Méthode d'évaluation du risque transfert de pesticides à partir du Référentiel hydrographique du SAGE

Rédacteur : Camille SAGET / Wilfrid MESSIEZ

Préambule :

Le **SAGE de la Baie de Saint-Brieuc** prévoit (disposition QE-14) que la structure porteuse du SAGE « Elabore une méthode de hiérarchisation des situations à risques de produits phytosanitaires vers le milieu ». Suite à la CLE du 22 mars 2013, deux masses d'eau ont été identifiées, sur la base du suivi 2002-2012, comme particulièrement éloignées de l'objectif fixé par le SAGE. Il s'agit du Gouëssant (point de suivi d'Andel, 04168140) et de l'Islet (point de suivi aval 04167700, 04167710 à partir de 2014).

L'Etat des lieux 2013 du SDAGE Loire-Bretagne, indiquait un risque de non atteinte des objectifs de bon état lié à la pression en pesticides pour le Gouëdic, l'Urne, l'Evron, le Gouëssant (amont et aval), la Flora et l'Islet.

Les travaux réalisés en 2015 sur l'Islet ont permis de tester la méthode et de mettre en place une hiérarchisation des sous bassins versants vis-à-vis du risque structurel de transfert des pesticides.

A l'issue des suivis réalisés, dans les tableaux de bord 2015, 2016 et 2017, la CLE identifie les bassins versants de l'Islet et du Gouessant comme bassins où un 'plan pesticides' est nécessaire conformément à la **disposition 4A-2 du SDAGE 2016-2021** :

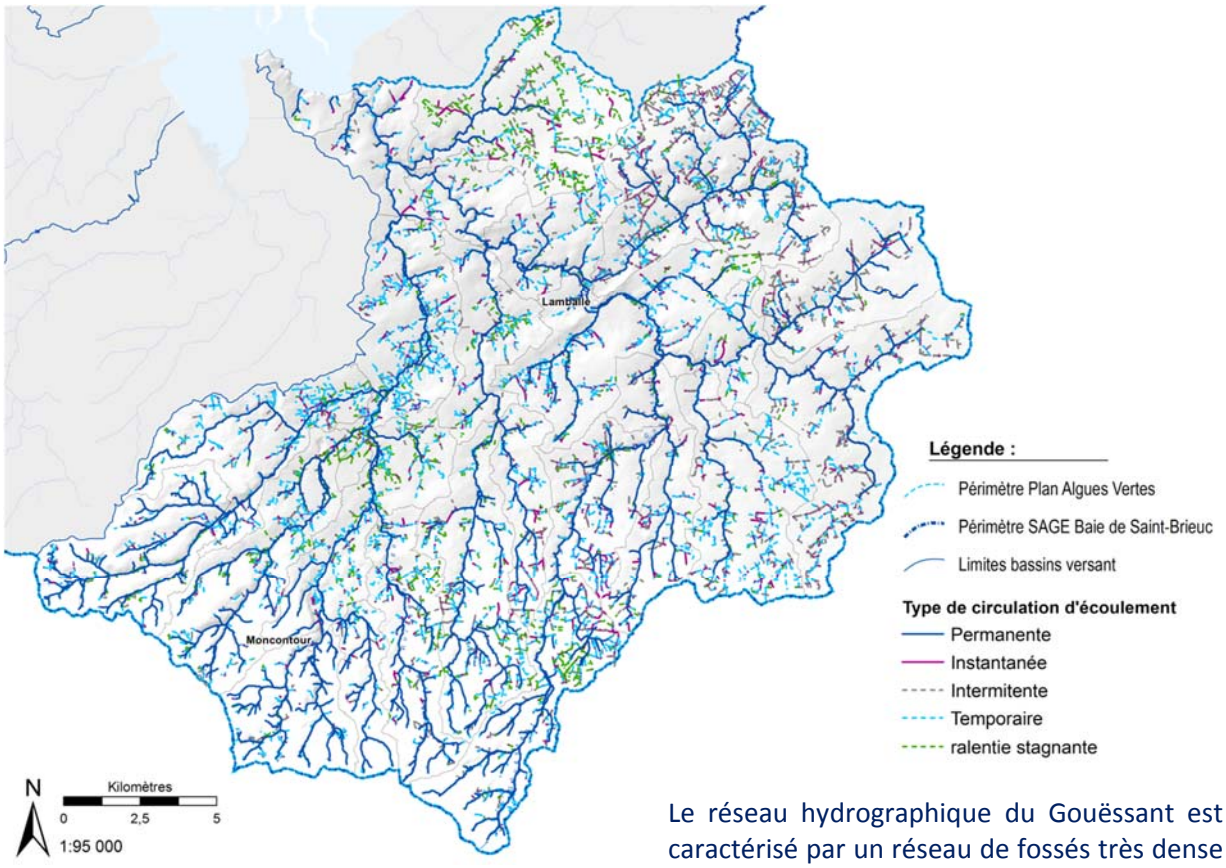
« *Sur les territoires ciblés par l'état des lieux du SAGE définis dans la disposition 4A-1, ainsi que dans les aires d'alimentation de captage prioritaire définis au chapitre 6 du SDAGE, les SAGE comportent un plan d'action visant à réduire les risques concernant l'utilisation des pesticides et leur impact sur l'environnement. Ce plan est établi en cohérence avec les enjeux des territoires identifiés, ainsi qu'avec les objectifs de réduction et de maitrise du programme national Ecophyto, et s'appuie sur les outils des programmes de développement rural. Ce plan concerne les usages agricoles et non agricoles* ».

Le contrat territorial 2017-2021 de la baie de Saint-Brieuc prévoit ainsi qu'un plan d'action pesticide soit déployé sur l'Islet et le Gouëssant - **Cf. chapitre 4.3.2.3**. : « *ce plan d'action devra à partir d'un diagnostic des pratiques sur les secteurs ciblés, identifier et mettre en œuvre les améliorations envisageables portant sur ces dernières ainsi que sur l'atténuation des risques de transfert en intervenant sur les interfaces cultures-cours d'eau à risque identifiés. […] Sur les secteurs visés pour le déploiement de ces plans, et conformément aux enseignements tirés du travail mené sur l'Islet, une attention particulière devra être portée sur la gestion des parcelles drainées et les possibilités d'atténuation des risques de transfert particuliers qui les caractérisent.* ».

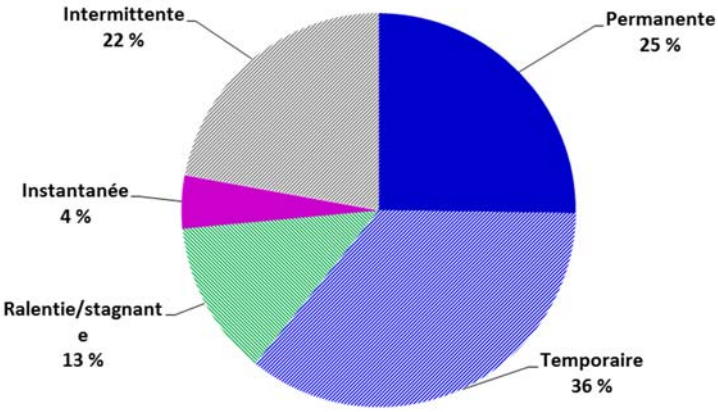
1. Contexte

1- Présentation du bassin versant et de son réseau hydrographique

Le Gouëssant est un bassin versant d'une surface totale de 42 875 ha délimité par la ligne de crête des monts du Mené au Sud et le plateau de Penthièvre au Nord-Est. Ce bassin versant est caractérisé par deux types de topographies liées à la géologie : au Sud de nombreuses vallées encaissées, des pentes fortes et un relief discontinu, tandis qu'au Nord le relief est plus régulier avec des pentes plus faibles. Il est composé de deux grandes unités hydrographiques, l'Evron et le Gouëssant. Sur les 2 000 km de réseau hydrographique cartographiés (référentiel hydrographique du SAGE1), seuls 594 km (30 %) ont été caractérisés comme cours d'eau. Leur ordre de Strahler varie de 1 à 6 et 65 % ont un ordre inférieur ou égal à 2.



Le réseau hydrographique du Gouëssant est caractérisé par un réseau de fossés très dense en têtes de bassin, lié au drainage des parcelles et à l'évacuation des eaux.

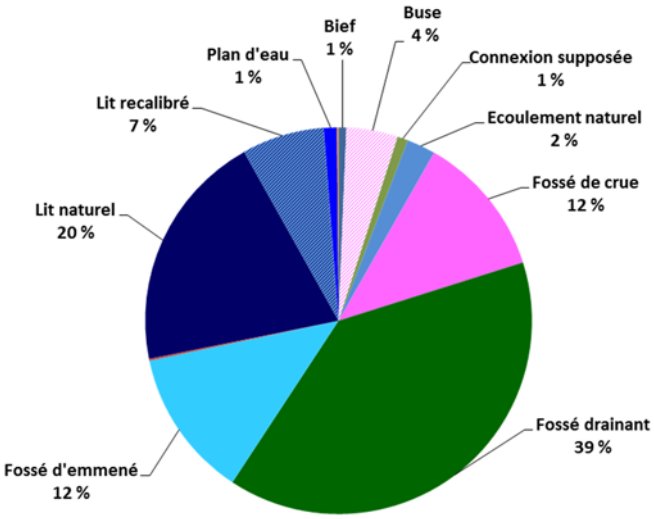


Le régime d'écoulement dominant est saisonnier (temporaire) : le bassin connaît des débits d'étiage précoces et de nombreux assecs estivaux (juin-septembre) en tête de bassin.

Peu d'écoulements sont caractérisés comme permanents (moins d'un quart), leur ordre de Strahler moyen est de 2.4.

[1] Validé au 31/12/2018, cf. tableau de bord 2017, chap II-7-A, conformément aux recommandations du SAGE (disposition OR-6 et annexe 5 du PAGD)

Graphique 1 : part (en longueur) des différentes modalités d'écoulement relevées



La saison de drainage couvre la période de décembre à mai (avec reprise en avril). Des épisodes printaniers de précipitations intenses peuvent conduire à des ruissellements importants (cf. épisode de juin 2018).

Près de 75% (en longueur) du réseau hydrographique fonctionnel est artificialisé (fossés, buses, lits recalibrés).

Graphique 2 : part dans le total du linéaire de réseau (en longueur) des différents types de tronçons cartographiés

Au vu des épisodes de transfert visés à la suite des contaminations observées entre 2002 et 2018 (observation de pics printaniers mais aussi automnaux, épisodes ruisselants à très forte charge en fin de printemps), l'ensemble du réseau cartographié comme connecté aux cours d'eau cibles (Evron, Gouessant), qu'elles qu'en soient les modalités d'écoulement, a été pris en compte dans les travaux comme **réseau hydrographique fonctionnel – RHF**).

2- Suivi de la qualité de l'eau du bassin versant du Gouëssant- Suivi pesticides

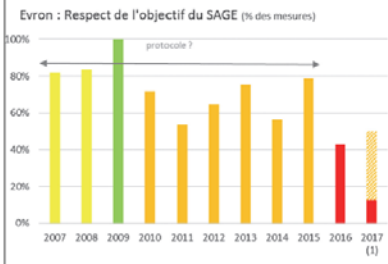
Gouëssant aval (04168140 *point de suivi CORPEP*)

Nb Prel : 6	Nb détections : 147
Nb pics : 6	Maxi : 3,11 µg/l
Nb molec recherchées : 50	
Période : toute l'année	
Molécules : En continu : AMPA, *métolachlore ESA*, chlorprophame, glyphosate ; Triclopyr et métolachlore ponctuellement	
Usages :AMPA issu des process industriels, de la dégradation du glyphosate (herbicide total d'usages agricole et particuliers) ; désherbage maïs et colza et Chlorprophame issu d'un process industriel pour traitement anti-germinatif pommes de terre	

Au point de suivi aval (04168140), sur le Gouëssant, les objectifs du SAGE ne sont jamais atteints plus de 40 % du temps.

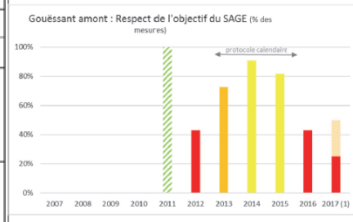
A l'amont, le suivi montre une situation moins dégradée, mais cela peut être dû au moins en partie aux protocoles de suivi utilisés…

Evron (04168210)

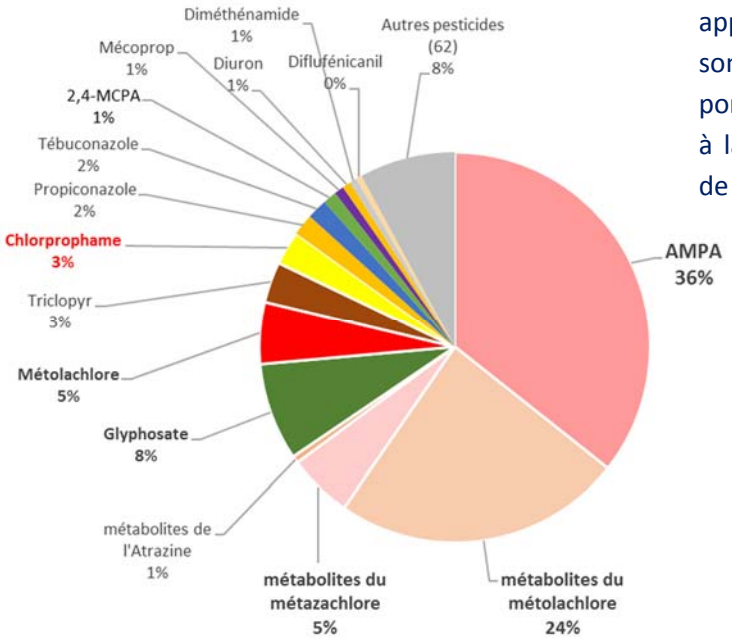


Nb Prel : 19	Nb détections : 169
Nb pics : 14	Maxi : 2,81 µg/l
Nb molec recherchées : 84	
Période : mai à décembre	
Molécules : AMPA, Glyphosate, *Métolachlore ESA, Métazachlore ESA* En ponctuel : Mésotrione, Métazachlore, Trichlopyr	
Usages : AMPA issu de la dégradation du glyphosate (herbicide total d'usages agricole et particuliers), désherbage maïs et colza (molécules mères et molécules de dégradation « métabolites »), débroussaillant	

Gouëssant amont (04168050)



Nb Prel : 8	Nb détections : 80
Nb pics : 6	Maxi : 5,57 µg/l
Nb molec recherchées : 46	
Période : juin à novembre	
Molécules : En continu : AMPA, Glyphosate, Métolachlore En ponctuel : 2,4 MCPA, tébuconazole, propiconazole, *métolachlore ESA* (métabolite du métolachlore)	
Usages : AMPA issu de la dégradation du glyphosate (herbicide total d'usages agricole et particuliers, désherbage maïs (molécules mères et molécules de dégradation « métabolites »), fongicides céréales et rosiers	



Graphique 3 : part des différentes molécules dans le « cocktail » de pesticides quantifié en 2017 sur le Gouëssant aval (point 041684140)

Suite aux campagnes 2017 et 2018, il apparaît que l'**AMPA** et le **Chlorprophame** sont majoritairement issus de sources ponctuelles. Un programme de réduction à la source (filière industrielle de la STEP de Souleville) est engagé.

Le glyphosate est toujours pesant mais est en régression, ce sont les stratégies de désherbage du maïs (métolachlore et ses dérivés) qui sont à l'origine des contaminations les plus importantes (29 % du total).

Viennent ensuite les stratégies de désherbage du colza, puis les fongicides et enfin un panel très important de molécules (67) dont aucune ne pèse plus de 1% du total.

Les graphiques et tableaux ci-dessus sont issus du tableau de bord du SAGE Baie de Saint-Brieuc pour l'année 2017.

L'importance des concentrations mesurées en métabolites du métolachlore (ainsi que les pics observés en métolachlore lui-même au printemps 2018, à l'occasion des orages ayant suivi la période de traitement), conjuguée à la baisse des concentrations en glyphosate, semble indiquer une évolution des stratégies de protection des cultures : suite à l'interdiction de destruction chimique des couverts végétaux, il semble y avoir un report de l'effort de traitement sur la période de pré et de post-levée en ce qui concerne le maïs.

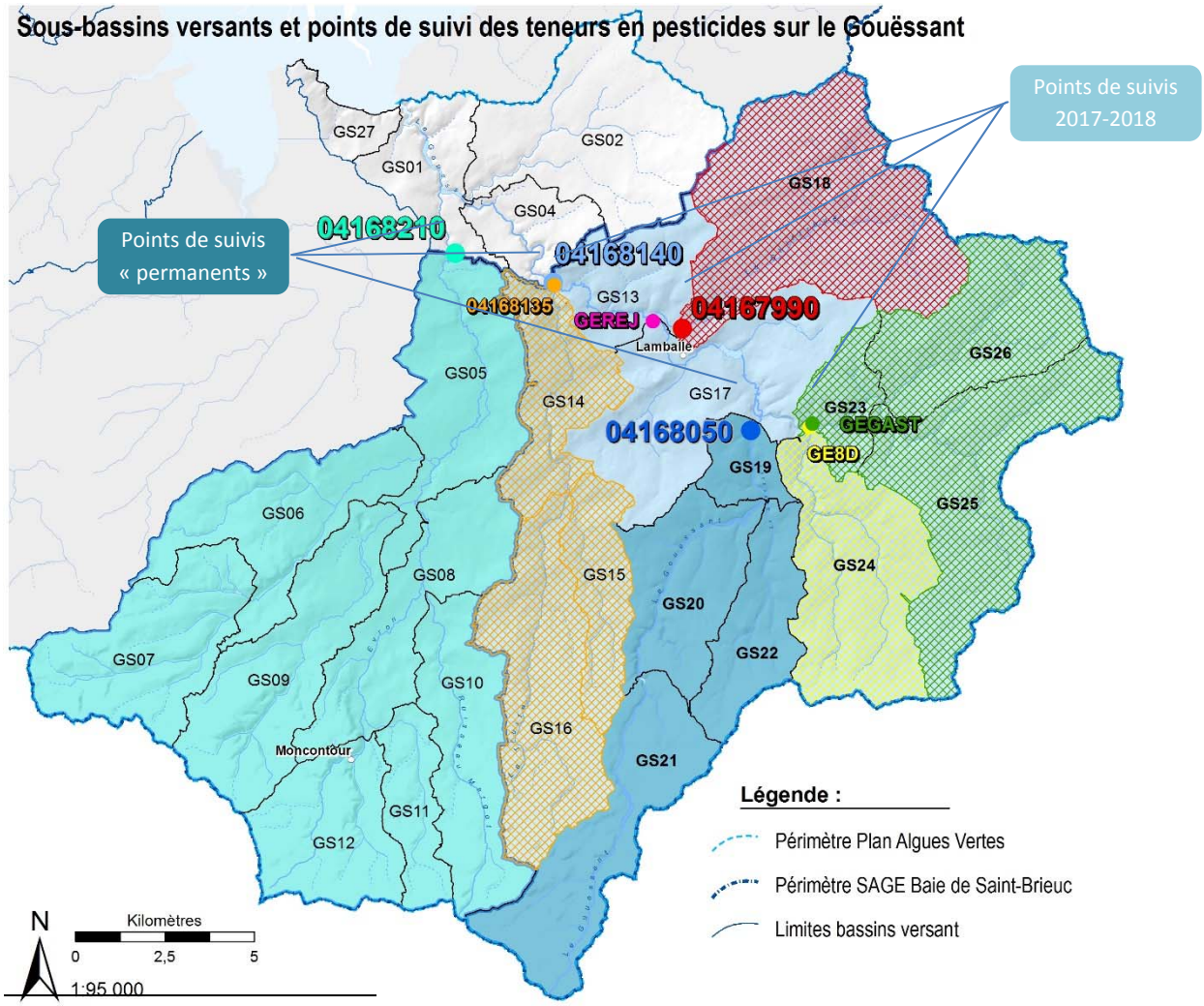
2. Méthode de hiérarchisation des sous-bassins

1. Délimitation du périmètre d'étude et des sous-bassins unitaires

Le périmètre d'étude et les limites des sous-bassins versants unitaires du Gouessant ont été délimités lors du diagnostic du projet 'baie 2027'[2] par saisie manuelle à l'aide des données descriptives suivantes :

- Relevé des écoulements sur le terrain (référentiel hydrographique),
- Isolignes équidistantes de 1m issues du Modèle Numérique de Terrain (MNT) au pas de 5 m du partenariat Megalis Bretagne,
- Des éléments constitutifs du paysage susceptibles d'intercepter les écoulements de surface (voirie essentiellement),
- Points de suivis qualité de l'eau déployés dans le cadre du contrat territorial de la baie de Saint-Brieuc 2017-2021.

Etant donné la finesse et la précision du réseau d'écoulement relevé, ces sous unités ne constituent pas à proprement parler un découpage hydrologique : chaque confluence ne donne pas systématiquement lieu à la délimitation d'un sous-bassin. Les entités ont été définies dans une logique opérationnelle, dans le but de les comparer entre elles et en matérialisant donc dans la mesure du possible des sous-bassins unitaires dont les ordres de grandeur en surface soient comparables et pour lesquelles des suivis de la qualité de l'eau sont disponibles.



[2] Baie 2027, tome 1 : Diagnostic, p. 6 et annexe 1

Identifiant	Nom	ha	% de la superficie totale	Identifiant	Nom	ha	% de la superficie totale
SBVGS18	Chiffrouët	3634	8	SBVGS10	Rau Margot	1712	4
SBVGS25	Rau du Moulin de St-Rieul	2791	7	SBVGS20	Gouessant aval prise d'eau 1	1505	4
SBVGS02	Gouranton	2580	6	SBVGS12	Rau Moncontour	1504	4
SBVGS17	Gouessant moyen	2571	6	SBVGS14	Truite aval	1254	3
SBVGS24	le Val	2296	5	SBVGS22	Hia	1107	3
SBVGS16	Truite amont	2256	5	SBVGS13	Gouessant aval Lamballe	1106	3
SBVGS09	Rau de Bogard	2185	5	SBVGS01	Gouessant aval prise d'eau 3	970	2
SBVGS21	Haut-Gouessant	2076	5	SBVGS15	le Chauchix	931	2
SBVGS05	Evron aval	2024	5	SBVGS11	Evron amont	763	2
SBVGS07	Colombier amont	1953	5	SBVGS04	Gouessant aval Andel	703	2
SBVGS06	Le Colombier	1905	4	SBVGS23	Gast aval	612	1
SBVGS26	Gast amont	1870	4	SBVGS19	Gouessant aval prise d'eau 2	465	1
SBVGS08	Evron moyen	1777	4	SBVGS27	Côtier Hillion- Bon Abri	352	1

2. *Données prises en compte*

- Le **réseau hydrographique fonctionnel** (RHF – Cf. méthode Territ'Eau) pris en compte pour aborder les risques de transfert dans cette approche est l'ensemble du réseau d'écoulement cartographié dans le référentiel hydrographique du SAGE, continu (tronçons d'écoulements reliés entre eux), alimentant les cours d'eau, quelle que soit la modalité d'écoulement (régime) ou le type de tronçon. Seuls les tronçons non reliés au réseau principal conduisant à l'exutoire ont été exclu du RHF (environ 300 mètres de linéaire au total).
- Le **parcellaire cultural**, issu du RPG PAC 2017, dont est issue, pour chaque sous-bassin, l'estimation de la Surface Agricole Utile soumise à pression pesticide (SAUpp), en retenant : les surfaces en cultures annuelles (coef 1) et les parcelles assimilées aux prairies temporaires (cf. Annexe 3 au CT 2017-2021) (coef 0.25), considérant en première approche que cette sole a une chance sur 4 d'être soumise à pression pesticides lors d'une campagne culturale.
- La **topographie** (importance des pentes), est approchée à l'aide du Modèle Numérique Terrain au pas de 5m (Mégalis Bretagne), traité par délimitation des unités de pentes selon trois classes : unités de pentes de moins de 3 %, de 3 à 5 %, de plus de 5 %.
- La cartographie des **zones humides**, des **zones potentielles** et des **parcelles identifiées comme drainées** issues du référentiel hydrographique du SAGE. Lors de cette approche, ces surfaces ont été complétées de l'enveloppe de référence du SAGE, issue du même référentiel, conformément au test réalisé sur l'Islet en 2015, afin de mieux prendre en compte la notion de « bas-versant ».

3. *Construction des indices de risque pour la hiérarchisation*

✓ Principes généraux et limites

Le principe retenu est de valoriser les données d'ores et déjà produites ou à disposition, de comparer et hiérarchiser les différents sous-bassins à partir d'indicateurs simples, rapidement reproductibles. La donnée d'entrée la plus importante est le réseau hydrographique fonctionnel, dont l'extension

conditionne la prise en compte des surfaces d'application (parcelles culturales issues du RPG 2017), suivant leur proximité à ce dernier.
Chaque indice vise à caractériser les sous-bassins en fonction des différentes voies de transfert connues concernant les pesticides (Cf. méthode Territ'Eau d'AgroTransfert Bretagne).
Par rapport aux travaux réalisés sur l'Islet en 2015, la méthode a été affinée grâce aux données du RPG désormais disponibles à l'échelle parcellaire (et non plus à l'échelle des ilots culturaux).

Pour autant, l'approche SIG ne permet pas de prendre en compte l'existence ou l'efficacité d'éventuels obstacles au ruissellement et à la dérive des produits ou encore au tamponnement des flux depuis les surfaces d'application (bandes tampons réduites, talus plantés, haies, ripisylves, etc.). La présence ou l'absence de ces derniers peut pourtant être déterminante dans la réalité des transferts, mais leur efficacité ne peut être diagnostiquée que sur le terrain, à l'échelle de chaque parcelle.

Cette information devra faire l'objet d'**un diagnostic de terrain complémentaire**, qu'il est prévu de déployer lors du « diagnostic-action », temps d'échange et de collaboration qui permette tout à la fois :

- de corriger / finaliser l'évaluation du risque de transfert structurel, à l'échelle parcellaire en tenant compte des éléments du paysage identifiés sur le terrain,
- de recueillir auprès des exploitants les informations nécessaires afin d'intégrer dans la détermination d'un risque global les indicateurs liés aux pratiques (fréquences de traitements, doses, molécules utilisées…),
- de proposer des pistes d'amélioration des situations conjuguant propositions d'aménagement et d'adaptation des pratiques et d'en suivre la mise en œuvre.

✓ **Construction des indices**

La méthode Territ'eau prise en référence identifie trois principales modalités de transfert des produits phytosanitaires et associe à chacune un type de surface contributive dans le bassin-versant :

- **Transferts directs :** proximité immédiate des zones de traitement avec les berges du réseau, contamination par volatilisation, dispersion ⇒ Surfaces contributives aux transferts directs **Sc-Dir,**
- **Transferts par ruissellement :** transfert par ruissellement de surface « classique » ou hortonien, suivant la pente, vers un exutoire ou point bas connecté au réseau hydrographique ⇒ Surfaces contributives au transfert par ruissellement **Sc-Ruiss.**
- **Transferts de sub-surface :** secteurs hydromorphes, à proximité de la nappe durant la période de traitement, contamination via le drainage, le battement de la nappe ou encore le ruissellement sur surfaces saturées ⇒ Surfaces contributives aux transferts de Subsurface **Sc-Subs**,

A la suite des échanges avec l'équipe animatrice du projet sur le bassin (Lamballe Terre et Mer et Chambre d'agriculture), il a été décidé de se rapprocher des modalités d'appréciation du risque de la méthode Diagnostic des Parcelles à Risque 2 (DPR 2). Or cette dernière considère que la présence d'un drainage et la connexion du collecteur au réseau fonctionnel induit un risque fort quasi-

systématique. Un indice complémentaire a donc été développé pour tenir compte uniquement du paramètre « **drainage** ».

Enfin, à la suite des résultats des suivis pesticides 2017 et 2018, il a été proposé de cibler tout particulièrement les traitements appliqués sur la **sole en maïs**. L'évaluation de l'importance moyenne de cette sole, d'après les déclarations PAC 2015 à 2018 à donc été également prise en compte pour comparer les sous-bassins.

A partir de ces éléments, 4 indices sont proposés :

- **Indice 1** approchant l'importance du risque de **transfert direct (Sc-Dir)**:

Somme des surfaces (SAUpp) soumises à pression pesticides, pondérées, situées à moins de 5 mètres du réseau hydrographique fonctionnel, rapportée à la surface des sous bassins versants

$$\textbf{Indice 1} = \frac{\sum SAUpp \text{ "à} - de \text{ 5 } m \text{ du } RHF\text{"}}{Surf\ SBV}$$

- **Indice 2** approchant l'importance du risque de transfert par **ruissellemen**t (**Sc-Ruis**)

Somme des surfaces (SAUpp) soumises à pression pesticides, pondérées, situées à moins de 5 m du réseau hydrographique fonctionnel et dont la pente moyenne est supérieure à 3%, rapportée à la surface des sous bassins versants

$$\textbf{Indice 2} = \frac{\sum SAUpp \text{ "à - de 5 m du RHF } et \text{ de pente} > \text{à 3\%"}}{Surf\ SBV}$$

- **Indice 3** approchant l'importance du risque de **transfert par subsurface**

Somme des surfaces (SAUpp) soumises à pression pesticides, pondérées, situées en zone humide ou en zone potentielle ou dans l'enveloppe de référence, rapportée à la surface des sous bassins versants.

$$\textbf{Indice 3} = \frac{\sum SAUpp \text{ "en ZH, Zpot ou incluse dans l'ER"}}{Surf\ SBV}$$

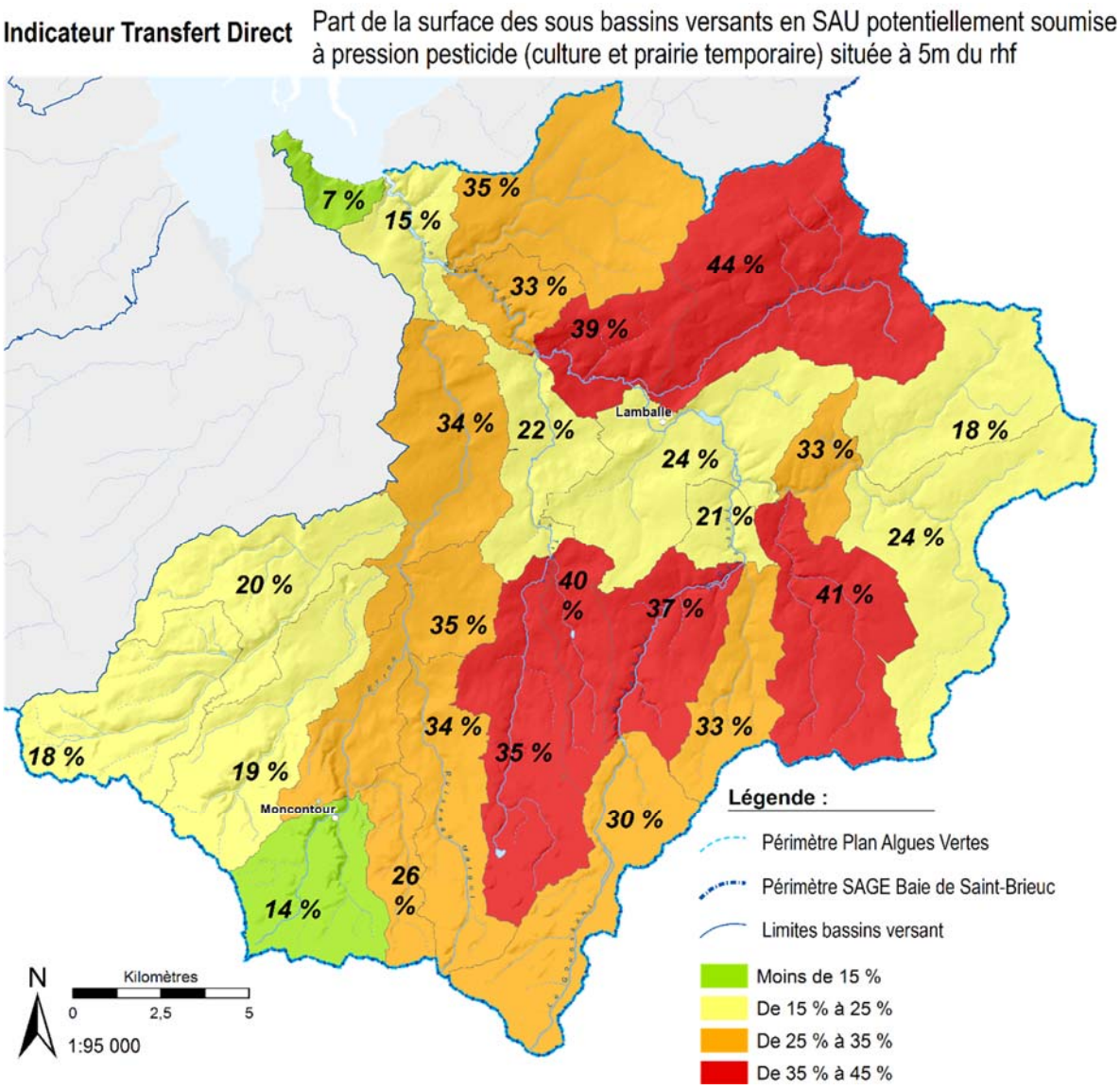
- **Indice 4** approchant l'importance du risque de **transfert par drainage**

Somme des surfaces (SAUpp) soumises à pression pesticides, pondérées, considérées comme drainées et situées à moins de 5 m du réseau hydrographique fonctionnel.

$$\textbf{Indice 4} = \frac{\sum SAUpp \text{ "drainée et à - de 5 m du RHF"}}{Surf\ SBV}$$

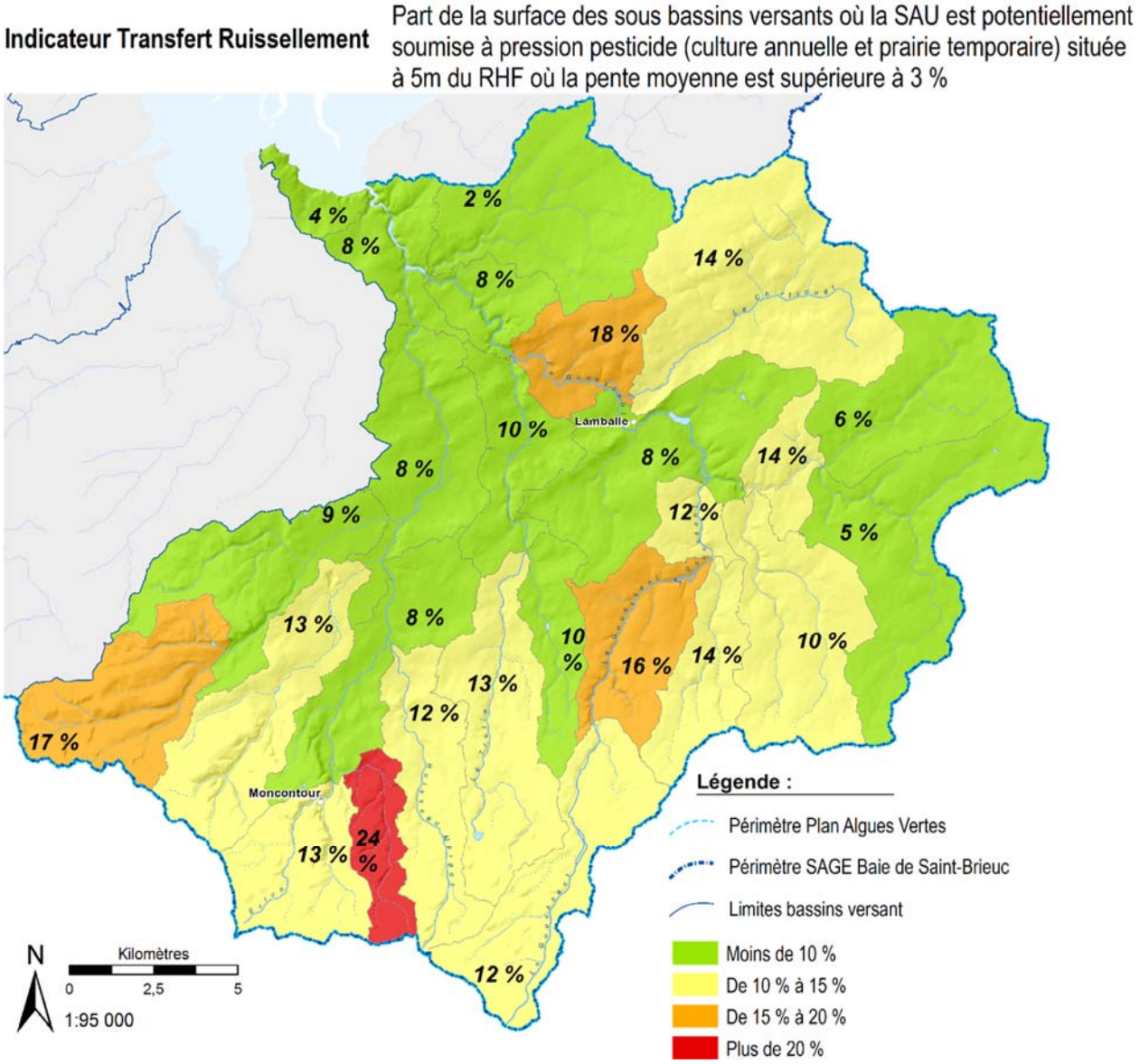
2) Résultats méthode de hiérarchisation des sous bassins

1. Indice 1 : hiérarchisation des sous bassins vis-à-vis des risques de transfert direct - Sc-Dir



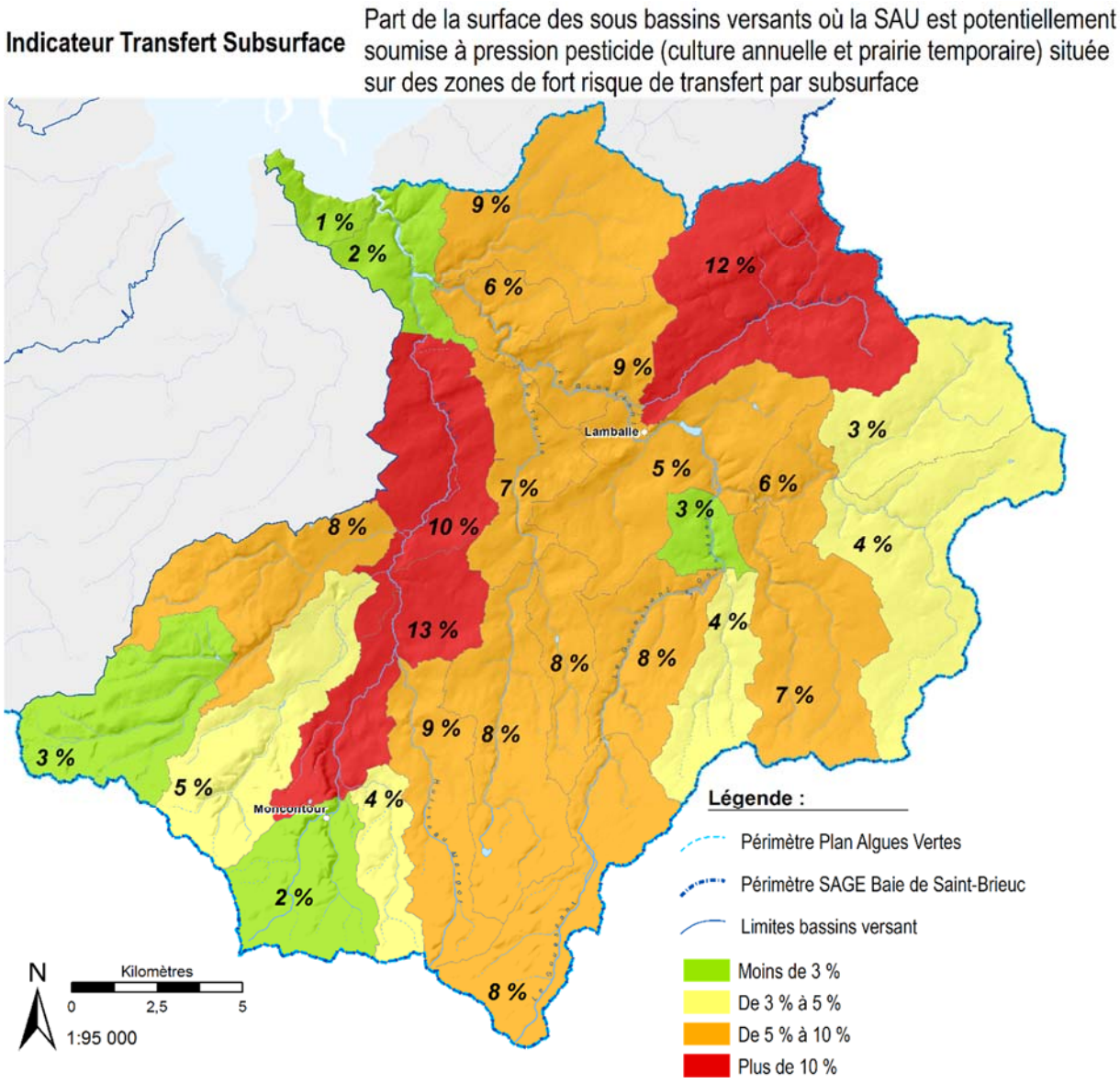
La valeur moyenne de cet indicateur sur le Gouessant est de 28,27 %. La carte ci-dessus montre que bassin versant du Chifrouët serait le plus concerné par les situations de proximité entre les surfaces d'application et le réseau hydrographique fonctionnel.

2. Indice 2 : hiérarchisation des sous bassins vis-à-vis des risques de transfert par ruissellement Sc-Ruis



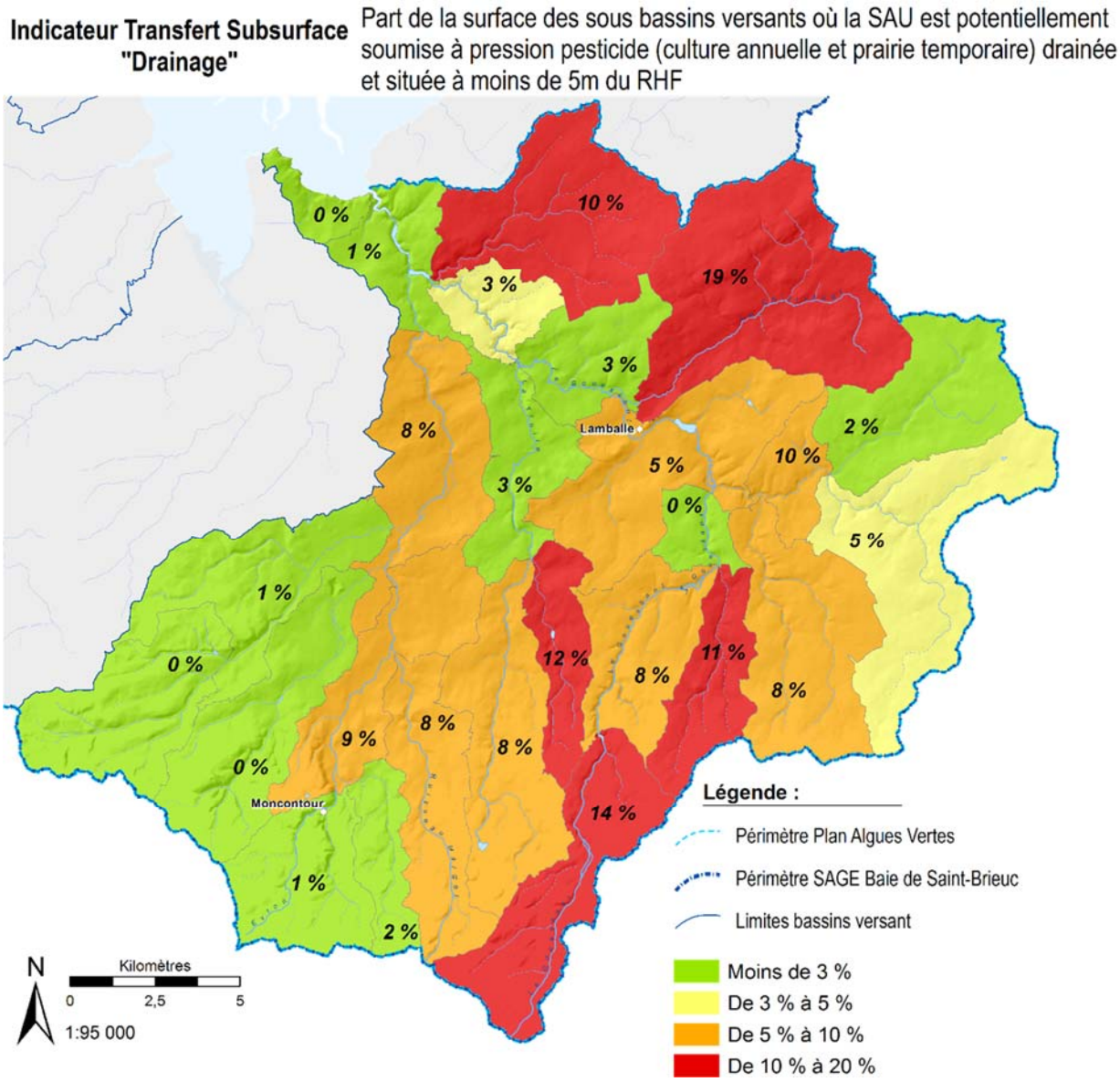
Le résultat identifie l'Evron amont comme étant le secteur le plus à risque de transfert par ruissellement.

3. Indice 3 : hiérarchisation des sous bassins vis-à-vis des risques de transfert par subsurface Sc-sub



Cet indice fait ressortir 3 sous-bassins : le Chifrouët (12%), l'Evron Moyen (13%) et l'Evron Aval (10%).

4. Indice 4 : hiérarchisation des sous bassins vis-à-vis des risques de transfert par drainage

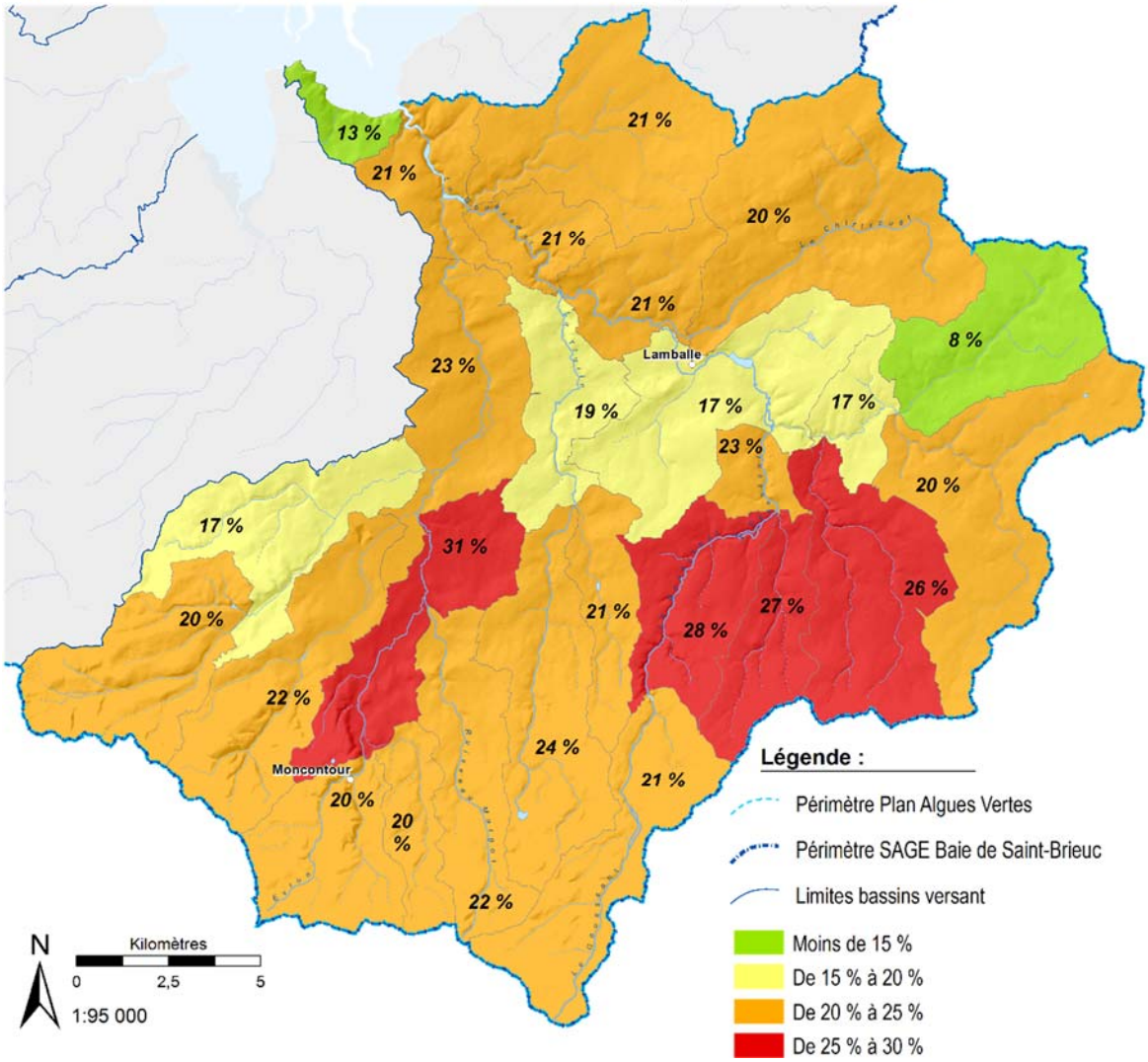


Cet indice fait ressortir 5 têtes de bassin versant vis-à-vis du risque de transfert lié au drainage et à la proximité au réseau hydrographique fonctionnel. Ces 5 sous bassins sont : Le chifrouët (19%), le Haut Gouëssant (14%), le Chauchix (12%), l'Hia (11%) et le Gouranton (10%).

NB : la source d'information utilisée pour les parcelles drainées n'est pas d'une fiabilité extrême : il s'agit des parcelles déclarées comme telles lors de l'enquête conduite auprès des exploitants par le bassin-versant en 2011, des drains relevés sur le terrain ou identifiés par photo-interprétation et du report des surfaces concernées par du drainage subventionné lors des opérations collectives des années 80 et début 90 (données ex DDAF). Certaines parcelles matérialisées comme drainées n'ont été drainées en réalité qu'en partie voir pour certaines pas du tout. De même cette source d'information ne mentionne pas l'état de fonctionnalité du drainage, et il se peut que certains ne soient plus efficaces. A contrario il existe bien des surfaces drainées qui ne sont pas répertoriées.

5. Sole en maïs

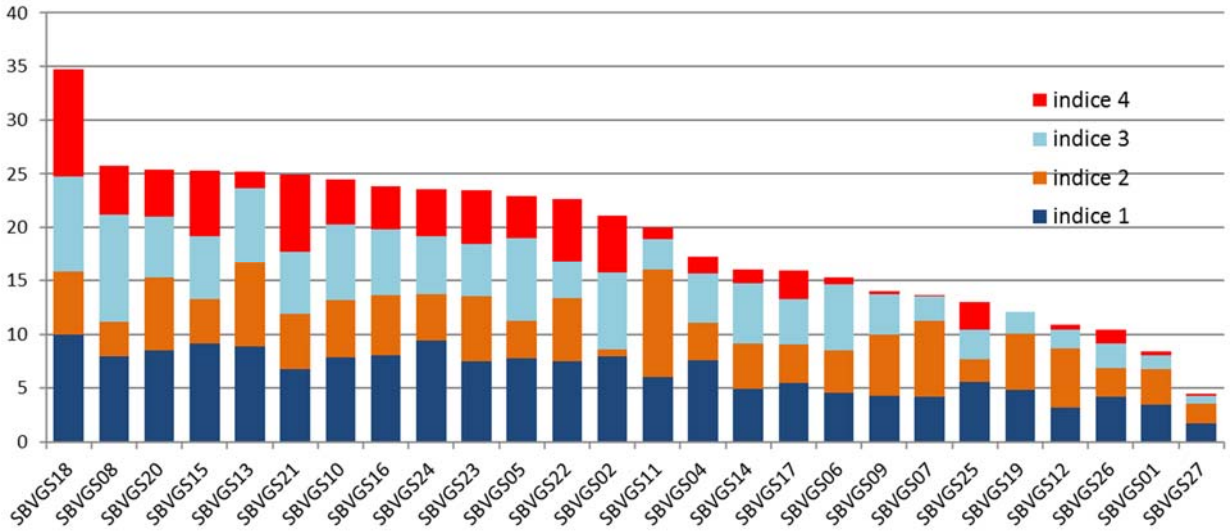
Part de la surface des sous bassins versants en maïs - moyenne entre 2015 et 2017



Le calcul a été réalisé à partir des données du RPG 2015-2016-2017 (moyenne sur 3 ans).

Le bassin versant du Gouëssant est occupé en moyenne à 21% de sa surface par des cultures de maïs, et peu de sous-bassins s'éloignent de cette moyenne. L'Evron moyen avait entre 2015 et 2017 31% de sa surface occupée par la sole de maïs. Trois autres sous bassins versant ressortent et le suivent de près à savoir le Gouëssant en aval de la prise d'eau (28%), l'Hia (27%), le Val (26%).

6. Cumul des indices et hiérarchisation



Sans tenir compte de l'importance de la sole en maïs, le Chifrouët (SBVGS18) ressort nettement en tête, par l'intensité du drainage et l'extension du réseau de fossés l'accompagnant, liée au développement des cultures sur les unités de sols hydromorphes en tête de bassin.
La prise en compte de la répartition de la sole en maïs (20% de la surface de ce sous-bassin, soit une valeur proche de la moyenne du bassin d'ensemble) ne changerait pas le résultat.

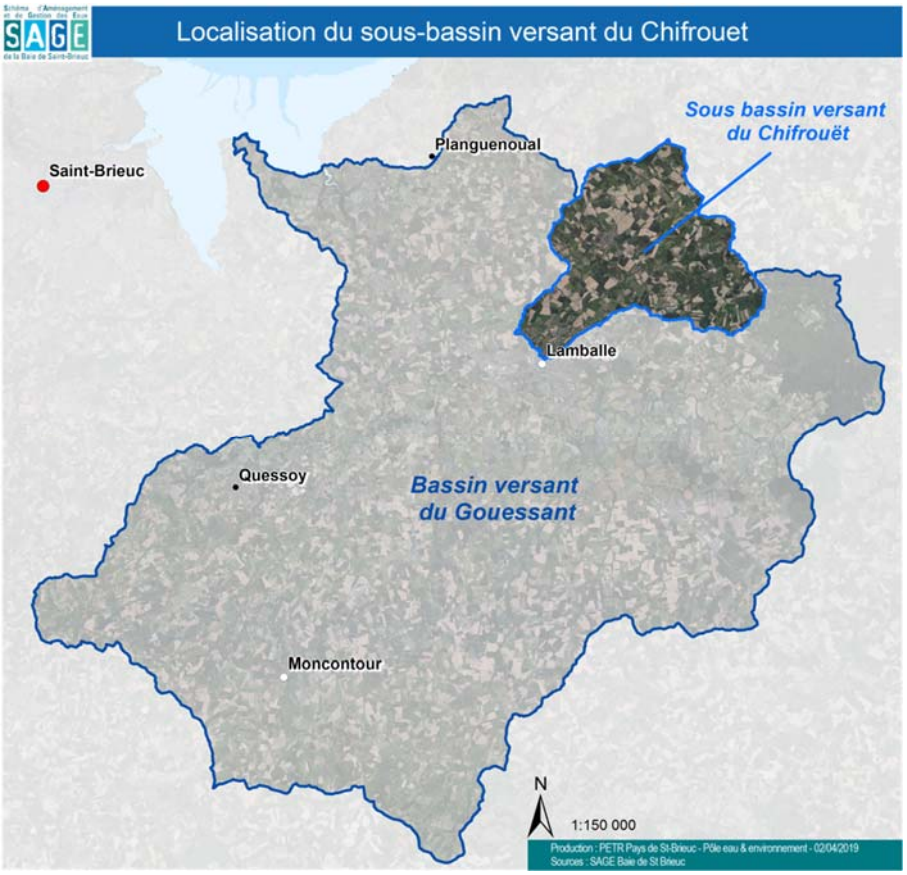
3) Approche à l'échelle parcellaire sur le sous bassin versant du Chifrouët :

Disposant du RPG à l'échelle parcellaire depuis 2015, nous avons exploré la possibilité d'approcher le risque à l'échelle parcellaire en se basant sur la méthode DPR2 Phyto, et plus particulièrement de son arbre de décision pour le classement des parcelles à risque.

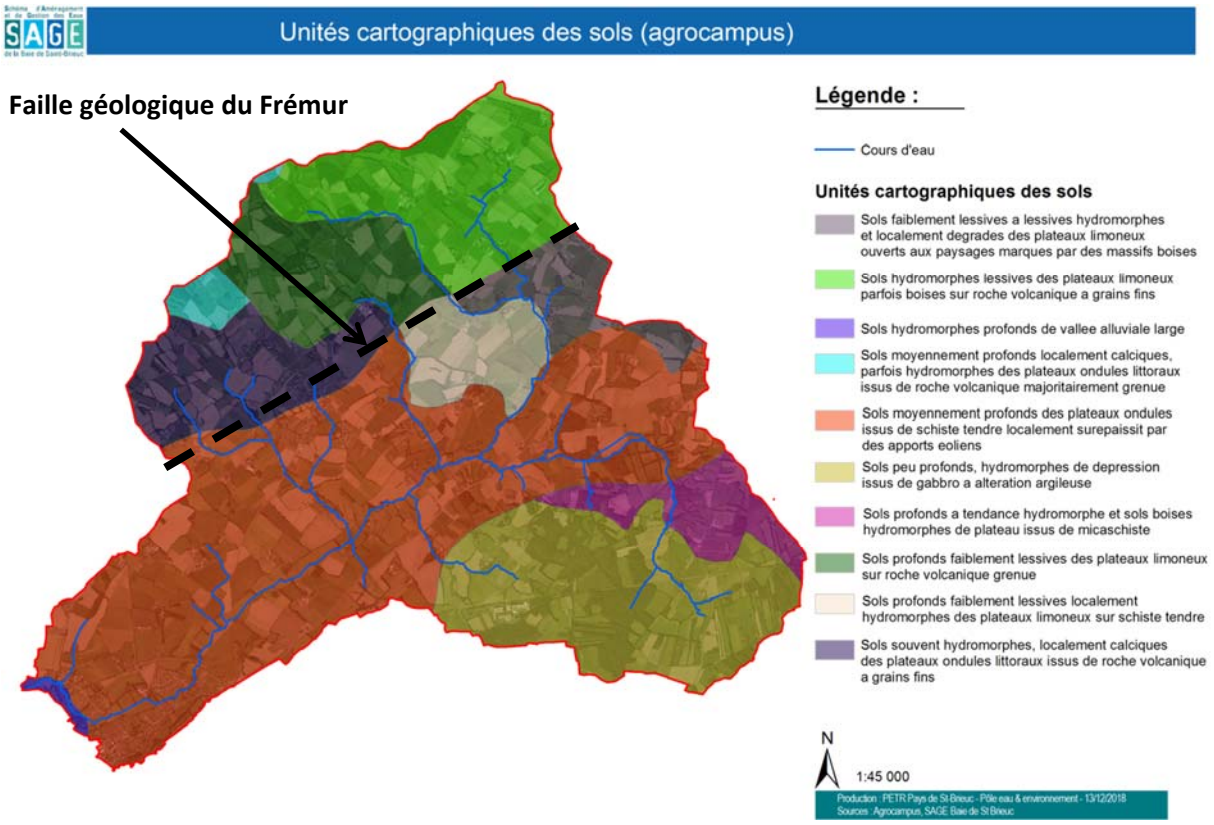
1- Présentation du sous bassin versant

Il draine une surface de 3 634 ha majoritairement agricole (2 709 ha de Surface Agricole Utile en 2017 soit 75% de la surface du sous bassin versant).

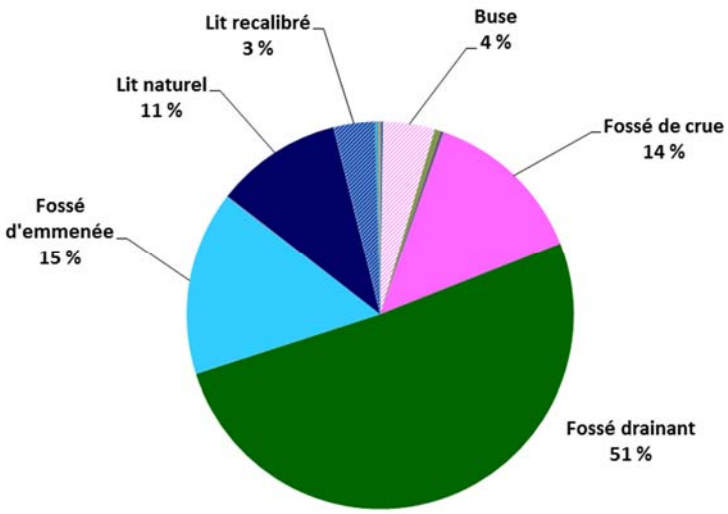
Il est drainé par 248 km de réseau hydrographique fonctionnel dont 37,4 km de cours d'eau (soit 15 % du linéaire de RHF).

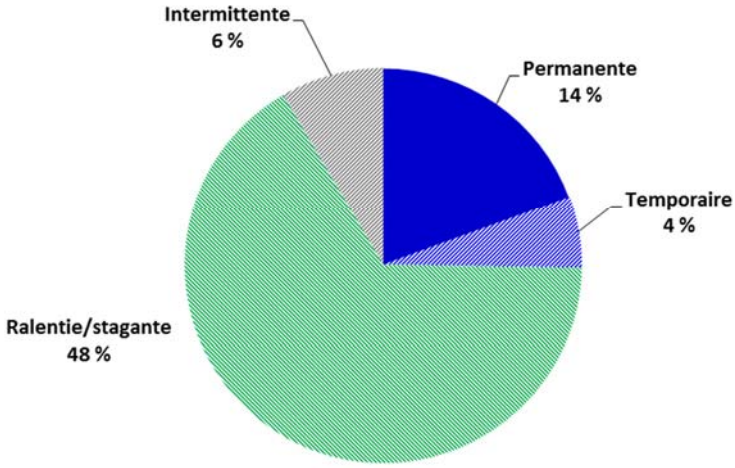


Ce sous bassin versant est caractérisé par une géologie complexe, traversé par la faille du Frémur isolant les sols du plateau au Nord à dominance limoneuse (souvent hydromorphes) développés sur roches volcaniques à grains fins, la vallée principales sur schistes tendres et les unités associés au sols argileux sur gabbro et micaschistes au Sud, également très hydromorphes.



Le réseau hydrographique fonctionnel du Chifrouët est artificialisé à 88 % et les écoulements sont pour moitié de nature ralentie/stagnante, en lien avec les secteurs de plateau où le réseau drainant est très dense et marqué par de très faibles pentes.

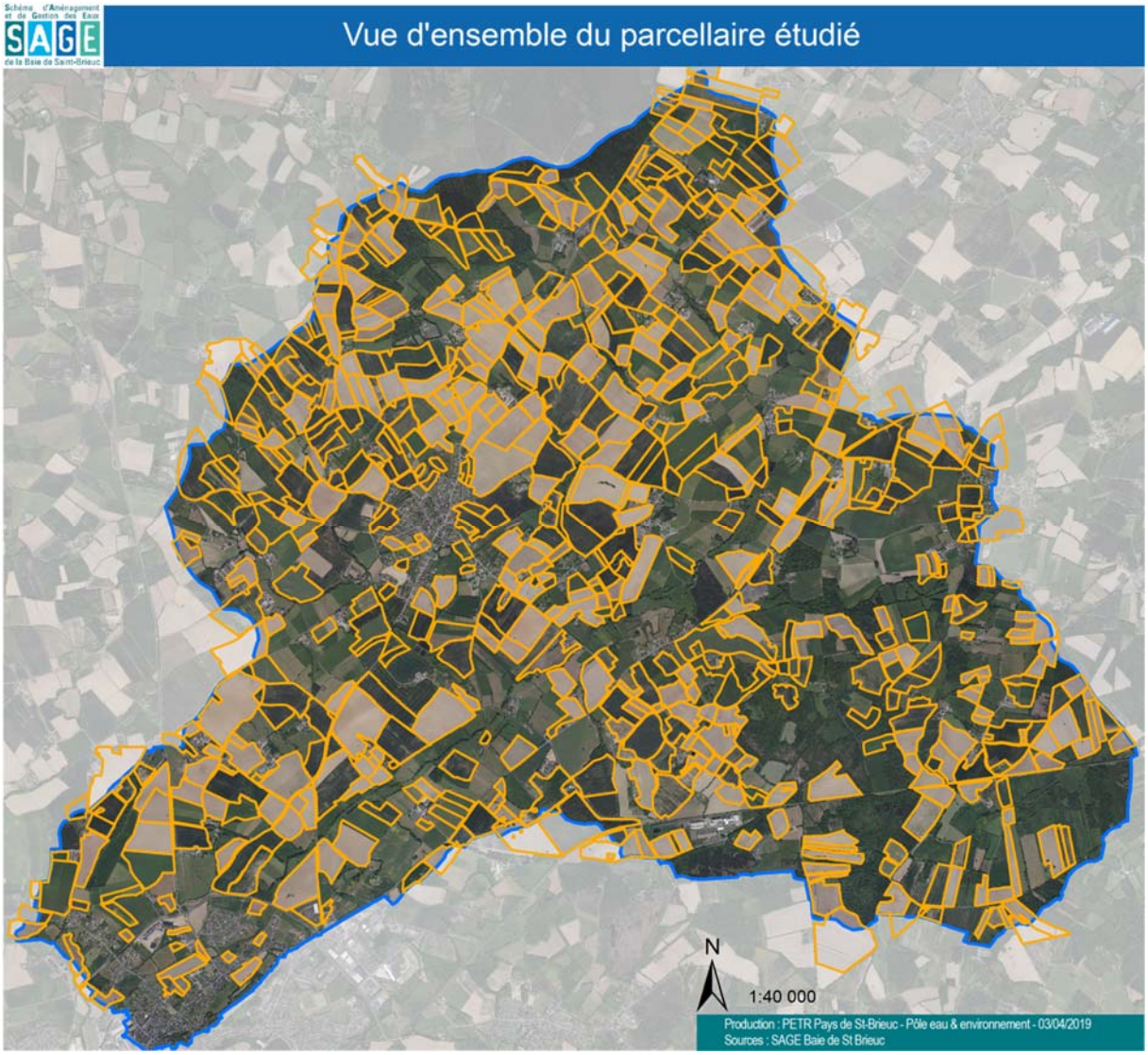




2- Parcellaire étudié :

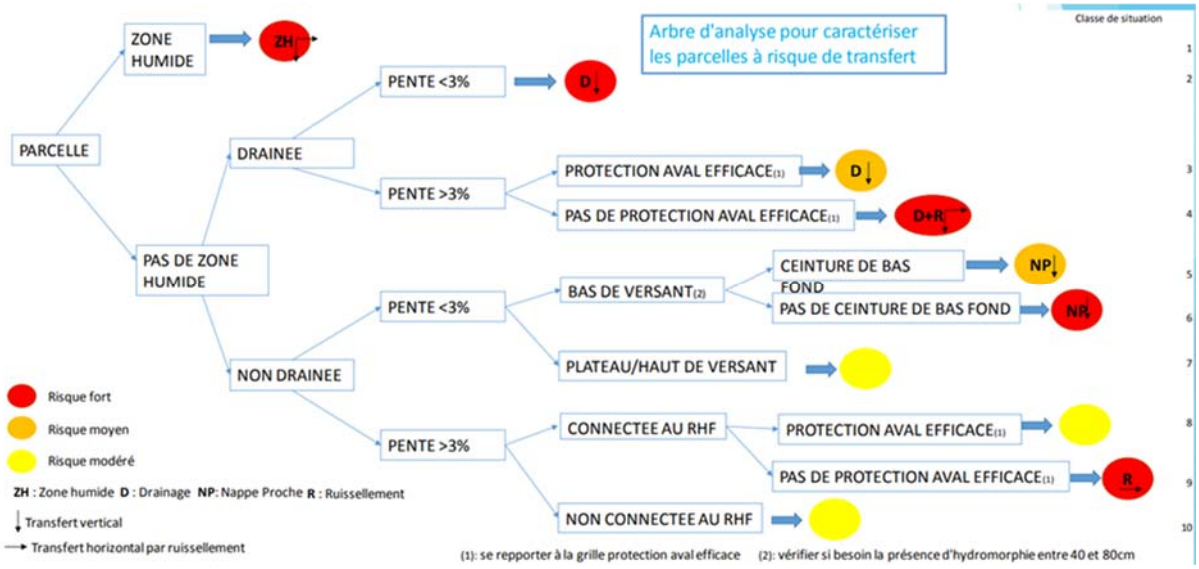
Le choix a été fait pour cette première opération de cibler la sole de maïs et les molécules utilisées principalement en post-levée. Ont été identifiées les parcelles qui ont été au moins une fois en maïs entre 2015 et 2018, complétées de celles prévues de l'être en 2019 après enquête auprès des exploitants (Chambre d'agriculture).

Nous avons dans certains cas, redécoupé des parcelles lorsqu'il était évident qu'il s'agissait d'unités culturales différentes mais déclarées comme une seule et même parcelle. Au final le secteur d'étude est composé de 654 parcelles totalisant 1 917 ha (70 % de la SAU, surface moyenne de 2,93 ha).



3- Caractérisation des parcelles

La méthode DRP2 Phyto utilise l'arbre d'analyse ci-dessous afin d'évaluer le risque de transfert parcellaire en 10 classes de risques et trois modalités (fort, moyen, modéré) :



4- Données mobilisées :

- Le Registre Parcellaire Graphique à l'échelle parcellaire, (ici année n-1, 2017);
- L'inventaire des zones humides (référentiel hydrographique du SAGE) ;
- Le réseau hydrographique fonctionnel (référentiel hydrographique du SAGE) ;
- La délimitation des unités territoriales assimilées aux « bas versants » ;
- Les parcelles drainées du secteur : dans cette étude nous avons utilisé la couche des parcelles drainées du référentiel hydrographique du SAGE de la baie de Saint-Brieuc. Il s'agit des surfaces concernées par des opérations de drainage en plein, c'est à dire par tuyaux. Cette donnée est de qualité hétérogène étant données les différentes sources d'informations mobilisées : report des cartographies issues des classements de parcelles à risque entre 1992 et 2005, des opérations de drainage subventionnées entre 1985 et 1995, détection par photo-interprétation, témoignages d'exploitants, identification lors des inventaires des sorties de collecteurs de drains (référentiel hydrographique du SAGE) ;
- Le Modèle Numérique de Terrain (détermination de la pente moyenne des parcelles).

5- Traitements réalisés sous SIG :

Les traitements ont été réalisés avec Arcgis 10.0.

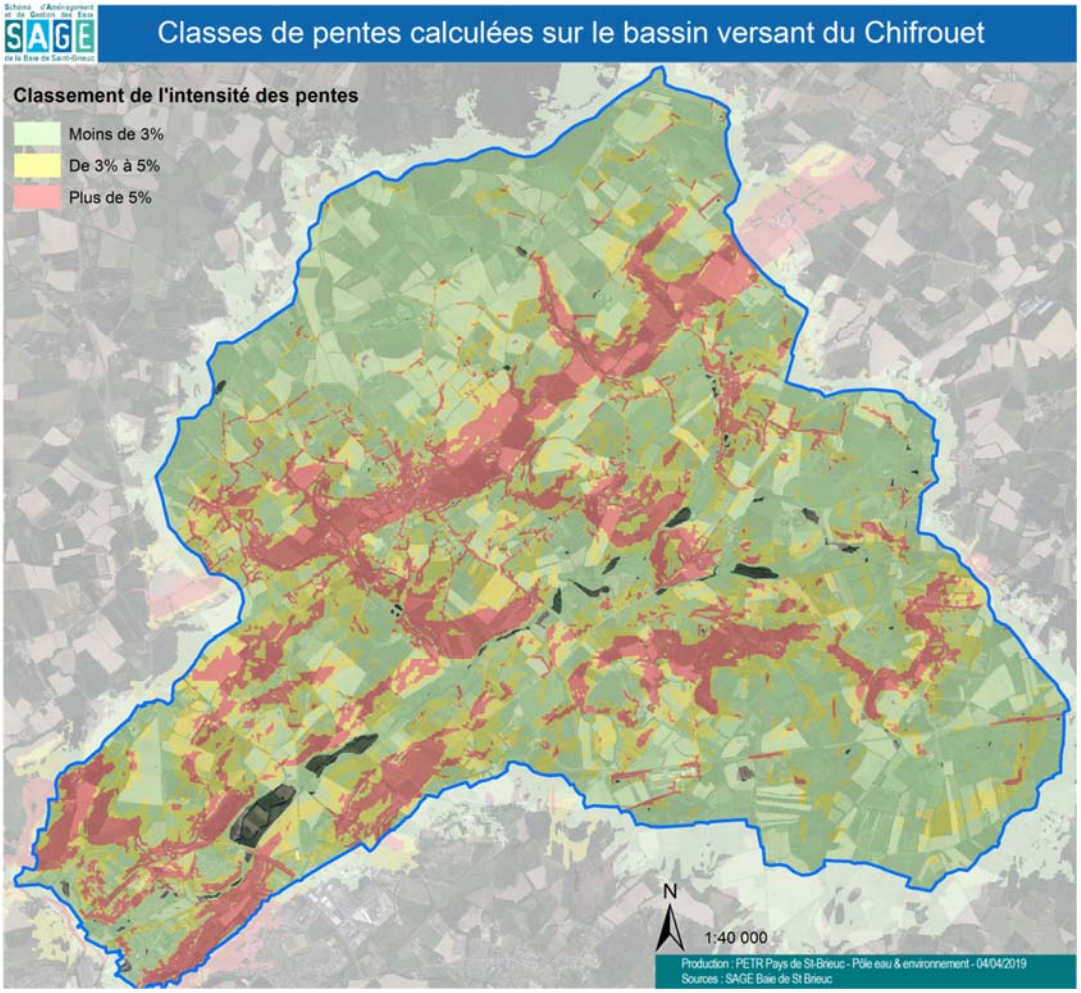
Chaque parcelle de la couche parcellaire du RPG 2017 est sélectionnée dans la mesure où elle coïncide avec une surface déclarée en maïs entre 2015 et 2018, ou est identifiée à l'issue de l'enquête comme étant implantée en maïs en 2019. Un champ [id_parc] comporte un identifiant unique ex : parc-001.

Le champ [ha_parc] contient la surface en hectare de chaque parcelle.

a) Calcul de la pente moyenne des parcelles :

Données nécessaires : le MNT et la couche des parcelles

- Création d'un raster de pente (pente en %) ;
- Conversion du fichier des parcelles de type vecteur en type raster ;
- Calcul par statistique zonale de la pente moyenne des parcelles (% de pente) à partir du raster de pente et du raster des parcelles ;
- Ajout d'un champ [x_pente] dans la couche vectorielle des parcelles ;
- Jointure attributaire sur la couche vectorielle des parcelles sur le champ contenant l'identifiant unique et rapatriement des valeurs de pente dans ce champ (en %).

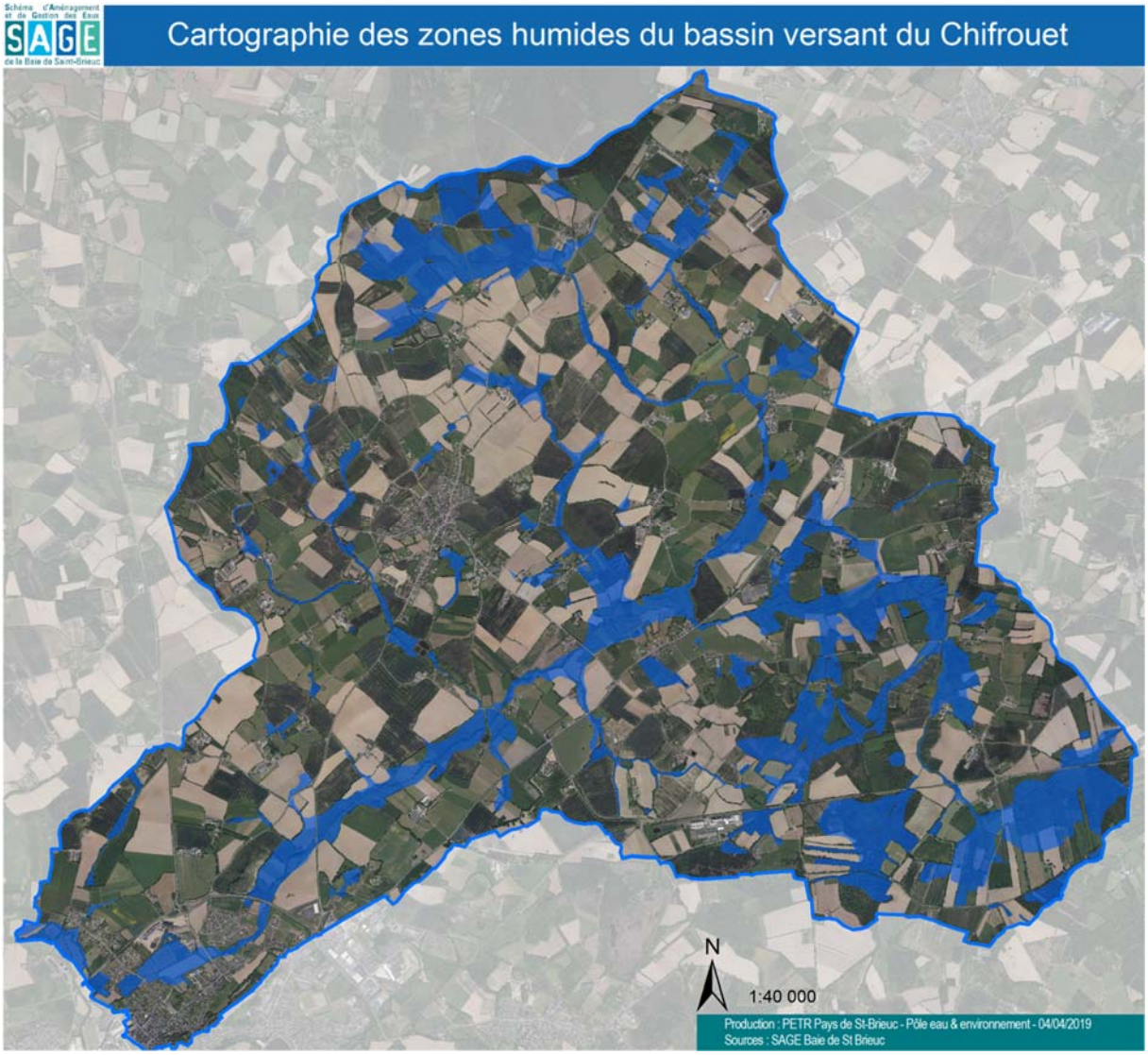


b) Calcul de la part de surfaces en zones humides des parcelles

Données nécessaires : la couche des zones humides et la couche des parcelles

- Intersection entre la couche des zones humides et celle des parcelles ;
- Ajout d'un champ [ha_zh] à la couche résultant de l'opération ;
- Résumé statistique de cette couche résultat, on va calculer la surface totale de zone humide par parcelle (SUM de [ha_zh], champ de récapitulation = [id_parc]) ;
- Ajout d'un champ [ha_zh] dans la couche des parcelles ;

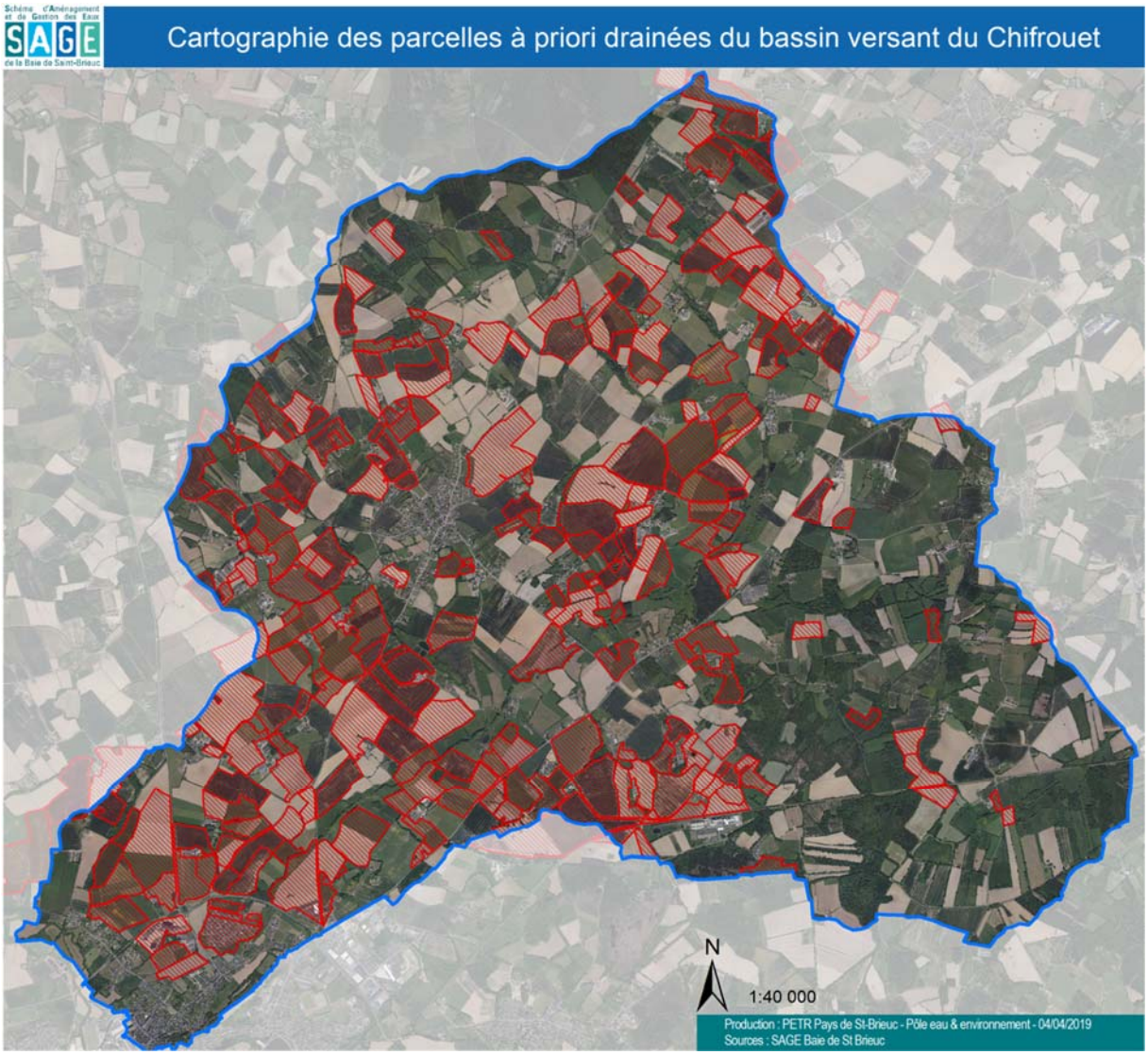
- Jointure attributaire sur la couche vectorielle des parcelles sur le champ contenant l'identifiant unique. Calcul du champ [ha_zh] de la couche des parcelles avec les valeurs issues du résumé statistique ;
- Le champ [pct_zh] contient la part relative en zone humide de la surface de chacune des parcelles (en %).



c) Calcul de la part de surface à priori drainées des parcelles

Données nécessaires : la couche des parcelles à priori drainées et la couche des parcelles.

- Intersection entre la couche des parcelles à priori drainées et la couche des parcelles ;
- Ajout d'un champ [ha_dr] à la couche résultant de l'opération ;
- Résumé statistique de cette couche résultat, on va calculer la surface totale de surface drainée par parcelle (SUM de [ha_dr], champ de récapitulation = [id_parc]) ;
- Ajout d'un champ [ha_dr] dans la couche des parcelles étudiées ;
- Jointure attributaire sur la couche vectorielle des parcelles sur le champ contenant l'identifiant unique et rappatriement des valeurs du champ [ha_dr] de la couche des parcelles avec les valeurs issues du résumé statistique ;
- Le champ [pct_dr] contient la part drainée relative de chacune des parcelles (en %) ;



d) La distance la plus proche au réseau hydrographique fonctionnel

Données nécessaires : la couche du réseau hydrographique fonctionnel et la couche des parcelles

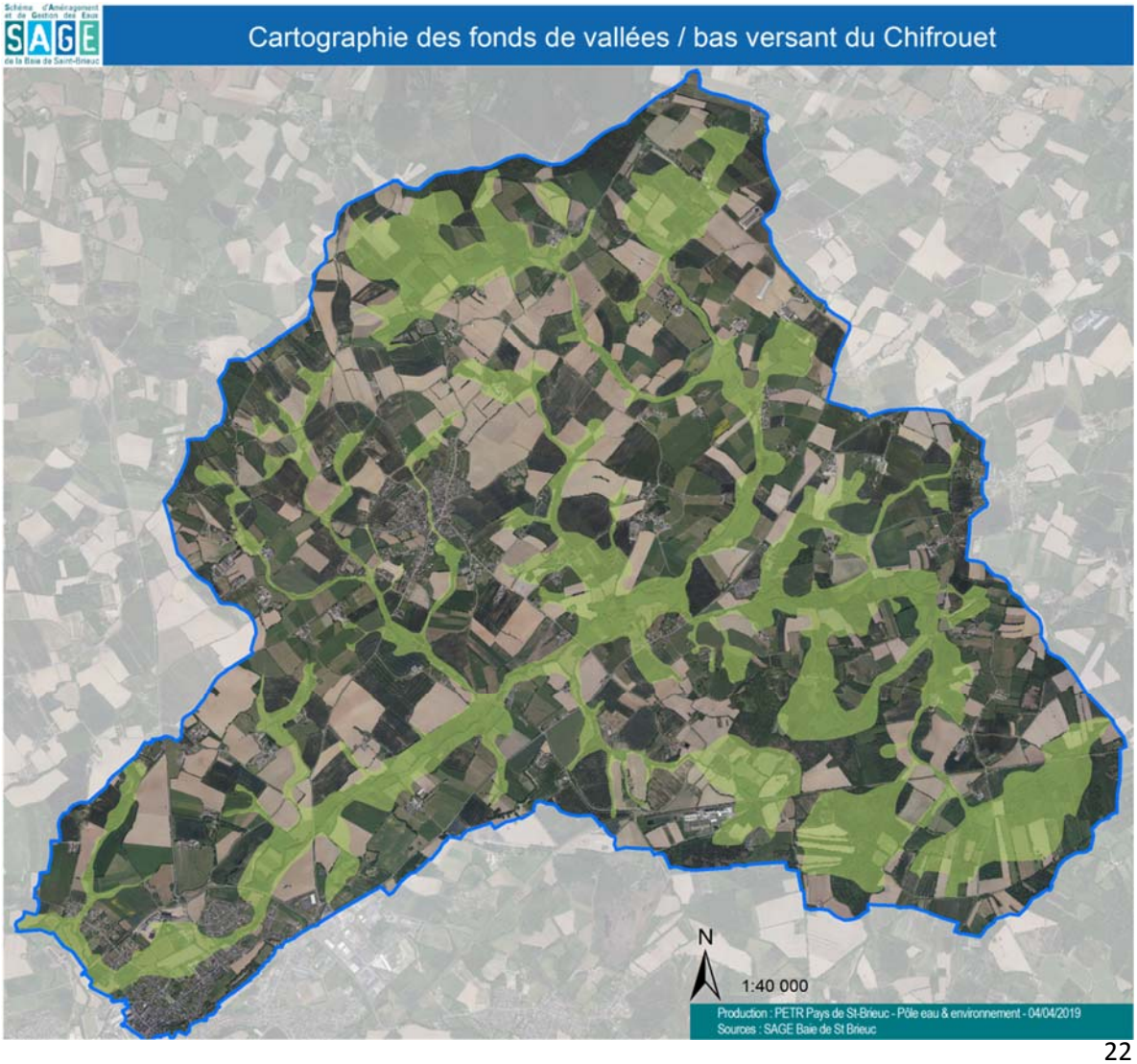
- Utiliser la fonction « Proche » (Outil d'analyse/Proximité), l'ajout du champ et son calcul se fait directement.

Il a été a considéré qu'une parcelle était en connexion avec le réseau hydrographique fonctionnel si sa représentation dans le RPG parcellaire entrait en contact avec ce dernier dans un rayon de 5m. Cette information est stockée dans le champ [connex_rhf], codée **'oui'** si un tronçon du rhf est situé à moins de 5 mètres et **'non'** s'il est situé à + de 5 mètres.

e) La part de surface en zone de bas fond

Données nécessaires : la couche des bas-fonds / fonds de vallées et la couche des parcelles.

La première couche a été produite à l'occasion de cette étude, en délimitant un polygone continu autour du réseau hydrographique, limité sur ses flancs à la rupture de pente du bas-versant et remontant les voies d'écoulement en incluant les surfaces de sols hydromorphes cartographiées (zones humides et zones potentielles de référentiel hydrographique du SAGE). Les zones hydromorphes de plateau situées en tête de bassin, pour la plupart boisées, et non directement connectées au réseau fonctionnel n'ont pas été incluses. Le résultat correspond à la délimitation de l'enveloppe de référence réalisée en 2008, ajustée au vu des connaissances de terrain acquises depuis.



- Opération identique que pour les autres objets surfaciques (zones humides, parcelles drainées) : intersection des couches, jointure sur les valeurs agrégées par identifiant de parcelle et rapatriement des valeurs résultats) ;
- Le champ [pct_fdv] contient la part « située au sein du bas-versant » de la surface de chacune des parcelles (en %).

6 *Détermination des seuils de validité des critères :*

La méthode du DPR2 phyto considère les critères « DRAINAGE », « ZONE HUMIDE » ou « BAS-VERSANT » de façon binaire OUI/NON.
Au vu des données utilisées pour déterminer la valeur de ces critères (géométries des objets, échelles de saisie…), un seuil de validité à 3 % été fixés par tests successifs pour chaque valeur résultant des croisements :

- ZONE HUMIDE : Si [pct_zh] < 3% alors champs [zh]=NON , si [pct_zh] > 3% alors champs [zh]=OUI
- DRAINAGE : Si [pct_dr] < 6.5% alors champs [drainage]=NON , si [pct_zh] > 3% alors champs [drainage]=OUI
- FOND DE VALLEE : Si [pct_fdv] < 3 % alors champs [bas_vers]=NON , si [pct_fdv] > 3% alors champs [bas_vers]=OUI

Ces tests ont consisté à examiner au cas par cas les parcelles pour lesquels les valeurs résultats se situaient à proximité de valeurs seuils. Des valeurs « aberrantes » liées à une géométrie manifestement incorrecte des objets (délimitation des parcelles du RPG ou des surfaces drainées) ont parfois été corrigées.

Exemple de valeur de [pct_zh] :
Ici, après croisement, 1,2 % de la surface de la parcelle délimitée au RPG recoupe les surfaces inventoriées en zone humides : il s'agit d'un artefact (incohérences aux limites entourées en rouge).

Les valeurs supérieures à 3 % sont jugées significatives pour le croisement des couches parcelles/ zones humides et parcelles/ bas-versant : à partir de cette valeur, les purs artefacts sont éliminés et une partie non négligeable des parcelles culturales est bien concernée.

Pour les surfaces drainées, le seuil a été établi de la même façon à 6.5 %.

7- Export de la table attributaire dans Excel

La table attributaire de la couche des parcelles étudiées contenant toutes les informations précédentes, et les valeurs des critères finalement retenues sont exporté dans une feuille de calcul excel :

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ID_PARC	Zone humide	drainage	Information sur le drainage	Pente moyenne	Appartient au bas-versant	Connexion au réseau	Protection aval
2	parc-1	OUI	NON		<3%	OUI	oui	
3	parc-2	OUI	NON		<3%	OUI	oui	
4	parc-3	NON	NON		<3%	OUI	oui	
5	parc-4	NON	NON		>=3%	NON	non	
6	parc-5	OUI	OUI	DDTM	<3%	OUI	oui	
7	parc-6	OUI	NON		>=3%	OUI	oui	
8	parc-7	OUI	OUI	DDTM	>=3%	OUI	oui	
9	parc-8	OUI	NON		<3%	OUI	oui	
10	parc-9	OUI	NON		<3%	OUI	oui	
11	parc-10	OUI	NON		>=3%	OUI	non	
12	parc-11	NON	NON		>=3%	NON	non	

Le critère « protection aval » n'est pas renseigné, il ne peut l'être qu'à l'issue de l'échange sur le terrain.

champs	*valeurs possibles*	*explications*
Zone humide	OUI	Sont considérées comme ayant un risque de transfert vis-à-vis des zone humide les parcelles sur lesquelles il y a plus de 3% de leur surface en zone humide
	NON	
Drainage	OUI	Sont considérées comme ayant un risque de transfert vis-à-vis du drainage les parcelles sur lesquelles il y a plus de 6,5 % de leur surface qui a été à priori drainée
	NON	
Information sur le drainage	DDTM	Information provenant de la DDTM et issues des opérations de drainage collectifs subventionnées entre 1985 et 1995
	TERRAIN	Information récoltée lors des inventaires de zones humides (observation de la sortie de drain)
	TEMOIGNAGE	Information recueillie par le témoignage de l'exploitant ou du propriétaire de la parcelle
Pente moyenne	<3%	Classe de valeur de la pente moyenne de la parcelle calculée à partir du MNT 2015 (MNT Megalis Bretagne et Collectivités bretonnes).
	>=3%	
Appartient au bas versant	OUI	Sont considérées comme ayant un risque de transfert vis-à-vis de la localisation de la parcelle en bas versant, les parcelles ayant plus de 3% de leur surface en bas versant
	NON	
Protection aval	OUI	Présence de protection en aval de la parcelle : non renseigné, à expertiser sur le terrain
	NON	
Classe de situation	1,2,4,6,7,9,10	Classe de situation selon la grille du Diagnostic Parcelle à Risque Phytosanitaire (DPR2) (Champ calculé automatiquement par formule) -> Description complète dans l'onglet "Grille de lecture"
Risque	FORT	Evaluation du risque de transfert de la parcelle au vu de sa configuration selon la grille du Diagnostic Parcelle à Risque Phytosanitaire (DPR2) (Champ calculé automatiquement par formule) -> Description complète dans l'onglet "Grille de lecture"
	MOYEN	
	MODERE	

8- Détermination de la classe de risque

Pour déterminer la classe de risque de la parcelle, une formule Excel à conditions en cascade du type « =SI (plage, critère) » simule le cheminement logique de l'arbre de décision de la méthode DPR2 phyto.

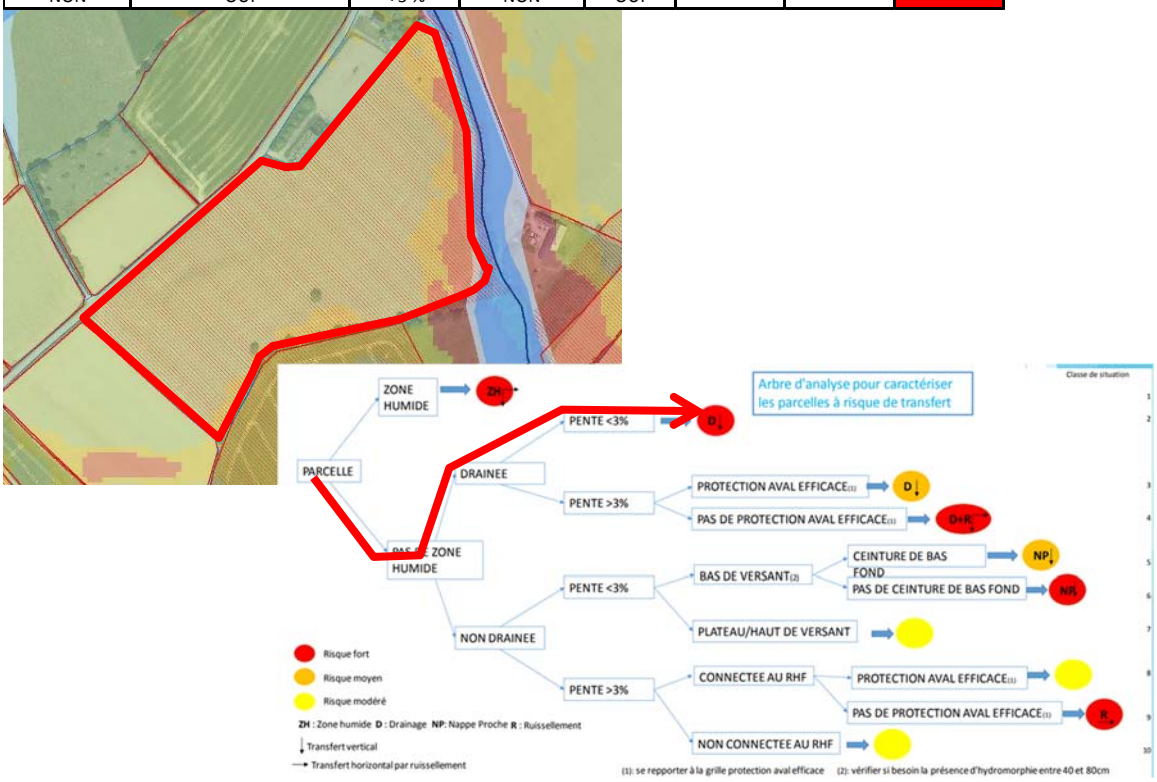
Exemple pour la valeur de classe de risque de la parcelle 1 :

=SI(B2="OUI";1;SI(C2="OUI";SI(E2="<3%";2;SI(H2="OUI";3;4));SI(E2="<3%";SI(F2="OUI";SI(H2="OUI";5;6);7);SI(G2="OUI";SI(H2="OUI";8;9);10))))

(cf. Exemples ci-après)

Exemple 1 : parcelle de versant, de faible pente, drainée et connectée au réseau hydrographique

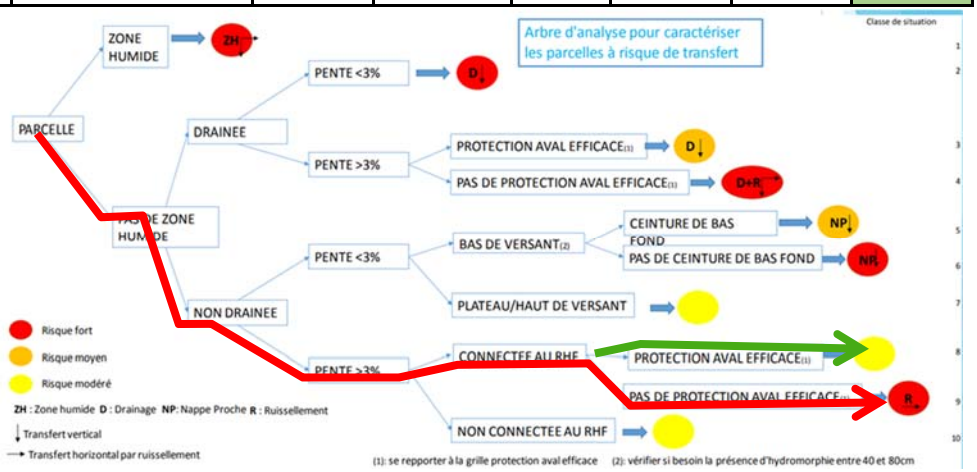
ZH	DRAIN	DRAIN_C	PENTE	BAS_VERSANT	5m_RHF	PROTECTION	Classe	RISQUE
0,20%	100%	Terrain	2,60%	0,80%	OUI	-	2	FORT
NON	OUI		< 3 %	NON	OUI	-		



Exemple 2 : parcelle de versant, de forte pente, non drainée et connectée au réseau hydrographique,

ZH	DRAIN	DRAIN_C	PENTE	BAS_VERSANT	5m_RHF	PROTECTION	Classe	RISQUE
0,00%	0%	-	6,50%	0,00%	OUI	-	2	FORT
NON	NON		>= 3 %	NON	OUI	-		

ZH	DRAIN	DRAIN_C	PENTE	BAS_VERSANT	5m_RHF	PROTECTION	Classe	RISQUE
0,00%	0%	-	6,50%	0,00%	OUI	-	2	MODERE
NON	NON		>= 3 %	NON	OUI	OUI		



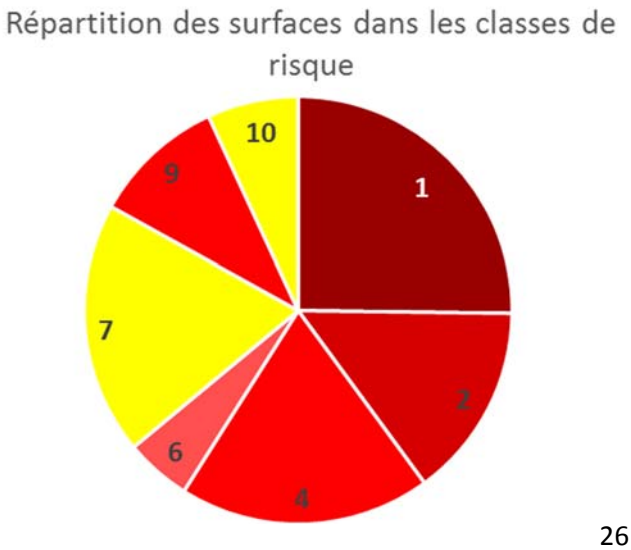
La méthode employée n'intègre pas le critère « PROTECTION AVAL EFFICACE ». Il pourra être renseigné lors de la visite de terrain et de l'échange avec l'exploitant sur ses pratiques (en même temps que les autres critères, approchés par cette évaluation, peuvent être discutés et corrigés au vu de la réalité de terrain). Dans l'exemple 2, l'existence (ou la mise en place) d'une telle protection permettra de réduire le niveau de risque fort (classe 9) à un niveau modéré (classe 8).

De facto, en l'absence de prise en compte de ce critère, les résultats « bruts » sont limités aux classes de risque 1, 2, 4, 6, 7, 9 et 10 ci-dessous :

Classe de situation / nature du risque		RISQUE	Possibilités d'aménagement / protection aval	Niveau de risque si protection aval efficace / après aménagement
1	le risque est lié à la présence de la nappe à faible profondeur, la parcelle étant au moins en partie située en zone humide : la contamination de la nappe est directe (infiltration très courte ou nulle puis tranfert latéral vers le réseau hydrographique fonctionnel à proximité immédiate) et/ou ruissellement sur surface saturée	**FORT**	Non : la partie humide de la parcelle, saturée en eau, ne devrait pas être traitée, le projet 'baie 2027' vise à leur mise en herbe / cultures pérennes	-
2	le risque est lié à la présence de drains enterrés sur au moins une partie de la parcelle aboutissant à un collecteur connecté ensuite au réseau hydrographique fontionnel : le risque de contamination du cours d'eau est lié au transfert par percolation puis via le réseau de drains	**FORT**	Faibles : dépendent de la possibilité d'intervenir sur le réseau de fossés avant connexion au cours d'eau pour tamponner le flux (nécessite de disposer de la surface nécessaire pour assurer un temps de séjour suffisant, la gestion de l'aménagement impliquant l'exploitant concerné)	-
4	lié à la présence de drains enterrés sur au moins une partie de la parcelle aboutissant à un collecteur connecté ensuite au réseau hydrographique fontionnel : le risque de contamination du cours d'eau est lié au transfert par percolation puis via le réseau de drains. La pente de la parcelle (> 3 %) induit également un risque de transfert par ruissellement vers son point bas	**FORT**	Il convient d'examiner si une protection efficace (talus, bande enherbée ou boisée) existe à (aux) l'exutoire (s) de la parcelle. Des propositions d'aménagement peuvent être faites pour la renforcer (Cf. tableau méthode DPR2)	**MOYEN (Classe 3)**
6	le risque est lié à la présence de la nappe à faible profondeur au moins au point bas de la parcelle ; la parcelle étant pour partie située en bas-versant : la contamination de la nappe est rapide par transfert de sub-surface (infiltration courte puis tranfert latéral vers le réseau hydrographique fonctionnel à proximité)	**FORT**		**MOYEN (Classe 5)**
7	La parcelle est marquée par une faible pente et se situe à distance du bas-versant. Le risque de transfert, modéré, peut être important si le réseau hydrographique fonctionnel est à proximité immédiate	**MODERE**	Protection / prise en compte des fossés bordant la parcelle et de leur connexion au réseau	-
9	Le risque est lié à la pente de la parcelle et à la proximité du réseau, le transfert se fait par ruissellement "classique", favorisé par la sensibilité du sol au tassement du sol et à sa faible rugosité.	**FORT**	Il convient d'examiner si une protection efficace (talus, bande enherbée ou boisée) existe à (aux) l'exutoire (s) de la parcelle. Des propositions d'aménagement peuvent être faites pour la renforcer (Cf. tableau méthode DPR2) Les méhodes de travail du sol peuvent limiter le risque de genèse du suissellement au sein de la parcelle (sens du labour, maintien de la rugosité, amélioration de la perméabilité, lutte contre les risques de tassement et de cheminements préférentiels...)	**MODERE (Classe 8)**
10	Le risque est lié à la pente de la parcelle, le transfert se fait par ruissellement "classique", favorisé par la sensibilité du sol au tassement du sol et à sa faible rugosité.	**MODERE**		-

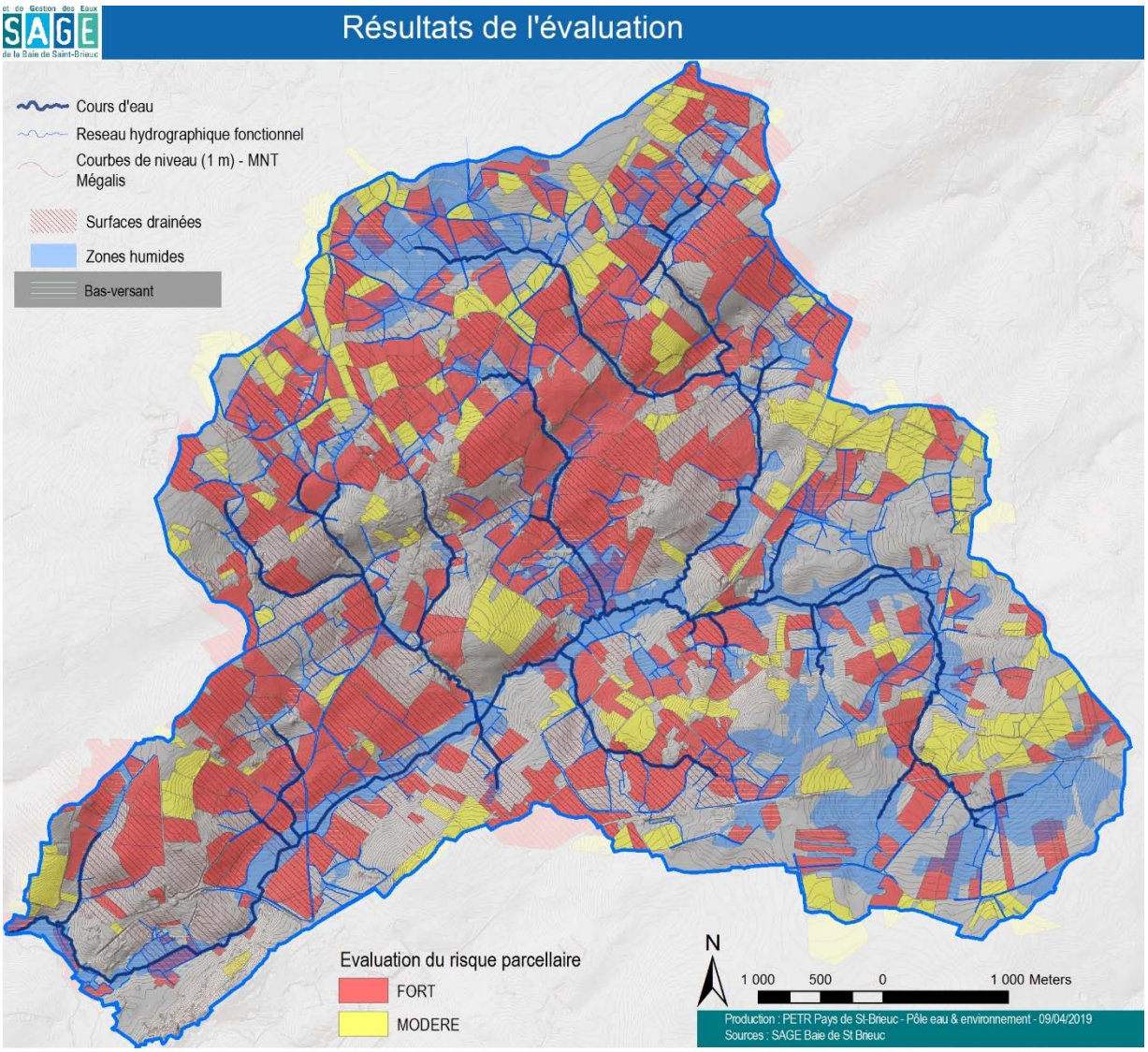
69 % des parcelles (74 % des surfaces) est évalué en risque fort (classes de risque 1,2,4,6 et 9).

Le critère le plus pesant est la « CONNEXION AU RESEAU HYDROGRAPHIQUE », (60 % des parcelles étudiées et 87 % des parcelles à risque fort sont situées à moins de 5 m du RHF), mais il n'intervient qu'en 4ème niveau de l'arbre et sous condition de pente > à 3 %.



Les autres critères (ZONE HUMIDE, DRAINAGE, PENTE,) sont remplis chacun pour environ 1/3 des parcelles étudiées.

NB : Contrairement à ce que suggère implicitement l'arbre de décision, une parcelle peut être simultanément en zone humide et drainée (57 parcelles pour 182 ha). C'est le critère zone humide qui prédomine dans la décision.



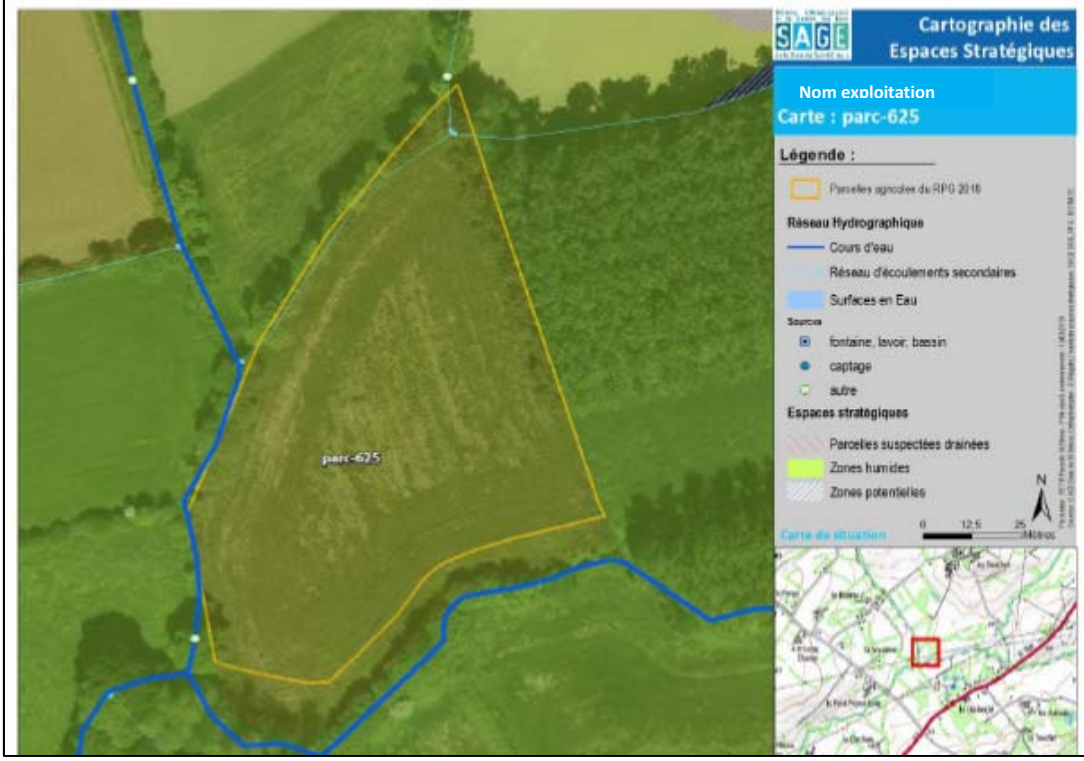
7- Création de fiches parcelles pour les techniciens de conseil agricole

Cette étude s'insère dans une démarche globale multi-acteurs dans laquelle ont été associés les techniciens de conseils agricoles ainsi que les techniciens commerciaux vendeurs de produits phytosanitaires.

En vue des conseils agricoles dans les exploitations agricoles du sous bassin versant du Chifrouët, une fiche parcelle à été produite pour chaque parcelle étudiée afin que les techniciens commerciaux prennent en compte les résultats dans leurs échanges et lors du conseil à l'exploitant.

Fiche parcelle maïs 2019 - Chifrouët

Identifiant de la parcelle :	parc-625
Surface en hectare :	0,89
Nom de l'exploitation :	XXXXXXXXXX
Zone humide :	OUI
Drainage :	OUI
Moyenne pente :	inf 3%
Bas versant :	OUI
Connexion réseau hydrographique fonctionnel :	oui
Protection aval efficace :	
Type de situation :	1
Risque :	FORT



a) Automatisation de la production des cartes

Les cartes ont été générées automatiquement via la fonction « Cartes dynamiques » disponible dans Arcgis ainsi qu'un code Python inscrit directement dans la console (cf capture ci-dessous).

```
import os.path
try:
   os.mkdir(r"P:\Chemin_du_dossier_ou_on_veut_enregistrer_les_cartes")
except OSError:
   pass
mxd=arcpy.mapping.MapDocument("Nom_du_projet_arcgis.mxd")
for pageNum in range(1,mxd.dataDrivenPages.pageCount+1):
 mxd.dataDrivenPages.currentPageID=pageNum
 arcpy.mapping.ExportToPNG(mxd,r"P:\ Chemin_du_dossier_ou_on_veut_enregistrer_les_cartes "+ str(pageNum)+".png")
del mxd
```

b) Création des fiches parcelles à partir d'Etat Access

Un Etat Access® type a été créé afin de générer une fiche pour chaque parcelle à partir de la table attributaire de la couche des parcelles étudiées. La carte correspondante est insérée à l'aide d'un lien hypertexte.