



**Réalisation de l'inventaire des zones  
humides du territoire du  
SAGE Croult Enghien Vieille Mer**

**PHASE 4 : mise en évidence des secteurs prioritaires pour  
les zones humides**

**Bureau d'études**

TTI Production  
136, rue Guy Arnaud  
F30900 Nîmes  
Tél. +33 (0) 466 212 025



FloraGIS  
12, rue du maréchal Leclerc  
F57530 Courcelles-Chaussy  
Tél. +33 (0) 387 210 915

# SOMMAIRE

<b>I) Résumé.....</b>	<b>4</b>
<b>II) Méthodologie .....</b>	<b>4</b>
1) Méthodologie générale.....	4
2) Données à disposition .....	5
<b>III) Analyse des pressions du SAGE .....</b>	<b>6</b>
1) Pressions agricoles .....	6
a) Évolution de la SAU .....	7
b) Part de SAU drainée .....	8
c) Prélèvements souterrains .....	9
d) Synthèse des pressions agricoles .....	10
2) Pressions urbaines.....	10
a) Surfaces artificialisées .....	12
b) Secteurs d'expansion urbaine .....	13
c) Rejets cumulés dans le réseau hydrographique .....	14
d) Réseau routier traversant les zones humides .....	15
e) Synthèse des pressions urbaines.....	16
3) Pressions industrielles.....	16
a) Zones industrielles et commerciales .....	17
b) Les sites pollués.....	18
c) Synthèse des pressions industrielles .....	19
4) Pression environnementale.....	20
<b>IV) Synthèse des couches d'information des pressions .....</b>	<b>21</b>
<b>V) Analyse des Fonctionnalités du SAGE .....</b>	<b>22</b>
1) Fonctionnalités liées à l'influence des nappes aquifères .....	23
2) Fonctionnalités liées à la répartition des zones humides .....	23
a) Densité de zones humides .....	24
b) Interconnexion des zones humides .....	25
c) Zones humides en tête de bassins versants .....	27
d) Synthèse des fonctionnalités liées à la répartition des zones humides.....	28
3) Fonctionnalités liées au contexte hydro-géographique.....	28
a) Densité de réseau hydrographique .....	29
b) Zones humides connectées aux cours d'eau.....	30
c) Zones humides traversées par une cour d'eau.....	32

d) Synthèse des fonctionnalités liées au contexte hydro-géographique .....	33
4) Fonctionnalités liées à l'artificialisation des berges .....	34
<b>VI) Synthèse des couches d'information des fonctionnalités .....</b>	<b>36</b>
<b>VII) Zones prioritaires .....</b>	<b>37</b>

## I) Résumé

La présente étude s'inscrit dans une démarche qui vise à disposer d'une connaissance homogène des zones humides effectives sur le territoire du SAGE, puis de hiérarchiser les zones humides effectives pour la mise en œuvre de restauration et/ou de reconquête (phase 4).

Dans cette quatrième partie, l'ensemble des zones humides effectives n'a pas été identifié sur le terrain fin 2018 et le recouplement avec critères de pressions et fonctionnalités sera donc partiel sur le territoire du SAGE. Il s'agira de mettre en évidence des secteurs prioritaires pour les zones humides sur la base d'une analyse multicritères. Cette méthodologie doit mettre en avant plusieurs critères comme les pressions agricoles et urbaines, les fonctionnalités relatives à la ressource en eau ou la dispersion des zones humides, etc.

## II) Méthodologie

L'objectif est de définir les pressions et les fonctionnalités qui concernent la problématique « zones humides », puis de créer une méthode de classement des zones humides effectives en fonction de ces critères. Ces indicateurs/critères simples, basés préférentiellement sur des données quantitatives devraient permettre d'évaluer l'intérêt fonctionnel et les menaces qu'elles pourraient potentiellement subir afin de prioriser les actions sur le territoire.

### 1) Méthodologie générale

Comme l'indique le schéma ci-après, le processus va générer une information cartographique sur l'emplacement des zones humides prioritaires du SAGE, puis à partir de ce résultat, ce qui permettra de définir les zones stratégiques pour la préservation ou la restauration. Le but est de mettre en évidence les zones humides les plus aptes à réguler certains enjeux identifiés, soumis à de fortes pressions mais avec un potentiel de fonctionnalité fort.

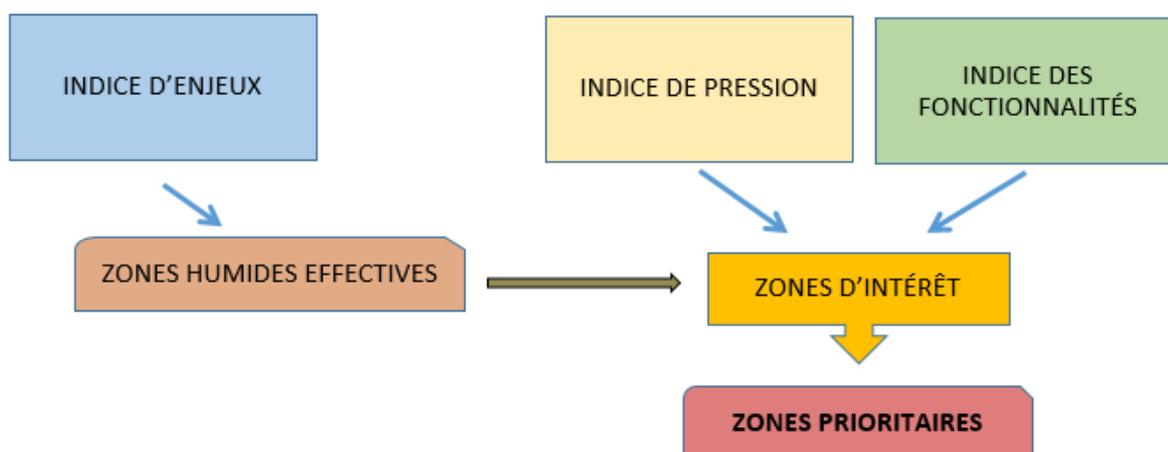


fig. 1) Schéma de la méthodologie.

Concrètement, une fois les enjeux déterminés et quantifiés sur l'ensemble du territoire, il s'agira par le biais d'un croisement SIG d'identifier les pressions et en parallèle évaluer une fonctionnalité théorique des zones humides dans l'hypothèse où elles sont en bon état.

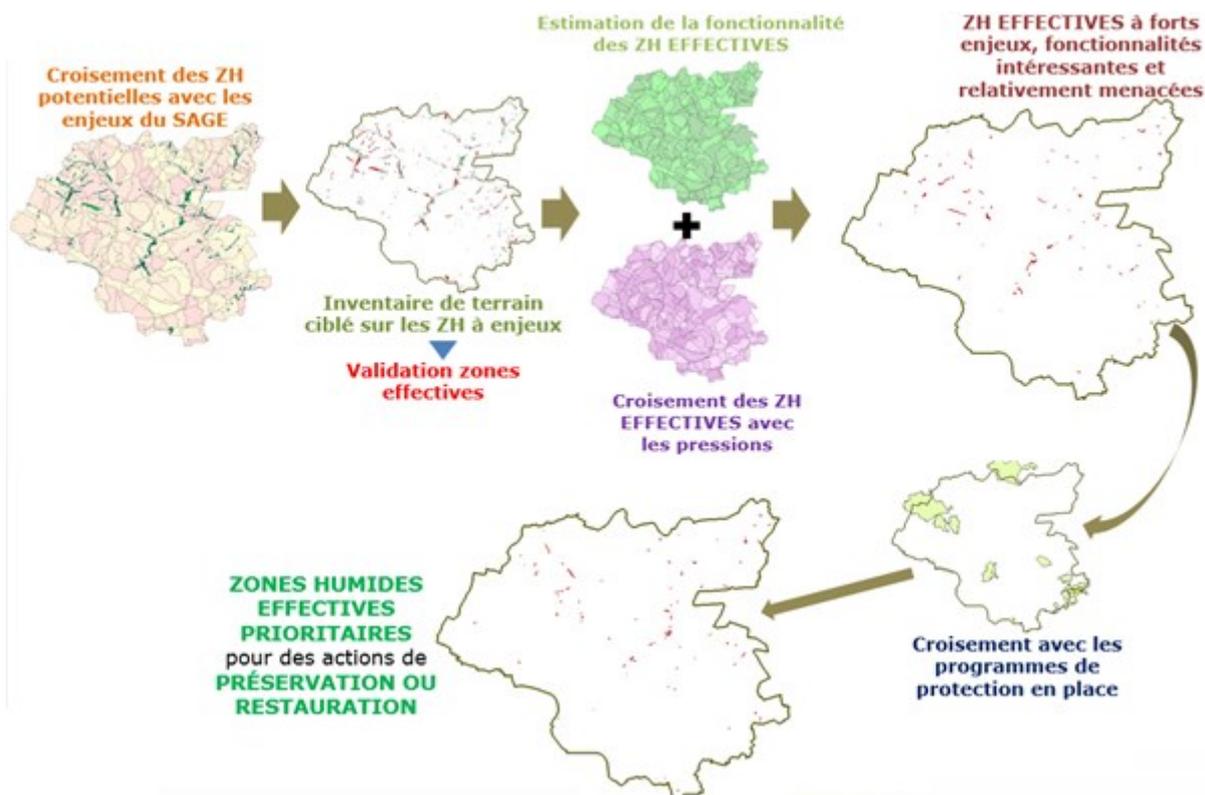


fig. 2) Procédure de sélection des zones humides effectives prioritaires

## 2) Données à disposition

### Couches SIG collectées pour l'étude

Le SAGE Croult Enghien Vielle Mer a collecté dans un SIG toute une série d'informations de sources variées (BD Carthage, Agence de l'eau Loire Seine Normandie, DDT, Agences Régionale de Santé, INSEE, IGN, DRIEE,...). Les données, au format Arc Gis et Map-Info, ont été transformées lorsque nécessaire, soit par une reprojection dans un système de projection unique, soit par des corrections topologiques. Elles se présentent soit sous forme de semis de points, soit par du linéaire, soit par des couvertures polygonales. Chaque donnée est accompagnée de tables attributaires rassemblant plusieurs types d'informations en fonction de la thématique.

Une sélection a été réalisée suite à la consultation du comité de pilotage sur la pertinence et la qualité des données en vue de la hiérarchisation des enveloppes. Il a été décidé d'écarter des calculs les données jugées peu pertinentes pour cette étude, ou d'échelle non adaptée à ce genre de hiérarchisation.

### III) Analyse des pressions du SAGE

Les pressions exercées sur les zones humides sont essentiellement urbaines et agricoles, car elles grignotent peu à peu l'espace et détériorent les milieux si rien n'est fait en contrepartie pour garantir une qualité et une quantité acceptables des eaux. À cela s'ajoute la pression industrielle. Il est difficile d'évaluer le niveau de pression relatif exercé par le domaine agricole et l'urbanisation. Le point commun reste que ces domaines évoluent rapidement et sans cesse et qu'on peut les considérer comme étant d'importance égale.

Par ailleurs, une pression environnementale a été ajoutée au modèle. Il s'agit des espèces invasives très présentes sur le territoire donc l'impact peut être dramatique sur les zones humides amenant ces dernières à perdre leur intérêt épuratif et de biodiversité.



#### 1) Pressions agricoles

Le RGA (Recensement Général Agricole) 2010 est une photographie de l'Europe agricole réalisée via une enquête d'une périodicité décennale qui permet de mettre à jour les connaissances du secteur agricole sur un très large éventail de thèmes : nombre d'exploitations, répartition des surfaces exploitées, importance de l'élevage, niveau d'équipement des exploitations, nombre de personnes qui vivent de l'agriculture ou qui en tirent un revenu de complément, emploi agricole... Toutes ces données sont disponibles à une échelle communale ou cantonale.

Le modèle de calcul de pression se basera sur les données RGA de 2010. Pour évaluer les niveaux de pressions que subissent les milieux humides, il s'agira donc de contrôler les 3 sous-pressions ci-dessous :

Evolution de la SAU
Part de SAU drainée
Prélèvements agricoles souterrains

- La **SAU** en 2010 au niveau cantonal
- **L'évolution de la SAU** entre 2000 et 2010 qui permet de relativiser la première variable.
- Le pourcentage de **SAU drainée**
- Les **prélèvements** effectués dans les masses d'eau souterraine.

## a) Évolution de la SAU

Il s'agit de représenter la part de SAU par surfaces élémentaires afin d'estimer la pression exercée par le domaine agricole. Néanmoins, plus que la part de la SAU, il est surtout intéressant de mettre en évidence l'évolution de cette part dans le temps, car elle nous indique les tendances actuelles en matière d'augmentation ou non, de la part de SAU dans le canton.

Ce calcul a été intégré sous forme de valeurs par surfaces élémentaires pondérées par les surfaces effectives agricoles photo-interprétées afin de réduire l'imprécision cantonale. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

DEP	COM	insee	canton	commune	SAU_2010	SAU_2000
95	14	95014	Soisy-sous-Montmorency	Andilly	28.5	29
95	19	95019	Villiers-le-Bel	Arnouville	121.2	161
95	28	95028	Domont	Attainville	1051.4	1033
93	1	93001	Aubervilliers	Aubervilliers	0.0	5
93	5	93005	Aulnay-sous-Bois	Aulnay-sous-Bois	1.5	1

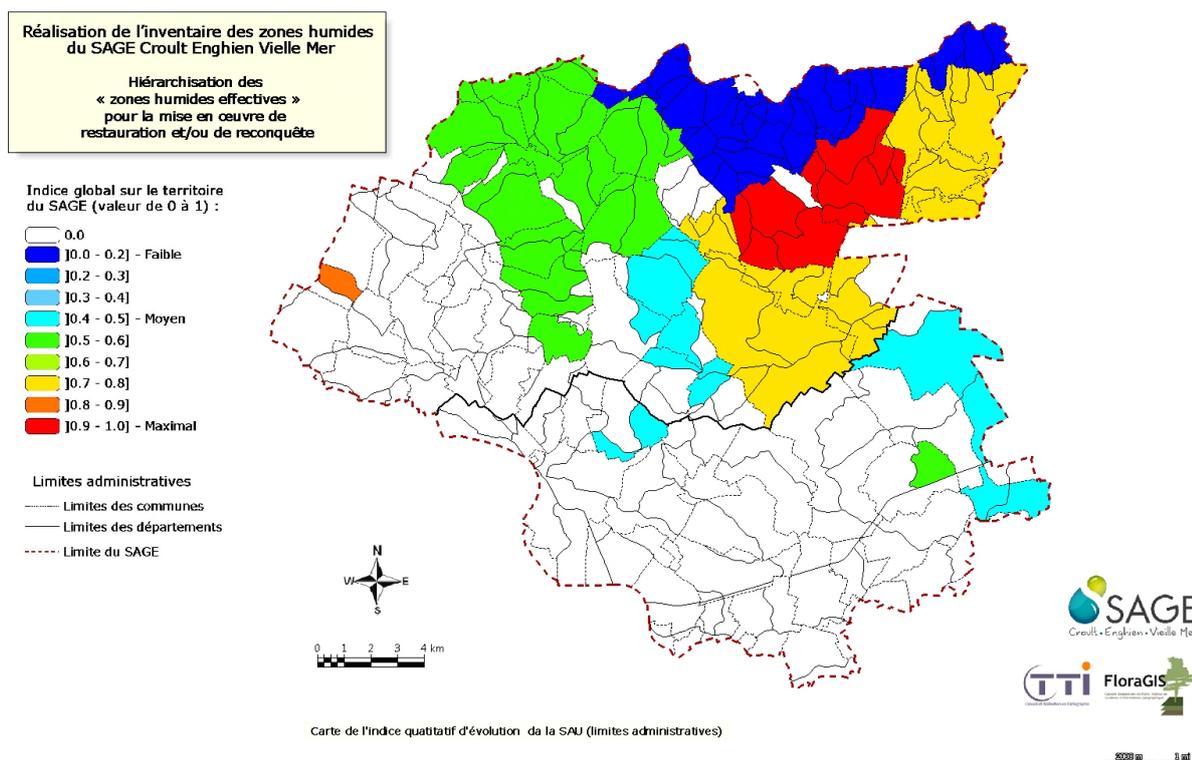


fig. 3) Carte de l'indice quantitatif d'évolution de la SAU

Toutefois, l'évolution de la SAU est une donnée à prendre avec précaution, car elle fait état d'un bilan qui n'est pas forcément représentatif d'une évolution à venir. Une disparition importante de terres agricoles sur une commune peut s'expliquer par un projet d'aménagement déjà réalisé, mais cela n'indique pas la tendance à venir.

## b) Part de SAU drainée

Concernant de la SAU, la prise en compte du pourcentage de terres drainées permet de refléter l'impact négatif sur les zones humides. Le drainage, bien au-delà de la baisse du plafond de la nappe superficielle, génère des impacts importants, directs et indirects, immédiats et différés sur les zones humides. Il conduit parfois à une altération écologique et physique des milieux naturels notamment dans le cas du drainage de vastes zones humides.

Ce calcul a été intégré sous forme de valeurs par surfaces élémentaires pondérées par les surfaces effectives agricoles photo-interprétées afin de réduire l'imprécision cantonale. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

Code	Cantons	évolution de la superficie irriguée, Estimation	part de la superficie irriguée en 20 Estimation
9305	Bagnolet	N/A - division par 0	N/A - division par 0
9306	Le Blanc-Mesnil	-100 *	N/A - division par 0
9307	Bobigny	N/A - division par 0	N/A - division par 0
9309	Le Bourget	N/A - division par 0	N/A - division par 0
9310	La Courneuve	-100 *	N/A - division par 0
9312	Épinay-sur-Seine	N/A - division par 0	N/A - division par 0
9313	Gagny	N/A - division par 0	N/A - division par 0
9314	Livry-Gargan	-67 *	65.9 *
9315	Montfermeil	21.6 *	48.9 *
9318	Naully-Plaisance	-100 *	N/A - division par 0

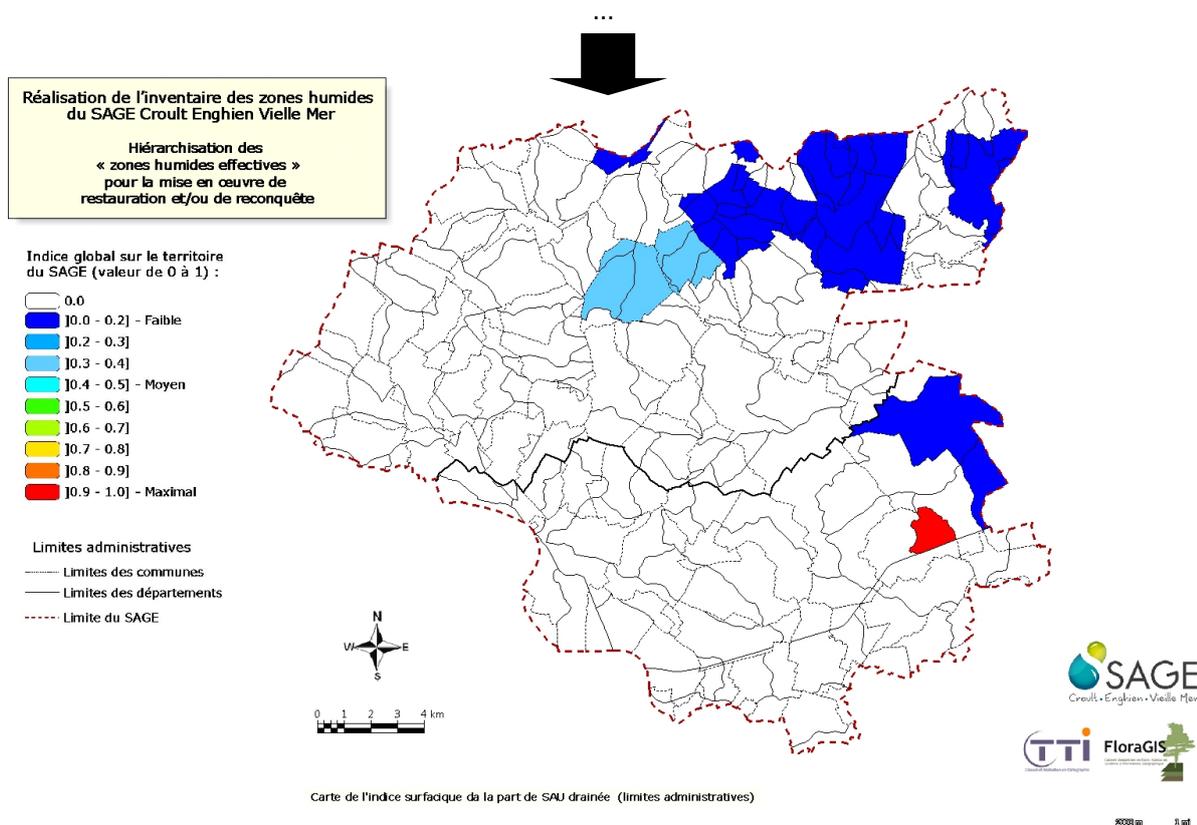


fig. 4) Carte de l'indice surfacique de la part de SAU drainée

### c) Prélèvements souterrains

Les pressions de prélèvements de la ressource en eau sur les masses d'eau souterraine sont un point important à prendre en compte, car ces prélèvements agricoles ont une influence directe sur l'état quantitatif des masses d'eau. Certaines zones humides sont reliées aux nappes aquifères. Elles subissent donc l'influence des prélèvements. Cet aspect est difficile à quantifier sans une étude de terrain permettant de corréliser les changements de niveaux de la nappe et l'état de conservation de la zone humide par exemple, mais l'influence de ces prélèvements paraît incontestable.

Afin de caractériser ces prélèvements, l'information quantitative est reportée sur les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

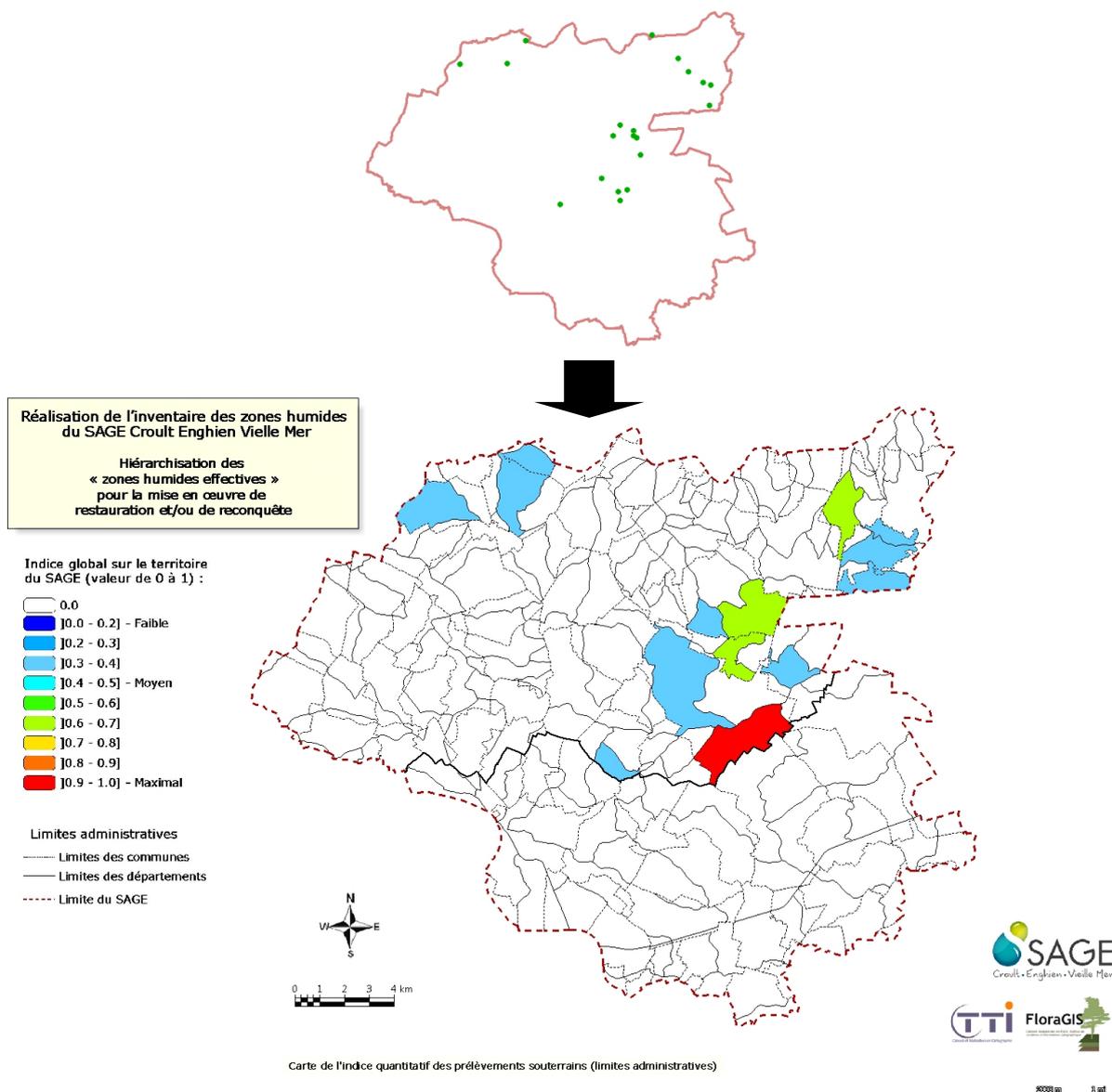


fig. 5) Cartographie de l'indice quantitatif des prélèvements souterrains

## d) Synthèse des pressions agricoles

Le tableau ci-dessous résume les pondérations appliquées à chaque sous-pression de la classe « Pression agricole ». La sous-pression de l'évolution de la SAU a été considérée comme moins importante, car représentative d'une tendance passée. En revanche, les données de prélèvement sont plus récentes ce qui justifie une pondération plus importante, car plus proche de la réalité. Néanmoins, la classe en elle-même est portée à un total de 6 sur 28.

Pression		Sous pression	
Agricole	6.0	Evolution de la SAU	1
		Part de SAU drainée	2
		Prélèvements agricoles souterrains	3

### RÉSULTAT DE L'ANALYSE :

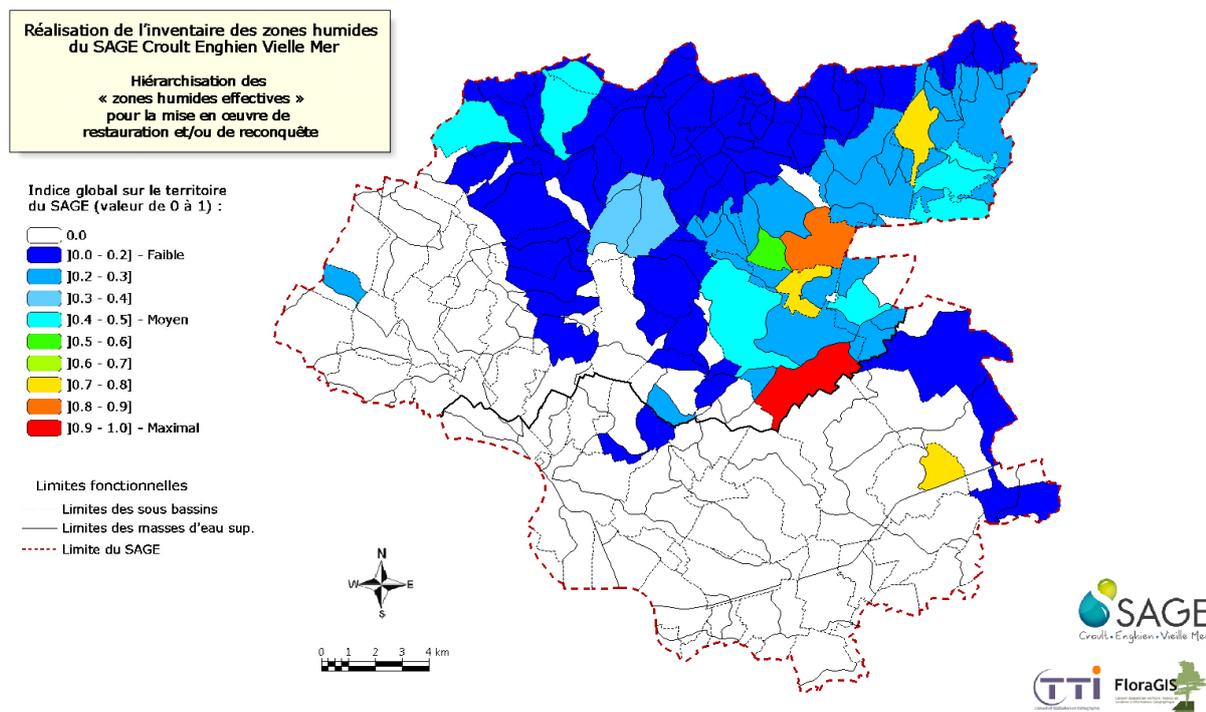


fig. 6) Carte de l'indice global de pression agricole

## 2) Pressions urbaines

Le second type de pression à prendre en compte est l'urbanisation. L'urbanisation s'étend au détriment des territoires agricoles et naturels et à ce titre, elle représente une menace de disparition irréversible de zones humides.

Surfaces artificialisées
Secteurs d'expansion urbaine
Rejets cumulés dans le réseau hydrographique
Réseau routier traversant des zones humides

## **Inventaire des zones humides** – SAGE Croult Enghien Vielle Mer

Les 4 sous-pressions ci-dessus ont été retenues pour l'analyse de cette pression urbaine.

## a) Surfaces artificialisées

Ce critère nécessite d'avoir une connaissance des zones artificialisées. Pour le calcul de cet indice, nous avons utilisé les données d'occupation du sol faites par photo-interprétation pour l'estimation de l'imperméabilité dans l'analyse des enjeux. En effet, cette couche SIG permet d'isoler les surfaces +/- artificialisées en fonction de la nature de l'occupation du sol.

Cette donnée a été intégrée sous forme de pourcentage de surfaces artificialisées par rapport à celle de la surface élémentaire. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

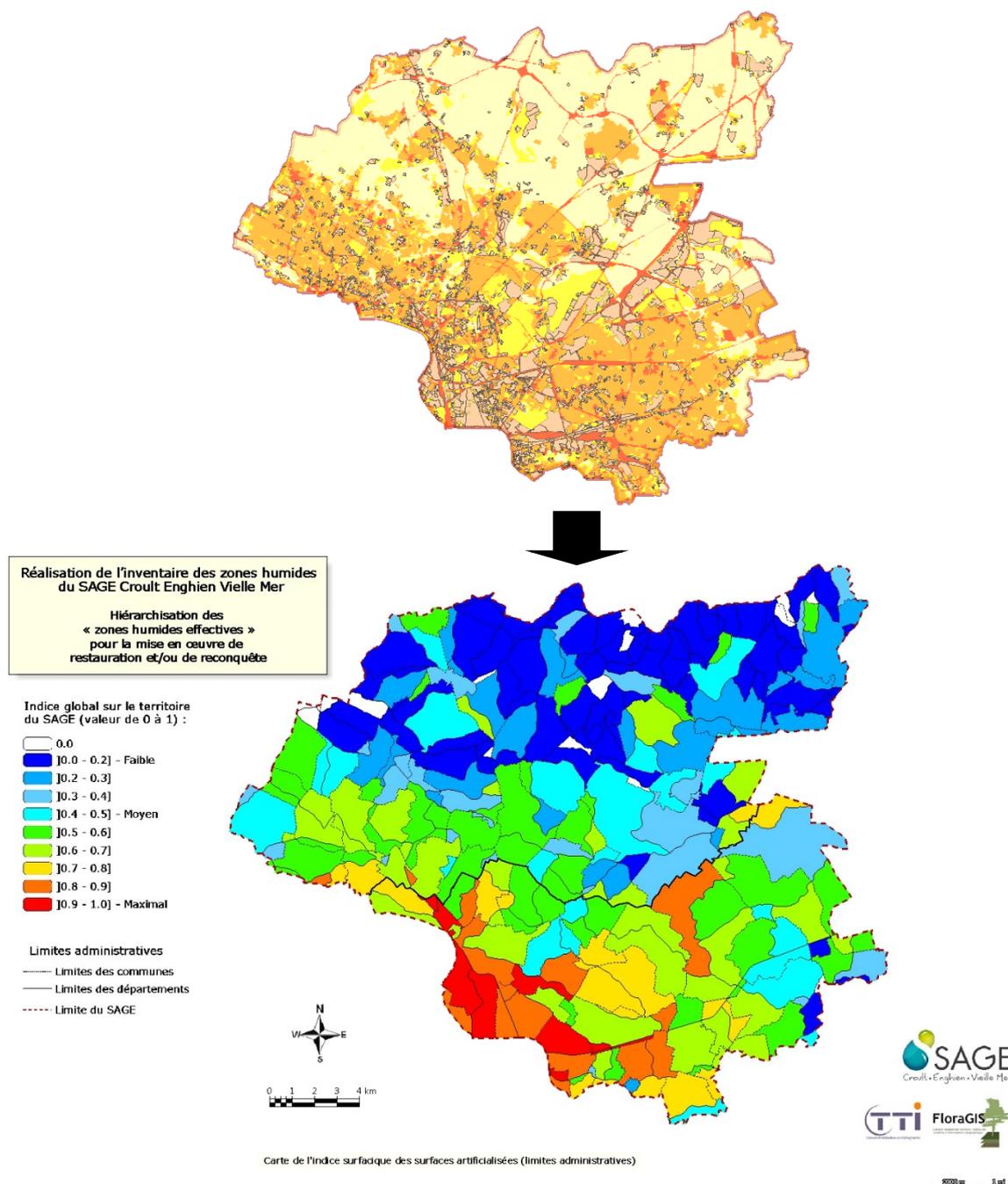


fig. 7) Carte de l'indice surfacique des surfaces artificialisées

## b) Secteurs d'expansion urbaine

Il s'agit de mettre en évidence les lieux de projets d'aménagements, les secteurs à urbaniser « Au » du PLU. Pour cela, une collecte des grands projets d'urbanisation a été faite. Les structures linéaires ont été transformées en polygones et ajoutées aux polygones existants. Puis, ce résultat a été complété par l'intégration des zones « Au ».

Ce calcul a été intégré sous forme de la somme de ces surfaces rapportée à celle des surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

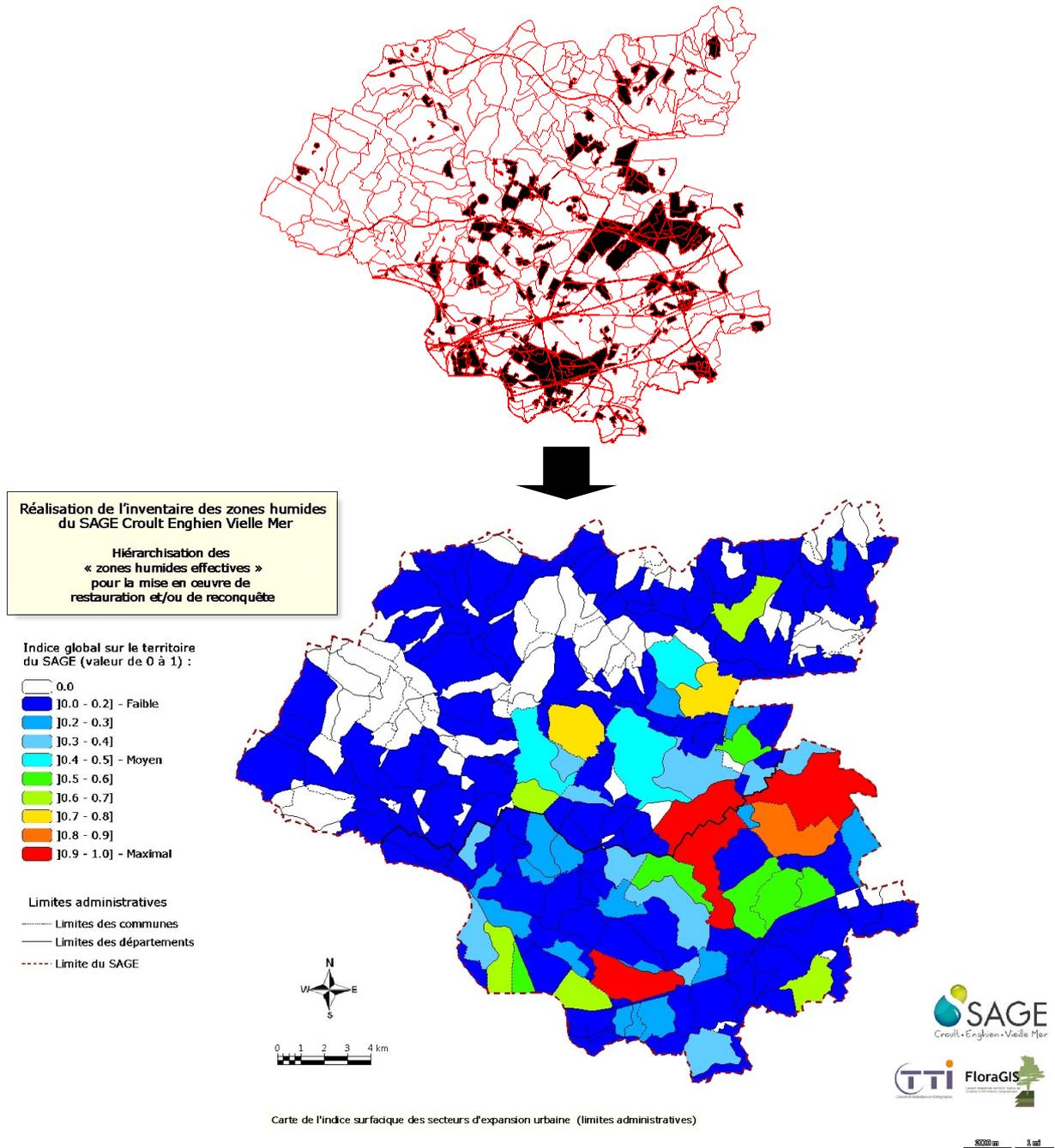
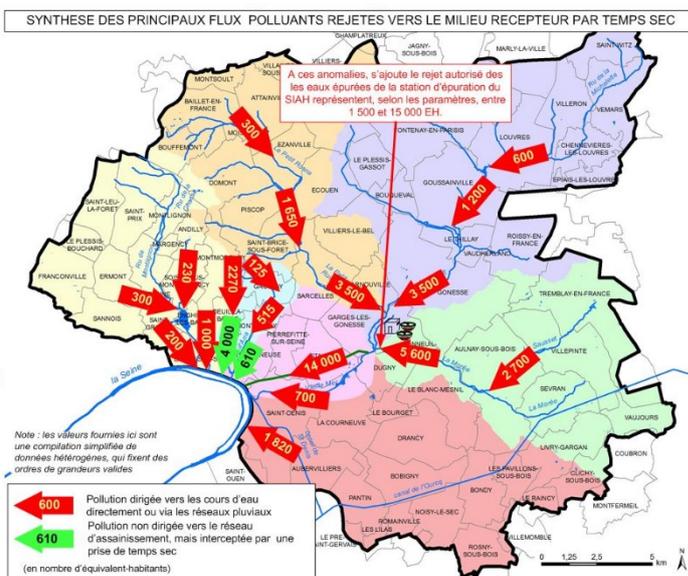


fig. 8) Carte de l'indice surfacique des secteurs d'expansion urbaine

### c) Rejets cumulés dans le réseau hydrographique

En plus des rejets importants liés à la densité de population, certaines industries rejettent également des eaux usées dans les réseaux hydrographiques. La pollution peut être autant chimique que thermique dans le cas de rejets d’eau chaude. La seule donnée exploitable pour estimer cette pression est une carte de synthèse des principaux flux polluants.

Le report sur les surfaces élémentaires se fait en prenant en compte les flux cumulatifs par sous-bassins versants sans tenir compte cependant des parties enterrées et canalisées. Dans un second temps, les valeurs de l’indice ont été ramenées entre 0 et 1.



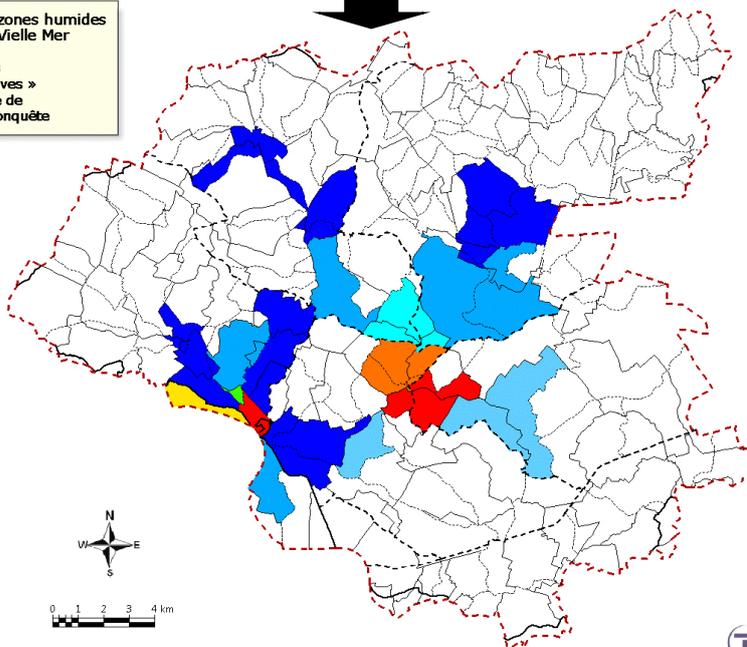
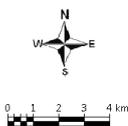
Réalisation de l'inventaire des zones humides du SAGE Croult Enghien Vielle Mer

Hierarchisation des « zones humides effectives » pour la mise en œuvre de restauration et/ou de reconquête

Indice global sur le territoire du SAGE (valeur de 0 à 1) :

- 0.0
- 0.0 - 0.2] - Faible
- 0.2 - 0.3]
- 0.3 - 0.4]
- 0.4 - 0.5] - Moyen
- 0.5 - 0.6]
- 0.6 - 0.7]
- 0.7 - 0.8]
- 0.8 - 0.9]
- 0.9 - 1.0] - Maximal

Limites fonctionnelles  
 - - - - - Limites des sous bassins  
 ——— Limites des masses d'eau sup.  
 - - - - - Limite du SAGE



Carte de l'indice quantitatif cumulé de rejets dans le réseau hydrographique (limites fonctionnelles)



fig. 9) Carte de l'indice quantitatif cumulé des rejets dans le réseau hydrographique

## d) Réseau routier traversant les zones humides

Les réseaux fragmentent les zones humides et nuisent clairement aux échanges de biodiversité comme à la qualité des milieux. Pour quantifier cet impact, nous avons utilisé les couches « réseaux » de la BD Topo de L'IGN afin d'en déduire un indice de fragmentation des zones humides. Le réseau a donc été extrait sur les limites des zones humides avérées et potentielles de la phase1 et un calcul sur les longueurs cumulées a généré cet indice.

Ces zones ont été intégrées sous forme d'un linéaire cumulatif de recoupement entre les routes et les zones humides dans les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

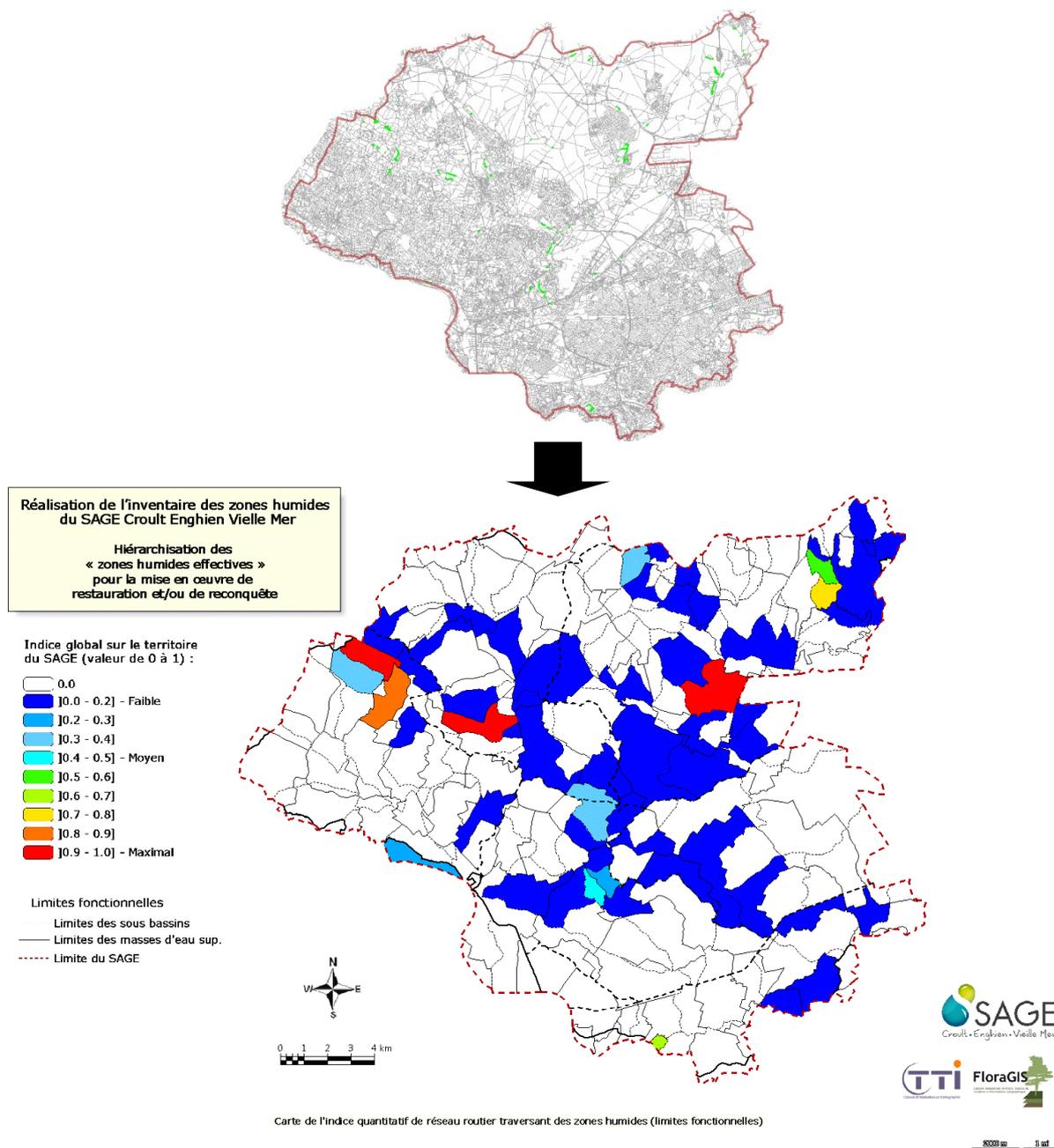


fig. 10) Carte de l'indice quantitatif de réseau routier traversant des zones humides

### e) Synthèse des pressions urbaines

Le tableau ci-dessous résume les pondérations appliquées à chaque sous-pression de la classe « pression urbaine ». On remarque que les deux sous-pressions liées aux surfaces artificialisées ont été pondérées plus fortement, car elles sont plus représentatives des menaces exercées sur les zones humides. Par ailleurs, la classe « fragmentation du réseau routier" a été minorée par rapport aux autres sous-classes. Le poids des pressions urbaines est le plus important des classes de pression avec un total de 12 sur 28.

Pression		Sous pression	
Urbaine	12.0	Surfaces artificialisées	5
		Secteurs d'expansion urbaine	4
		Rejets cumulés dans le réseau hydrographique	2
		Réseau routier traversant des zones humides	1

### RÉSULTAT DE L'ANALYSE :

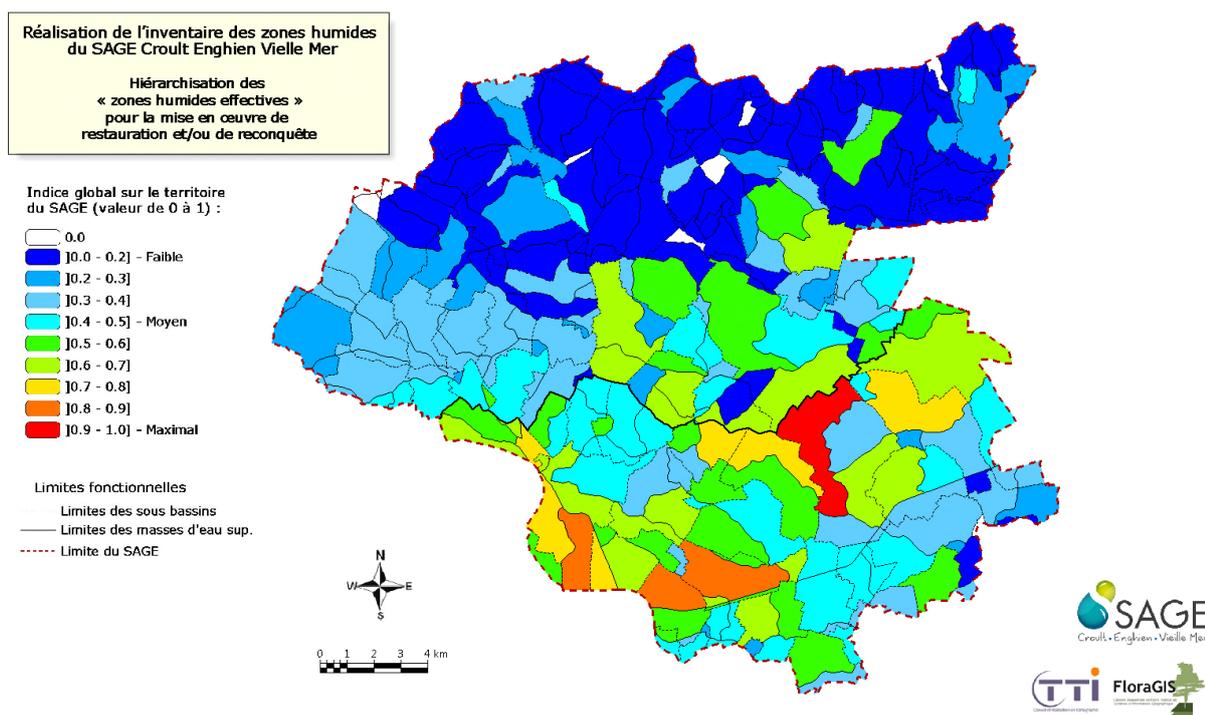


fig. 11) Carte de l'indice global de pression urbaine

### 3) Pressions industrielles

Le modèle de calcul de pression industrielle se basera sur des données d'occupation du sol et des bases de données de sites pollués. Pour évaluer les niveaux de pressions que subissent les milieux humides, il s'agira donc de contrôler les 2 sous-pressions ci-dessous :

Zones industrielles et commerciales
Sites pollués

Les 2 sous-enjeux ci-dessus ont été retenus pour l’analyse de cette classe.

### a) Zones industrielles et commerciales

Les sites industriels et surfaces commerciales sont clairement une source de pression sur les zones humides par leur action de rejets qui ont un impact direct sur la qualité des milieux mais aussi par la consommation d’espaces. Pour quantifier cette pression, nous avons utilisé la couche de photo-interprétation d’occupation du sol que s’avère plus complète que la couche « zone industrielle » de la BD Topo de L’IGN afin d’en déduire un indice surfacique de présence de ces zones sur le territoire.

Ces zones ont été intégrées sous forme d’une surface cumulative recoupée avec celle des surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l’indice ont été ramenées entre 0 et 1.

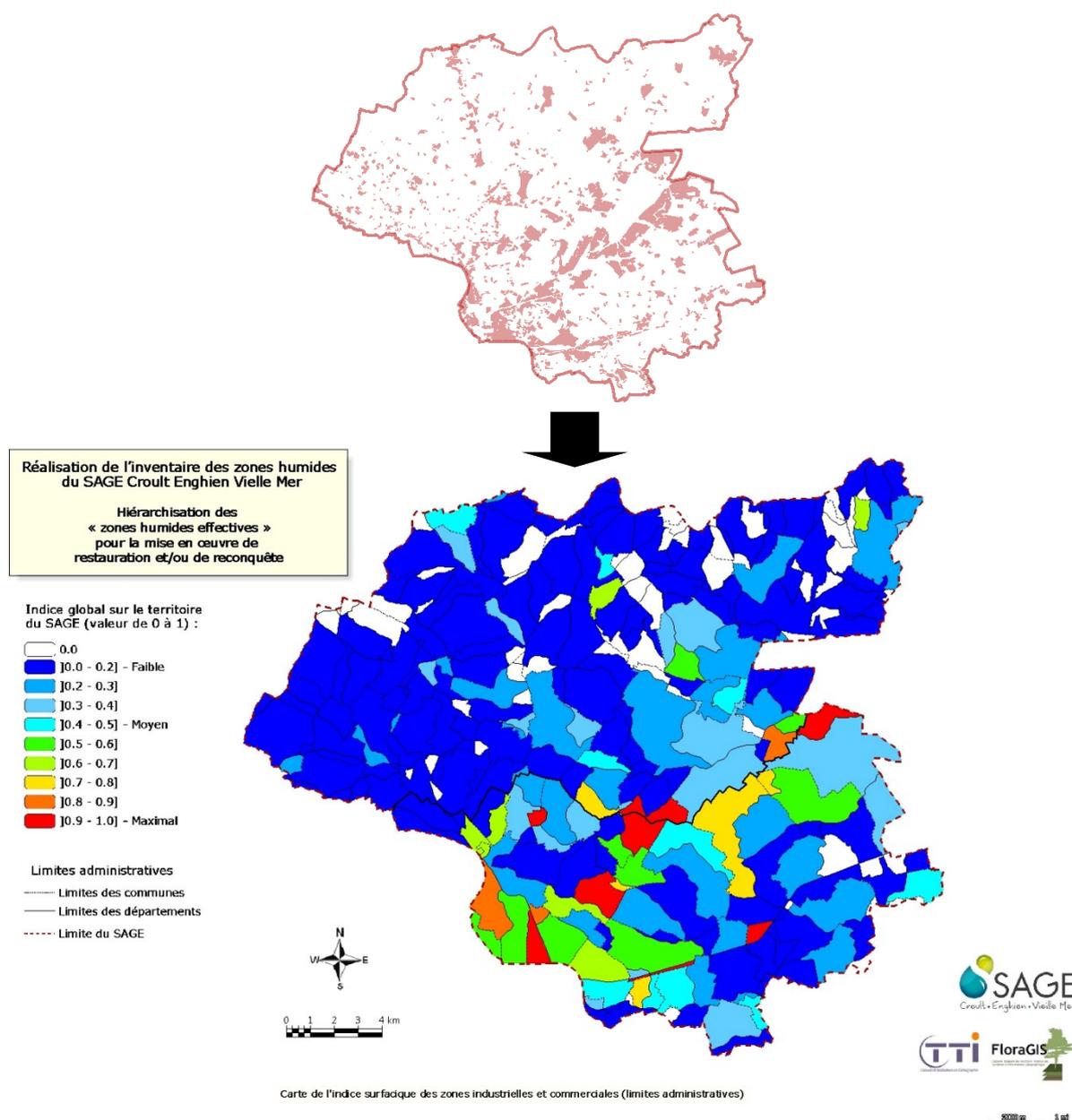


fig. 12) Carte de l’indice surfacique des zones industrielles et commerciales

## b) Les sites pollués

Certains sites répertoriés par les bases BASOL et BASIAS permettent d'identifier les zones susceptibles de présenter un risque de pollution sur les masses d'eau (réseau hydrographique et donc zones humides).

Ces sites ont été intégrés sous forme d'un nombre cumulatif par surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

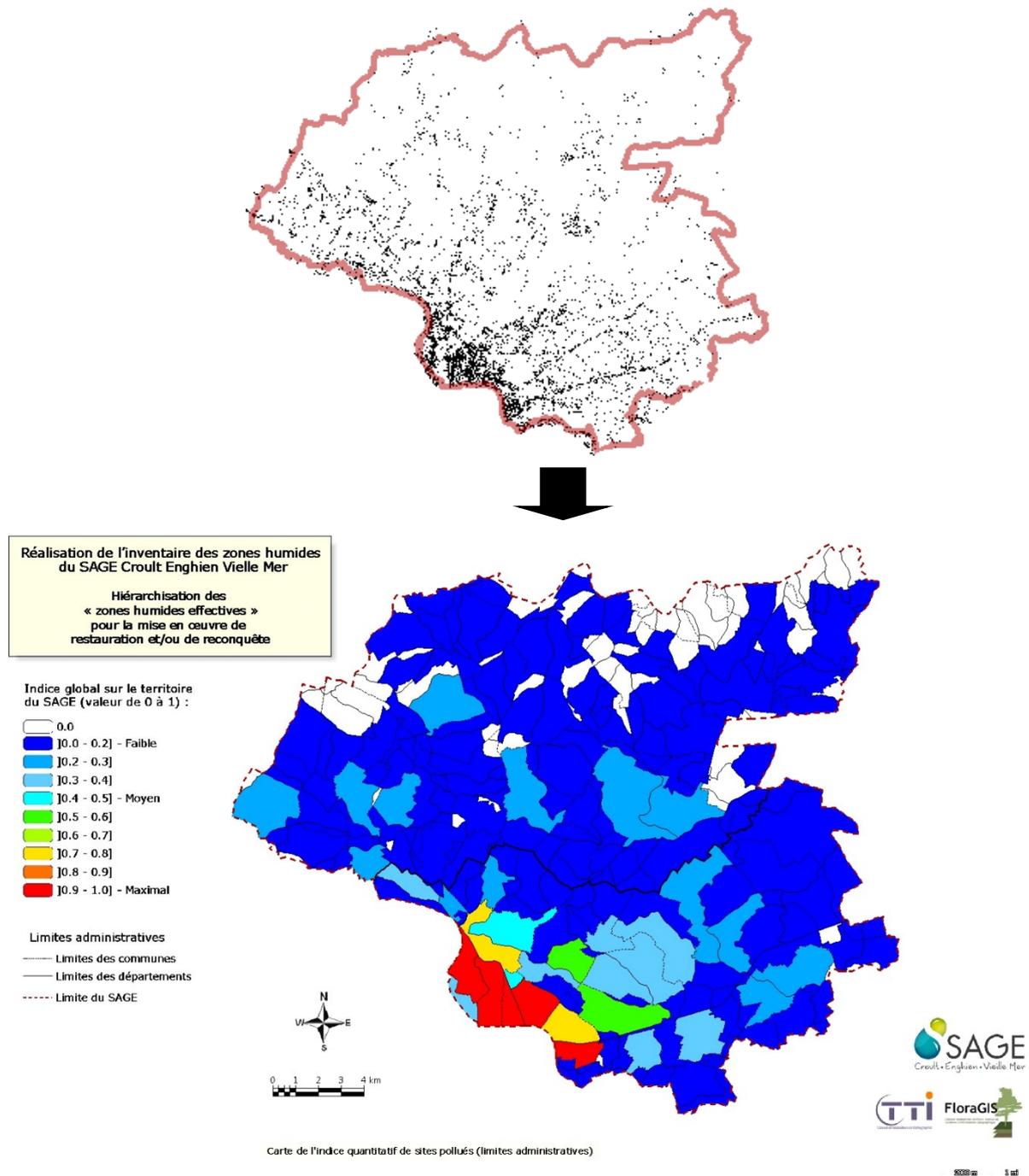


fig. 13) Carte de l'indice surfacique des sites pollués

### c) Synthèse des pressions industrielles

Le tableau ci-dessous résume les pondérations appliquées à chaque sous-pression de la classe « pression industrielle ». Comme on peut le constater, chacun d’entre eux a été considéré comme d’égale importance et compte relativement pour un. Par ailleurs, la classe « pression industrielle » a été minorée par rapport aux autres classes puisqu’elle ne totalise que 2 points sur 28.

Pression		Sous pression	
Industrielle	2.0	Zones industrielles et commerciales	1
		Sites pollués	1

### RÉSULTAT DE L'ANALYSE :

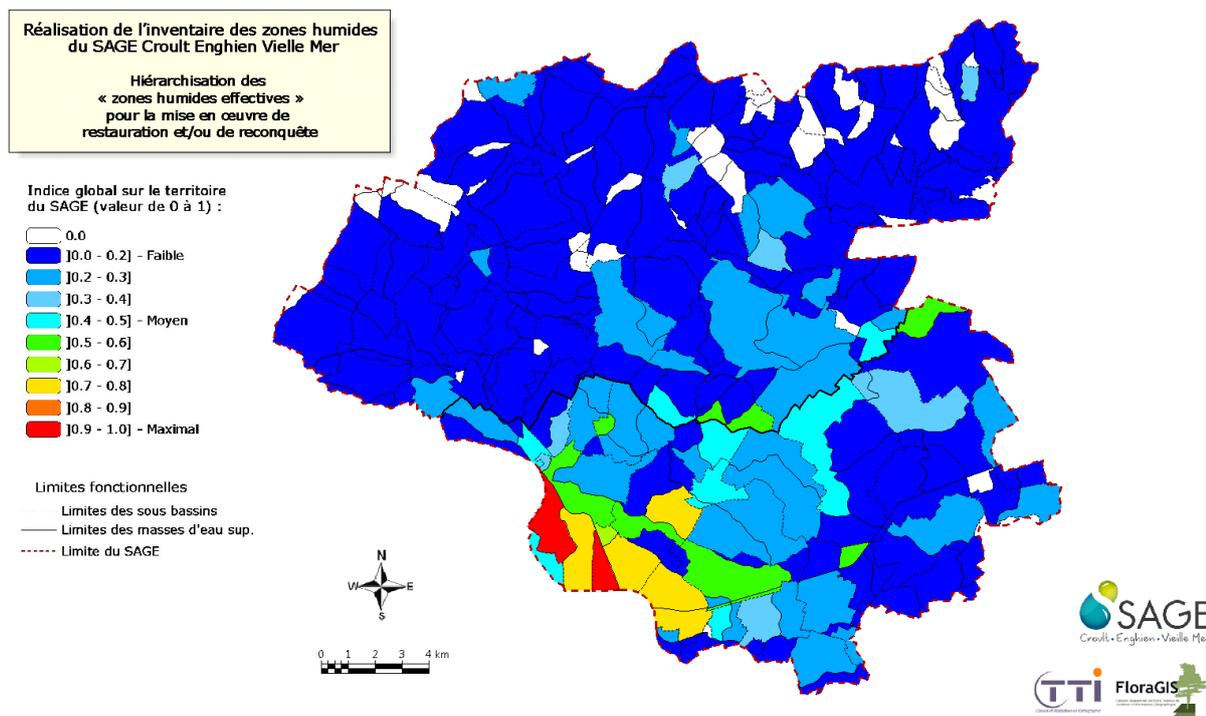


fig. 14) Carte de l'indice global de pression industrielle

Comme attendu, la carte de pression industrielle est corrélée avec l'occupation du sol et les zones de concentration de commerces et d'industries.

#### 4) Pression environnementale

La pression environnementale est principalement liée à la présence de la Renouée du Japon sur le territoire. Cette plante introduite comme plante ornementale a une grande capacité à se reproduire et à éliminer ses concurrents ce qui en fait une ennemie de la biodiversité. Déjà très présente, elle représente une réelle menace sur les zones humides.

Les sites de présence identifiés ont été intégrés sous forme d'une surface cumulative recoupée avec celle des surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

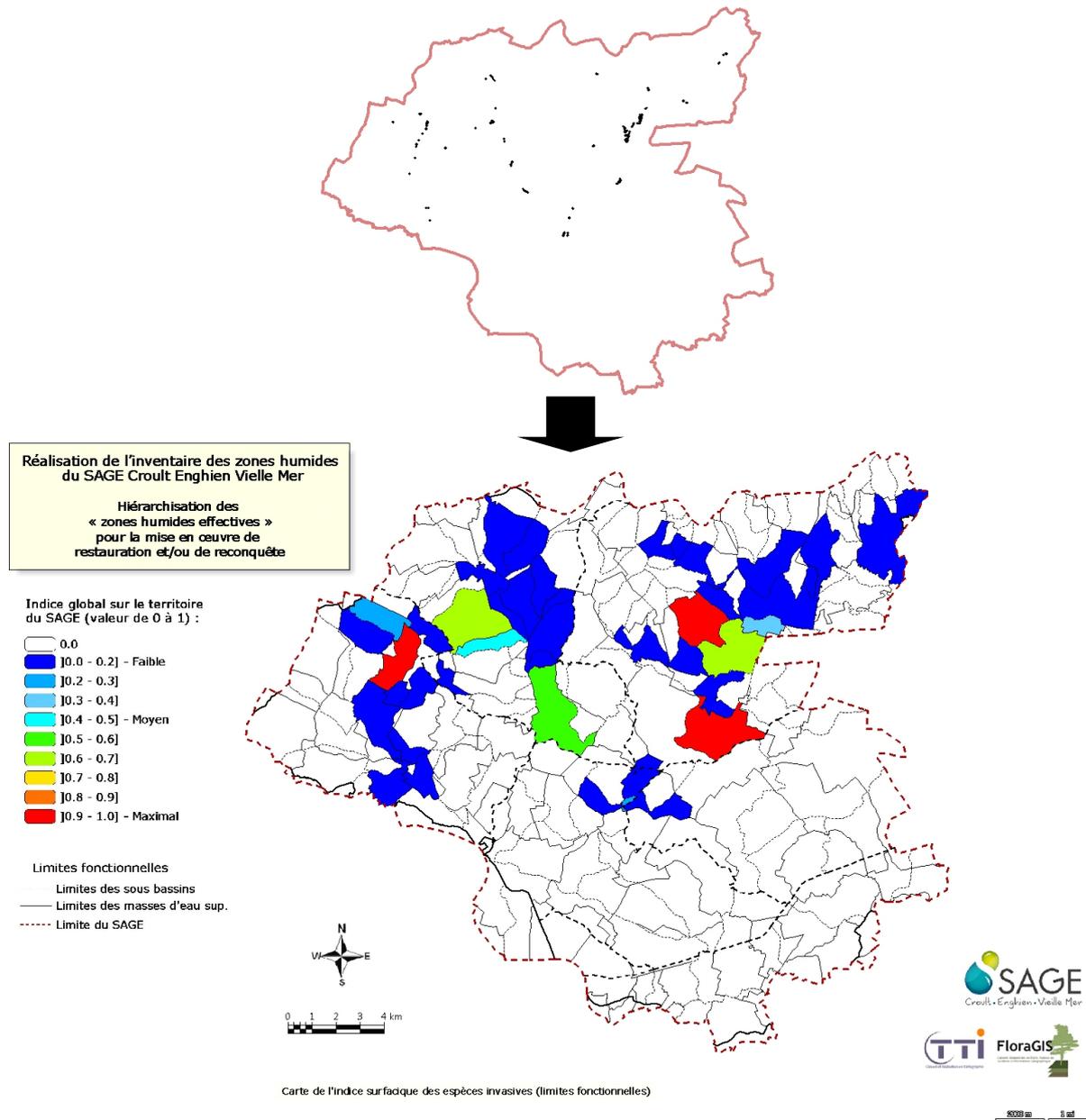


fig. 15) Carte de l'indice surfacique des espèces invasives

## IV) Synthèse des couches d'information des pressions

Pour l'élaboration de la couche des pressions sur les zones humides, nous allons additionner et pondérer les couches présentées. La pondération est ajustable et la carte résultante pourra s'adapter à de nouvelles priorités du SAGE. Les zones ayant les plus forts indices sont celles qui représentent les pressions les plus importantes exercées sur les milieux humides. Il y a, au total, **10** critères d'évaluation des pressions.

Toutes les variables sont préalablement ramenées entre 0 et 1 en nombre flottant par un coefficient de correction qui est soit un calcul algébrique, soit une fonction logique. Puis, les variables sont multipliées par une pondération indiquant l'importance relative de la variable. La note globale est sur **28** et sera ramenée entre 0 et 1.

Le tableau suivant résume les couches d'informations utilisées, les coefficients et les pondérations.

- La colonne **Pression** indique les classes de pressions avec leur poids relatif à droite.
- La colonne **Sous pression** précise le détail des classes et les pondérations relatives des sous-pressions.

<b>Pression</b>		<b>Sous pression</b>	
Agricole	6.0	Evolution de la SAU	1
		Part de SAU drainée	2
		Prélèvements agricoles souterrains	3
Urbaine	12.0	Surfaces artificialisées	5
		Secteurs d'expansion urbaine	4
		Rejets cumulés dans le réseau hydrographique	2
		Réseau routier traversant des zones humides	1
Industrielle	2.0	Zones industrielles et commerciales	1
		Sites pollués	1
Environnementale	8.0	Espèces invasives	8

fig. 16) Table de définition des couches d'informations utilisées, les coefficients et les pondérations appliqués sur les pressions exercées sur les zones humides.

**RÉSULTAT DÉFINITIF DE L'ANALYSE SUR LES PRESSIONS:**

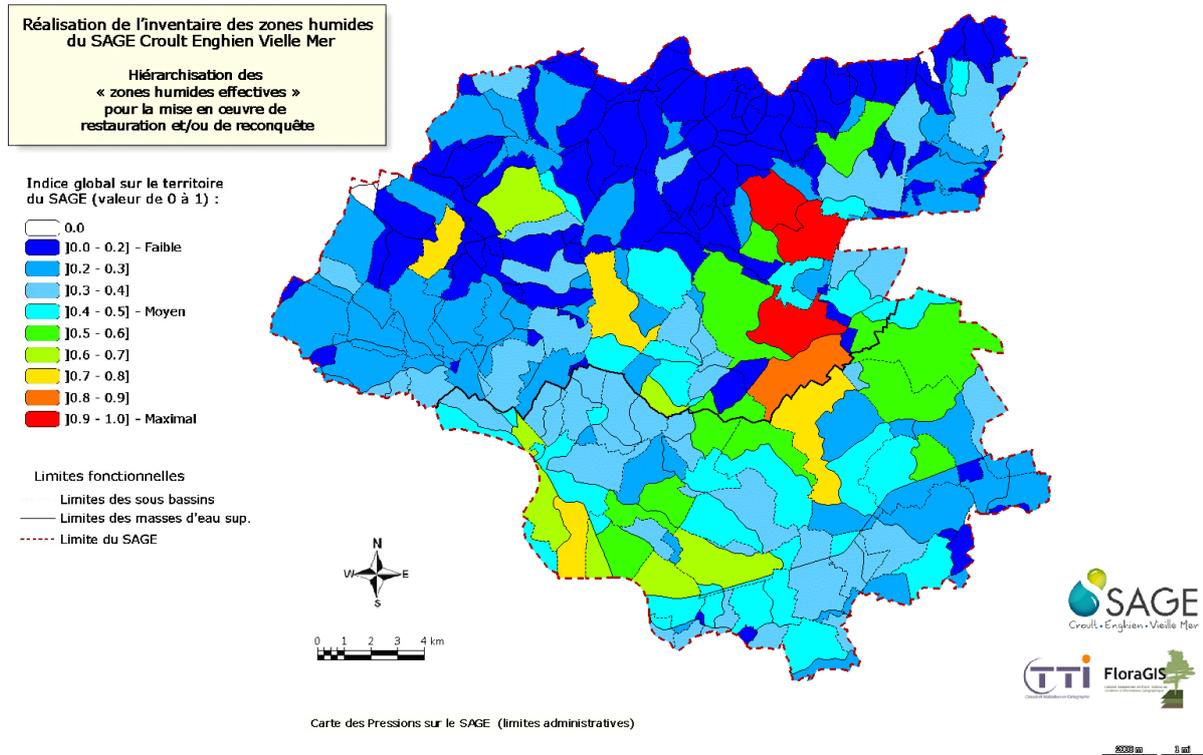


fig. 17) Carte des pressions sur fond de découpage en communes

Les valeurs extrêmes des variables de PRESSIONS sont les suivantes :

**Note minimale : 0.0    Note maximale : 1 000    Moyenne : 0.5**

ce qui montre une pression parfaitement équilibrée entre les secteurs à pression faible et les secteurs à pression forte.

**V) Analyse des Fonctionnalités du SAGE**

L'évaluation de la fonctionnalité des zones humides du territoire peut se caractériser par une somme d'indices physiques, géomorphologiques et relationnels pondérés en fonction de leur importance relative. La fonctionnalité théorique d'une zone humide va varier selon son type et ses caractéristiques.



## 1) Fonctionnalités liées à l'influence des nappes aquifères

Ces données correspondent à l'épaisseur de la zone non saturée du sol. Ce critère renseigne sur les possibilités d'alimentation des zones humides par les eaux souterraines. Cette donnée est disponible auprès du BRGM.

Cette donnée a été intégrée sous forme de report surfacique du nombre et de la valeur des pixels du produit de base sur chaque surface élémentaire. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

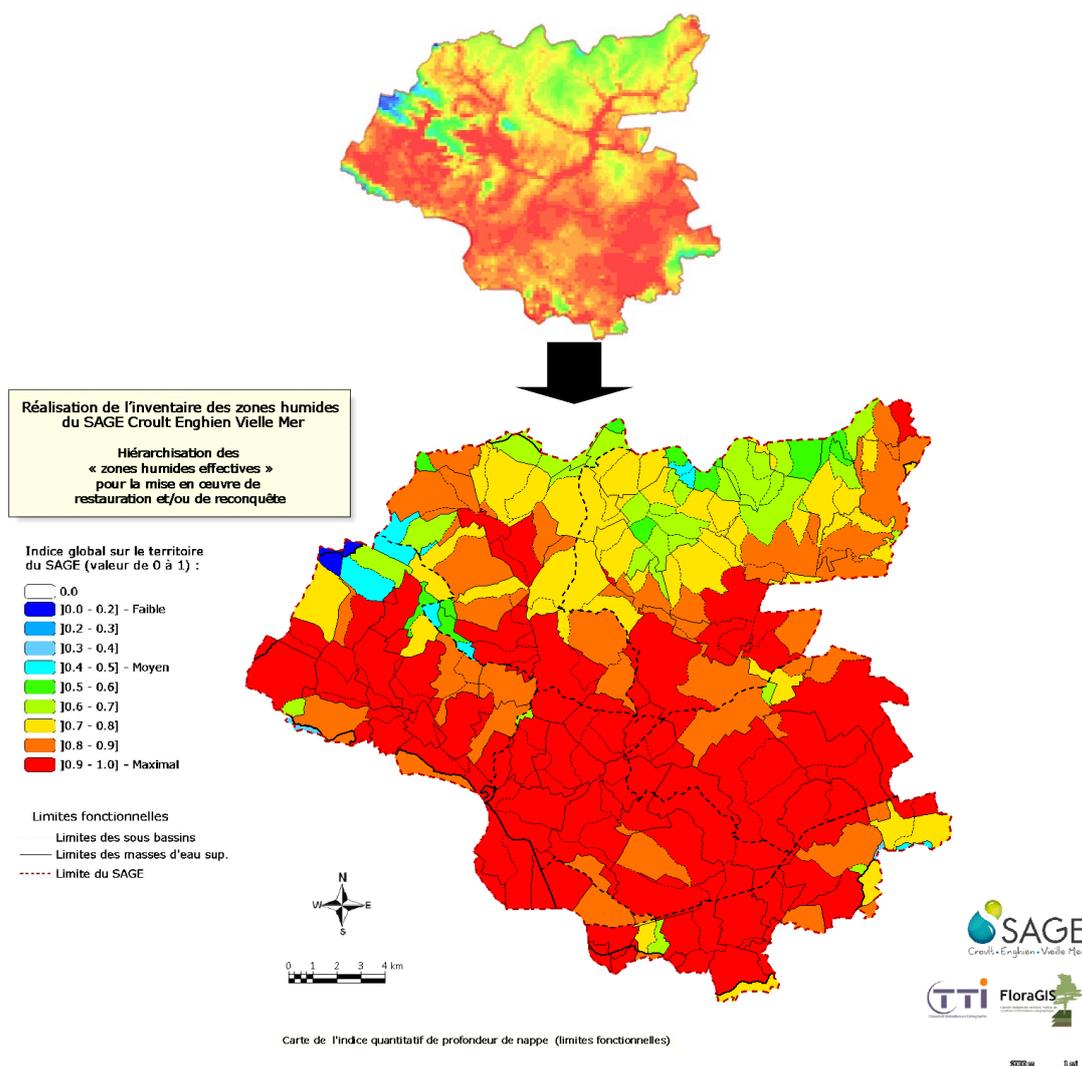


fig. 18) Carte de l'indice quantitatif de profondeur de nappe

## 2) Fonctionnalités liées à la répartition des zones humides

Le second type de fonctionnalité à prendre en compte est l'agencement et la répartition des zones humides sur le territoire. Les 3 sous-fonctionnalités ci-dessous ont été retenues pour l'analyse de cette classe.

Densité de zones humides
Interconnexion des zones humides
Zones humides en tête de bassins versants

### a) Densité de zones humides

La densité de zones humides avérées et potentielles correspond à la somme des polygones de zones humides dans la surface élémentaire. C'est un indicateur important qui montre la dispersion des zones humides sur le territoire du SAGE. Plus ce nombre est élevé et plus la fonctionnalité du secteur est importante d'autant que sur le SAGE, les zones humides sont assez petites. Ainsi, plus la densité est grande, plus les zones humides jouent un rôle important dans le stockage d'eau et l'épuration.

La densité a été intégrée sous forme d'un ratio prenant en compte le nombre et la surface des zones humides présentes une surface élémentaire. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

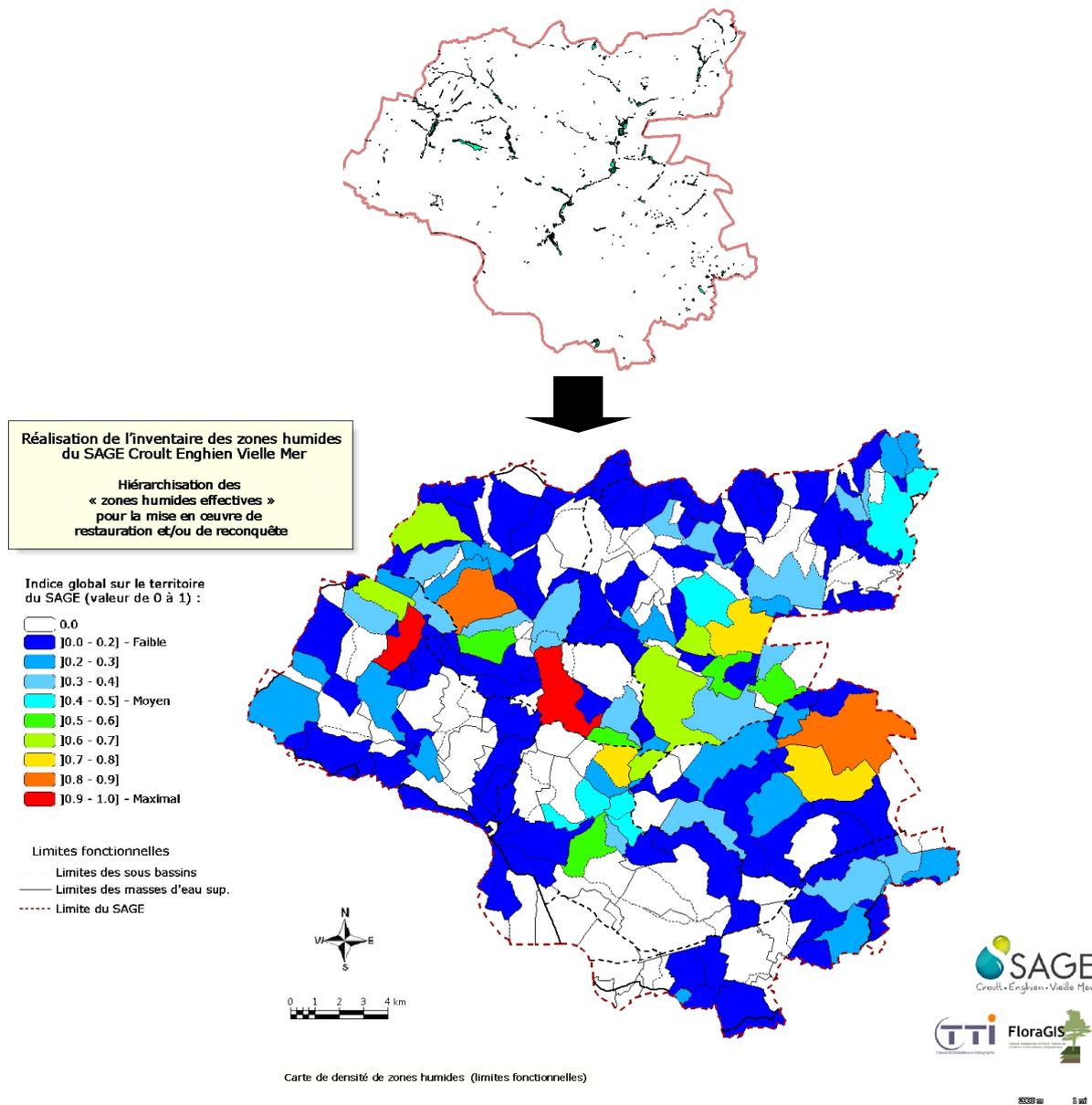
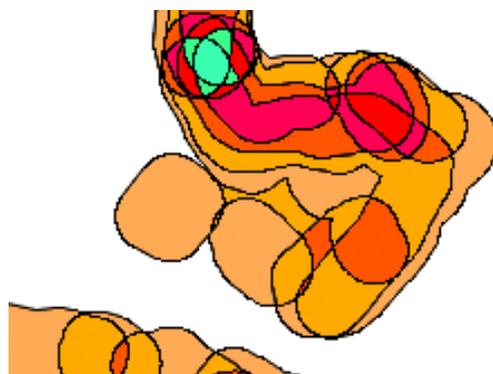


fig. 19) Carte de densité de zones humides

## b) Interconnexion des zones humides

La proximité des zones humides entre elles à un rôle très important en revanche un indice est difficile à évaluer, car tant que les premiers inventaires n'auront pas été faits, il est difficile de connaître la répercussion de l'éloignement des zones humides d'autant que beaucoup de facteurs interviennent. Dans l'état actuel des connaissances, nous nous sommes basés sur les mêmes critères fixés sur d'autres études réalisées. Une zone tampon de 100 m a été générée autour des zones humides pour évaluer le taux de pénétration de ces zones tampons les unes dans les autres.

La première étape est donc la génération de zones tampons sur les zones humides avérées et potentielles puisque certaines restent à valider. Chaque zone humide produit son enveloppe qui rencontre ou non une autre enveloppe. La somme des superpositions est indiquée en attributs.



**Zone tampon de 100 m**

fig. 20) Illustration de zones tampon de proximité.

Grâce à une requête SIG, la somme des surfaces d'intersection entre les zones tampons des zones humides est calculée pour chaque surface élémentaire. Afin de garder l'indice présentant le taux d'intersections, nous avons fait la somme des polygones de zones tampons multipliée par leur nombre de recouvrements. Le ratio des surfaces permet de récupérer un indice moyen proportionnel aux surfaces représentant le taux d'intersections.

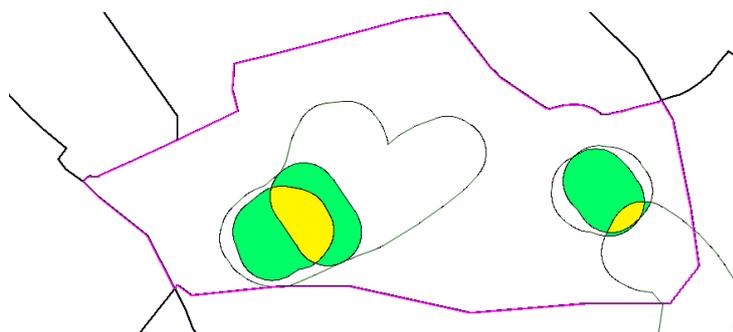


fig. 21) Illustration du calcul des surfaces et du degré d'intersection sur le cas d'une surface élémentaire en violet contenant des intersections de zones tampons

En vert, les zones tampons se recoupent une fois (1), en jaune deux fois (2). On a donc 7 recouvrements dont le degré de recouvrement est de :  $2 \times 2 + 5 \times 1 = 9$

La proximité se comptabilise sur les surfaces élémentaires par le pourcentage de recouvrement des parties de zones tampons autour des zones humides.

Ainsi, lorsque l'indice de proximité est élevé, la biodiversité est supposée être plus importante. De même, le rôle de régulation et d'épuration s'en trouve augmenté et devient plus efficace. Cette notion de corridors écologiques est très importante à préserver, raison pour laquelle une pondération élevée devra y être attribuée dans la hiérarchisation.

Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

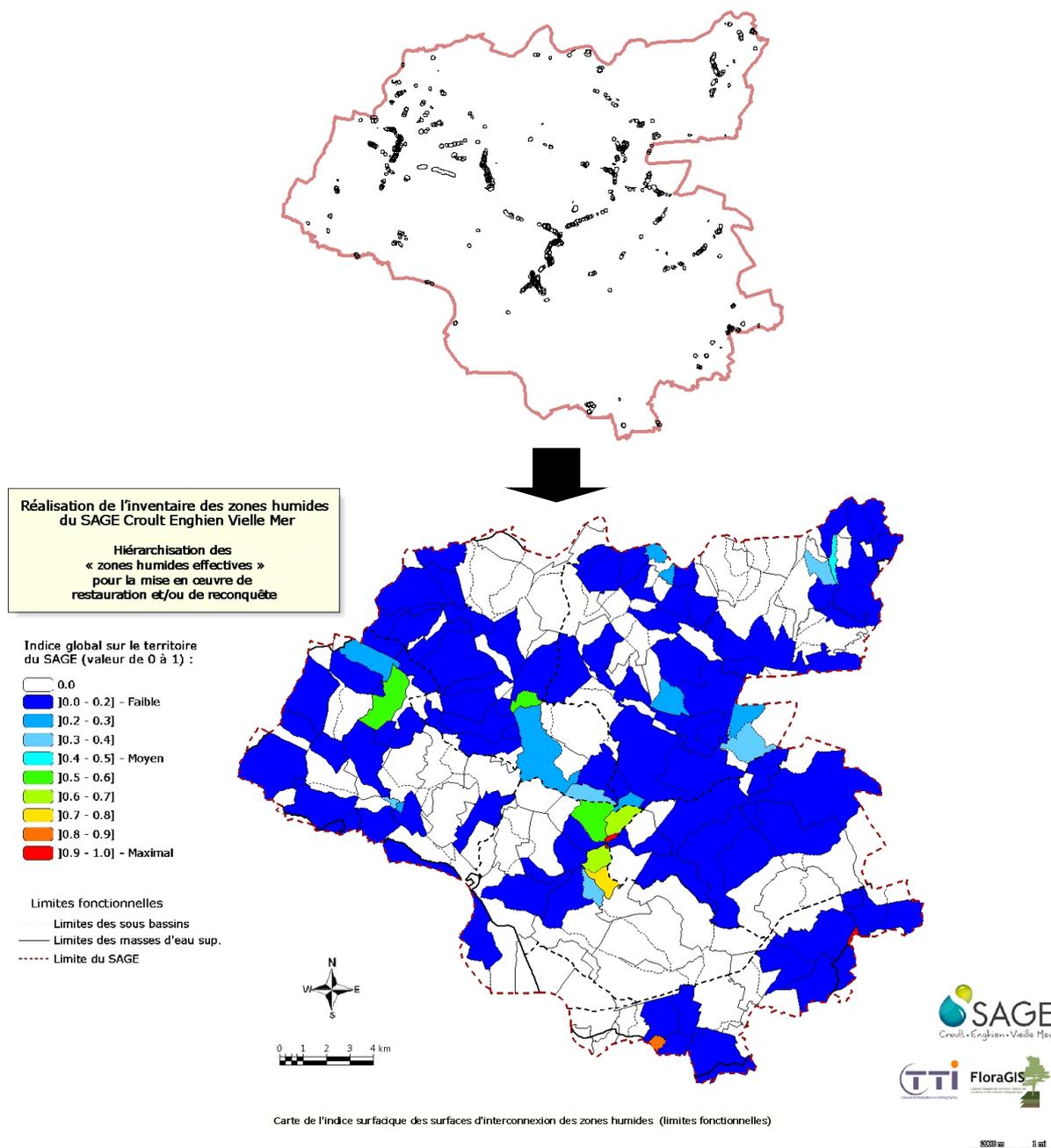


fig. 22) Carte de l'indice surfacique d'interconnexion des zones humides

### c) Zones humides en tête de bassins versants

Le SDAGE pose la définition des têtes de bassin comme les bassins versants des cours d'eau dont le rang de Strahler est inférieur ou égal à 2 et dont la pente est supérieure à 1%. Une zone humide située en tête de bassin versant a des fonctions hydrologiques et épuratoires régulatrices plus importantes et cette information est donc importante pour le calcul des fonctionnalités.

Ces zones humides situées dans les têtes de bassins ont été intégrées sous forme d'un pourcentage cumulatif de recoupement avec les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

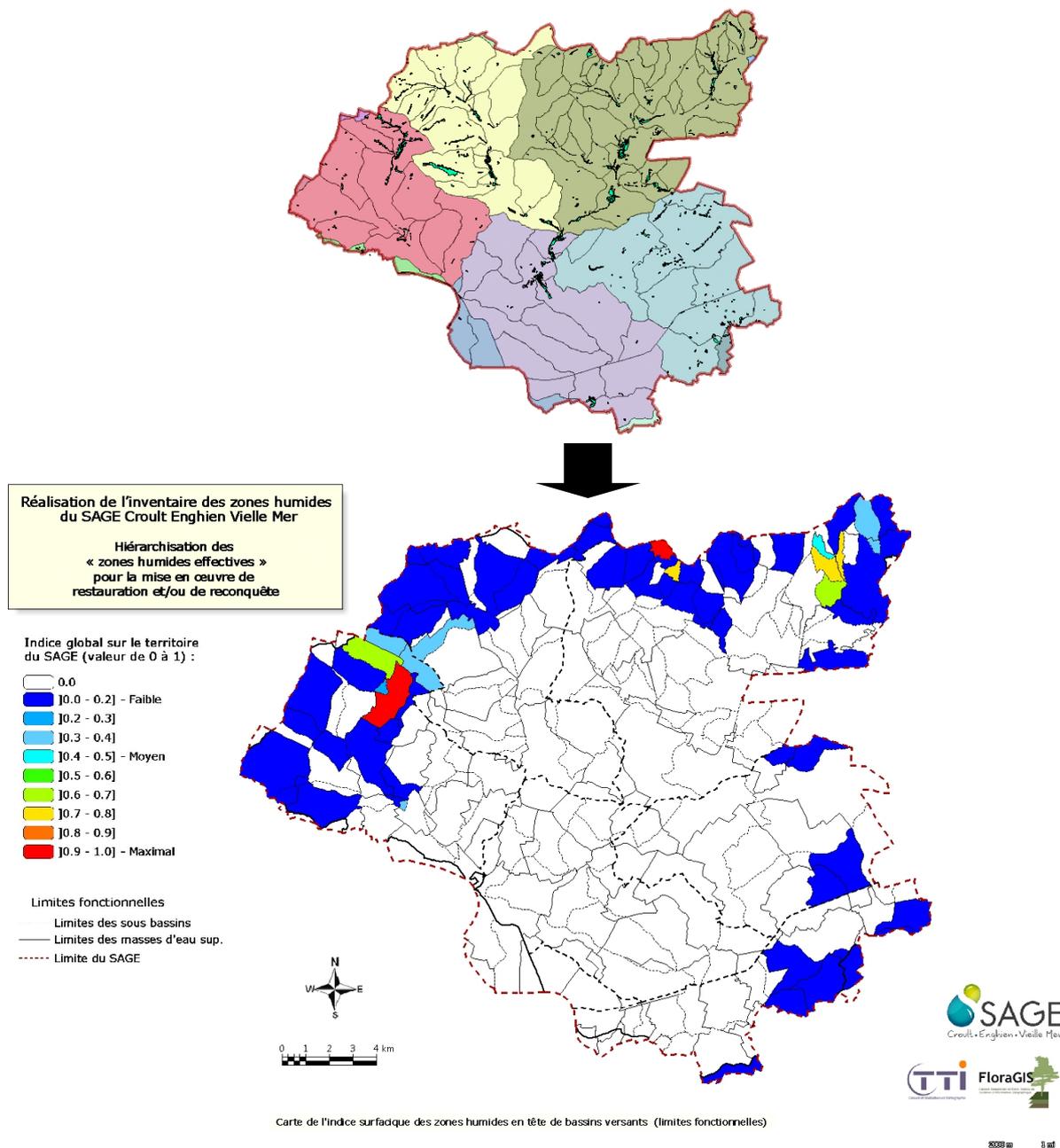


fig. 23) Carte de l'indice surfacique des zones humides en tête de bassins versants

## d) Synthèse des fonctionnalités liées à la répartition des zones humides

Le tableau ci-dessous résume les pondérations appliquées à chaque sous-fonction de cette classe. Chacune d'entre elles a été considérée approximativement comme d'égale importante, car ces notions restent théoriques. Par ailleurs, avec 4 sur 20, cette classe est celle qui a le moins de poids dans le calcul global.

Fonction		Sous fonction	
Répartition des zones humides	4.0	Densité de zones humides	1
		Interconnexion des zones humides	2
		Zones humides en tête de bassins versants	1

### RÉSULTAT DE L'ANALYSE :

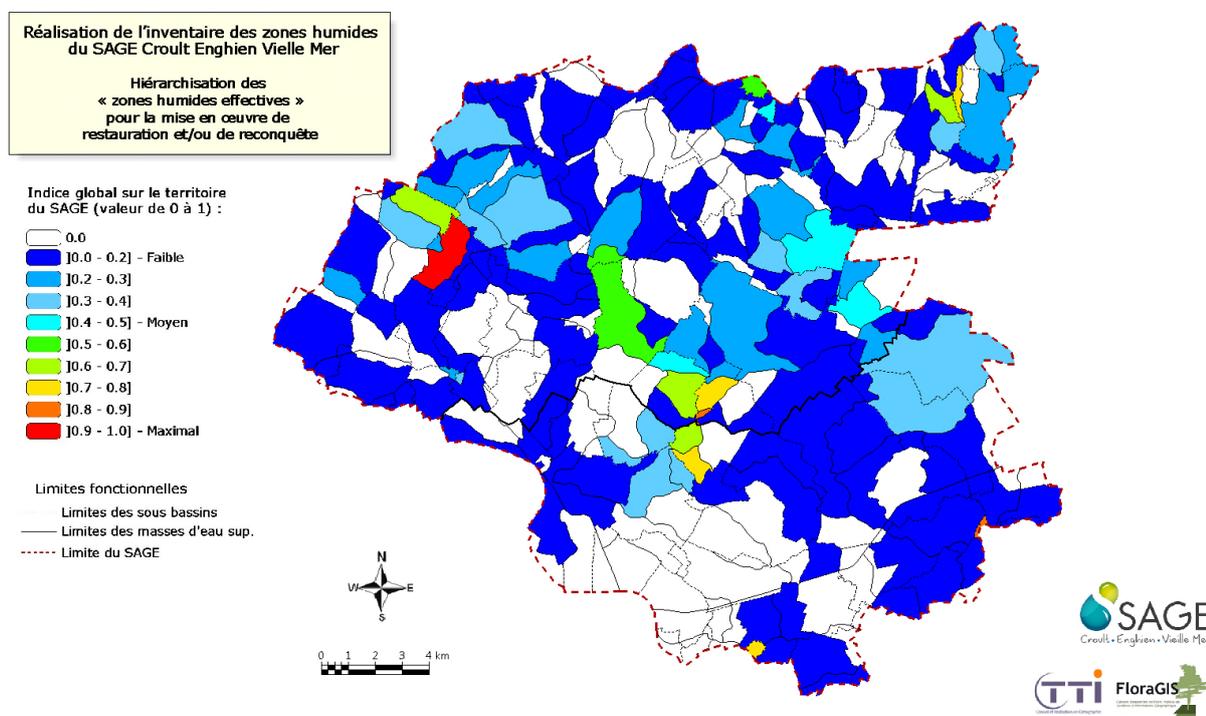


fig. 24) Carte de l'indice global de fonctionnalité liée à la répartition des zones humides

## 3) Fonctionnalités liées au contexte hydro-géographique

Les fonctionnalités des zones humides dépendent aussi de la structure du réseau hydrographique et des échanges qui peuvent avoir lieu entre ces deux entités. Pour cela, nous intégrerons les trois sous-facteurs suivants :

Densité de réseau hydrographique
Zones humides connectées aux cours d'eau
Zones humides traversées par un cours d'eau

### a) Densité de réseau hydrographique

Ce critère renseigne sur les possibilités d'alimentation en eaux superficielles pour les zones humides. La densité est calculée en rapportant la longueur cumulée du réseau hydrographique mis à jour lors de la prélocalisation par surface élémentaire. Cette densité mise en relation avec la connexion des zones humides au réseau hydrographique permet d'évaluer l'importance des zones humides pour la régulation des réseaux.

Ce calcul a été intégré sous forme d'une somme du linéaire par surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

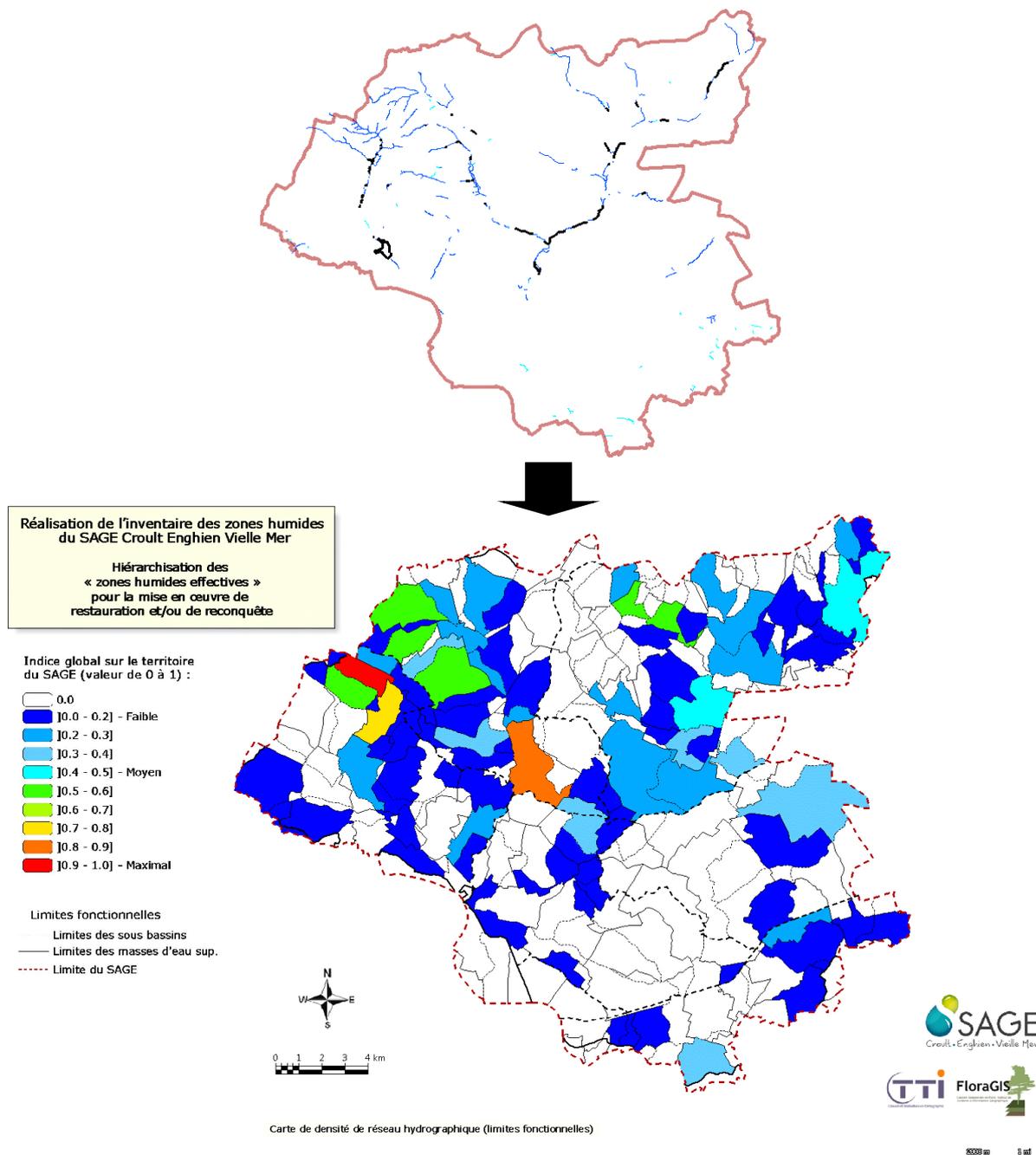


fig. 25) Carte de densité du réseau hydrographique

## b) Zones humides connectées aux cours d'eau

Pour l'analyse des fonctionnalités théoriques, des critères supplémentaires devaient être déterminés, et notamment, l'organisation du réseau hydrographique par rapport aux zones humides. Ces critères ont été calculés sur SIG par analyse des relations spatiales entre objets. Cela n'est possible que sur une couche topologique permettant une interaction entre les attributs des polygones et des lignes qui le composent.

Ce critère est important pour déterminer le potentiel de stockage et d'alimentation en eau. Il participe également aux recharges de nappe et au soutien de l'étiage.

La topologie des couches zone humide et cours d'eau permet facilement par requête de déterminer la présence d'une liaison avec le réseau hydrographique. Un champ attributaire binaire de la couche zone humide précise donc si la liaison existe ou non.

CODE	Description
0	Pas de connexion
1	ZH sur une île formée par le cours d'eau
2	ZH au centre d'un plan d'eau non rattaché aux cours d'eau
3	ZH isolée des cours d'eau
4	ZH au bord d'un plan d'eau non rattaché aux cours d'eau
5	ZH en contact avec le RH ou en contact avec un plan d'eau rattaché aux cours d'eau

fig. 26) Table des codes de connexions entre les zones humides et le réseau hydrographique.

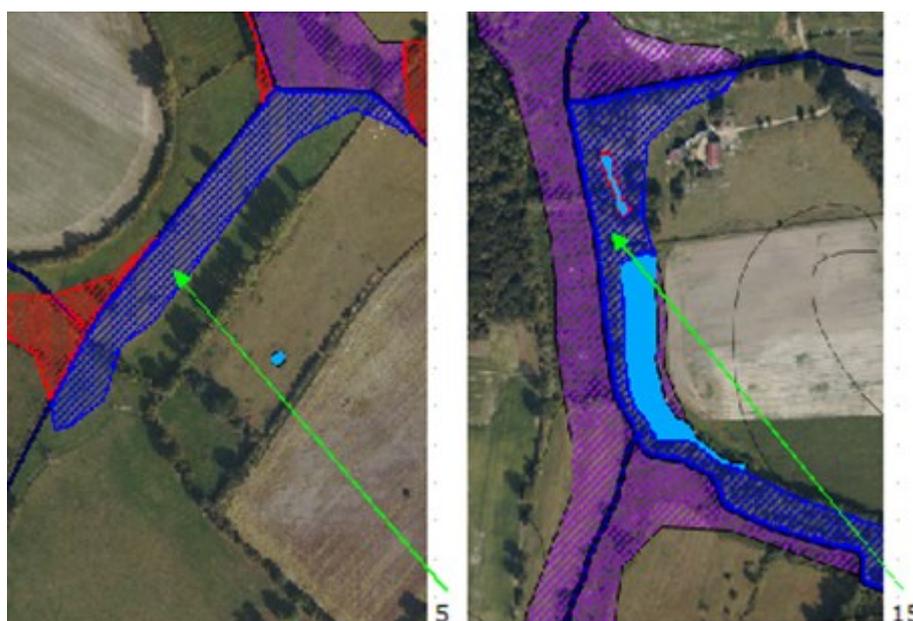


fig. 27) Illustration des connexions entre les zones humides et le réseau hydrographique et les plans d'eau.

Le résultat de l'analyse se présente sous forme d'une carte qui indique les connexions entre les zones humides avérées ou potentielles et les cours d'eau. Il s'agit de la relation avec de l'eau courante.

Ces zones ont été intégrées sous forme d'un pourcentage cumulatif de recouvrement avec les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

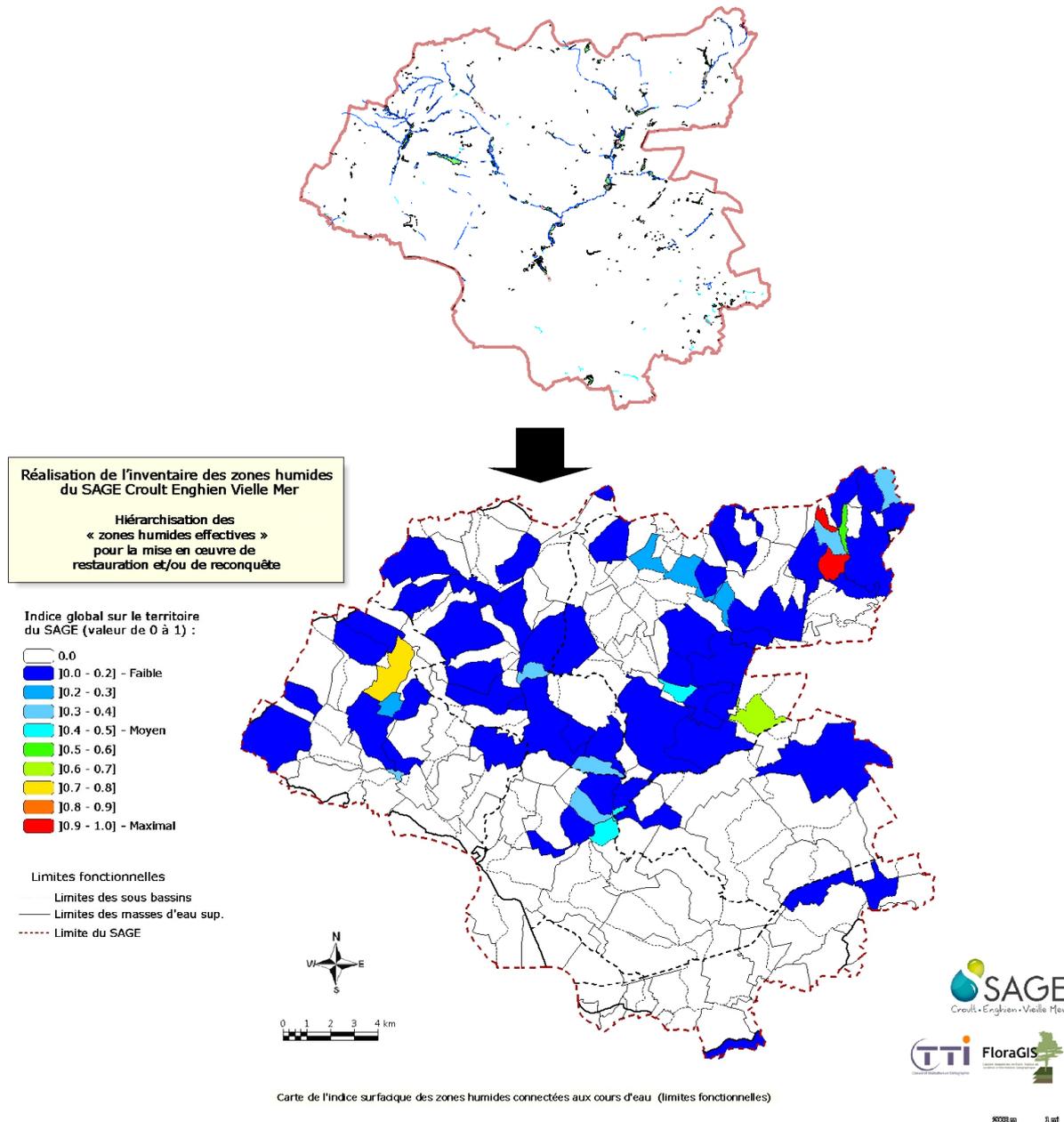


fig. 28) Carte de l'indice surfacique des zones humides connectées aux cours d'eau

### c) Zones humides traversées par une cour d'eau

Une zone humide traversée par un réseau hydrographique est considérée faisant partie de ce réseau, car elle participe activement à son fonctionnement. Ce critère est un paramètre majeur à prendre en compte pour réaliser la hiérarchisation, d'autant qu'on peut remarquer qu'une grande partie des zones humides sont connectées au réseau. Le profit engendré par la capacité de stockage ou d'épuration d'une zone humide ayant des capacités d'échanges importantes via le réseau est indéniable.

Ces zones ont été intégrées sous forme d'un pourcentage cumulatif de recouplement avec les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

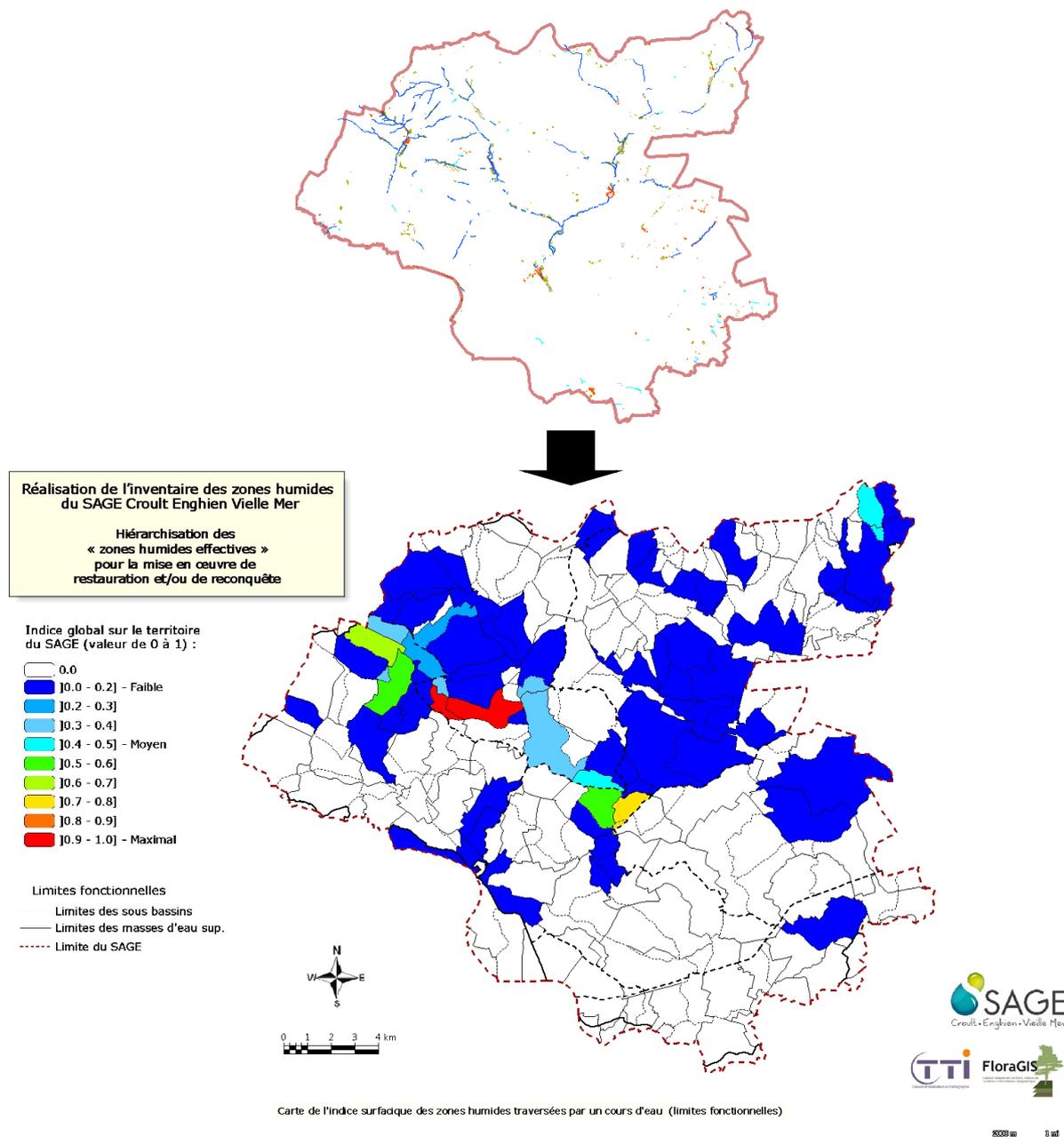


fig. 29) Carte de l'indice surfacique des zones humides traversées par un cours d'eau

## d) Synthèse des fonctionnalités liées au contexte hydro-géographique

Le tableau ci-dessous résume les pondérations appliquées à chaque sous-fonction de la classe « contexte hydro-géographique ». Comme on peut le constater, c'est la connexion au cours d'eau qui a été privilégiée, car elle démontre le lien direct entre les zones humides et le réseau hydrographique. La pondération de cette classe compte pour 8 pour un total de 20 dans ce calcul des fonctionnalités.

Fonction		Sous fonction	
Contexte hydro-géographique	8.0	Densité de réseau hydrographique	2
		Zones humides connectées aux cours d'eau	4
		Zones humides traversées par un cours d'eau	2

### RÉSULTAT DE L'ANALYSE :

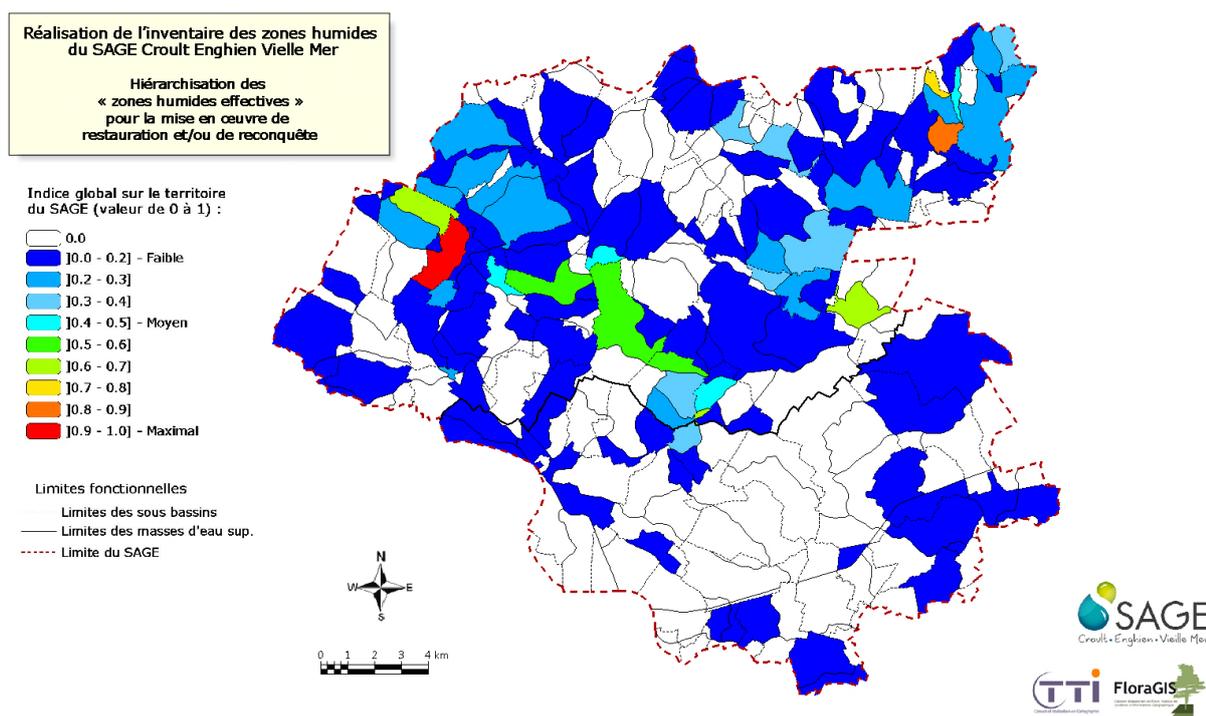


fig. 30) Carte de l'indice global de fonctionnalité liée au contexte hydro-géographique

## 4) Fonctionnalités liées à l'artificialisation des berges

L'artificialisation des berges des cours et plans d'eau coupe les éventuelles zones humides du réseau et donc d'une part de leur alimentation en eau. Par ailleurs, elles réduisent à néant les bienfaits des zones humides sur la qualité et la quantité d'eau sur ces mêmes cours d'eau. Il est donc important de différencier les parties artificialisées des autres sur le réseau pour estimer la fonctionnalité théorique des zones humides.

Le linéaire a dans un premier temps été converti en polygones puis les zones ont été intégrées sous forme d'un pourcentage cumulatif de recouplement avec les surfaces élémentaires. Dans un second temps, les valeurs de l'indice ont été ramenées entre 0 et 1.

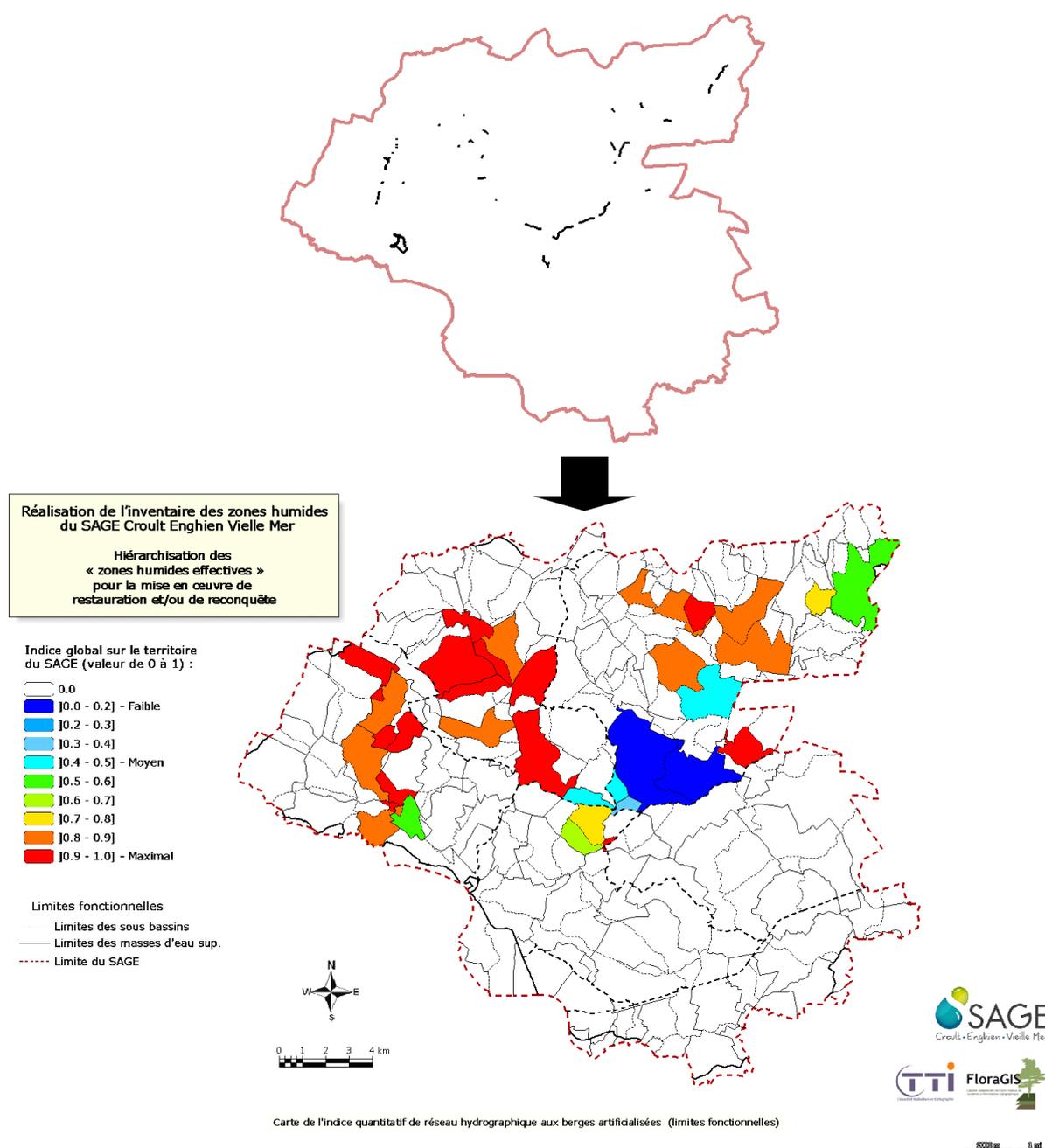


fig. 31) Carte de l'indice qualitatif de réseau hydrographique aux berges artificialisées



## VI) Synthèse des couches d'information des fonctionnalités

Pour l'élaboration de la couche des fonctionnalités sur les zones humides, nous allons additionner et pondérer les couches présentées. La pondération est ajustable et la carte résultante pourra s'adapter à de nouvelles priorités du SAGE. Les zones ayant les plus forts indices sont celles qui représentent les fonctionnalités les plus importantes des milieux humides. Il y a, au total, **8** critères d'évaluation des fonctionnalités.

Toutes les variables sont préalablement ramenées entre 0 et 1 en nombre flottant par un coefficient de correction qui est soit un calcul algébrique, soit une fonction logique. Puis, les variables sont multipliées par une pondération indiquant l'importance relative de la variable. La note globale est sur **30** et sera ramenée entre 0 et 1.

Le tableau suivant résume les couches d'informations utilisées, les coefficients et les pondérations.

- La colonne **Fonction** indique les classes de fonctionnalités avec leur poids relatif à droite.
- La colonne **Sous fonction** précise le détail des classes et les pondérations relatives des sous-fonctionnalités.

<b>Fonction</b>		<b>Sous fonction</b>	
Aquifère	12.0	Profondeur de nappes	12
Contexte hydro-géographique	8.0	Densité de réseau hydrographique	2
		Zones humides connectées aux cours d'eau	4
		Zones humides traversées par un cours d'eau	2
Répartition des zones humides	4.0	Densité de zones humides	1
		Interconnexion des zones humides	2
		Zones humides en tête de bassins versants	1
Artificialisation	6.0	Réseau hydrographique aux berges artificialisées	6

fig. 32) Table de définition des couches d'informations utilisées, les coefficients et les pondérations appliqués sur les fonctionnalités.

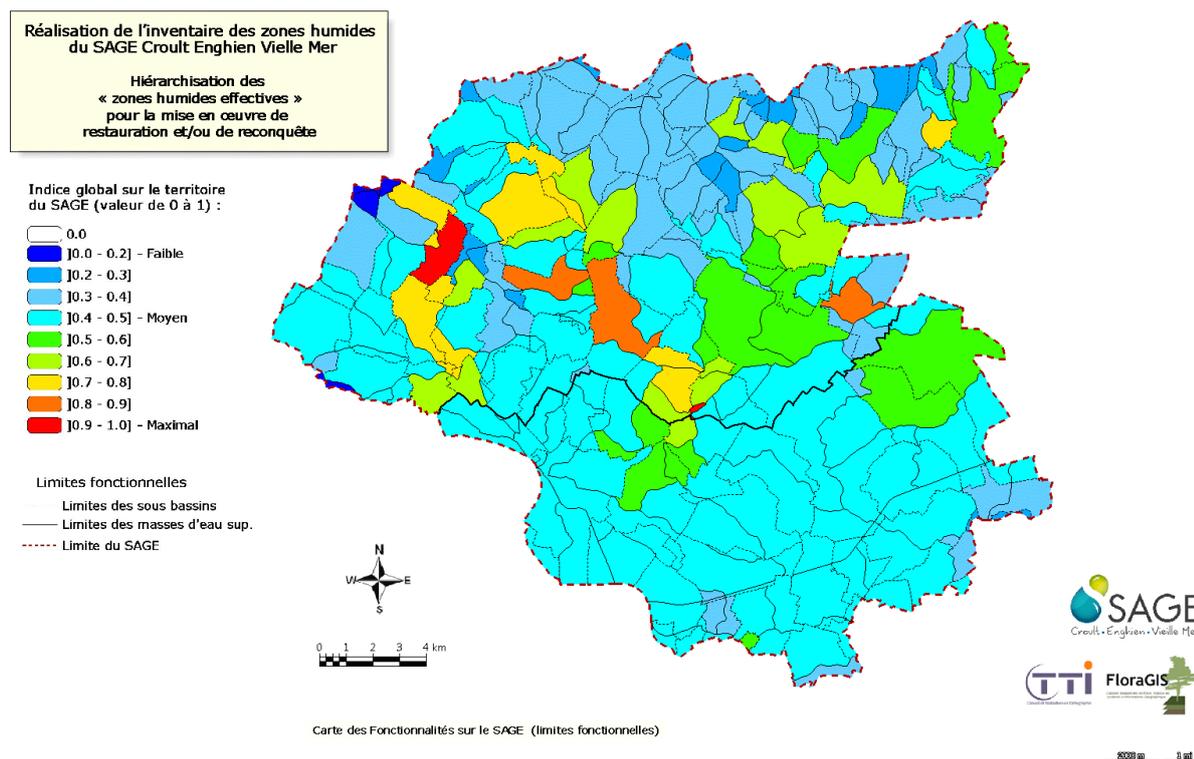


fig. 33) Carte des fonctionnalités sur le SAGE

Les valeurs extrêmes des variables de FONCTIONNALITÉS sont les suivantes :

**Note minimale : 0.011    Note maximale : 0.991    Moyenne : 0.49**

ce qui montre une fonctionnalité moyenne modérée caractérisée par une répartition équitable de secteurs à fonctionnalités faibles et fortes.

## VII) Zones prioritaires

La détermination des **zones humides prioritaires** du SAGE consiste à croiser les enjeux, les pressions et les fonctionnalités. Ce croisement va permettre de mettre en évidence les secteurs où les zones humides ont le plus d'intérêt par rapport aux enjeux fixés par le SAGE.

### ETAT DE CONNAISSANCE DU TERRITOIRE :

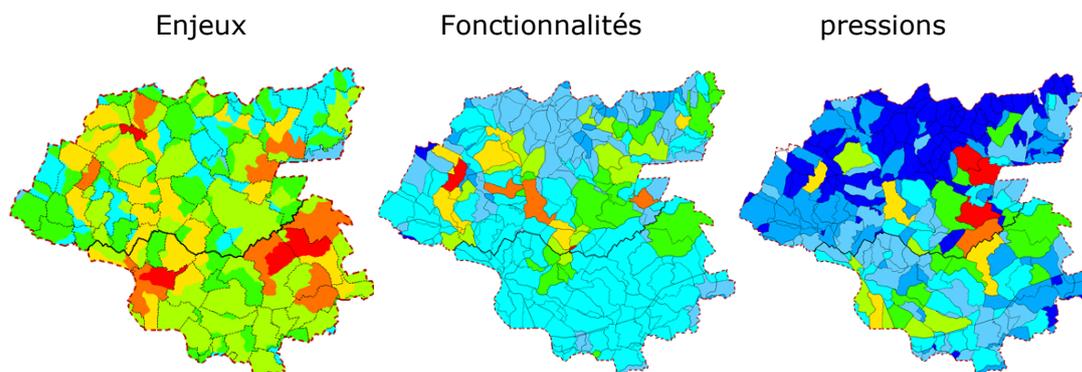
Au total, à l'issue de l'analyse bibliographique et des investigations de terrain, seule une partie des zones humides effectives ont été identifiées. Néanmoins, il reste encore des zones humides potentielles à contrôler sur le terrain.

L'avantage d'une analyse du territoire basée sur une subdivision en surfaces élémentaires, est qu'il n'est pas nécessaire d'avoir inventorié l'ensemble des zones humides pour faire croisement avec celles identifiées comme effectives. Lorsque le travail d'inventaire sera complété, cette même couche de priorisation sera réutilisée pour hiérarchiser l'ensemble des ZH effectives.



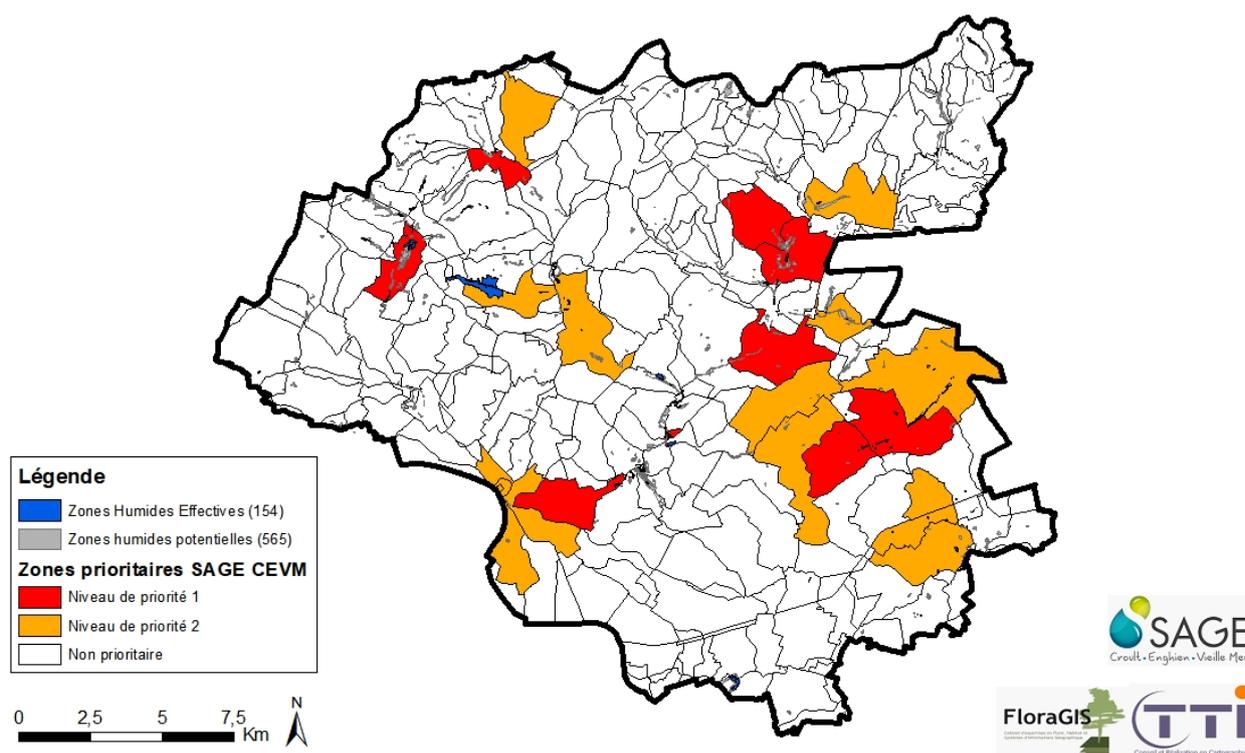
### DETERMINATION DES ZONES PRIORITAIRES :

La sélection des secteurs prioritaires se basera sur les objectifs du SAGE en matière de préservation et restauration de zones humides. Il s'agit de faire un cumul des secteurs à fort enjeu, pression ou fonctionnalité afin de garder les indices les plus forts.



La carte ci-dessous montre le croisement entre les zones humides avérées et potentielles et l'indice global maximal permettant de les prioriser. Ce résultat est temporaire puisque une partie des zones humides potentielles du territoire reste à inventorier. Lorsque l'inventaire des zones humides effectives sera exhaustif, le croisement avec cette carte de priorisation indiquera l'ensemble des zones humides effectives à préserver ou restaurer.

### Zones Humides prioritaires sur le territoire du SAGE Croult Enghien Vielle Mer



## BIBLIOGRAPHIE

### Source rapports et publications

**LOY D., et SIGNORET S. 2012** – Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du SAGE des 2 Morin, France

**BERNARD C., LOY D., 2011–2013** — Rapport sur la hiérarchisation des zones humides des SAGE Cher Amont et Aval, France

**LOY D., 2012** — Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du SAGE Arroux-Bourbince, France

**BERNARD C., 2012** – Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du SAGE Clain, France

**LOY D., et LAVAL S., 2012** – Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du SAGE Nappe de Beauce, France

**BERNARD C., et LAVAL S. – 2011** – Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du bassin versant de l'Allier aval, France

**LOY D., DE L'HAMAIDE T., et LEVEQUES P., 2011** – Rapport sur la hiérarchisation des zones humides du SAGE Loir, France

Référence A : **JULIEN JARLETON, STÉPHANE LORIOT, 2009**, Identification des Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP) et des Zones Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZSGE) sur le bassin de la Vienne, Établissement Public Territorial du Bassin de la Vienne

Référence B : **Association Rivière Rhône Alpes, 2005**, Zones humides, de la connaissance aux plans de gestion,

Référence C : **JEAN FRANCOIS MIGNOT, HERVE GILLIARD; FREDDY HERVOCHON, PIERRE PRODHOMME, LAURENT VIENNE, 2005**, L'inventaire des zones humides dans le Sage – Guide méthodologique

Référence D : **CHRISTELLE BERNARD, ALAIN SANDOZ, 2010**, Identification et cartographie des enveloppes d'alerte potentiellement humides selon les critères de la loi développement des territoires ruraux à l'échelle de la région Île-de-France

### Source Internet

Référence 1 : **Zones humides prioritaires, ZHIEP et ZSGE**

<http://www.forum-marais-atl.com/zhiep-zsge-zones-humides.html>

Référence 2 : **Le recensement de la population**

<http://www.insee.fr/fr/publics/default.asp?page=communication/recensement/particuliers/accueil.htm>

Référence 3 : **Information géographique sur l'environnement**

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/liste/1825/1097/occupation-sols-corine-land-cover.html>

Référence 4 : Le portail du réseau Natura 2000

<http://www.natura2000.fr/>