèles.

**hauteur normale : hauteur d'eau atteinte pour un écoulement permanent et uniforme pour un profil et une pente donnés.*

Par ailleurs, le modèle étant largement étendu en amont et en aval, **la condition limite aval n'a pas d'influence sur le niveau d'eau au droit du site.**

La figure en page suivante illustre la localisation des conditions limites du modèle.

1.3.2.3. PARAMETRES DIVERS

Au-delà des éléments structurels topographiques et des éléments hydrologiques, sont renseignés dans le modèle numérique les paramètres suivants :

- **La rugosité en lit mineur et lit majeur du cours d'eau** traduisant la composition du fond du lit (matériaux fins ou grossiers : sable, vase, cailloux, etc.), l'occupation des sols ainsi que sa ripisylve (dense, clairsemée, voire absente).
- **La rugosité dans les ouvrages hydrauliques** traduisant le(s) matériau(x) de composition de l'ouvrage (béton, acier, etc.) mais également son éventuel envasement ou la présence d'embâcles.

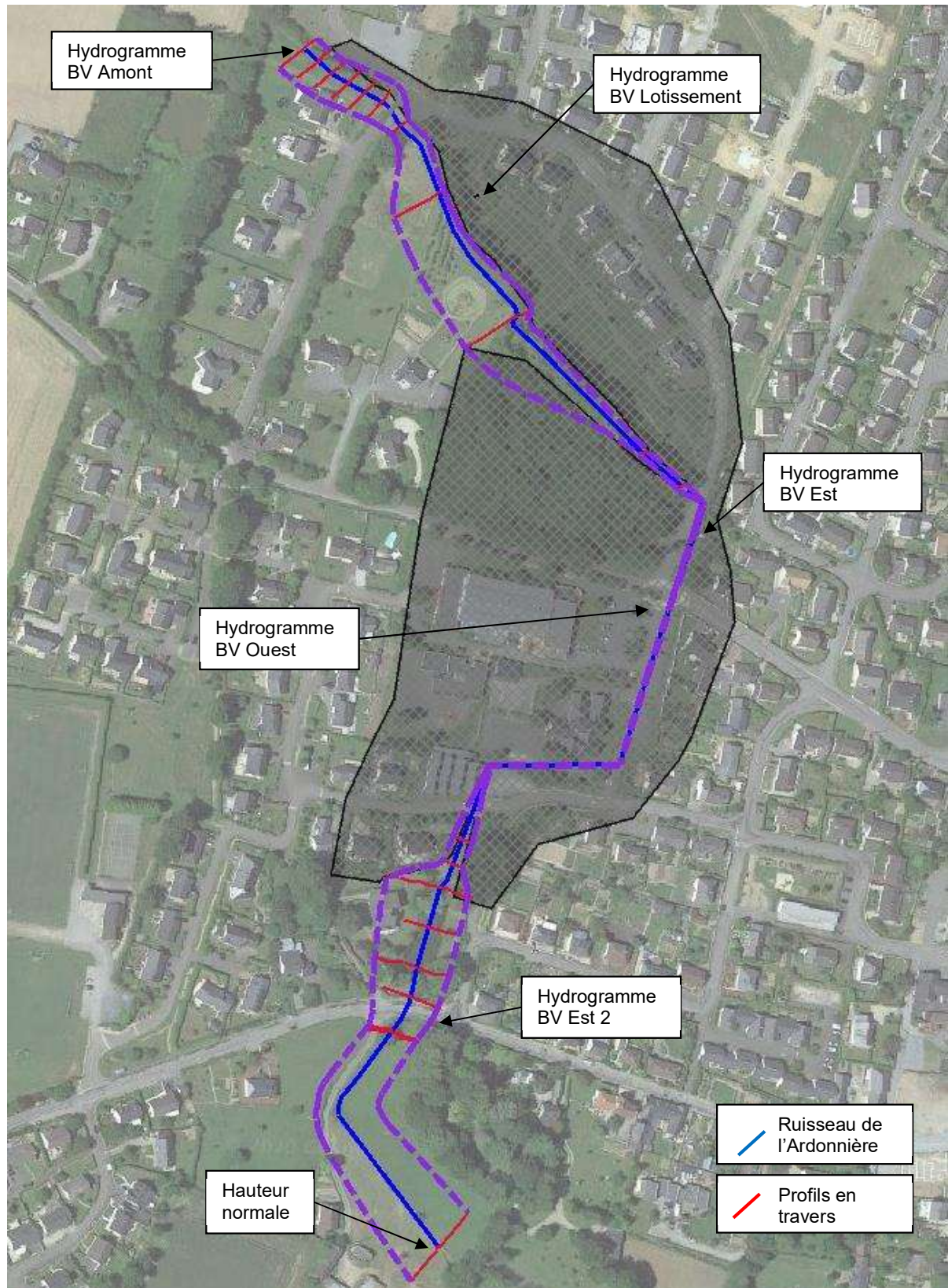


Fig. 17. Modélisation hydraulique – Conditions aux limites

1.3.3. RESULTATS DE CALAGE – JUIN 2018

Le calage du modèle se base sur la caractérisation des débordements observés en juin 2018, à savoir le respect :

De l'enveloppe de débordement observée (cf. 1.1.2)

- Des cotes de laisses de crue caractérisées lors des levés topographiques ;
- Des écoulements observés par les acteurs locaux et dont les photographies permettent de rendre compte (inondation de la salle des fêtes, de la cour de l'école, etc.).

Point particulier : plan d'eau privé

Le plan d'eau privé situé en aval du modèle hydraulique influe fortement sur les écoulements en période de crue importante. En effet, l'ouvrage situé en aval et permettant la vidange du plan d'eau est une buse de diamètre 800 mm, ne permettant pas le transit des débits estimés dans la partie précédente. Etant donné le volume limité du plan d'eau (environ 2 000 m³), l'effet rétention est très faible. Par conséquent, un débit simulé trop important entraîne une montée du niveau d'eau vers l'amont, non compatible avec les observations de juin 2018.

C'est ce qui est observé lors de la simulation des débits de juin 2018.

Par conséquent, les valeurs issues de la modélisation hydrologique ont été ajustées via un coefficient multiplicateur permettant de modéliser hydrauliquement les niveaux observés. La valeur de 0.58 (soit une réduction de 42% du débit initialement modélisé) permet d'obtenir un calage pertinent.

Cette modification des valeurs initiales peut s'expliquer par des différences locales concernant la pluviométrie. Le hyétogramme utilisé pour l'événement de juin 2018 peut être largement surestimé par rapport aux cumuls observés à Loiron-Ruillé.

La figure en page suivante illustre la hauteur d'eau maximale sur l'ensemble de l'emprise modélisée, dont 4 points de référence (H1 à H4) qui seront repris dans les cartographies prenant en compte les aménagements proposés.

Le tableau suivant illustre le calage concernant les différentes laisses de crue :

Tabl. 22 - Résultats de calage

Laisse de crue	Z _{eau} HEC RAS (m IGN69)	Laisse de crue (m IGN69)	Différence (m)	Remarque
Loiron 1	136.06	136.17	-0.09	Les laisses sont très proches. La valeur « Loiron 2 » est retenue.
Loiron 2	136.06	136.04	+0.02	
Loiron 3	136.18	136.19	-0.01	-
Loiron 4	137.26	137.42	-0.16	Les laisses sont très proches. La valeur « Loiron 4 » est retenue.
Loiron 5	137.26	137.46	-0.20	

La réduction du débit simulé hydrologiquement permet d'obtenir un calage de modèle hydraulique satisfaisant (emprise réaliste, hauteurs d'eau en différents points pertinente).

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

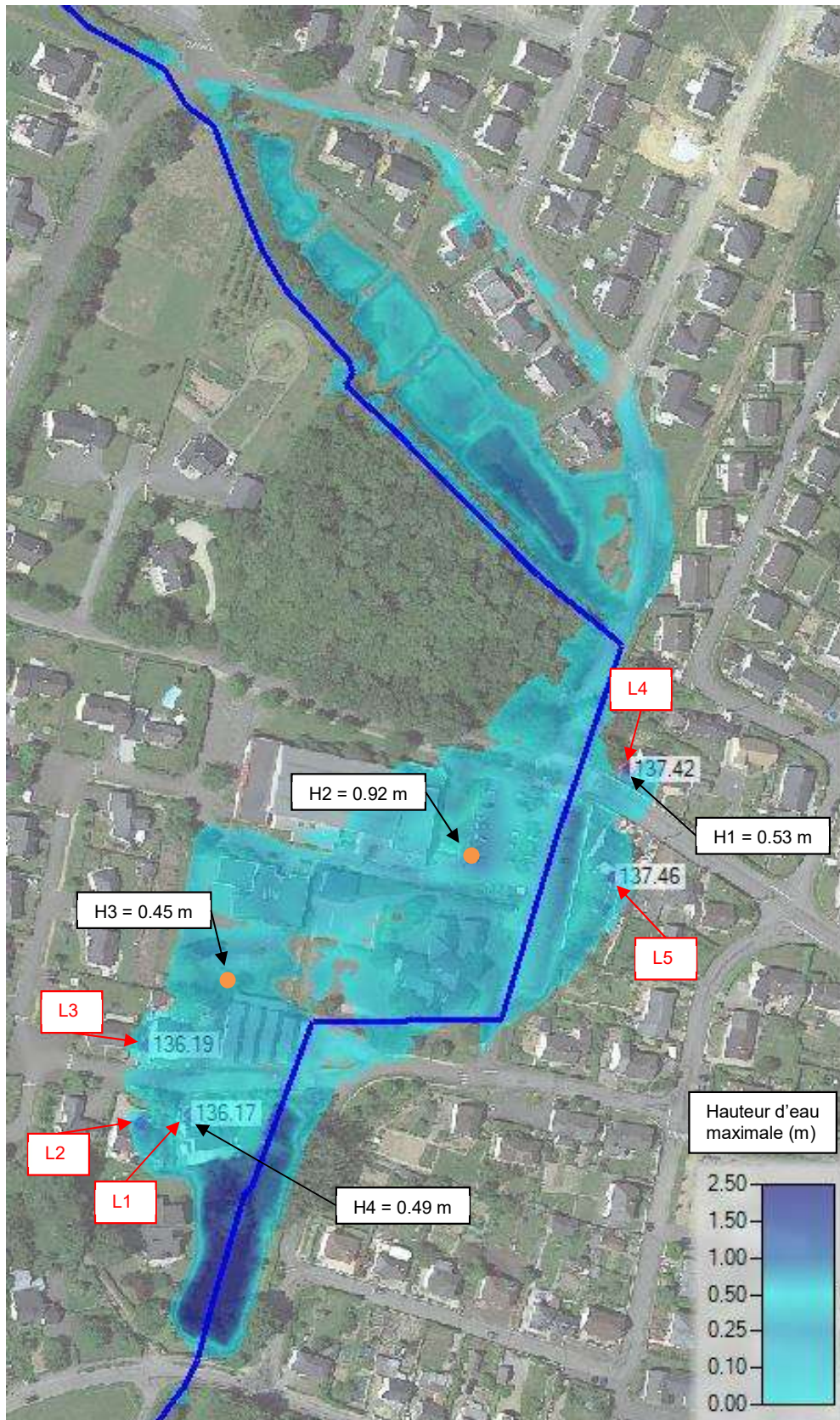


Fig. 18. Modélisation hydraulique – Calage – 0.58 Q_{Juin2018}

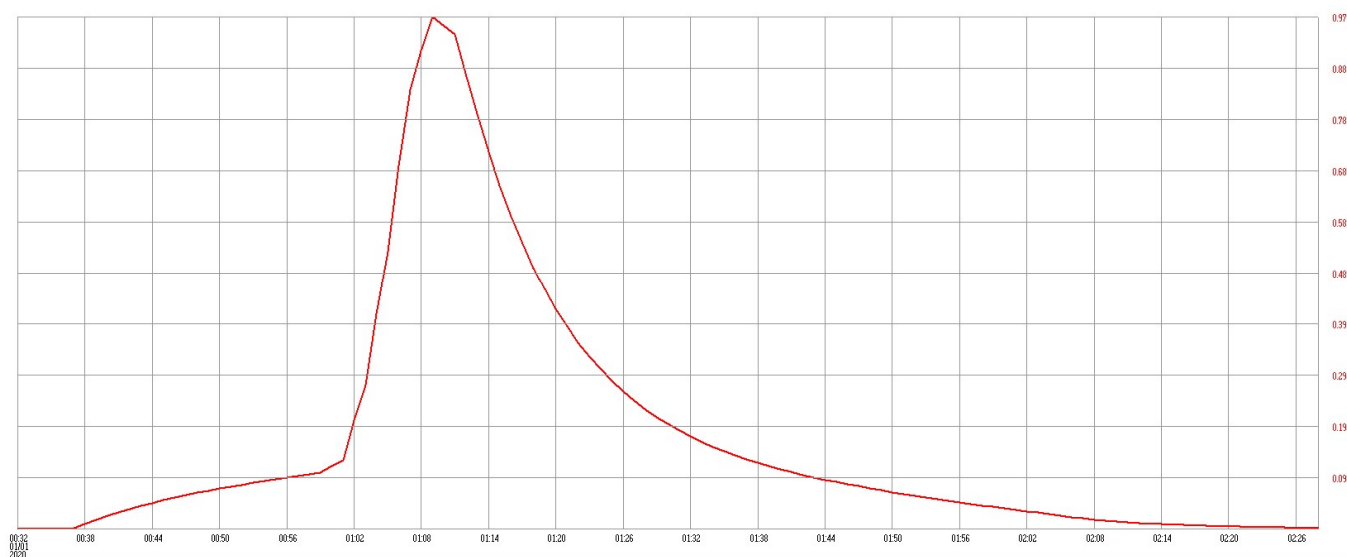
1.3.4. RESULTATS – DEBITS CARACTERISTIQUES

Le tableau suivant rappelle les débits de pointe caractéristiques pris en compte et intégrés dans le modèle hydraulique.

Tabl. 23 - Débit caractéristiques simulés

BV	Débits caractéristiques retenus(m ³ /s)		
	Q10 (pluie 2h – 25 mm)	Q50 (pluie 2h – 33 mm)	Q100 (pluie 2h – 40 mm)
Amont	0.46	0.90	1.10
Est	0.65	0.87	0.98
Est2	0.68	0.92	1.04
Lotissement	0.96	1.30	1.46
Ouest	0.31	0.61	0.76

La figure suivante illustre, à titre d'exemple, l'hydrogramme du sous-bassin versant Est pour la crue centennale :

**Fig. 19. Hydrogramme – Crue centennale – bassin versant Est**

Les figures suivantes illustrent la hauteur d'eau maximale modélisée pour les crues cinquantennale et centennale. Aucun débordement n'est observé pour la crue décennale au sud de la rue de la Grenouillère.



Fig. 20. Modélisation hydraulique – Q_{10}

Loiron Ruillé (53)Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité
écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

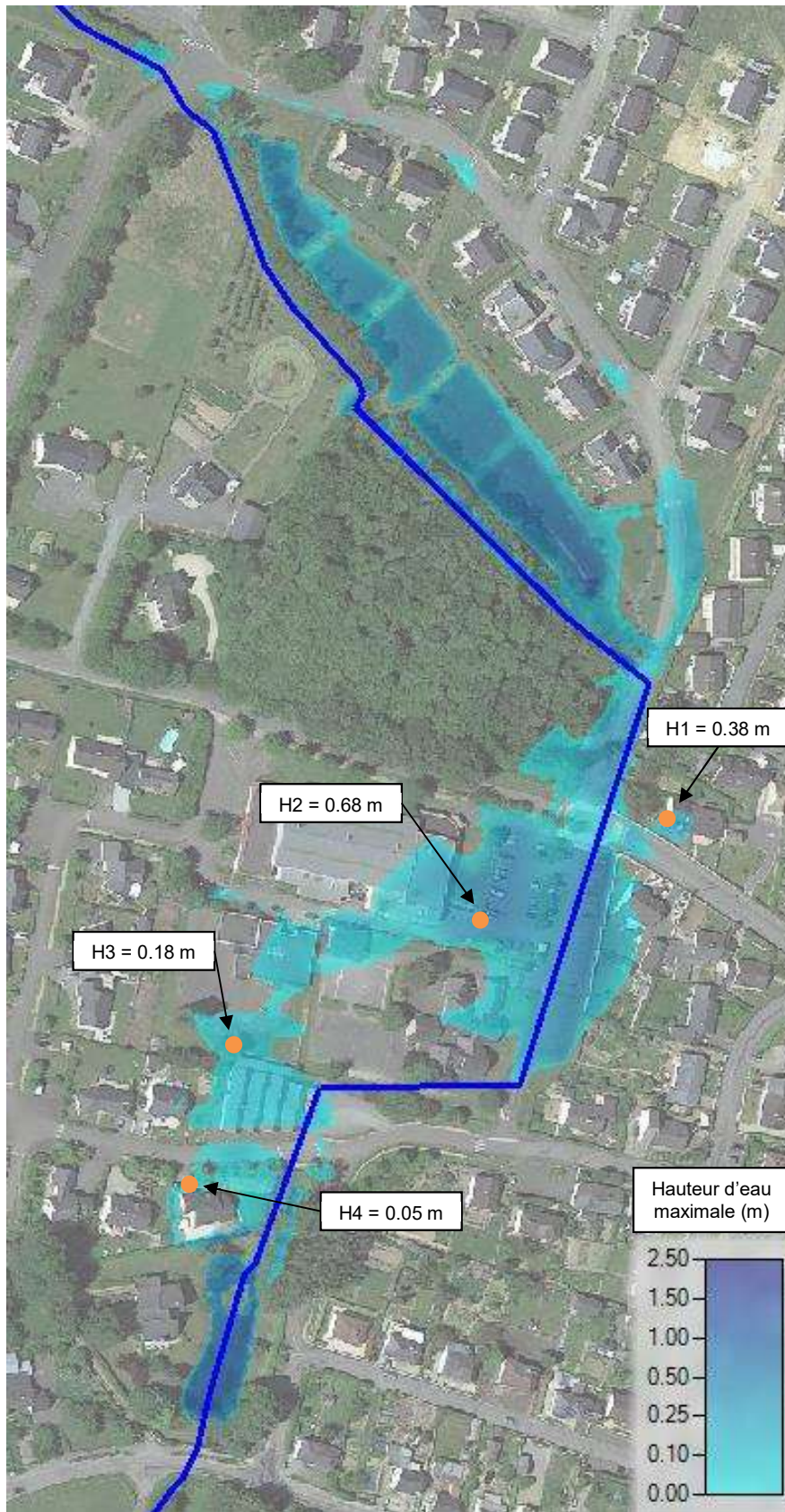
**Fig. 21.** Modélisation hydraulique – Q_{50}



Fig. 22. Modélisation hydraulique - Q_{100}

1.4. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

La modélisation hydraulique des différents événements (crue de juin 2018, Q10, Q50, Q100) a permis de mettre en avant les principaux points suivants :

- L'événement de juin 2018 est très rare, et a entraîné des débordements plus importants que ceux simulés pour une crue centennale ;
- Aucun débordement n'est à noter concernant la crue décennale au sud de la rue de la Grenouillère, le centre-bourg touché en juin 2018 étant complètement épargné ;
- A l'état actuel et pour une crue type Juin 218, l'influence du plan d'eau se limite à la rue des Sports, cette influence est nulle sur les inondations en amont ;

Remarque : pour une crue de type Juin 2018, la présence ou non de la vanne a un impact négligeable quant à l'influence du pic de crue sur les hauteurs d'eau. En effet si la fermeture de la vanne implique la mise en eau du plan d'eau et donc une condition initiale a priori défavorable, le volume de ce dernier (~2000m³) est négligeable comparé au volume de la crue (>30 000m³ en juin 2018). De ce fait le plan d'eau sans la vanne se remplit dès le début de la crue et se comporte ensuite de la même façon qu'en présence ou non de la vanne.

- Les débordements sont la conséquence du sous-dimensionnement global du réseau busé. En particulier, la partie amont du linéaire souterrain, de diamètre Ø500, est en charge dès la crue décennale ;
- Les débordements issus de l'amont ainsi que ceux provenant des apports intermédiaires (via le réseau d'eaux pluviales) ruissellent sur l'ensemble de la partie inondée.

Pour les crues de périodes de retour 50 et 100 ans, les hauteurs d'eau observées sont importantes. On note ainsi sur le parking de la salle des fêtes (H2) une hauteur d'eau maximale (au droit de l'avaloir situé à proximité des containers de tri) de 68cm pour Q50 et 77 cm pour Q100 (à noter 92 cm pour la crue de 2018).

Le fonctionnement hydraulique global est le suivant :

- Le ruisseau de l'Ardonnière déborde au droit du busage en direction de la rue de la Grenouillère ;
- Il la traverse puis s'étale sur l'ensemble du parking de la salle des fêtes (des deux côtés de l'impasse des Sports) ;
- Les écoulements traversent la cour d'école avant de rejoindre la rue des Sports ;
- Contrairement à la crue de juin 2018, les terrains de sport sont épargnés ;
- Les hauteurs de ruissellement simulées en aval de la salle des fêtes sont limitées (5 cm en moyenne pour Q50, 10 cm pour Q100, en comparaison avec 30 à 35 cm pour la crue de juin 2018), atteignant le maximum (noté sur la cartographie) au fond de la cour d'école.

La hauteur H1 (12 rue de la Grenouillère) est par ailleurs à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.14 m IGN69 pour la crue centennale) ne permettant pas d'inonder le terrain (cf § 1.3.2.1). Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.

2. PHASE 2 : PROPOSITION DE SCENARIOS

2.1. VULNERABILITE AUX INONDATIONS

2.1.1. MESURES ENVISAGEABLES

2.1.1.1. ECHELLE GLOBALE

Les solutions dites « à échelle globale » consistent à modifier les caractéristiques hydrologiques des sous-bassins versants, afin d'étaler les hydrogrammes de crues via :

- La diminution les débits de pointe des crues caractéristiques ;
- L'augmentation du temps de parcours de l'eau sur le bassin versant (temps de concentration et lag time* / temps de réponse) ;
- Le stockage d'une partie du volume ruisselé.

** le lag time correspond au temps écoulé entre le pic de l'évènement pluvieux et le pic de débit généré par le bassin versant, il est ainsi un autre paramètre permettant d'appréhender le temps de réponse du bassin.*

La modification de ces caractéristiques peut être mise en place par diverses techniques de réduction de la vitesse des apports en eau du bassin versant (haies, aménagements doux, etc.).

Du point de vue des caractéristiques hydrologiques, les aménagements ont pour conséquence de :

- Augmenter le lag time ;
- Diminuer le coefficient de ruissellement ;
- Ecrêter les hydrogrammes de crue.

Dans le cas de la présente étude, les aménagements suivants peuvent être considérés :

- Sur la partie amont du bassin versant :
 - Recréation du bocage par aménagement de haies sur talus. Les photographies aériennes suivantes illustrent la présence ancienne de haies.
 - Favorisation d'un système de rotation des cultures ;
 - Aménagement de zones d'expansion/débordement de façon diffuse notamment aux points bas des parcelles, le long des fossés et cours d'eau.

La solution d'aménagement de 'une zone de rétention permettant l'écrêtement des hydrogrammes de crue sont analysés au paragraphe 2.1.2.4 (solutions à l'échelle locale) ;
- Sur la partie urbanisée du bassin versant :
 - Pour les zones à urbaniser : voir paragraphe 0 ;
 - Sur la bassin versant « Est » (Rues « Petit Bois », « Chantepie », « Roseaux »...) : voir paragraphe.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnaière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C



Fig. 23.

Urbanisation du bourg de Loiron et évolution du bocage



ARTELIA - DIRECTION REGIONALE OUEST
MH2E\4532657\4114-53-2657_RAPPORT_PHASE4_INDC.DOCX -- SBN/SBN - NOVEMBRE 2021

2.1.1.2. ECHELLE LOCALE

Les solutions dites « de protection » consistent à lutter contre les débordements sans modifier les caractéristiques hydrologiques des sous-bassins versants. Par conséquent, les débits de crue restent inchangés. Les principaux aménagements envisageables sont :

- Amélioration des écoulements afin d'abaisser la ligne d'eau (reprise d'ouvrages, de biefs, zone d'expansion de crue) ;
- Protection locale (diguette) ou individuelle (aménagements ou équipements au droit des habitations de type batardeau et clapet anti-retour).

Dans le cas de la présente étude, les aménagements suivants peuvent être considérés, selon le niveau d'ambition recherché (période de retour de protection envisagée) :

- Mise en place de protection localisées pour les habitations concernées par le risque inondation (batardeaux et clapets anti-retour) ;
- Renforcement du linéaire de cours d'eau busé :
 - Renforcement du busage limitant (partie amont du linéaire busé actuellement en diamètre Ø500) en diamètre Ø800 sur 55m ;
 - Renforcement du busage (partie amont actuellement diamètre Ø500 et Ø800) en diamètre Ø1000 sur 150m ;
- Aménagement d'une zone de rétention de 2000 m³ en amont de la zone d'étude.

2.1.2. SCENARIOS ETUDIES

2.1.2.1. SCENARIO I1 : PROTECTION RAPPROCHEE

Ce scénario considère l'aménagement de systèmes de protections individuelles.

Il concerne les enjeux compris dans l'enveloppe de la crue centennale:

- 4 habitations privées ;
- La salle des fêtes ;
- L'école ;
- L'accueil de loisirs.

En pratique, les aménagements prévus concernent la mise en place de batardeaux aux ouvertures, de clapets anti-retour (réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées) ainsi que de protections des aérations.

Du point de vue hydraulique, aucun aménagement n'étant proposé, les emprises de zones inondées sont inchangées.

La figure suivante localise ces aménagements.



Fig. 24. Scénario I1 – Localisation des aménagements

Le coût du scénario 1 est estimé à 120 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.2. SCENARIO I2 : RENFORCEMENT Ø800

Le scénario de renforcement limité considère le renforcement de la canalisation de diamètre Ø500 et Ø600 en diamètre Ø800 sur 100m (partie amont du busage).

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté.

Tabl. 24 - Scénario I2 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.38	0.00	0.40	0.41	+0.01*
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.46	-0.22	0.77	0.66	-0.11
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.14	-0.14
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.04	-0.07

*La hauteur H1 est à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.19 m IGN69) ne permettant pas d'inonder le terrain du 12 rue de la Grenouillère. Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

D'un point de vue global, le renforcement en Ø800 de la partie amont permet la diminution de l'emprise inondable (notamment pour la crue cinquantennale, pour laquelle l'emprise est restreinte à la partie située au droit de la salle des fêtes), ainsi que des hauteurs d'eau maximales observées.

Pour ce scénario, les bâtiments restant impactés par les inondations sont les suivants** :

- Q50 : salle des fêtes et 1 maison en limite (12 rue Grenouillère) ;
- Q100 : salle des fêtes, école (2 bâtiments), bâtiment d'accueil de loisir, 1 maison en limite (12 rue Grenouillère).

**Le caractère inondable de chaque bâtiment est à confirmer par un levé topographique des seuils.

Il est cependant à noter que l'augmentation du débit capable de la partie souterraine augmente les remontées et débordements via le réseau pluvial. C'est ce phénomène qui est à l'origine de l'absence de diminution de la hauteur d'eau H1 en état projeté. En effet, le ruissellement devient plus limité via le nord de la rue de la Grenouillère, mais s'intensifie par remontée dans le réseau d'eaux pluviales.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

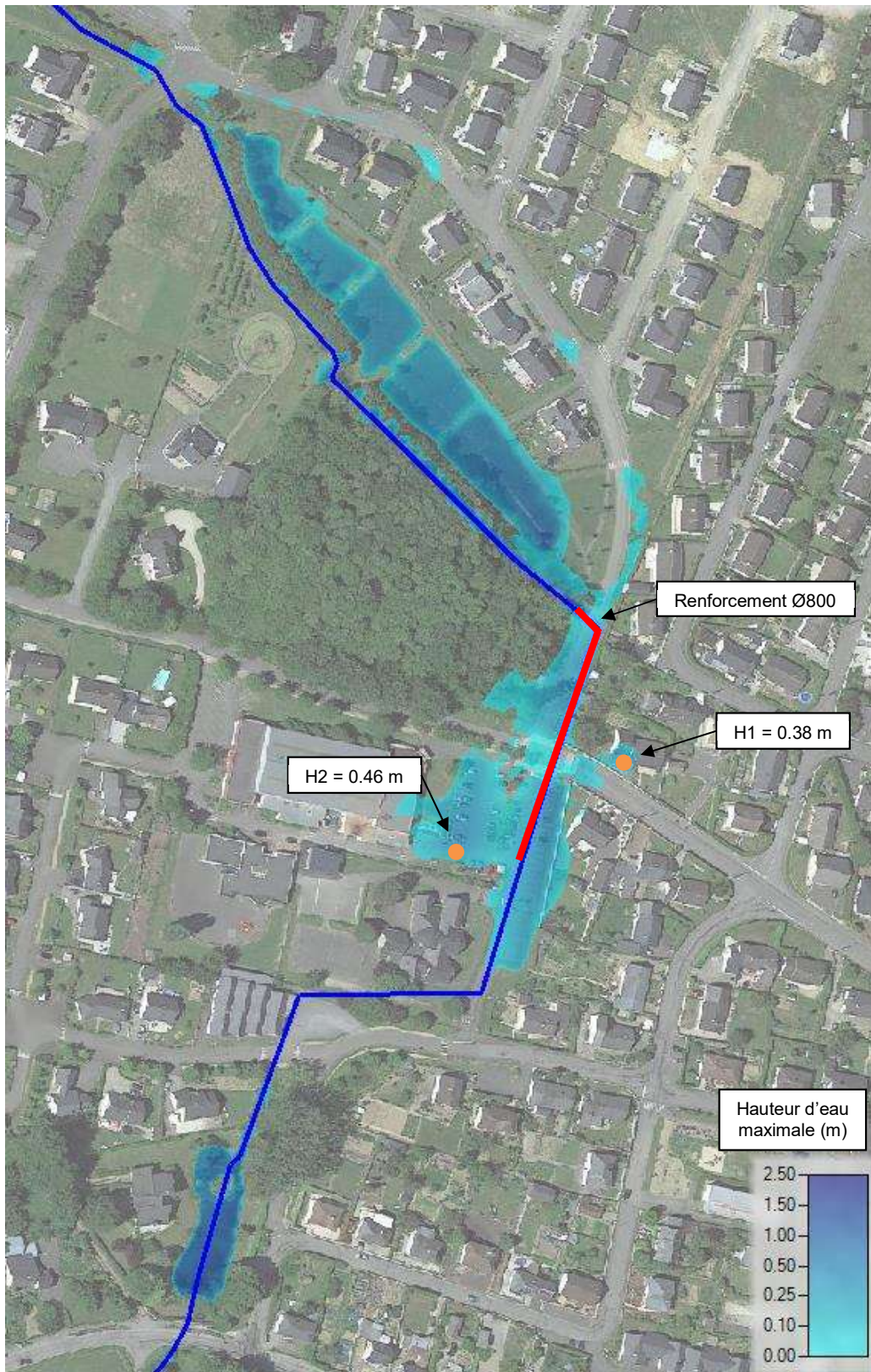


Fig. 25. Scénario I2 - Q₅₀

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

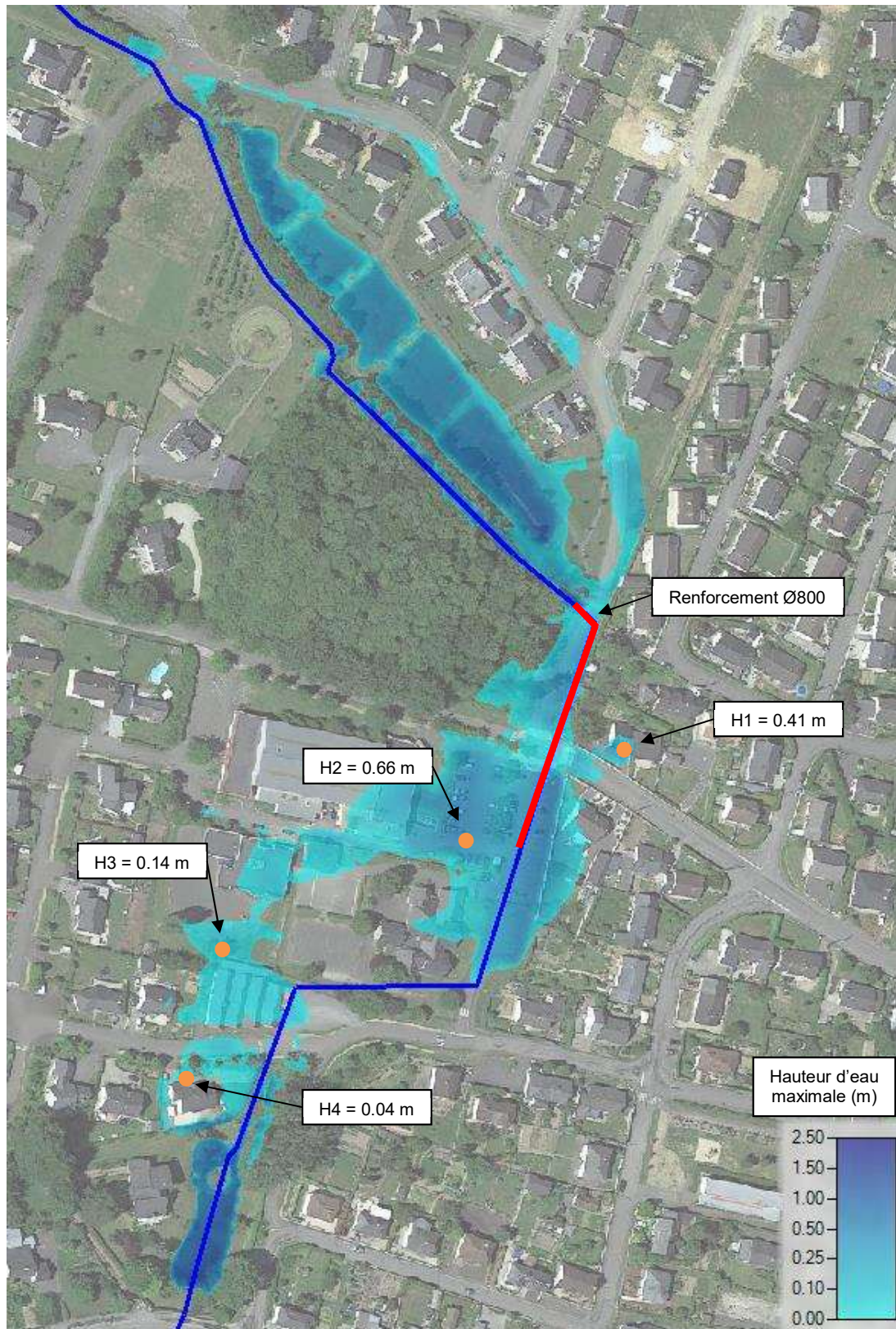


Fig. 26. Scénario I2 – Q₁₀₀

Le coût du scénario 2 est estimé à 65 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.3. SCENARIO I3 : RENFORCEMENT Ø1000

Le scénario de renforcement considère le renforcement de la canalisation de diamètre Ø500 et Ø600 en diamètre Ø1000 sur 100m (partie amont du busage).

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté

Tabl. 25 - Scénario I3 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.00	-0.38	0.40	0.36	-0.04
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.17	-0.51	0.77	0.33	-0.44
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.00	-0.28
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.00	-0.11

**La hauteur H1 est à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.19 m IGN69) ne permettant pas d'inonder le terrain du 12 rue de la Grenouillère. Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.*

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

D'un point de vue global, le renforcement en Ø1000 de la partie amont permet la diminution de l'emprise inondable (l'emprise est restreinte à la partie située au droit de la salle des fêtes), ainsi que des hauteurs d'eau maximales observées.

Pour ce scénario, les bâtiments restant impactés par les inondations sont les suivants** :

- Q50 : aucun ;
- Q100 : salle des fêtes et une maison (12 rue Grenouillère) en limite.

***Le caractère inondable de chaque bâtiment est à confirmer par un levé topographique des seuils.*

Il est cependant à noter que l'augmentation du débit capable de la partie souterraine augmente les remontées et débordements via le réseau pluvial. C'est ce phénomène qui est à l'origine de la plus faible diminution de la hauteur d'eau H1 en état projeté. En effet, le ruissellement devient plus limité via le nord de la rue de la Grenouillère, mais s'intensifie par remontée dans le réseau d'eaux pluviales.

Il est à noter que le scénario de renforcement pourra être adapté, notamment par une remise à ciel ouvert du cours d'eau sur un linéaire à définir, en amont immédiat du réseau souterrain. Cet aménagement permettrait de maintenir le busage actuel en « conduite de décharge » en période de crue, ainsi que de déconnecter le cours d'eau du réseau pluvial sur le linéaire considéré. La figure suivante illustre la localisation de cette variante.

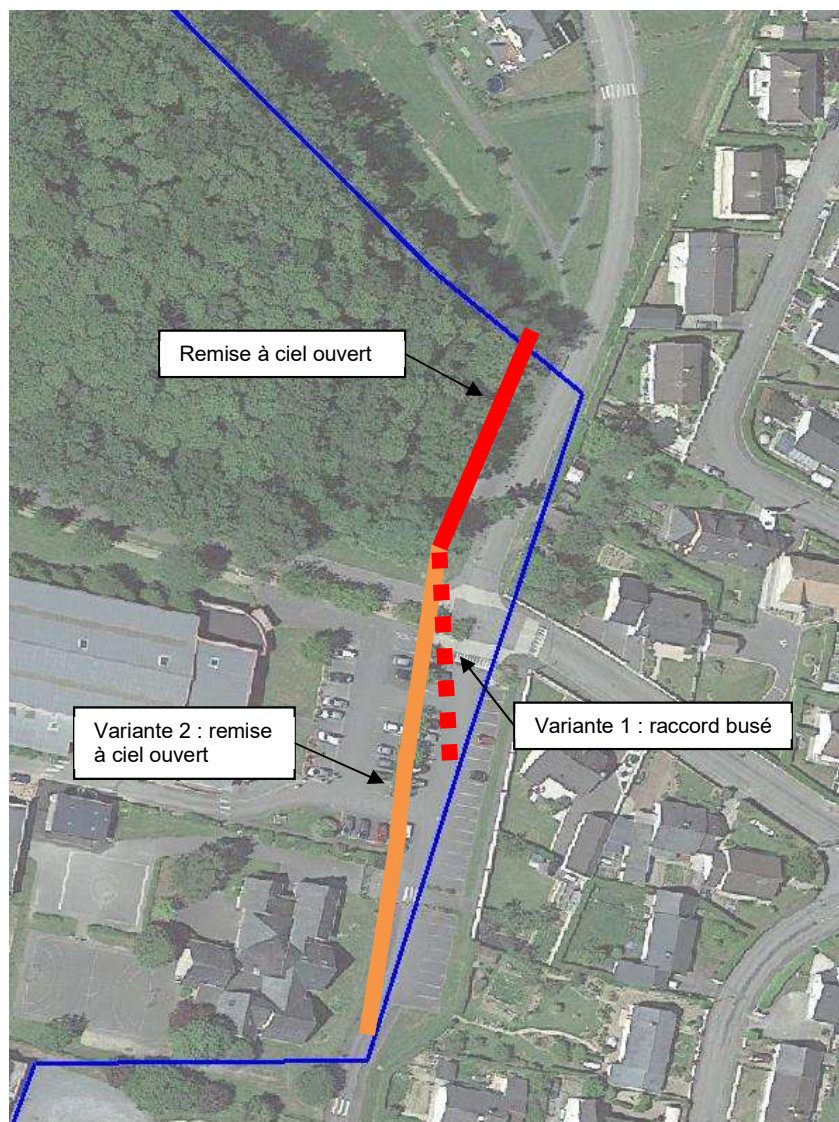


Fig. 27. Scénario I3 – Variante – Remise à ciel ouvert

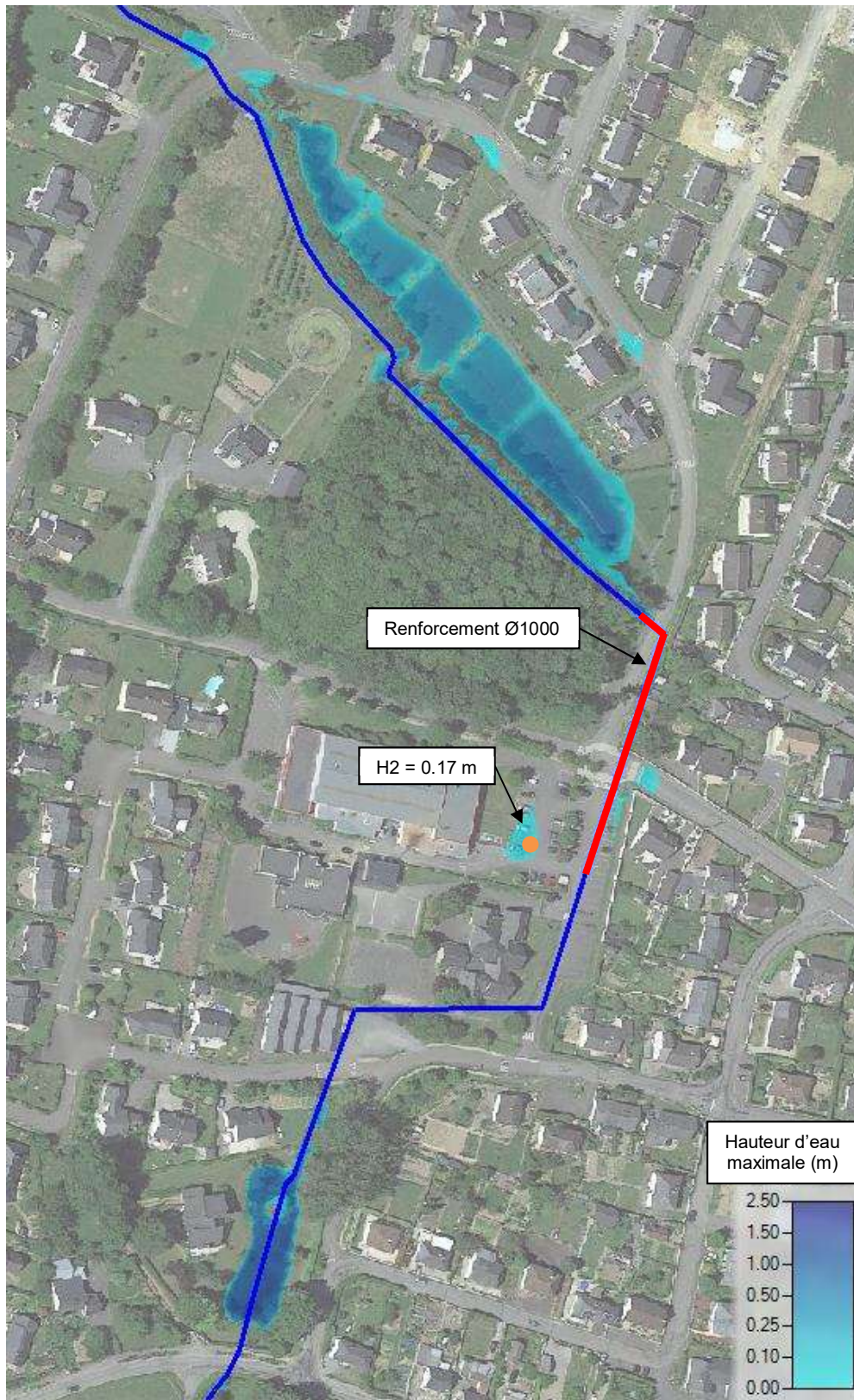


Fig. 28. Scénario I3 – Q₅₀

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

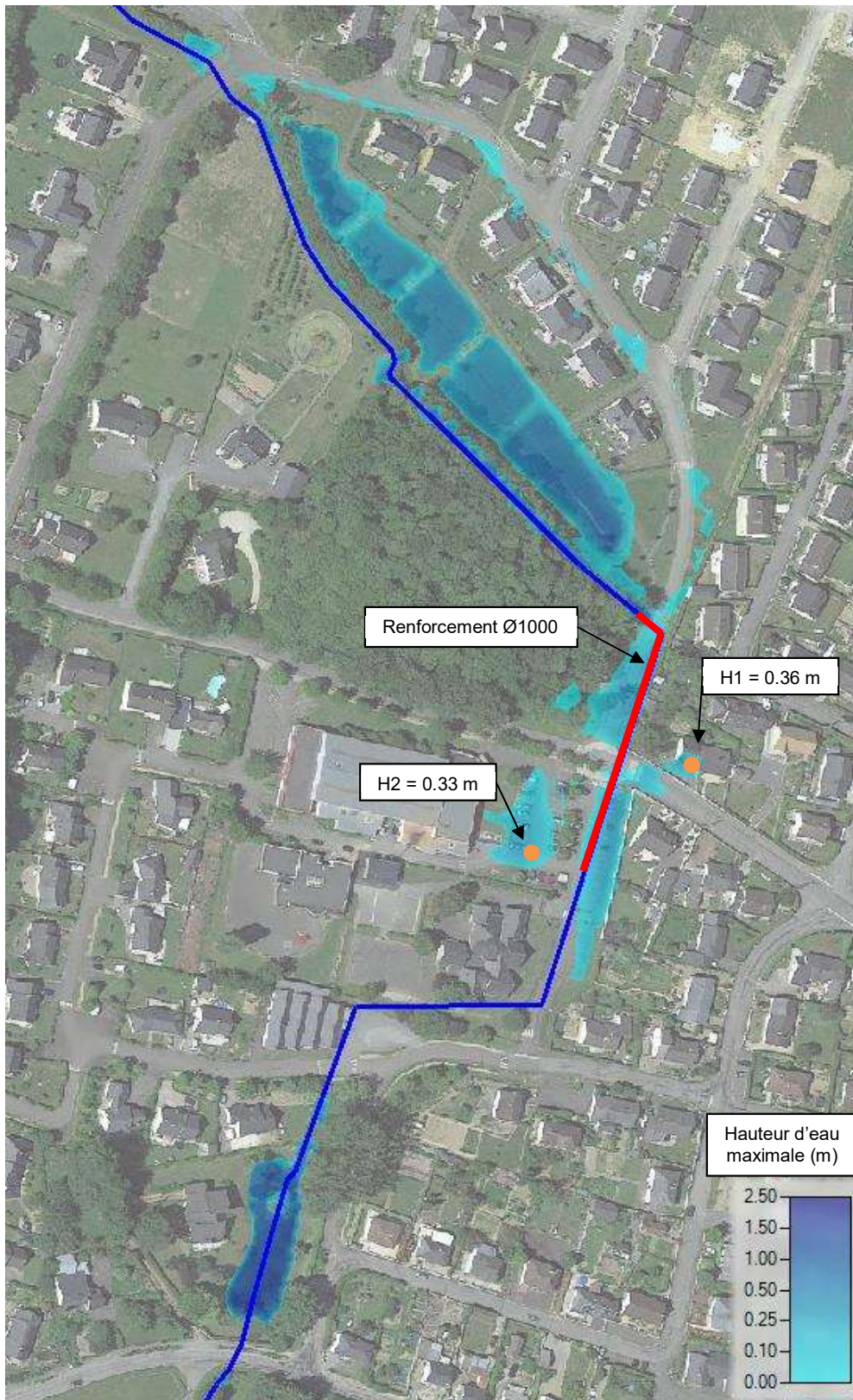


Fig. 29. Scénario I3 – Q₁₀₀

Le coût du scénario 3 est estimé à 91 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.4. SCENARIO I4 : AMENAGEMENT D'UNE ZONE D'EXPANSION / RETENTION EN AMONT

Ce scénario considère l'aménagement d'une zone de stockage en amont de la zone d'étude.

L'objectif d'une tel aménagement est de contenir l'ensemble du débit débordant en amont de la partie souterraine, et ainsi d'écarter l'hydrogramme de crue.

L'aménagement considéré est une zone de stockage 2 000 m³, permettant de limiter fortement les débordements en aval pour les différentes crues étudiées. La solution retenue pourra prendre la forme d'une zone d'expansion de crue ou d'un bassin de rétention, avec contrôle du débit en aval.

La figure suivante illustre la localisation possible d'un tel bassin, sur la base d'un marnage de 1 m de haut.



Fig. 30. Scénario I4 – Localisation du bassin de rétention

Il est à noter qu'au regard de la topographie locale, l'aménagement (rehausse ou approfondissement) des bassins de rétention actuels (permettant la gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant « Lotissement ») n'est pas envisageable.

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté.

Tabl. 26 - Scénario I4 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.00	-0.38	0.40	0.00	-0.40
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.19	-0.49	0.77	0.50	-0.27
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.00	-0.28
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.00	-0.11

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

Le bassin de rétention permet l'écrêtement de l'hydrogramme du sous-bassin versant « Amont ». Cependant, le débit transitant par le sous-bassin versant urbain « Est » est supérieur au débit capable de la section de cours d'eau souterrain au droit de l'exutoire du réseau d'eaux pluviales. Par conséquent, le débordement amont ne disparaît pas complètement.

L'emprise des zones inondables pour les périodes de retour 50 et 100 ans sont tout de même réduites et circonscrites au parking de la salle des fêtes.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C



Fig. 31. Scénario I4 - Q₅₀

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C



Fig. 32. Scénario I4 – Q₁₀₀

Le coût du scénario 4 est estimé à 135 000 € HT (+/- 20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...);
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.5. SCENARIO I5 : GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE BV « EST »

Ce scénario consiste à gérer les eaux pluviales du BV « Est » localement via :

- La déconnexion des rejets EP (gouttières) : à diriger vers les zones de jardin (aménagements paysagers à accompagner, création de jardins de pluie, mise en place de cuves, puits d'infiltration...);
- L'infiltration des eaux de voiries en chaussée ou tranchée drainante. Cette opération est à envisager sur le moyen terme lors du renouvellement de chaussée.

L'objectif de ces mesures est de supprimer les apports du BV « Est » en amont de la partie canalisée du ruisseau. En effet ce sous-bassin est très réactif et entraîne à lui seul une mise en charge de la section souterraine du ruisseau.

Les figures suivantes illustrent différents procédés envisageables sous voirie, trottoirs ou autres espaces publics.

A AVEC INFILTRATION ET ENROBÉ POREUX

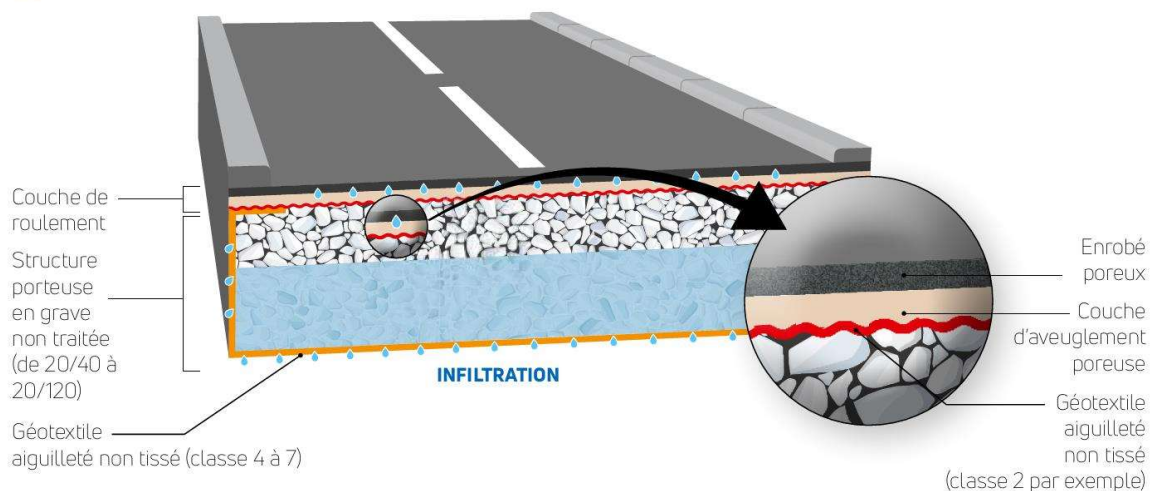
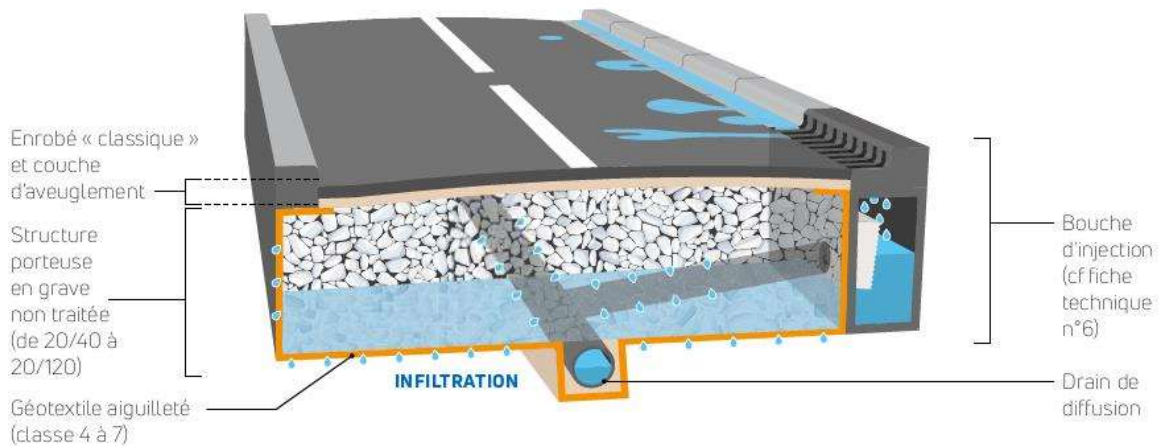
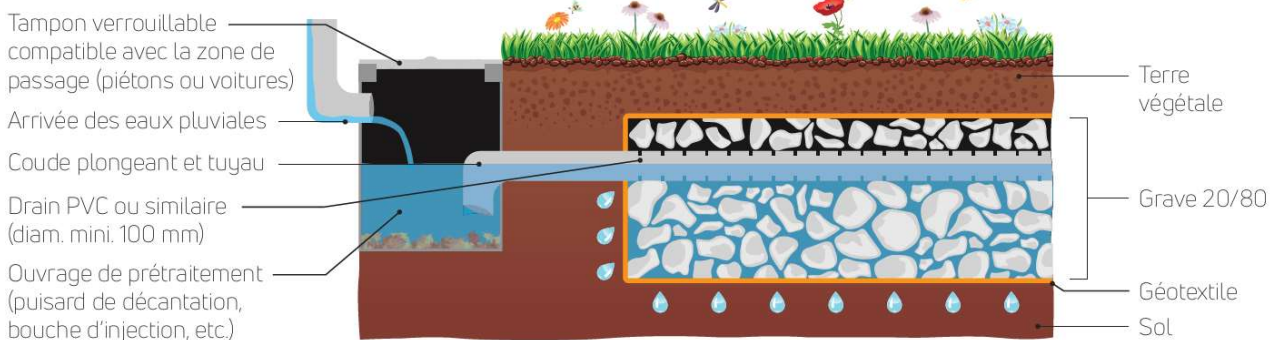


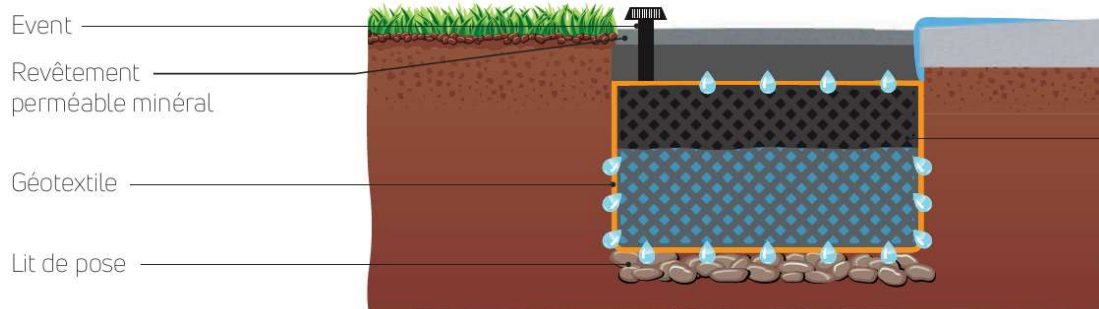
Fig. 33. Infiltration sous enrobé poreux (ADOPTA)

B AVEC INFILTRATION ET ENROBÉ « CLASSIQUE »**Fig. 34. Infiltration sous enrobé « classique » (ADOPTA)**

Comparatif de coûts sur une base de 100 pour une épaisseur de chaussée standard

Chaussée classique (on considère une base 100, sans unité, et on s'intéresse au ratio)	Chaussée à structure réservoir avec enrobé poreux	Chaussée à structure réservoir avec enrobé "classique" et bouches d'injection
100	95	110

Fig. 35. Comparatifs de coûts pour chaussée infiltrante (ADOPTA)**COUPE LONGITUDINALE** (ex. d'une tranchée d'infiltration en grave non traitée avec alimentation concentrée)**Fig. 36. Tranchées d'infiltration (ADOPTA)**

COUPE TRANSVERSALE (ex. d'une tranchée d'infiltration en SAUL* avec alimentation diffuse)**Fig. 37. Structures alvéolaires ultralégères (ADOPTA)**

Afin de déterminer les volumes à mettre en place, les hypothèses suivantes ont été prise :

- Capacités d'infiltration : en l'absence de données, la perméabilité des sols est considérée comme nulle. En conséquence la totalité des volumes ruisselés est à stocker. Cette hypothèse est très pessimiste et cet aspect devra être approfondi ultérieurement via des tests de perméabilité.
- Surfaces disponibles
 - Voiries, parking : ~3700m² ;
 - Trottoirs : ~1300m² ;
 - Espace vert : ~1000m² (à noter que l'espace vert considéré est susceptible d'accueillir un projet immobilier) ;

La figure suivante localise le parking et l'espace vert cités.



Fig. 38. Localisation de l'espace vert et du parking au sein du BV Est (Géoportail)

Les coûts de ces aménagements dépendent des techniques mises en œuvre et de la période de retour pour laquelle on choisit de stocker les eaux ruisselées. Ces coûts sont les suivants, ils ne tiennent pas compte de la moins-value que représenterait la réfection de chaussée* :

- Période de retour T=10 ans (25mm/2h) : 340 000 à 360 000 €HT ;
- Période de retour T=50 ans (33mm/2h) : 360 000 à 500 000 €HT ;
- Période de retour T=100 ans (40mm/2h) : 380 000 à 530 000 €HT.

* La moins-value pour la réfection de chaussée à prévoir à moyen terme est estimée entre 60 000 et 170 000€HT.

Ces coûts s'entendent à +/- 20% et hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.3. PROJET D'URBANISATION FUTUR

Le projet d'urbanisation prévu à l'ouest du bourg se trouve dans le bassin versant « Ouest ». La prise en compte de l'aménagement d'un lotissement sur ce secteur de 3 ha se caractérise par l'augmentation du coefficient de ruissellement global du sous-bassin versant.

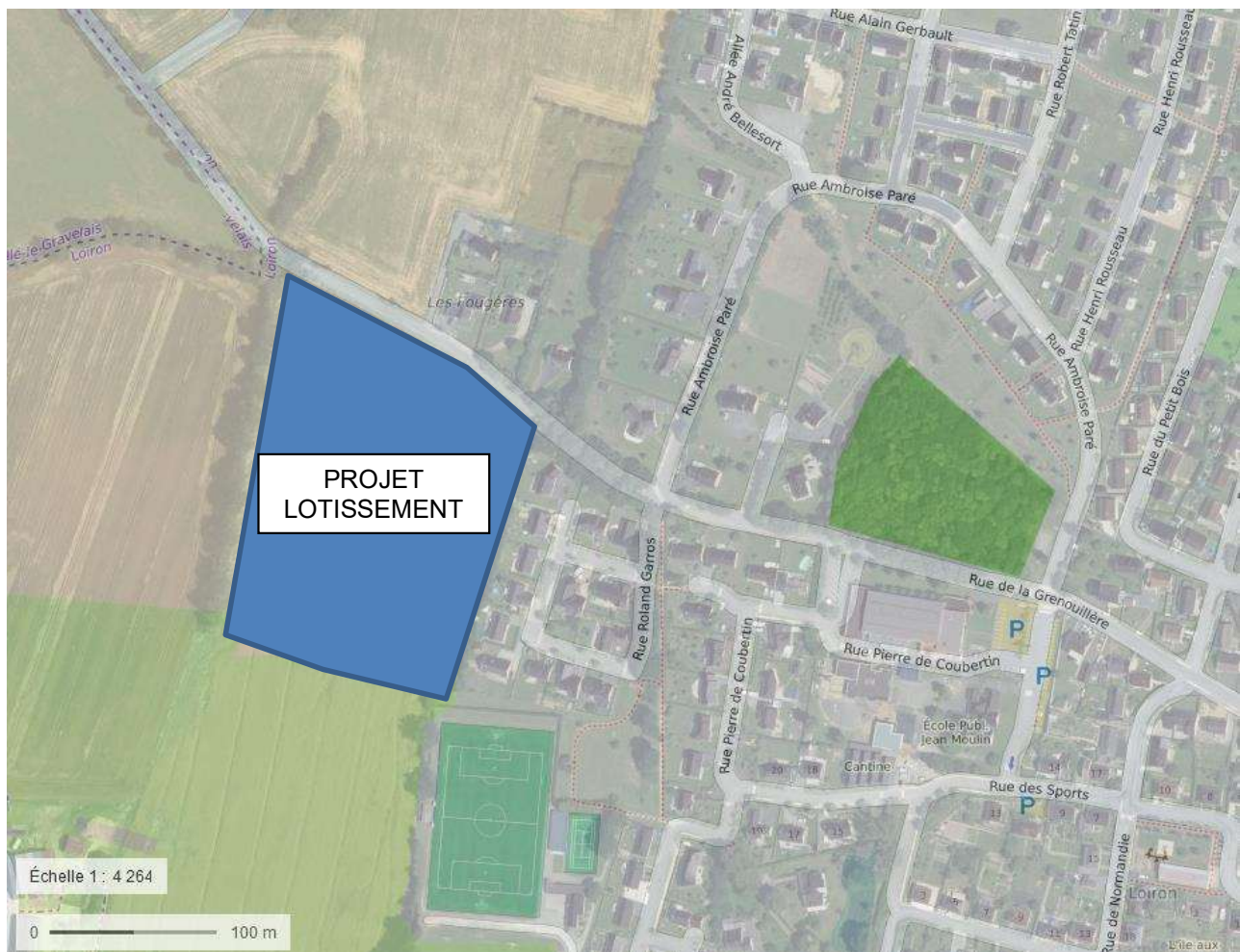


Fig. 39. Localisation du projet d'urbanisation future au sein du BV Ouest (Géoportail)

Le coefficient de ruissellement moyen pour le lotissement est considéré comme égal à 60% (sur la base de celui calculé pour le lotissement du Petit Bois). Par conséquent, le coefficient de ruissellement du sous-bassin versant « Ouest », actuellement de 42.1%, augmente à 45%.

La modélisation hydrologique met en avant l'évolution des débits à l'échelle du sous-bassin versant « Ouest » :

Tabl. 27 - Evolution du débit de pointe – Urbanisation ouest

BV Ouest	Débits caractéristiques (m ³ /s)		
	Q10	Q50	Q100
Actuel	0.31	0.61	0.76
Projeté	0.33	0.66	0.82

Afin de respecter les dispositions du SDAGE Loire-Bretagne, il sera *a minima* nécessaire d'assurer un débit de fuite en sortie de lotissement de 3 l/s/ha.

Cette prescription pourra être renforcée avec la mise en place d'une gestion des eaux pluviales à la source en évitant ou en limitant au maximum les rejets au réseau :

- Parcelles : puits d'infiltration, cuves de stockage, toitures terrasses, jardins de pluie... ;
- Espaces publics : chaussée drainante, noue/bassin d'infiltration.

Enfin les règles d'urbanisme pourront être contraignantes en vue de limiter l'imperméabilisation des sols.

2.2. RESTAURATION DU COURS D'EAU

Le ruisseau de l'Ardonnière n'est actuellement pas classé au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement (listes 1 et 2). Par conséquent, l'aspect continuité écologique n'est pas imposé du point de vue juridique sur la commune de Loiron-Ruillé (restauration de la continuité écologique non exigée, liste des espèces cibles non définies).

Cependant, la vidange récente du plan d'eau irrégulier situé en aval de la zone d'étude a permis de créer un contexte favorable à la remise en état du site, via la proposition d'aménagements concernant la restauration des milieux aquatiques et de la continuité piscicole.



Fig. 40. Photographies du plan d'eau abaissé et de son ouvrage exutoire

2.2.1. CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE

Le régime hydrologique du ruisseau de l'Ardonnière, dont les débits caractéristiques en régime courant ont été définies dans la partie *ad hoc*, fait état d'étiages très marqués et d'un module très limité (7.4 l/s).

La hauteur d'eau moyenne dans le cours d'eau est estimée à 7 cm. La hauteur d'eau généralement nécessaire pour la nage des espèces de petites taille étant de 5 cm, les possibilités de nage sont limitées en période de basses eaux (le cours d'eau est par ailleurs en assec une partie de l'année).

L'objectif de l'aménagement du plan d'eau vidangé est ainsi davantage orienté vers la restauration des milieux aquatiques via la création d'un lit mineur marqué. En effet, la renaturation du ruisseau de l'Ardonnière permettra de restaurer des écoulements courants sur environ 100m.

Concernant la continuité sédimentaire, celle-ci est relativement faible sur le cours naturel du ruisseau de l'Ardonnière, et d'ores et déjà marquée par la présence du réseau souterrain sur la traversée de Loiron. Par conséquent, l'ouvrage de franchissement routier situé en aval du plan d'eau a un impact limité sur le transit sédimentaire. Il est d'ailleurs à noter que le plan d'eau représente une retenue en cours de remplissage, dont le fond est environ 50 cm en dessous de la cote de surverse.

Par ailleurs, il est à noter que l'ouvrage situé en aval du plan d'eau ne fait pas office de barrage. En effet, le fil d'eau de l'ouvrage se situe à une cote supérieure au fond du plan d'eau (133.53 m IGN69), mais ne crée pas de chute importante en régime courant.

La figure suivante présente le plan établi par le géomètre ainsi que des photos de l'ouvrage

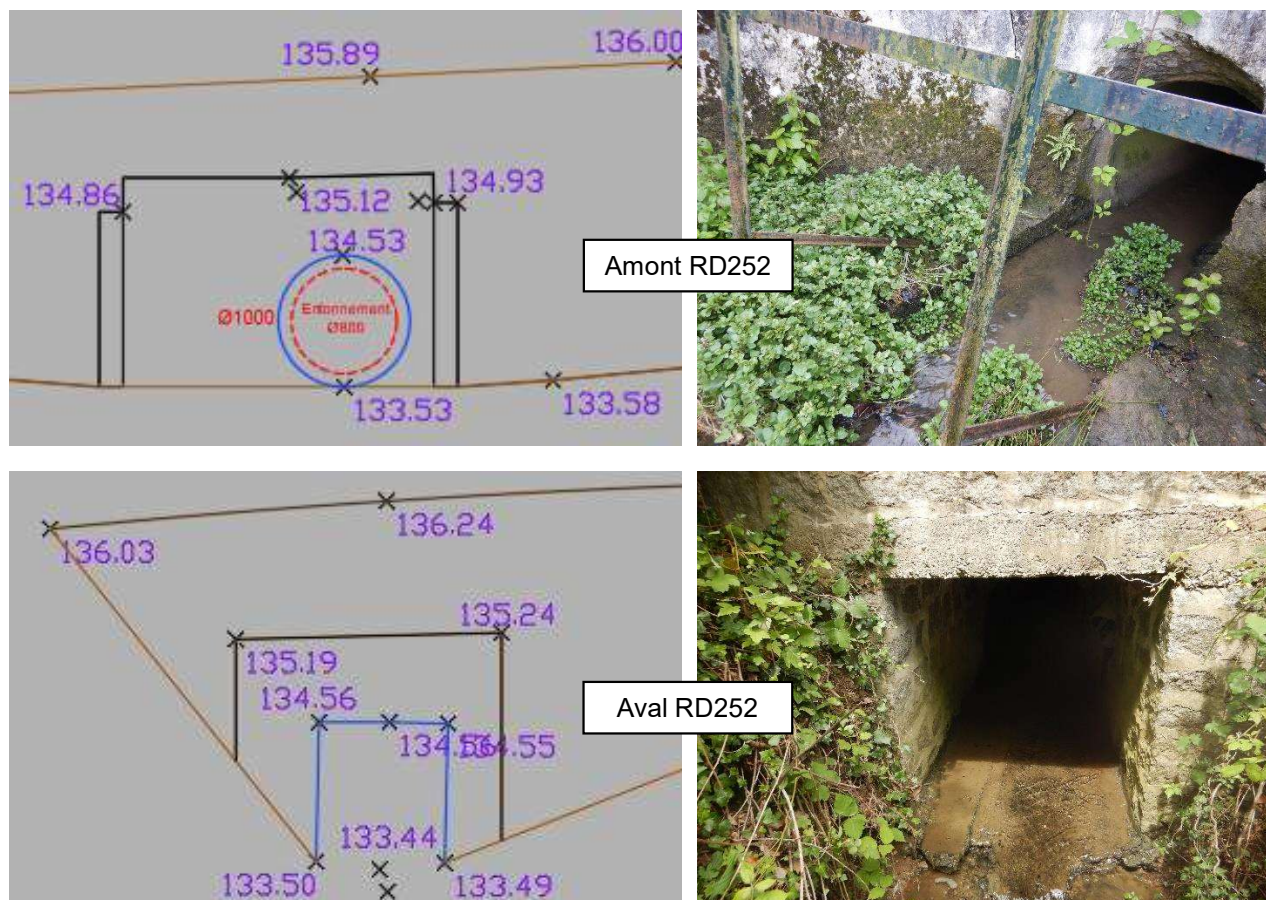


Fig. 41. Plans et photographies de l'ouvrage exutoire du plan d'eau

L'ouvrage n'ayant pas d'incidence sur les crues à l'état actuel, les aménagements prévus ne devront pas créer de nouveaux dysfonctionnements concernant l'inondabilité.

Les différents scénarios de renaturation étudiés sont les suivants :

- Scénario RCE1 : renaturation en remblai sans modification de l'ouvrage de franchissement routier ;
- Scénario RCE2 : renaturation en remblai avec reprise de l'ouvrage de franchissement routier (partie busée).

Pour l'ensemble des scénarios, il pourra être prévu l'aménagement de mares déconnectées en régime courant, dont l'alimentation en eau sera définie en phase APS (alimentation biannuelle, annuelle ou biennale par exemple).

2.2.2. GRANULOMETRIE

Une analyse granulométrique a été réalisée, elle est présentée en Annexe 3.

2.2.3. SCENARIOS ETUDIES

2.2.3.1. SCENARIO RCE1 : RENATURATION EN REMBLAI

Le scénario considère la création d'un lit sur l'ensemble du linéaire actuellement occupé par le plan d'eau surcreusé, sans reprise de l'ouvrage de franchissement routier. Ainsi les cotes fil d'eau amont et aval actuelles permettent de définir le volume global de remblai nécessaire à l'aménagement (selon la hauteur de berge du cours d'eau aménagé). Le scénario permet un gain hydromorphologique sur le linéaire aménagé, mais pas d'amélioration de la continuité écologique.

Il est considéré dans un premier temps la création d'un lit dont le gabarit permet le transit du débit journalier biennal ($QJ2 = 1.26 \text{ m}^3/\text{s}$). Cette valeur est en effet représentative du débit morphogène d'un cours d'eau, et usuellement utilisée lors des aménagements de type renaturation.

Le gabarit du cours d'eau pourra être adapté (débit débordant annuel ou biennuel par exemple) selon la volonté du Comité de Pilotage.

Le plan suivant illustre un tracé possible du cours d'eau renaturé, considérant le débit journalier biennal pour le gabarit.

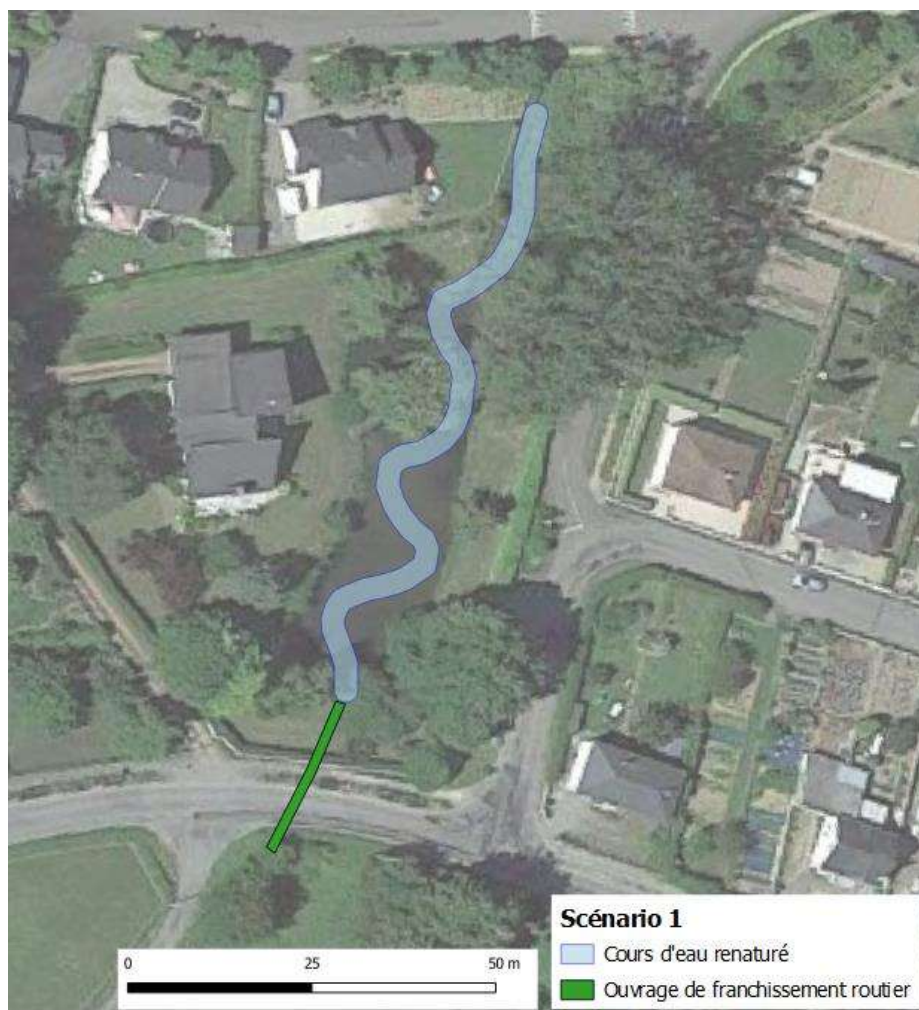


Fig. 42. Renaturation – Scénario RCE1

L'aménagement d'un gabarit basé sur le débit journalier biennal considère l'apport d'environ 900 m³ de matériau. Ce volume pourra être réduit selon le gabarit de cours d'eau retenu.

Le coût du scénario RCE1 est estimé à 65 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.2.3.2. SCENARIO RCE2 : RENATURATION EN REMBLAI ET REPRISE DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

Le scénario considère :

- La création d'un lit sur l'ensemble du linéaire actuellement occupé par le plan d'eau ;
- Le remplacement de l'ouvrage de franchissement routier (partie amont busée) par une buse de diamètre Ø1 000 sur une longueur de 10 m. Cet aménagement permettra de supprimer la chute intermédiaire et de limiter le volume de remblai nécessaire à la création du lit sur l'emprise du plan d'eau actuel. Par ailleurs, il permet d'assurer une certaine cohérence concernant les gabarits d'ouvrages hydrauliques sur la traversée de Loiron ;
- L'aménagement d'une rampe de type radier en aval de l'ouvrage de franchissement permettant le maintien d'une lame d'eau minimale de 5 cm dans le cadre actuel.

Le scénario permet à la fois la restauration de la continuité écologique concernant les petites espèces et un gain hydromorphologique sur le linéaire renaturé.

Il est considéré dans un premier temps la création d'un lit dont le gabarit permet le transit du débit journalier biennal (QJ2 = 1.26 m³/s)). Cette valeur est en effet représentative du débit morphogène d'un cours d'eau, et usuellement utilisée lors des aménagements de type renaturation.

Le gabarit du cours d'eau pourra être adapté (débit débordant annuel ou biennuel par exemple) selon la volonté du Comité de Pilotage.

Le plan suivant illustre un tracé possible du cours d'eau renaturé, considérant le débit journalier biennal pour le gabarit.

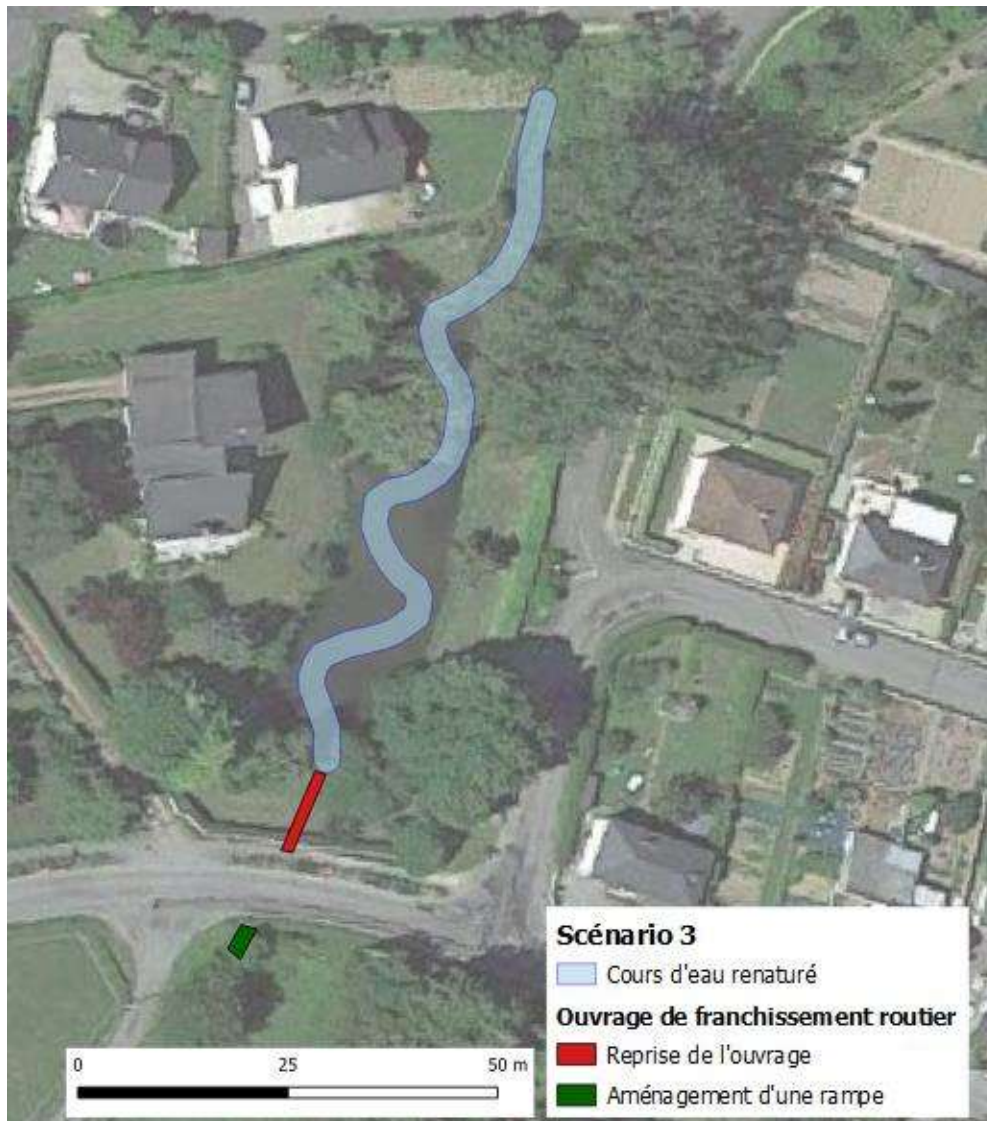


Fig. 43. Renaturation – Scénario RCE2

L'aménagement d'un gabarit basé sur le débit journalier biennal considère l'apport d'environ 700 m³ de matériau. Ce volume pourra être réduit selon le gabarit de cours d'eau retenu.

Le coût du scénario RCE2 est estimé à 75 000 € HT (+/-20), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.3. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

Les tableaux suivants permettent de synthétiser sommairement les différents scénarios proposés :

Tabl. 28 - Risque inondation – Synthèse des scénarios

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Gain inondabilité	Faisabilité technique	Contrainte foncière	Contraintes réglementaires
Scénario I1*	Protection rapprochée	120 000 € HT	=	+++	Aucune	Aucune
Scénario I2**	Renforcement limité L~95m	62 000 € HT	+	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I3**	Renforcement L~95m	91 000 € HT	++	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I4	Bassin de rétention V=2000m ³	135 000 € HT	+++	++	Nécessité d'acquisition	Autorisation Rubriques 2.1.5.0 3.1.1.0 3.2.2.0
Scénario I5	Infiltration BV Est	340 à 360 000 € HT (Hors moins-value)	+	variable	Aucune	A définir (DDTM)

* Les emprises de zones inondées sont inchangées dans le cas du scénario de protection rapprochée. Les habitations et bâtiments publics sont cependant protégés. Il est tout de même à noter que dans le cas d'une pluie d'orage telle que celle de juin 2018, la mise en place des protections sera très délicate dans le temps imparti. Le bon fonctionnement d'un tel scénario dépend directement de la réactivité des personnes habilitées à installer les protections.

** Hors variante incluant une réouverture du ruisseau

Tabl. 29 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
Scénario RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	65 000 € HT	+	+++	Dépend du scénario inondation choisi	Déclaration Rubrique 3.3.5.0
Scénario RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	75 000 € HT	++	+		
Variante	RCE 1 ou 2 + création de mares	+5 000 € HT	+++	+++		

Les estimations financières s'entendent hors frais de :

- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux (DICT non réalisées) ;
- Aléas techniques...

3. PHASE 3 : URBANISME ET AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)

3.1. URBANISME ET INFORMATION DES RIVERAINS

3.1.1. DOCUMENTS EN VIGUEUR

3.1.1.1. SDAGE LOIRE BRETAGNE

Le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 a été adopté le 4 /11/2015. Dans son orientation « 3D-2 Réduire les rejets de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales », le SDAGE impose un débit de fuite maximum de 3l/s/ha pour tout nouveau projet d'urbanisation.

Le projet de SDAGE 2022-2027 va au-delà avec les orientations suivantes :

- « 3D-1 - Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements »

Les collectivités réalisent, en application de l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales, un zonage pluvial délimitant les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. Ce zonage offre une vision globale des mesures de gestion des eaux pluviales, prenant en compte les prévisions de développement urbain et industriel. Les zonages sont réalisés avant 2026.

Il est fortement recommandé de retranscrire les prescriptions du zonage pluvial dans les PLU conformément à l'article L.151-24 du code de l'urbanisme. En conséquence, les projets d'aménagement ou de réaménagement urbain devront :

- limiter l'imperméabilisation des sols ;
 - privilégier le piégeage des eaux pluviales à la parcelle et recourir à leur infiltration sauf démonstration qu'elle est impossible;
 - faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées...);
 - réutiliser les eaux de ruissellement pour certaines activités domestiques ou industrielles.
- et « 3D-2 - limiter les apports d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements »

Si les capacités d'infiltration sont insuffisantes, le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements par rapport à la situation avant aménagement.

Dans cet objectif, les documents d'urbanisme comportent des prescriptions permettant de limiter le ruissellement résiduel. A ce titre, il est fortement recommandé que les SCoT mentionnent des dispositions exigeant, d'une part des PLU qu'ils comportent des mesures relatives à l'imperméabilisation et aux rejets à un débit de fuite limité appliquées aux constructions nouvelles et aux seules extensions des constructions existantes, et d'autre part des cartes communales qu'elles prennent en compte cette problématique dans le droit à construire. En l'absence de SCoT, il est fortement recommandé aux PLU et aux cartes communales de comporter des mesures de même

nature. À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale et pour une surface imperméabilisée raccordée supérieure à 1/3 ha.

3.1.1.2. SAGE OUDON

Le règlement du SAGE du bassin versant de l'Oudon a été adopté le 24/10/2013.

Il précise dans son article 2 les prescriptions applicables en vue de « limiter les effets dommageables de inondations » (enjeu D).

Extrait du règlement du SAGE :

Ainsi, en application de l'article R.212-47 2°b du code de l'environnement, pour prévenir les risques d'inondation, les rejets des eaux pluviales dans les eaux superficielles des nouvelles zones imperméabilisées, soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 de ce même code, devront respecter un objectif de débit de fuite :

- 14 l/s au maximum pour les opérations de 1 à 7 ha,
 - limité à 2 l/s/ha pour les opérations de plus de 7 ha
- pour tout événement pluvieux dont l'intensité est inférieure à celle d'un événement d'occurrence trentennale.

3.1.1.3. PLUi

Le PLUi du Pays de Loiron reprend les prescriptions du SDAGE Loire Bretagne 2016-2021.

TRAME DE ZONE INONDABLE

Les enveloppes de crue définies par l'étude pourront être annexées au PLU de Loiron lors de sa prochaine révision.

Deux trames de zone inondable sont proposées sur la figure suivante. L'enveloppe crue centennale figure en hachurée et l'enveloppe de crue de juin 2018 figure en dégradé de couleur selon la hauteur d'eau.

La commune devra définir si elle reporte l'enveloppe de la plus haute crue connue (juin 2018) ou bien l'enveloppe de la crue centennale modélisée qui, à défaut de plus haute crue connue supérieure à la crue centennale, est prise comme référence dans les documents d'information des zones inondables (Atlas de Zones inondables ou Plan de prévention de risques inondations).

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

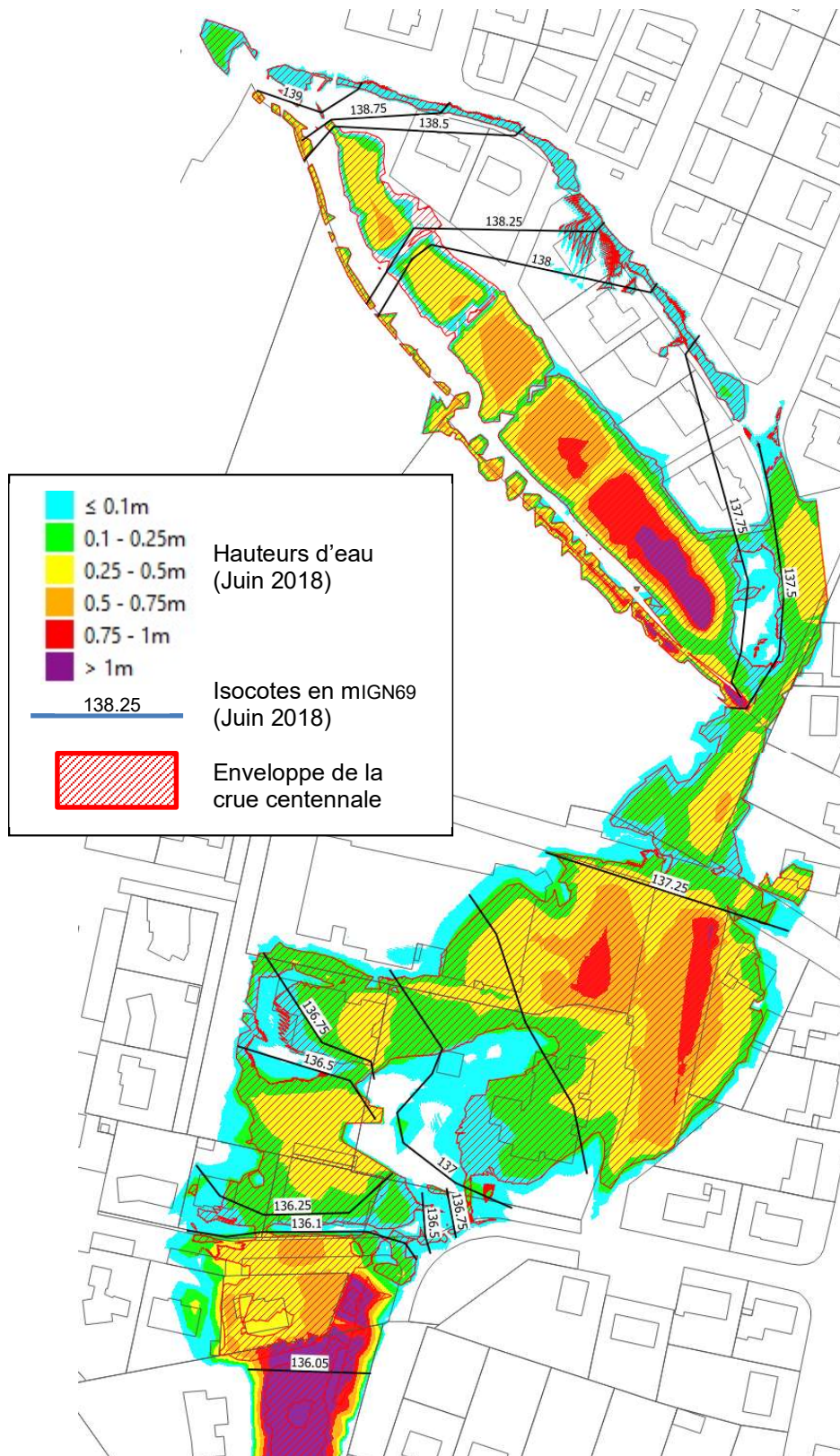


Fig. 44.

Exemple de trame à annexer au PLU

PRESCRIPTIONS ENVISAGEABLES

La trame de zone inondable peut s'accompagner de prescriptions spécifiques quant à l'urbanisation.

- De l'autorisation sous réserve à l'interdiction :
 - Nouvelles constructions, extensions
 - Obstacles à l'écoulement : remblai, clôtures pleines
 - Construction ou aménagement de sous-sol
- Règles de construction :
 - Cote seuil des bâtiments selon cote de référence
 - Transparence des bâtiments : pilotis...
 - Matériaux non vulnérables sous la cote de référence
 - Mise en place de clapets A/R sur les EU (voire EP)
- Autres :
 - Arrimage des objets flottants
 - Rehausse ou protection des objets polluants (cuve fioul...)
 - Matérialisation des fosses, puits, piscines...

3.1.2. SCHEMA DIRECTEUR ET ZONAGE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le Pays de Loiron n'est à ce jour pas doté de schéma directeur ni de zonage pour la gestion de ses eaux pluviales.

Selon l'article L2224-10 du code Général des collectivités territoriales, *les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique [...] les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement.*

Le zonage pluvial fait partie intégrante du Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales dont l'élaboration peut s'articuler comme suit :

- 1 : Etat des lieux
- 2 : Incidence de l'urbanisation future / choix d'urbanisation et de gestion pluviale
- 3 : Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales
 - 3.1 : Etude de scénarios d'aménagements
 - 3.2 : Choix de la solution et programmation
 - 3.3 : Diagnostic en situation future aménagée
 - 3.4 : Entretien et suivi
 - 3.5 : Zonage des Eaux Pluviales :
 - Prescriptions,
 - Règlement du service d'assainissement...

Les prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales pour les opérations d'urbanisation futures sont traduites dans le règlement d'assainissement, elles peuvent être de différentes natures :

- Gestion des eaux pluviales à la source :
 - Parcelles privatives :
 - Dispositifs d'infiltration* (puits, tranchées...);
 - Rétention/régulation avant rejet (cuves, régulation en toiture);
 - Jardin de pluie;
 - Espaces publics :
 - Dispositifs d'infiltration* (noues, chaussées drainantes, puits, tranchées, bassin d'infiltration...);
 - Rétention/régulation avant rejet (noues, bassins aériens ou enterrés, structures enterrées);
 - Jardin de pluie;
- * en vue de favoriser la mise en place de tels dispositifs, la collectivité peut en préalable faire effectuer un travail de connaissance des capacités des sols à infiltrer les eaux pluviales*
- Imperméabilisation : limitation des coefficients d'occupation des sols et d'imperméabilisation (emprise du bâti, revêtement des stationnements...).

... et répondre à différents niveaux d'ambition :

- Gestion des eaux pluviales avec ou sans rejet ;
- Période de retour de dimensionnement : pluie annuelle, décennale, centennale...

3.1.3. INFORMATION, PREVISION ET ALERTE

L'information des riverains sur le risque inondation encouru est un élément clé dans l'anticipation et la résilience face à de futurs évènements.

Cette information peut se faire via

- La mise à jour des documents suivants :
 - Plan Communal de Sauvegarde (PCS), si existant ;
 - Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), si existant ;
 - PLUi (voir 3.1.1.33.1.1.3)
- Le bulletin municipal ;
- La mise en place de repère(s) de crue : un repère peut être envisagé au droit de la salle des fêtes.

Il est également important de pouvoir alerter les riverains en cas d'évènement exceptionnel imminent. Météo France propose un service dédié à l'avertissement de phénomène pluvieux intenses en temps réel via son service APIC : Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes. Ce service permet à la collectivité d'être tenu informée en temps réel de la formation d'un évènement pluvieux à caractère exceptionnel, via message vocal, sms et courriel.

3.2. APS - RESTAURATION DU COURS D'EAU

3 avant-projets sommaires ont été établis sur la base des scénarios étudiés en phase 2 (voir §2.2.3) :

- APS RCE1 : Renaturation du ruisseau au sein de l'actuel plan d'eau ;
- APS RCE2 : Renaturation + reprise exutoire en Ø1000 ;
- APS RCE3 : Renaturation et création de mares.

3.2.1. AMENAGEMENTS

Les aménagements étudiés sont les suivants :

- APS RCE1 :
 - Méandrage
Remarque : la version proposée est basée sur un coefficient de sinuosité de l'ordre de 1.2
 - Remblaiement de l'ordre de 700m³ pour création des berges et banquettes ;
 - Raccordement du jardin selon la pente actuelle ;
- APS RCE2 : RCE1 + renforcement de l'exutoire en Ø1000 (actuel : Ø800 en 1^{re} partie d'ouvrage) ;
- APS RCE3 : RCE1 ou 2 + création de mares de différentes profondeurs.

3.2.2. CONTRAINTES

CONTRAINTE TECHNIQUE

La principale contrainte technique réside dans le bon choix des matériaux d'apport (pas de remblai, terre végétale en nappage final...)

CONTRAINTE REGLEMENTAIRE

Les aménagements nécessitent un dossier de Déclaration au titre de la rubrique 3.3.5.0 de la Loi sur l'Eau (restauration de cours d'eau).

3.2.3. IMPACTS HYDRAULIQUES

L'impact hydraulique de la solution APS RCE2 est présenté au § 3.4.

3.2.4. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet sommaire.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

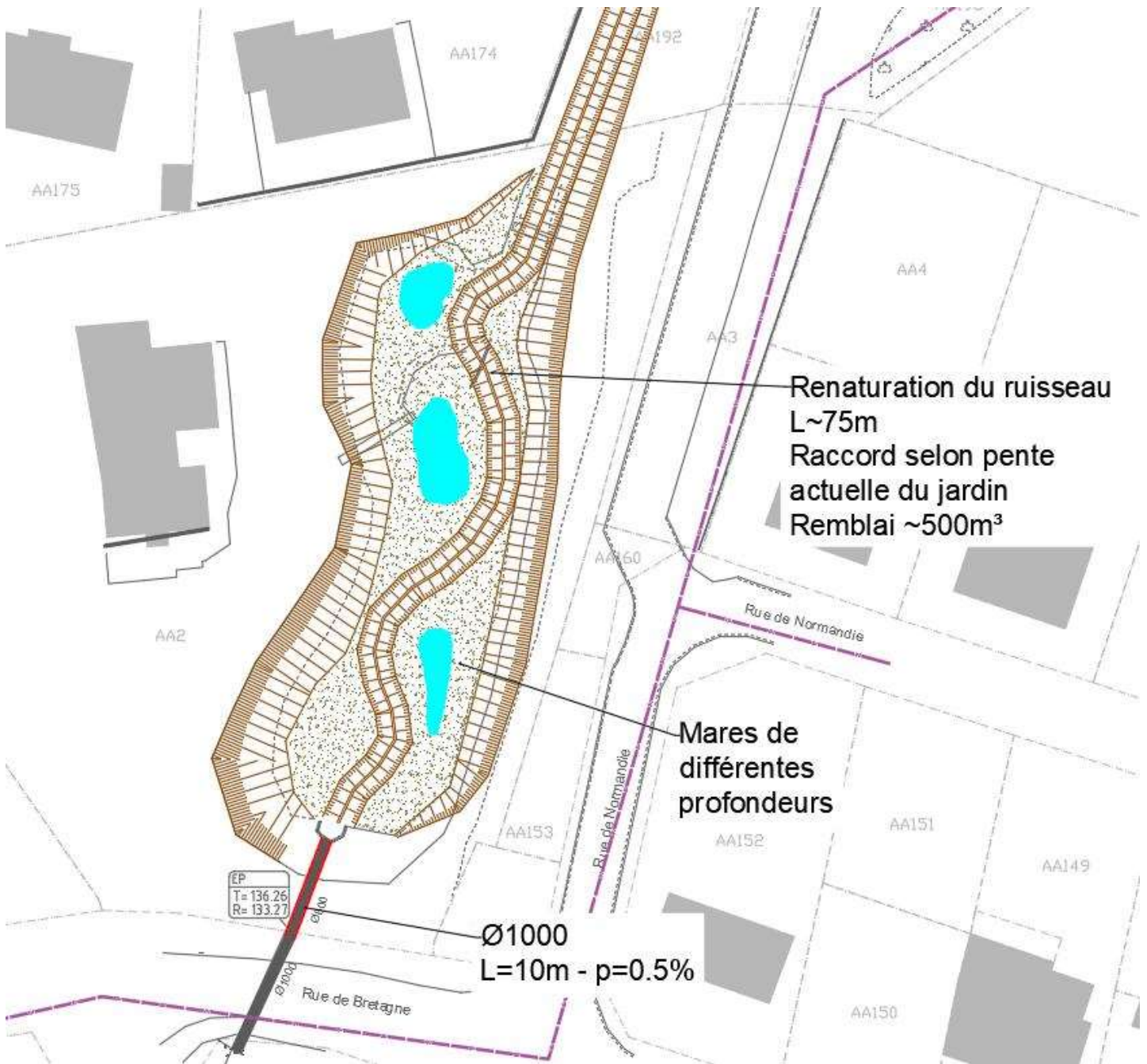


Fig. 45. APS RCE 1, 2 et 3 – Vue en plan

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnaière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C



Fig. 46. APS RCE 1, 2 et 3 - Coupes



Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnaière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

3.2.5. PHOTOMONTAGES

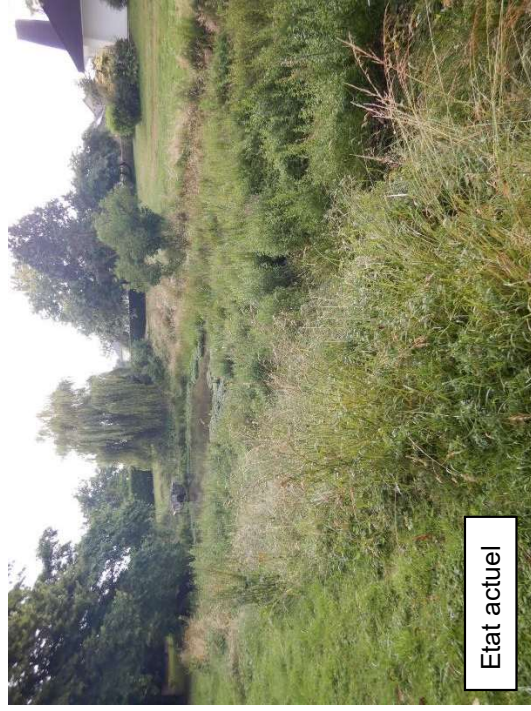


Fig. 47. APS RCE 1, 2 et 3 - Photomontages



3.2.6. ESTIMATIONS FINANCIERES SOMMAIRES

Les estimations financières sommaires des APS étudiés sont présentées au sein du tableau suivant.

Tabl. 30 - APS RCE 1, 2 et 3 – Estimation financière sommaire

APS RCE1 - Renaturation	TOTAL (HT) :	37 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	7 400
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	45 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	54 000
APS RCE 2 - Renaturation + busage Ø1000		47 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	9 400
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	57 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	69 000
APS RCE 3 - Renaturation + mares		39 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	7 800
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	47 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	57 000