

NOTE

METHODOLOGIQUE

SIG

Zones humides potentielles de Bretagne occupées par un aménagement ou un usage pouvant altérer leurs fonctions



Travail réalisé par le **Forum des Marais Atlantiques** dans le cadre du rapport Les zones humides de Bretagne - Etat des lieux des altérations, Enjeux de la restauration, 2020

Du **Réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne**

Coordination : Armel Dausse

Conception, rédaction, cartographie : Alix Augier, Armel Dausse, Anaëlle Magueur, Lou Grouhan, Eva Burguin, Emilie Jungas

Logiciels utilisés : QGIS 2.18 et 3.4

1 Contexte d'élaboration de la méthode et utilisations possibles	95
2 Limites de la méthode.....	95
3 Méthode d'analyse spatiale sous SIG des zones humides potentiellement altérées en Bretagne.....	96
3.1 Les grandes étapes	96
3.1.1 Production des données sur les zones humides potentiellement altérées	96
3.1.2 Analyse des données selon différents découpages	96
3.2 Les données utilisées.....	98
3.3 Vérification de la géométrie et de la topologie des données	99
3.4 Préparation des données d'aménagement du sol et d'usage	99
3.4.1 Infrastructures de transports.....	99
3.4.2 Plans d'eau et bassins artificiels > 500 m ²	101
3.4.3 Surfaces cultivées	101
3.4.4 Plantations de résineux et peupleraies	101
3.5 Méthodologie SIG pour la production des données sur les zones humides potentiellement altérées.....	102
3.5.1 Par type d'altération potentielle.....	102
3.5.2 Pour l'ensemble des altérations potentielles	102
3.6 Analyse des données selon différents découpages.....	103
3.6.1 Renseignements des informations nécessaires aux analyses selon différents découpages	103
3.6.2 Croisement entre les entités de découpage et les zones humides potentiellement altérées	104
Exemple de rendu	104
Modes de discrétisation QGIS utilisés pour représenter les résultats sur les cartes.....	105

1. Contexte d'élaboration de la méthode et utilisations possibles

La méthode développée pour étudier les zones humides dont les fonctions sont susceptibles d'être impactées par différents aménagements ou types d'usages, est basée sur des croisements de données sous Système d'Information Géographique (SIG). L'enveloppe des zones humides potentielles (ZHP, Agro-Transfert Bretagne, 2008) est croisée avec des données correspondant à différentes catégories d'altérations identifiées en Bretagne :

- l'artificialisation, incluant l'urbanisation et les infrastructures de transport,
- la création de plans d'eau ou de bassins artificiels,
- la mise en culture,
- les plantations forestières de résineux et peupliers.

L'impact possible d'autres sources d'altérations n'a pu être spatialisé et quantifié en l'absence de référentiels régionaux, notamment pour le drainage ou la poldérisation ou du fait d'un

manque de connaissance sur l'étendue de l'effet de l'aménagement sur le fonctionnement des milieux humides, comme c'est le cas pour la rectification des cours d'eau. Les impacts indirects liés à la fragmentation des habitats et à la modification de la circulation de l'eau par divers aménagements et infrastructures n'ont également pu être quantifiés.

Les résultats obtenus sont issus d'une **approche régionale**. A ce titre, les surfaces calculées sont indicatives, et doivent être **interprétées avec précaution**. Cette approche peut orienter les travaux de planification à l'échelle régionale ou plus locale mais ne peut se substituer à un travail sur la base de cartes plus fines et d'expertises de terrain. Ainsi, un faible niveau relatif d'altération sur une masse d'eau ne présume en rien du bon état de l'ensemble du territoire concerné.

2. Limites de la méthode

Les ZHP sont obtenues par **modélisation** et constituent une **approximation de la réalité de terrain**. La méthode employée permet donc de fournir des ordres de grandeur du niveau d'altération des zones humides potentielles ainsi qu'une localisation approximative des sources d'altération.

La zone humide potentielle désigne une **zone qui selon des critères géomorphologiques et climatiques du bassin versant dans lequel elle s'inscrit, devrait présenter les caractéristiques d'une zone humide, en l'absence de toute intervention de l'homme** (drainage, comblement, modification de la circulation de l'eau en amont ou en aval). La méthode permet de déterminer la limite de la zone humide potentielle. Elle ne détermine pas la nature de la zone humide (prairie humide, marais, tourbière...) ni les zones humides aujourd'hui présentes.

La méthode de délimitation des zones humides potentielles, développée par **AGRO-TRANSFERT Bretagne** met en œuvre des outils simples basés sur la topographie. Elle permet de caractériser les zones humides potentiellement présentes de manière homogène et comparable. La méthode a été développée dans le Massif armoricain. Elle est particulièrement adaptée aux systèmes hydrologiques présentant des nappes superficielles se développant dans des milieux relativement peu perméables, notamment dans tous les massifs anciens (Massif Armoricain, Massif Central...). Elle a été développée pour les bassins versants d'ordre de Strahler 1 à 3 (pouvant représenter entre 70 et 80 % de la superficie d'un bassin versant), où elle est bien adaptée. Elle sera moins pertinente dans les bassins versants d'ordre supérieurs, et dans les grandes zones humides (par exemple le marais de Redon), les marais littoraux.

En ce qui concerne la précision des bases de données utilisées, la dimension du pixel (souvent 50 m) ne permet pas d'accéder précisément à des zones humides de largeur inférieure à cette **taille de 50 m**.

Une des limites est liée au positionnement géographique des cours d'eau. Les zones humides considérées sont des structures allongées, anastomosées, bordant un cours d'eau. Leur positionnement géographique précis est donc dépendant du positionnement du réseau hydrographique. Les calculs peuvent être faits en se basant soit sur le réseau hydrographique déduit du modèle numérique de terrain (MNT) soit sur le réseau dit vrai. En l'absence d'inventaire exhaustif de terrain, le réseau issu de la carte IGN a été retenu. Dans le premier cas, il peut y avoir des décalages latéraux du réseau qui ne permettent pas une localisation

exacte des zones humides. Cela amène souvent, lors de la procédure de calcul, à imposer le réseau hydrographique issu de la carte IGN et non pas le réseau hydrographique déduit du MNT.

Une autre limite, est que la méthode employée n'a pas pu être validée dans les milieux sédimentaires carbonatés, où la géologie complexe du milieu est le facteur dominant. La méthode suppose une homogénéité de la géologie.

Enfin, les **zones humides liées à la résurgence** (dues à des accidents géologiques, la présence d'une faille par exemple) ne sont pas prises en compte et **celles de plateau sont également mal intégrées**.

A noter que les ZHP ne prennent pas en compte l'existence des zones humides du domaine maritime qui ne sont donc pas comptabilisées dans les analyses.

Source : agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr

Des limites existent également pour les données sources liées aux différentes catégories d'altérations. Plus d'informations sur ces limites sont présentées dans les descriptifs de contenu de ces données.

3. Méthode d'analyse spatiale sous SIG des zones humides potentiellement altérées en Bretagne

3.1. Les grandes étapes

3.1.1. Production des données sur les zones humides potentiellement altérées

La méthode mise en œuvre consiste à croiser la couche des zones humides potentielles de Bretagne (Agro-Transfert Bretagne, 2008) avec les couches localisant différents aménagements ou usages susceptibles d'altérer ou détruire les zones humides, afin de calculer les surfaces possiblement impactées. L'hypothèse posée est que les **ZHP sont représentatives de l'étendue des zones humides avant altération de leurs fonctions**.

Pour estimer les surfaces de zones humides potentiellement altérées, les cinq aménagements ou usages suivants ont été considérés : l'urbanisation, les infrastructures de transport, les plans d'eau et bassins artificiels, les cultures et les plantations de peupliers et de résineux.

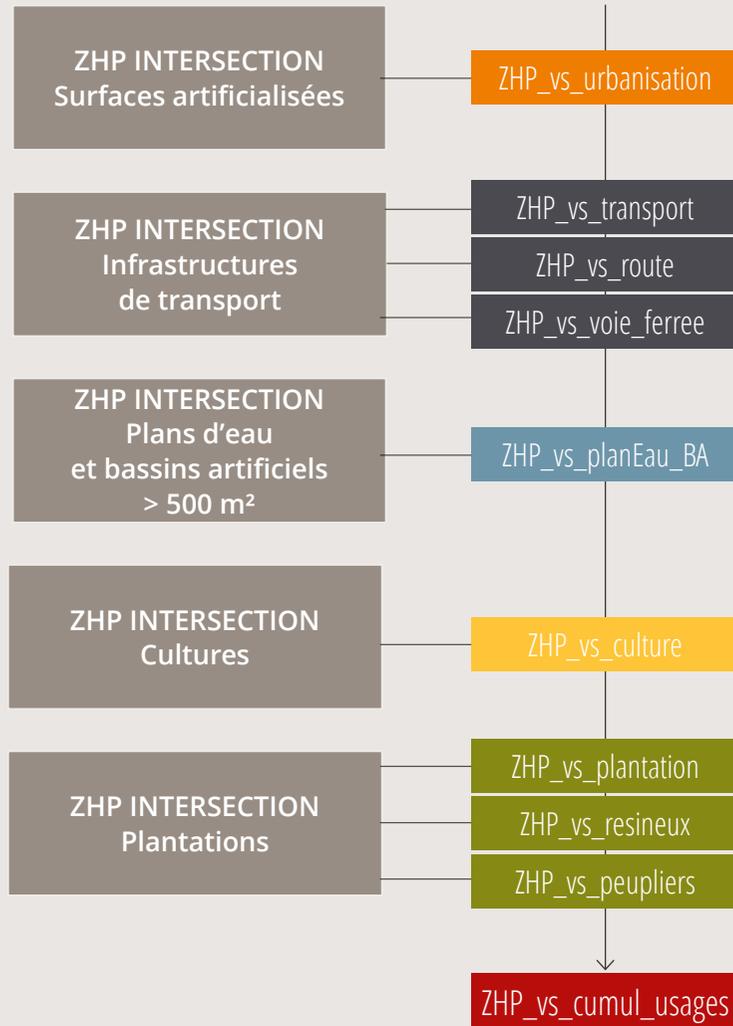
3.1.2. Analyse des données selon différents découpages

Les surfaces de zones humides potentielles occupées par un usage ou un aménagement pouvant altérer leurs fonctions peuvent ensuite être reliées et représentées à **différentes échelles en fonction des objectifs et des besoins de l'analyse** (communes, têtes de bassin versant, SAGE...).

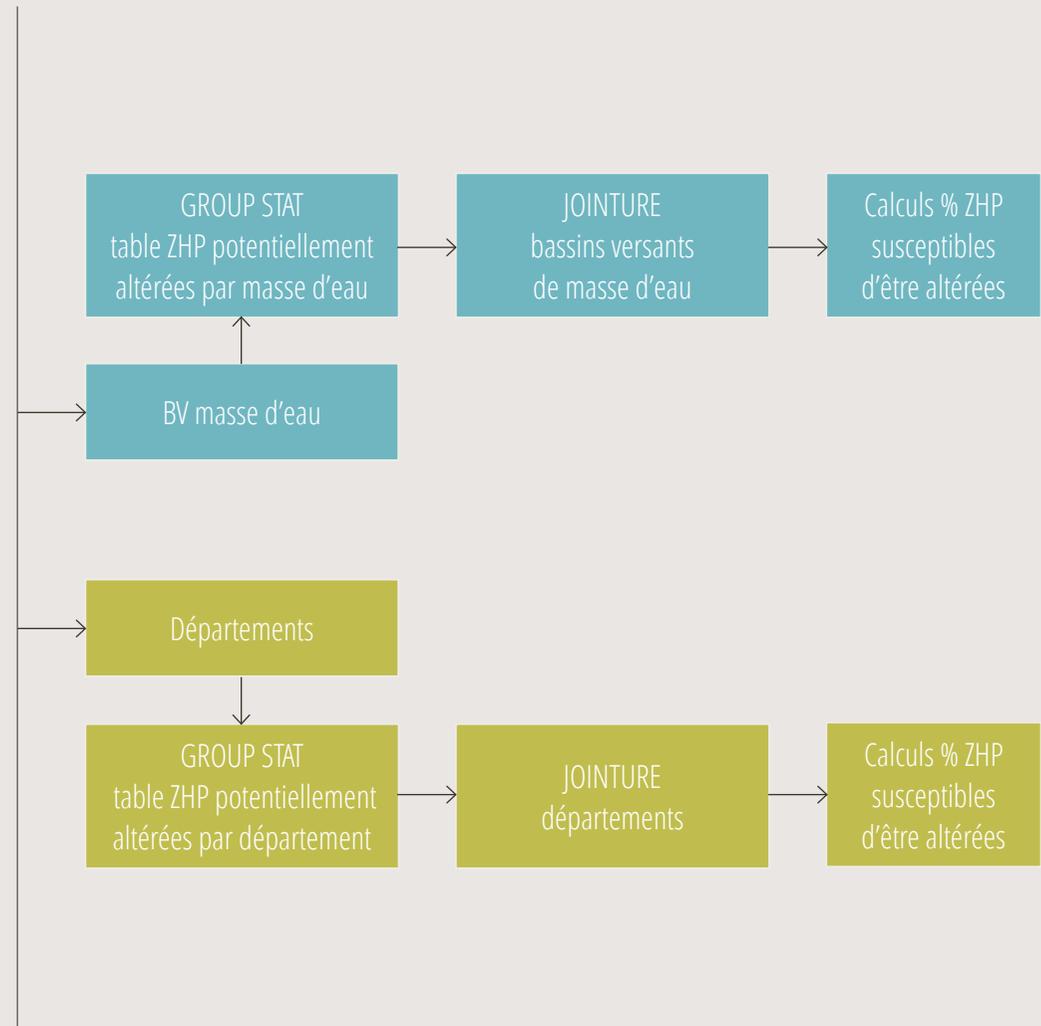
Dans le cadre du travail pour le rapport « Les zones humides de Bretagne - Etat des lieux des altérations, Enjeux de la restauration » (Dausse et al., 2020), les surfaces de ZHP susceptibles d'être altérées ont été analysées à l'échelle des **départements** et des **bassins versants de masse d'eau**.



Production des données sur les ZHP potentiellement altérées



Exemples d'analyse rattachée à différents découpages



3.2. Les données utilisées

Nom	Description	Source	Lien
Zones humides potentielles* de Bretagne	Carte des zones humides potentielles de Bretagne calculée par application de l'indice de Beven-Kirkby à partir d'un Modèle Numérique de Terrain. Les zones humides potentielles correspondent aux enveloppes de référence dans lesquelles se situent en majorité les zones humides effectives.	AGRO-TRANSFERT Bretagne, 2008	Disponible sous GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/3375d339-0d73-41df-9eb7-746c5ce6f8ec
Surfaces artificialisées** de Bretagne en 2010	Résultats du croisement de données satellitaires Landsat avec les données "Revenus Fiscaux Localisés" (RFL) de la DGFIP et INSEE.	ADEUPa, 2010	Disponible sous GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/adeupa-surfaces_artificialisees-2010
Infrastructures de transport	Routes (sans les chemins, sentiers, escaliers, routes empierrées, bacs piétons) et Voies ferrées	BD Topo, 2017	Site de l'IGN : http://professionnels.ign.fr/bdtopo
Plans d'eau et bassins artificiels > 500 m ²	Surface hydrographique sans les entités dont la surface est inférieure à 500 m ² , considérées comme des mares. Les entités identifiées comme « mare », « marais » et « estuaire » dans la table attributaire sont également supprimées. D'autres entités non spécifiées dans la table, tels que les cours d'eau « larges », certains marais, notamment en bordure littorale et certaines zones d'estuaires sont repérées par photo-interprétation puis retirées de la donnée.	BD Topo, 2019	Site de l'IGN : http://professionnels.ign.fr/bdtopo
Surfaces cultivées	Mise à l'écart des prairies permanentes et assimilés	RPG parcellaire IGN 2018	Site de l'IGN http://professionnels.ign.fr/rpg#tab-3
Plantations	Sélection des classes des résineux et peupliers	BD Forêt V2 2012	Site de l'IGN : http://professionnels.ign.fr/bdforet
Département		BD Topo, 2017	Site de l'IGN : http://professionnels.ign.fr/bdtopo
Bassins versants de masse d'eau	Unité spatiale d'évaluation de l'état des eaux en lien avec la directive cadre sur l'eau.	Agence de l'eau Loire-Bretagne	

NOTES :

* Concernant les sources de données possibles pour les zones humides potentielles, celle d'AGRO-TRANSFERT Bretagne est plus adaptée au territoire breton. Pour un travail sur d'autres territoires, une autre donnée existe, celle des Milieux potentiellement humides de France. Elle présente une base méthodologique commune avec celle des Zones Humides Potentielles.

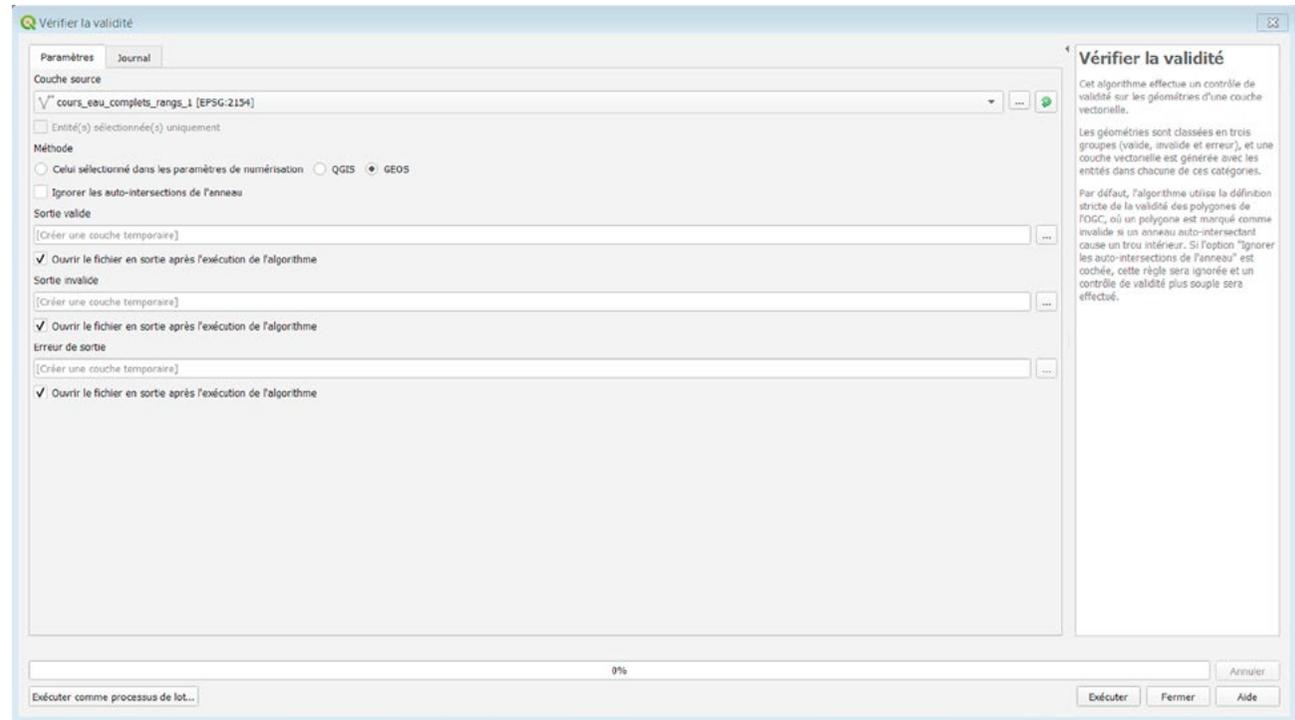
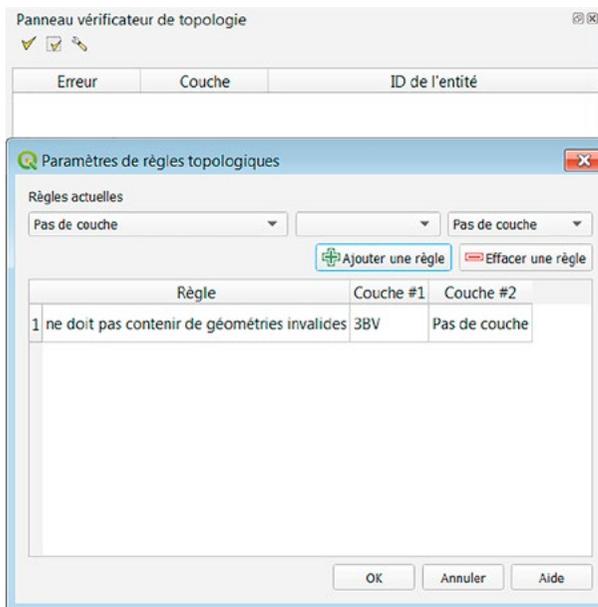
** Cette donnée présente une moins grande précision que la BD TOPO pour l'intégration du bâti, notamment en contexte rural. Il peut ainsi être intéressant pour une analyse au niveau local d'ajouter le bâti de la BD TOPO.

Pour plus d'information : <https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/518b3e0a-ee55-40cb-a3ed-da00e60505aa>

3.3. Vérification de la géométrie et de la topologie des données

Certains géotraitements peuvent être bloqués par la présence de géométries invalides au sein des couches de données. La géométrie et la topologie de la couche peuvent être vérifiées et les anomalies identifiées sous QGIS avec le VERIFICATEUR DE TOPOLOGIE ou en allant dans VECTEUR/OUTIL DE GEOMETRIE/VERIFIER LA VALIDITE.

Selon les anomalies et leur ampleur, différentes méthodes plus ou moins automatisées peuvent être employées pour réaliser les corrections de géométrie. Des documents disponibles sur Internet et des forums proposent différentes techniques à mettre en œuvre.



3.4. Préparation des données d'aménagement ou d'usage



3.4.1. Infrastructures de transports

Dans un premier temps, il s'agit de sélectionner, dans la couche ROUTE de la BD Topo 2017, les types de route qui entraînent une imperméabilisation importante du sol, considérées comme les plus impactantes. Ils correspondent aux classes suivantes du champ « NATURE » de la table attributaire :

"NATURE" = 'Piste cyclable' or "NATURE" = 'Route à 1 chaussée' or "NATURE" = 'Route à 2 chaussées' or "NATURE" = 'Quasi-auto-route' or "NATURE" = 'Bretelle' or "NATURE" = 'Autoroute'

ENREGISTRER-SOUS les données sélectionnées pour créer une nouvelle couche contenant uniquement les routes considérées comme les plus impactantes.

La donnée ROUTES de la BD Topo est représentée sous forme de lignes. Afin de considérer l'incidence des routes sur les ZHP, ces lignes sont converties en surface grâce au géotraitement de type « tampon variable » : VECTEUR/OUTILS DE GEOTRAITEMENT/TAMPON

Au préalable, il est nécessaire de créer un champ correspondant à la LARGEUR / 2 pour que la largeur totale du tampon s'ajuste

avec la largeur de la chaussée indiquée dans la table attributaire.

Certaines entités peuvent ne pas présenter de valeurs dans le champ LARGEUR. Par défaut, elles sont complétées par des valeurs de 5 mètres pour les routes et de 2 mètres pour les pistes cyclables.

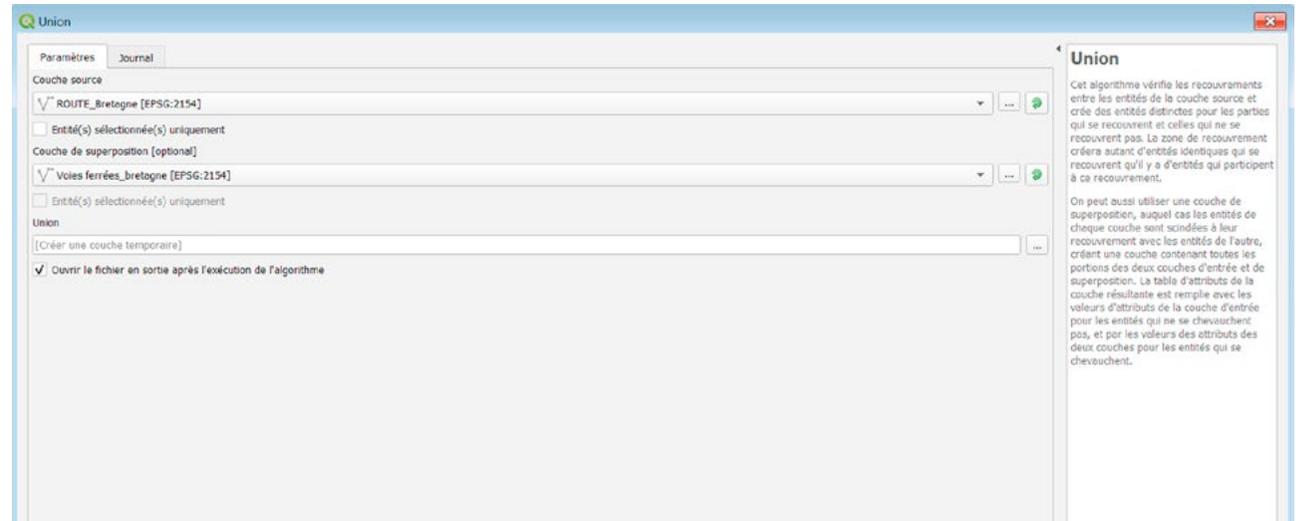
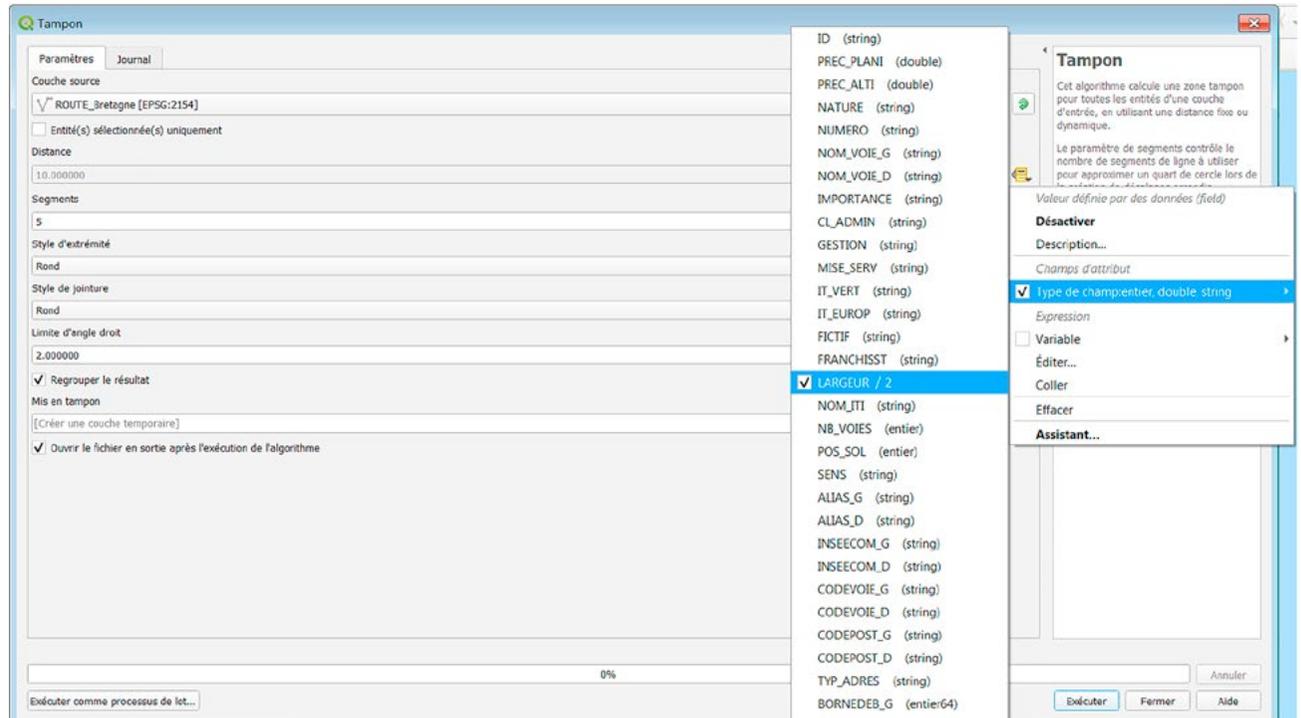
Pour le tampon, dans le champ « Distance », sélectionner le « Type de champ » : « LARGEUR / 2 ». Et cocher la case « Regrouper le résultat » pour fusionner les entités.

Dans un deuxième temps, réaliser un TAMPON FIXE d'une largeur de 2 mètres autour des données de type lignes de la couche TRONCON_VOIE_FERREE de la BD Topo afin de les convertir en données surfaciques.

Note : pour le réseau ferroviaire, la distance standard entre les rails est de 1,42 mètres, la largeur d'impact a été arrondie à 2 mètres.

Enfin, une union est réalisée entre les deux couches travaillées précédemment VECTEUR/OUTILS DE GEOTRAITEMENT/UNION.

Note : les surfaces potentiellement altérées par les infrastructures de transport sont largement minimisées par la méthode utilisée. Ces surfaces calculées mesurent seulement l'impact direct d'altération des routes sur les zones humides potentielles et ne considèrent pas les impacts indirects, notamment la perturbation des écoulements d'eau, la pollution chimique de l'eau... De plus les impacts directs restent sous-estimés, les fossés de bord de routes, les remblais (qui élargissent considérablement les largeurs de ZHP susceptibles d'être altérées par les routes et voies ferrées) n'ayant pas pu être intégrés dans cette étude.





3.4.2. Plans d'eau et bassins artificiels > 500 m²

Afin de préciser la donnée « plans d'eau » obtenue à partir de la couche « surface hydrographique » de la BD TOPO, les entités dont la surface est inférieure à 500 m², considérées comme des mares, sont supprimées.

Les entités identifiées comme « mare », « marais » et « estuaire » dans la table attributaire sont également supprimées. D'autres entités non spécifiées dans la table, tels que les cours d'eau « larges », certains marais, notamment en bordure littorale et certaines zones d'estuaires sont repérées par photo-interprétation puis retirées de la donnée.



3.4.3. Surfaces cultivées

Pour préparer les données relatives aux surfaces cultivées, il s'agit de sélectionner dans le RPG parcellaire, les libellés de groupe correspondant aux types de cultures présentés dans le tableau suivant, **sauf les sous-groupes ayant les codes cultures « CAE », « CEE » et « ROS » pour le groupe « divers »** (respectivement, Châtaigneraie entretenue par des porcins ou des petits ruminants, Chênaie entretenue par des porcins ou des petits ruminants et Roselière).

ENREGISTRER-SOUS les données sélectionnées pour créer une nouvelle couche contenant uniquement les types de cultures décrits dans le tableau ci-dessous.

Libellé Groupe Culture	Code groupe
Mais grain ensilage	2
Blé tendre	1
Prairies temporaires	19
Orge	3
Légumes ou fleurs	25
Autres céréales	4
Colza	5
Fourrage	16
Divers	28
Protéagineux	8
Vergers	20
Autres cultures industrielles	24
Autres oléagineux	7
Plantes à fibres	9
Tournesol	6
Fruits à coque	22
Légumineuses à grains	15
Vignes	21
Riz	14



3.4.4. Plantations de résineux et peupleraies

Il s'agit de sélectionner, dans la BD Forêt V2, les classes de boisement associées aux résineux et peupleraies. Pour la Bretagne, elles correspondent aux catégories suivantes des codes TFV de la table attributaire :

→ Pour les résineux :

Type	Code TFV
FORÊT FERMÉE	
Forêt fermée de conifères purs en îlots	FF2-00
Forêt fermée à mélange de conifères	FF2-00-00
Forêt fermée de pin maritime pur	FF2-51-51
Forêt fermée de pin sylvestre pur	FF2-52-52
Forêt fermée de mélèze pur	FF2-63-63
Forêt fermée de douglas pur	FF2-64-64
Forêt fermée à mélange de pins purs	FF2-80-80
Forêt fermée d'un autre pin pur	FF2-81-81
Forêt fermée à mélange d'autres conifères	FF2-90-90
Forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin, sapin, épicéa, douglas ou mélèze	FF2-91-91
Forêt fermée de pin laricio ou pin noir pur	FF2G53-53
Forêt fermée de sapin ou épicéa	FF2G61-61
Forêt fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus	FF32
FORÊT OUVERTE	
Forêt ouverte avec coupe rase ou incident	F00
Forêt ouverte de conifères purs	F02
Forêt ouverte à mélange de feuillus et conifères	F03

→ Pour les peupleraies : code FP

Trois couches sont créées. Deux pour étudier les plantations de résineux et peupleraies séparément et une pour une donnée commune pour les plantations de résineux et peupliers.

Comme précédemment, le principe est d'ENREGISTRER-SOUS les données sélectionnées pour créer ces trois nouvelles couches.

3.5. Méthodologie SIG pour la production des données sur les zones humides potentiellement altérées

3.5.1. Par type d'altération potentielle

La couche des ZHP est intersectée avec celle de l'occupation du sol ou de l'usage grâce au géotraitement INTERSECTION de QGIS (VECTEUR/OUTILS DE GEOTRAITEMENT/INTERSECTION).



Pour les infrastructures de transport, les plans d'eau et bassins artificiels, les cultures et les plantations, les données utilisées sont issues des traitements précédents (cf. 3.4.).

Pour l'urbanisation, la donnée utilisée est celle des sols artificialisés de Bretagne.

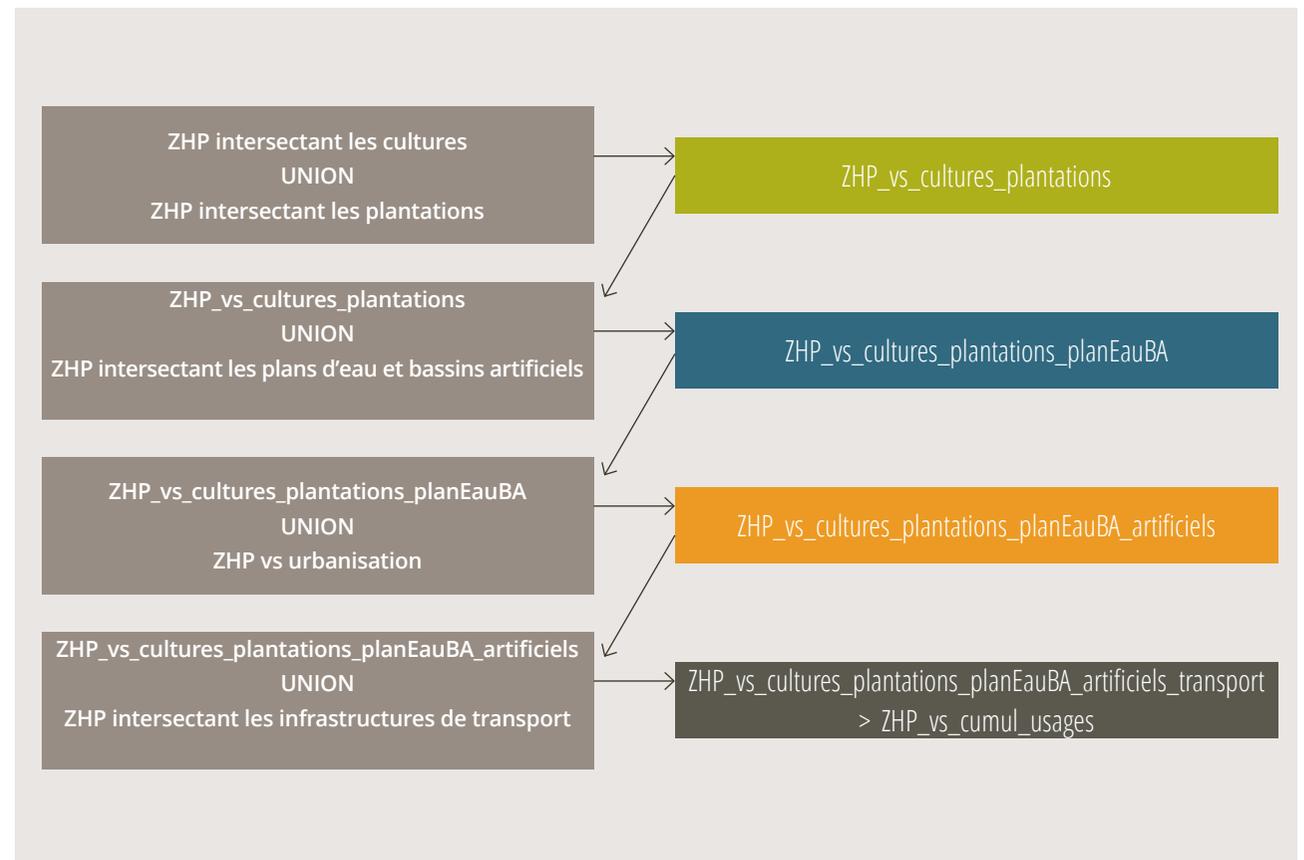
3.5.2. Pour l'ensemble des altérations potentielles

Pour produire la couche des ZHP potentiellement altérées par l'ensemble des types d'occupations du sol et usages considérés dans l'étude, une couche recomposée à partir des couches créées précédemment (cf. 3.5.1.) est réalisée. Cette couche est issue de l'UNION des couches précédemment créées. La méthode employée permet de s'affranchir des superpositions qui

peuvent exister entre les marges des données et ainsi de ne pas surestimer les surfaces.

Une série d'UNION est réalisée selon le déroulement suivant :

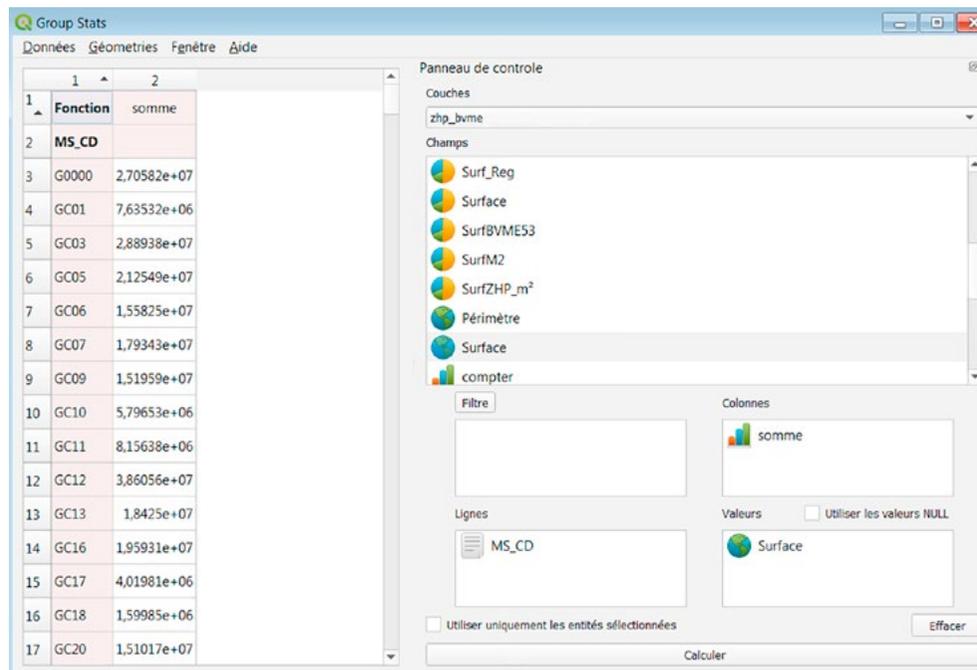
Il est nécessaire de vérifier et de corriger les possibles anomalies de géométrie qui peuvent apparaître entre les différentes étapes et de supprimer les champs non nécessaires afin d'alléger la taille des données.



3.6. Analyse des données selon différents découpages

Comme présenté dans le rapport « Les zones humides de Bretagne - Etat des lieux des altérations, Enjeux de la restauration » (Dausse et al., 2020), les données précédemment produites peuvent être analysées en fonction de différents découpages, ici, les départements bretons et les bassins versants de masse d'eau.

Il a été décidé de considérer uniquement les bassins versants de masse d'eau et les parties de masses d'eau côtières situées sur la zone terrestre de la région Bretagne. Dans ce but, la couche des bassins versants de masse d'eau et celle de la région Bretagne (issue d'une fusion de la couche des départements) ont été intersectées en allant dans l'onglet **VECTEUR/OUTILS DE GEOTRAITEMENT/INTERSECTION**.



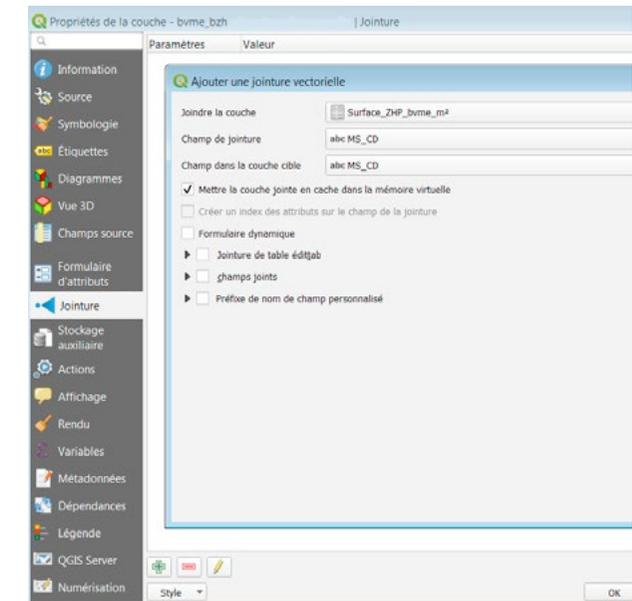
3.6.1. Renseignements des informations nécessaires aux analyses selon différents découpages

Afin d'étudier les pourcentages de ZHP potentiellement altérées selon différents découpages, il est nécessaire de renseigner la surface de ZHP par entité de découpage, dans la couche de découpage. Dans cet objectif, les étapes suivantes sont mises en œuvre :

→ 1• **INTERSECTION** entre les couches de découpage et celle des ZHP

→ 2• Production de la table des surfaces totales de ZHP par entité de découpage avec l'outil **GroupStats** :  Cet outil est disponible dans les extensions de QGIS. Il permet de calculer la somme des surfaces de zones humides potentielles par entité de découpage.

→ 3• **JOINTURE** entre la couche de découpage et la table des surfaces totales de ZHP par entité de découpage. Pour les masses d'eau, le champ de jointure peut être celui du **code des masses d'eau** et pour les départements, l'**indicatif de département**. Puis, **ENREGISTRER** la couche pour fixer le champ issu de la jointure. Les informations sur les surfaces totales de ZHP par entité de découpage sont ainsi disponibles dans les couches de découpage étudiées.



3.6.2. Croisement entre les entités de découpage et les zones humides potentiellement altérées

Pour analyser les pourcentages de ZHP potentiellement altérées en fonction d'un découpage territorial particulier (par exemple les bassins versants de masse d'eau), il s'agit de réaliser une **INTERSECTION** entre ces deux couches de données.



Ensuite, il faut produire la table des surfaces de ZHP potentiellement altérées par entité de découpage et la rattacher à la couche de découpage, par exemple celle des bassins versants de masse d'eau.

Cette opération est réalisée comme précédemment (cf. 3.6.1.) à l'aide de l'outil « GroupStats » et de la logique des jointures :

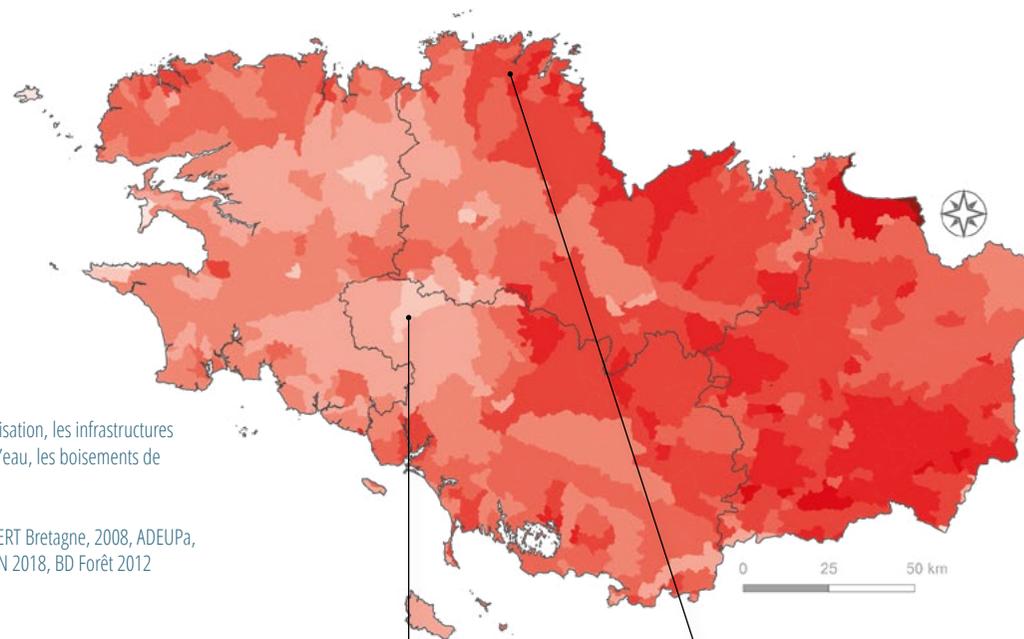
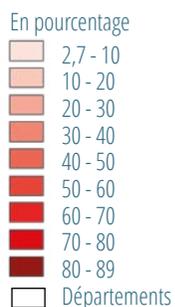
→ 1• **JOINTURE** entre la couche de découpage et la table des surfaces de ZHP occupées et par un usage particulier ou par l'ensemble des usages considérés, par masse d'eau. Puis **ENREGISTRER-SOUS** cette couche.

→ 2• **CREATION D'UN NOUVEAU CHAMP** dans la table attributive afin de calculer pour chaque entité de découpage, le pourcentage de ZHP altérées, selon le rapport suivant :

$$\frac{\text{Surface de ZHP potentiellement altérées}}{\text{Surfaces de ZHP total}} \times 100$$

Exemple de rendu

Niveau d'analyse rattaché aux bassins versant de masses d'eau

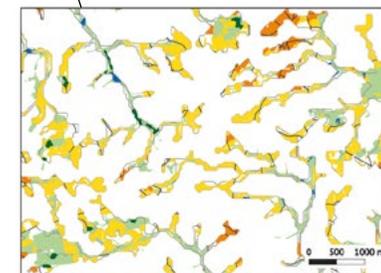
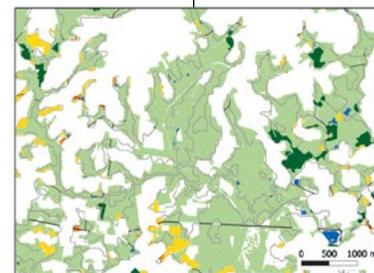


Cumul des ZHP occupées par l'urbanisation, les infrastructures de transport, les cultures, les plans d'eau, les boisements de résineux et peupliers

Source des données : AGRO-TRANSFERT Bretagne, 2008, ADEUPa, 2010 BD Topo, 2017 et 2019, RPG IGN 2018, BD Forêt 2012
Carte réalisée par le FMA

Niveau d'analyse local

Usages pouvant altérer les fonctions des zones humides potentielles



Modes de discrétisation QGIS utilisés pour représenter les résultats sur les cartes

Afin de comparer l'ampleur des différents aménagements ou usages pouvant altérer les fonctions des zones humides potentielles sur un même territoire, l'utilisation de classes de discrétisation d'intervalles identiques et réguliers, comme avec le mode «**Jolies ruptures**¹», permet d'avoir une lecture aisée et une bonne visibilité des résultats pour les usages de type urbanisation, infrastructures de transport, cultures et plantations.

Pour l'usage de type plans d'eau et bassins artificiels, la distribution des valeurs ne permettait pas d'avoir un rendu cartographique efficace avec le mode «**Jolies ruptures**» donc, cet usage a été mis en forme selon le mode des «**Ruptures naturelles de Jenks**²».

→ 1 • Jolies ruptures

Mode de classement basé sur la fonction "Pretty" de R, qui permet d'obtenir des intervalles de classe équidistants, arrondis (jolies valeurs) et couvrant l'ensemble des valeurs. Ce mode se rapproche du mode intervalles égaux avec des classes adaptées aux extrémités de la distribution (à utiliser avec une distribution uniforme ou symétrique).

→ 2 • Ruptures naturelles de Jenks

Mode de classement qui minimise la variance intra-classe et maximise la variance inter-classe. Pour chaque classe les valeurs sont les plus proches possibles (à tendance homogène) et les classes sont les plus éloignées possibles (à tendance hétérogène) : adapté à une diversité de distributions de données.

