



Earth Observation Consulting Services

Prélocalisation des zones humides du périmètre du SAGE ARROUX- BOURBINCE

Bureau d'étude TTI PRODUCTION



Méthodologie de la photo-interprétation
Ajustement des paramètres IBK
Assemblages des données pour la prélocalisation

Discussion sur la hiérarchisation

Rappel

Prélocalisation des zones humides du SAGE Arroux Bourbince

Objectifs : Identifier et cartographier les zones humides du bassin hydrographique du SAGE Arroux - Bourbince (3177 km²) en réalisant une cartographie au 1/ 25 000ème et une base de données géoréférencées. Puis, la réalisation de différentes cartes de synthèse.

- **améliorer la connaissance** en constituant un premier bilan des zones à dominantes humides du territoire qui permettra d'inventorier ces espaces sur le terrain et de suivre leur évolution
- **support de planification et d'évaluation de la politique régionale** dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques qui devrait permettre d'intervenir sur la gestion de ces espaces
- **outil de communication**, d'information et de sensibilisation
- **outil d'aide à la décision pour les acteurs de l'eau** du bassin versant (agences de l'eau, collectivités et structures porteuses des contrats territoriaux, chambres consulaires, associations...).

PLAN

Prélocalisation des zones humides du SAGE Arroux Bourbince

- A/ Nomenclature de la photo-interprétation
- B/ Méthodologie de photo-interprétation
- C) Intégration des étangs de Cassini
- D) Seuillage de l'IBK
- E) Résultats de la photo-interprétation
- F) Combinaison: Buffer hydrographique & IBK
- G) Assemblage des couches
- H) Maillage de la hiérarchisation
- I) Définition des fonctionnalités
- J) Discussion des Enjeux/pressions

A/ Nomenclature de la photo-interprétation

NOMENCLATURE	
1	Surface cultivée
2	Surface en herbe
3	Surface inondée végétalisée
4	Milieu arboré (Forêt)
5	Boisement organisé
6	Milieu arbustif
7	Linéaire arboré
1	agricole
2	aménagée (loisir, plantation ou EP)
3	périphérique aux extractions de matériaux naturelles
1	en bordure de cours d'eau
2	avec traces d'écoulements
3	en bordure de plan d'eau naturel
4	en bordure de plan d'eau artificiel
5	autre
6	îles



classe	
11	Surface cultivée en zone agricole
12	Surface cultivée en zone aménagée
13	Surface cultivée en zone d'extractions de matériaux
14	Surface cultivée en zone naturelles
21	Surface en herbe en zone agricole
22	Surface en herbe en zone aménagée
23	Surface en herbe en zone d'extractions de matériaux
24	Surface en herbe en zone naturelles
31	Surface inondée végétalisée en zone agricole
32	Surface inondée végétalisée en zone aménagée
33	Surface inondée végétalisée en zone d'extractions de matériaux
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelles
41	Milieu arboré (Forêt) en zone agricole
42	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée
43	Milieu arboré (Forêt) en zone d'extractions de matériaux
44	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles
51	Boisement organisé en zone agricole
52	Boisement organisé en zone aménagée
53	Boisement organisé en zone d'extractions de matériaux
54	Boisement organisé en zone naturelles
61	Milieu arbustif en zone agricole
62	Milieu arbustif en zone aménagée
63	Milieu arbustif en zone d'extractions de matériaux
64	Milieu arbustif en zone naturelles
71	Linéaire arboré en zone agricole
72	Linéaire arboré en zone aménagée
73	Linéaire arboré en zone d'extractions de matériaux
74	Linéaire arboré en zone naturelles

En bleu, les classes identifiées sur la BD Ortho au niveau 1 et 2 de la nomenclature

NOTE : Le niveau 3 est ajouté par requête SIG sur la base des relations au cours d'eau et plans d'eau

A/ Nomenclature de la photo-interprétation

CODE	TPOLOGIE	DETAIL	EQUIVALENT SDAGE
1 1 1	Surface cultivée en zone agricole en bordure de cours d'eau	Champs en culture ou en sol nu avec traces d'humidité	5
1 1 2	Surface cultivée en zone agricole avec traces d'écoulements	Champs en culture ou en nu avec écoulements temporaires	11
1 1 5	Surface cultivée en zone agricole autre	Champs en culture ou en nu en dépression avec eau stagnante temporaire	1
2 1 1	Surface en herbe en zone agricole en bordure de cours d'eau	Prairies agricoles, pâturages avec traces d'humidité	5
2 1 2	Surface en herbe en zone agricole avec traces d'écoulements	Prairies agricoles, pâturages avec écoulements temporaires	11
2 1 4	Surface en herbe en zone agricole en bordure de plan d'eau artificiel	Prairies agricoles, pâturages avec traces d'humidité	9 13
2 1 5	Surface en herbe en zone agricole autre	Prairies agricoles, pâturages en dépression avec eau stagnante +/- temporaire	11
2 2 1	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de cours d'eau	Prairies naturelles avec traces d'humidité	5
2 2 2	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) avec traces d'écoulements	Prairies naturelles avec écoulements temporaires	8 11
2 2 3	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau naturel	Prairies naturelles avec traces d'humidité	8 9
2 2 4	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau artificiel	Prairies naturelles avec traces d'humidité	8 9 13
2 2 5	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) autre	Prairies naturelles en dépression avec eau stagnante +/- temporaire	8 11
2 3 4	Surface en herbe en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau artificiel	Bordure herbacée de bassin (rétention)	9
2 4 1	Surface en herbe en zone naturelles en bordure de cours d'eau	Bordure herbacée de cours d'eau	5
2 4 2	Surface en herbe en zone naturelles avec traces d'écoulements	Prairies naturelles avec écoulements	11
2 4 3	Surface en herbe en zone naturelles en bordure de plan d'eau naturel	Bordure herbacée de lac/étang	8 9
2 4 4	Surface en herbe en zone naturelles en bordure de plan d'eau artificiel	Bordure herbacée de bassin (décantation ou autre)	8 9 13
2 4 5	Surface en herbe en zone naturelles autre	Prairies naturelles avec dépression et eau +/- temporaire	11
3 2 4	Surface inondée végétalisée en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau artificiel	Zone herbacée de fluctuation de niveau d'eau de bassin (rétention)	8 9 13
3 3 4	Surface inondée végétalisée en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau artificiel	Zone herbacée de fluctuation de niveau d'eau de bassin (décantation ou autre)	9 13
3 4 1	Surface inondée végétalisée en zone naturelles en bordure de cours d'eau	Marais (jonc, carex...), roselière, prairies tourbeuses	5 10
3 4 3	Surface inondée végétalisée en zone naturelles en bordure de plan d'eau naturel	Marais (jonc, carex...), roselière, prairies tourbeuses ou zone de fluctuation de niveau d'eau	9 10
3 4 5	Surface inondée végétalisée en zone naturelles autre	Tourbière (dépression)	11
4 2 1	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de cours d'eau	forêts riveraines	5
4 2 3	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau naturel	forêts riveraines	9
4 2 4	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau artificiel	forêts riveraines	9 13

Nomenclature détaillée



A/ Nomenclature de la photo-interprétation

CODE	TPOLOGIE	DETAIL	EQUIVALENT SDAGE
4 3 1	Milieu arboré (Forêt) en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de cours d'eau	forêts riveraines	5 13
4 3 3	Milieu arboré (Forêt) en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau artificiel	forêts riveraines	9 13
4 3 4	Milieu arboré (Forêt) en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau naturel	forêts riveraines	9 13
4 4 1	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles en bordure de cours d'eau	forêts riveraines	5
4 4 3	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles en bordure de plan d'eau naturel	forêts riveraines	9
4 4 4	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles en bordure de plan d'eau artificiel	forêts riveraines	9 13
5 2 1	Boisement organisé en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de cours d'eau	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	5 12
5 2 3	Boisement organisé en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau naturel	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	9 12
5 2 4	Boisement organisé en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau artificiel	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	9 12 13
5 2 5	Boisement organisé en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) autre	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	12
5 3 1	Boisement organisé en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de cours d'eau	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	5 12 13
5 3 4	Boisement organisé en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau artificiel	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	9 12 13
5 3 5	Boisement organisé en zone périphérique aux extractions de matériaux autre	Peupleraie (ou plantation d'une autre espèce)	12 13
6 2 1	Milieu arbustif en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de cours d'eau	Bordure herbacée et +/- arbustive de cours d'eau	5
6 2 4	Milieu arbustif en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de plan d'eau artificiel	Bordure herbacée et +/- arbustive de bassin (rétention)	9 13
6 2 5	Milieu arbustif en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) autre	Dépression +/- artificielle herbacée et +/- arbustive	11
6 3 4	Milieu arbustif en zone périphérique aux extractions de matériaux en bordure de plan d'eau artificiel	Bordure herbacée et +/- arbustive de bassin (décantation ou autre)	9 13
6 4 1	Milieu arbustif en zone naturelles en bordure de cours d'eau	Bordure herbacée et +/- arbustive de cours d'eau	5
6 4 2	Milieu arbustif en zone naturelles avec traces d'écoulements	Zone naturelle +/- arbustive avec traces d'écoulements	11
6 4 3	Milieu arbustif en zone naturelles en bordure de plan d'eau naturel	Bordure herbacée et +/- arbustive de lac/étang	9
7 1 1	Linéaire arboré en zone agricole en bordure de cours d'eau	Ripisylve	5
7 2 1	Linéaire arboré en zone aménagée (loisir, plantation ou EP) en bordure de cours d'eau	Ripisylve	5
7 4 1	Linéaire arboré en zone naturelles en bordure de cours d'eau	Ripisylve	5

Les définitions de chaque classe seront réajustées dans le rapport avec illustrations de chaque type de zones humides.

Comme défini lors de la précédente réunion, un codage selon la nomenclature SDAGE sera ajouté par requête SIG



B/ Méthodologie de photo-interprétation

La photo-interprétation a été réalisée à une **échelle comprise entre le 1/2500 et 1/3000**

L'identification des zones humides s'est effectuée selon les critères suivants :

- . Teinte/couleur sur les images visibles (BD Ortho).

- . Forme et répartition (présence de cours d'eau ou ripisylves à proximité).

Mais l'utilisation en parallèle des données exogènes permet de prendre en compte d'autres facteurs :

- . Dépressions sur les éléments de topographie (MNT – Courbes de niveau Scan 25)

- . Analyse des cours d'eau et plans d'eau naturels ou non

- . Données exogènes diverses comme les cartes de Cassini et la toponymie sur le scan 25, délimitation des zones humides de Côte d'Or et région bourgogne

Limitations :

La principale limite à la photo-interprétation est liée à la BD Ortho car sur le territoire du SAGE, elle est constituée de plusieurs bases différentes et dont la **qualité et la date de l'acquisition** sont différentes. Sur certains secteurs, il est plus difficile d'identifier les zones humides ou potentiellement humides.

B/ Méthodologie de photo-interprétation

Un degré de confiance est défini par le photo-interprète lors de son travail pour chaque zone humide:

L'indice de confiance 1 est associé à toute zone dont l'interprétation est fiable (croisements de données avec la BD ORTHO) et bonne réponse radiométrique et/ou de texture.

L'indice de confiance 2 est attribué aux zones dont l'emprise ou l'identification par photo-interprétation est moins fiable.

L'indice de confiance 3 est associé aux zones douteuses.

L'indice de confiance 4 est appliqué aux zones qui devraient être humides au regard de l'historique, mais non visible à la photo-interprétation.

Note: les **linéaires arborés** n'ont pas de code de confiance, car il n'existe aucun doute concernant la délimitation ou l'identification, en revanche il est impossible de déterminer comme pour la forêt si le caractère humide est avéré ou non.

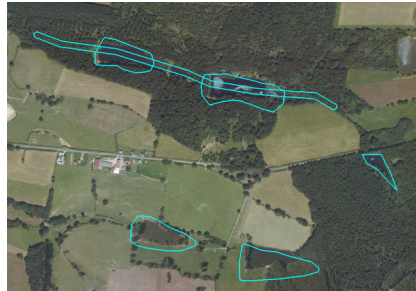


B/ Méthodologie de photo-interprétation

Zones humides Dépt. 21 (Côte d'Or) et
Zones humides de la Région (26) Bourgogne

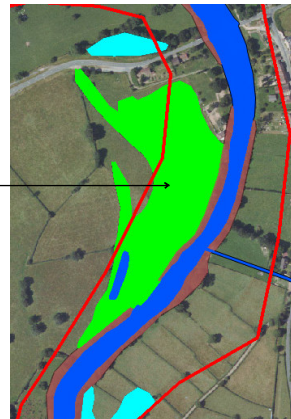
Ces données réalisées au 1/50 000 ne sont pas
compatibles avec l'échelle de photo-interprétation.

Elles ont été utilisées en référence.



L'utilisation de cette
donnée sur certains
secteurs a ajouté un
critère de
détermination de
présence de zones
humides,

Les zones en herbe
le long des cours
d'eau principaux ne
sont pas toujours
caractérisées par
une teinte
particulière, au
mieux, on distingue
une texture
différente.



B/ Méthodologie de photo-interprétation

Exemple inventaire CSNB / CENB



Ces zones humides ont été subdivisées
lorsque nécessaire pour permettre de
coder la typologie selon la nomenclature
définie.

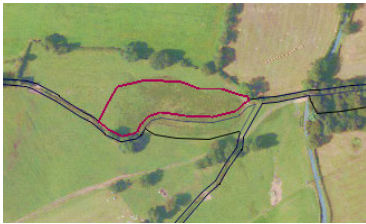
Les inventaires collectés ont été **intégrés**
dans la couche de photo-interprétation:
- Soit directement sans modification lorsqu'il
s'agissait de ZH non visibles sur la BD Ortho
- Soit en modifiant légèrement les contours
pour caler à l'échelle de photo-interprétation

Par défaut, le code de confiance attribué à ces
zones est de 1.

Inventaire du BV du Lac de Sorme



B/ Méthodologie de photo-interprétation



CONFIANCE 1



Zones souvent en contact avec le réseau présentant au moins deux de ces caractéristiques:

- une végétation différente
- des traces d'écoulements connectées au réseau
- des traces radiométriques sombres (stagnation +/- temporaire d'eau)
- un réseau de drainage



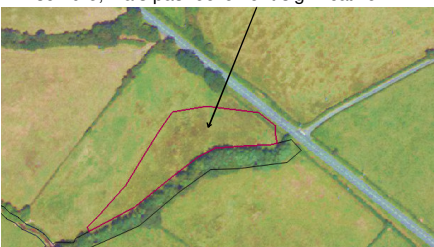
Earth Observation Consulting Services

B/ Méthodologie de photo-interprétation



Zones en queue de réseau présentant une végétation différente, mais aussi des traces d'écoulements connectées au réseau

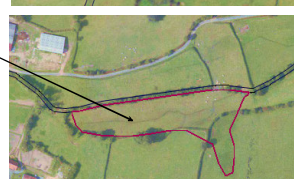
Zones en bordure de réseau présentant une végétation différente et une radiométrie plus sombre, mais pas réellement significative



Zones en bordure d'un réseau important présentant une végétation différente et des paléo traces de réseau

CONFIANCE 2

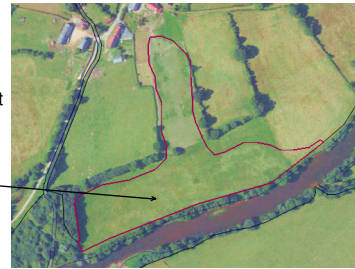
Zones en bordure de réseau présentant des traces d'écoulements connectées au réseau et une radiométrie légèrement plus sombre



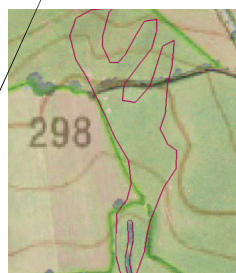
B/ Méthodologie de photo-interprétation



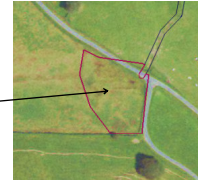
Zones en bordure d'un réseau important présentant une végétation légèrement différente, mais pas de traces radiométriques



CONFIANCE 3



Zones en queue de réseau présentant une végétation différente, mais aussi une accumulation possible liée à la structure (route, talus, haies)



Zones isolées présentant une végétation peu significative, mais aussi des traces radiométriques légères



Zones isolées ou en queue de réseau présentant une végétation différente, mais peu significative

C/ Intégration des étangs de Cassini



Les étangs historiques de Cassini ont été intégrés dans la couche de photo-interprétation tout en priorisant les observations:

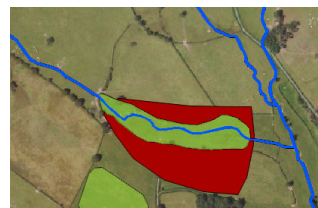
La photo-interprétation se fait dans un premier temps pour délimiter ce qui est visible

L'ajout de la limite de l'étang **complète les observations** (2). Elle se base sur les courbes de niveau et structures du scan 25.

Lorsque rien n'est visible sur la BD Ortho, l'étang est **ajouté directement** (1).

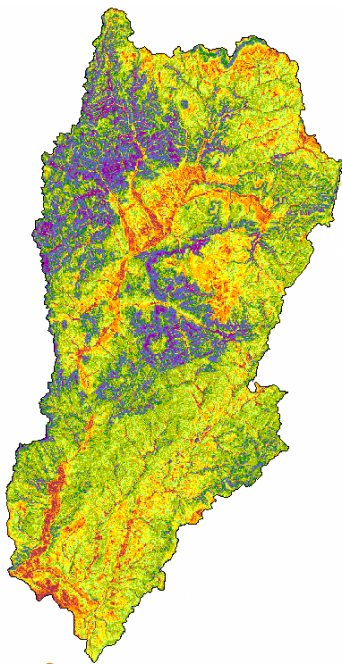


1



2

D) Seuillage de l'IBK



Formule : $IBK = \ln(a / \tan(b))$
 a = surface drainée au point considéré
 b = pente

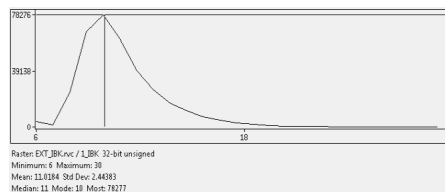
L'indice de Beven-Kirkby, du nom de son inventeur, est un modèle de calcul sur une surface numérique. Il s'agit d'un indice topographique d'estimation de la position des sols potentiellement saturés en eau (sols hydromorphes).

Il représente la capacité d'un point à accumuler de l'eau en fonction de la quantité d'eau qui s'y déverse et qui s'en échappe.

Un indice élevé correspond à une forte probabilité de présence de zones humides.

Deux hypothèses :

- 1 – les zones humides sont situées préférentiellement sur les sols hydromorphes
- 2 – les ruptures de pente et la surface drainée à l'amont indiquent la présence de sols hydromorphes



D) Seuillage de l'IBK

classe	<8	8-8.5	8.5-9	9-9.5	9.5-10	10-10.5	10.5-11	11-11.5	11.5-12	12-12.5	12.5-13	13-13.5	13.5-14	14-14.5	>14.5
84	0.31	4.03	15.68	33.36	50.93	66.7	78.55	85.84	91.09	94.53	96.39	97.52	98.08	98.33	100
111	0.73	2.19	29.93	54.01	71.53	88.32	91.97	98.54	98.54	99.27	100	100	100	100	100
112	0	0.9	7.16	18.73	28.66	42.91	69.55	78.66	83.51	86.49	87.91	89.63	90.75	90.82	100
113	0.37	2.14	9.38	22.75	40.39	57.66	71.4	75.95	79.39	81.15	81.62	83.75	84.12	84.12	100
121	0	0	0	26.09	69.57	69.57	78.26	100	100	100	100	100	100	100	100
211	1.05	5.43	16.95	32.57	48.8	63.94	77.1	83.42	87.56	90.77	92.89	94.49	95.23	95.78	100
212	0.75	5.95	17.46	33.78	48.9	62.45	75.4	82.05	86.54	89.71	91.5	93.27	94.01	94.33	100
213	0.57	4.74	14.79	27.91	40.71	55.39	71.85	78.78	83.39	86.55	88.31	90.34	91.04	91.38	100
221	4.28	7.81	20.87	39.8	59.27	71.67	82.98	90.32	93.98	95.96	96.7	97.63	97.82	97.86	100
222	1.13	7.27	22.45	43.2	59.31	72.16	82.01	86.33	90.41	92.6	94.55	95.74	96.05	96.11	100
223	0	0	6.21	24.14	44.14	66.21	82.76	85.52	85.52	91.03	93.79	93.79	94.48	94.48	100
232	0	0	0	0	0	5.41	48.65	72.97	85.14	90.54	91.89	94.59	94.59	94.59	100
233	0	0	0	0	0	2.56	41.03	76.92	94.87	94.87	100	100	100	100	100
241	5.92	12.71	24.9	39.92	56.53	70.55	80.35	85.67	89.38	91.4	92.83	94.53	95.07	95.35	100
242	1.99	14.19	34.96	53.38	68.25	77.73	85.04	89.81	92.29	93.64	94.92	96.42	97.28	97.86	100
243	4.68	23.08	36.4	49.64	67.39	75.06	85.23	89.99	91.85	93.54	94.35	95.16	95.4	95.4	100
321	0	0	0	5.26	10.53	10.53	26.32	26.32	26.32	36.84	47.37	57.89	57.89	78.95	100
341	1.82	3.77	8.12	12.99	19.74	29.87	40.39	50.26	58.38	63.83	66.56	71.43	75.13	76.62	100
343	0	0	0	5.56	9.26	24.07	46.3	61.11	66.67	66.67	72.22	81.48	90.74	98.15	100
422	0	0	15.15	36.36	51.52	66.67	72.73	81.82	90.91	96.97	96.97	96.97	100	100	100
441	4.88	10.53	17.89	28.97	45.94	69.52	79.33	83.62	87.33	89.68	91.28	92.63	93.47	93.68	100
442	5.11	11.01	19.51	31.63	42.64	53.42	66.56	73.88	80.57	84.66	86.55	89.77	91.19	91.74	100
443	2.49	11.74	17.44	32.03	43.06	58.01	76.16	86.83	90.04	92.88	95.02	95.73	95.73	95.73	100
521	2.05	6.68	15.37	28.34	47.42	66.38	77.51	84.1	88.52	91.7	94.19	95.5	96.16	96.24	100
522	2.68	5.6	10.95	20.8	46.23	73.36	88.32	94.53	96.47	97.81	98.05	98.42	98.54	98.54	100
523	2.36	4.39	16.55	40.54	63.85	73.99	87.5	90.2	93.58	94.93	96.62	99.32	99.66	99.66	100
621	2.81	6.43	17.67	34.14	60.64	72.69	85.94	93.17	96.39	97.59	97.99	99.2	99.2	99.2	100
622	0	11.43	33.33	60	76.19	82.86	88.57	92.38	95.24	99.05	100	100	100	100	100
641	6.75	15.42	27.71	37.47	50.72	63.86	76.39	83.01	86.99	89.64	91.45	93.98	94.58	94.94	100
642	4.83	13.68	26.32	41.15	58.62	70	78.97	82.64	87.24	89.66	93.1	94.94	96.78	98.16	100
643	10.45	31.36	44.25	49.13	53.66	61.32	71.78	79.44	83.62	87.46	87.46	90.24	90.94	90.94	100
710	0	0	5.26	23.68	34.21	44.74	57.89	63.16	71.05	71.05	76.32	86.84	89.47	94.74	100
720	3.27	9.05	23.06	41.21	59.57	74.11	85.75	91.03	93.87	95.48	96.54	97.31	97.71	97.92	100
740	1.33	5.59	14.39	27.28	41.1	55.12	68.34	76.03	81.49	85.92	88.78	91.1	92.28	93.1	100
TOTAL 1	2.32	9.17	19.57	32.67	47.10	61.24	73.54	82.65	87.34	89.60	91.27	93.09	93.89	95.35	100.00
TOTAL 2	1.22884	6.05674	17.0218	32.0916	47.1828	61.5443	74.8997	81.6305	86.1663	89.3778	91.2989	93.0747	93.8483	94.2641	100
TOTAL 3	1.43005	6.59094	18.1353	33.8545	49.4402	63.6038	76.242	82.7022	87.0193	90.0518	91.8959	93.6137	94.3829	94.7775	100
classe	<8	8-8.5	8.5-9	9-9.5	9.5-10	10-10.5	10.5-11	11-11.5	11.5-12	12-12.5	12.5-13	13-13.5	13.5-14	14-14.5	>14.5

D) Seuillage de l'IBK

Sur l'exemple ci-dessous, on voit que sur 5 pixels de 25 mètres de large, si le dernier pixel présente un dénivelé de 2 mètres par rapport aux 4 autres, les 3 premières pentes relatives (en rouges) calculées ($\sin(\text{angle}) = \text{dénivelé}/\text{distance}$) sont égales à 0 et la dernière égale à 4.58° alors que la pente réelle (en vert) devrait être de 1.14° pour les 4 valeurs.



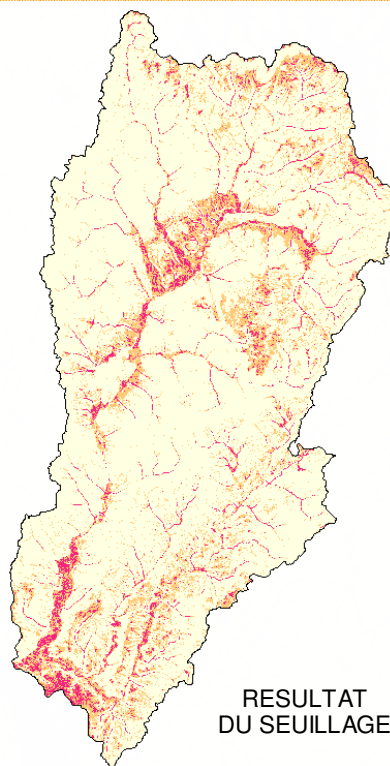
Ce problème lié à la BD Alti qui est en entier génère des artefacts pour les pentes les plus faibles qui correspondent à des sauts de courbes de niveau. Ces artefacts doivent être corrigés.

À partir des statistiques, on peut établir les 2 seuils représentant les fortes et moyennes probabilités de présence de zones humides qui correspondent à 80 % (seuil 2) et 60 % (seuil 1) de présence des échantillons utilisés pour le calibrage.

Seuil 1	10.1
Seuil 2	11.2



Earth Observation Consulting Services

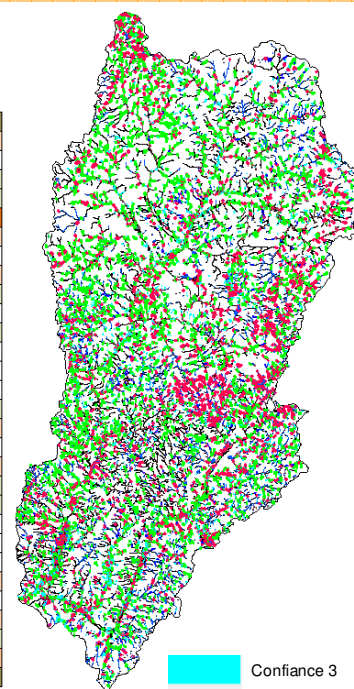


RESULTAT
DU SEUILLAGE

E) Résultats de la photo-interprétation

classe	
11	Surface cultivée en zone agricole
12	Surface cultivée en zone aménagée
13	Surface cultivée en zone d'extractions de matériaux
14	Surface cultivée en zone naturelles
21	Surface en herbe en zone agricole
22	Surface en herbe en zone aménagée
23	Surface en herbe en zone d'extractions de matériaux
24	Surface en herbe en zone naturelles
31	Surface inondée végétalisée en zone agricole
32	Surface inondée végétalisée en zone aménagée
33	Surface inondée végétalisée en zone d'extractions de matériaux
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelles
41	Milieu arboré (Forêt) en zone agricole
42	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée
43	Milieu arboré (Forêt) en zone d'extractions de matériaux
44	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles
51	Boisement organisé en zone agricole
52	Boisement organisé en zone aménagée
53	Boisement organisé en zone d'extractions de matériaux
54	Boisement organisé en zone naturelles
61	Milieu arbustif en zone agricole
62	Milieu arbustif en zone aménagée
63	Milieu arbustif en zone d'extractions de matériaux
64	Milieu arbustif en zone naturelles
71	Linéaire arboré en zone agricole
72	Linéaire arboré en zone aménagée
73	Linéaire arboré en zone d'extractions de matériaux
74	Linéaire arboré en zone naturelles

Nbr poly	% nbr	ha	% surface
151	0.751	161	1.387
4	0.020	2	0.017
0	0	0	0
0	0	0	0
9733	48.430	7971	68.645
895	4.453	271	2.334
6	0.030	7	0.060
938	4.667	573	4.935
0	0	0	0
3	0.015	1	0.009
0	0	0	0
104	0.517	99	0.853
2	0.010	0.3	0.003
23	0.114	3	0.026
0	0	0	0
236	1.174	247	2.127
1	0.005	1	0.009
341	1.697	212	1.826
0	0	0	0
0	0	0	0
2	0.010	0.3	0.003
114	0.567	23	0.198
1	0.005	0.3	0.003
252	1.254	125	1.076
12	0.060	3	0.026
1095	5.449	332	2.859
0	0	0	0
6184	30.771	1580	13.607
20097	100	11612	100



Confiance 3
Confiance 2
Confiance 1



Earth Observation Consulting Services

E) Résultats de la photo-interprétation

classe	CONFIANCE 1				CONFIANCE 2				CONFIANCE 3			
	Nbr poly	% nbr	ha	% surface	Nbr poly	% nbr	ha	% surface	Nbr poly	% nbr	ha	% surface
11 Surface cultivée en zone agricole	21	0.493	9	0.317	72	1.248	85	2.026	58	2.087	67	2.514
12 Surface cultivée en zone aménagée	2	0.047	1.3	0.046	0	0	0	0	2	0.072	0.8	0.030
13 Surface cultivée en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 Surface cultivée en zone naturelles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 Surface en herbe en zone agricole	2521	59.178	1914	67.425	4723	81.897	3608	85.997	2489	89.565	2449	91.888
22 Surface en herbe en zone aménagée	513	12.042	165	5.813	347	6.017	98	2.336	35	1.259	10	0.375
23 Surface en herbe en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	5	0.087	4	0.095	1	0.036	3	0.113
24 Surface en herbe en zone naturelles	502	11.784	292	10.286	333	5.774	204	4.862	103	3.706	77	2.889
31 Surface inondée végétalisée en zone agricole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 Surface inondée végétalisée en zone aménagée	3	0.070	1	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0
33 Surface inondée végétalisée en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 Surface inondée végétalisée en zone naturelles	94	2.207	95	3.347	0	0	0	0	10	0.360	4	0.150
41 Milieu arboré (Forêt) en zone agricole	2	0.047	0.3	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0
42 Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée	14	0.329	1	0.035	9	0.156	2	0.048	0	0	0	0
43 Milieu arboré (Forêt) en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44 Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles	112	2.629	148	5.214	94	1.630	80	1.907	30	1.080	18	0.675
51 Boisement organisé en zone agricole	1	0.023	1	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0
52 Boisement organisé en zone aménagée	269	6.315	143	5.038	57	0.988	52	1.239	15	0.540	18	0.675
53 Boisement organisé en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54 Boisement organisé en zone naturelles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61 Milieu arbustif en zone agricole	1	0.023	0.1	0.004	1	0.017	0.2	0.005	0	0	0	0
62 Milieu arbustif en zone aménagée	80	1.878	16	0.564	31	0.538	7	0.167	3	0.108	0.4	0.015
63 Milieu arbustif en zone d'extractions de matériaux	0	0	0	0	1	0.017	0.3	0.007	0	0	0	0
64 Milieu arbustif en zone naturelles	125	2.934	52	1.832	94	1.630	55	1.311	33	1.187	18	0.675
71 Linéaire arboré en zone agricole												
72 Linéaire arboré en zone aménagée												
73 Linéaire arboré en zone d'extractions de matériaux												
74 Linéaire arboré en zone naturelles												
	4260	100	2839	100	5767	100	4196	100	2779	100	2665	100

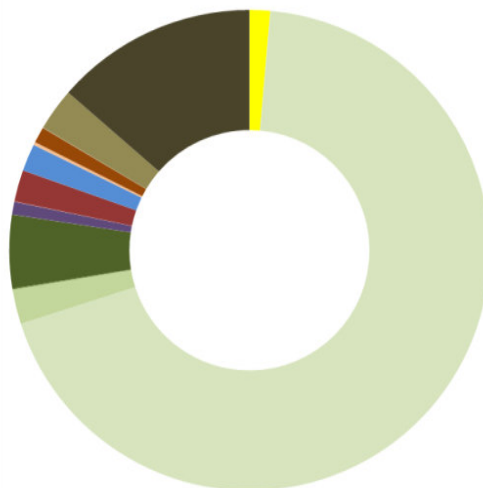
On remarque dans les indices de confiance 2 et 3 une forte part des surfaces en herbe alors que les autres classes présentent généralement moins de doutes.



Earth Observation Consulting Services

E) Résultats de la photo-interprétation

Surface cultivée en zone agricole	1.387
Surface cultivée en zone aménagée	0.017
Surface en herbe en zone agricole	68.645
Surface en herbe en zone aménagée	2.334
Surface en herbe en zone d'extractions de matériaux	0.060
Surface en herbe en zone naturelles	4.935
Surface inondée végétalisée en zone aménagée	0.009
Surface inondée végétalisée en zone naturelles	0.853
Milieu arboré (Forêt) en zone agricole	0.003
Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée	0.026
Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles	2.127
Boisement organisé en zone agricole	0.009
Boisement organisé en zone aménagée	1.826
Milieu arbustif en zone agricole	0.003
Milieu arbustif en zone aménagée	0.198
Milieu arbustif en zone d'extractions de matériaux	0.003
Milieu arbustif en zone naturelles	1.076
Linéaire arboré en zone agricole	0.026
Linéaire arboré en zone aménagée	2.859
Linéaire arboré en zone naturelles	13.607



La part importante de surface en herbe en milieu agricole peut s'expliquer par différents points:

- 1) Les « paires » humides sont effectivement très nombreuses
- 2) La difficulté à distinguer les prairies naturelles des prairies humides a sans doute sous estimé la part de prairies naturelles, car le fauchage et le pâturage ont orienté le classement en zone agricole.
- 3) Les autres classes et notamment les forêts ou zones arbustives sont également très difficiles à identifier et donc sous-estimées



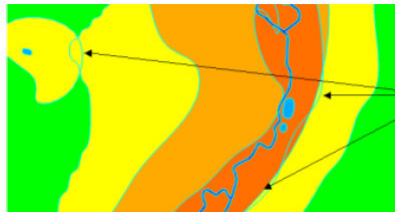
Earth Observation Consulting Services

F) Combinaison: Buffer hydrographique & IBK

La couche vectorielle du buffer plans et cours d'eau donne une bonne indication des zones de forte à moyenne probabilité de présence de zones humides. Cette couche a été générée lors de la seconde étape de l'étude.



Cette information de buffer doit être croisée avec l'IBK (3 niveaux de probabilités) pour **déterminer quatre niveaux de probabilité : nulle, faible, moyenne et forte.**



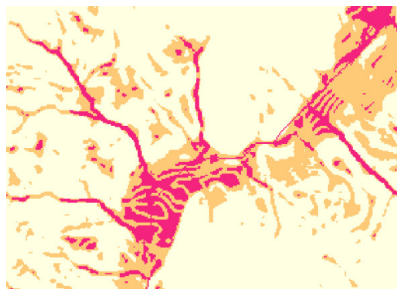
Le croisement permet d'augmenter la fiabilité des probabilités associées à ces enveloppes.

La fusion des deux couches nécessite un nettoyage vectoriel pour éliminer les micro-polygones et autres artefacts.

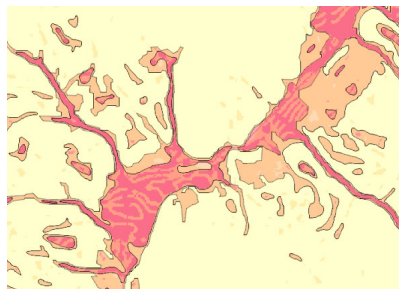


Earth Observation Consulting Services

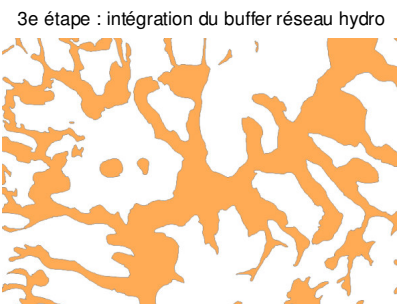
F) Combinaison: Buffer hydrographique & IBK



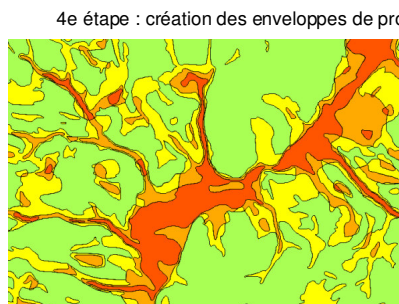
1 ère étape : seuillage de l'IBK en trois classes



2e étape : nettoyage des artefacts



3e étape : intégration du buffer réseau hydro

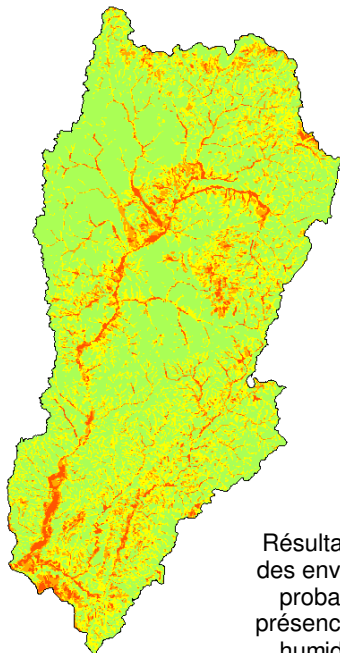


4e étape : création des enveloppes de probabilités



Earth Observation Consulting Services

F) Combinaison: Buffer hydrographique & IBK



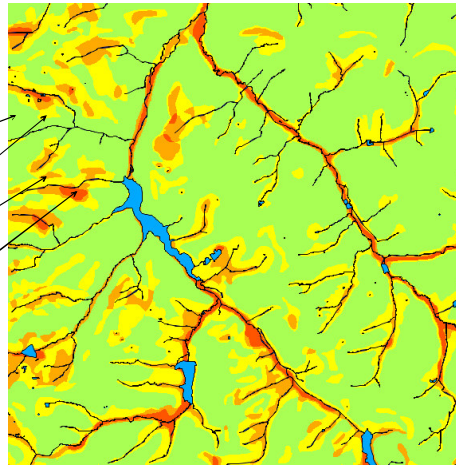
Indice final:

Vert - 0

Jaune - 1

Orange - 2

Rouge - 3



Résultat du calcul
des enveloppes de
probabilités de
présence de zones
humides sur le
SAGE

IBK (3 niveaux)	BUFFER EAU (binaire)	INDICE FINAL
1	non	0 (probabilité quasi nulle)
1	oui	1 probabilité faible
2	non	1 probabilité faible
2	oui	2 probabilité moyenne
3	non	2 probabilité moyenne
3	oui	3 probabilité forte



Earth Observation Consulting Services

F) Combinaison: Buffer hydrographique & IBK

	Surface en Km ²	% de surface
Zone à très faible probabilité de présence	2218	69.9
Zone à faible probabilité de présence	552	17.4
Zone à probabilité moyenne de présence	250	7.9
Zone à forte probabilité de présence	154	4.9
	3174	100.0

Enveloppe de probabilité de présence de zones humides

À ces zones, viendront se soustraire les 116 Km² :

- D'inventaires
- De zones photo-interprétées
- D'étangs de Cassini

qui seront considérés comme zones à **très forte probabilité** de présence (sans tenir compte de l'indice de confiance), car observés sur le terrain, sur la BD ortho ou sur des cartes historiques.



Earth Observation Consulting Services

G) Assemblage des couches



Buffer eau



IBK



Historique Cassini
(671 polygones) = 1120 ha



Inventaire CENB - CSNBS
Inventaire BV du Lac Sorme
(482 polygones) = 734,7 ha



Photo-Interprétation
(19615 polygones) = 10877 ha

Les données d'inventaires et de photo-interprétation ont été homogénéisées (tables, indice, nomenclature...) avant fusion.

Une fois fusionné, le vecteur résultant permettra d'obtenir un vecteur enveloppe final homogène
=>

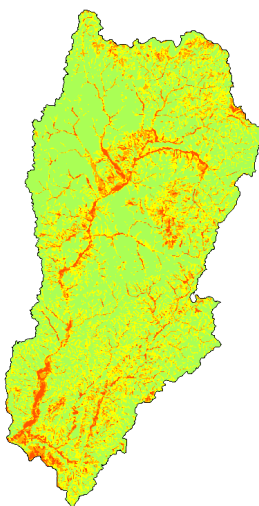
Enveloppes de très fortes probabilités de présence



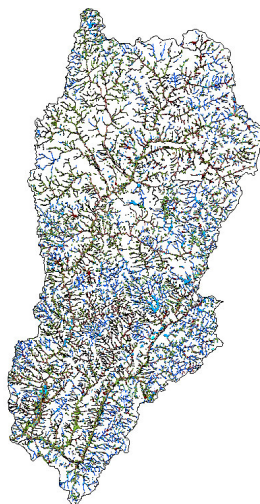
Earth Observation Consulting Services

G) Assemblage des couches

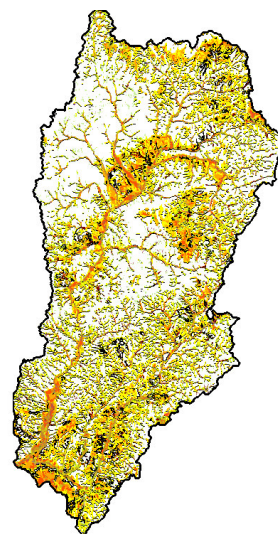
Cette ultime étape de fusion va concaténer le zonage (Buffer Eau + IBK) et les inventaires (PIAO + Inventaires exogènes)



Zonage probabilités



Inventaires &
Photo-Interprétation



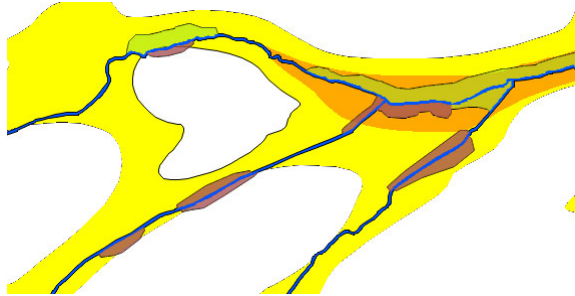
La **cartographie finale**



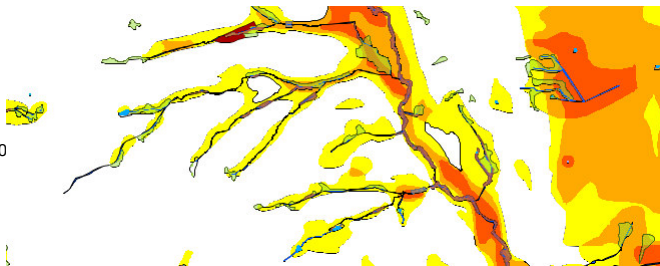
Earth Observation Consulting Services

G) Assemblage des couches

Exemple au 1/5 000



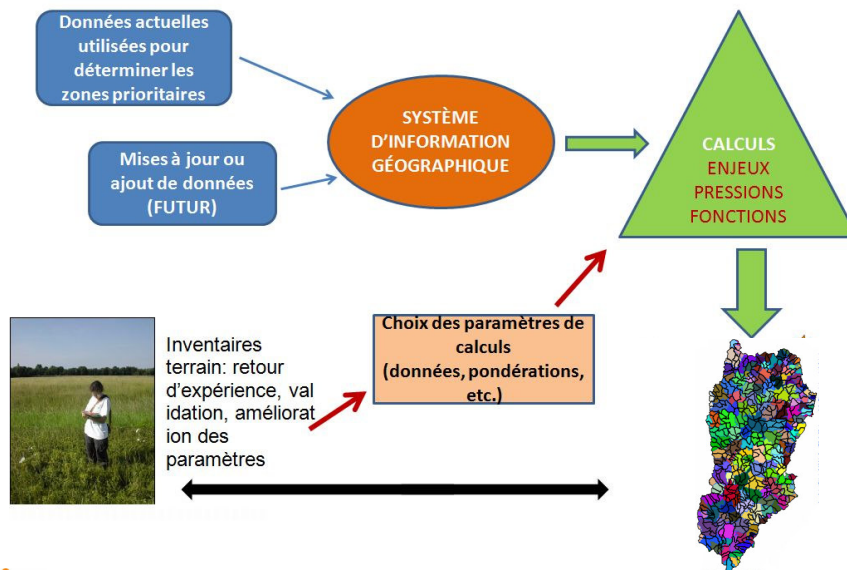
Exemple au 1/25 000



Earth Observation Consulting Services

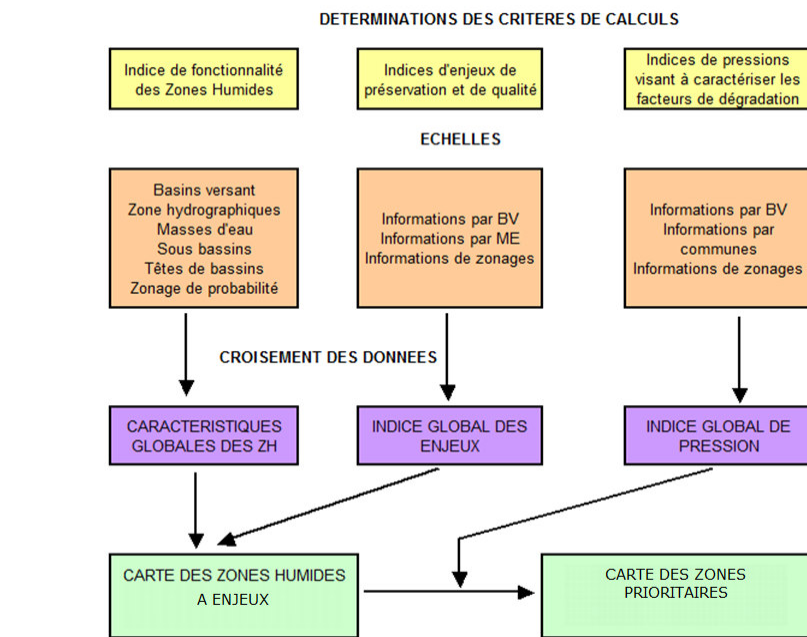
I) Définition des fonctionnalités

► OUTIL DE MESURE ET D'ANALYSE MODULABLE ET ÉVOLUTIF



Earth Observation Consulting Services

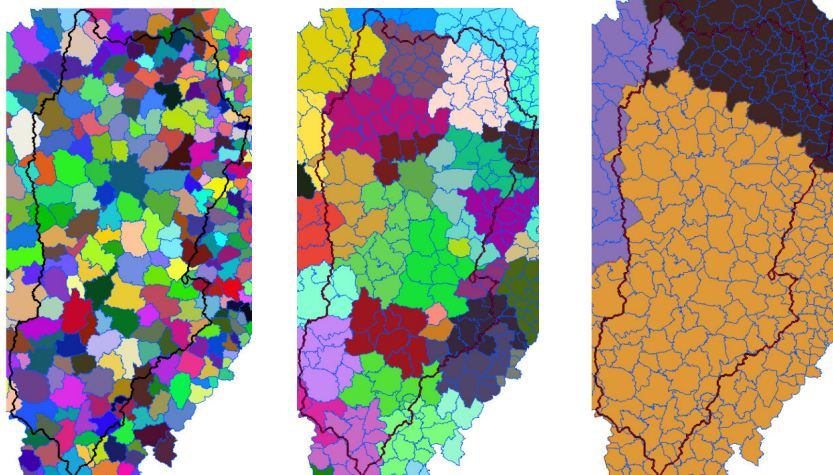
H) Maillage de la hiérarchisation



Earth Observation Consulting Services

H) Maillage de la hiérarchisation

Limites administratives



Communes, cantons départements, régions, arrondissements, communautés de communes, syndicats de rivières, etc.

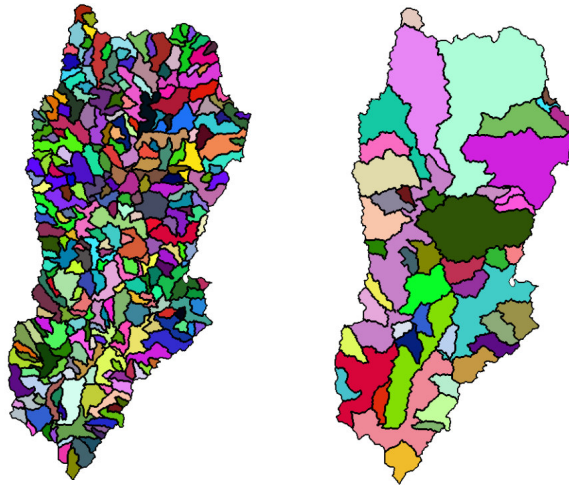
Ces limites dont la plus fine est celle des communes feront partie de maillage afin de permettre l'analyse et l'édition de documents à ces différentes échelles.



Earth Observation Consulting Services

H) Maillage de la hiérarchisation

Limites fonctionnelles



Bassins versants, sous bassins versants, zones hydrographiques, masses d'eau

Ces limites dont la plus fine est celle des sous-bassins versants feront partie de maillage afin de permettre l'analyse et l'édition de documents à ces différentes échelles.



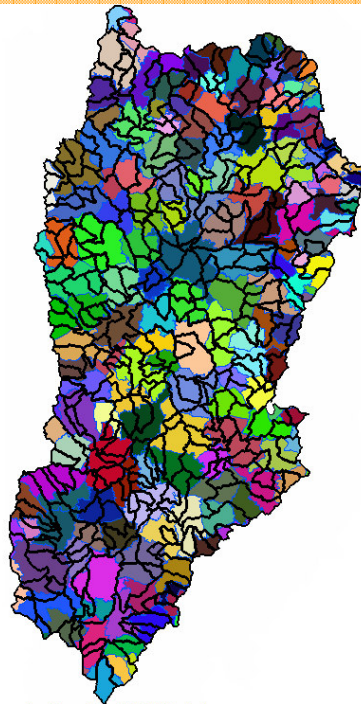
Earth Observation Consulting Services

H) Maillage de la hiérarchisation

Maillage des limites administratives et fonctionnelles

L'assemblage des deux types de limites forme le maillage en surfaces élémentaires qui va servir de base au codage des informations.

Le maillage est assez fin pour différencier les secteurs à enjeux / pressions / fonctionnalités différents, mais permet également de travailler à l'échelle du SAGE pour des analyses synthétiques.



Earth Observation Consulting Services

H) Maillage de la hiérarchisation

Exemple : Liste des champs attributaires d'unités administratives :

Des coefficients de correction permettent de transposer les valeurs des surfaces élémentaires sur les unités administratives ou fonctionnelles.

Ce calcul fait appel aux rapports de surface de chaque surface élémentaire par rapport à l'unité qui le contient

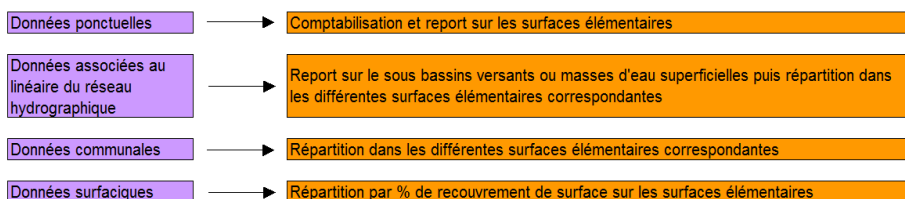
Field Name	Type	Type	Description
ID_COM	Texte	ID	Identifiant unique de polygone
STR_REGION	Texte	Intitulé	Numéro de la région (texte) couvrant cette surface (polygone)
NUM_REGION	Entier	ID	Numéro de la région couvrant cette surface (polygone)
NOM_REGION	Texte	Intitulé	Nom de la région couvrant cette surface (polygone)
STR_DPT	Texte	ID	Numéro du département (texte) couvrant cette surface (polygone)
NUM_DPT	Entier	ID	Numéro du département couvrant cette surface (polygone)
NOM_DPT	Texte	Intitulé	Nom du département couvrant cette surface (polygone)
NUM_ARROND	Entier	ID	Numéro d'arrondissement couvrant cette surface (polygone)
NUM_CANTON	Entier	ID	Numéro du canton couvrant cette surface (polygone)
NOM_CANTON	Texte	Intitulé	Nom du canton couvrant cette surface (polygone)
STR_INSEE	Texte	ID	Numéro INSEE de la commune (texte) couvrant cette surface (polygone)
NUM_COMMUNE	Entier	ID	Numéro INSEE de la commune couvrant cette surface (polygone)
NOM_COMMUNE	Texte	Intitulé	Nom de la commune couvrant cette surface (polygone)
SURF_m_POLY	Double	Surface	Surface en m² de cette surface (polygone)
SURF_m_REGION	Double	Surface	Surface en m² de la partie de la région dans le SAGE couvrant cette surface (polygone)
COEFF_REGION	Double	Coefficient de surface	Coefficient de correction de surface de polygone pour le ramener à la surface des régions: Surface en m² du polygone / surface en m² de la région recoupant ce polygone
SURF_m_DPT	Double	Surface	Surface en m² de la partie du département dans le SAGE couvrant cette surface (polygone)
COEFF_DPT	Double	Coefficient de surface	Coefficient de correction de surface de polygone pour le ramener à la surface des départements: Surface en m² du polygone / surface en m² du département recoupant ce polygone
SURF_m_ARROND	Double	Surface	Surface en m² de la partie de l'arrondissement dans le SAGE couvrant cette surface (polygone)
COEFF_ARROND	Double	Coefficient de surface	Coefficient de correction de surface de polygone pour le ramener à la surface des arrondissements: Surface en m² du polygone / surface en m² de l'arrondissement recoupant ce polygone
SURF_m_CANTON	Double	Surface	Surface en m² de la partie du canton dans le SAGE couvrant cette surface (polygone)
COEFF_CANTON	Double	Coefficient de surface	Coefficient de correction de surface de polygone pour le ramener à la surface des cantons: Surface en m² du polygone / surface en m² du canton recoupant ce polygone
SURF_m_COMMUNE	Double	Surface	Surface en m² de la partie de la commune dans le SAGE couvrant cette surface (polygone)
COEFF_COMMUNE	Double	Coefficient de surface	Coefficient de correction de surface de polygone pour le ramener à la surface de la commune: Surface en m² du polygone / surface en m² de la commune recoupant ce polygone



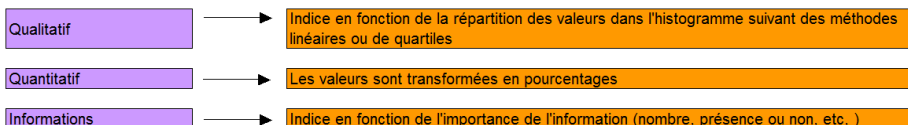
Earth Observation Consulting Services

H) Maillage de la hiérarchisation

Les calculs combinatoires nécessitent de travailler sur une **base homogène**. Cette base est **cartographique**, elle correspond au découpage du territoire en surfaces élémentaires.



Chaque surface élémentaire **hérite** d'une valeur en fonction de sa position et/ou surface par rapport à l'information initiale. Cet héritage est soit direct sans ratio de surface, soit par calcul d'un ratio des surfaces relatives



Earth Observation Consulting Services

I) Définition des fonctionnalités

Préparation de la phase de hiérarchisation:

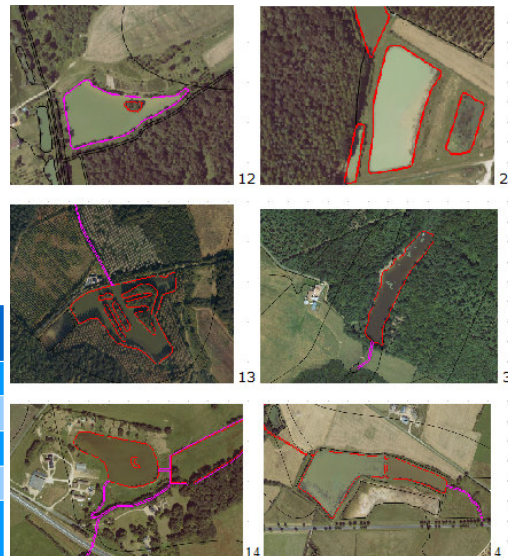
Afin de déterminer les fonctions des zones humides, un certain nombre de critères supplémentaires sont déterminés, et notamment, l'organisation du réseau hydrographique.

Ces critères ont été calculés sur SIG par analyse des relations spatiales entre objets.

CODE	Désignation
0	Pas un plan d'eau
2	Plan d'eau isolé
12	Plan d'eau isolé contenant au moins une île
3	Plan d'eau connecté au RH par 1 drain
13	Plan d'eau connecté au RH par 1 drain contenant au moins une île
4	Plan d'eau connecté au RH par au moins 2 drains
14	Plan d'eau connecté au RH par au moins 2 drains contenant au moins une île



Earth Observation Consulting Services



L'objectif est de pouvoir déterminer si les zones humides sont alimentées ou traversées par un cours d'eau ou connectées à un plan d'eau lui-même alimenté par un cours d'eau.

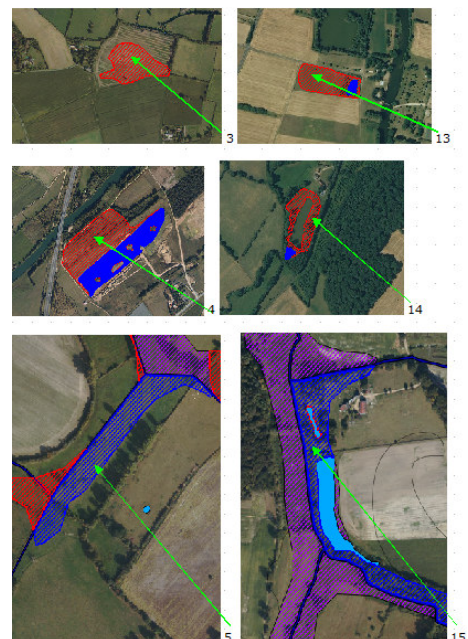
J) Définition des Enjeux/pression

La connexion des zones humides au réseau hydrographique

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



Le calcul de cette relation se fait par requêtes SIG en prenant en compte le nombre de connexions aux plans d'eau et réseaux hydrographiques



Earth Observation Consulting Services

I) Définition des fonctionnalités

L'interception du réseau hydrographique par les zones humides

Le calcul de cette relation se fait par requêtes SIG en prenant en compte :

- le nombre de connexions aux plans d'eau
- le nombre de connexions aux réseaux hydrographiques
- la relation entre les plans d'eau et le réseau

Afin de déterminer si la zone humide en contact avec de l'eau courante.

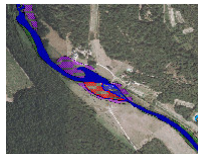
CODE	Description
0	Pas connecté au RH
1	ZH au centre d'un cours d'eau
2	ZH traversé ou bordé sur un long linéaire, par un cours d'eau ou un plan d'eau rattaché au RH
3	ZH touchant ponctuellement un cours d'eau mais pas significatif pour le considéré comme alimenté par le RH



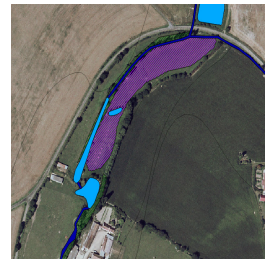
2 recoupé par le RH



2 bordé par un long linéaire de RH



contact avec le cour d'eau non significatif



2 bordé par un long linéaire de RH et d'e plan d'eau en continuité du RH



Earth Observation Consulting Services

I) Définition des fonctionnalités

À partir de ces différentes relations, on détermine un certain nombre de paramètres qui vont intervenir dans le calcul « THÉORIQUE » de la fonctionnalité des zones humides dans chaque surface élémentaire.

À cela, peuvent s'ajouter trois paramètres:

-Le contexte général de la zone humide: se trouve-t-elle dans un milieu forestier ou anthropisé. (information tirée de la couverture Corine Land Cover)

-La position de la zone humide par rapport aux têtes de bassins.

-L'interconnexion : il s'agit de déterminer via une distance tampon (30m) quelles zones humides sont suffisamment proches pour éventuellement être connectées entre elles.

Le calcul de l'indice se fait par la somme pondérée des différents paramètres. Ce calcul est simple et peut être rejoué en fonction des retours terrain par exemple.

$$\text{Indice de fonctionnalité} = (\text{Param 1} \times \text{pondération}) + (\text{Param 2} \times \text{pondération}) + \dots + (\text{Param N} \times \text{pondération})$$



Earth Observation Consulting Services

FONCTION	TYPE	UNITE	
Nombre de plan d'eau	Nombre	Nbr de PE dans entité	
Densité de zones humides	Nombre / Km²	Surface de ZH dans entité	Surface de toutes les ZH
Surface des zones humides	% surface	Surface de ZH dans entité	Surface entité élémentaire
Nombres de zones humides	Nombre	Nbr de ZH dans entité	
Zone humides dans les têtes de bassin	%	Nbr de ZH dans tete BV de l'entité	Nbr total ZH dans entité élémentaire
Part de zones humides connectées au RH	%	Nbr de ZH connectées au RH	Nbr total ZH dans entité élémentaire
Part de zones humides interceptant le RH	%	Nbr de ZH interceptant RH	Nbr total ZH dans entité élémentaire
Surfaces d'interconnexion des zones humides	% surface	Surface d'inter connexion	Surface entité élémentaire
Degré d'interconnexion des zones humides	Indice	indice	Surface entité élémentaire
Surfaces de probabilité moyenne de présence de zones humides	% surface	Surface proba dans entité	Surface entité élémentaire
Surfaces de probabilité forte de présence de zones humides	% surface	Surface proba dans entité	Surface entité élémentaire
Surface forestière	% surface	Surface forestiere	Surface entité élémentaire
Surfaces anthropisées	% surface	Surface anthropisée	Surface entité élémentaire

J) Discussion des Enjeux/pressions

Deux indices supplémentaires sont calculés: l'un pour les pressions, l'autre pour les enjeux du SAGE

Le calcul de chaque indice se fait par la somme pondérée des différents paramètres comme pour les fonctionnalités. Ce calcul est simple et peut être rejoué en fonction des retours terrain par exemple ou des changements dans la définition des enjeux / pressions du SAGE.

ORDRE DU JOUR

3^{ème} réunion d'avancement avec le bureau d'études TTI Production pour l'étude « Pré-localisation des zones humides du périmètre du SAGE »

OBJECTIFS DE LA REUNION

Définir les pressions et les enjeux sur le SAGE afin de déterminer la hiérarchisation des zones humides



1. AVANCEMENT

Nomenclature de la photo-interprétation (A)

La nomenclature adoptée recense 3 catégories : le type de surface, le milieu et la relation de la zone humide au cours d'eau. Si certaines classes n'apparaissent pas (inexistantes ou doubles), la nomenclature personnalisée du SAGE a le mérite d'avoir une équivalence à l'échelle du SDAGE Loire Bretagne.

Méthodologie de la photo-interprétation (B)

Celle-ci a été réalisée **au 1/2500 afin de mieux identifier les zones humides** (le CCTP prévoyait une cartographie au 1/25000). Elle s'est effectuée par le biais de la BD Ortho (colorimétrie des images) et de la présence de la ripisylve et des cours d'eau. A celles-ci s'ajoutent les données exogènes de la topographie (MNT, isohypses, SCAN 25), des cartes de Cassini, la toponymie, les études annexes...

La principale limite de la photo-interprétation réside dans la date de réalisation (par département) de la BD ORTHO : selon la saison, l'identification peut être biaisée. Ainsi, les inventaires de terrain du Conservatoire ou de la CMCU indiquent des zones humides qui n'apparaissent pas à la photo-interprétation. La partie morvandelle du territoire ressort comme une zone difficilement interprétable.

Afin de hiérarchiser la présence de zones humides photo-interprétées, **des indices de confiance** ont été attribués de 1 (forte probabilité) à 4 (faible). Les inventaires terrains ont ainsi un indice de confiance 1. Certains de ces inventaires ont été affinés, d'autres ont été subdivisés en vue de leur classification..

Intégration des étangs de Cassini (C)

Leur référencement permet de compléter les observations ou les absences d'observations depuis la BD ORTHO.

Remarque : l'échelle au 1/86000 des cartes surestime l'emprise des étangs.

Seuillage de l'IBK (D)

Si l'IBK ne tient pas compte de l'occupation du sol, il permet de mettre en exergue les zones de rétention / accumulation propice à la présence de zones humides. Ainsi un indice élevé suggère « uniquement » des conditions favorables pour une zone humide.

Par calcul statistique, 2 seuils de présence de zones humides sont alors établis (forte et moyenne probabilité).

Résultats de la photo-interprétation (E)

Répertoriées selon notre nomenclature et selon les différents indices de confiance, on **recense 11 612 ha de zones humides probables (soit 3,66% du SAGE)** dont plus des 2/3 classées en « Surface en herbe en zone agricole ». Ce pourcentage élevé s'explique par les nombreuses prairies humides ; la difficulté à distinguer prairies naturelles des prairies agricoles ; la sous-estimation des autres classes difficiles à identifier.

Remarque : M. LOY estime ainsi que les « surfaces en herbes en milieu agricoles » soient surestimées par rapport à celles « en milieu naturel ». M. GUILHEM pense le contraire.

M. LOY, à la demande du Conservatoire, confirme le classement des prairies naturelles pâturées en prairies agricoles.

Combinaison Buffer hydrographique & IBK (F)

La probabilité de zones humides par la combinaison du buffer (distance depuis les cours d'eau et les plans d'eau) et de l'IBK est classée par le biais d'indices compris entre 0 (probabilité très faible) et 3 (moyenne à forte). Les résultats de **ces calculs statistiques déterminent 4,9% de zones à forte probabilité de zones humides dans le SAGE (15 400ha)** dans lesquelles on retrouvera une majorité des 11 600 ha inventoriés, photo-interprétées (+ les étangs de Cassini).

Assemblage des couches (G)

On fusionne le buffer hydro avec l'IBK et la carte de Cassini pour obtenir **une carte « zonage probabilités »**. De la même manière et après homogénéisation, on assemble la carte inventaires de terrains (CMCU, Conservatoire) à celle de la photo-interprétation afin d'avoir **une carte avec des enveloppes de très fortes probabilités de présence**.

Ces 2 cartes finales fusionnent pour la cartographie ultime.

2. HIERARCHISATION

Maillage (H)

L'outil de mesure et d'analyse fourni par le BEt permettra d'actualiser et d'ajouter de futures données ainsi que d'améliorer les paramètres de calculs au vu des inventaires de terrains. **L'outil est modulable et évolutif** et permettra de définir et redéfinir des cartes à enjeux, des cartes de zones prioritaires, etc.

Le BEt fournira **des cartes au maillage administratif évolutif** (de la commune au département) ainsi que **des cartes aux limites fonctionnelles** (bassin versant, masse d'eau, etc.). Le regroupement du maillage administratif et fonctionnel permettra de travailler à toutes les échelles.

Définition des fonctionnalités (I)

Il s'agit ici de définir la relation de la zone humide avec les eaux superficielles : alimentation, connexion, traverse, etc.

A ce jeu d'interaction s'ajoute le contexte général de la zone humide (milieu naturel ou anthropisé), sa position vis-à-vis des têtes de bassin ainsi que la distance tampon (à définir : 20/30m) entre les zones humides (interconnexion).

Tous ces critères devront être pondérés.

Discussion des enjeux/pressions (J)

Le calcul de chaque indice (pression et enjeux) se fait par la somme **pondérée** des différents paramètres comme pour les fonctionnalités. Ce calcul est simple et peut être **modulé en fonction des retours terrain ou des changements dans la définition des enjeux / pressions du SAGE**.

Ci-dessous le tableau des pressions proposé.

Tableau des pressions

PRESSIONS	ELEMENTS	PONDERATION
Agricole	SAU et son évolution (2000 - 2010) % Surface drainée par commune Prélèvements par commune	<i>à définir</i>
Urbaine	Densité de population Evolution de la population Recoupement des ZH par les réseaux Degré d'anthropisation du territoire	<i>à définir</i>
Industrielle	Sites industriels Exploitation des ZH Sites d'extraction de matériaux en activité	<i>à définir</i>
Autres	Obstacles à l'écoulement des cours d'eau	<i>à définir</i>

Remarques : La donnée « prélèvements agricoles » paraît plus opportune que celle des surfaces drainées (LOY) qui n'apparaît plus dans les déclarations à la PAC (SIMONET) et dont le secret statistique oblige un traitement biaisé à l'échelle cantonale et non communale (MULLER, REVEL, LOY). Aux pressions agricoles, le Conservatoire propose de rajouter les STH au vu des nombreuses prairies présentes sur le territoire et propices aux ZH.

Le « recoupement des ZH par les réseaux » apparaît intéressant (BRESSOULALY) alors que les « obstacles à l'écoulement » interrogent sur leur conséquence à la fois favorable et défavorable à la présence de ZH (LOY)..

A la demande de l'AELB (DUPONT), M. LOY admet qu'il apparaît difficile de récupérer les informations et d'intégrer les menaces futures (infrastructures, réseaux, SCOT, extension de PLU, etc.).

Par degré d'anthropisation, on sous-entend l'imperméabilisation des sols et donc la perte de zones humides potentielles voire actuelles ainsi que les conséquences sur le rejet des eaux usées.

Ci-dessous le tableau des enjeux proposé.

Tableau des enjeux

ENJEUX	ELEMENTS	PONDERATIONS
ESU (Qualité et quantité)	ZRE Objectifs biologiques et chimiques des masses d'eau (RNROE) Zone vulnérable (Directive Nitrate)	à définir
ESO (Qualité et quantité)	Objectifs biologiques et chimiques des masses d'eau (RNROE)	à définir
Patrimoine	ZNIEFF 1 et 2 SIC, RN, APPB, ZICO, etc.	à définir
Inondation	Limites des zones inondables (AZI) et PHEC	
AEP	Sites de captages et leur périmètre (PPR / PPE) + AAC et BAC	à définir
Autres	Tête de bassins versants	

Remarques : Il s'agira de bien définir les enjeux particuliers de chaque ZNIEFF.

La question s'est posée de rajouter les zones à frayères mais la donnée est uniquement exploitable à l'échelle du linéaire (POULET, REVEL, FAVRICHON). Toute donnée à intégrer et analyser doit être complète à l'échelle du territoire afin de ne pas focaliser que sur les zones connues (LOY).

Objectifs Membres :

- Définir les préférences de maillage /découpage géographique (**tous les membres**).
- Récupérer les données manquantes et les mettre à disposition :
 - **DDT 71** : SAU drainées, PHEC Mesvrin, AAC et BAC
 - **ARS** : PPR et PPE des captages
 - **CMCU** : Etude ONF du Haut bassin forestier du Mesvrin
 - **MULLER** : Autres données agricoles (SAU, STH, prélèvements), urbaines (densité, évolution), patrimoniales et sur les inondations (AZI, PHEC)

Objectifs TTI Production :

- Proposer des pondérations pour les divers indices
- Définir une prochaine date de réunion pour présentation et/ou validation (une réunion subsidiaire ?)

PERSONNES INVITEES : LES MEMBRES DE LA CT BIODIVERSITE DE LA CLE DU SAGE ARROUX BOURBINCE ET SES INVITEES

LISTE DES PERSONNES PRESENTES

Président de la CT Biodiversité et 3è Vice-président	M. Jean-Yves TONDOUX
Président de la CLE	M. Georges SIMON
1^{er} Vice président	M. Jean-Marc GUILHEM
6è Vice-présidente	Mme Paulette ACKERMANN
CA Beaune Cote et Sud	M. Christian BRESSOULALY
Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Mesvrin	M. Michel Pierre DECHAUME
Chambre d'Agriculture Saône et Loire	Mme Sophie SIMONET
CREN Bourgogne	MM. Samuel GOMEZ et Frédéric JEANDENAND
Société d'Histoire Naturelle d'Autun (SHNA)	M. Damien LERAT
Agence de l'Eau Loire Bretagne (délégation Allier Loire Amont)	M. Aymeric DUPONT
DDT de Saône-et-Loire	M. Frédéric REVEL
ONEMA	M. Eric POULET
Chambre d'Agriculture de Cote d'Or (invité technique)	Mme Anne HERMANT
CMCU (invité technique)	M. Nicolas ROUSSEL
Conseil Général de Saône-et-Loire (invité technique)	M. David FAVRICHON
SINETA (invité technique)	M. Stéphane CLEMENT
TTI Production (Bureau d'études)	M. David LOY
Animateur CLE SAGE AB	M. Steve MULLER

LISTE DES PERSONNES EXCUSEES

Pays Charolais Brionnais	M. Gérard CHENAUD
Chambre d'Agriculture Saône et Loire	M. Yves LARGY
CPIE Autunois Morvan	Mlle Amélie DELERUE
UNICEM Bourgogne	Mme Valérie SANTINI et M. Philippe RIVA
DDT de Cote d'Or	M. Gilles BOSSON
Chambre d'Agriculture de Cote d'Or (invité technique)	M. Jérôme MILLANVOYE

LISTE DES PERSONNES ABSENTES

Parc Naturel Régional du Morvan	M. Jean-Baptiste PIERRE
Pays Autunois Morvan	M. Jean-Claude NOUALLET
CRPF Bourgogne	M. Hugues SERVANT (ou son représentant)
Fédération de Pêche de Saône-et-Loire	M. Christian LARGE (ou son représentant)
ONCFS	M. Aurélien LACONDEMINE (ou son représentant)
SIEAB (invité technique)	M. Benjamin GAUTHIER
Invité technique	M. Patrice NOTTEGHEM



**Étude de prélocalisation des zones
humides sur le territoire du SAGE
Nappe de Beauce et de ses milieux
aquatiques associés**

**PHASE 2 : hiérarchisation des enveloppes de
zones humides**

**DOCUMENT SIMPLIFIÉ POUR ILLUSTRATION DE
LA METHODOLOGIE De HIERARCHISATION**

Bureau d'étude

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



ACER Campestre
1 cours de la République
F69100 Villeurbanne
Tél . +33(0) 478 032 920



SOMMAIRE

II) Méthodologie	4
2) Unités de travail.....	5
a) Les subdivisions fonctionnelles.....	5
c) Les subdivisions administratives	7
d) La fusion des deux couches d'informations	8
III) Analyse des fonctionnalités des zones humides identifiées.....	8
1) Données complémentaires.....	8
d) Le nombre, la densité et le pourcentage de surface de zone humide par surface élémentaire	8
2) Structure et relation au réseau hydrographique	10
a) La connexion au réseau hydrographique.....	11
b) L'interception du réseau hydrographique.....	12
c) L'interconnexion des zones humides	14
d) La probabilité de présence des zones humides	15
f) L'occupation du sol autour des zones humides.....	16
3) Synthèse des couches d'information et proposition de formule de combinaison	18
IV) Analyse des pressions s'exerçant sur les zones humides.....	19
1) Définition des pressions	19
a) La pression agricole.....	19
b) La pression urbaine.....	21
c) Pression relative aux sites industriels	Erreur ! Signet non défini.
e) Pression relative aux réseaux qui fragmentent les zones humides.....	23
f) Pression relative à l'exploitation des zones humides.	24
2) Synthèse des couches d'information des pressions et proposition de formule de combinaison	25
V) Analyse des enjeux du SAGE	26
2) Enjeux de biodiversité et patrimoniaux	26
3) Enjeu inondation	29
4) Enjeux sur les masses d'eau superficielles	29

5) Enjeux sur les captages et périmètres de protection	32
6) Synthèse des couches d'information des enjeux et proposition de formule de combinaison	34
VI) Détermination des zones humides prioritaires du Sage	35
VI) Détermination des zones humides prioritaires du Sage	35
1) Méthodologie	35
2) Résultats.....	36
3) Hiérarchisation des zones humides prioritaires	37

II) Méthodologie

Méthodologie générale

Comme l'indique le schéma ci-dessous, le processus va générer une information cartographique sur l'emplacement des zones humides prioritaires du SAGE, puis à partir de ce résultat, définira les zones stratégiques pour le travail d'inventaire en intégrant des critères de pression. Le but étant de mettre en évidence les zones humides les plus aptes à réguler certains enjeux liés à la pollution ou aux masses d'eau, mais également les plus menacées. Il s'agira alors de privilégier l'inventaire de ces zones afin de définir l'état actuel et les mesures éventuelles à prendre pour les préserver.

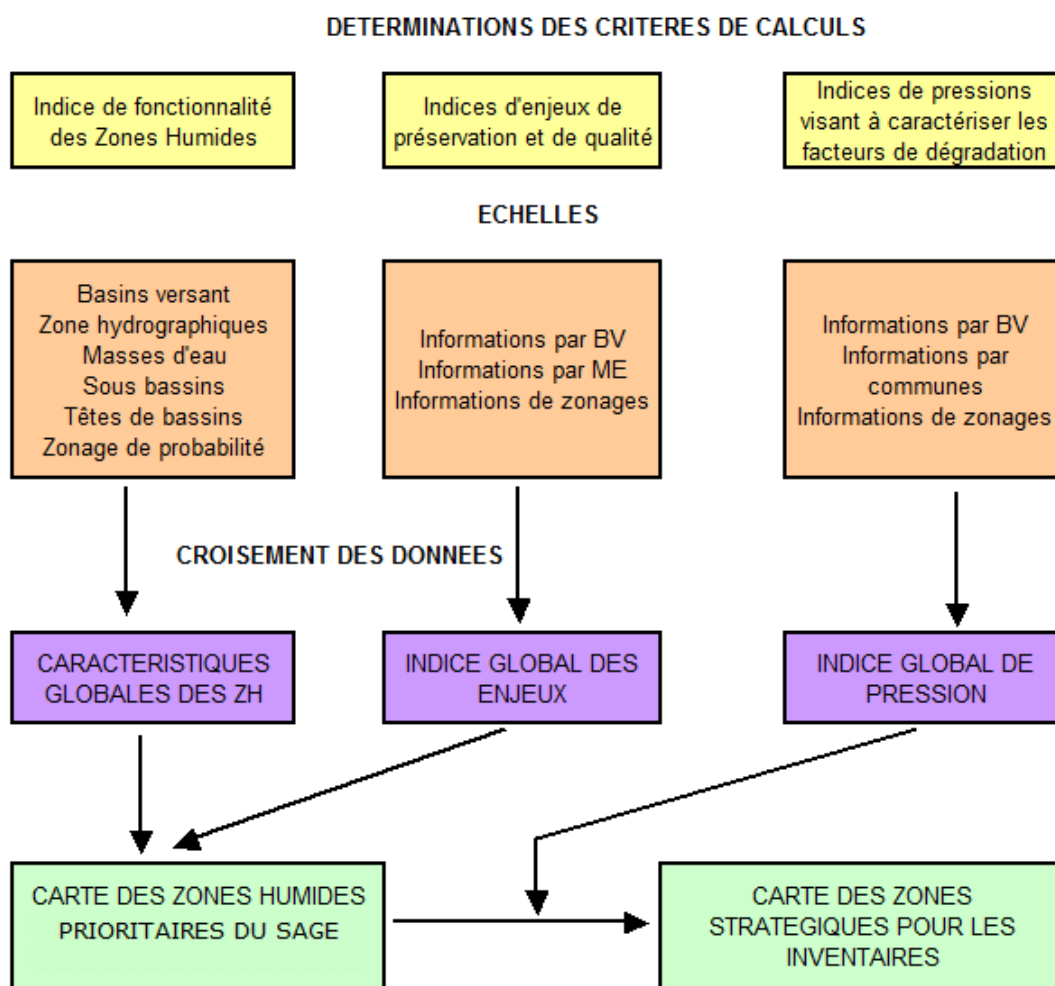


fig. 1) Schéma de la Méthodologie

2) Unités de travail

Tous les critères utilisés ne s'expriment pas forcément au même niveau que ce soit au niveau de la donnée d'entrée que de la restitution cartographique. Il semble important pour l'élaboration de cet outil de hiérarchisation de pouvoir interpréter la donnée selon différentes unités spatiales. En géographie, on traite soit des entités localisées dans l'espace, soit des flux (échanges entre deux lieux géographiques).

Une donnée numérique est liée à la notion de quantité (absolue, relative...) et s'exprime à l'aide d'une unité bien définie. Une variable continue correspond à un nombre potentiellement infini de valeurs. Une variable discontinue (ou discrète) ne comporte qu'un petit nombre de valeurs.

Certaines variables sont non sommables (semi-quantitatives) comme les densités géographiques (exprimée en x/km^2), les taux d'une subdivision de surface en %, et un certain nombre d'indices et de ratios, de fréquences relatives et de pourcentages...

Pour cette raison, il est important de toujours garder à l'esprit qu'il est facile de manipuler les statistiques par rapport à la plus petite unité de surface, car elles ne nécessitent pas de transformation, mais ce n'est pas le cas pour les regroupements de surfaces. Par exemple, la densité de plan d'eau d'un département n'est pas la somme des densités de plans d'eau de chacune des communes qui le compose. Afin de faire cette somme, il est nécessaire de revenir à la surface relative de chaque entité (commune) par rapport à celle du regroupement (département).

Une variable est toujours divisible en surface, mais ce n'est pas pour autant qu'elle s'ajustera aux subdivisions de surfaces. Partant de la densité d'un département, il est toujours possible de transférer la densité aux communes, mais les communes garderont alors toutes la même valeur, indépendamment de leur surface et de leur répartition.

a) Les subdivisions fonctionnelles

Sous-bassins versants : Il s'agit d'une subdivision des 80 zones hydrographiques et bassins versants de la BD Carthage qui ont été densifiés par le calcul des 469 sous-bassins et basés sur une analyse conjointe de la topographie (MNT), des zonages de Masses d'Eau (état qualitatif et quantitatif homogène vis-à-vis de critères de fonctionnement des processus biologiques et physico-chimiques).



fig. 2) Illustration des 469 sous bassins versants (subdivision des bassins et zones hydrographiques de la BD Carthage)

Les Masses d'Eau superficielles : Les masses d'eau constituent le référentiel cartographique élémentaire de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Elles servent d'unité d'évaluation de la qualité des eaux. Sur le SAGE Nappe de Beauce, elles sont au nombre de 104, mais certaines sont découpées en plusieurs parties, car elles se trouvent en bordure de SAGE et leurs limites oscillent d'un côté et d'autre de la limite du SAGE. Les 104 Masses d'Eau superficielles forment donc 130 polygones distincts.



fig. 3) Illustration des 104 masses d'eau superficielles (données Agence de l'eau SN et LB)

c) Les subdivisions administratives

Les régions, départements, districts, et cantons : Les divisions administratives sont codées de façon attributaire sur l'ensemble des polygones et il est aisé d'en faire ressortir l'information quantitative. Il faudra toutefois pendre soin de regarder quel type de variable est manipulée, car additionner le nombre des plans d'eau des surfaces (plus petite unité de subdivision des polygones) composant un département est simple, mais additionner des pourcentages de surfaces de plans d'eau par rapport à la surface de chaque polygone élémentaire nécessite un calcul plus complexe

Les communes : Les communes représentent la plus petite subdivision administrative de la couche d'informations. Elles sont toutefois subdivisées en N polygones résultant du croisement avec la couche des surfaces fonctionnelles (bassins versants ou masses d'eau).



fig. 4) Illustration des 681 communes couvrant le SAGE Nappe de Beauce.

d) La fusion des deux couches d'informations

La fusion des limites fonctionnelles et administratives permet de créer un référentiel cartographique. La fusion est une opération d'addition des deux informations vectorielles.

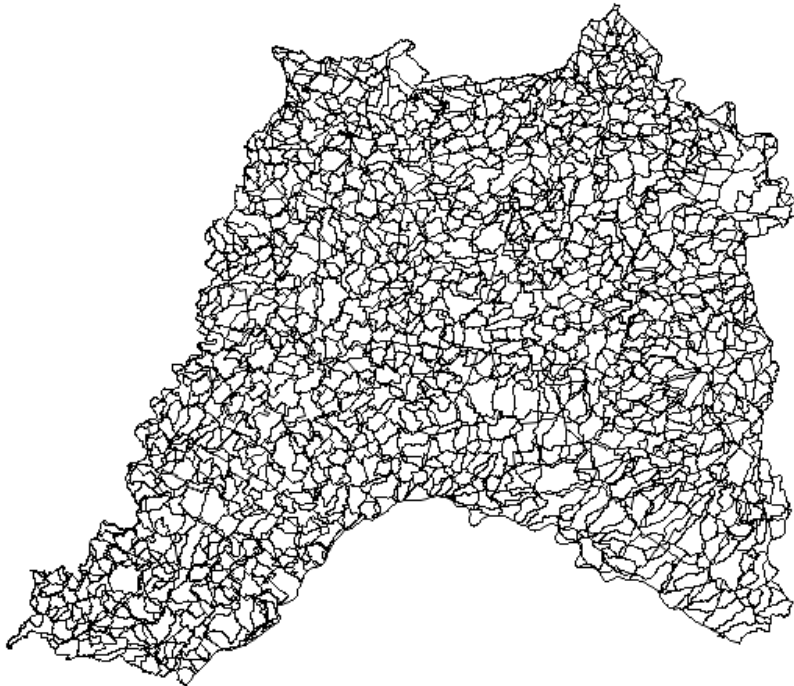


fig. 5) Illustration des 2495 polygones couvrant le SAGE Nappe de Beauce.

La fusion des limites administratives et de la couche des limites de sous bassins versants génère une grande quantité de petits polygones nuisibles à la lecture du document et à la suite des traitements. Ils ont donc été éliminés dans la mesure du possible suivant une règle de priorisation de la limite communale.

III) Analyse des fonctionnalités des zones humides identifiées

1) Données complémentaires

d) Le nombre, la densité et le pourcentage de surface de zone humide par surface élémentaire

Le nombre de zones humide correspond à la somme des polygones de zones humide dans la surface élémentaire. C'est un indicateur important par rapport au nombre de zones humides à inventorier sur la zone.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

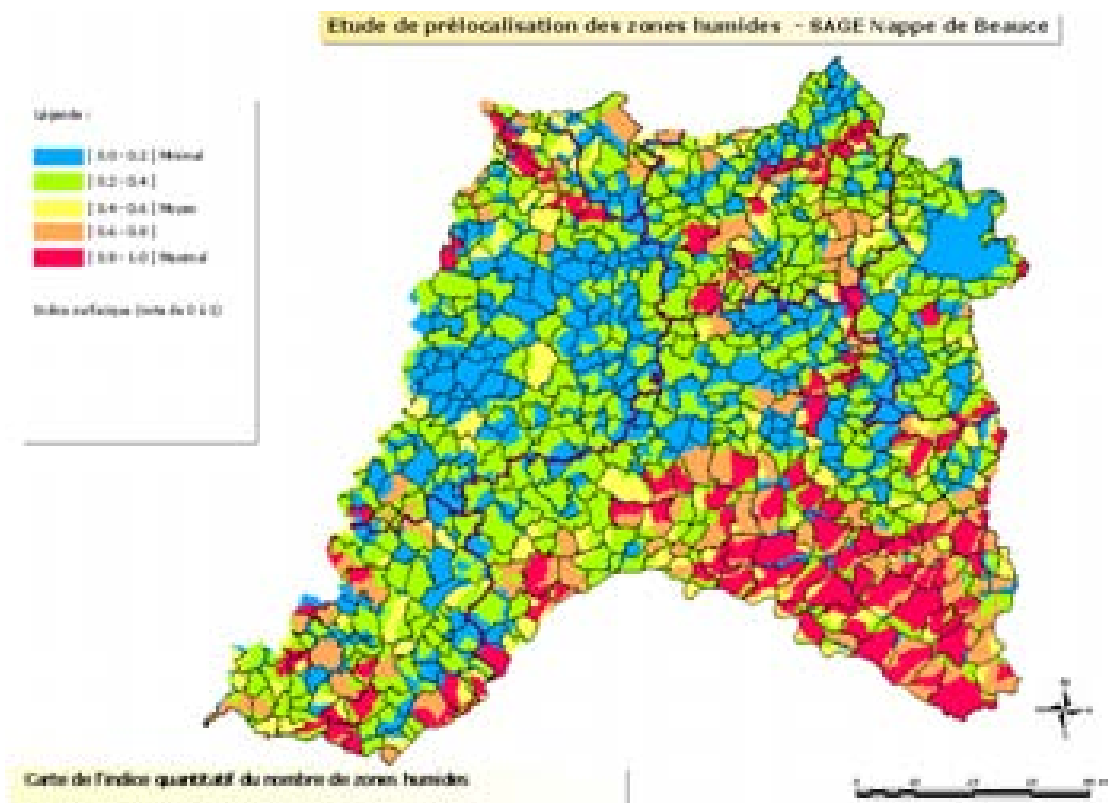


fig. 6) Carte de l'indice quantitatif du nombre de zones humides

La densité de zones humides indique la dispersion des zones humides sur le territoire du SAGE. Plus ce nombre est élevé et plus la fonctionnalité de la zone est importante.

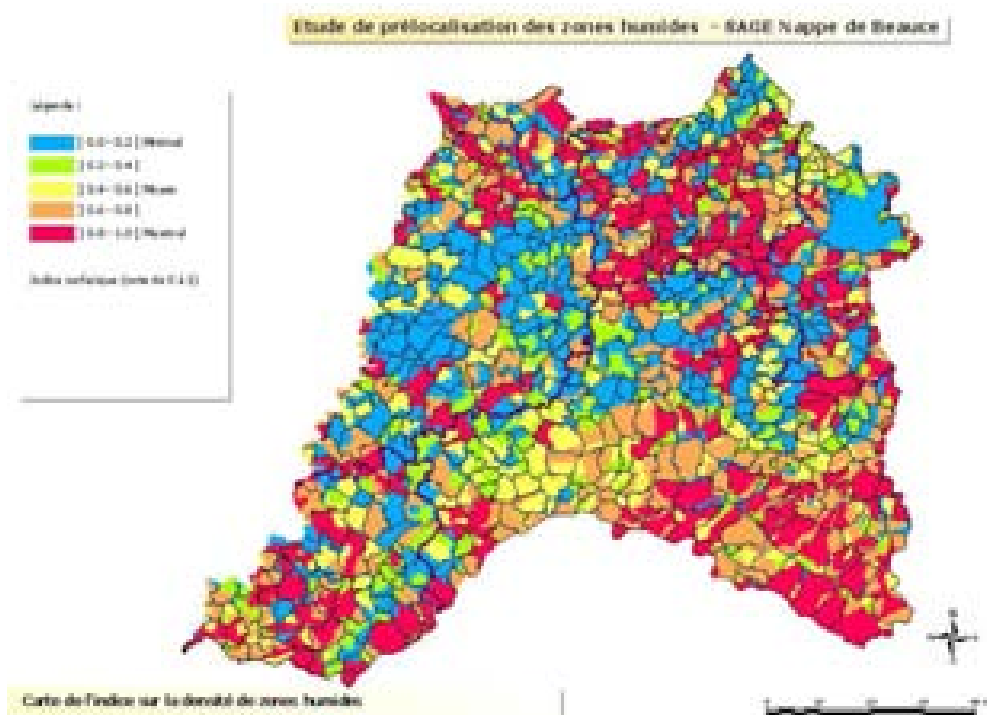


fig. 7) Carte de l'indice sur la densité de zones humides

La surface et la densité des zones humides sont des paramètres importants pour la détermination de la fonctionnalité des zones humides. Plus ces variables sont grandes, plus les zones humides jouent un rôle important dans le stockage d'eau et l'épuration.

Le pourcentage de surface de zones humides par surface élémentaire est la somme des surfaces de zones humides dans la surface élémentaire. Il permet d'ajouter une notion de taille des zones humides par rapport à l'indice précédant.

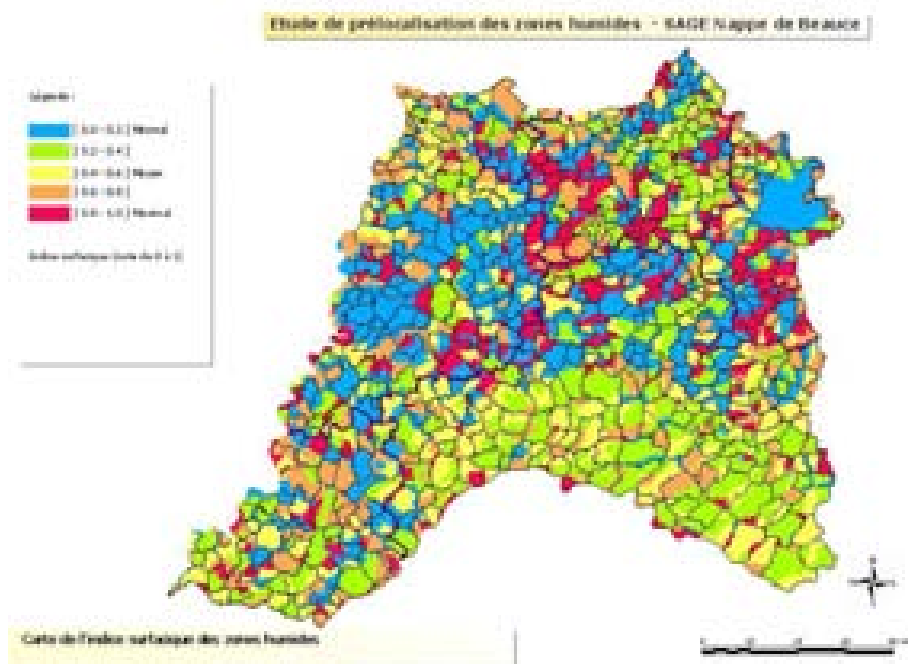


fig. 8) Carte de l'indice surfacique des zones humides

2) Structure et relation au réseau hydrographique

Afin de déterminer les fonctions des zones humides qui seront utilisées pour le calcul des enjeux, un certain nombre de critères supplémentaires devaient être déterminés, et notamment, l'organisation du réseau hydrographique. 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.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

CODE	Description
0	Plan ou plan d'eau
1	Plan d'eau isolé
11	Plan d'eau isolé contenant au moins une île
3	Plan d'eau connecté au RH par 1 drain
13	Plan d'eau connecté au RH par 1 drain contenant au moins une île
4	Plan d'eau connecté au RH par au moins 2 drains
14	Plan d'eau connecté au RH par au moins 2 drains contenant au moins une île

fig. 9) Table des codes de connexions entre les zones humides et les plans d'eau stagnants

a) La connexion au réseau hydrographique

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. Les zones humides et le réseau hydrographique ont été délimités précisément sous forme polygonale et de ce fait, il n'est pas nécessaire de recourir à un buffer sur l'axe théorique du réseau hydrographique en fonction de son ordre pour déterminer si celui-ci est connecté à une zone humide 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. 10) Table des codes de connexions entre les zones humides et le réseau hydrographique

Le résultat de l'analyse se présente sous forme d'une carte qui indique les connexions entre les zones humides et les cours d'eau. Il s'agit de relation avec de l'eau courante. Le calcul est effectué dans le premier cas en ne tenant compte que des codes 1, 11, 5 et 15.

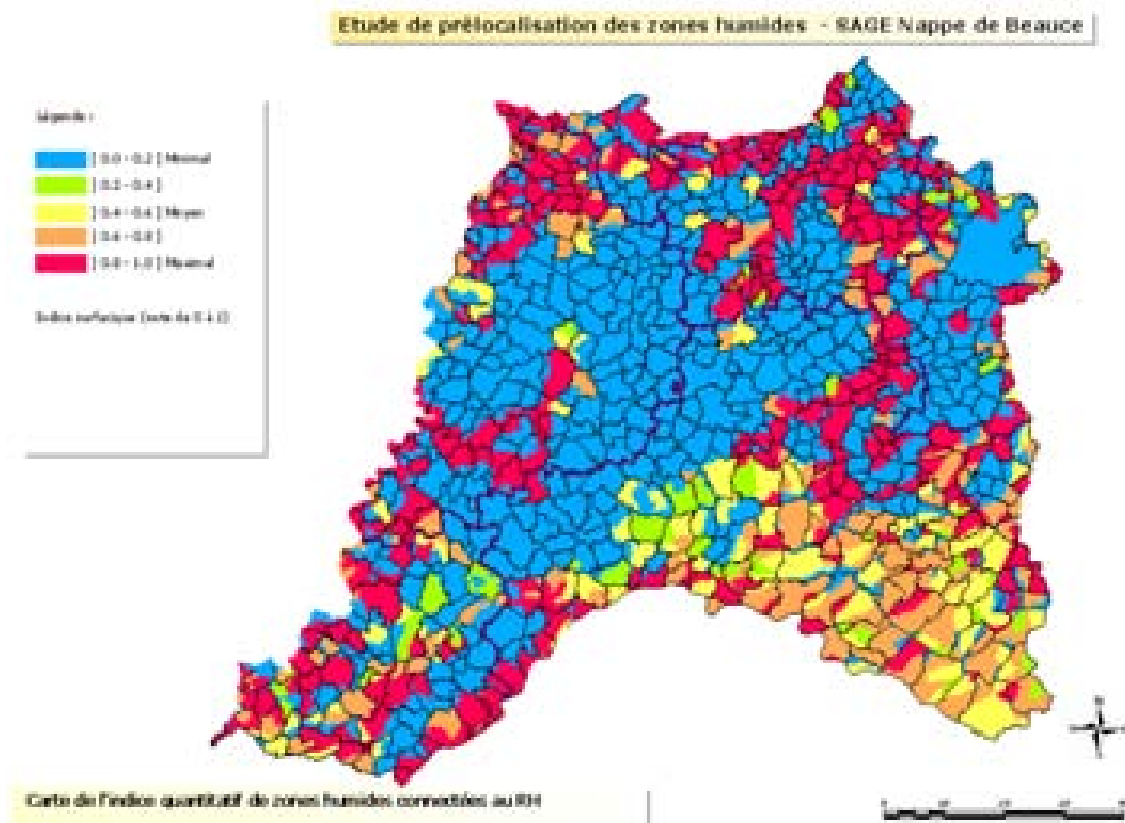


fig. 11) Carte de l'indice quantitatif surfacique de zones humides connectées au réseau hydrographique

La carte des connexions entre les zones humides et les plans d'eau stagnants présente peu d'intérêt pour la hiérarchisation, car ces zones sont peu nombreuses et n'apportent qu'une information relativement ponctuelle. En revanche, la carte des connexions entre les zones humides et le réseau hydrographique est un critère majeur à prendre en compte pour réaliser la hiérarchisation, d'autant qu'on peut remarquer qu'une grande majorité des zones humides sont connectées au réseau alors que dans la partie nord le taux est plus faible. Il s'agit plus d'un phénomène de raréfaction des zones humides et de moindre densité du réseau.

b) L'interception du réseau hydrographique

Ce critère est important pour déterminer la participation de la zone humide à la régulation du cours d'eau par son contrôle de l'écroulement des crues ou le soutien d'étiage. Dans le cas d'une zone humide connectée, mais non traversée, le rôle de la zone humide s'en trouve réduit, car ne participant que peu au fonctionnement de la partie aval de la zone hydrographique concernée.

De plus, les zones humides ont un rôle d'épuration de l'eau qui se répercute sur le cours d'eau quand celui-ci traverse la zone humide.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

CODE	Description
0	Pas connecté au RH
1	ZH au centre d'un cours d'eau
2	ZH traversé ou bordé sur un long linéaire par un cours d'eau ou un plan d'eau rattaché au RH
3	ZH touchant ponctuellement un cours d'eau mais pas significatif pour le considérer comme alimenté par le RH

fig. 12) Table des codes et illustration de l'interception des zones humides par le réseau hydrographique

En plus de l'analyse spatiale SIG, la typologie vient également contraindre ce critère puisque deux classes correspondent déjà à celui-ci : Zone humide de bordure de cours d'eau et Ripisylve. Le calcul est effectué en ne tenant compte que des codes 1, et 2 ou 3 si la typologie vient appuyer cette hypothèse.

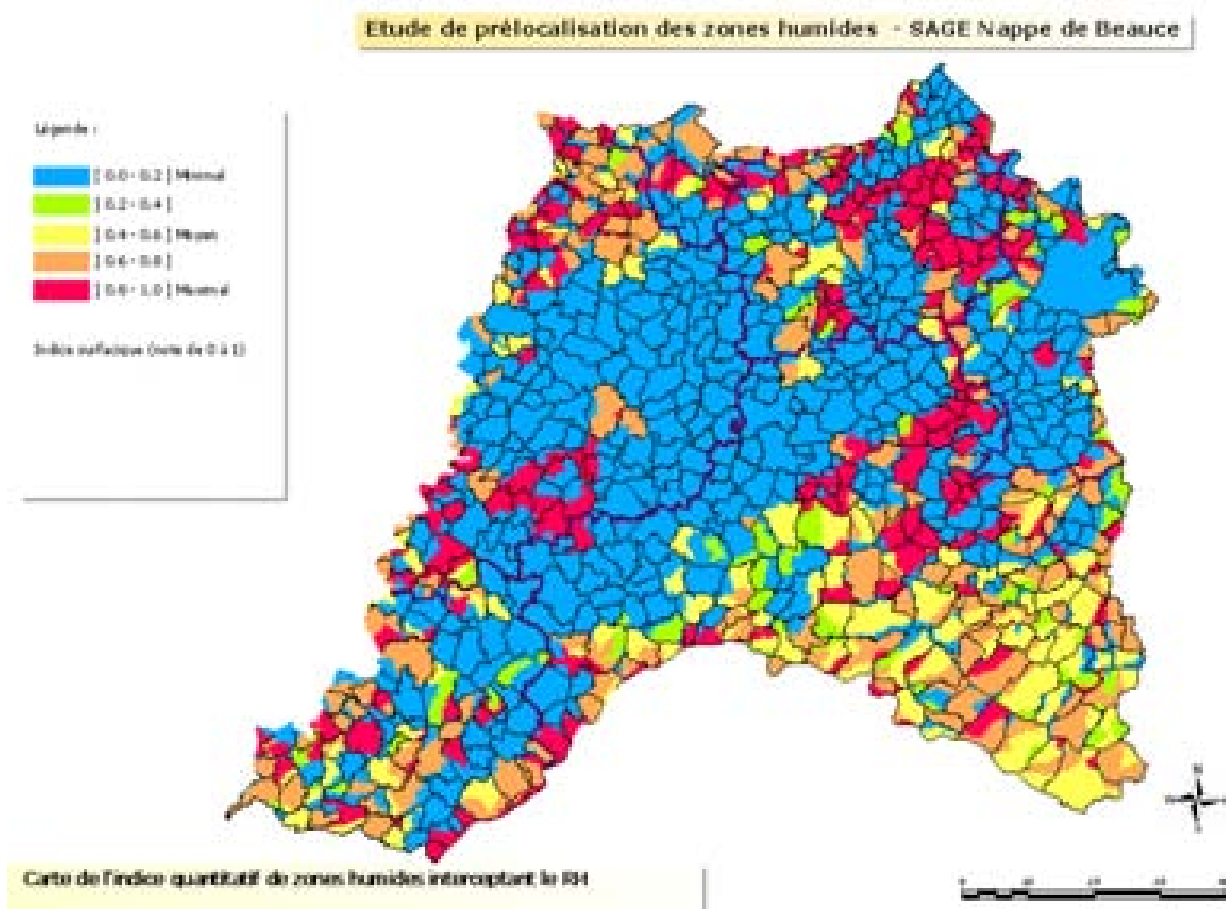


fig. 13) Carte de l'indice quantitatif surfacique de zones humides interceptant le réseau hydrographique

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. Ce critère aura donc un poids important dans la hiérarchisation. Là encore, on remarque que si l'on fait abstraction de la partie nord-est, une grande majorité des zones humides interceptent le réseau, ce qui indique une très forte influence sur la qualité et la biodiversité des milieux.

c) L'interconnexion des zones humides

L'interconnexion entre les zones humides 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 qui avaient été fixés sur l'étude menée sur le SAGE du bassin de la Vienne. Un buffer de 20 m a été généré autour des zones humides pour évaluer le taux de pénétration de ces zones tampons les unes dans les autres. Cette distance est peut être sous-évaluée ou inversement. Seule une enquête de terrain notamment sur les échanges de biodiversité permettrait d'affiner ce critère.

L'interconnexion se décline en deux cartes, la première est surfacique et comptabilise par surface élémentaire, le pourcentage de recouvrement des parties de buffer de 20 m autour des zones humides qui se recoupent au moins une fois.

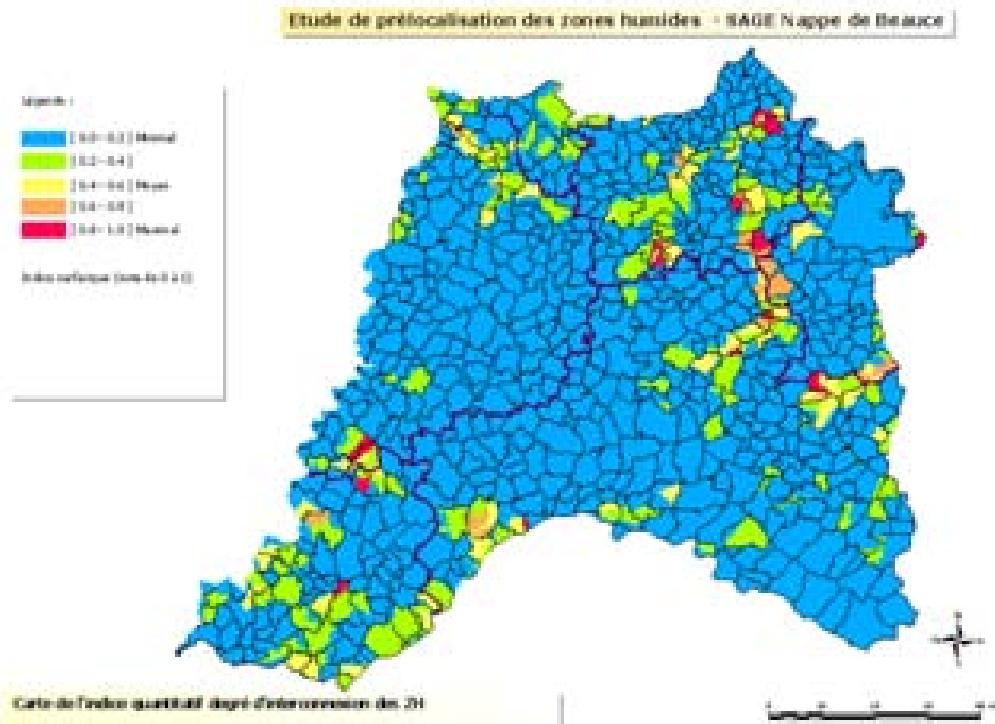


fig. 14) Carte de l'indice surfacique d'interconnexion des zones humides

Le second indique le taux de connexions des zones humides avec leurs voisins via ce même buffer.

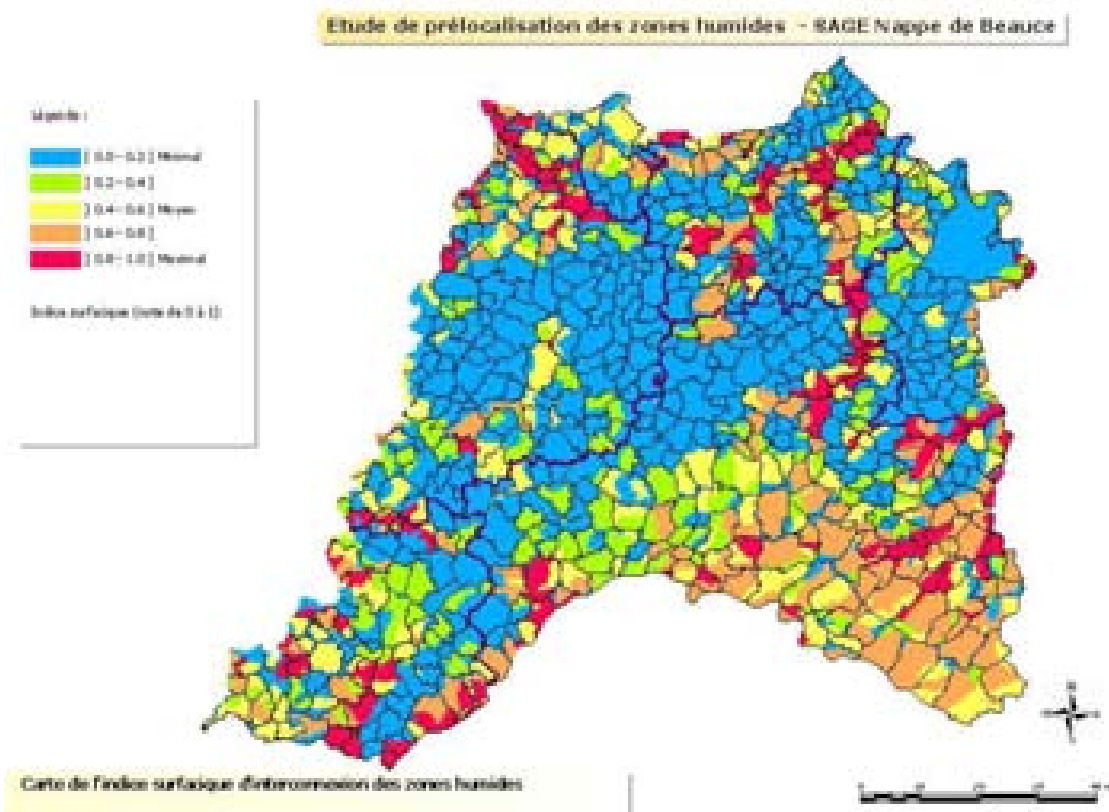


fig. 15) Carte de l'indice quantitatif degré d'interconnexion des zones humides

Ainsi, lorsque l'interconnexion est élevée, 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

d) La probabilité de présence des zones humides

C'est le résultat d'une fonction de la pente, du potentiel d'accumulation d'eau et de proximité du réseau hydrographique. Ce résultat est celui obtenu dans la phase 1 de cette étude. Les différentes probabilités ont été transférées sur les polygones élémentaires en pourcentage de surface. Implicitement, cette probabilité de présence introduit le facteur d'accumulation d'eau puisque cette probabilité de présence est principalement basée sur l'IBK. Une accumulation prolongée favorise l'épuration.

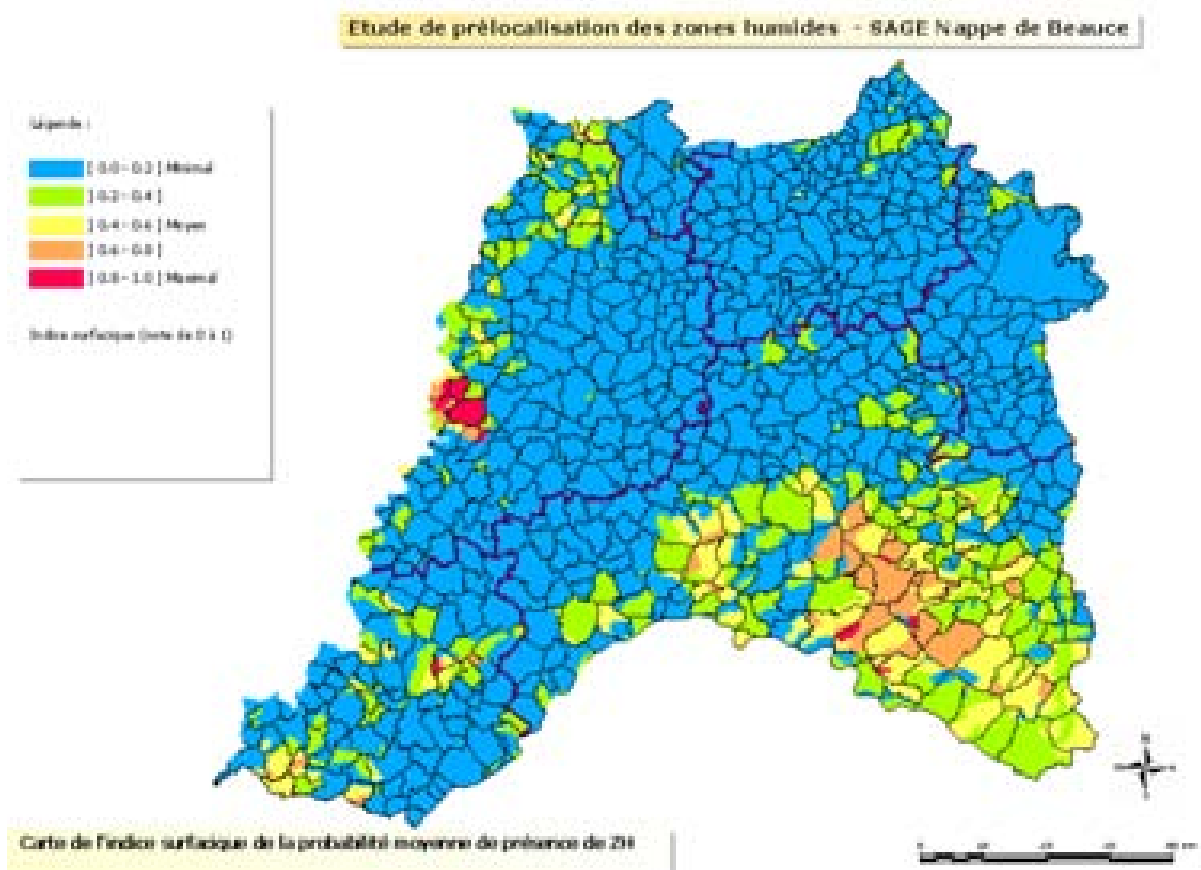


fig. 16) Carte de l'indice surfacique de la probabilité moyenne de présence de zones humides

f) L'occupation du sol autour des zones humides

Les données du Corine Land Cover (CLC) peuvent être exploitées pour estimer l'occupation du sol majoritaire dans laquelle se trouvent les zones humides

La première carte représente le pourcentage de zones anthropique selon CLC 2006 par unité de surface. Il s'agit du cumul des classes : urbaines, carrières, espaces verts et de loisirs. Il s'agit plus d'un document relatif à la pression qu'à la fonctionnalité des zones humides. Elle indique la part de surface à dominante humide concernée par l'artificialisation des sols.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

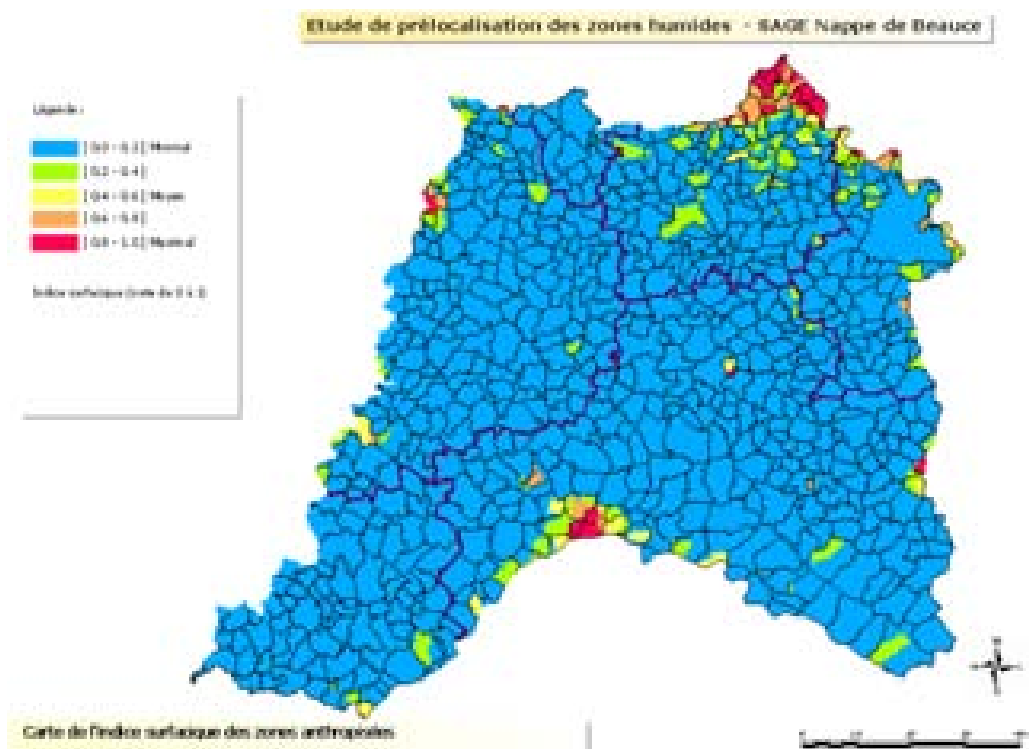


fig. 17) Carte de l'indice surfacique des zones anthropisées

Ces deux cartes suivantes représentent les surfaces de zones forestières selon CLC 2006 par unité de surface. Il s'agit du cumul des classes : feuillus, résineux, mixte.

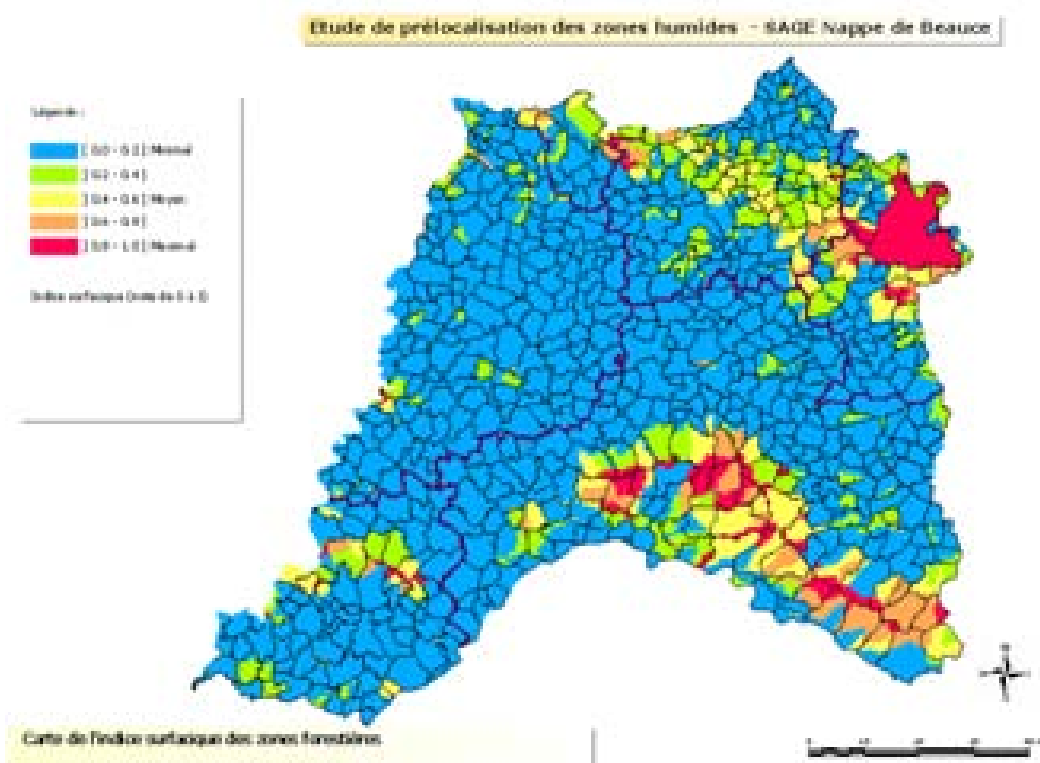


fig. 18) Carte de l'indice surfacique des zones forestières

3) Synthèse des couches d'information et proposition de formule de combinaison

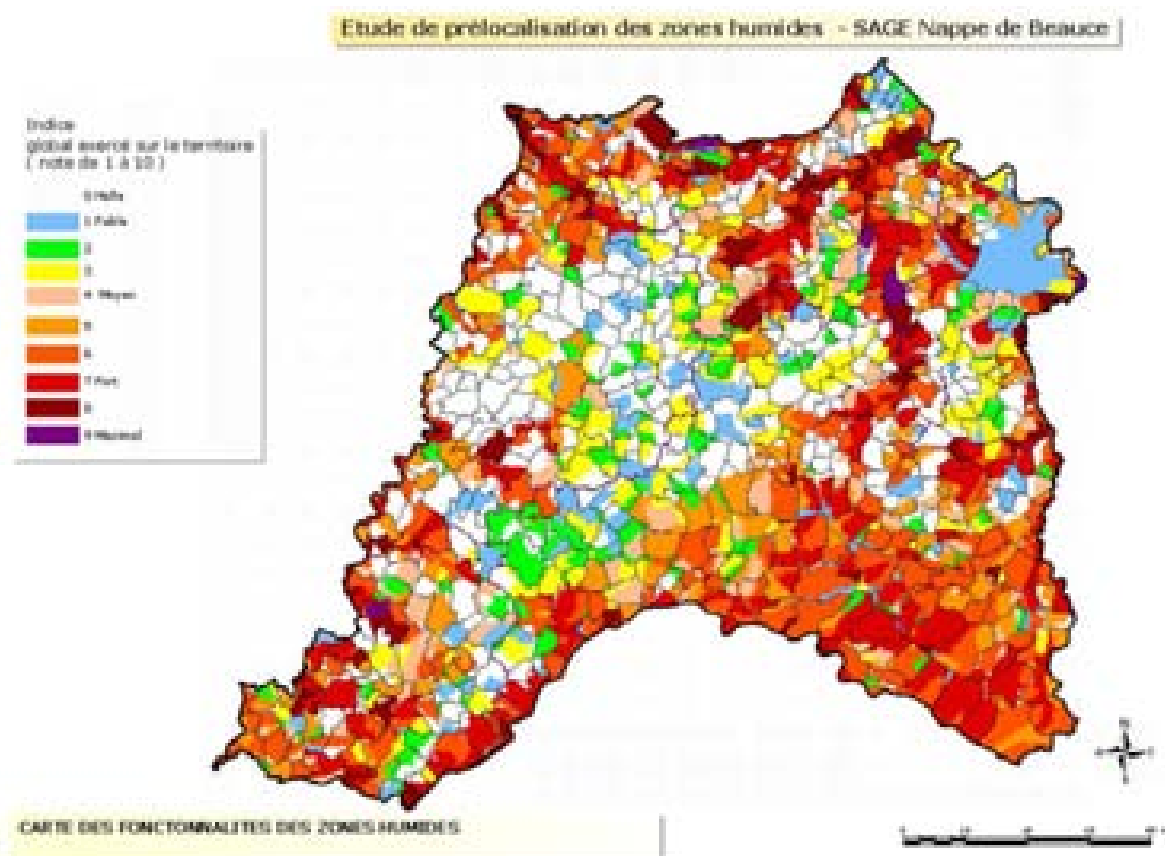


fig. 19) Carte des fonctionnalités des zones humides sur fond de découpage en communes

IV) Analyse des pressions s'exerçant sur les zones humides

1) Définition des pressions

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.

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.

a) La pression agricole

Pour évaluer les niveaux de pressions que subissent les milieux humides, il s'agira donc de contrôler :

- Les **surfaces drainées** relatives à la SAU en 2010
- **L'évolution de la SAU** entre 2000 et 2010 qui permet de relativiser les deux premières variables.

Le modèle de calcul de pression se basera sur les données RGA de 2010. Ainsi, les zones à fort drainage seront considérées comme exerçant une forte pression sur les milieux humides. Une commune sera donc considérée comme une zone à pression lorsque le pourcentage des surfaces drainées par rapport à la SAU est supérieur à 50 %, pourcentage qu'il faut relativiser par rapport à la part de la SAU sur la commune en appliquant un coefficient de correction.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

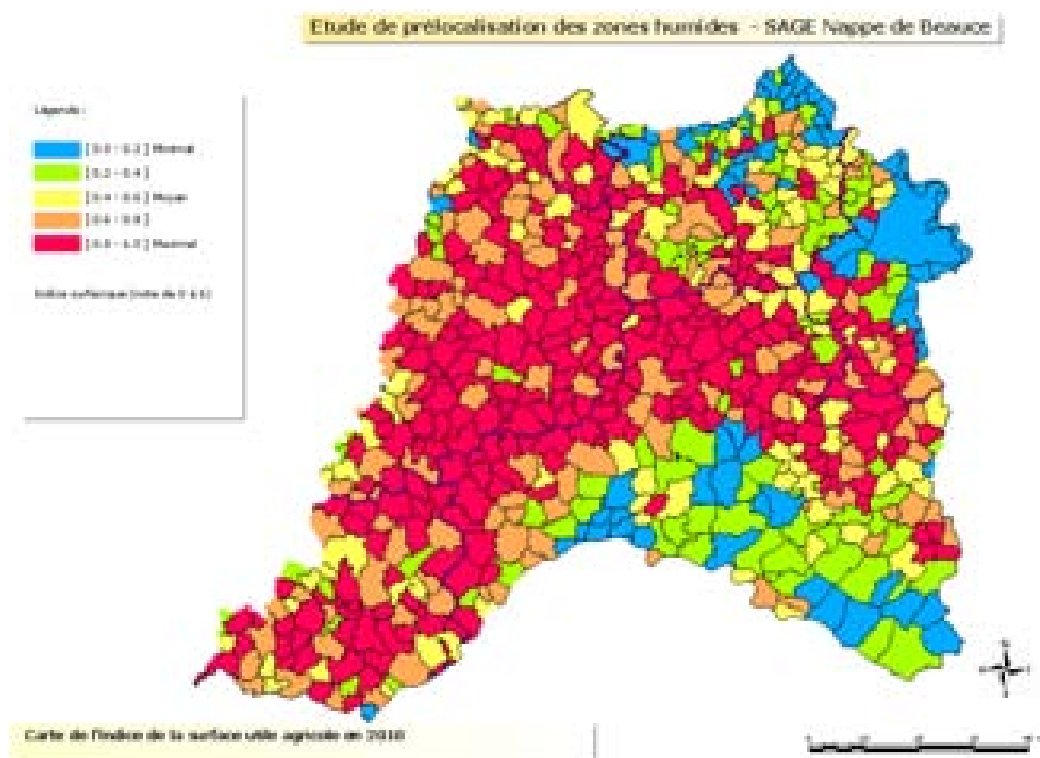


fig. 20) Carte de l'indice de la surface utile agricole en 2010

En plus de la part de la SAU, il est intéressant de noter 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 la commune.

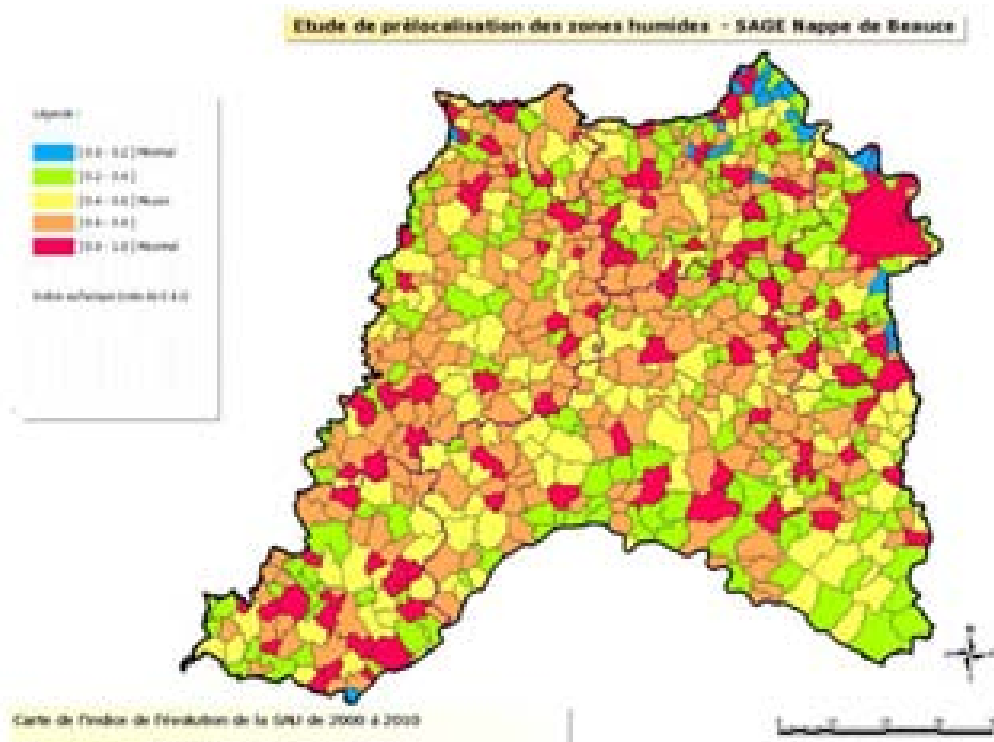


fig. 21) Carte de l'indice de l'évolution de la SAU de 2000 à 2010

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.

Concernant les terres drainées, on constate une proportion élevée dans la partie Sud-Est et dans la bordure Ouest par rapport au reste du territoire. On voit donc l'importance de coupler cette information avec le pourcentage surfacique de SAU car dans le cas de la partie Sud-Est, les terres agricoles représentent moins de superficies. Le fait qu'elles soient plus drainées que sur le reste du territoire n'implique pas une pression très importante, car elle est relative aux surfaces concernées.

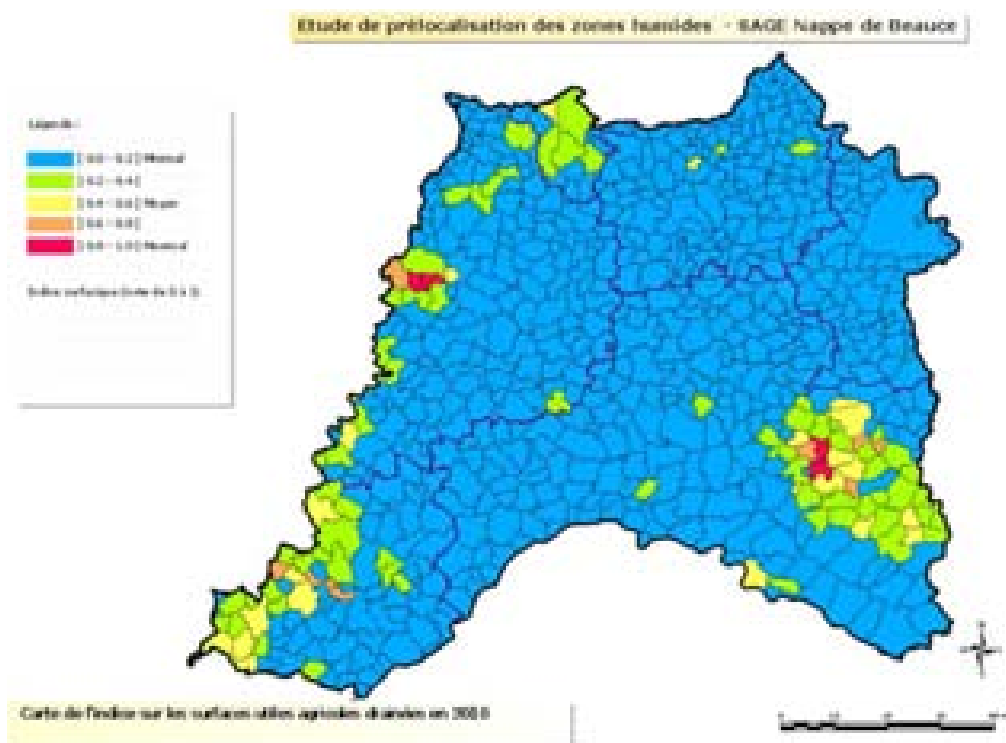


fig. 22) Carte de l'indice sur les surfaces utiles agricoles drainées en 2010

b) La pression urbaine

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.

La carte représentant le pourcentage de zones anthropiques selon CLC 2000 par unité de surface peut servir de base à une estimation des surfaces, car les données de l'INSEE indiquent un état des lieux de la population sans tenir compte de la surface associée. Cette carte pourrait servir de coefficient pour les analyses de population afin de transformer une variable de densité en une variable surfacique.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

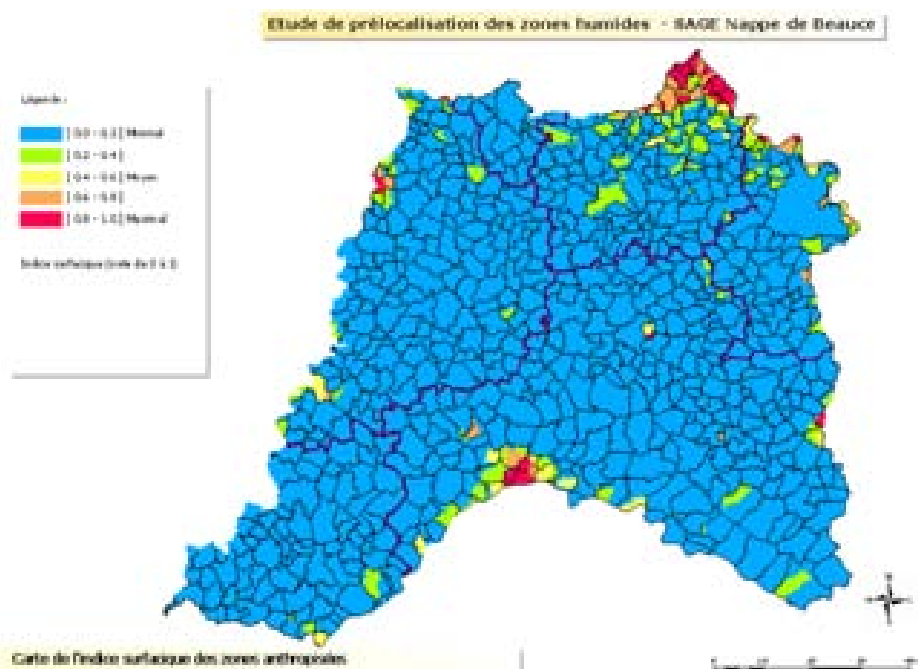


fig. 23) Carte de l'indice surfacique des zones anthropisées

Les communes dont la surface urbanisée a augmenté entre 1999 et 2008 sont majoritaires, mais pas de façon importante en revanche on observe une augmentation par rapport aux chiffres de 1990 à 1999. Cette tendance constante sur 18 ans montre que l'urbanisation reste une pression importante. Il faut prendre en compte que parallèlement et de façon implicite, l'industrialisation suit cette tendance.

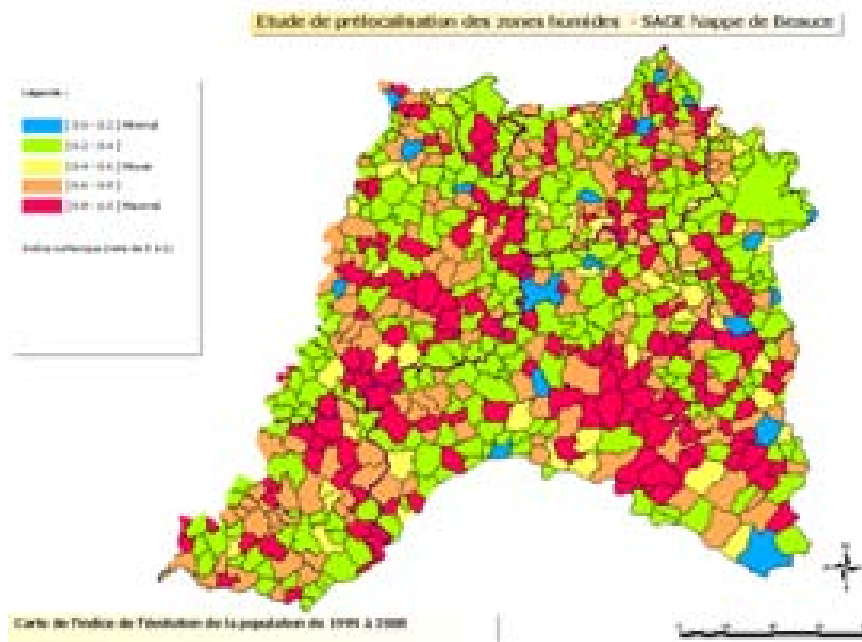


fig. 24) Carte de l'indice de l'évolution de la population de 1999 à 2008

L'évolution est à croiser avec la densité de population qui est un indicateur surfacique de population au km². Toutefois, la densité est un indicateur moyen, car il ne permet pas d'indiquer le taux de concentration de

la population, car, à population égale, le pavillonnaire occupe plus de place que le collectif et nécessite plus de réseaux, d'aménagement, etc.

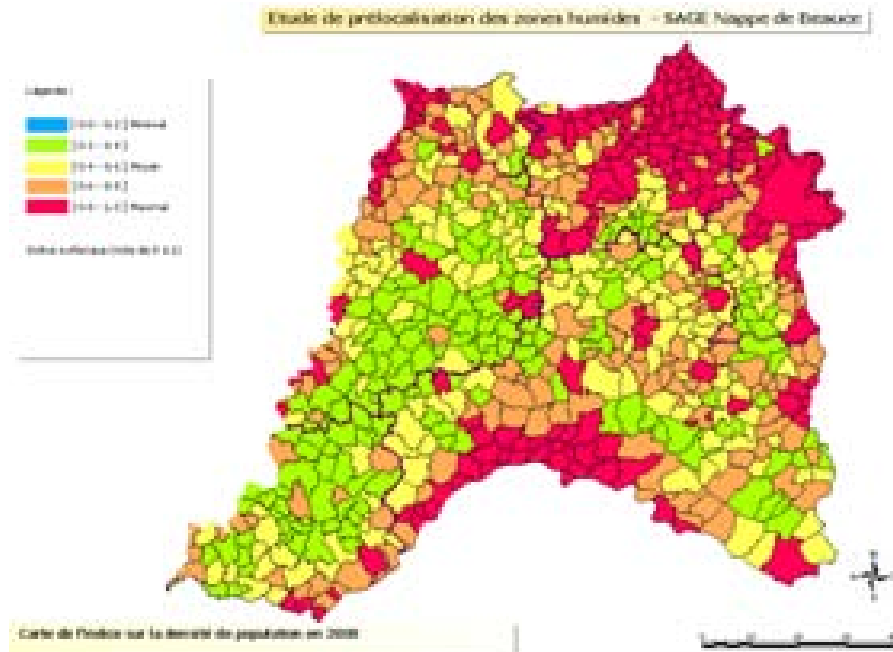


fig. 25) Carte de l'indice sur la densité de population en 2008

e) Pression relative aux réseaux qui fragmentent 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 identifiées en phase1 et un calcul sur les longueurs cumulées a généré cet indice.

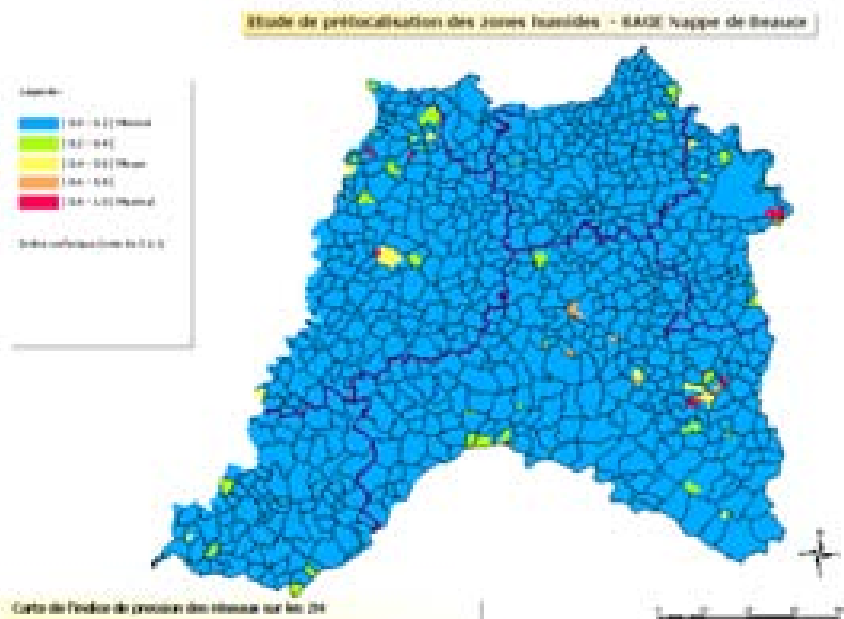


fig. 26) Carte de l'indice quantitatif du linéaire de réseaux recoupant les zones humides.

f) Pression relative à l'exploitation des zones humides.

Les peupleraies, destinées à assécher les terres, exercent une forte pression sur les zones humides. Il est important de les intégrer dans le calcul des pressions et de les pondérer fortement.

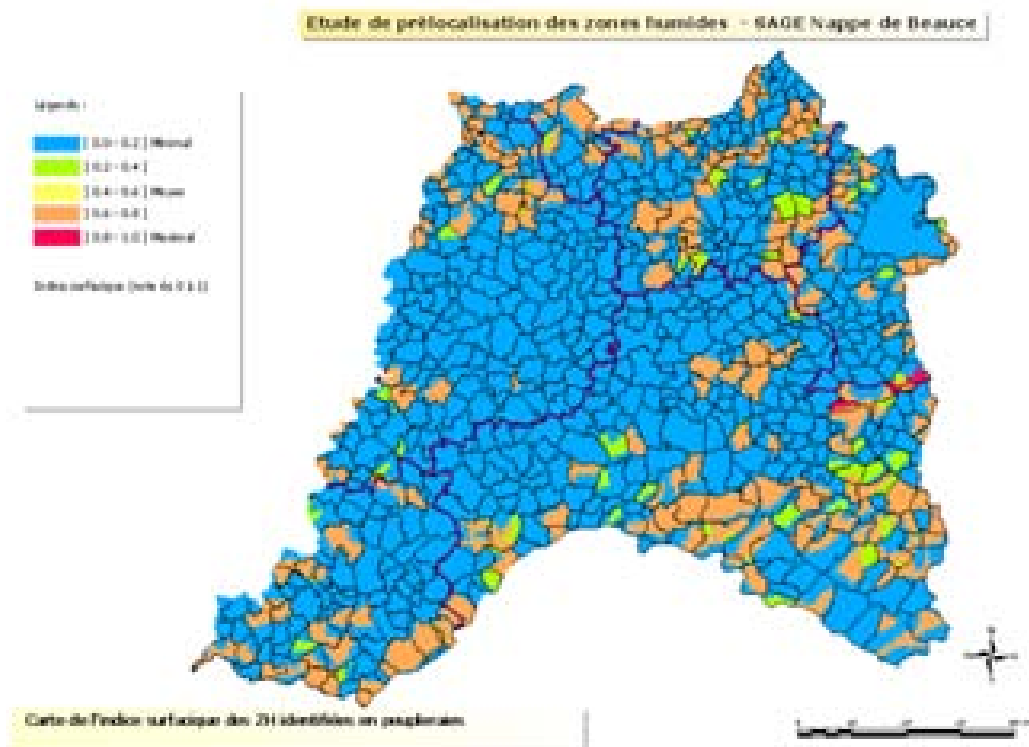


fig. 27) Carte de l'indice surfacique des peupleraies

Les boisements organisés, correspondent également à des plantations généralement destinées à assécher les terres. Ces zones n'ont pas été clairement identifiées comme étant des peupleraies et ne sont donc pas codées en tant que tel. Il peut s'agir d'autres espèces ou une confusion avec de simples plantations forestières. Généralement, ces boisements organisés n'ont pas été cartographiés dans des formations forestières, mais plutôt comme plantations isolées. Il peut être judicieux de les intégrer dans les

2) Synthèse des couches d'information des pressions et proposition de formule de combinaison

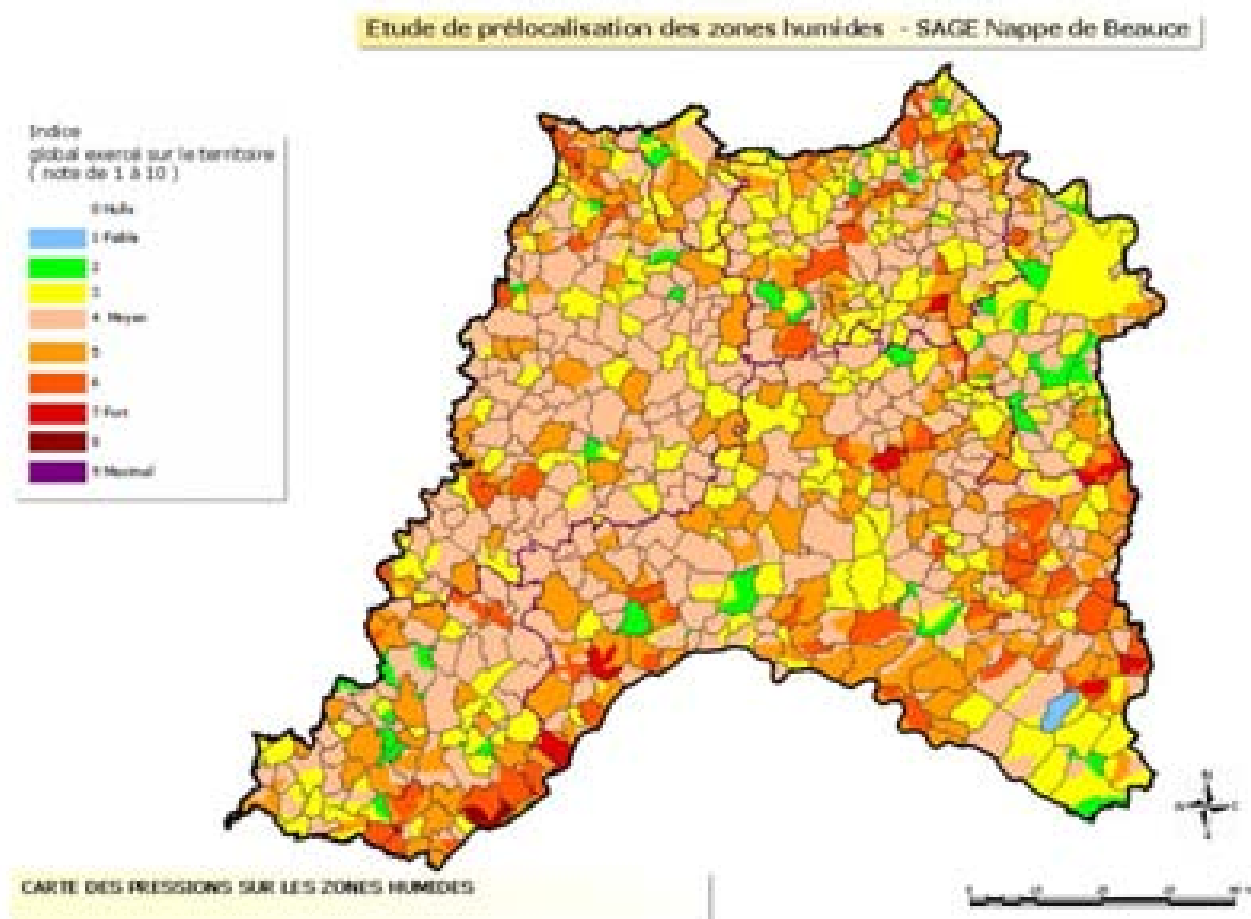


fig. 28) Carte des Pressions sur fond de découpage en communes

V) Analyse des enjeux du SAGE

2) Enjeux de biodiversité et patrimoniaux

Les zones à forte biodiversité et/ou patrimoniales font généralement partie de zones protégées tels que les sites d'intérêt communautaire, les zones de protection spéciales et les réserves naturelles, ou de zones inventoriées comme les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF).

Cet enjeu essentiellement patrimonial est donc localisé par ces différentes zonages réglementaires. Le nombre et la répartition de ces zones sont très variables et généralement localisés. Pour mieux appréhender cette répartition, la méthode des quartiles a été appliquée. Chaque enjeu est alors transformé en indice et la somme de ces indices donnera un bon indicateur du contexte patrimonial du territoire du SAGE.

Les zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique I

La ZNIEFF de type I est un territoire correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes qui abrite au moins une espèce ou un habitat caractéristique remarquable à forte valeur patrimoniale.

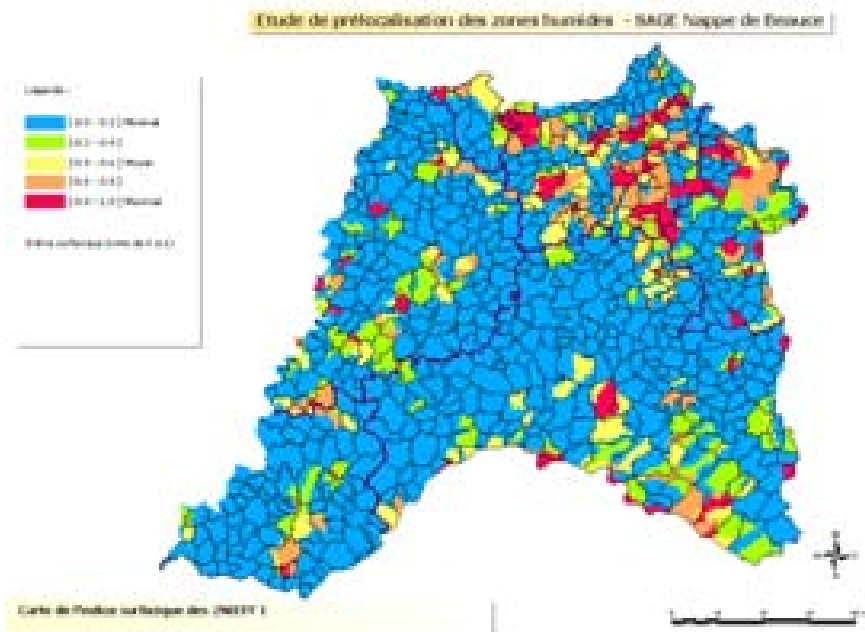


fig. 29) Carte de l'indice surfacique des ZNIEFF I

Les zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique II

La ZNIEFF de type II réunit des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles géographiques possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Ces zones correspondent a priori à

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

un très fort enjeu de préservation. Les ZNIEFF II incluent souvent plusieurs ZNIEFF de type I.

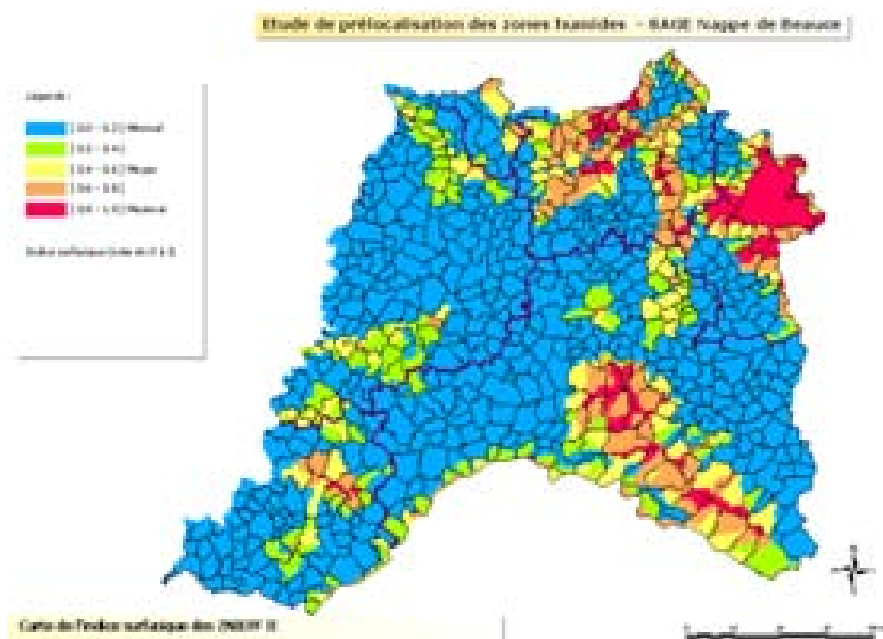


fig. 30) Carte de l'indice surfacique des ZNIEFF II

Les sites NATURA 2000

Les sites Natura 2000 sont naturels ou semi-naturels et représentent une grande valeur patrimoniale tant au niveau faunistique que floristique.

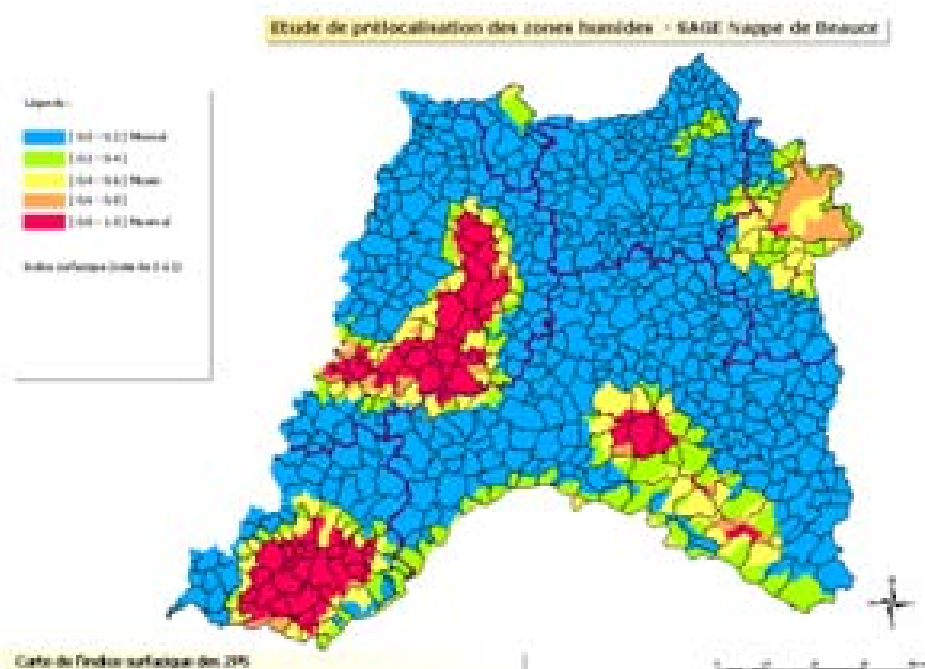


fig. 31) Carte de l'indice surfacique des Zones de Protection Spéciale (ZPS)

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

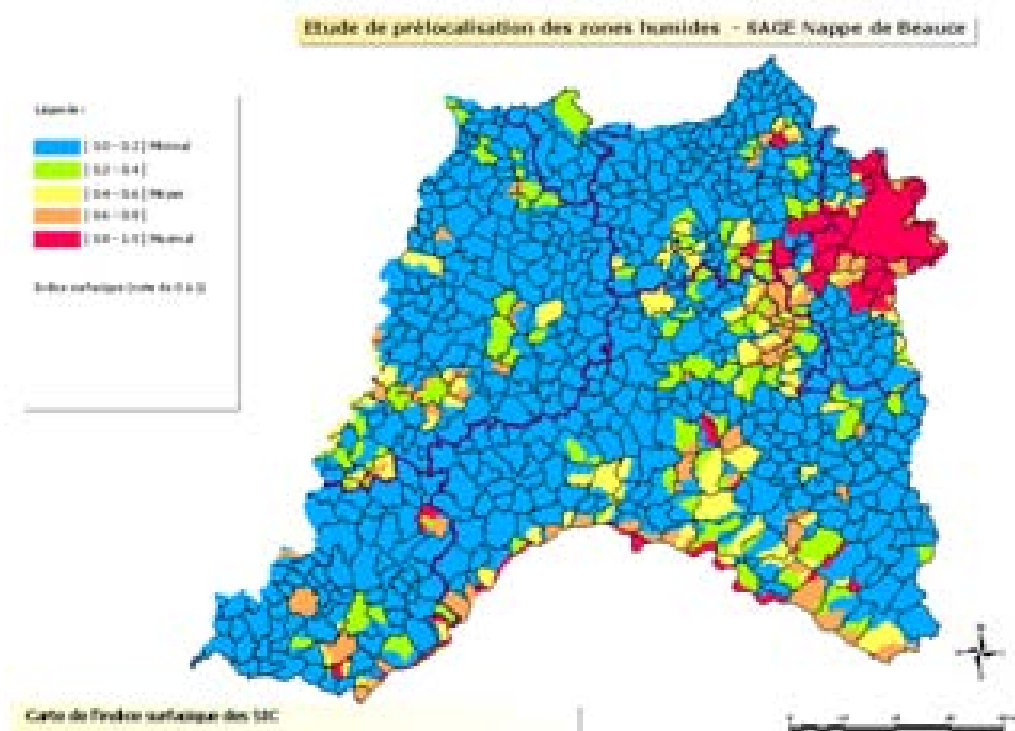


fig. 32) Carte de l'indice surfacique des Sites d'Importance Communautaire (SIC)

Les RNR (Réserves naturelles régionales) et RNN (réserves naturelles nationales)

Les réserves naturelles sont des espaces naturels protégés à long terme qui garantissent la préservation d'un patrimoine exceptionnel de niveau régional ou national (flore, faune, écosystème). À ce titre, elles représentent un enjeu patrimonial important.

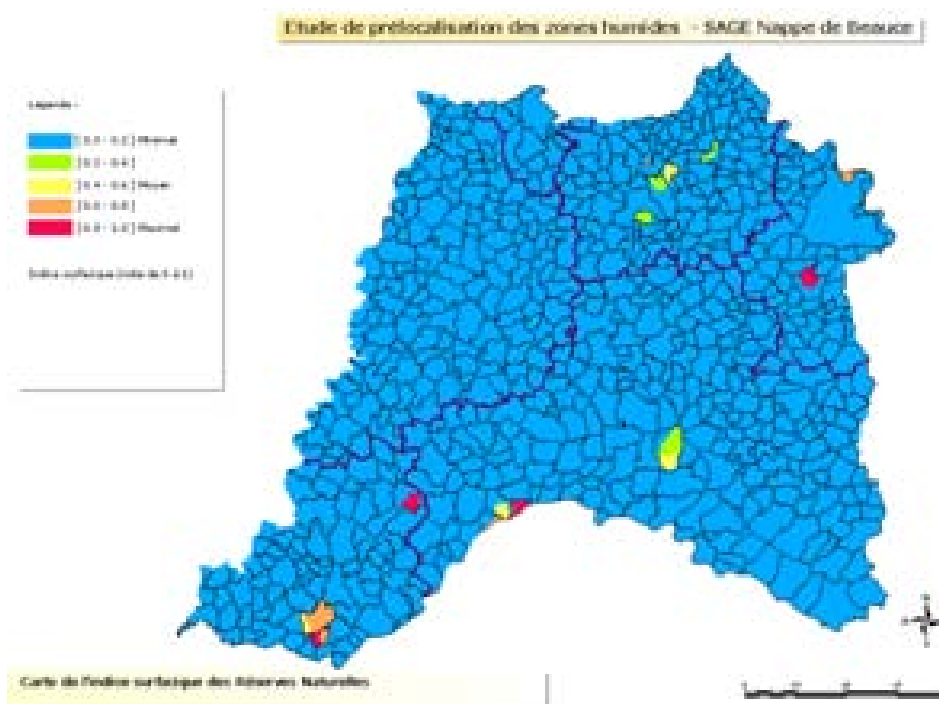


fig. 33) Carte de l'indice surfacique des RNR et RNN

3) Enjeu inondation

L'aléa inondation est difficile à appréhender, car la cartographie est rarement exhaustive sur un territoire. Dans le cas du SAGE Nappe de Beauce, nous avons utilisé l'information communale sur l'élaboration de **plan de prévention du risque inondation**. L'information est binaire, la commune ayant ou non un PPRI.

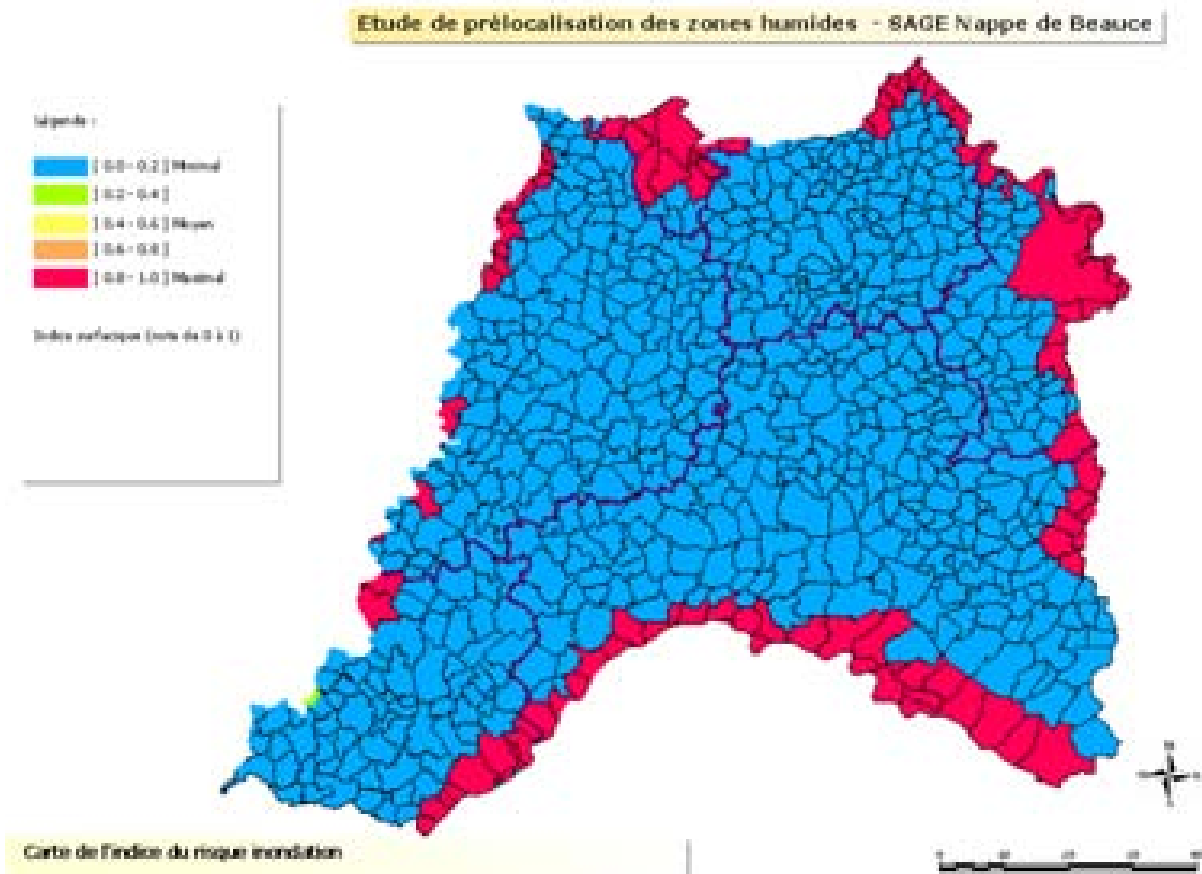


fig. 34) Carte de l'indice de risque inondation basé sur les PPRI communaux.

4) Enjeux sur les masses d'eau superficielles

La DCE fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et souterraines. L'objectif général est d'atteindre **d'ici à 2015** le bon état des différents milieux. Les agences de l'eau ont donc mis en place un état des lieux et un programme de surveillance de l'état des eaux qui permet de définir les objectifs et la probabilité d'atteindre ces objectifs d'ici 2015. Cette classification des masses d'eau permet de produire une donnée qualitative sur les masses d'eau superficielles au niveau chimique et biologique. Ces informations ont été transformées en un indice surfacique qualitatif des masses d'eau.

Les zones de répartition des eaux (ZRE) sont des moyens de gestion afin d'affiner des demandes de prélèvements dans la ressource en eau. Les ZRE se définissent sur la base d'une insuffisance quantitative

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

chronique des ressources en eau. Dans notre cas, l'utilisation de cette information permet de pallier le manque d'information à l'échelle du SAGE sur l'aspect quantitatif des masses d'eau. Ainsi, cette donnée fournit une indication sur les problèmes quantitatifs récurrents sur le territoire.

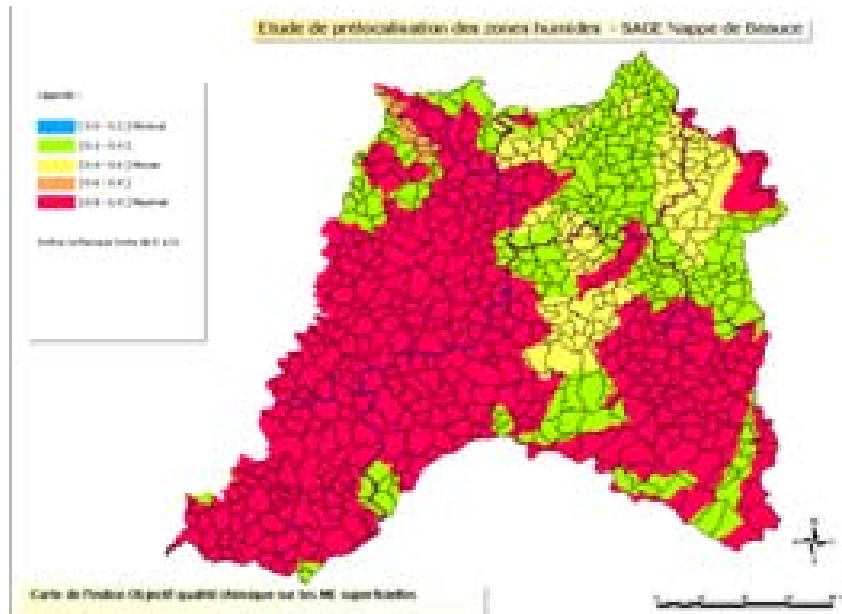


fig. 35) Carte de l'indice qualitatif sur les ME superficielles

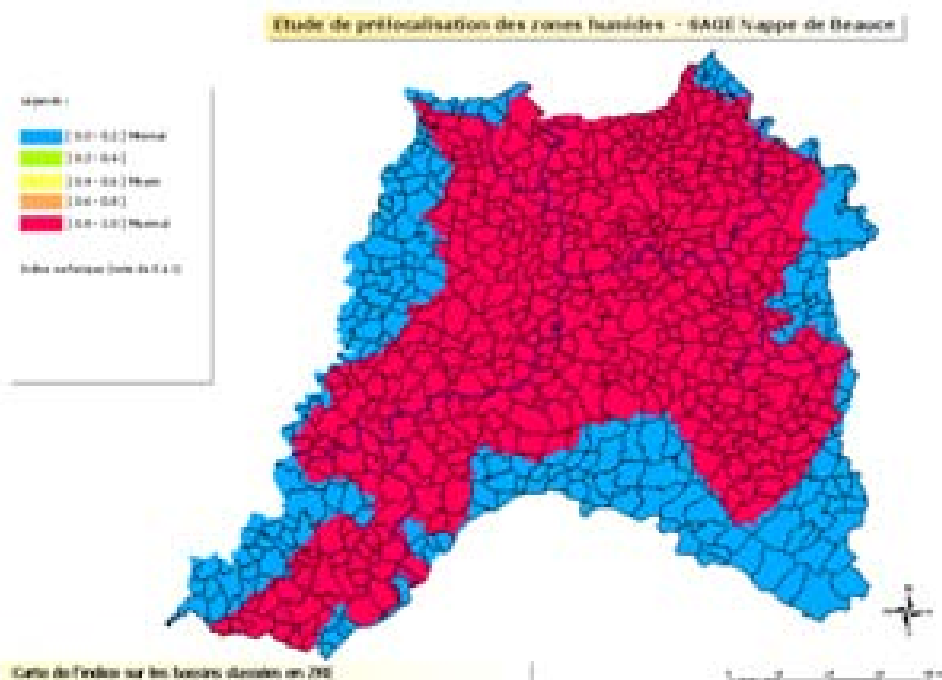


fig. 36) Carte des zones classées en ZRE (répartition des eaux) sur les communes

Par ailleurs, il nous est apparu intéressant d'ajouter à cette information la position des têtes de bassin qui jusqu'à maintenant n'intervient dans aucun autre enjeu. En effet, les têtes de bassin représentent un degré

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

supplémentaire dans les zones à protéger puisqu'en début de réseau. Il est important que la qualité des eaux y soit meilleure, ou du moins, peu dégradée afin qu'elles ne contaminent pas le reste des bassins en aval.

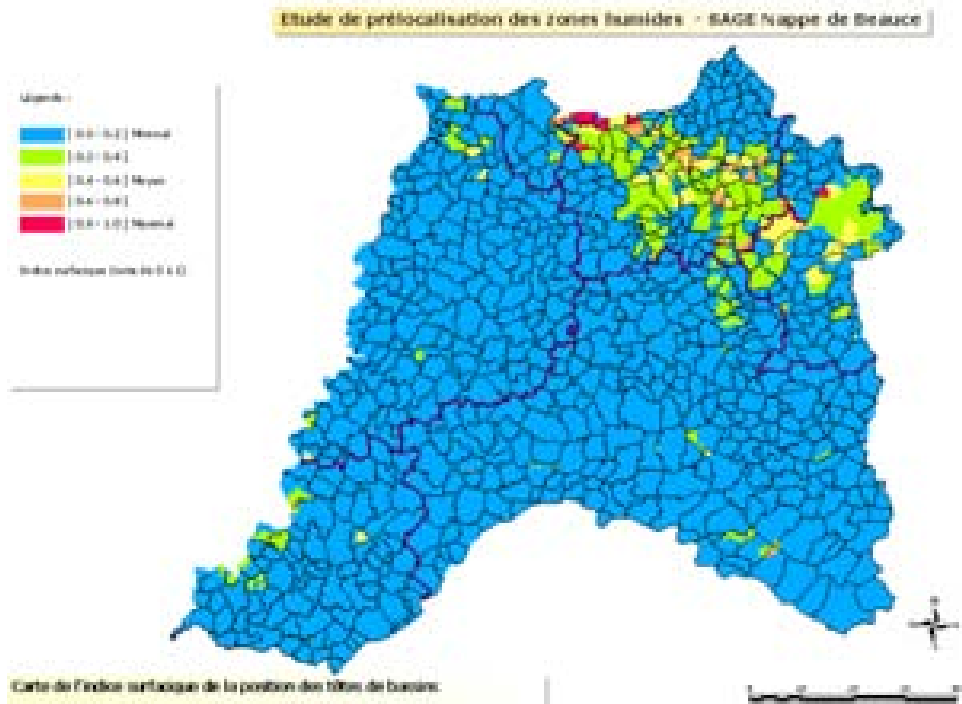


fig. 37) Carte de l'indice surfacique de la position des têtes de bassins

La directive Nitrates

Le programme d'action en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole définit des Zones de Protection Prioritaires Nitrates. Ces zones sont régulièrement révisées en fonction des analyses.

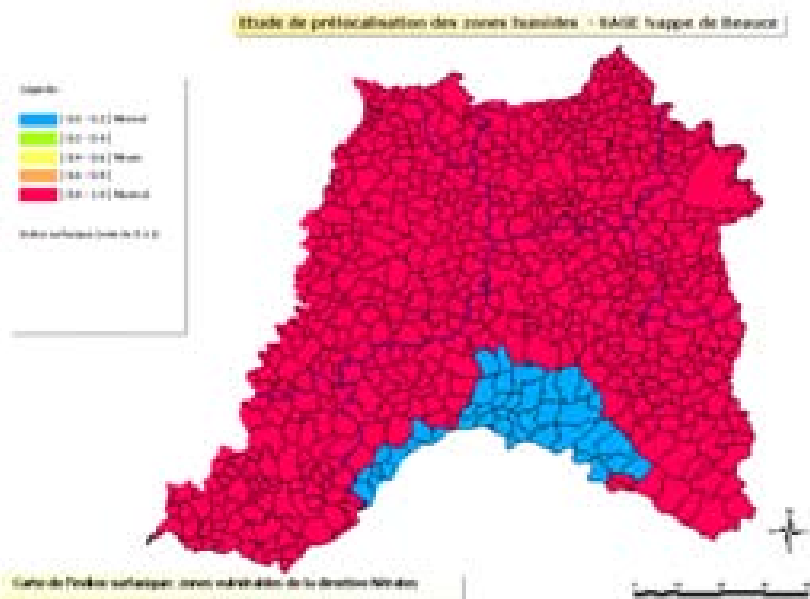


fig. 38) Carte de l'indice surfacique: zones vulnérables de la directive Nitrates

5) Enjeux sur les captages et périmètres de protection

Les Périmètres de Protection Eloignés

La détermination de l'enjeu "alimentation en eau potable" base principalement sur les cartographies des Périmètres de Protection Eloignés (PPE). Ces périmètres ne sont pas définis pour chaque captage et la base nécessitera une mise à jour au fur et à mesure que de nouveaux périmètres seront disponibles.

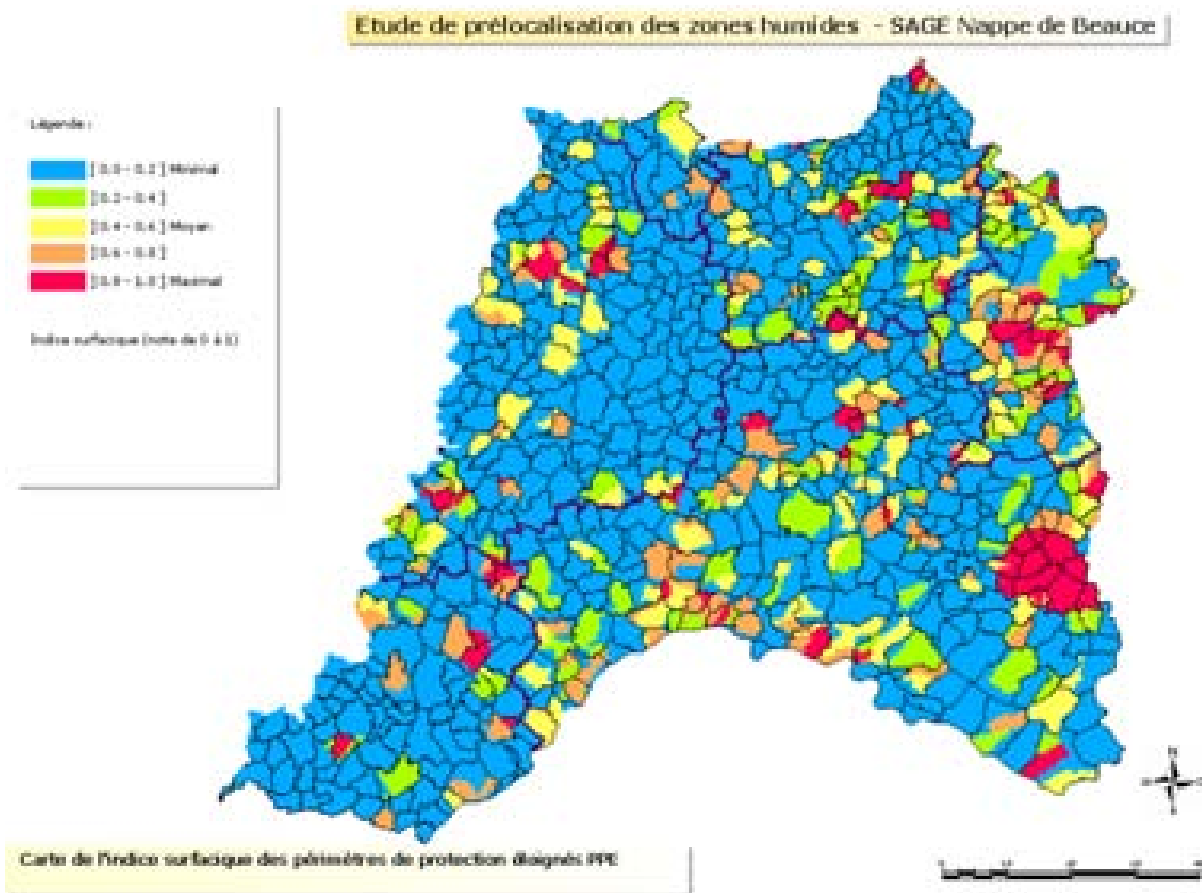


fig. 39) Carte de l'indice surfacique des Périmètres de Protection Eloignés

Les captages prioritaires définis par le Grenelle et le SDAGE

Les captages comptabilisés pour la carte de l'indice quantitatif des sites de captage ont été limités à ceux cités par le SDAGE et le Grenelle pour leur importance, c'est un report du nombre par surface élémentaire.

Syndicat du Pays de Beauce Gâtinais en Pithiverais
Prélocalisation des zones humides – SAGE Nappe de Beauce

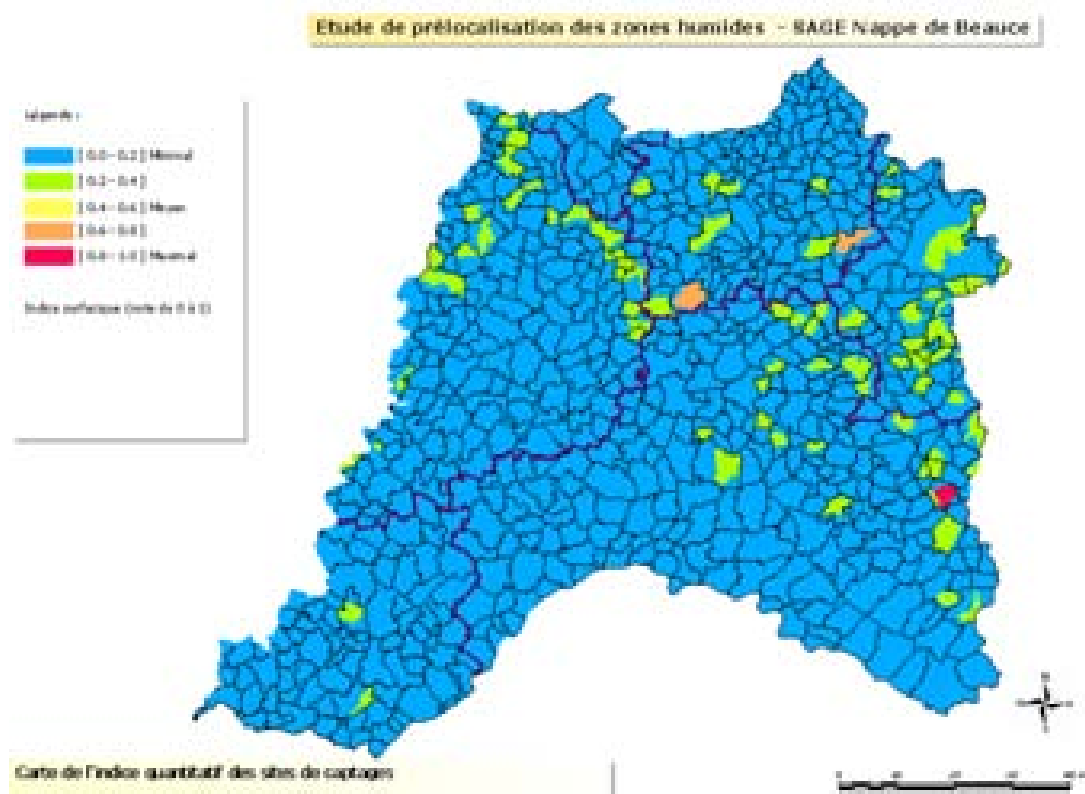


fig. 40) Carte de l'indice quantitatif des sites de captage

6) Synthèse des couches d'information des enjeux et proposition de formule de combinaison

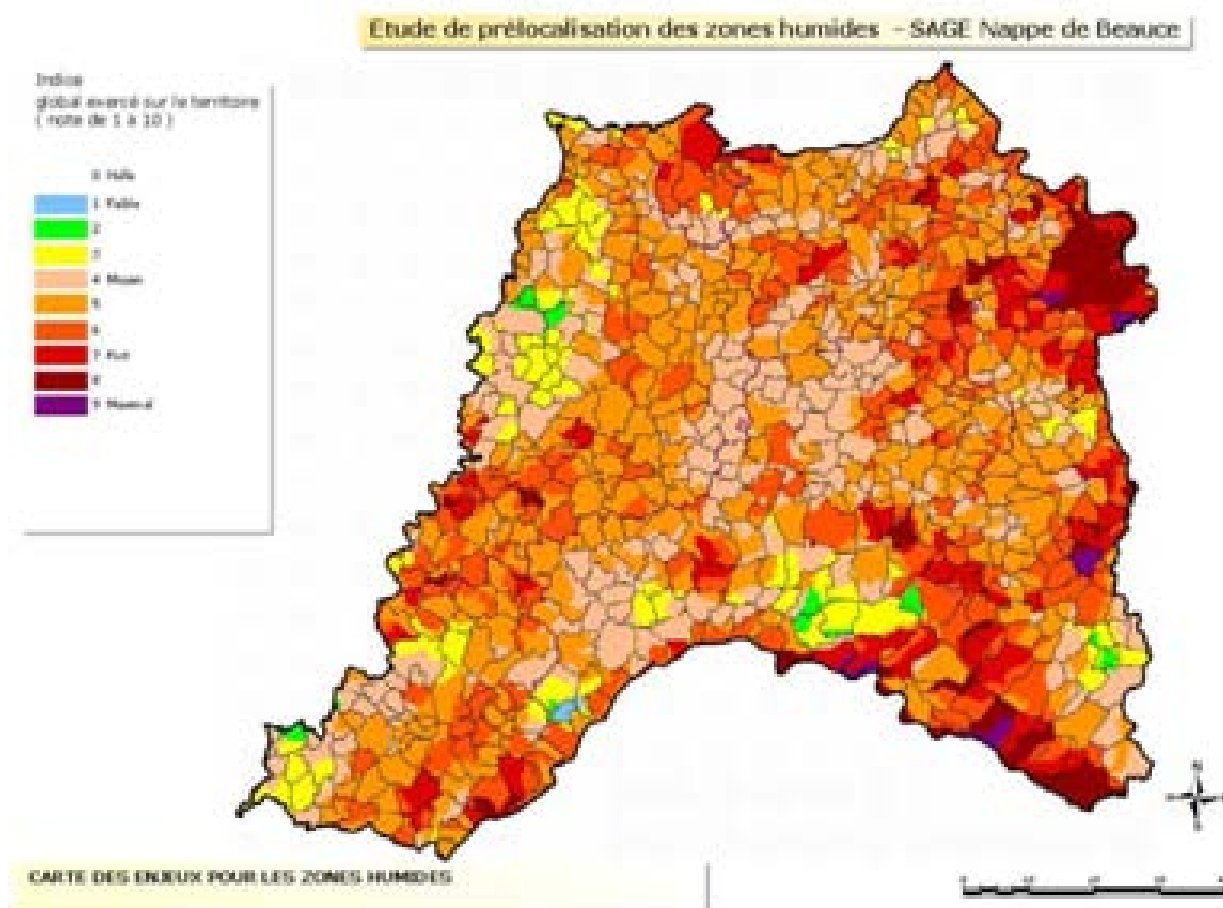


fig. 41) Carte des enjeux sur fond de découpage en communes

VI) Détermination des zones humides prioritaires du Sage

La détermination des zones humides prioritaires du SAGE consiste à croiser les enjeux 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.

Les valeurs extrêmes des variables sont les suivantes :

ENJEUX

Note minimale : 1.63

Note maximale : 9.50

Moyenne : 3.94

FONCTIONNALITÉS

Note minimale : 0.00

Note maximale : 10.47

Moyenne : 5.23

1) Méthodologie

La détermination des zones humides prioritaires se base sur un croisement des enjeux et des fonctionnalités des zones humides. Afin de croiser la donnée, une simple addition des deux critères est réalisée donnant une note sur 30. À ce stade, les notes restent affectées à chaque unité de surface élémentaire, soit les 2495 polygones de la couche vectorielle. Le changement de note par transfert sur d'autres unités de surface se fera en appliquant à chaque surface unitaire un coefficient de correction de sa surface par rapport à la surface de la commune ou du bassin versant ou de toute autre entité.

2) Résultats

Après le calcul, les valeurs extrêmes des variables sont les suivantes :

(ENJEUX + FONCTIONNALITÉS) / 2

Note minimale : 0.81

Note maximale : 8.67

Moyenne : 3.93

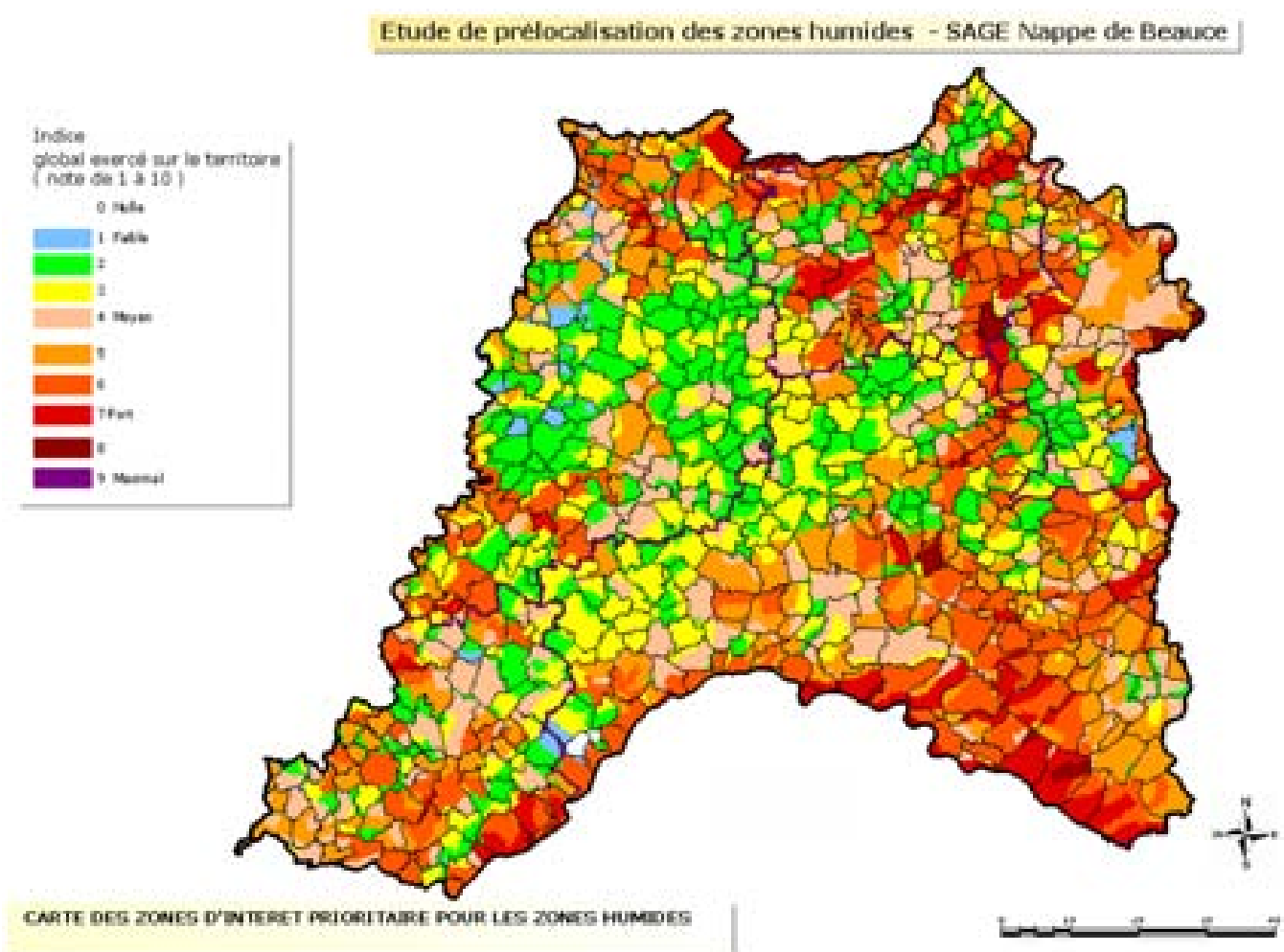


fig. 42) Carte de croisement des enjeux avec les fonctionnalités sur fond de découpage en communes

3) Hiérarchisation des zones humides prioritaires

Pour cette analyse et en l'absence de retours terrain permettant d'évaluer la pertinence de l'outil, les coefficients utilisés sont ceux cités dans le rapport. Pour améliorer la pertinence des coefficients, il pourra être utile de les réviser après les premières enquêtes de terrain. Ainsi, le modèle sera réévalué lorsque les premières données quantitatives et qualitatives de terrain seront disponibles.

► OUTIL DE MESURE ET D'ANALYSE MODULABLE ET ÉVOLUTIF

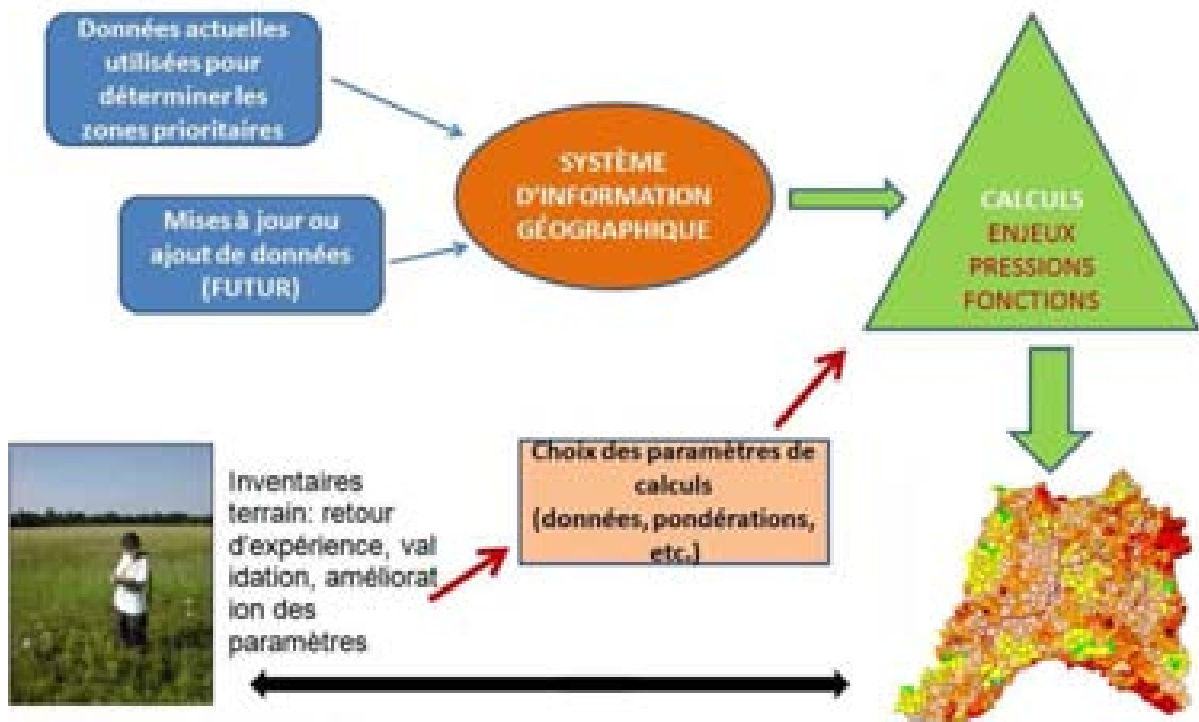


fig. 43) Schéma illustrant le fonctionnement de l'outil.

Les priorités d'intervention sur les zones humides prioritaires sont déterminées par la note moyenne de pression exercée sur ces zones. Pour cela, le seuil appliqué sur l'indice (enjeux + fonctionnalités) fonctionne comme un masque sur les pressions laissant apparaître les pressions exercées sur les zones humides retenues.

Les opérations de calculs des zones humides prioritaires et des pressions qui s'y exercent sont de simples calculs algébriques réalisés dans un champ « virtuel » de la table attributaire. Il ne s'agit en effet que de sommer les autres champs de la table pour obtenir l'information.

Étape 1 :

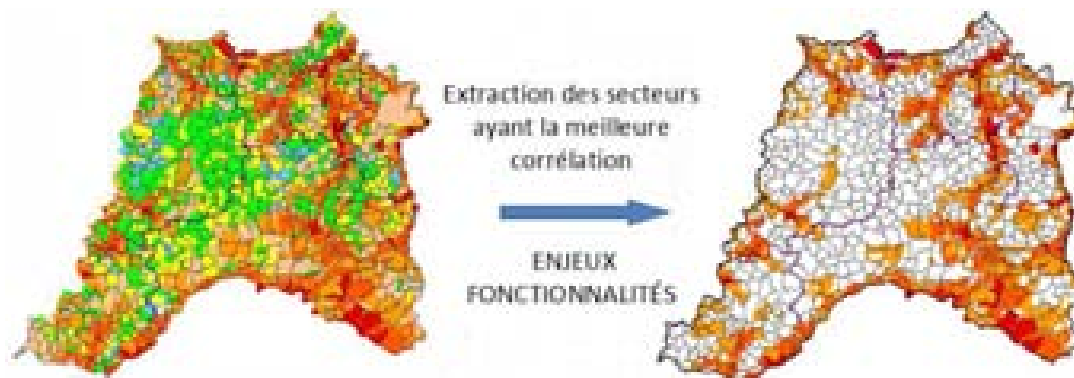


fig. 44) Exemple de la couverture des polygones avec une valeur des enjeux combinés aux fonctionnalités supérieures au seuil de 5.5

Étape 2 :



fig. 45) Exemple des pressions exercées sur les zones humides sélectionnées (seuil de 5.5) pour la corrélation maximale entre les enjeux du SAGE et les fonctionnalités répondant le mieux à ces enjeux.

Le résultat par commune (ou fraction de commune) est donné en ANNEXE 6. La fraction de commune correspond à la surface élémentaire ayant ses propres indices d'enjeux/pressions/fonctionnalités.

Etude de prélocalisation des zones humides - SAGE Nappe de Beauce - 2012

