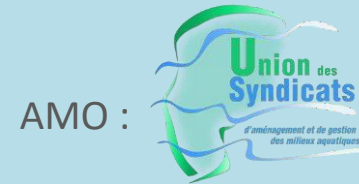


Etude du fonctionnement hydraulique de la tourbière du marais de Saint Gond

Réunion de démarrage du 18/10/2023



AMO :



Environmental IoT Solution

Organisation de la société

Pôle Ingénierie

Ingénierie de
spécialités

Ingénierie
généraliste

Hydrogéologie
Hydraulique

Montage
dossier
technico-
réglementaire

Pôle numérique

Développement
solution
Smartwater

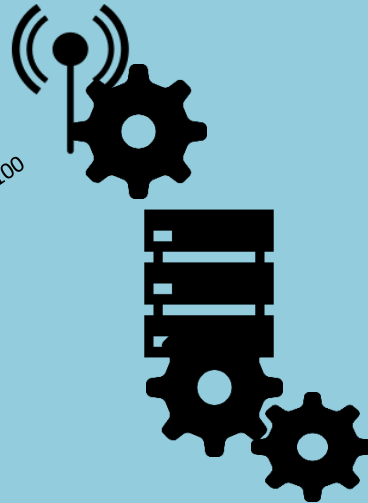
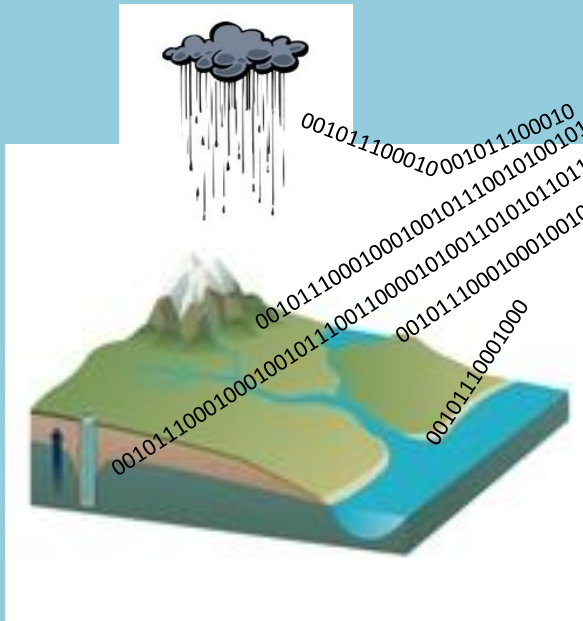


SOLICES

Ingénierie

1. Expertises hydrauliques et hydrogéologiques
2. Assistance à maîtrise d'ouvrage
3. Etude d'impact
4. Étude d'incidence environnementale
5. Montage DDAE
6. Demande de modification d'arrêté

Numérique



Terrain



Traitement



Tableau
de Bord



Environmental IoT Solution

Numérique

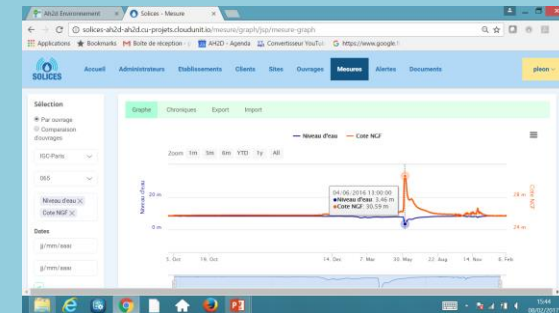
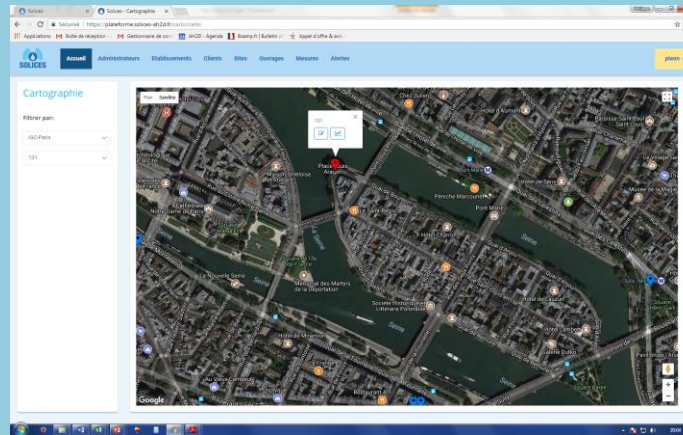
INSTRUMENTATION

GPRS

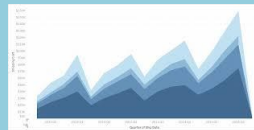


LoRa

PLATFORME DE SUPERVISION



Service



Environmental IoT Solution

Numérique

Station de mesures



Calcul 3D

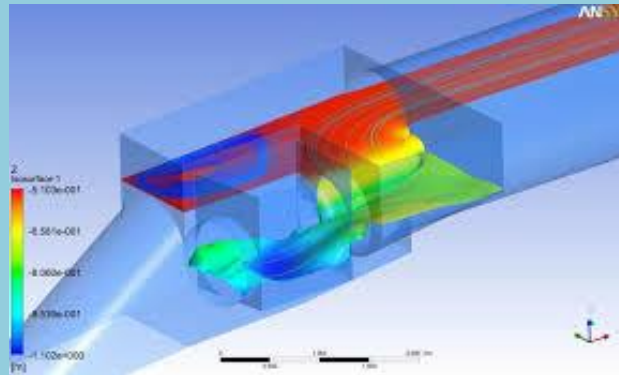
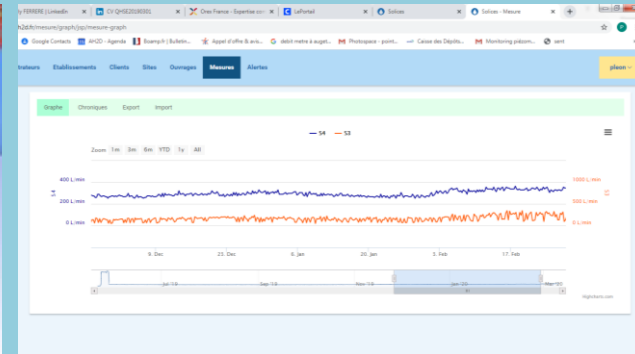


Tableau de bord



Domaines d'intervention



Carrière



Eau potable



Protection des milieux naturels



Environmental IoT Solution



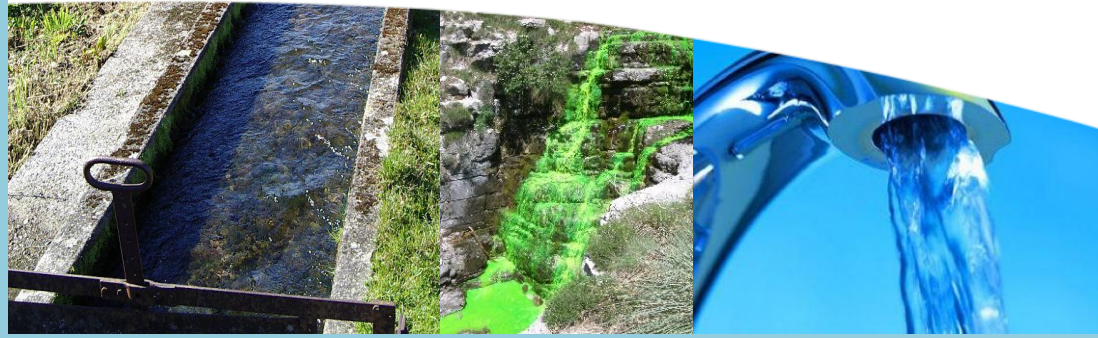
Marais de Saint Gond entre Talus-Saint-prix et Villevenard

Sommaire

- 1- Objectifs et territoire
- 2- Phases de l'étude et planning
- 3- Equipe de projet
- 4- Méthodologie
 - 4.1- Phase 1 : Campagnes de mesures (niveaux, débits, qualité)
 - 4.2- Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation
 - 4.3- Phase 4 : Propositions d'aménagement et actions d'accompagnement (outil de gestion)



Environmental IoT Solution

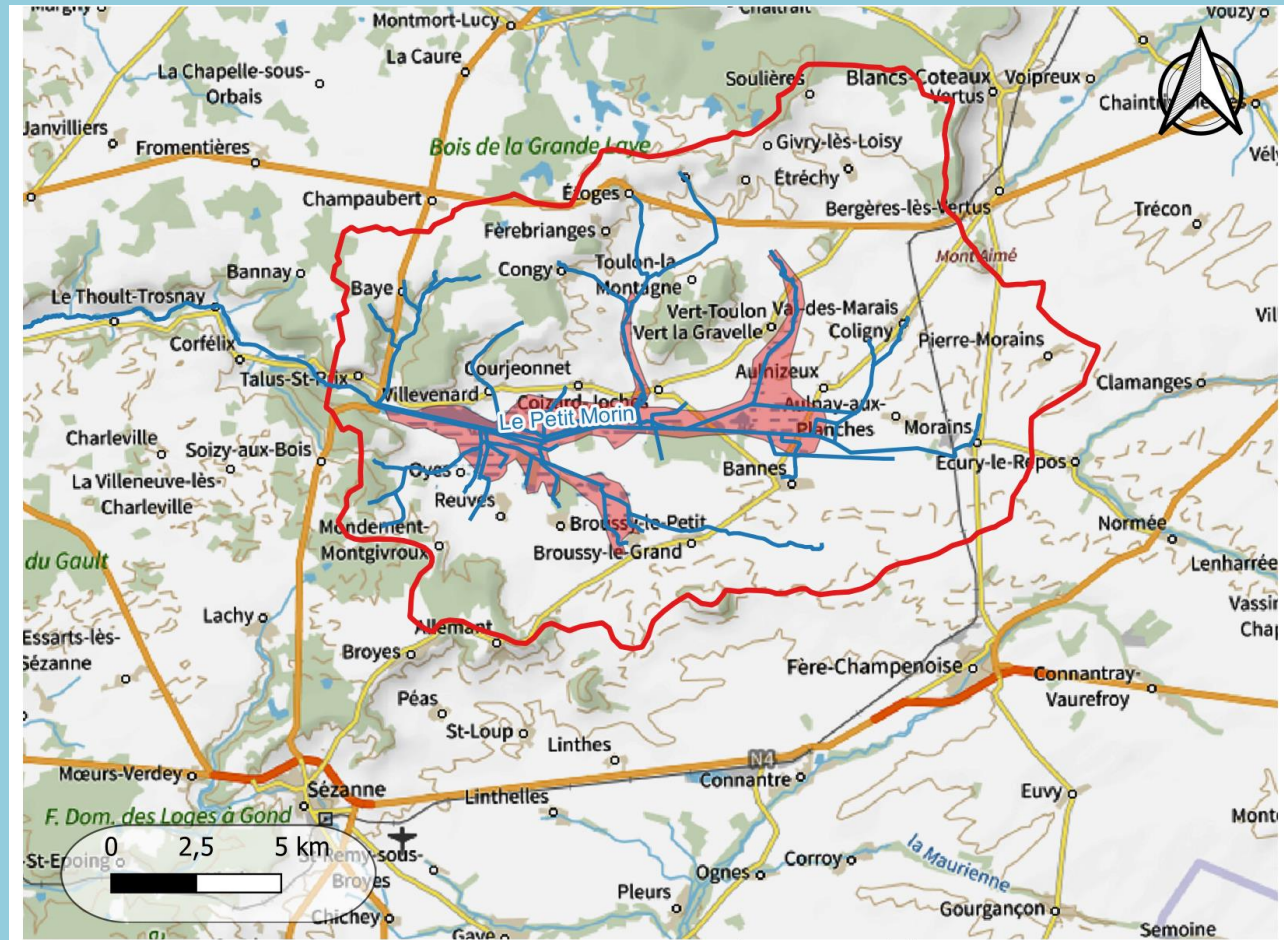


1

Objectifs et territoire

Introduction

1. Superficie du marais 1585 ha
2. 17 km Est Ouest et 3 kilomètres Nord Sud
3. 20 kilomètres au Sud d'Epernay et 11 kilomètres au Nord de Sézanne

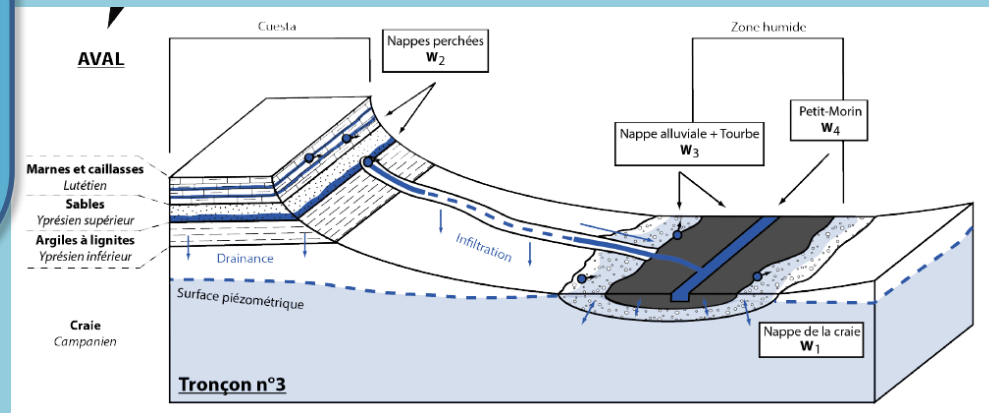
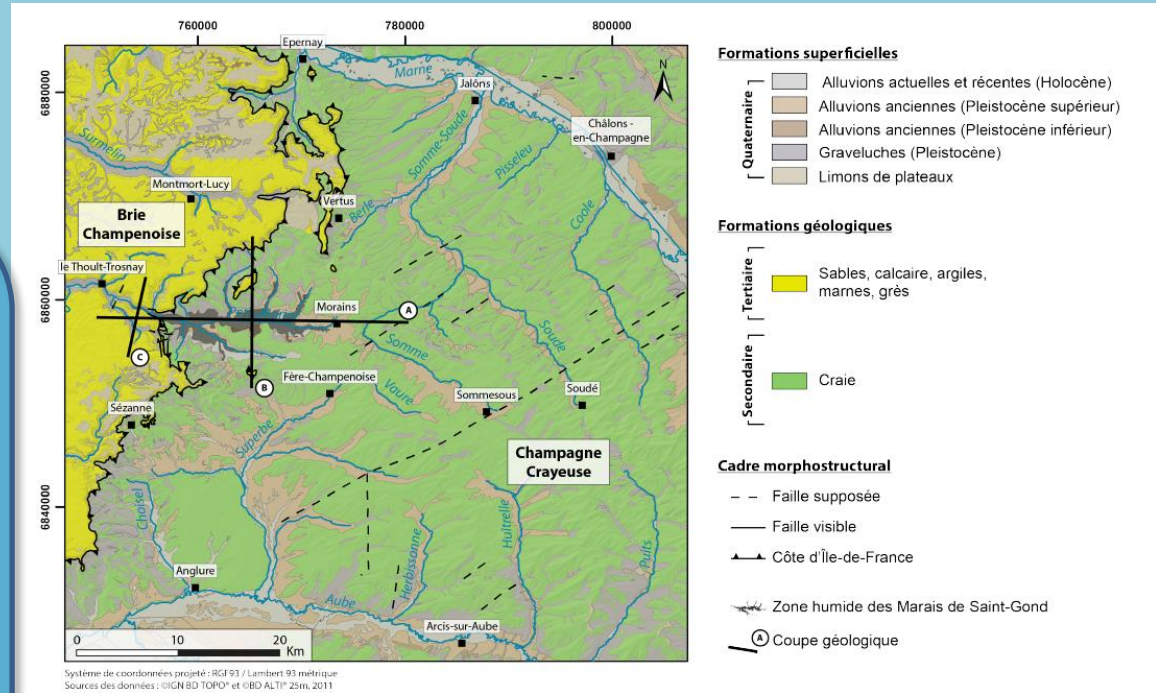


Fonds IGN Scan 25 / Illustrations AH2D Environnement 2022

Territoire

1. Ancien lit de la Somme avant qu'elle ne soit captée par la Soude

2. Limite plateau crayeux et formation tertiaire



Objectifs

Constat

L'assèchement épisodique et partiel de certaines zones du marais menace cet hydrosystème.

- Une diminution de l'alimentation en eau des marais qui serait liée aux conditions climatiques de ces deux dernières décennies
- Le développement des pompages (A.E.P ou agricoles) dans la nappe de la craie
- L'accroissement de la masse végétale qui augmenterait la quantité d'eau consommée par l'évapotranspiration durant la période estivale
- Des modifications du réseau de drainage qui aboutiraient à une élévation du débit évacué.

Objectifs

Comprendre ce phénomène d'assèchement, en préciser l'origine (anthropique ou naturelle)

Quantifier les phénomènes

Proposer des actions pour le réduire ou le supprimer

Objectifs

Le fonctionnement hydrologique du marais a une composante régionale car son alimentation provient

- pour une part importante du débordement des eaux de la nappe de la craie campanienne
- du ruissellement d'une partie des précipitations tombant sur son bassin-versant.

Le fonctionnement des marais a également une dimension locale liée à l'hydraulique de l'écoulement (géométrie des divers plans d'eau, caractéristiques du système de drainage) mais aussi aux pertes dues à l'évaporation directe des plans d'eau et à la transpiration des plantes



Environmental IoT Solution

Moyens

- **Acquisition de données** : la première année est dédiée à une campagne de mesures de suivi des niveaux de la nappe et la mesure des débits du Petit Morin et de ses principaux affluents
- Analyse de cette campagne et comparaison avec les campagnes précédentes ; analyse des phénomènes par type de saisons
- **Quantification par le calcul** : modèles hydraulique et hydrogéologique intégrant les écoulement des eaux souterraines et de surface validés (calés) sur les observations piézométriques, les débits des cours d'eau, les fluctuations des niveaux sur différents points dans le marais

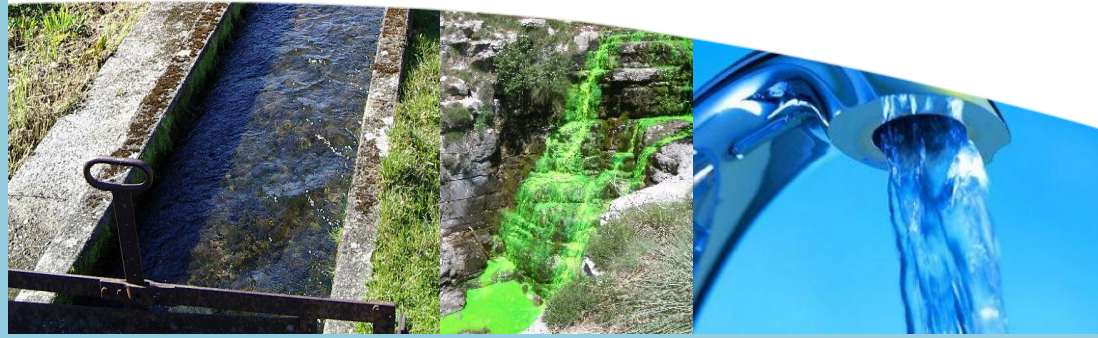
Ces outils permettront :

- d'identifier les divers termes du bilan en eau, et notamment le débit d'alimentation en eau du marais provenant de la nappe de la craie.
- d'approcher les flux d'échanges entre rivière et marais
- d'établir l'évolution des profils en long des lignes d'eau du Petit Morin selon 3 situations climatiques distinctes et en fonction de la position des vannages existants permettant de contrôler les biefs

- **Obtenir une bonne vision du fonctionnement** du système marais/cours d'eau suivant des situations climatiques différenciée avec des éléments quantifiés



Environmental IoT Solution



2

Phases d'étude et planning

Phases d'étude

Délai global 24 mois

Quatre phases :

- ✓ **Phase 1** : Tableau de bord et réseau de mesures (tranche ferme) : 15 mois dont 12 mois de mesure (+ 3 mois si nécessité pour le dossier administratif pour des piézos supplémentaires)
- ✓ **Phase 2** : Analyse, compréhension du fonctionnement hydraulique et identification des interrelations entre les éléments du bassin versant du marais de Saint Gond (tranche ferme)
- ✓ **Phase 3** : Modélisation du fonctionnement hydraulique du Marais de Saint Gond (tranche ferme)
- ✓ **Phase 4** : Etude des différents aménagements et des outils de gestion (tranche ferme)



Environmental IoT Solution

Planning prévisionnel

Détail de la mission

Phase 1 : Tableau de bord et réseau de mesures (tranche ferme)

- Préparation et animation de la réunion de démarrage
- Réalisation d'un rapport précisant et justifiant la localisation des différentes stations de mesures et réunion de présentation aux membres du COPIL pour validation
- Recueil, analyse et synthèse des données bibliographiques et études existantes portant sur le fonctionnement du marais de Saint Gond. Analyse et interprétation des données quantitatives et topographiques issues de l'étude hydraulique de 2003.
- Mise en place de 2 pluviomètres, dont suivi des mesures pendant 12 mois.
- Mesures de débits mensuelles sur 12 mois pour 4 stations (48 jaugeages) pour caractériser les répartitions de débits et apports au marais.
- **Option:** Mise en place d'une station hydrométrique en continu sur 12 mois et réalisation d'une courbe de tarage
- Suivi des mesures de la station hydrométrique pendant 12 mois.
- **Option:** Rédaction d'un cahier des charges pour la pose d'un ou plusieurs piézomètres sur la zone d'étude, analyse des offres et suivi des travaux de mise en œuvre.
- Suivi des mesures du niveau piézométrique et mesure de la profondeur de la nappe chaque mois au niveau de 15 puits existants pendant 12 mois
- **Option:** Rédaction d'un cahier des charges pour la réalisation de sondages stratigraphiques sur la zone d'étude, analyse des offres et suivi des travaux de mise en œuvre.
- Mesures du niveau de l'eau, au niveau des 7 échelles limnimétriques présentes sur le périmètre d'étude, pendant 12 mois.
- **Option:** Mesures complémentaires (IBGN, IPR, physico-chimie) sur les cours d'eau principaux compris dans le périmètre de l'étude.
- Elaboration d'un tableau de bord technique et didactique intégrant l'ensemble des éléments disponibles et devant être régulièrement actualisé pendant 12 mois et construction d'une base de données informatique.
- Préparation et animation de la réunion intermédiaire relative à l'état d'avancement du tableau de bord.
- Rédaction du mémoire technique et impression en 4 exemplaires papier et 1 numérique
- Préparation et animation de la réunion de restitution de phase 1

Phase 2 : Analyse, compréhension du fonctionnement hydraulique et identification des interrelations entre les éléments du bassin versant du Marais de Saint Gond (tranche ferme)

Phase 3 : Modélisation du fonctionnement hydraulique du Marais de Saint Gond (tranche ferme)

Phase 4 : Etude des différents aménagements et des outils de gestion (tranche ferme)

Année Mois	2023		2024												2025									
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

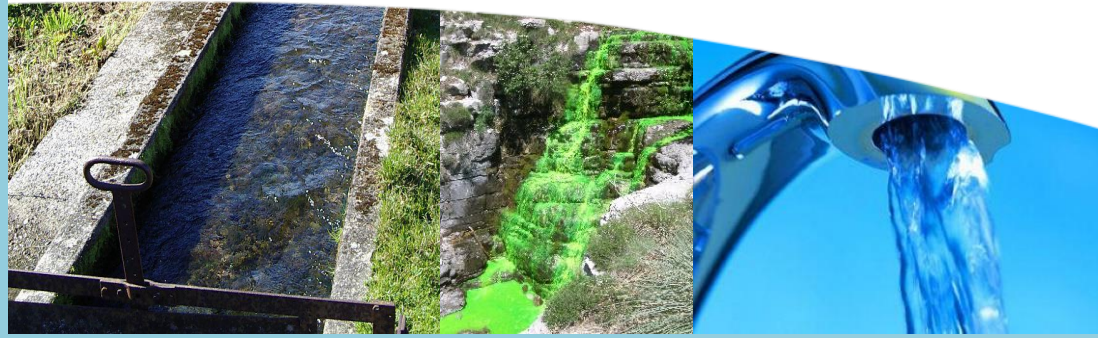
Planning prévisionnel

Année
Mois

2023	2024												2025											
N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Détail de la mission																								
Phase 1 : Tableau de bord et réseau de mesures (tranche ferme)																								
● Préparation et animation de la réunion de restitution de phase 1																								
Phase 2 : Analyse, compréhension du fonctionnement hydraulique et identification des interrelations entre les éléments du bassin versant du Marais de Saint Gond (tranche ferme)																								
● Etat des lieux et diagnostic multicritères du fonctionnement du marais, dont description de la tourbière																								
● Campagne de terrain du BV, des talwegs et chenaux non prospectés lors de l'étude globale sur le Petit Morin Amont et ses affluents de 2022, soit environ 50 km.																								
● Concertation et définition des enjeux et des objectifs de gestion du marais dont 2 réunions de travail avec les acteurs																								
● Constat, analyse et compréhension du fonctionnement hydraulique: documents cartographiques des sous BV, étude détaillée de l'occupation des sols (dont ruissellements et drainage agricoles), analyse quantitative et qualitative du fonctionnement hydraulique du BV, synthèse critique relative au fonctionnement global et interrelations entre les éléments du bassin																								
● Rédaction du mémoire technique et impression en 4 exemplaires papier et 1 numérique																								
● Préparation et animation de la réunion de restitution de phase 2																								
Phase 3 : Modélisation du fonctionnement hydraulique du Marais de Saint Gond (tranche ferme)																								
● Construction, calage et modélisation hydraulique (étiage, module, plein bord,Q2) du marais de Saint Gond en situation actuelle s'appuyant sur l'ensemble des données précédemment acquises et intégrant les ouvrages, les rejets, les prélèvements d'eau et autres																								
● Construction, calage et modélisation hydraulique (étiage, module, plein bord,Q2) du marais de Saint Gond en situation projetée pour 2 scénarios d'aménagement																								
● Documents cartographiques localisant les forages actuels et en projets, les captages et autres																								
● Option: Rédaction d'un cahier des charges pour la réalisation de levés topographiques (profils en long et en travers) complémentaires aux données de 2003, analyse des offres et suivi de la mission																								
● Option: Modélisation hydraulique pour un scénario supplémentaire en situation projetée																								
Phase 4 : Etude des différents aménagements et des outils de gestion (tranche ferme)																								
● Proposition d'un programme d'actions hiérarchisées avec chiffrage : plan de restauration et d'entretien des cours d'eau, fossés et zones humides, et propositions d'amélioration des ouvrages hydrauliques (dont fiches actions et aménagements à intégrer au modèle)																								
● Elaboration d'un plan de gestion coordonnée des niveaux d'eau prenant en compte l'adaptation au changement climatique																								
● Impression des documents en 4 exemplaires papier et 1 numérique																								
● Préparation et animation de la réunion de restitution des phases 3 et 4																								



Environmental IoT Solution



3

L'équipe de projet

Directeur de Projet

Philippe LEON

Chef de projet

Claire AUBINEAU

Experte hydraulique

Régine MARTI

Expert agronomie

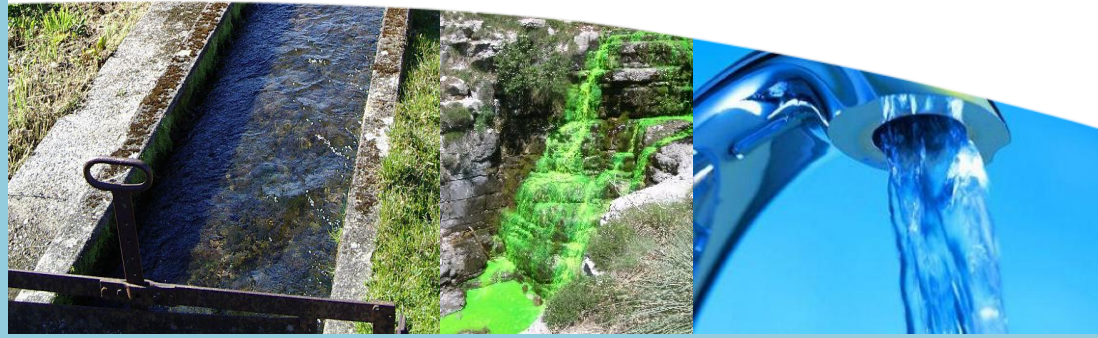
Nicolas FRUIET

Laboratoires

Eurofins &
Aquanalyses



Environmental IoT Solution



4

Méthodologie

4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

L'analyse préalable pour définir la campagne

1- Parmi l'ensemble des documents, examen plus particulièrement de :

- **L'étude hydraulique de fonctionnement du marais de Saint-Gond finalisée en 2004 pour le compte du Syndicat du Marais**

L'étude avait intégré un suivi des niveaux de la nappe couplé au suivi des débits du Petit Morin et ses principaux affluents ; ces mesures avaient été valorisées par la mise en œuvre d'une modélisation hydraulique du cours d'eau qui avaient conduit notamment à proposer des consignes relatives aux principales vannes maintenant des cotes d'eau par biefs en conciliant au mieux à l'époque les contraintes agricoles et les contraintes du meilleur maintien de conditions favorables à la préservation du marais humide.

L'étude précisera dans quelle mesure ces propositions de gestion ont été mises en œuvre sur le territoire, ainsi que le retour d'expérience de l'exploitant et des usagers.

- **Une thèse très récente soutenue en 2019 s'intéressant à l'analyse du fonctionnement hydrodynamique du marais (T.Damien)**

Ce document très riche constitue une base de connaissance approfondie et très précieuse qu'il conviendra de s'approprier tant du point de vue de la description géologique, que du fonctionnement des nappes et des régimes hydrologiques des cours d'eau associés.

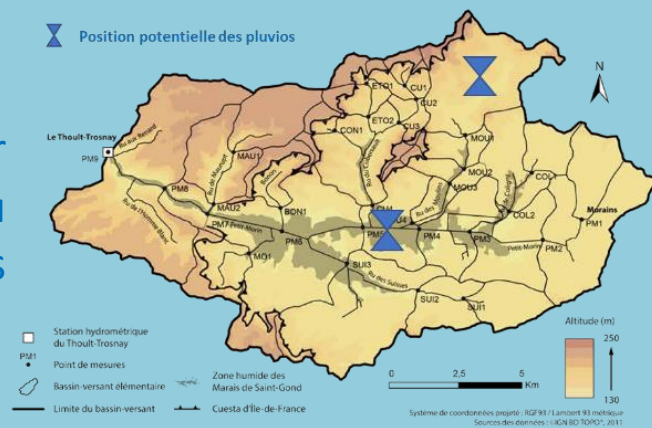
Elle a notamment produit des profils en long type permettant d'approcher la part des apports de la nappe à l'alimentation du cours d'eau à partir d'une vaste campagne de mesure réalisée en 2015-2016.

2- La recherche et validation des piézos existants et des échelles sur le cours d'eau

4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

Programme de la campagne : suivi pluvio et des niveaux sur 12 mois

- Pose de 2 pluviomètres ; à ce stade, on peut imaginer un pluviomètre au centre du marais et un autre un peu excentré au Nord sur le pré-coteau - Le pas de temps d'acquisition sera de 10'.
- Le suivi des niveaux de nappe sur les 15 piézomètres existants, par capteurs intelligents interrogeable à distance : une mesure par semaine pourrait être rapatriée.
- La mesures des niveaux de l'eau des cours d'eau, au niveau des 7 échelles limnimétriques existantes - par capteurs intelligents interrogeable à distance : pas d'acquisition à définir



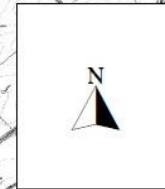
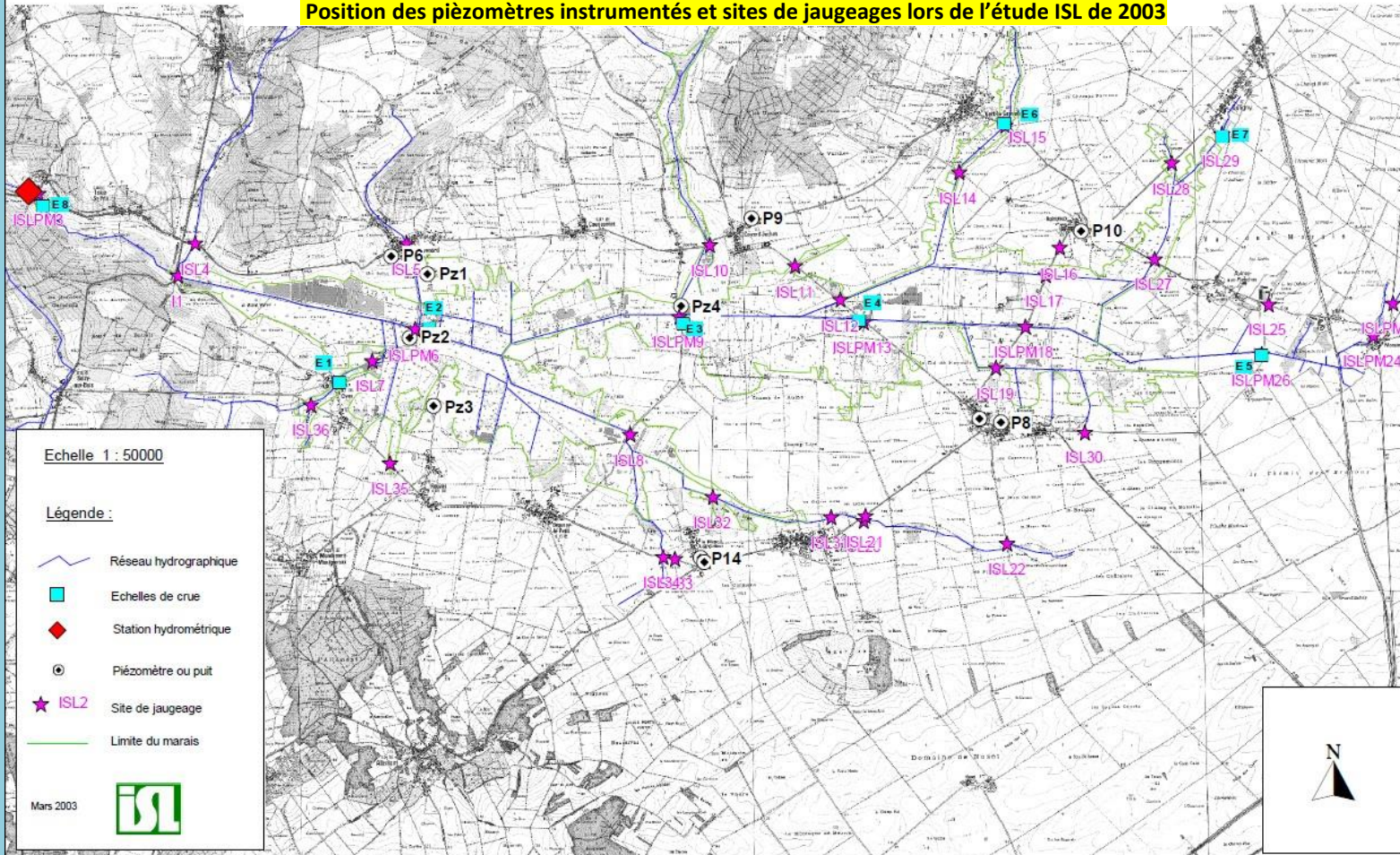
4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

Programme de la campagne

Etude hydraulique des marais de Saint-Gond

Carte n°2 : Eléments hydrométriques

Position des piézomètres instrumentés et sites de jaugeages lors de l'étude ISL de 2003



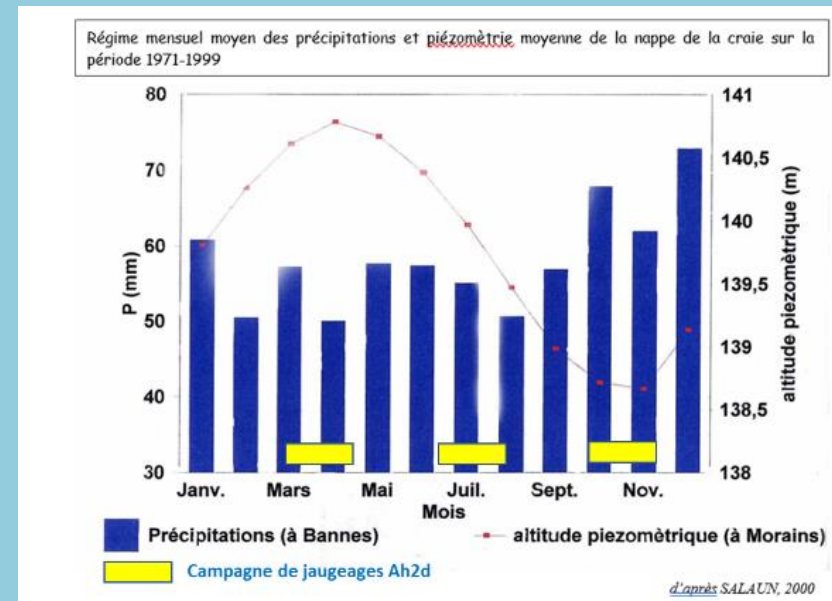
Environmental IoT Solution

4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

Programme de la campagne : profils de débits sur les cours d'eau

3 campagnes choisies en fonction de l'état différencié niveau de la nappe/précipitation, en cohérence avec ce qui a été réalisé en 2015-2016 lors de la Thèse de T.Damien :

- 1ère campagne à nappe très haute : mars-avril
- 2ème campagne à mi-saison : juillet-août
- 3ère campagne à nappe très basse en octobre-novembre



- détermination de profil en long de débits à différentes périodes de l'année (module, étiage, hautes eaux), procédant à 48 jaugeages.
- On prévoit ainsi 3 campagnes de 3 à 4 jours chacune permettant de suivre la variation des débits sur tout le cours du Morin dans une situation stabilisée d'écoulement (étiage moyenne eaux et hautes eaux).

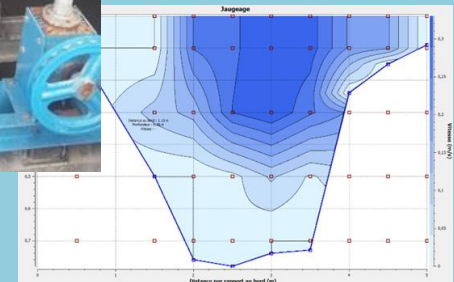
4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

Programme de la campagne : jaugeages et courbe de tarage

➤ Jaugeages

La sélection des sites à jauger se basera beaucoup sur les sites choisis lors des études précédentes (Etude hydraulique ISL 2003 puis thèse de T.Damien de 2019) afin de pouvoir comparer les mesures.

Les sites seront reconnus pour valider les positions exactes où les jaugeages devront être réalisés pour en juger de l'accès, la faisabilité concrète ainsi que de la pertinence hydraulique.



➤ Etablir la courbe de tarage en 4 stations de mesures de suivi de débit

Les courbes de tarage validées seront issues à la fois des jaugeages in situ et de l'exploitation du modèle hydraulique, calé sur ces points, et permettant ensuite d'extrapoler la loi $Q=f(H)$ pour des hauteurs d'eau plus grandes ou des positions de vannes différentes le cas échéant

4.1 Phase 1 = Campagnes de mesures (niveaux, débits et qualité)

En option :

Prélèvement d'eau pour analyse physico-chimique

- Prélèvements d'eau en 4 sites 3 fois (en même temps que les 3 campagnes de jaugeage), soit 12 échantillons pour une analyse des paramètres physico-chimiques suivants :
- in situ : Température, conductivité, oxygène dissous et saturation, Ph- en laboratoire agréé : DCO, MES, NTK et les 9 paramètres DCE (DBO5j, COD, orthophosphates, Phosphore total, ammonium, nitrites, chlorures et sulfates).

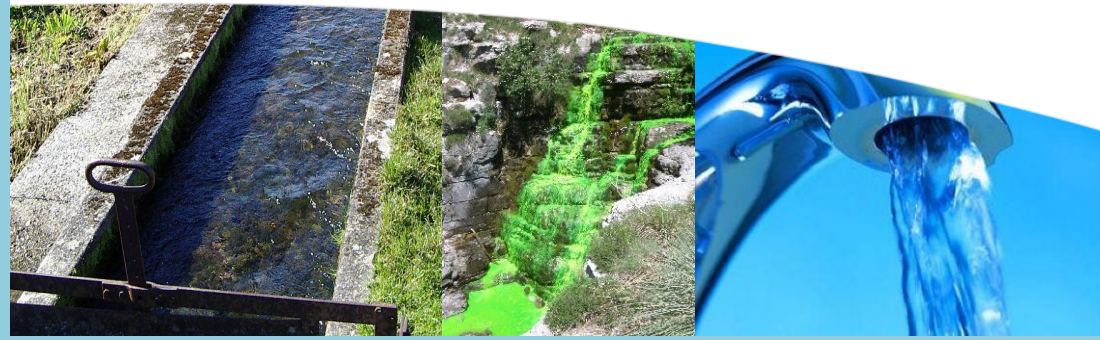
Analyse hydrobiologique

- Calcul de l'indice I2M2 en 4 sites (2 sur le Petit Morin et 2 sur affluents, idéalement aux emplacements où un historique de la qualité hydrobiologique est disponible.
- Cette prestation sera sous-traitée à Eurofins, basé à Maxeville (54) qui dispose de tout agrément et d'équipes spécialisées





Environmental IoT Solution



4 Méthodologie

4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

Les enseignements de la campagne :

A l'issue de la phase 1, le tableau de bord, constitué avec le SIG et la base de données associée à SOLICES, l'ossature du rendu des mesures permettant d'établir cartes, tableaux, synthèse et premières analyses.

Des éléments quantitatifs importants attendus pour trois périodes contrastées (nappe très haute, moyenne et très basse) sont :

- L'établissement des profils en long des débits spécifiques (m^3/s par km^2 drainé) sur l'axe du Petit Morin
- L'estimation de la part du débit provenant d'une alimentation par la nappe

Les résultats obtenus seront comparés à ceux publiés dans la thèse de T.Damien



Environmental IoT Solution

4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

Visite de terrain des bassins versants :

Analyse des conditions de ruissellement via les chemins secondaires

- Analyse cartographique;
- Visite des sites 7 jours de terrain

Objectif : favoriser partout où cela est possible l'infiltration et le stockage au lieu du ruissellement.

Concertation avec les acteurs :

Comprendre les attentes et contraintes des exploitants agricoles;
Deux réunions formelles.



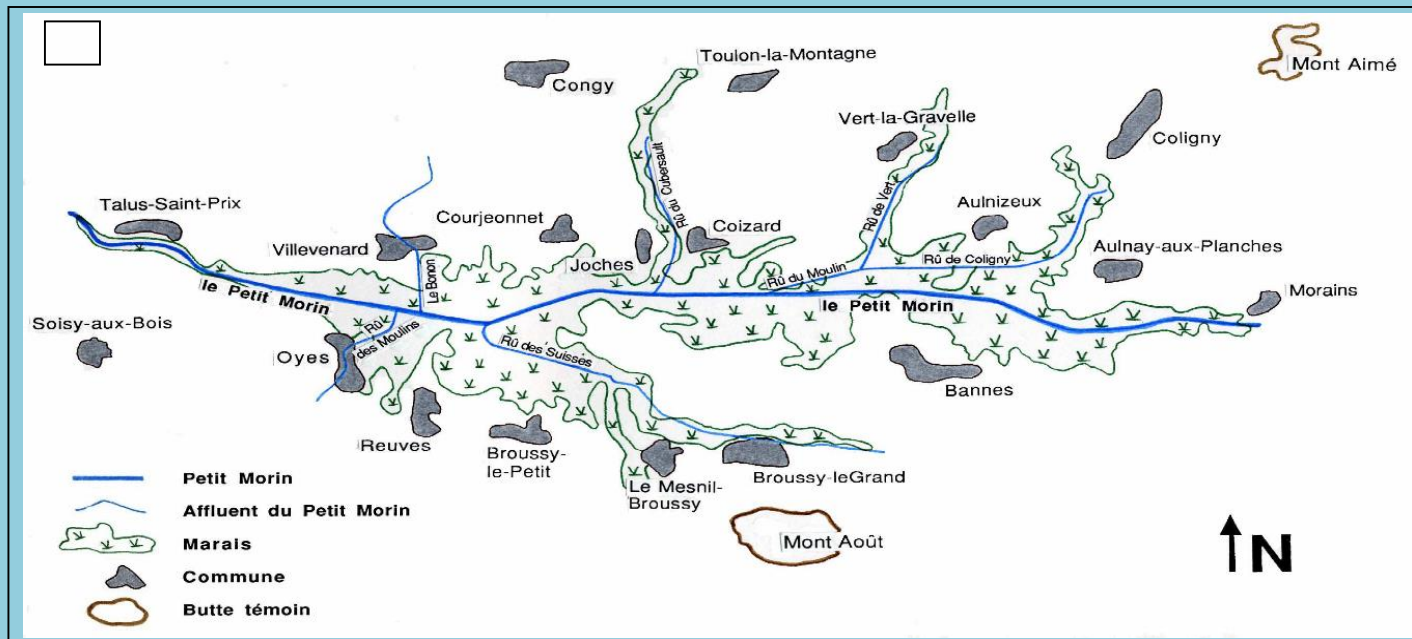
Environmental IoT Solution

4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

La modélisation hydraulique :

Le modèle hydraulique a pour objectif de pouvoir établir les lignes d'eau sur le cours du Petit Morin et le cas échéant sur les tronçons aval des affluents pour différents scénarios d'apport d'étiage à la crue 2 ans qui est débordante.

- Linéaire modélisé jusqu'à la station DIREN aval à Thoult-Trosnay
- Modèle 1D-Casier



4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

La modélisation hydraulique : hydrologie

- Jeu 1 : étiage sévère
- Jeu 2 : module
- Jeu 3 : plein bord
- Jeu 4 : Q2 (Crue de période de retour 2 ans)

Les cours d'eau seront alimentés :

- en eau en période hors crue, par un jeu d'apports en débits constants à répartir sur les axes d'écoulement en une vingtaine de points
- pour la Q2 et par une série d'hydrogrammes à répartir également simulant une pointe de crue de période de retour 2 ans sur l'ensemble des cours d'eau (petite crue homogène).
- Les apports de la nappe venant en complément du ruissellement de surface seront introduits par l'injection de débits constants à répartir sur l'axe du cours d'eau.

Ces jeux d'apports hydrologiques seront établis à partir des éléments réunis dans les phases précédentes et sont au nombre de 4 conformément à l'intitulé du DPGF :



Environmental IoT Solution

4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

La modélisation hydraulique : calage et exploitation

1- Calage sur les résultats de la campagne de mesures (niveaux, débits) sur 3 jeux jaugés

2- Exploitation du modèle ; les scénarios « projet » viennent modifier certains paramètres, dont

- Les lois de réglages des ouvrages mobiles, ce qui permettra de comparer les lignes d'eau entre elles pour les 4 jeux hydrologiques, toute chose étant égale par ailleurs exceptées les ouvertures de vannes ou abaissement de clapet qui seront introduites dans le modèle
- Les variations de débits pour les 4 jeux hydrologiques issues soient de modifications dans les conditions d'apport de la nappe alimentant le cours d'eau, soit à une diminution liée au changement climatique
- La géométrie des sections (curage par exemple qui donnerait l'impact d'un curage sur l'abaissement de la ligne d'eau hors influence d'un ouvrage hydraulique maintenant un niveau à l'aval)



4.2 Phases 2 et 3 : Analyses du fonctionnement du marais et quantification des phénomènes par la modélisation

La modélisation hydrogéologique :

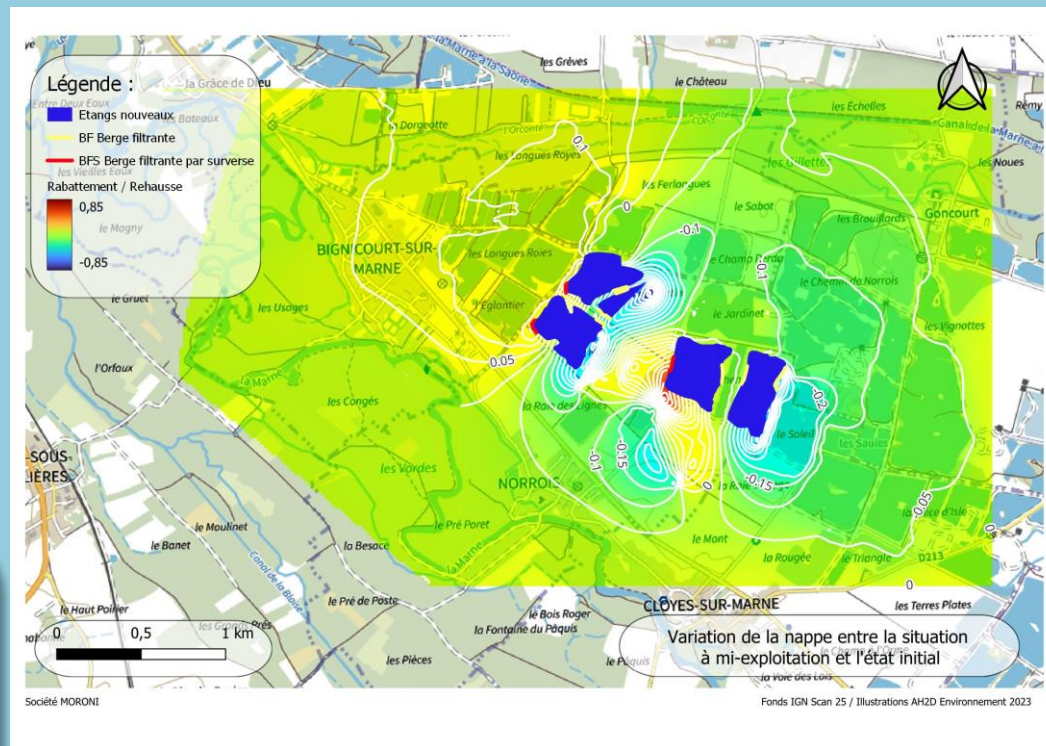
Objectifs :

déterminer la contribution des eaux souterraines à l'alimentation du marais, estimer l'impact des prélèvements

Etape 1 : construction du modèle

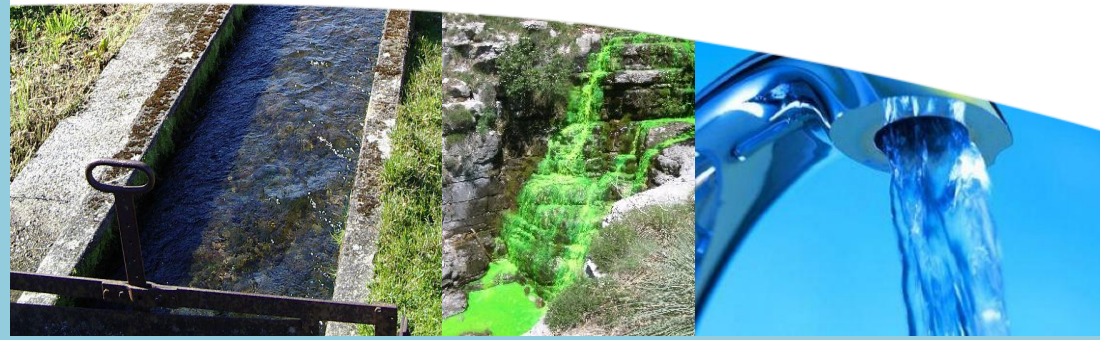
Etape 2 : calage du modèle à via les paramètres physiques de la nappe

Etape 3 : Exploitation du modèle (hypothèse sur débits d'entrée et/ou prélèvements)





Environmental IoT Solution



4 Méthodologie

4.3 Phase 4 : Propositions d'aménagement et actions d'accompagnement (outil de gestion)

4.3 Phase 4 = Propositions d'aménagement et actions d'accompagnement (outil de gestion)

1- Actions sur les thalwegs amont pour ralentir les conditions des ruissellements vers les fonds de vallée (création d'obstacles doux, rétablissement de haies, zones de méplats à créer,... (en complément du plan de restauration et d'entretien de 2022)

- Des fiches d'action seront proposées décrivant l'action, son financement (investissement et exploitation), les points forts et les points faibles (pérennité, acceptabilité, délai de mise en œuvre, impacts sur les conditions de maintien en eau du marais, impacts environnementaux, contraintes foncières
- Une cartographie présentant le programme et ses contraintes sous forme d'un atlas A3 au 1/25000 voire 1/10000ème

2- Propositions de gestion des vannages du Petit Morin qui permette de préciser les règles à suivre : affiner le réglage des niveaux suivant les saisons en tenant compte des contraintes économiques des agriculteurs tout en favorisant le plus longtemps possible le maintien d'une ligne d'eau haute (tant que le risque d'aléa aux habitations et biens n'est pas augmenté).

- Le modèle hydraulique aura permis de tester les différentes configurations envisageables pour les vannages et d'en juger l'intérêt.



Environmental IoT Solution



Environmental IoT Solution



Solution Smartwater