



HAL
open science

Guide d'installation et d'utilisation de l'interface informatique associée à la méthode ARPEGES

K. Mellac, Jeremy Piffady

► **To cite this version:**

K. Mellac, Jeremy Piffady. Guide d'installation et d'utilisation de l'interface informatique associée à la méthode ARPEGES. [Rapport de recherche] irstea. 2018, pp.86. hal-02607526

HAL Id: hal-02607526

<https://hal.inrae.fr/hal-02607526v1>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UR RIVERLY

Guide d'installation et d'utilisation de l'interface informatique associée à la méthode ARPEGES

Janvier 2018
MELLAC Katell
PIFFADY Jérémy
Centre Irstea Lyon-Villeurbanne

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture



TABLE DES MATIERES

I.	La méthode ARPEGES – Rappels conceptuels	4
1.	Présentation rapide	5
2.	Le réseau ARPEGES	5
3.	Les variables impliquées dans le réseau ARPEGES	7
II.	Une interface pour la méthode ARPEGES	37
1.	Introduction	37
2.	La structure de l'interface, par un exemple.	37
2.1	Première étape : L'interface d'accueil	37
2.2	Seconde étape : choix de la molécule à étudier.....	40
2.3	Troisième étape : Modification des seuils.	44
2.4	Quatrième étape : Sélection de bassins versants et export de la table d'entrée.	45
2.5	Cinquième étape : Calcul des variables intermédiaires et des potentiels de contamination	47
2.6	Sixième étape : Cartographie des résultats	48
3.	Les sorties produites dans l'exemple	49
3.1	Rappel des choix de l'utilisateur	49
3.2	Table des variables d'entrée	50
3.3	Table des résultats en sortie	51
3.4	Cartes	52
III.	Ensemble des choix possibles dans la méthode ARPEGES	53
1.	Interface d'accueil : Les variables d'entrée	53
1.1	Introduire des variables propres à l'agence	53
1.2	Modifier les seuils des variables d'entrée.....	62
1.3	Sélectionner des BVME.....	63
1.4	Les périodes Nappe basse et Nappe haute	64
2.	Export et interprétation des sorties.....	65
2.1	Variables d'entrée.....	65
2.2	Rappel_choix_utilisateur	69
2.3	Table_sortie	70
IV.	Cartographie	73
1.	Exemples de rendus visuels cartographiques selon les choix de l'utilisateur	74
1.1	Choix 1 : Sélection de BV : fond de carte métropolitaine, contour des BVME, contour des agences.....	74
1.2	Choix 2 : Sélection de BV : fond de carte régional, pas de contour des BVME, pas de contour des agences	75
1.3	Choix 3 : Intégralité des BV : Contour des BVME, contour des agences	76
1.4	Choix 3 : Intégralité des BV : Pas de contour des BVME, contour des agences	77
2.	Le répertoire « Cartes ».....	78
2.1	Le dossier variable d'entrée	78
2.2	Le dossier vulnérabilités intrinsèques.....	78

2.3	Le dossier vulnérabilités spécifiques	79
2.4	Le dossier potentiel de contamination	79
3.	En cas d'erreurs	79
3.1	Erreur dans les choix	79
3.2	Erreur dans le choix des seuils.....	80
V.	Installation de la librairie ARPEGES	81
1.	Le répertoire « Install_Arpeges »	81
2.	Installation de la librairie Arpeges.	82
2.1	Librairies secondaire	82
2.2	Librairie Arpeges.....	84

Introduction

Ce rapport présente les résultats d'un travail de programmation informatique réalisé en 2017, visant à retranscrire le modèle ARPEGES (Analyse du Risque Pesticides pour la Gestion des Eaux de Surface), initialement développé sur le logiciel propriétaire Netica, dans un format libre de droit, afin de faciliter sa diffusion et son utilisation par les utilisateurs finaux, et de fournir une interface permettant l'utilisation du modèle dans un but de simulation sans devoir écrire des commandes en ligne de code. La plateforme retenue est le logiciel de statistiques R, libre de droit.

Ce rapport reprend très brièvement les éléments descriptifs de la démarche ARPEGES, présente rapidement les données d'entrée, puis présente la structure et guide l'utilisateur dans la prise en main de l'interface et de son utilisation dans un but de simulation. La dernière partie de ce rapport est un guide d'installation de l'interface sous R.

L'interface est disponible sous forme d'un fichier .zip nommé « Install_Arpeges » auprès de l'Agence Française de la Biodiversité.

Les produits finaux des simulations sont des tableaux de résultats, exploitables dans des logiciels de type tableur et permettant le lien vers de nombreux logiciels statistiques, ainsi que des couches de données de type shape, permettant la cartographie des résultats, à l'échelle des bassins versants des masses d'eau des cours d'eau métropolitains. L'interface est également dotée d'un éditeur de cartes.

En complément de ce travail «de programmation », un travail thématique visant à aider les Agences de l'Eau à prendre en main du modèle et à interpréter les résultats a été réalisé en déroulant le modèle sur 15 substances actives prioritaires au regard de la DCE et rapporté dans un guide d'aide à l'interprétation (Adoir et al, 2017).

I. La méthode ARPEGES – Rappels conceptuels

1. Présentation rapide

La méthode ARPEGES est basée sur une approche descriptive et experte. Elle permet l'évaluation du risque de contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires, sur la base du croisement pertinent de données existantes à l'échelle nationale et rapportées à l'échelle des masses d'eau. Cette méthode s'applique à l'étude de la contamination potentielle des eaux de surface et concerne 9719 masses d'eau (le réseau ARPEGES ne concerne que les cours d'eau) sur le territoire de la France métropolitaine. Les lacs, zones côtières et zones de transition ne sont pas incluses.

La méthode choisie pour l'évaluation du risque de contamination est basée sur un réseau bayésien. Il s'agit d'une approche probabiliste dont la théorie est expliquée dans le document joint, abordant l'aspect mathématique sous-jacent.

Ce choix méthodologique permet de tenir compte de l'incertitude quant à certaines données et de formuler des connaissances sur les processus dominants conditionnellement à certaines variables (Figure 1). Les résultats obtenus pour les potentiels de contaminations sont des probabilités, associées à un indice de confiance, qui dépend de l'incertitude sur les données qui en sont la cause. Le crédit qu'on accorde à ces résultats dépend donc de l'indice de confiance qui leur est associé.

2. Le réseau ARPEGES

La Figure 2 présente la structure détaillée du réseau bayésien ARPEGES. Celui-ci comporte vingt-sept variables, réparties selon quatre niveaux. Au premier niveau, on trouve les variables d'entrée, encadrées en vert, puis au second niveau les variables intermédiaires, encadrées en rouge. Il s'agit des vulnérabilités intrinsèques (drainage, ruissellement et subsurface). Celles-ci sont suivies au troisième niveau des variables intermédiaires secondaires, encadrées en bleu. Il s'agit des vulnérabilités spécifiques (transferts lents et transferts rapides). On trouve enfin, au dernier niveau, encadrées en violet, les variables de sortie. Il s'agit des potentiels de contamination via les transferts rapides et via les transferts lents, saisonnalisés.

Les variables en noir sont également des variables d'entrée, mais elles sont issues du croisement entre d'autres variables.

Les variables en orange (pression phytosanitaire en Nappe haute et en Nappe basse) sont elles aussi des variables d'entrée, dont l'introduction dans le réseau a lieu entre les troisièmes et quatrièmes niveaux.

Les flèches représentent une relation causale entre la variable en haut de la flèche et celle sur laquelle la flèche est pointée. Le graphe ci-dessous est extrait du réseau bayésien ARPEGES. Il signifie que le climat et la saison ont un impact sur la fréquence des pluies.

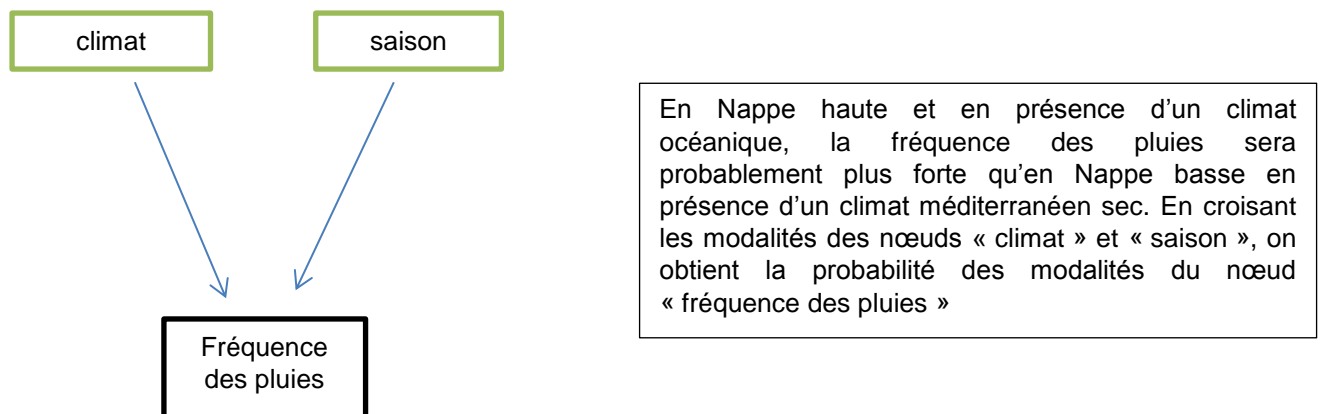


Figure 1: Exemple de représentation de relations de cause à effet extrait du réseau ARPEGES

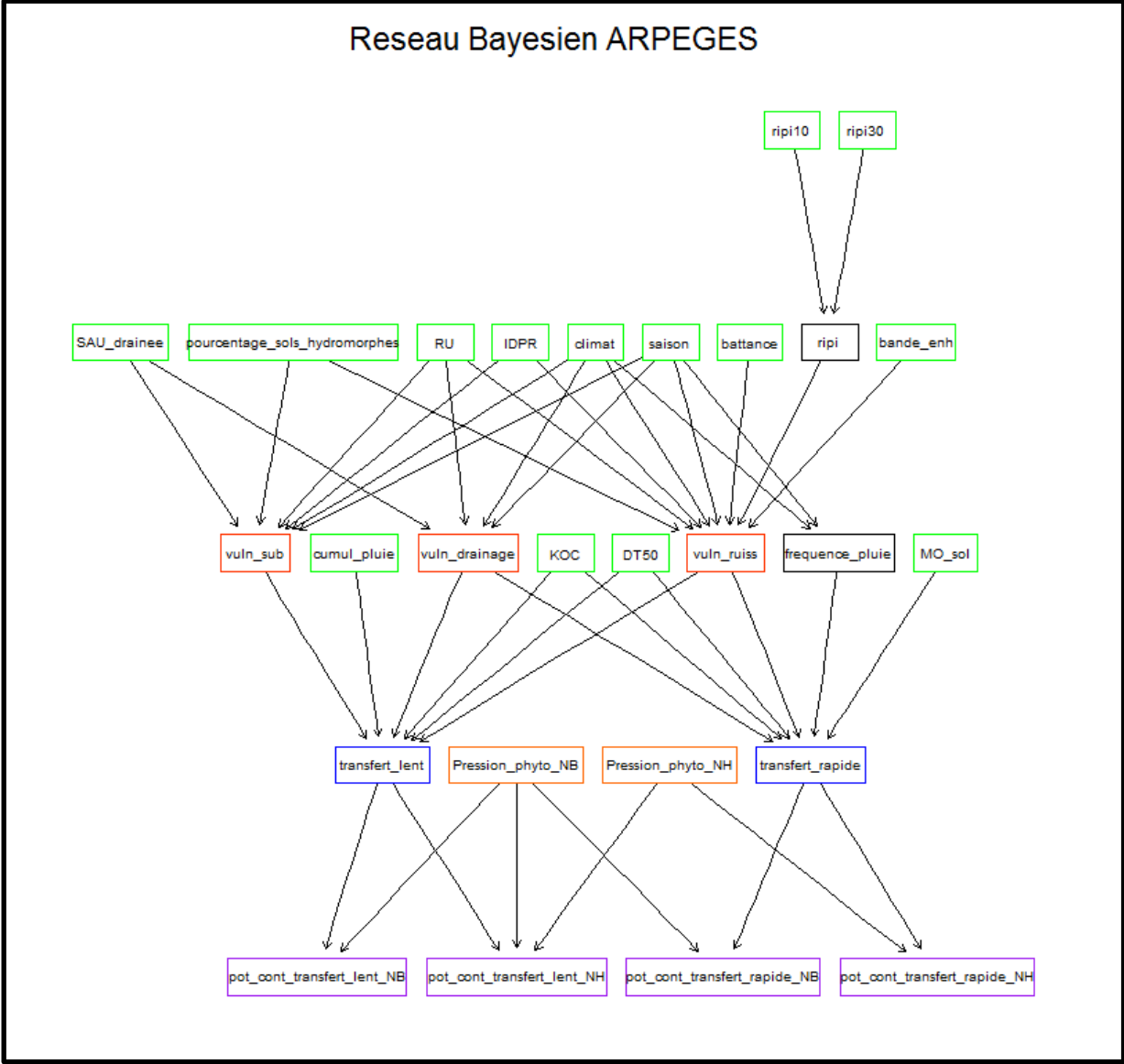


Figure 2: Structure du réseau bayésien ARPEGES

3. Les variables impliquées dans le réseau ARPEGES

Vingt-sept variables sont impliquées dans le réseau ARPEGES. Leur rôle est explicité dans cette partie.

a. Les variables d'entrée

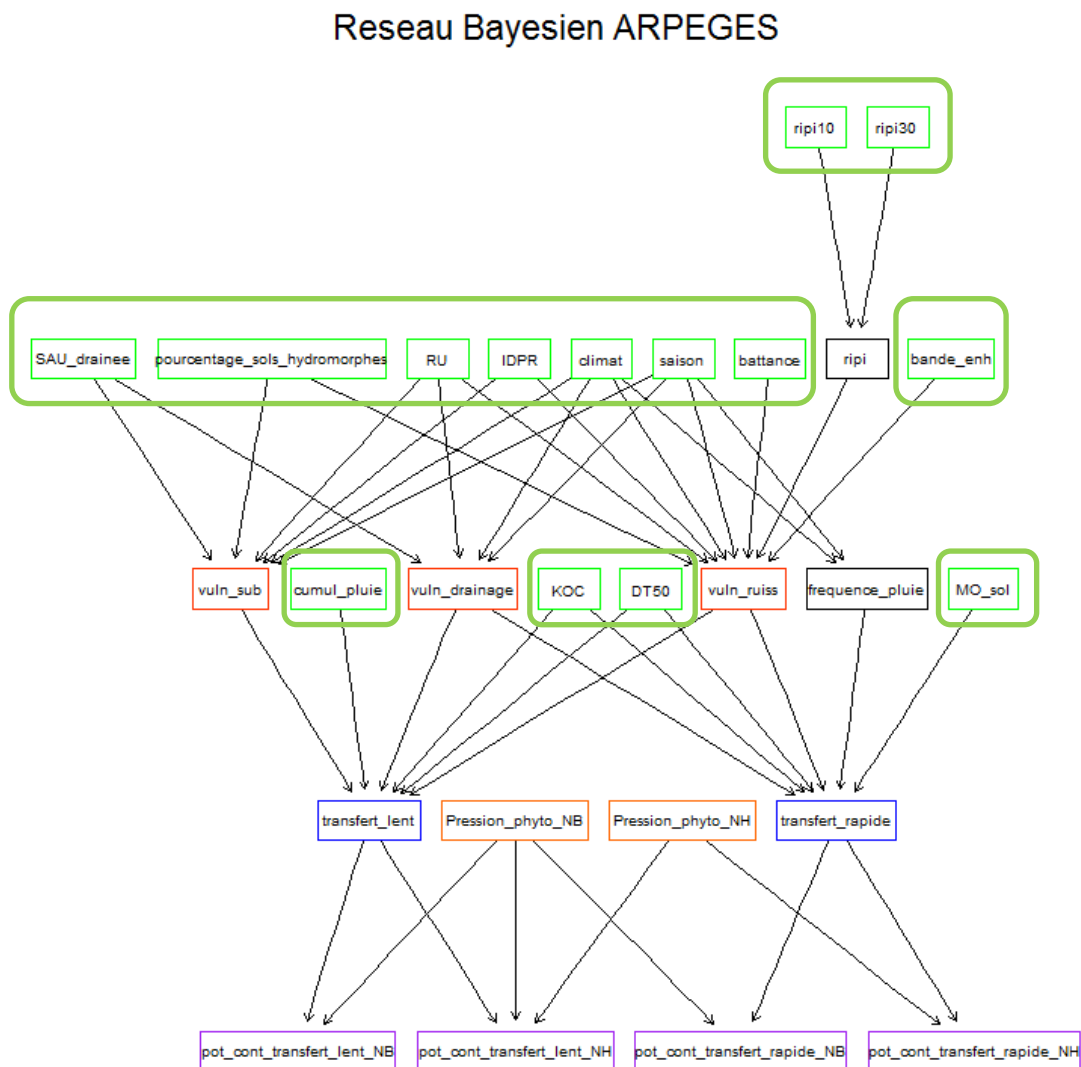


Figure 3: Variables d'entrée, représentées par un encadré vert, du réseau bayésien ARPEGES

Les variables d'entrée sont au nombre de quatorze (Figure 3). Les modalités (faible, moyen ou fort) qui les caractérisent ont été définies par expertise. La discrétisation, c'est-à-dire le découpage en modalités, a été réalisée par expertise afin de décrire au mieux les processus en jeu (types de transferts, p. ex.) en fonction des différentes caractéristiques des molécules (classes de solubilité, p. ex.).

La modalité dominante désigne la modalité dont la probabilité est la plus élevée. Si l'on a une distribution des probabilités telle que la probabilité d'être faible soit de 0.2, celle d'être moyenne de 0.5 et celle d'être forte de 0.3, la modalité dominante sera la modalité « moyen ». En cas d'équiprobabilité (faible 0.3, moyen 0.3, fort 0.3), la modalité faible sera la modalité dominante. En cas d'équiprobabilité entre deux modalités (par exemple faible 0.2, moyen 0.4 et fort 0.4), la modalité « moyen » sera la modalité dominante. L'indice de confiance traduit la fiabilité de la probabilité obtenue. Il est calculé en faisant la

différence entre les deux probabilités les plus élevées. En cas d'équiprobabilité, il sera donc nul.

L'ensemble des données d'entrée sont synthétisées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Synthèse des données d'entrée d'ARPEGES

Variables	Données		
	Nom	Unité spatiale ou échelle spatiale	Date
Ruissellement/infiltration	IDPR	1/50 000	2010
Réserve utile	BDGSF	UCS	1998
Drainage	RGA	Canton	2000
Hydromorphie	Carte Lagacherie	PRN	1987
Battance	BDGSF	UCS	2002
Ripisylve 30 m	BD TOPO®	1/ 25 000	2010
Ripisylve 10 m	BD TOPO®	1/ 25 000	2010
Bande enherbée	BD TOPO®	1/ 25 000	2010
Zone climatique	Délimitation experte	-	-
Cumuls de pluies	AURELHY	1 km ²	1971-2000
Matière organique du sol	BDAT	Cantons	2000-2004
DT 50	SIRIS	-	2012
KOC	SIRIS	-	2012
Pression d'usage phytosanitaire nappe haute et nappe basse	BNV-d spatialisée + Coefficients de saisonnalité estimés par connaissance experte	Communes	2015

En marron les paramètres d'entrée pour évaluer une ou des vulnérabilités intrinsèques, en vert pour une ou des vulnérabilités spécifiques, et en rose pour la pression d'usage phytosanitaire

(UCS : Unité Cartographique des Sols de la BD cartographique des sols ; PRN : Petite région naturelle ; HER : Hydro-ÉcoRégion niveau 1)

- **Ripi30** : Il s'agit du pourcentage de ripisylve présent dans une bande de 30 mètres de part et d'autre du cours d'eau. Cette variable est construite à partir de la couche végétation de la BDTOPO IGN. Elle est continue et est discrétisée en trois modalités (faible, moyen et fort). La variable est discrétisée de la manière suivante :
 - Moins de 20% de la surface est de la forêt ->faible
 - De 20 à 60% de la surface est de la forêt ->moyen
 - Plus de 60% de la surface est de la forêt ->fort

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 4:Carte de la ripisylve à 30 m.

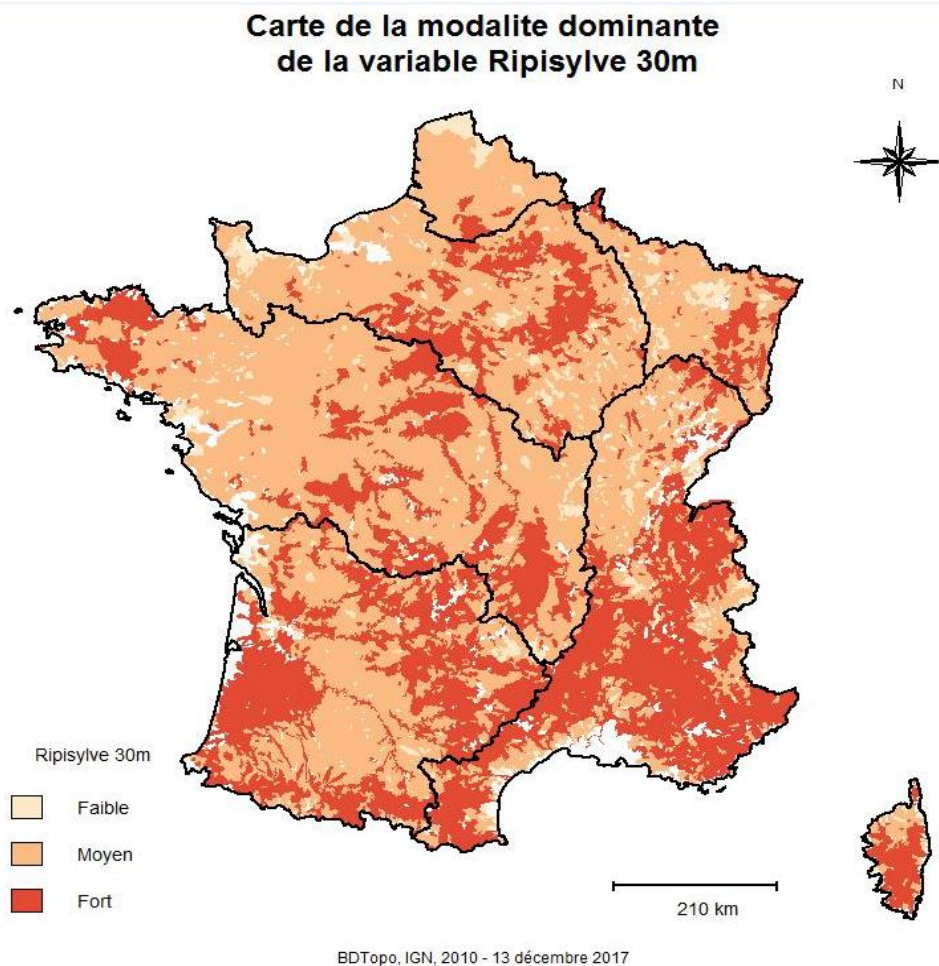


Figure 4:Carte de la ripisylve à 30 m

- **Ripi10** : Il s'agit du pourcentage de ripisylve présent dans une bande de 10 mètres de part et d'autre du cours d'eau. Cette variable est construite à partir de la couche végétation de la BDTOPO IGN. Elle est continue et est discrétisée en trois modalités (faible, moyen et fort). La variable est discrétisée de la manière suivante :
 - Moins de 20% de la surface est de la forêt ->faible
 - De 20 à 60% de la surface est de la forêt ->moyen
 - Plus de 60% de la surface est de la forêt ->fort

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 5: Carte de la ripisylve à 10m

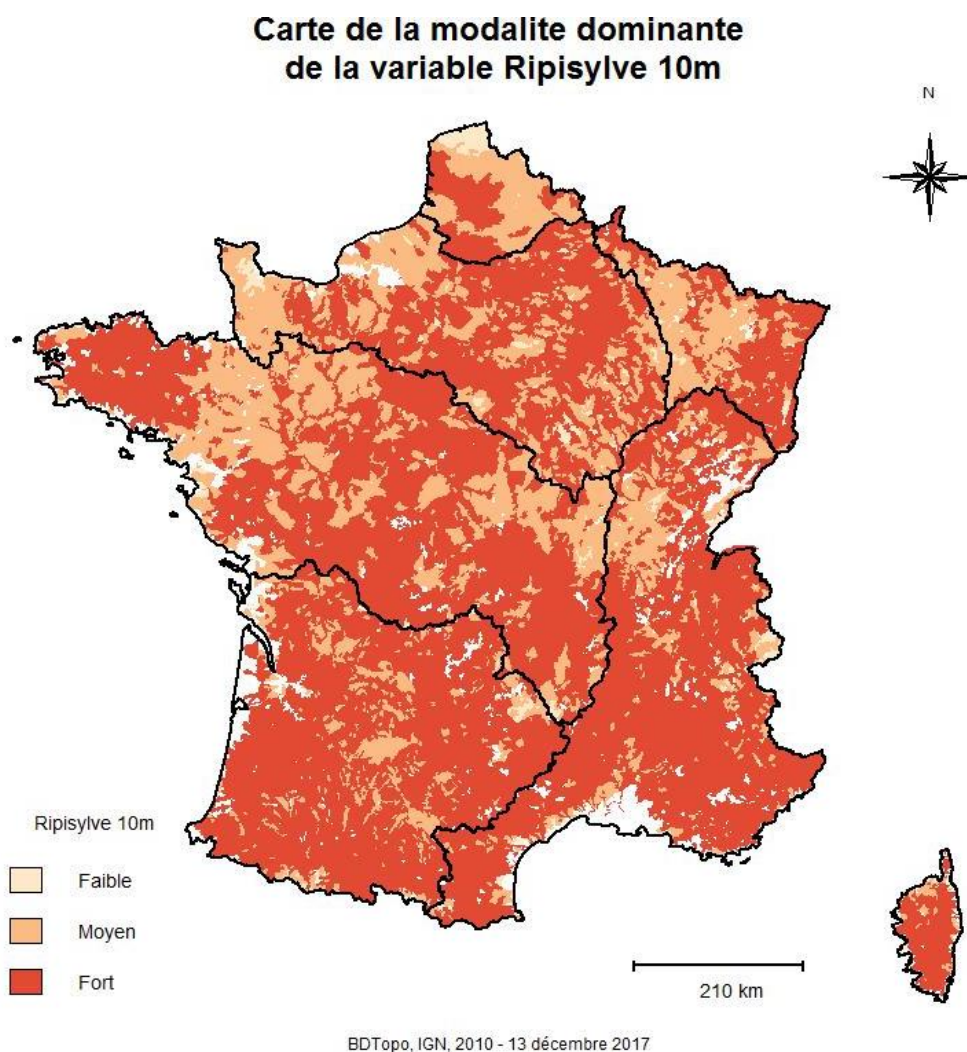


Figure 5: Carte de la ripisylve à 10m

- **cumul_pluies**: Il s'agit du cumul de pluie mensuel moyen associé à la période étudiée par l'utilisateur (Nappe haute ou Nappe basse). Cette variable est issue du cumul mensuel des précipitations interpolées par mailles de 1 km² selon la méthode Aurhely de Météo France. Cette variable est discrète mais n'est pas construite à partir de seuils. Elle comporte deux modalités, cumul faible ou cumul fort.

Ces modalités sont cartographiées dans les Figure 6 et Figure 7

Carte de la modalité dominante de la variable Cumul des pluies en nappe haute

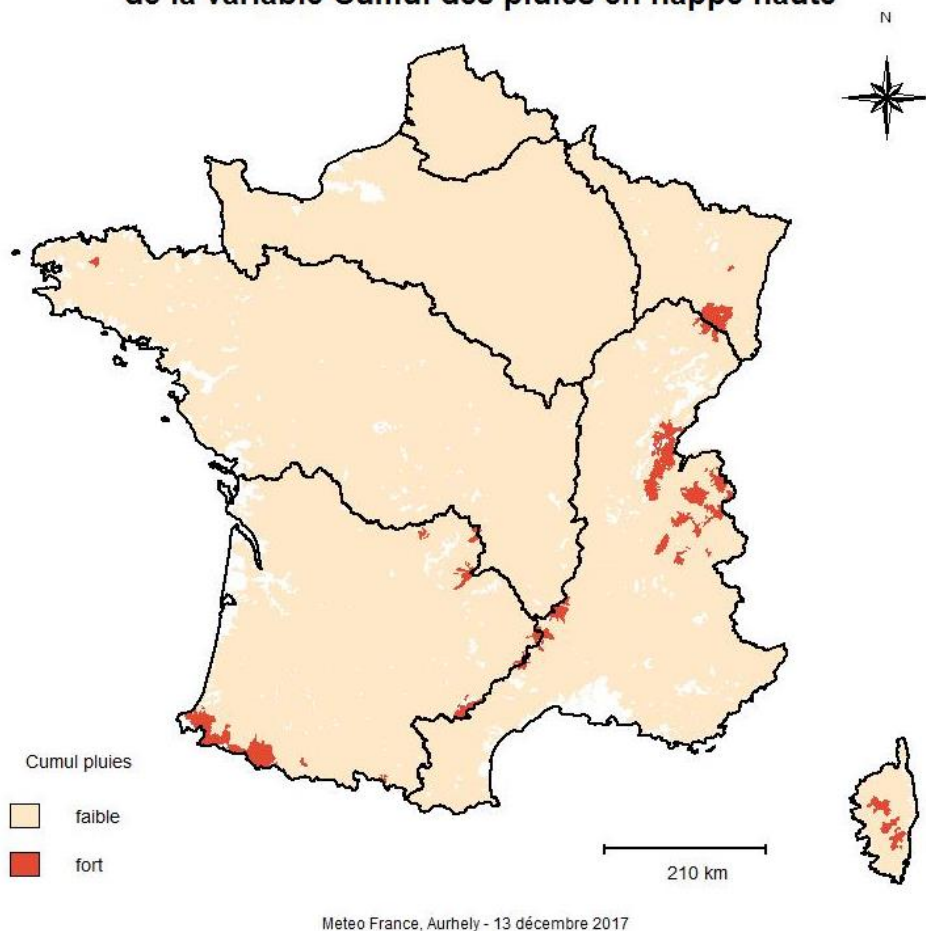


Figure 6: Carte du cumul des pluies en Nappe haute

Carte de la modalite dominante de la variable Cumul des pluies en nappe basse

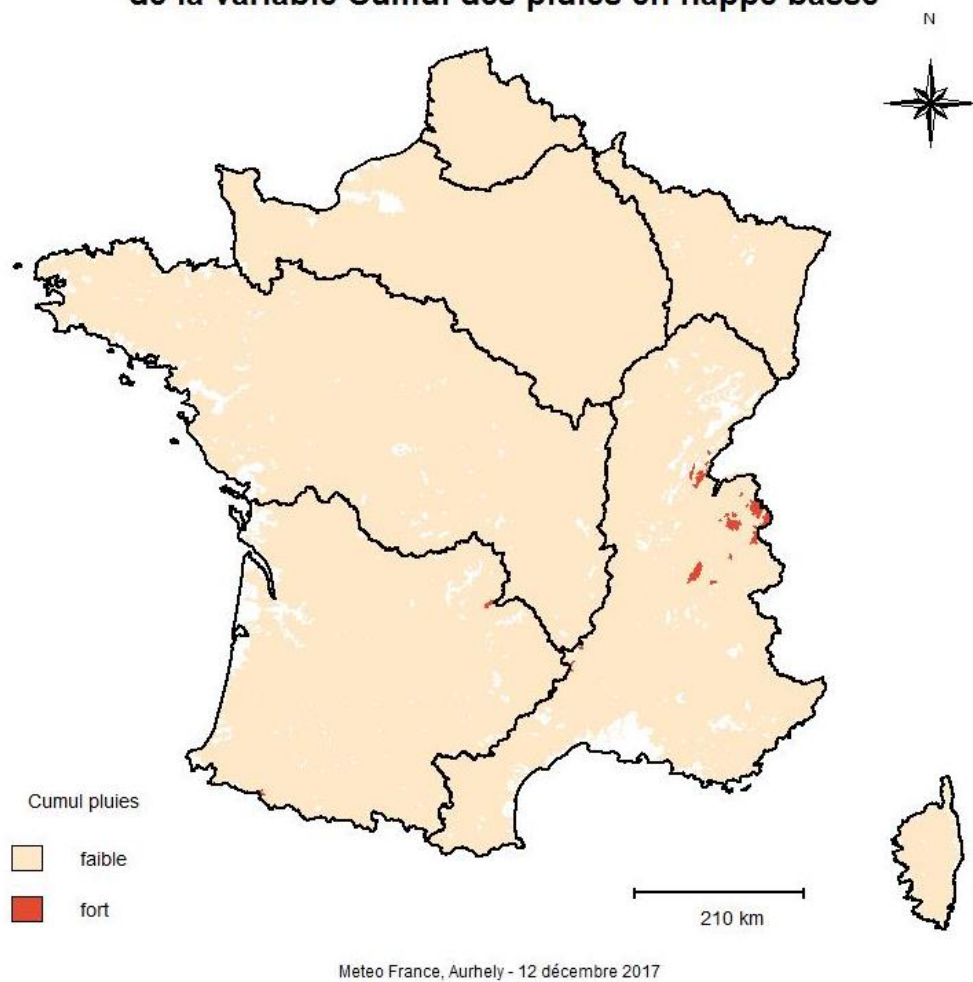


Figure 7: Carte du cumul des pluies en Nappe basse

- climat : Cette variable a pour but de caractériser les paramètres climatiques qui entrent en jeu dans les phénomènes de ruissellement, notamment la fréquence et le cumul des pluies. Les six zones climatiques ont été définies à partir d'un zonage existant basé sur les séries de précipitations (Champeaux et Tamburini 1996). Elles correspondent, à dire d'expert, à des zones globalement homogènes du point de vue de la fréquence et de l'intensité des pluies saisonnières. Les six zones définies sont cartographiées dans la Figure 8.

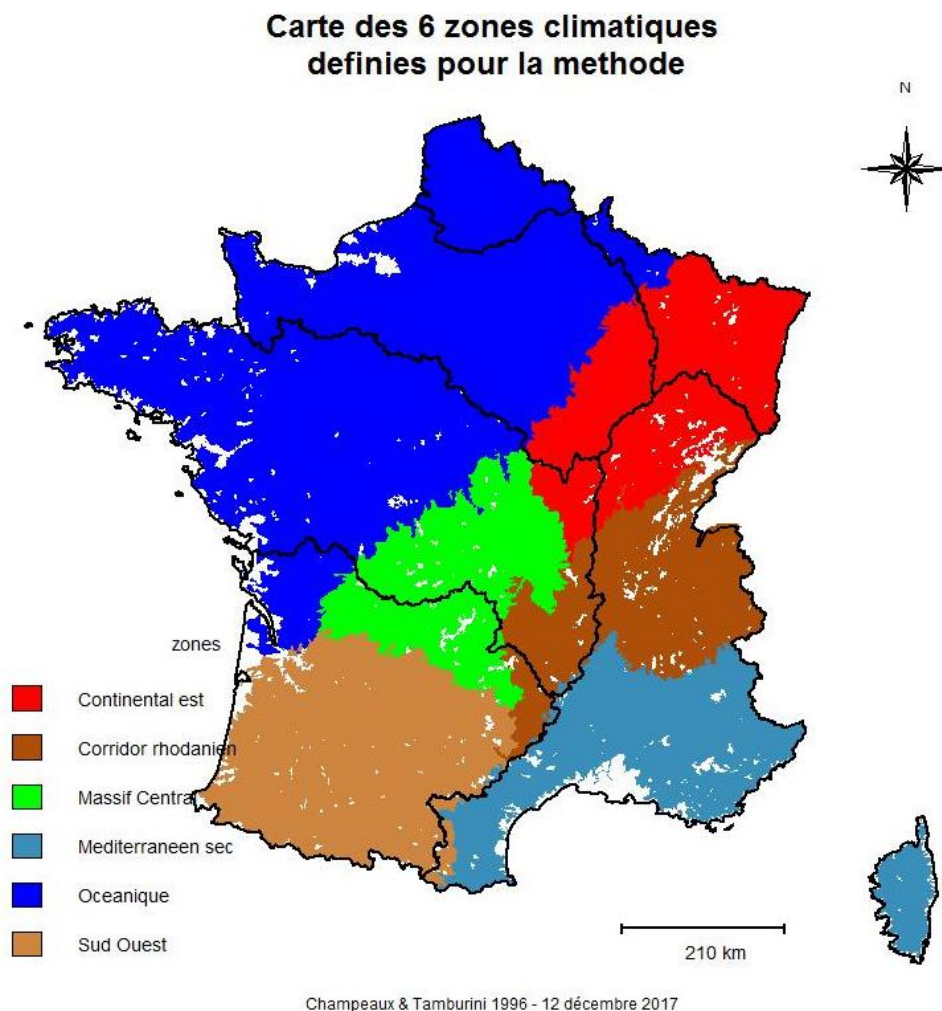


Figure 8: Carte des 6 zones climatiques

- **SAU_drainee** : Il s'agit du pourcentage de la surface agricole utile qui est drainée. Cette variable est découpée en trois modalités :
 - Inférieur à 5% de la SAU->faible
 - Entre 5 et 20% ->moyen
 - Supérieur à 20%->fort

Les trois modalités sont cartographiées dans la Figure 9.

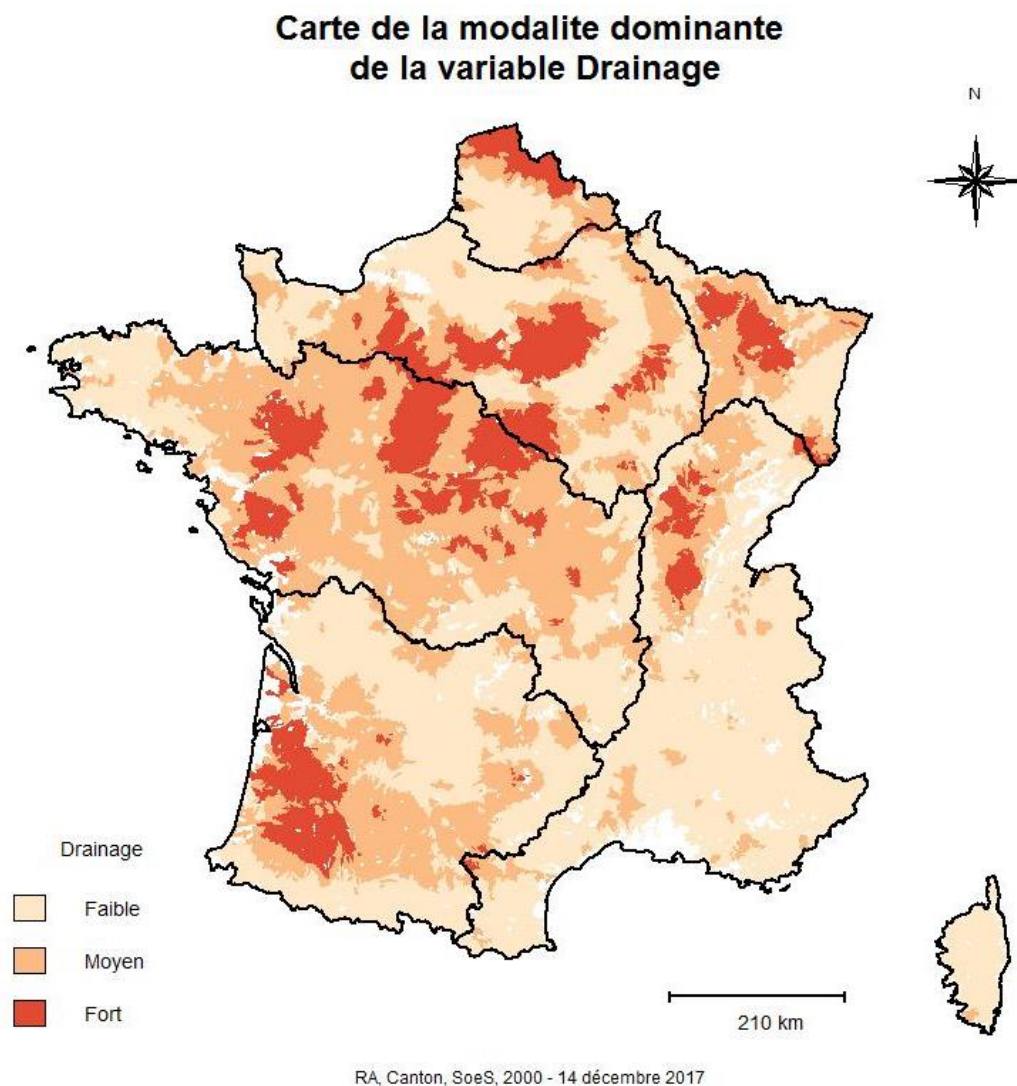


Figure 9: Carte du pourcentage de SAU drainée

- **IDPR** : L'indice de développement et de persistance des réseaux a pour but de caractériser la destination préférentielle des flux sur un BVL (eaux de surface/eaux souterraines). Il est compris entre 0 et 2000. 1000 est le seuil à partir duquel le ruissellement superficiel devient majoritaire par rapport à l'infiltration. La variable est discrétisée comme suit :
 - Inférieur à 800 ->faible
 - Entre 800 et 1200 ->moyen
 - Supérieur à 1200 -> fort

Les modalités sont cartographiées dans la Figure 10.

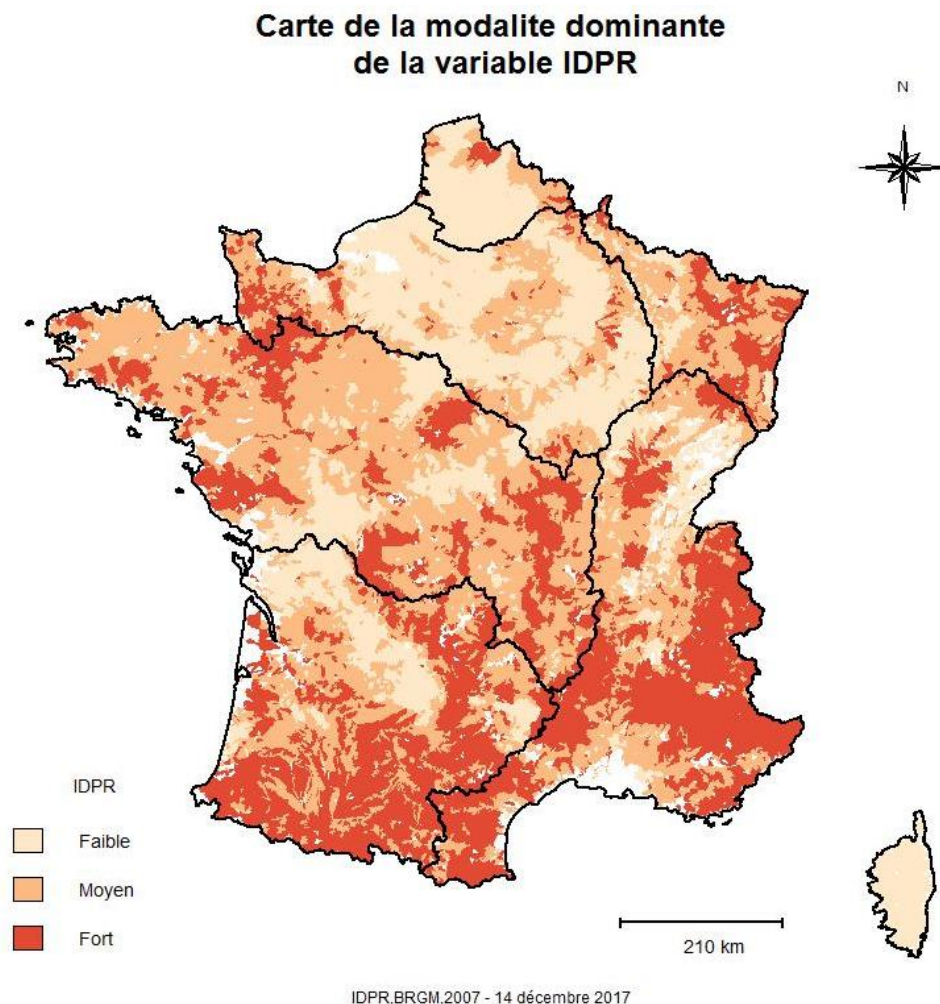


Figure 10: Carte de la variable IDPR

- **Bande_enherbee** : Cette variable a pour but d'évaluer la présence ou non de bande enherbée sur le bassin versant. Il n'y a pas de base de donnée contenant cette information, la discrétisation se base sur le pourcentage de cours d'eau qui portent un nom sur les cartes IGN 1/25.000ème. La variable est distribuée comme suit entre les 2 modalités :
 - Présence : Pourcentage de cours d'eau avec un nom
 - Absence : Pourcentage de cours d'eau sans nom (100-présence)

Les modalités sont cartographiées dans la Figure 11.

Carte de la modalité dominante de la variable Bande enherbee en nappe basse

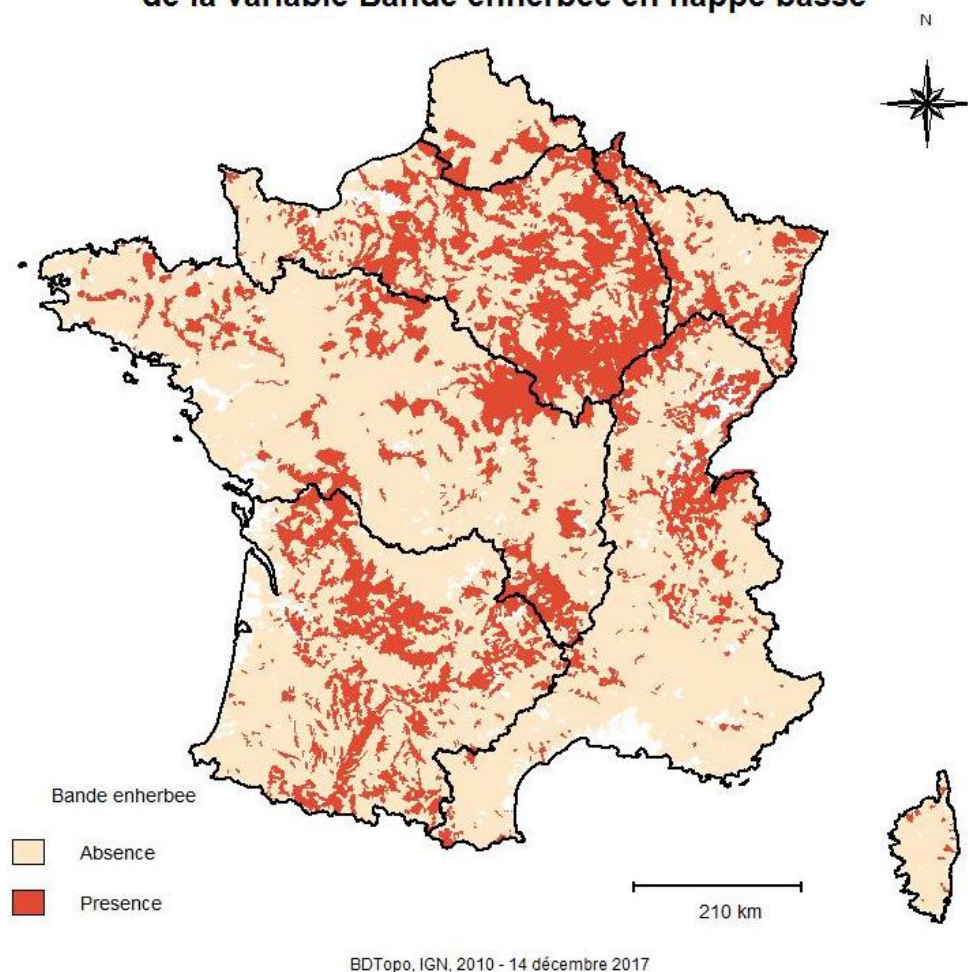


Figure 11: Carte de la variable bande enherbée

- **Battance** : Cette variable a pour objectif de caractériser la sensibilité des sols à la formation d'une croûte de battance. Cette donnée est issue de la BDGSF où elle était discrétisée en 5 classes. Ces classes ont été regroupées pour n'en garder que 3 :
 - Très faible ou faible-> faible
 - Modérée-> moyenne
 - Forte ou très forte-> forte

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 12.

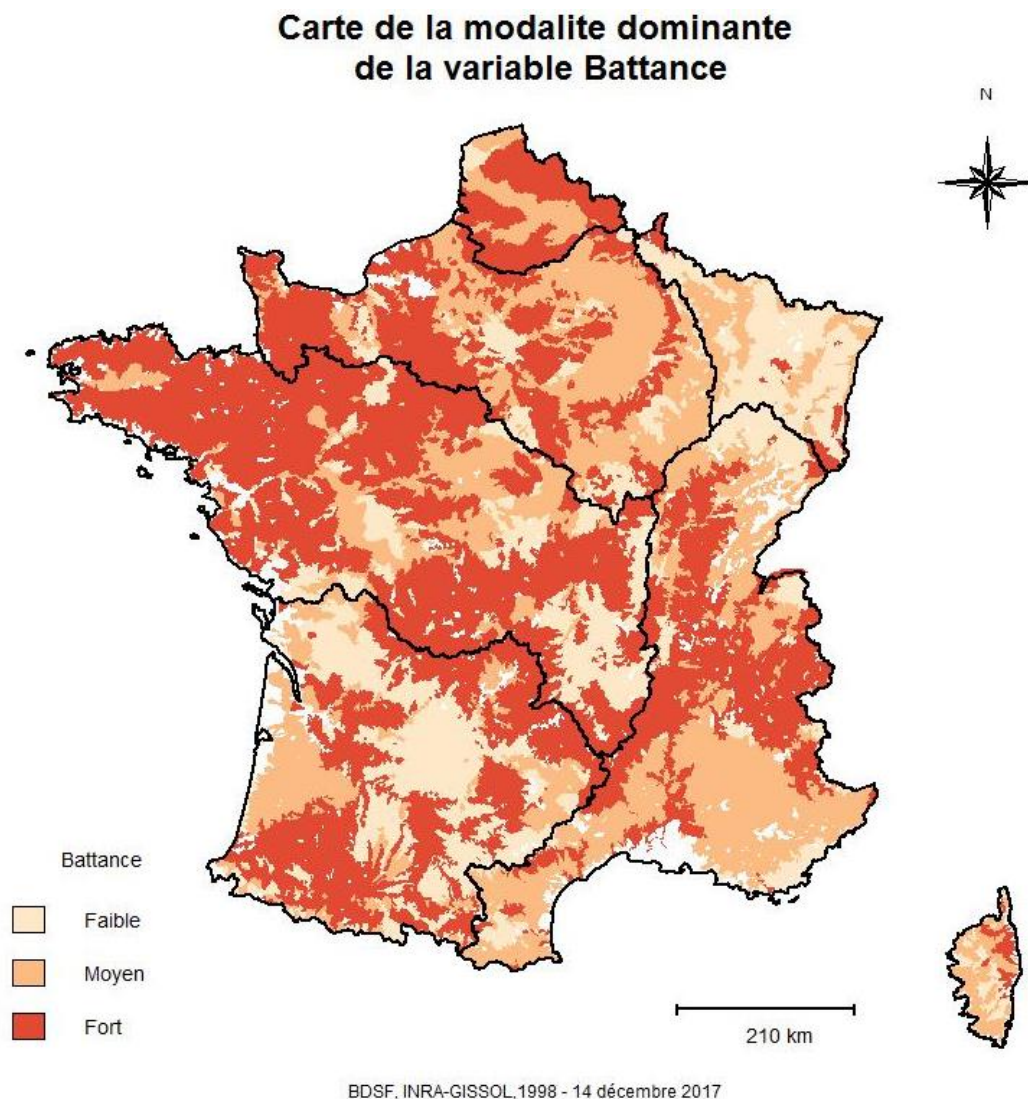


Figure 12: Carte de la variable battance

- **RU** : La variable réserve utile est issue de la BDGSF qui fournit une donnée en 5 classes. Elles ont été regroupées pour n'en garder que 3 :
 - Inférieur à 100 mm -> faible
 - Entre 100 mm et 150 mm -> moyenne
 - Supérieur à 150 mm -> forte

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 13.

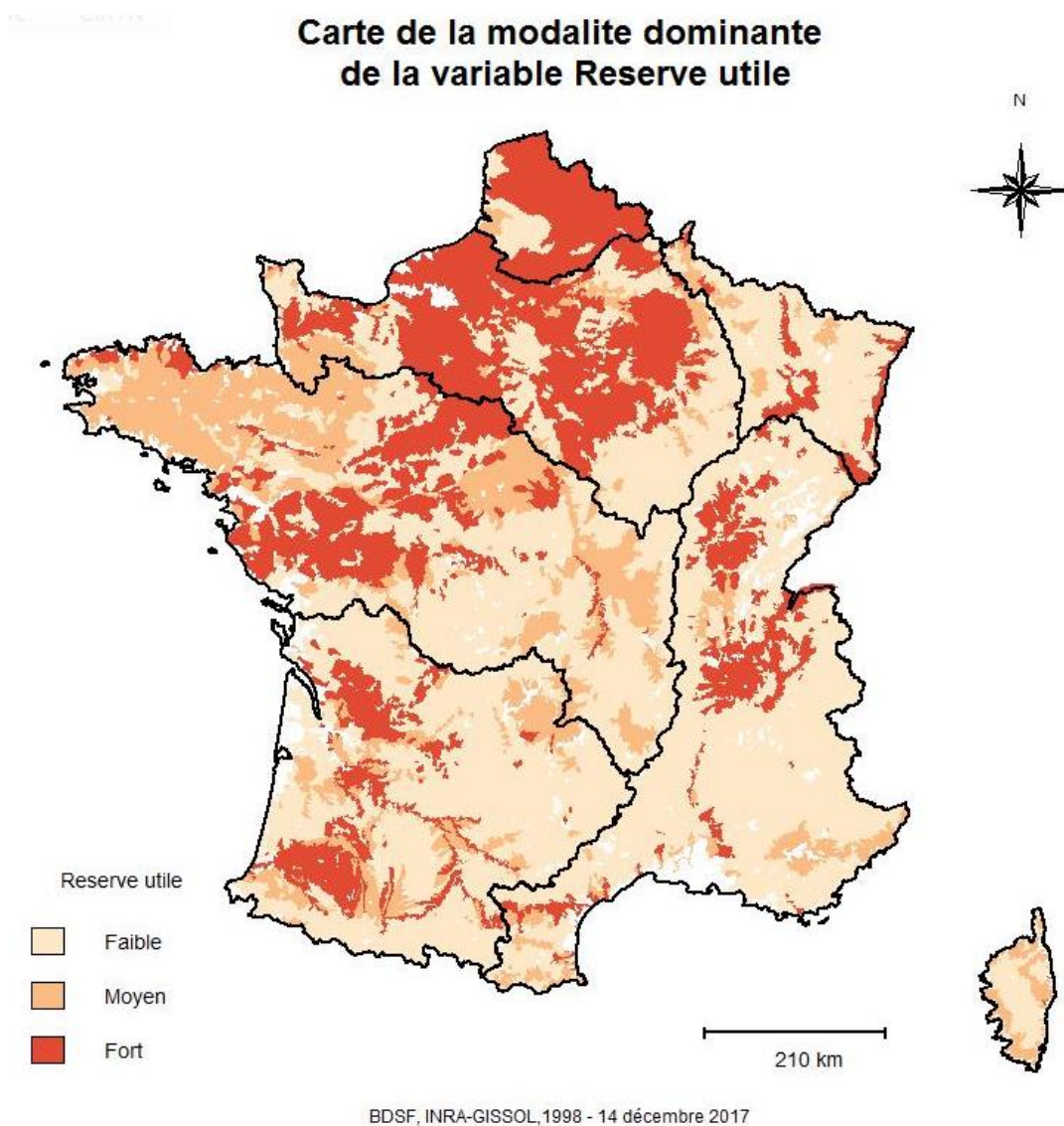


Figure 13: Carte de la variable réserve utile

- **MO_sol** : Cette variable a pour but de caractériser la teneur en carbone organique du sol pour chaque BVL. La variable est discrétisée de la manière suivante :
 - Inférieure à 10 g/kg -> faible
 - Entre 10 et 20 g/kg -> moyen
 - Supérieure ou égale à 20 g/kg -> fort

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 14.

Carte de la modalité dominante de la variable Teneur en matière organique du sol

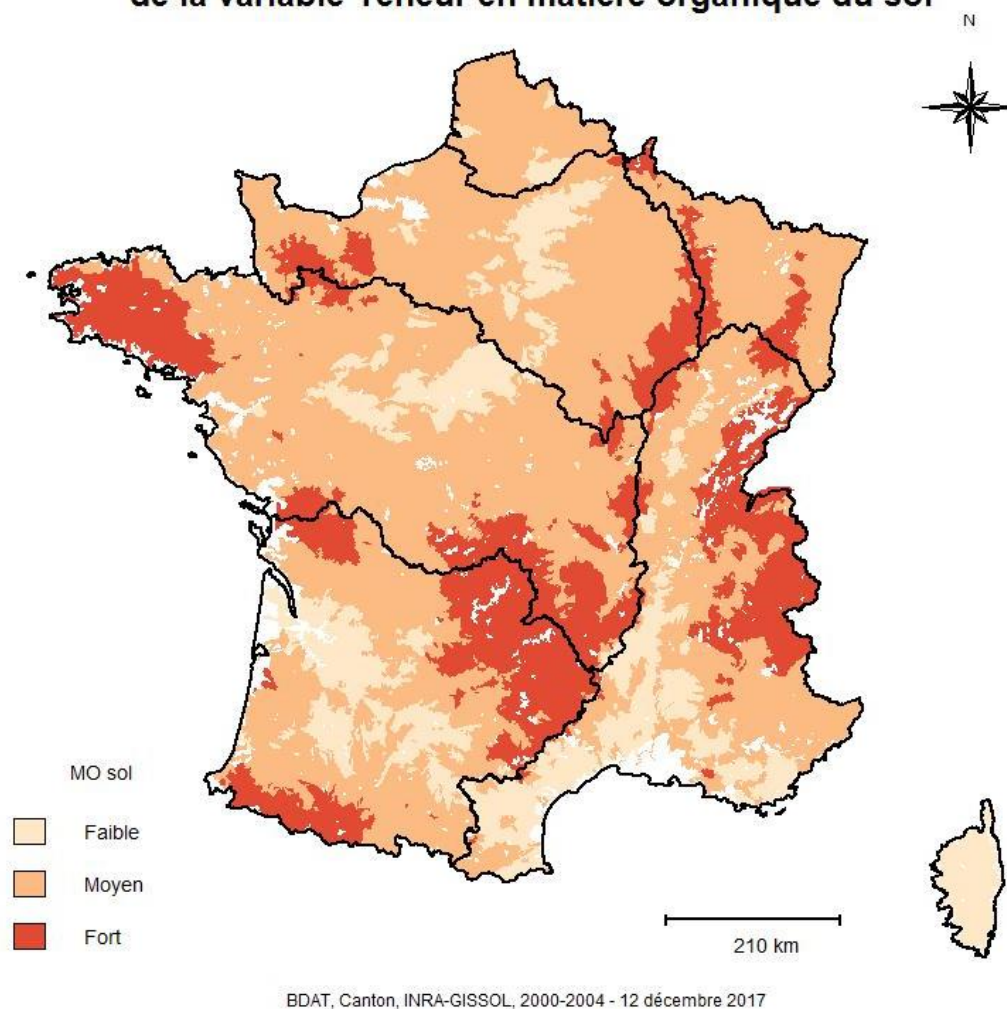


Figure 14: Carte de la variable MO sol

- **Pourcentage_sols_hydromorphes** : Cette variable a pour objectif de caractériser l'hydromorphie des sols. La carte de Lagacherie (Lagacherie 1987) de l'hydromorphie par petites régions naturelles fournit une donnée discrète en 5 classes. Elles ont été regroupées pour n'en conserver que 3 :
 - Moins de 20% de sols hydromorphes -> faible
 - Moins de 20% de sols hydromorphes mais plus de 5000 ha ou engorgement ponctuels -> moyen
 - Plus de 20% de sols hydromorphe -> fort

Ces modalités sont cartographiées dans la Figure 15.

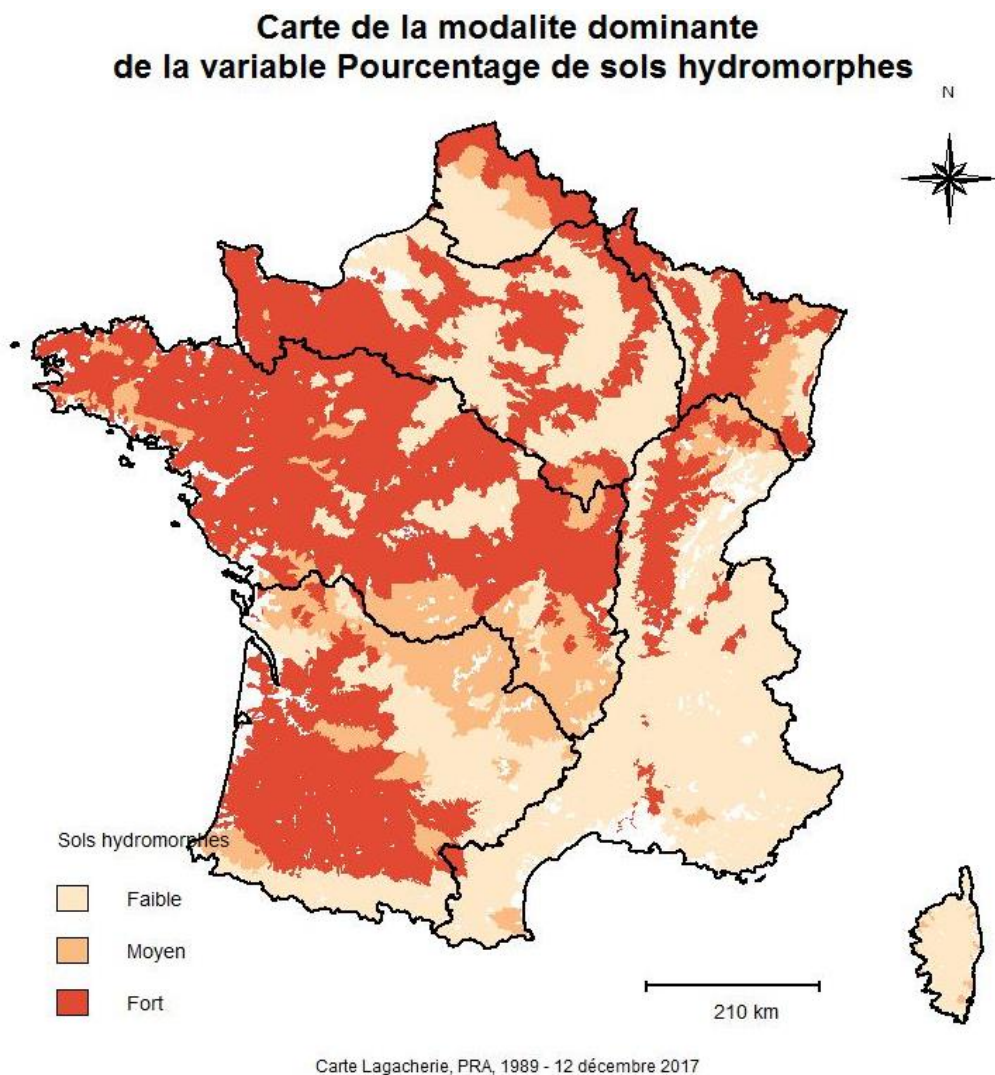


Figure 15: Carte de la variable pourcentage de sols hydromorphes

- **KOC** : Cette variable est issue de la base de données substances actives de SIRIS-Pesticides 2012. Les classes définies sont issues de l'outil SIRIS-pesticides:
 - Inférieur à 100 L/kg -> faible
 - Entre 100 et 1000 L/kg -> moyen
 - Supérieur à 1000 L/kg -> fort

La cartographie des modalités de cette variable dépend de la molécule choisie par l'utilisateur. La carte obtenue sera uniforme puisqu'on étudie chaque molécule individuellement. Un exemple pour le glyphosate est représenté en Figure 16.

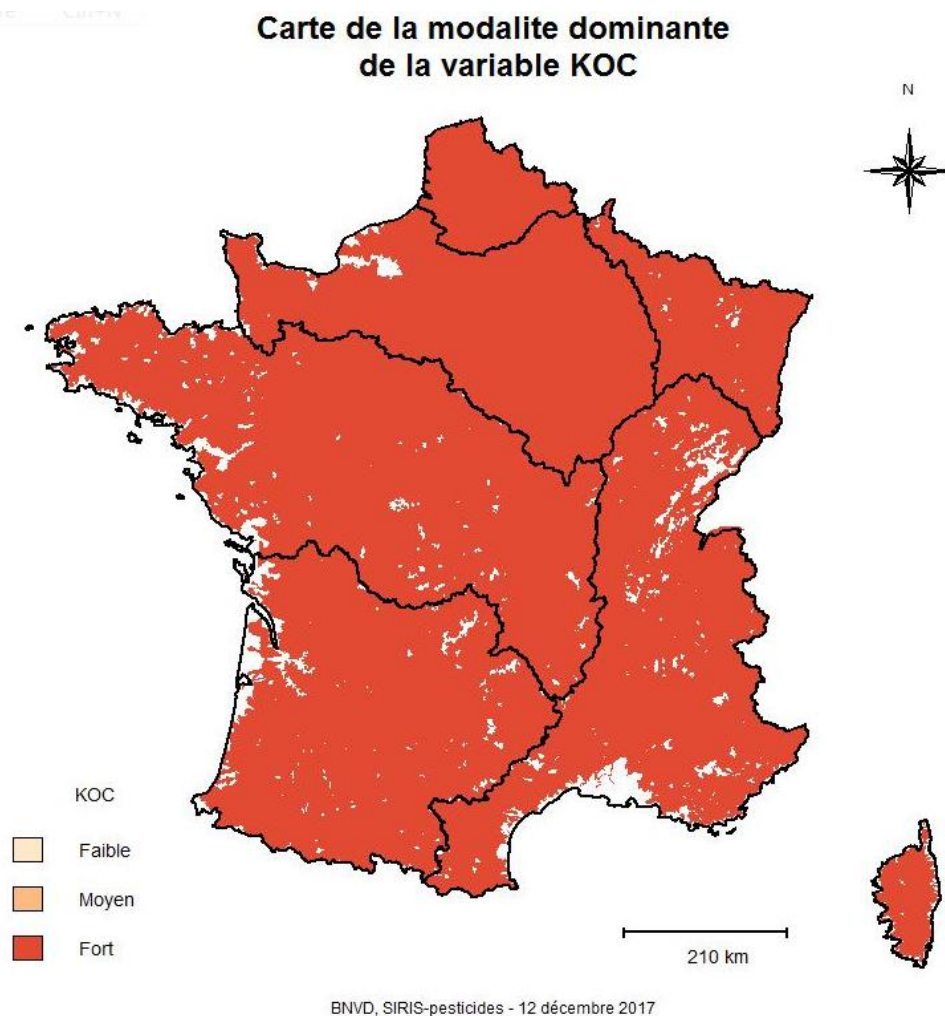


Figure 16: Cartographie de la variable KOC pour le glyphosate

- **DT50** : Cette variable a pour objectif d'évaluer la demi-vie des molécules. Comme le KOC, elle est issue de la base de données substances actives de SIRIS-Pesticides 2012. Les classes définies sont également issues de l'outil SIRIS-pesticides:
 - Inférieur à 8 jours -> faible
 - Entre 8 et 30 jours -> moyen
 - Supérieur à 30 jours-> fort

La cartographie des modalités de cette variable dépend de la molécule choisie par l'utilisateur. La carte obtenue sera uniforme puisqu'on étudie chaque molécule individuellement. Un exemple pour le glyphosate est représenté en Figure 17.

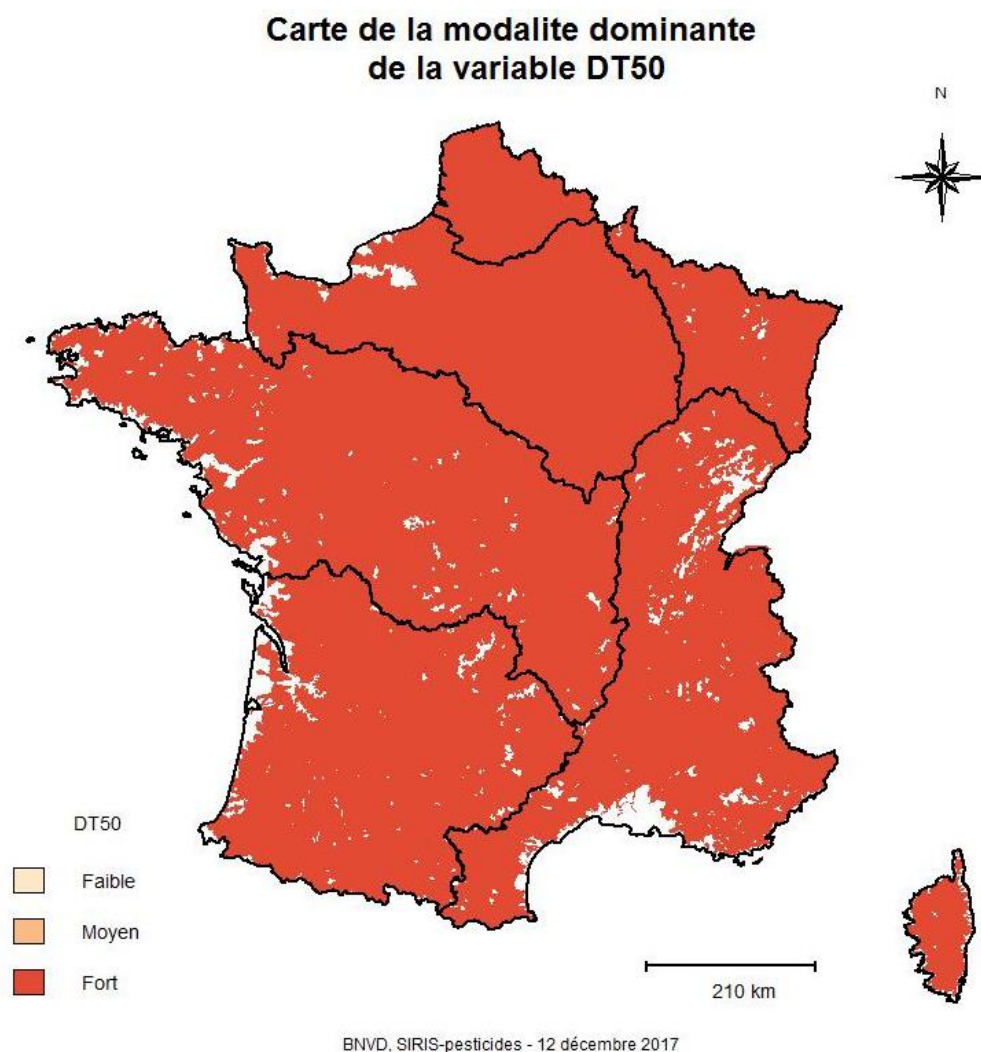


Figure 17: Cartographie de la variable DT50 pour le glyphosate

- **Saison** : La variable saison n'est pas discrétisée, elle dépend du choix de l'utilisateur dans l'interface de départ.
La période NB (Nappe basse) fait référence à la période d'avril à octobre tandis que la période NH (Nappe haute) fait référence à la période de novembre à mars.
- **Pression phytosanitaire** :
On considère dans notre méthode que la variable pression est liée à deux facteurs principaux : la dose d'application (en kg) et la surface traitée (en hectare). La pression entrée dans le modèle concerne une substance active et non pas un cocktail de substances. Il est nécessaire de connaître la répartition de la substance entre les périodes Nappe haute et Nappe basse.
Le paramètre de pression final considéré est la quantité en kg de produits phytosanitaires divisée par la surface (en hectare) du bassin versant local. Cette variable a été discrétisée en 5 classes de la manière suivante :
 - Pression inférieure ou égale à 0.0001 kg/ha ->très faible
 - Pression comprise entre 0.0001 kg/ha non inclus et 0.001 kg/ha inclus->faible
 - Pression comprise entre 0.001 kg/ha non inclus et 0.005 kg/ha inclus->moyen
 - Pression comprise entre 0.005 kg/ha non inclus et 0.01 kg/ha inclus->fort
 - Pression supérieure à 0.01 kg/ha -> très fort



Concernant les sorties dans l'interface :

- Si l'utilisateur choisit d'étudier la période Nappe basse, seule la pression phytosanitaire en Nappe basse sera conservée dans la table des variables d'entrée discrétisée. En effet, le potentiel de contamination en Nappe basse est impacté uniquement par la pression phytosanitaire en Nappe basse.
- En revanche, le potentiel de contamination en Nappe haute est impacté par la pression phytosanitaire en Nappe haute et par la pression phytosanitaire en Nappe basse. Dans le cas où l'utilisateur choisirait d'étudier la période Nappe haute, les deux pressions phytosanitaires seraient donc conservées dans la table des variables d'entrée discrétisées.

b. Les variables intermédiaires de premier niveau : Vulnérabilités intrinsèques.

Trois vulnérabilités intrinsèques sont présentes dans le réseau (Figure 18).

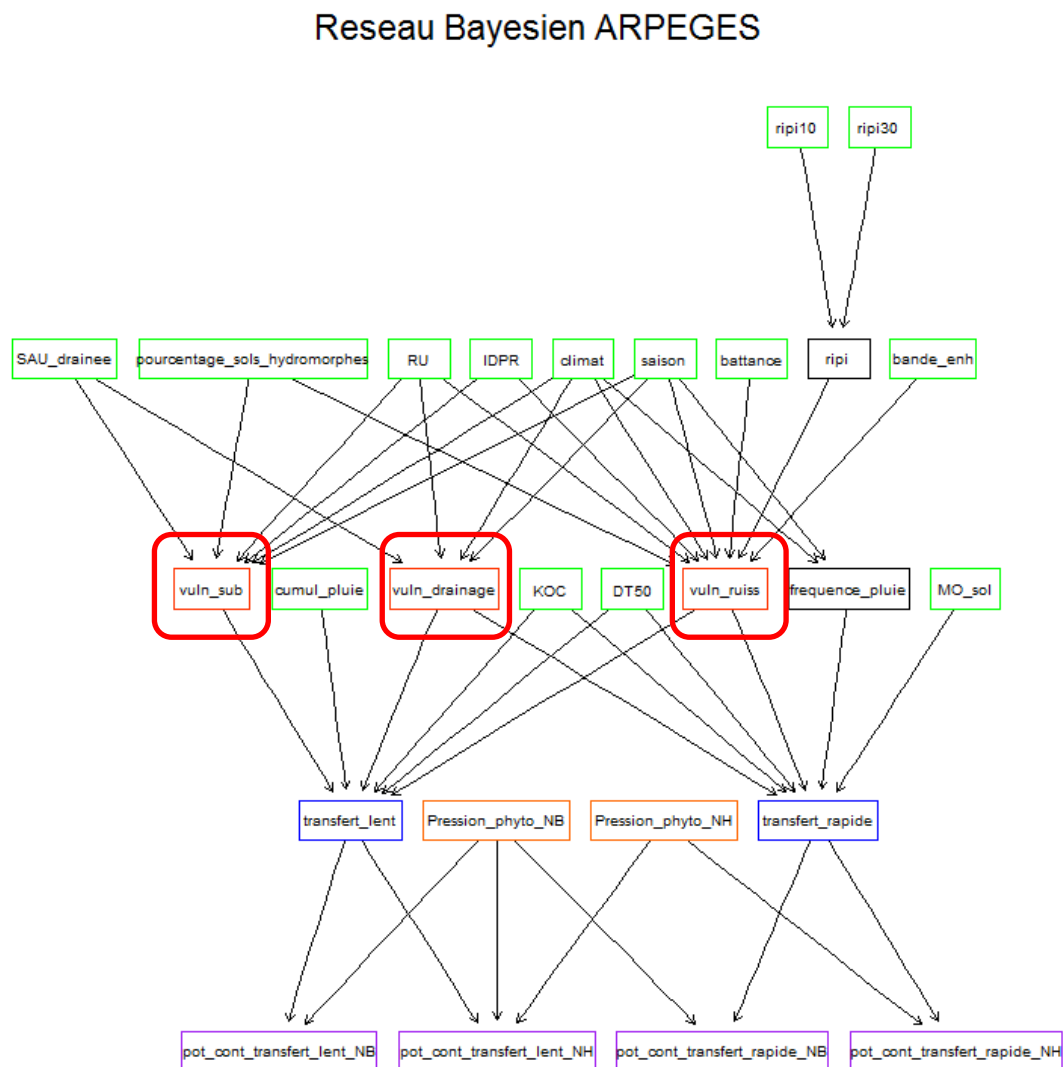


Figure 18 : Variables intermédiaires de premier niveau du réseau bayésien ARPEGES, représentées par un encadré rouge.

- **vuln_ruiss :**

Il s'agit du risque qu'un sol soit sujet aux ruissellements. Les variables parentes de celle-ci sont :

- Pourcentage de sols hydromorphes
- Réserve utile
- Battance
- Saison
- Climat
- IDPR
- Présence d'une ripisylve
- Présence d'une bande enherbée

Ces huit variables sont reliées à la vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements par une table de probabilité qui croise les modalités de ces dernières et définit par expertise la probabilité de vulnérabilité intrinsèque au ruissellement selon le croisement effectué. Il y a $3^5 \times 2^2 \times 6 = 5832$ combinaisons possibles.

La variable vuln_ruiss est découpée en 3 classes : faible, moyen et fort. Ces modalités sont cartographiées dans les Figure 19 et Figure 20.

Modalité dominante de la vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements en nappe basse

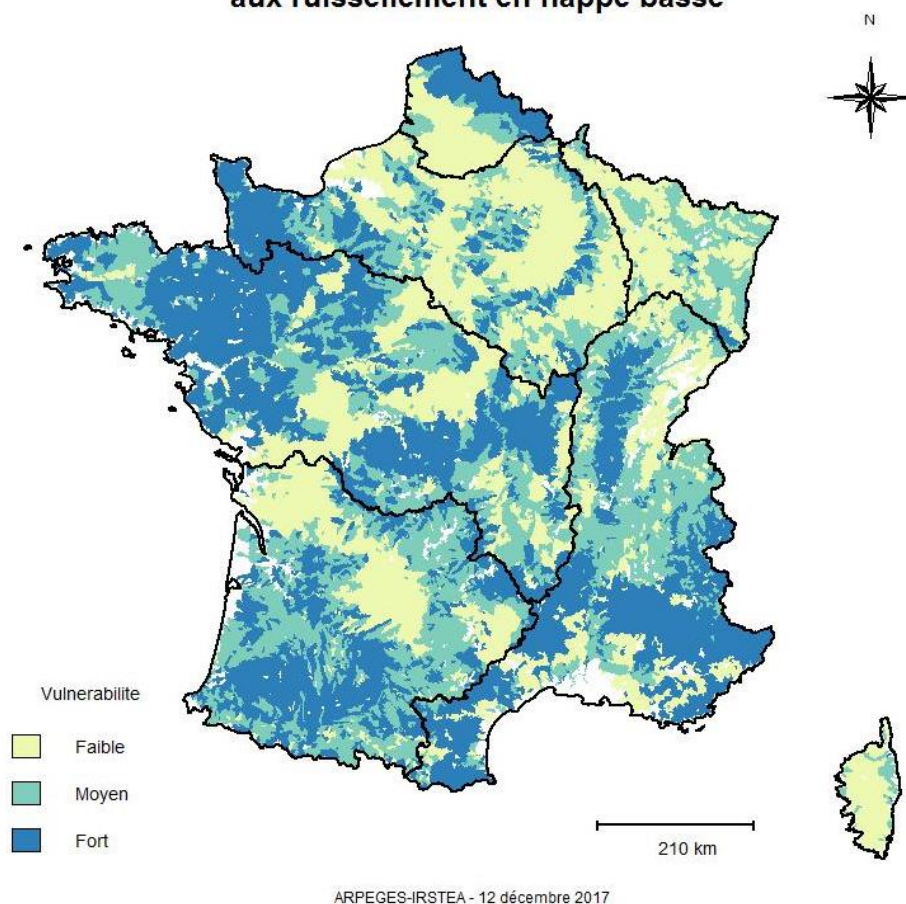
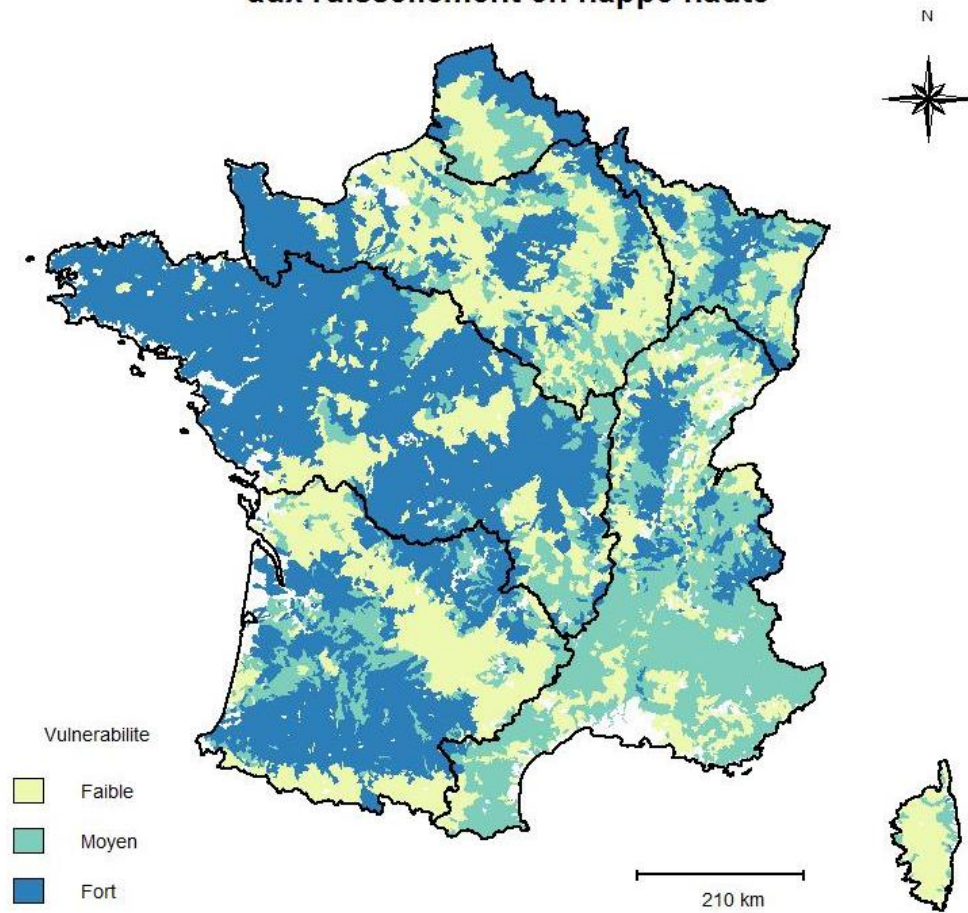


Figure 19: Carte de la variable vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements en Nappe basse

Modalite dominante de la vulnerabilite intrinseque
aux ruissellement en nappe haute



ARPEGES-IRSTEA - 11 décembre 2017

Figure 20: Carte de la variable vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements en Nappe haute

- **vuln_sub :**

Cette variable permet de caractériser la vulnérabilité intrinsèque aux flux de subsurface. Les probabilités des modalités de cette variable sont déduites du croisement entre les modalités des six variables suivantes :

- Pourcentage de sols hydromorphes
- Réserve utile
- Pourcentage de la SAU qui est drainée
- IDPR
- Saison
- Climat

Il y a $3^4 \times 2 \times 6 = 972$ combinaisons possibles. Cette variable est découpée en 3 modalités (faible, moyen et fort) qui sont cartographiées dans les Figure 21 et Figure 22.

Modalité dominante de la vulnérabilité intrinsèque de subsurface en nappe basse

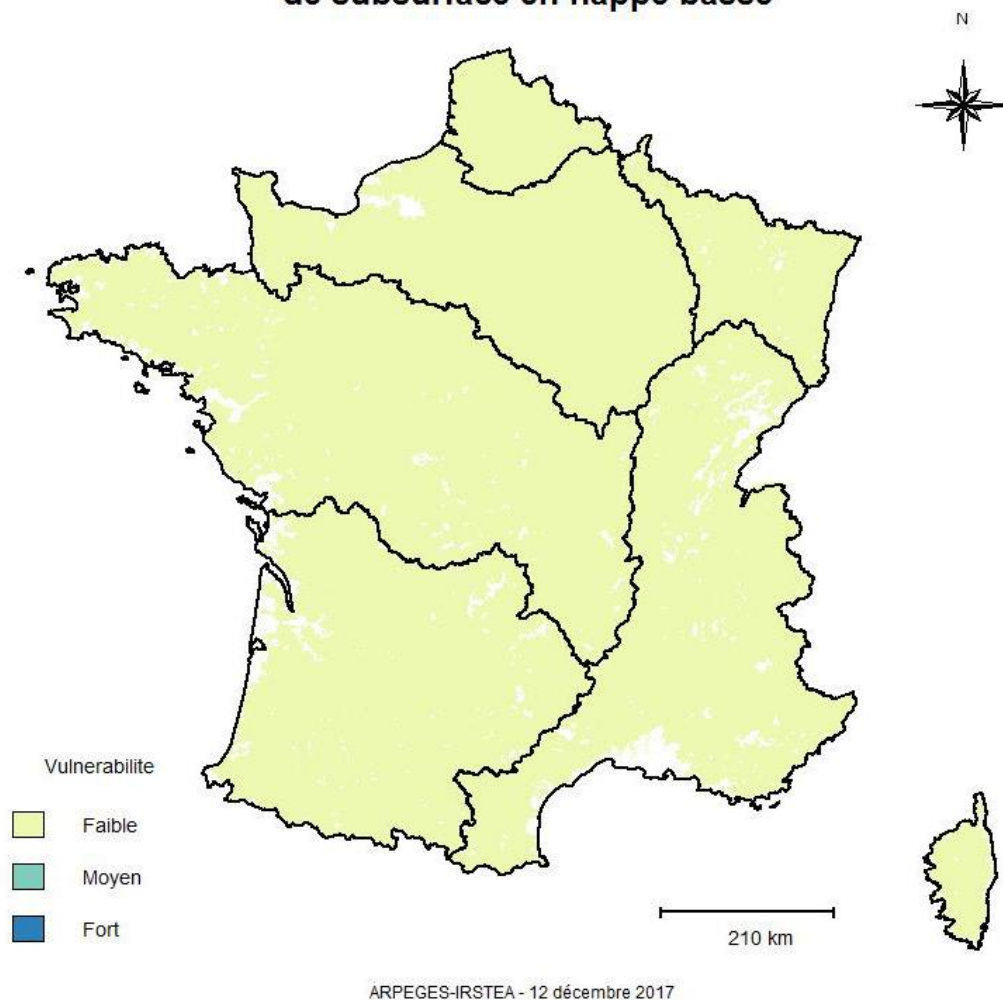


Figure 21: Carte de la vulnérabilité intrinsèque aux flux de subsurface en Nappe basse

Modalite dominante de la vulnerabilite intrinseque de subsurface en nappe haute

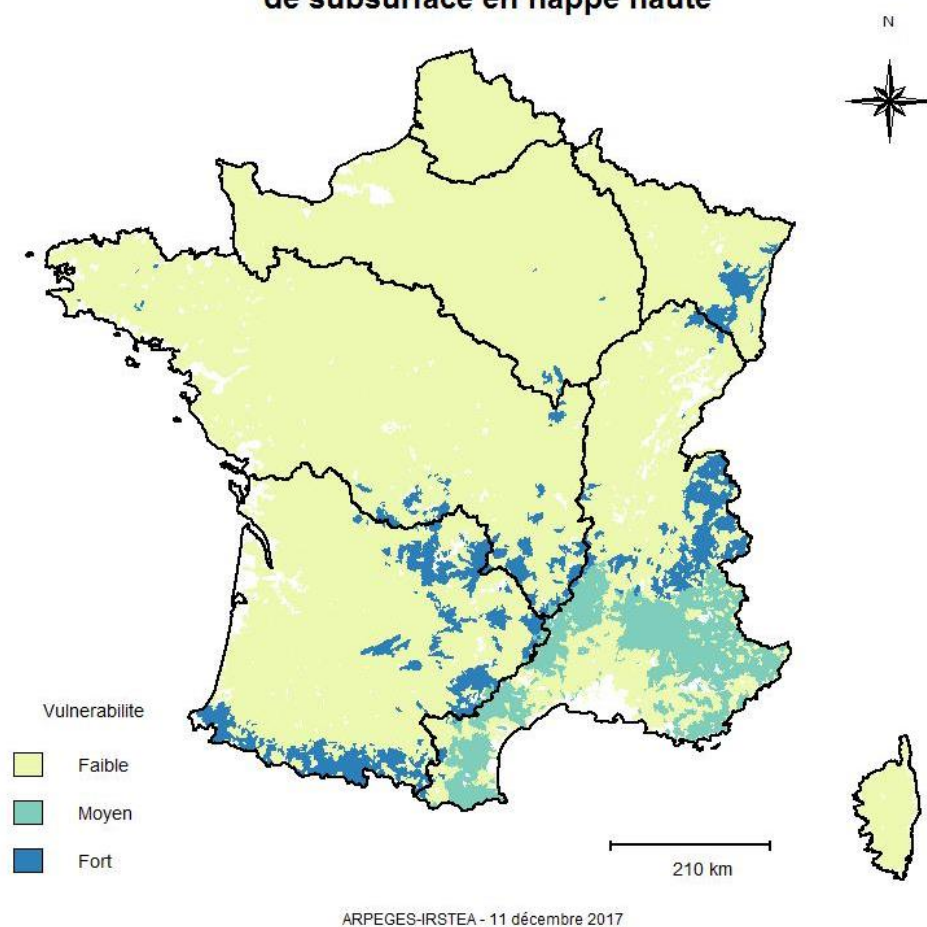


Figure 22: Carte de la vulnérabilité intrinsèque aux flux de subsurface en Nappe haute

○ **vuln_drainage :**

Cette variable permet de caractériser la vulnérabilité intrinsèque au drainage. Les probabilités des modalités de cette variable sont déduites du croisement entre les modalités des quatre variables suivantes :

- Pourcentage de la SAU qui est drainée
- Réserve utile
- Saison
- Climat

Il y a $3^2 \times 2 \times 6 = 108$ combinaisons possibles. Cette variable est découpée en 3 modalités : faible, moyen et forte, qui sont cartographiées dans les Figure 23 et Figure 24.

**Modalité dominante de la vulnérabilité intrinsèque
aux drainages en nappe basse**

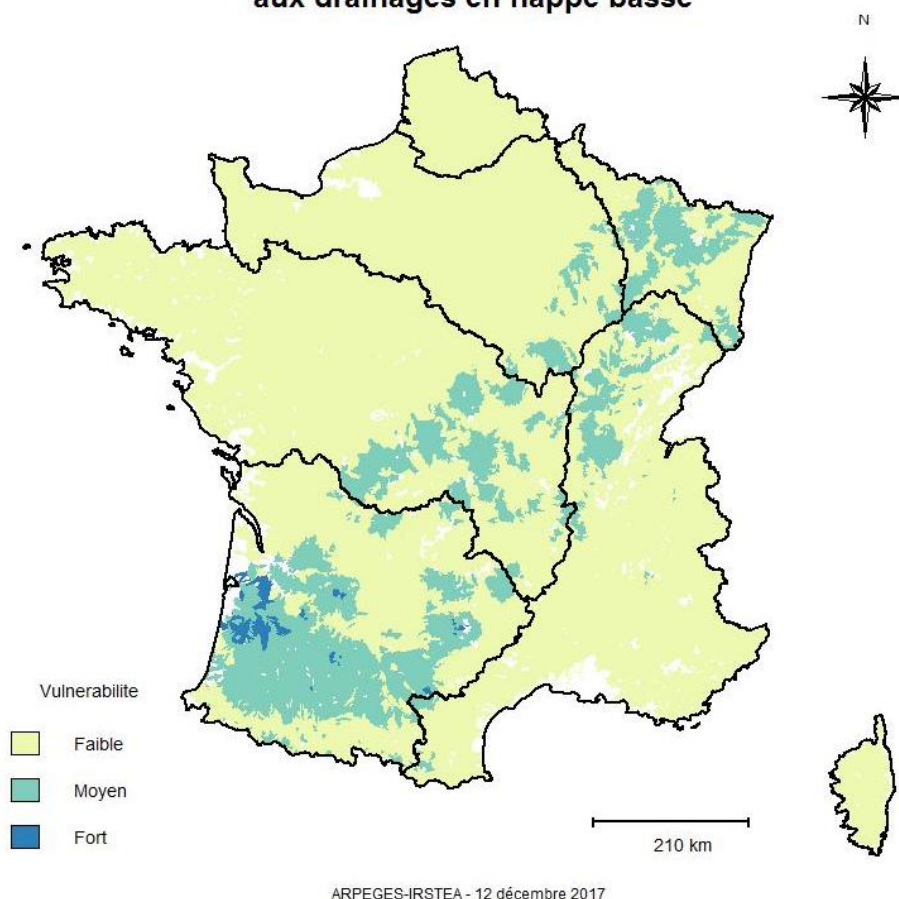


Figure 23: Carte de la vulnérabilité intrinsèque au drainage en Nappe basse

Modalite dominante de la vulnerabilite intrinseque aux drainages en nappe haute

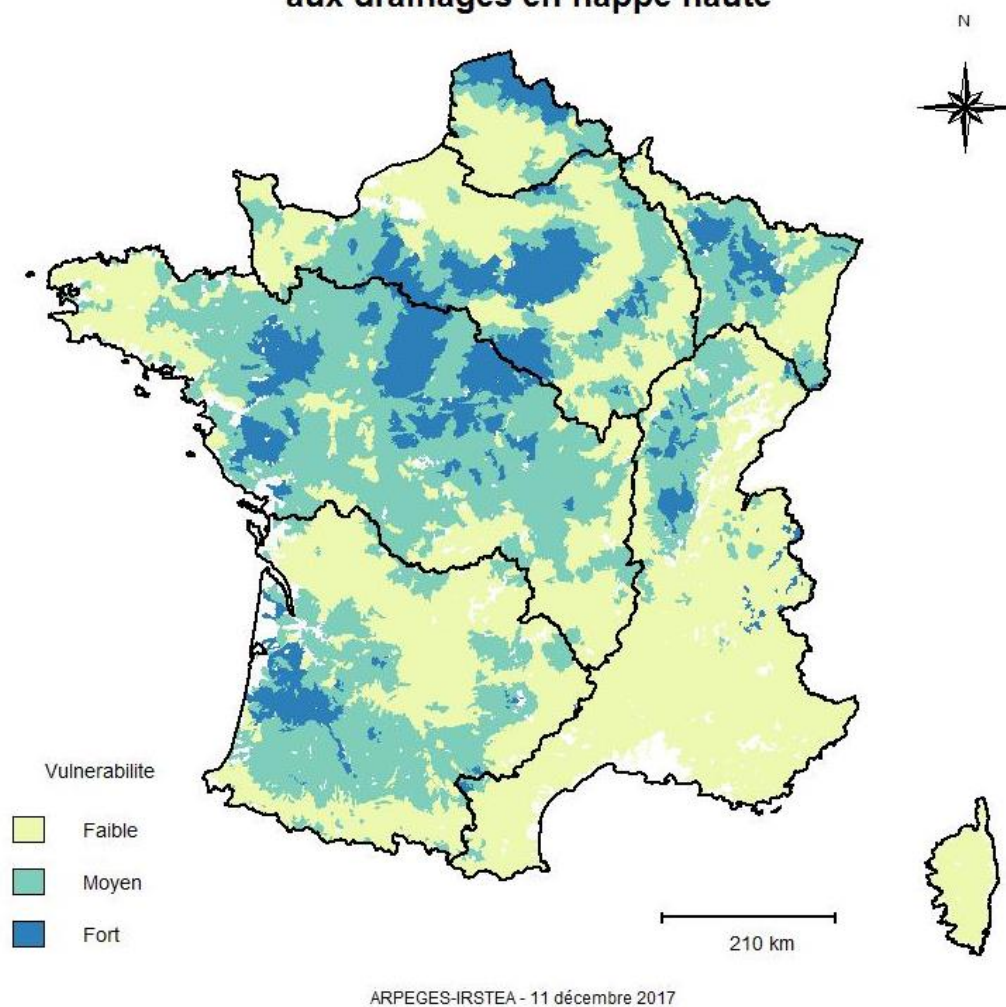


Figure 24: Carte de la variable vulnérabilité aux drainages en Nappe haute

c. Les variables intermédiaires de second niveau : Vulnérabilités spécifiques

Les variables intermédiaires de second niveau, c'est-à-dire dépendant conditionnellement des variables intermédiaires de premier niveau, du réseau bayésien ARPEGES sont encadrées en bleu dans la Figure 25.

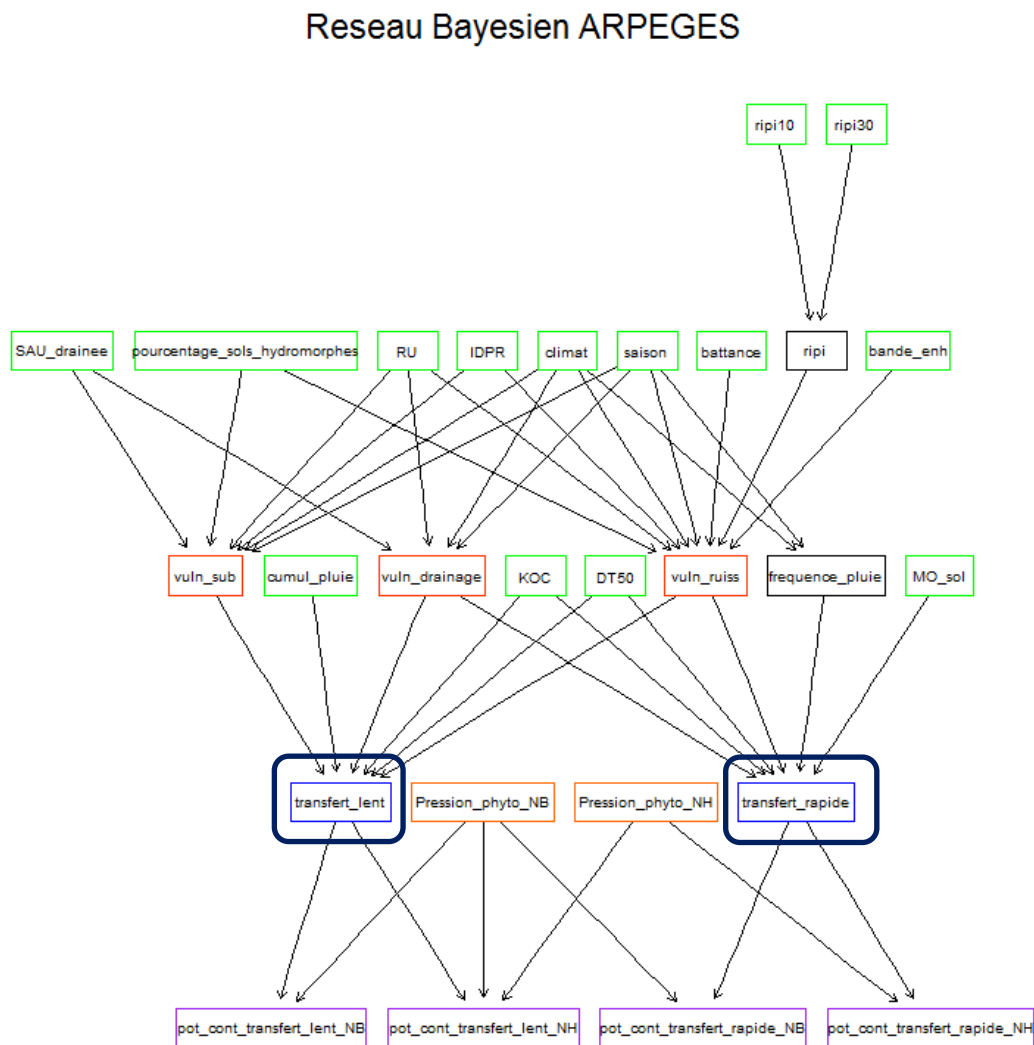


Figure 25: Variables intermédiaires de second niveau du réseau bayésien ARPEGES, représentées par les encadrés bleus.

- **vuln_aigue :**

La vulnérabilité spécifique aux transferts rapides résulte du croisement entre les variables suivantes :

- Vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements
- Vulnérabilité intrinsèque au drainage
- Teneur en matière organique du sol
- Fréquence des pluies
- DT50
- KOC

486 possibilités résultent du croisement de ces variables. Cette variable est découpée en 3 modalités : faible, moyen et forte, cartographiées dans les Figure 26 et Figure 27.

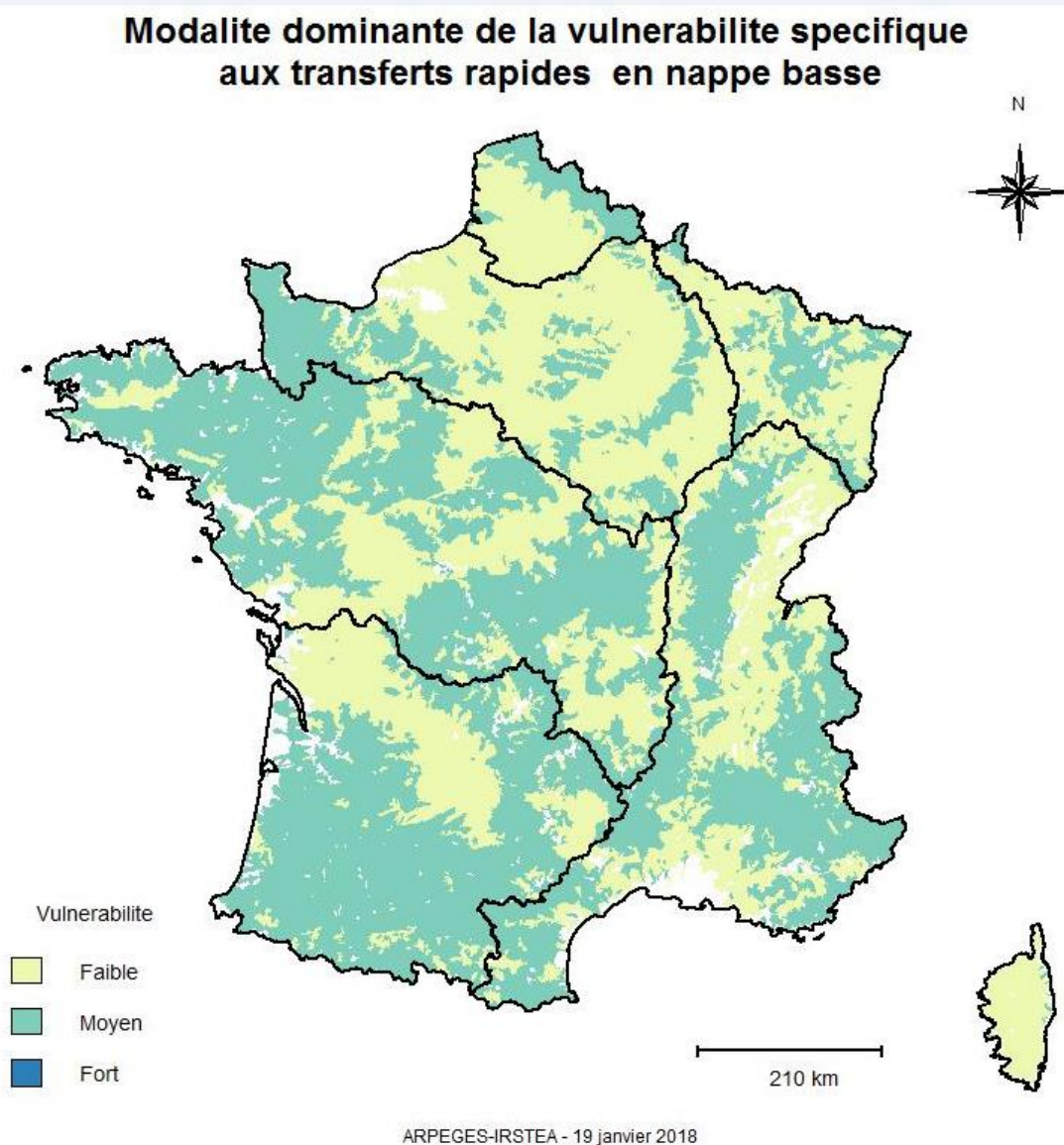


Figure 26: Cartographie de la variable vulnérabilité spécifique aux transferts rapides en Nappe basse

Modalite dominante de la vulnérabilité spécifique aux transferts rapides en nappe haute

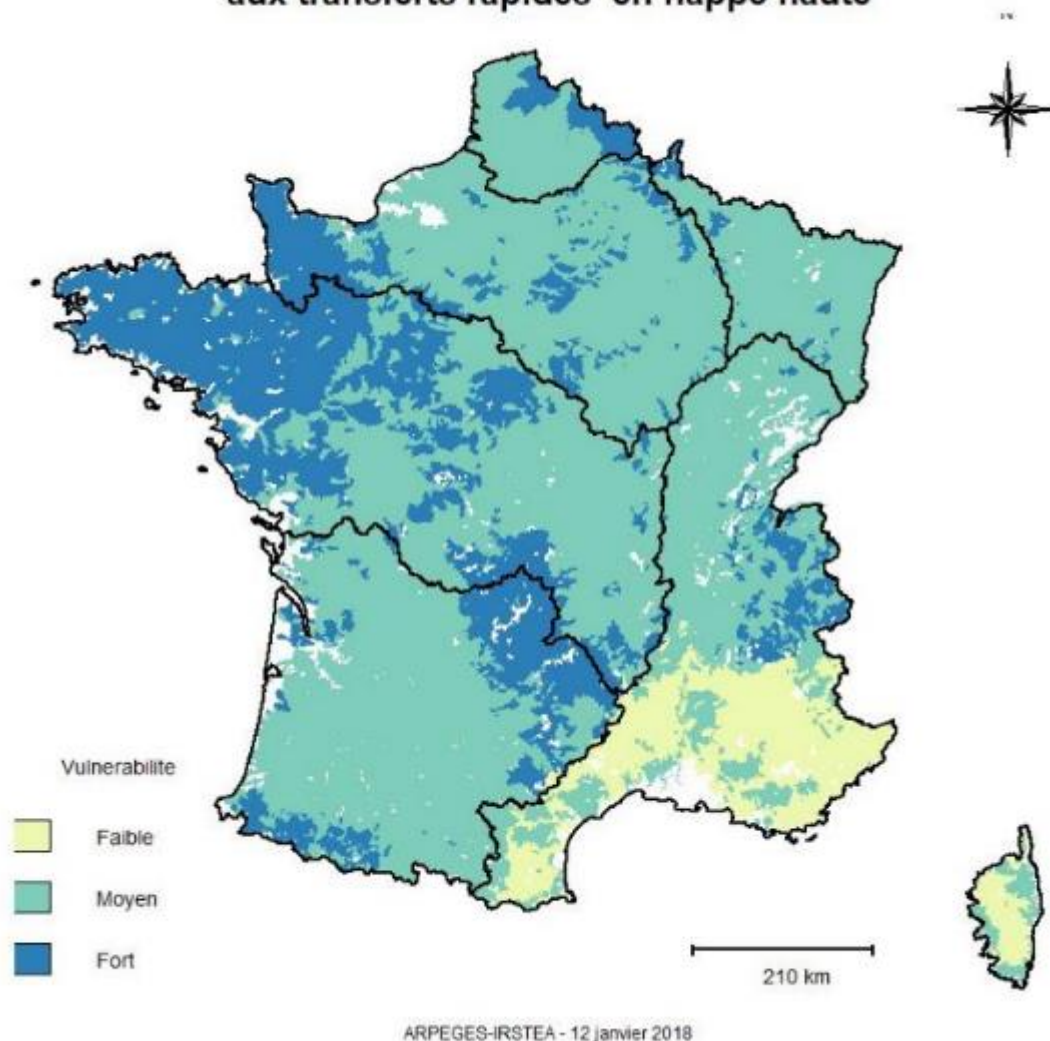


Figure 27: Carte de la variable vulnérabilité spécifique aux transferts rapides en Nappe haute

- **vuln_chro:**

La vulnérabilité spécifique aux transferts lents résulte du croisement entre les variables suivantes :

- Vulnérabilité intrinsèque au drainage
- Vulnérabilité intrinsèque aux ruissellements
- Vulnérabilité intrinsèque aux flux de subsurface
- Cumul des pluies
- DT50
- KOC

486 possibilités résultent du croisement de ces variables. Cette variable est découpée en 3 modalités : faible, moyen et forte, cartographiées dans les Figure 28 et Figure 29.

Modalité dominante de la vulnérabilité spécifique aux transferts lents en nappe basse

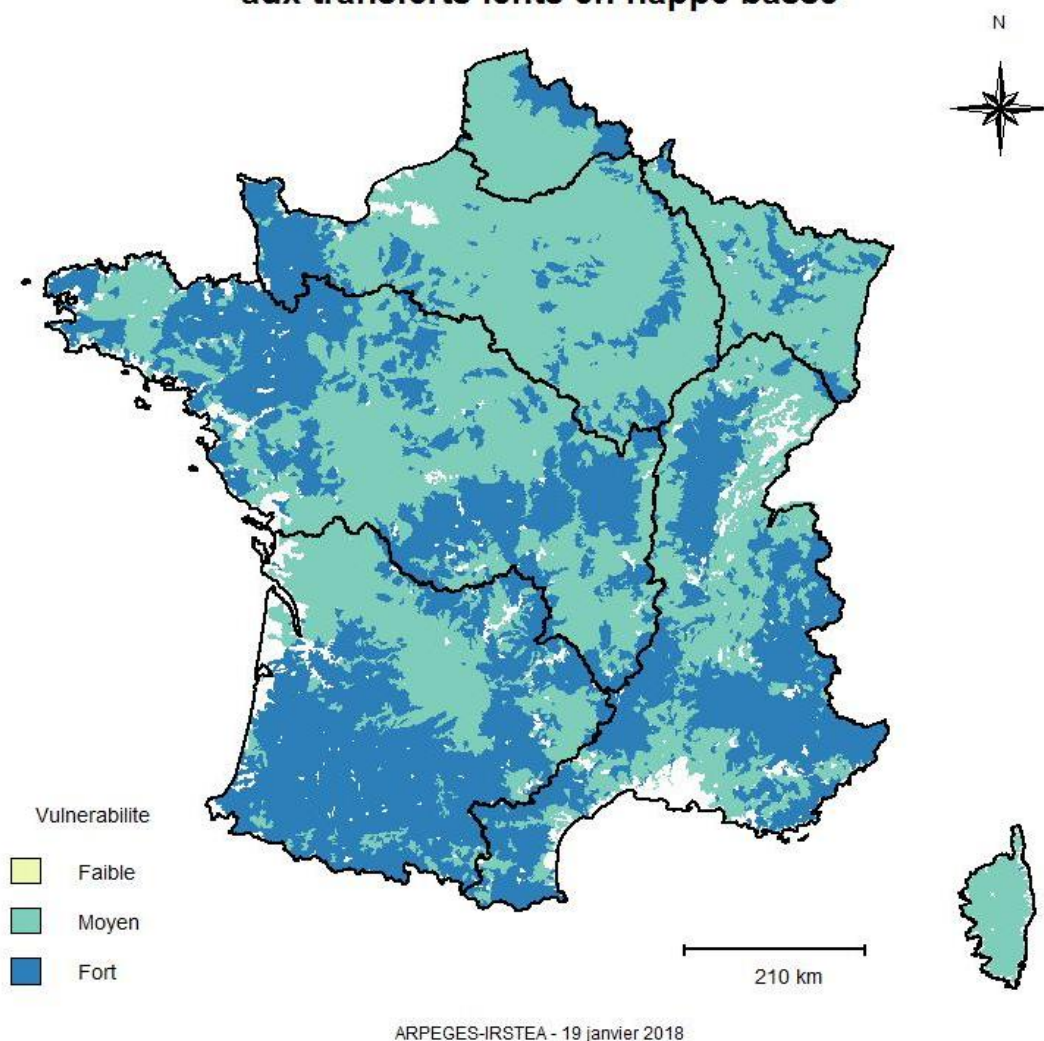


Figure 28: Carte de la vulnérabilité spécifique aux transferts lents en Nappe basse

Modalite dominante de la vulnerabilite specifique aux transferts lents en nappe haute

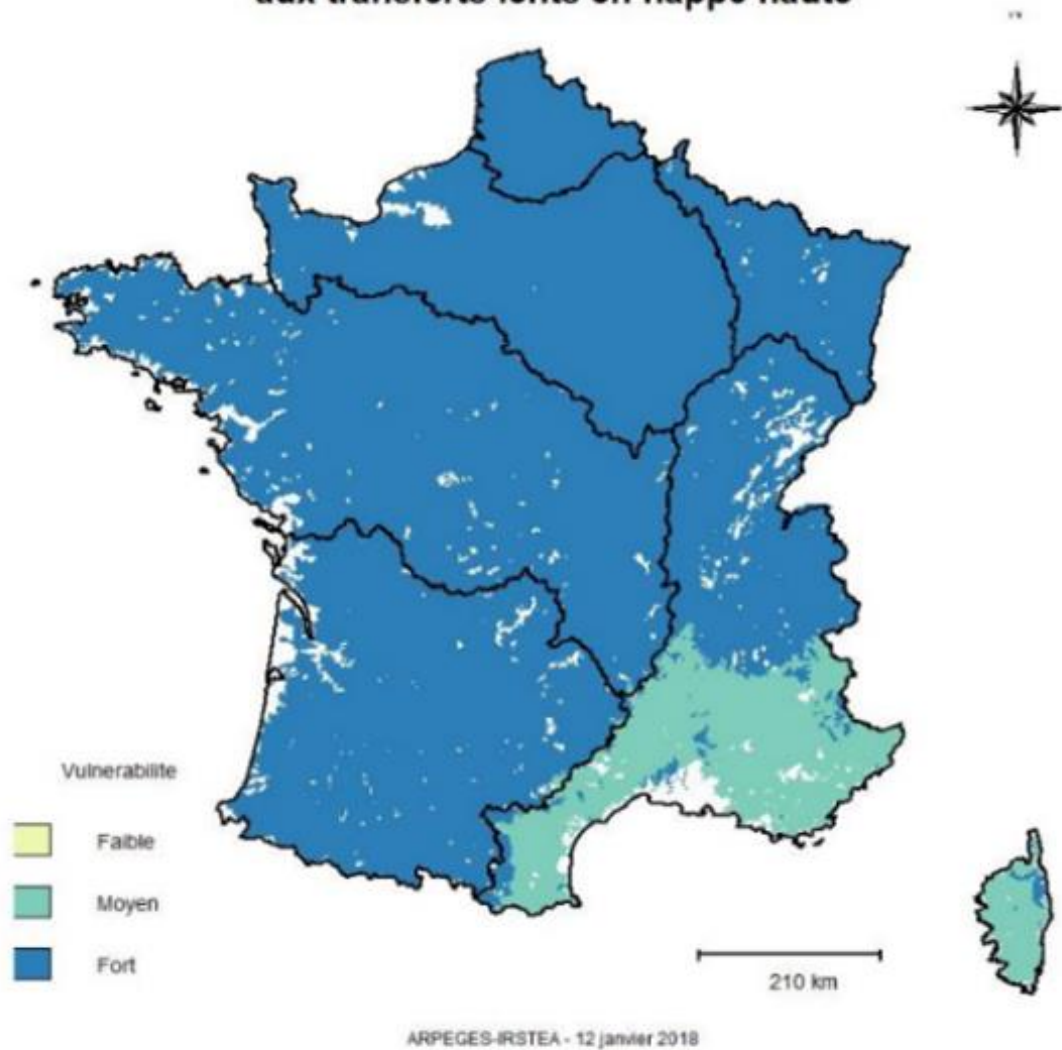


Figure 29: Carte de la vulnérabilité spécifique aux transferts lents en Nappe haute

d. Les variables en sortie : Potentiels de contamination saisonnalisés

Les sorties ARPEGES sont les potentiels de contamination via les transferts rapides et via les transferts lents en Nappe haute et en Nappe basse. Ces variables sont découpées en 5 modalités : très faible, faible, moyen, fort, très fort.

Les sorties obtenues dépendront de la période choisie par l'utilisateur.

Un exemple de cartographie du potentiel de contamination associé au Chlortoluron est donné dans la Figure 30.

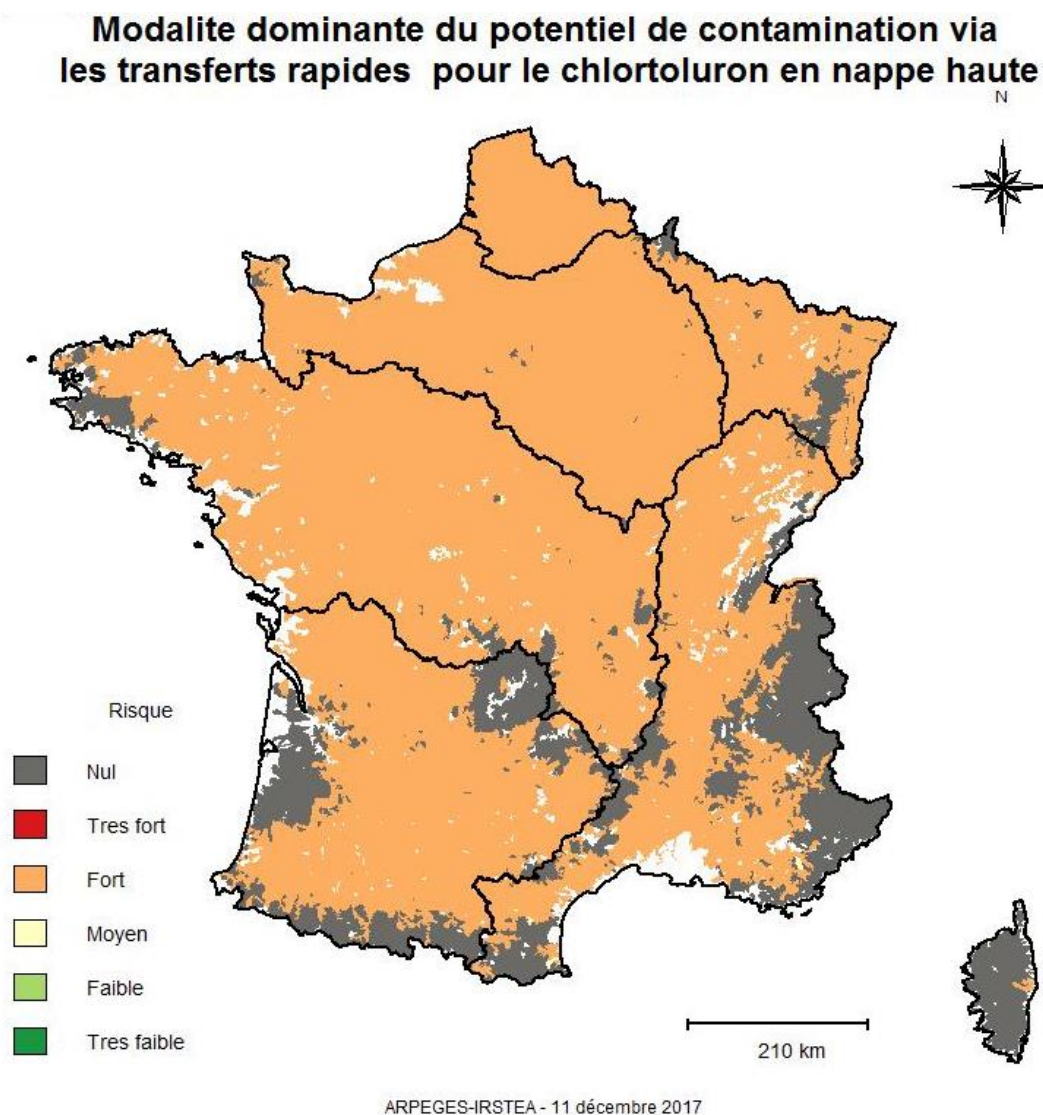


Figure 30: Carte du potentiel de contamination via les transferts rapides pour le chlortoluron en Nappe haute

II. Une interface pour la méthode ARPEGES

1. Introduction

La méthode ARPEGES est exploitable via une interface mise en place sous R, disponible dans la librairie ARPEGES. L'interface propose un ensemble de choix permettant de simuler des résultats en sortie. Les paragraphes suivants ont pour but de donner à l'utilisateur un aperçu de sa structure ainsi que des sorties qu'elle produit, par l'intermédiaire d'un exemple. L'ensemble des choix ainsi que leurs implications seront présentés dans la partie III « Ensemble des choix possibles dans la méthode ARPEGES ».

L'interface sous R est composée d'une fenêtre principale et de fenêtres pop-up destinées à guider l'utilisateur dans les différentes étapes. Sa structure sera présentée dans un exemple.

Les détails concernant l'installation de la librairie ARPEGES sont donnés dans la partie V « Installation de la librairie ARPEGES »

2. La structure de l'interface, par un exemple.

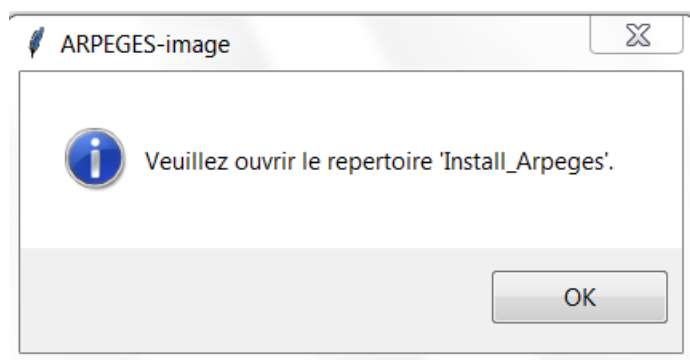
Ce paragraphe présente l'interface de son lancement à la cartographie afin de familiariser l'utilisateur avec les différentes étapes qui la constituent.

2.1 Première étape : L'interface d'accueil

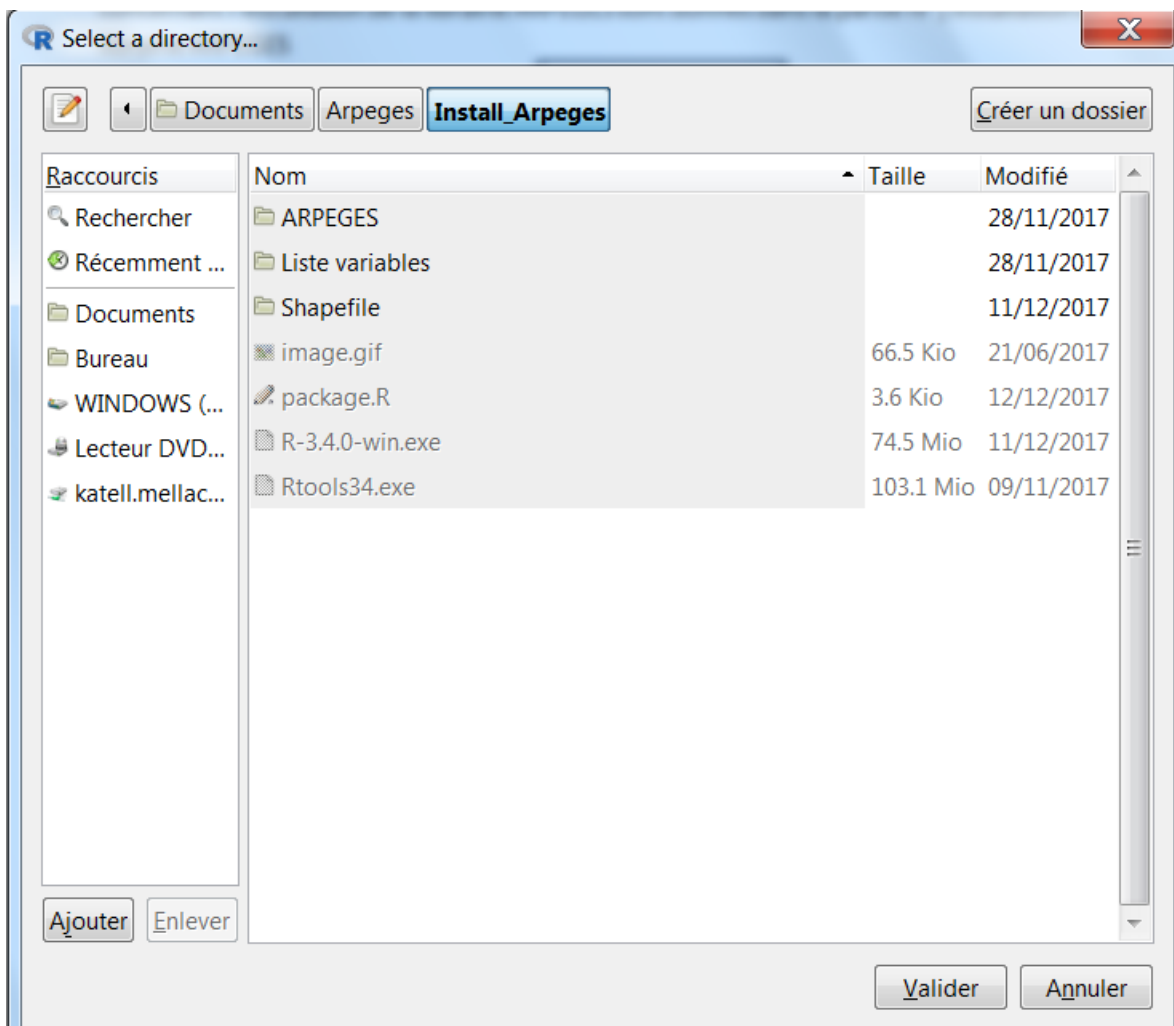
Pour faire apparaître l'interface d'accueil, il faut tout d'abord ouvrir une nouvelle console R et à y écrire la ligne code `depart()` appelant la fonction principale de l'interface.

```
depart () |
```

Une fenêtre demande alors à l'utilisateur d'ouvrir le répertoire « Install_Arpeges » qui a été fourni.



L'utilisateur doit ouvrir, via l'explorateur proposé dans la fenêtre qui s'ouvre, le répertoire « Install_Arpeges » puis cliquer sur valider.

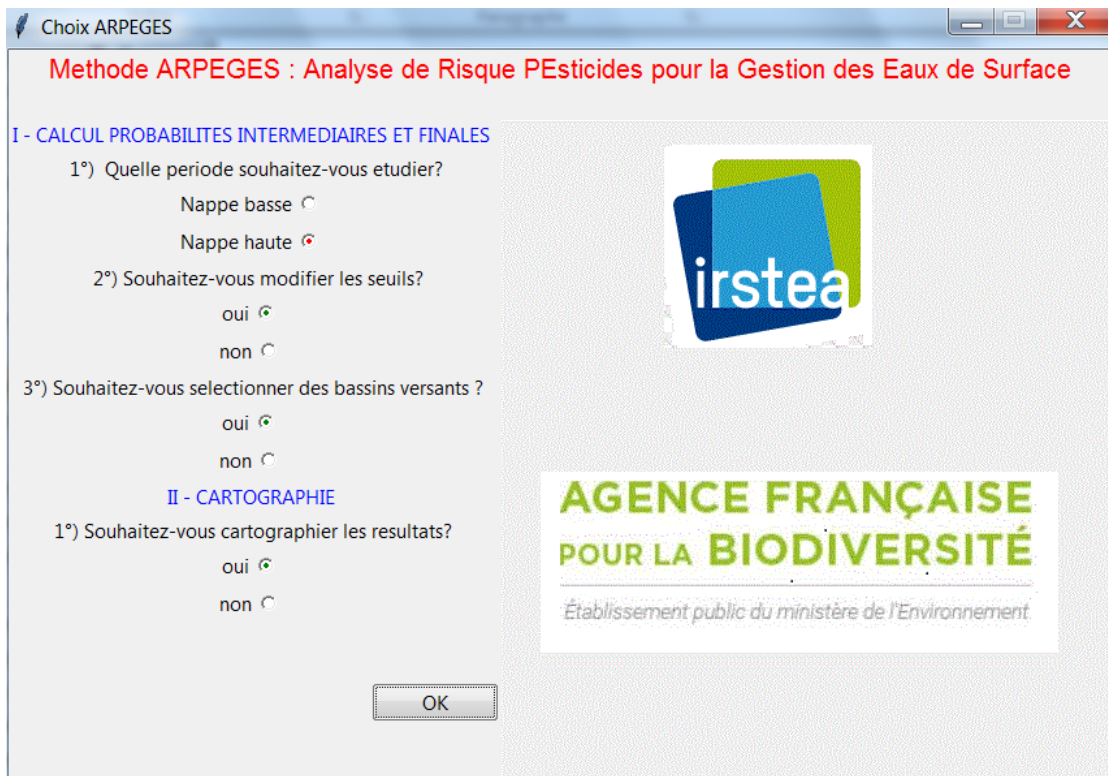


Une première fenêtre de choix s'ouvre alors :



L'utilisateur peut choisir d'utiliser les données d'entrée fournies par IRSTEA ou d'introduire des données propres à son agence. Les détails pour modifier les données d'entrée sont donnés dans la partie III « Introduire des variables propres à l'agence ». Pour cet exemple, les données d'entrée ne seront pas modifiées.

L'interface d'accueil apparaît :



L'utilisateur a alors plusieurs choix possibles :

- Il doit choisir d'étudier l'une des deux périodes (Nappe basse=avril-octobre et Nappe haute=novembre-mars).
- Il peut modifier les seuils définis par expertise pour discrétiser les variables d'entrée (les seuils par défauts sont renseignés dans la partie Les variables d'entrée).
- Il peut sélectionner des bassins versants ou conserver l'intégralité des 9719 bassins.
- Il peut choisir que les résultats soient cartographiés sous R, ou décider de les cartographier par l'intermédiaire d'un SIG en utilisant les fichiers shape produits en sortie.

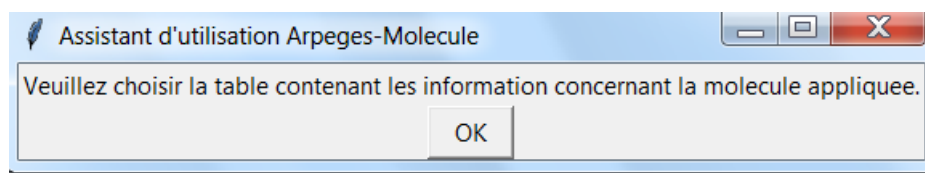
Les choix suivants ont été effectués dans cet exemple :

- Etude de la période Nappe haute
- Modification des seuils
- Sélection de bassins versants
- Cartographie des résultats sous R.

2.2 Seconde étape : choix de la molécule à étudier.

a. Informations concernant la quantité de molécule appliquée à l'année et la superficie du BV

Une nouvelle fenêtre s'ouvre afin de permettre à l'utilisateur de choisir la molécule qu'il va étudier.



Une fois que l'utilisateur a cliqué sur « OK », une fenêtre s'ouvre pour lui permettre de choisir le fichier contenant les informations à propos de la molécule étudiée.

La molécule choisie dans cet exemple est le glyphosate. Il faut que l'utilisateur dispose d'informations sur l'utilisation de la molécule d'intérêt ainsi que la répartition de son application entre les périodes Nappe haute et Nappe basse. Ces informations sont mobilisables auprès de l'INERIS. Les données doivent être à l'échelle du bassin versant de la masse d'eau, conformément à la méthode ARPEGES.

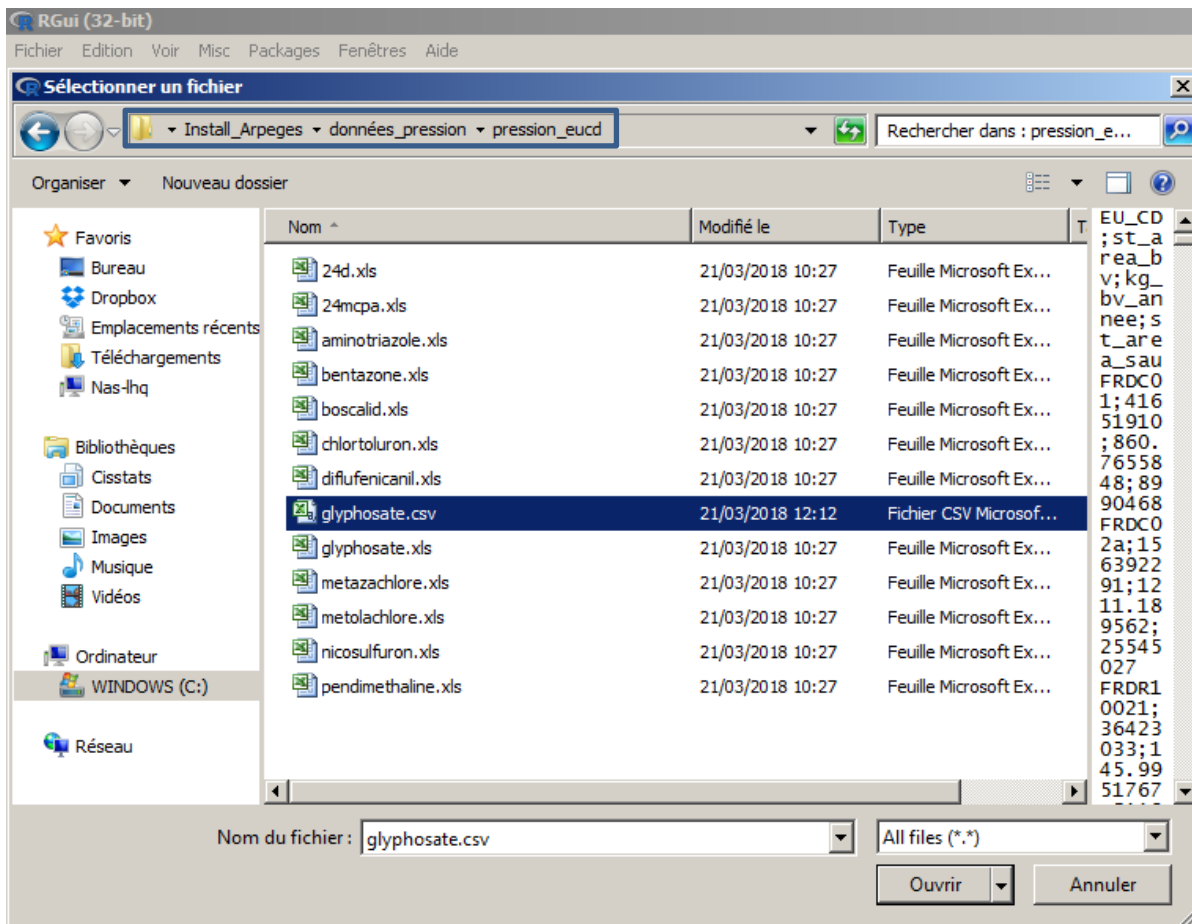
La table importée dans R doit comporter 4 colonnes (Figure 31: Structure de la table renseignant la quantité appliquée) mais la 4ème colonne est facultative (information non-utilisée dans les calculs). L'utilisateur peut remplacer les valeurs de chacune des lignes des colonnes 2 à 4. Elle doit être créée au format CSV.

Il est possible d'utiliser d'autres noms de colonne car elles seront renommées une fois la table importée. En revanche, il est essentiel de conserver l'ordre des colonnes, ainsi que l'unité des variables, qui a ont une importance capitale.

- La colonne EU_CD contient le code EUCD de la masse d'eau
- La colonne st_area_bv contient les superficies des bassins versants en mètres carré
- La colonne kg_bv_annee contient la quantité appliquée par an pour la molécule d'intérêt (en kg) pour chaque BVME.
- La colonne st_area_sau est facultative, elle contient la superficie de la surface agricole utile en mètres carrés

EU_CD	st_area_bv	kg_bv_annee	st_area_sau
FRDC01	41651910	860.76558475	8990468
FRDC02a	156392291	1211.1895621	25545027
FRDR10021	36423033	145.99517674	5118497
FRDR11029	3993394	32.684445185	834888

Figure 31: Structure de la table renseignant la quantité appliquée



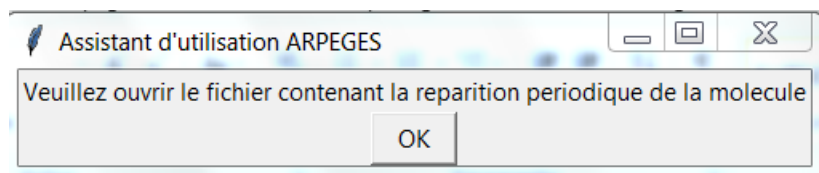
Double-cliquer sur le fichier pour le sélectionner.

b. Informations concernant la répartition des applications entre Nappe haute et Nappe basse

Les répartitions par période sont renseignées dans des fichiers excel au format .csv, dans le répertoire 'données_pression' sous le nom au format 'repartition_saison_ **nomdelamolecule**'. Ces répartitions sont fournies pour les 16 molécules suivantes. Sans majuscule, sans «-», 2-4-d->24_d, 2-4-mcpa->24_mcpa)

- ❖ Diflufenicanil (**diflufenicanil**)
- ❖ Glyphosate (**glyphosate**)
- ❖ Imidaclopride (**imidaclopride**)
- ❖ Isoproturon (**isoproturon**)
- ❖ Metaldehyde (**metaldehyde**)
- ❖ Metazachlore (**metazachlore**)
- ❖ Nicosulfuron (**nicosulfuron**)
- ❖ Oxadiazon (**oxadiazon**)
- ❖ Pendimethaline (**pendimethaline**)
- ❖ S-metolachlore (**s_metolachlore**)
- ❖ 2-4-d (**24_d**)
- ❖ 2-4-mcpa (**24_mcpa**)
- ❖ Aminotriazole (**aminotriazole**)
- ❖ Bentazone (**bentazone**)
- ❖ Boscalid (**boscalid**)
- ❖ Chlortoluron (**chlortoluron**)

Lors de l'utilisation des données Irstea, il ne faut pas modifier ces fichiers. Dans le cas de simulations par Agence, l'utilisateur peut changer ces répartitions périodiques dans ces fichiers, mais doit conserver une copie des fichiers initiaux. Si la molécule choisie par l'utilisateur ne fait pas partie de cette liste, il faudra auparavant avoir créé un fichier .csv au format comparable pour la nouvelle molécule (voir format ci-dessous). Lors de l'utilisation de l'interface, quelle que soit la molécule, une fenêtre propose d'importer la table contenant les répartitions périodiques par agence de la molécule qu'il souhaite étudier :



Comme pour la table renseignant les quantités de molécule appliquées et la superficie des bassins versants, le nom des variables peut être modifié mais les colonnes doivent être entrées dans le même ordre que dans la Figure 32: Table de répartition de la molécule glyphosate. Elle doit également être créée au format CSV.

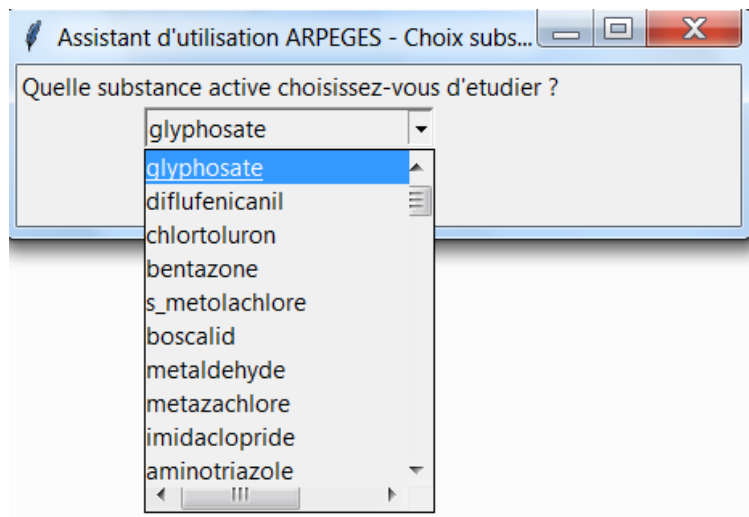
- La colonne code_agence contient le code EUCD
- La colonne NH contient le pourcentage de molécule appliqué en Nappe haute par agence
- La colonne NB contient le pourcentage de molécule appliqué en Nappe basse par agence

code_agence	NH	NB
FRA	50	50
FRB2	50	50
FRB1	50	50
FRC	50	50
FRD	50	50
FRE	50	50
FRF	50	50
FRG	50	50
FRH	50	50

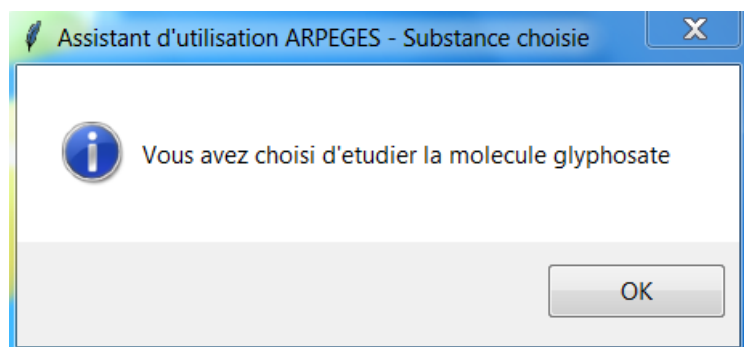
Figure 32: Table de répartition de la molécule glyphosate

c. Informations concernant les propriétés des molécules

Il est maintenant nécessaire de renseigner les KOC et DT50 de la molécule d'intérêt. Une liste déroulante est mise à la disposition de l'utilisateur. Il doit choisir la molécule d'intérêt. Cette liste est reliée à la table Siris-pesticides 2012, contenant entre autres les KOC et DT50 des molécules.



Dans cet exemple, la molécule glyphosate est étudiée



Une fenêtre rappelle le choix de l'utilisateur, afin de permettre de constater une éventuelle erreur dans le choix de la molécule.

2.3 Troisième étape : Modification des seuils.

La fenêtre suivante apparaît. Les valeurs proposées par défaut sont les seuils de discrétisation des variables définis par expertise dans la méthode ARPEGES.

Choix des seuils

Vous pouvez saisir les valeurs des seuils. Les valeurs affichées par défaut correspondent aux seuils choisis par expertise

RIPISYLVE 10 metres (en %) Source: BDTOPO 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable RIPISYLVE 10 metres

Veillez choisir le seuil haut pour la variable RIPISYLVE 10 metres

RIPISYLVE 30 metres (en %) Source: BDTOPO 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable RIPISYLVE 30 metres

Veillez choisir le seuil haut pour la variable RIPISYLVE 30 metres

IDPR (Sans unite)

Veillez choisir le seuil bas pour la variable IDPR

Veillez choisir le seuil haut pour la variable IDPR

SAU DRAINEE (en %) Source: IDPR 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable SAU DRAINEE

Veillez choisir le seuil haut pour la variable SAU DRAINEE

MO SOL (en g/kg) Source: BDAT 2000-2004

Veillez choisir le seuil bas pour la variable MO SOL

Veillez choisir le seuil haut pour la variable MO SOL

PRESSION PHYTOSANITAIRE NH (en kg par hectare) Source: SIRIS pesticide 2012

Veillez choisir le seuil bas pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NH

Veillez choisir le seuil median bas pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NH

Veillez choisir le seuil median haut pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NH

Veillez choisir le seuil haut pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NH

PRESSION PHYTOSANITAIRE NB (en kg par hectare) Source: SIRIS pesticide 2012

Veillez choisir le seuil bas pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NB

Veillez choisir le seuil median bas pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NB

Veillez choisir le seuil median haut pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NB

Veillez choisir le seuil haut pour la variable PRESSION PHYTOSANITAIRE NB

KOC DES MOLECULES (en L/kg) Source: BNVD +SIRIS 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable KOC DES MOLECULES

Veillez choisir le seuil haut pour la variable KOC DES MOLECULES

DT50 DES MOLECULES (en jours) Source: BNVD +SIRIS 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable DT50 DES MOLECULES

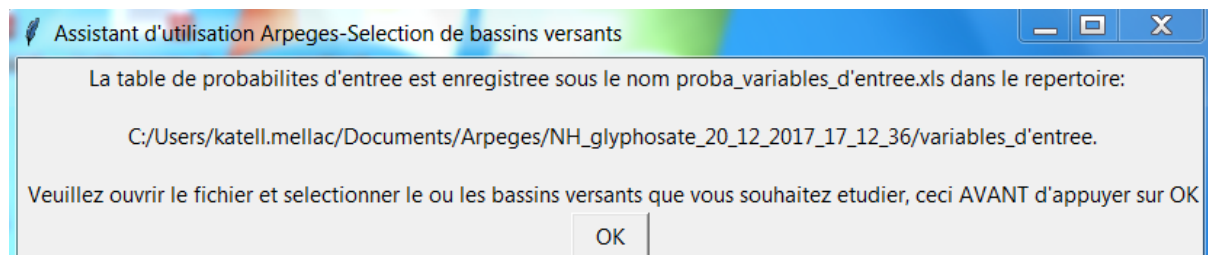
Veillez choisir le seuil haut pour la variable DT50 DES MOLECULES

OK

Il faut être vigilant, lors du choix des seuils, à ce que le seuil haut choisi ne soit pas inférieur au seuil bas.

2.4 Quatrième étape : Sélection de bassins versants et export de la table d'entrée.

Une fois que l'utilisateur a validé ses choix, une nouvelle fenêtre apparaît :



Dans cet exemple, il a été décidé de ne pas conserver l'intégralité des bassins versants. Cette fenêtre informe alors qu'il faut se rendre dans le répertoire indiqué et ouvrir la table « proba_variables_d'entree » (Figure 33: table proba_variables_d'entree).

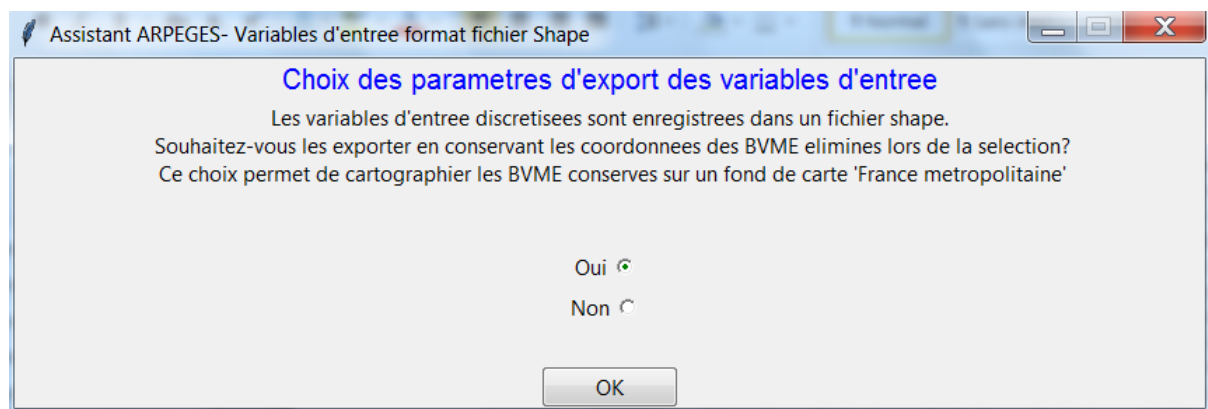
⚠ Cette fenêtre présente le risque d'être lue rapidement et validée immédiatement, alors qu'il est nécessaire qu'elle reste ouverte tant que le choix de BVME n'a pas été effectué. C'est pourquoi une fenêtre de rappel apparaît si la fenêtre initiale est fermée inopinément. Cependant, il est important de veiller à bien effectuer la sélection avant de cliquer sur « OK »

IDBV	EU_CD	Agence_eau	Ripisylve10m	Ripisylve30m	IDPR	Battance	bande_enher
BV100	FRDR10021	Rhone_Medit	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .42, m	{presence .3
BV1000	FRDR11029	Rhone_Medit	{faible 0.3333	{faible 0.3333	{faible 0, moy	{faible .75, m	{presence .5
BV10000	FRFR576	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{presence .4
BV10001	FRFR577	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .11, m	{presence .4
BV10002	FRFR578A	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .41, m	{presence .5
BV10003	FRFR578B	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .43, m	{presence .3
BV10004	FRFR58	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .37, m	{presence .3
BV10005	FRFR580	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .93, m	{presence .6
BV10006	FRFR581	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .23, m	{presence .6
BV10007	FRFR582	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .12, m	{presence .3
BV10008	FRFR583	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .6, mo	{presence .5
BV10009	FRFR584	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .55, m	{presence .4
BV1001	FRDR11030	Rhone_Medit	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 1, moy	{faible 0, moy	{presence 1,
BV10010	FRFR585	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .05, m	{presence .5
BV10011	FRFR586	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible 0, moy	{faible .74, m	{presence .3

Figure 33: table proba_variables_d'entree

La colonne « Agence_eau » permet de repérer rapidement la position géographique des BVME. Pour sélectionner les éléments d'intérêt, il faut trier cette colonne par ordre alphabétique et supprimer les BVME qu'on ne souhaite pas étudier.

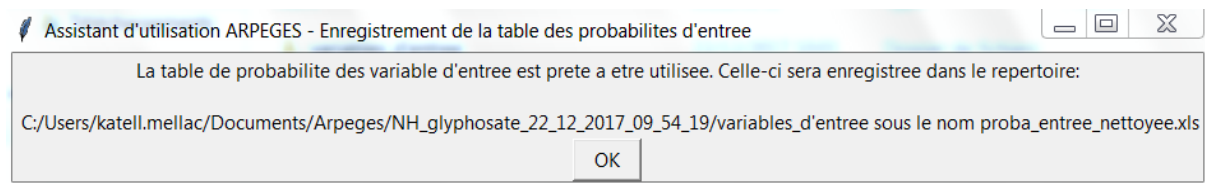
Il est proposé à l'utilisateur d'exporter la table des variables d'entrée sous la forme d'un fichier shape, afin qu'il puisse éventuellement les cartographier à l'aide à un SIG.



Cette fenêtre propose d'exporter les données :

- Soit en conservant tous les BVME contenus dans le fichier du fond de carte, afin de cartographier les BVME sélectionnés sur un fond de carte « France métropolitaine » (choix « oui »)
- Soit en ne conservant que les BVME contenus dans le fichier du fond de carte correspondant aux BVME sélectionnés, afin de cartographier uniquement une zone régionale (choix « non »)

La table est enregistrée dans le dossier variable_d'entree dans un sous dossier nommé « shapefile_table_entree_nettoyee ».

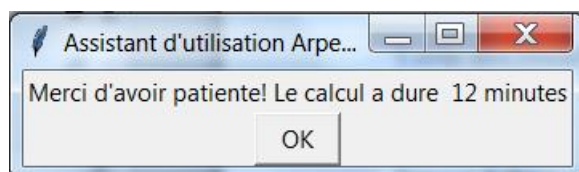


2.5 Cinquième étape : Calcul des variables intermédiaires et des potentiels de contamination

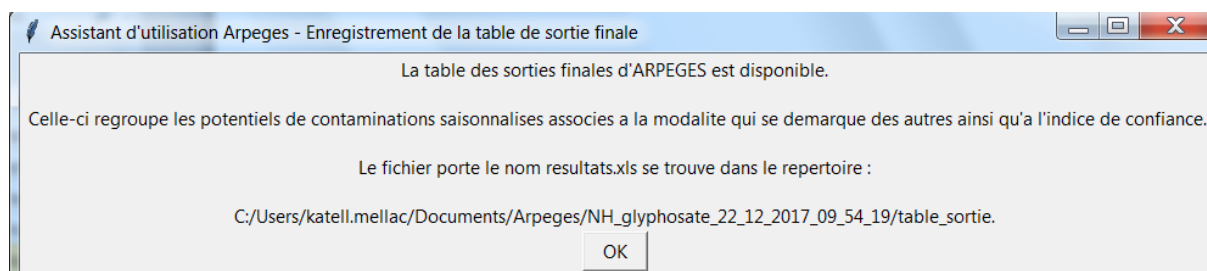
L'utilisateur a choisi la période d'étude, la molécule d'intérêt, éventuellement modifié certains seuils et sélectionné des bassins versants. La table des variables d'entrée est donc prête à être exploitée. Le calcul des probabilités des modalités des variables intermédiaires et des potentiels de contamination est en cours.

Le réseau bayésien ARPEGES apparait à côté de la console R. Le temps de calcul dépend du nombre de BVME sélectionnés pour l'étude et de l'ordinateur utilisé. Le temps de calcul est en général d'environ 45 minutes pour l'intégralité des BV.

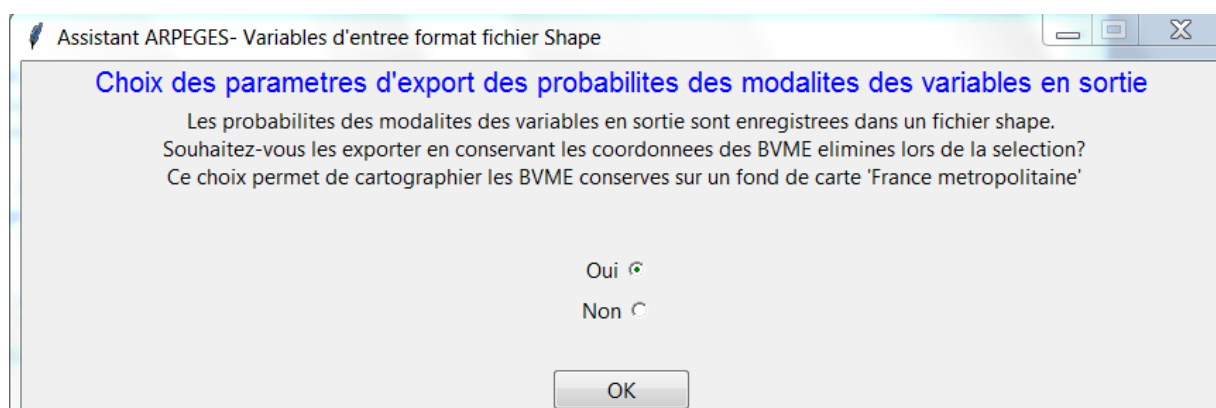
Une fenêtre informe l'utilisateur du temps de calcul :



Une nouvelle fenêtre s'ouvre afin d'informer l'utilisateur de l'emplacement dans lequel se trouve la table des résultats :



Comme pour la table des variables d'entrée, il est proposé à l'utilisateur d'exporter les résultats dans un fichier shape :

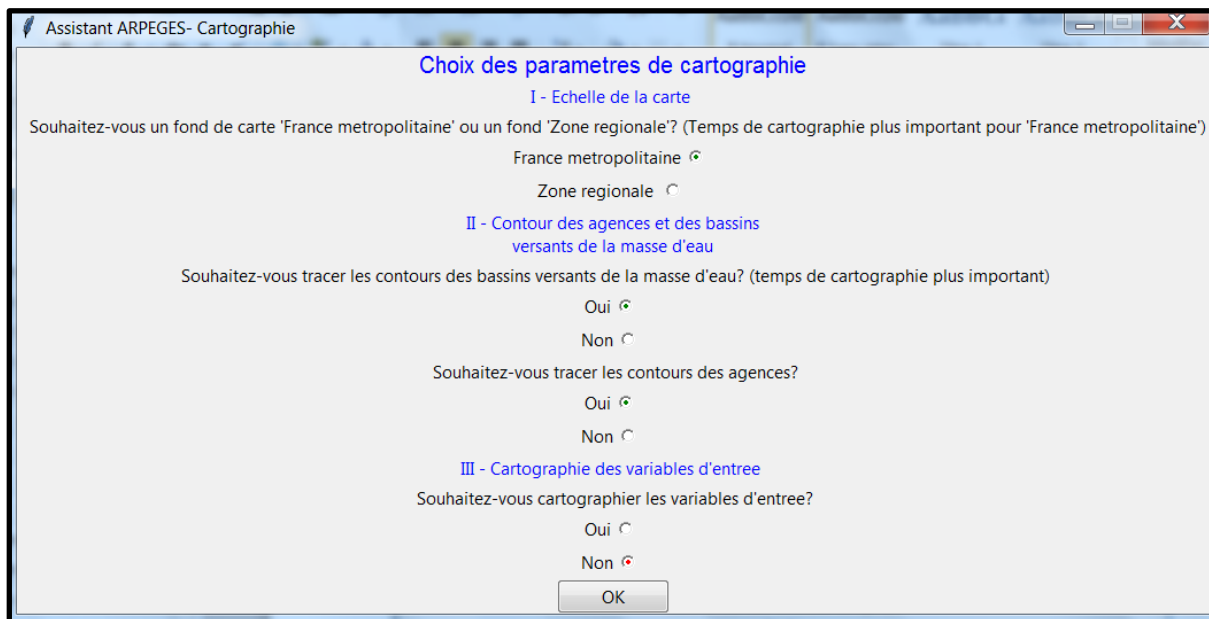


Cette fenêtre propose d'exporter les données :

- Soit en conservant tous les BV contenus dans le fichier du fond de carte, afin de cartographier les BV sélectionnés sur un fond de carte « France métropolitaine » (choix « oui »)
- Soit en ne conservant que les BV contenus dans le fichier du fond de carte correspondant aux BV sélectionnés, afin de cartographier uniquement une zone régionale (choix « non »)

2.6 Sixième étape : Cartographie des résultats

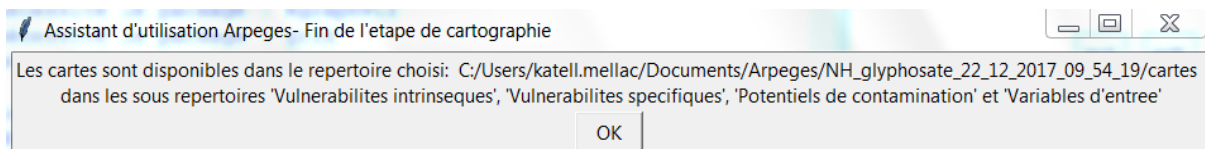
Une nouvelle fenêtre apparaît pour proposer des options de cartographie à l'utilisateur, dans le cas où il aurait choisi de cartographier les résultats sous R.



Les choix effectués dans cet exemple sont les suivants :

- ✓ Cartographie d'une zone régionale
- ✓ Les contours des BV ne sont pas tracés
- ✓ Les contours des agences sont tracés
- ✓ Les variables d'entrée sont cartographiées

Une fois les cartes créées, une fenêtre en informe l'utilisateur en précisant l'emplacement où elles sont enregistrées.



A ce stade, on dispose d'un dossier, enregistré dans le répertoire contenant « Install_Arpeges », dans lequel se trouvent les données d'entrée, les résultats, et les cartes. Ces sorties vont être détaillées au paragraphe suivant.

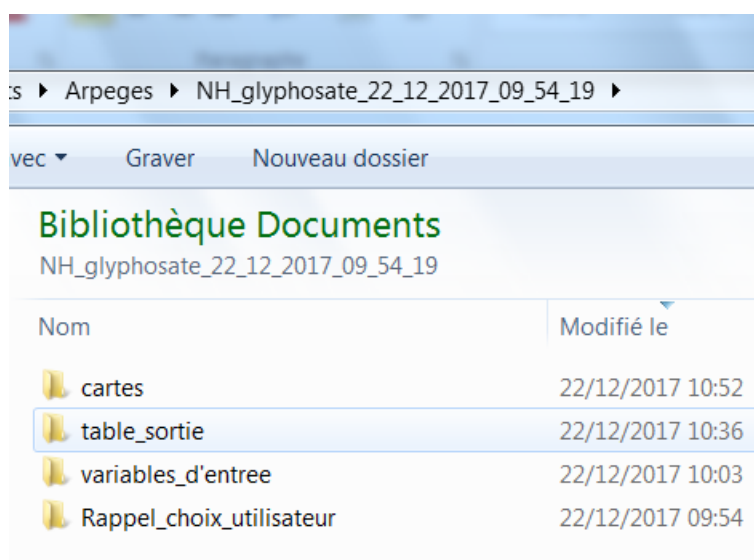
3. Les sorties produites dans l'exemple

A chaque utilisation de l'interface, un nouveau dossier est créé. Il est structuré comme suit :

NH_glyphosate_21_12_2017_11_55_21

- La période étudiée est en tête du nom de dossier (NH = nappe haute / NB = nappe basse)
- La molécule étudiée est renseignée en seconde position
- La date et l'heure sont indiquées à la fin du nom du dossier

Ce dossier contiendra la table des variables d'entrée du modèle, la table des résultats, ainsi que les cartes si l'utilisateur choisit de cartographier les résultats. Il contiendra également un fichier rappelant ses choix.

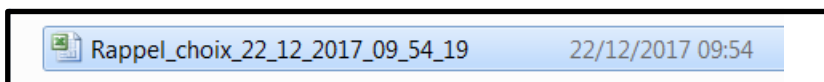


3.1 Rappel des choix de l'utilisateur

Ce dossier contient :

- Un fichier si l'utilisateur a exploité les données fournies
- Deux fichiers dans le cas où d'autres données ont été exploitées.

Dans cet exemple, les données fournies ont été exploitées. Le dossier contient le fichier suivant :



La date et l'heure d'utilisation sont indiquées dans le nom du fichier. Celui-ci a cette apparence :

Choix	seuils	seuils_ripi10	seuils_ripi30	seuils_IDPR	seuils_SAU	seuils_MO	seuils_phyto	seuils_phyto	seuils_DT50	seuils_KOC	Substance
NH	seuil_bas	20	20	800	5	10	1,00E-04	1,00E-04	8	100	glyphosate
Donnees four	seuil_median_NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.001	0.001	NA	NA	glyphosate
Seuils modifie	seuil_median_NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.005	0.005	NA	NA	glyphosate
Selection de E	seuil_haut	60	60	1200	20	20	0.01	0.01	30	1000	glyphosate

Il rappelle l'ensemble des choix effectués, les seuils à partir desquels les variables ont été discrétisées, ainsi que la molécule étudiée.

Dans le cas où l'utilisateur aurait exploité ses propres données, un second fichier indique l'origine des variables d'entrée :

Variables	Origine
Ripisylve	Fournie
Siris_pesticide	Fournie
Quantite_pesticides_app	Fournie
Cumul_pluies	Fournie
Surface_drainee	Fournie
Presence_herbe	Agence
IDPR	Agence
Surface_agricole_utile_d	Agence
Battance	Agence
Reserve_utile	Agence
Sols_hydromorphes	Agence
Teneur_sol_carbone_org	Fournie

3.2 Table des variables d'entrée

The screenshot shows a file explorer window titled 'Bibliothèque Documents' with the path 'Arpeges > NH_glyphosate_22_12_2017_09_54_19'. The folder 'variables_d'entree' is selected and highlighted with a blue border. Other folders visible include 'cartes', 'table_sortie', and 'Rappel_choix_utilisateur'.

Nom	Modifié le
cartes	22/12/2017 10:52
table_sortie	22/12/2017 10:36
variables_d'entree	22/12/2017 10:03
Rappel_choix_utilisateur	22/12/2017 09:54

Le dossier « variables_d'entree » contient un dossier et 2 fichiers :

shapefile_table_entree_nettoyee	22/12/2017 11:56
proba_entree_nettoyee	22/12/2017 11:56
proba_variables_d'entree	22/12/2017 11:55

a. Export excel

Le fichier « proba_variables_d'entree » contient les variables d'entrée discrétisées sous forme de triplet (ou quintuplet pour la pression phytosanitaire) de probabilités.

IDBV	EU_CD	Agence_eau	Ripisylve10m	Ripisylve30m
BV100	FRDR10021	Rhone_Medit	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV1000	FRDR11029	Rhone_Medit	{faible 0.3333	{faible 0.3333
BV10000	FRFR576	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV10001	FRFR577	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV10002	FRFR578A	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV10003	FRFR578B	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV10004	FRFR58	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy
BV10005	FRFR580	Adour_Garon	{faible 0, moy	{faible 0, moy

C'est à partir de cette table que l'utilisateur sélectionne les BVME qui l'intéressent. Le fichier « proba_entree_nettoyee » contient les variables d'entrée discrétisée, avec une colonne par modalité.

IDBV	proba_maj_IC	faible_IDPR	moyen_IDPR	fort_IDPR	IC_IDPR
BV100	fort	0	0	1	1
BV1000	moyen	0	1	0	1
BV10000	fort	0	0	1	1
BV10001	fort	0	0	1	1
BV10002	fort	0	0	1	1
BV10003	fort	0	0	1	1
BV10004	fort	0	0	1	1
BV10005	moyen	0	1	0	1
BV10006	fort	0	0	1	1
BV10007	fort	0	0	1	1
BV10008	moyen	0	1	0	1
BV10009	fort	0	0	1	1
BV1001	faible	1	0	0	1
BV10010	fort	0	0	1	1
BV10011	fort	0	0	1	1

Ce fichier est ensuite enregistré en format shape afin que l'utilisateur puisse cartographier les variables d'entrée par un SIG.

b. Export fichier shape

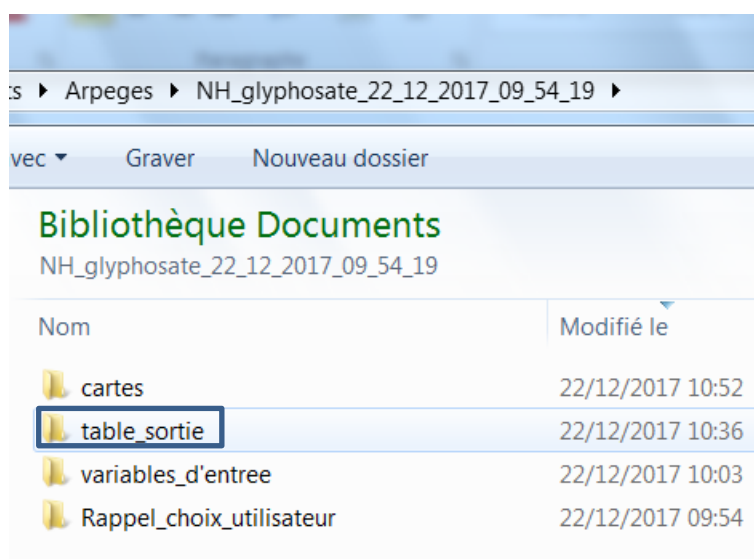
Le dossier contient les différents fichiers nécessaires à la cartographie des variables d'entrée

Nom	Modifié le	Type
150805_BVME.dbf	22/12/2017 11:56	Fichier DBF
150805_BVME.shp	22/12/2017 11:56	Fichier SHP
150805_BVME.shx	22/12/2017 11:56	Fichier SHX
Agences_L93.dbf	22/12/2017 11:56	Fichier DBF
Agences_L93.prj	22/12/2017 11:56	Fichier PRJ
Agences_L93.shp	22/12/2017 11:56	Fichier SHP
Agences_L93.shx	22/12/2017 11:56	Fichier SHX
150805_BVME.prj	22/12/2017 11:56	Fichier PRJ

Le fichier « 150805_BVME » est un fond de carte de France.

Le fichier « Agences_L93 » est un fond de carte de France avec le contour des agences

3.3 Table des résultats en sortie



Le dossier « table_sortie » contient un dossier et un fichier :

shapefile_resultats	22/12/2017 14:21
resultats	22/12/2017 14:21

a. Export excel

Le fichier « resultats » contient les probabilités des modalités de l'ensemble des variables

IDBV	EU_CD	Agence_eau	proba_maj_ru	vuln_ruiss_fai	vuln_ruiss_mc	vuln_ruiss_foi
BV10000	FRFR576	Adour_Garon	fort	0.117692	0.361567	0.520741
BV10001	FRFR577	Adour_Garon	faible	0.333333	0.333333	0.333333
BV10002	FRFR578A	Adour_Garon	faible	0.333333	0.333333	0.333333
BV10003	FRFR578B	Adour_Garon	faible	0.333333	0.333333	0.333333
BV10004	FRFR58	Adour_Garon	fort	0.047358	0.203302	0.74934
BV10005	FRFR580	Adour_Garon	fort	0.060173	0.309865	0.629963
BV10006	FRFR581	Adour_Garon	faible	0.333333	0.333333	0.333333

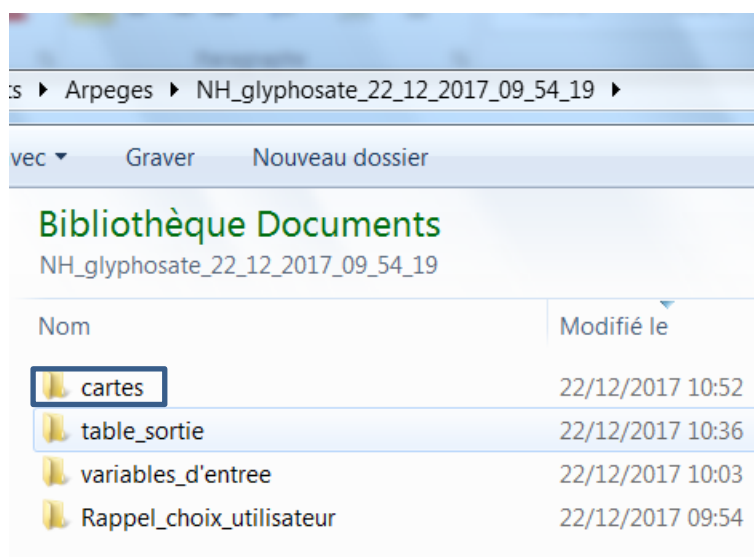
Ce fichier est ensuite exporté au format shape

b. Export fichier shape

Le dossier « Shapefile_resultats » contient les différents fichiers nécessaires à la cartographie des variables de sortie

3.4 Cartes

Ce dossier existe uniquement si l'utilisateur fait le choix de cartographier les résultats



Le dossier « cartes » contient 3 ou 4 sous-dossier selon que l'utilisateur a choisi de cartographier ou non les variables d'entrée

Potentiels_de_contamination	22/12/2017 14:25
vulnerabilites_specifiques	22/12/2017 14:24
vulnerabilites_intrinseques	22/12/2017 14:24
Variables_dentree	22/12/2017 14:23

III. Ensemble des choix possibles dans la méthode ARPEGES

Dans chaque dossier, les cartes sont rangées par variable. Les choix tout au long de l'utilisation de la méthode ARPEGES ont une conséquence sur les sorties produites. Ce chapitre a pour but de préciser l'ensemble des choix possibles et leurs implications.

1. Interface d'accueil : Les variables d'entrée

Il est possible pour l'utilisateur d'introduire ses propres données dans le réseau bayésien, mais également de modifier les seuils.

1.1 Introduire des variables propres à l'agence

a. Liste des variables dans le répertoire « Liste variables »



NB : Pour introduire ses données, l'utilisateur doit dans un premier temps copier-coller et renommer le dossier « Install_Arpeges » dans le répertoire dédié à Arpeges.

Le répertoire « Liste variables » contient les variables d'entrée du réseau bayésien. Les tables de ces variables sont toutes structurées de la même manière. Elles comportent une colonne EUCD et une colonne contenant les résultats pour la variable concernée par zone géographique :

Code EUCD	EU_CD	POURVEG10m	Résultat associé au code EUCD
	FRDC02a	46.68	
	FRDR10021	100	
	FRFR576	97.56	
	FRFR577	89.45	
	FRFR578A	100	
	FRFR578B	62.47	
	FRFR58	67.89	
	FRFR580	33.97	
	FRFR581	96.28	
	FRFR582	62.55	
	FRFR583	83.87	
	FRFR584	91.01	

L'utilisateur doit impérativement conserver cette structure. Il peut cependant modifier les noms des colonnes. Toutes les variables d'entrée ne sont pas modifiables. En effet, certaines sont issues d'une base de données dans laquelle elles sont déjà discrétisées. Les variables nécessaires au modèles sont contenues dans les fichiers du répertoire « Liste variables » :

- **Listebv** : Contient la correspondance le code EUCD, le code IDBV associé ainsi que la superficie du BVME en mètre carrés. Cette table sert à transposer les codes EUCD des autres tables en code IDBV afin de faciliter la cartographie.

EU_CD	IDBV	sup_BV
FRAR01	BV7328	201016659.2
FRAR02	BV7329	460073102.9
FRAR03	BV7330	242149737.0
FRAR04	BV7331	380019039.0
FRAR05	BV7332	1158341289.
FRAR06	BV7333	932513834.6
FRAR08	BV7334	130559213.1
FRAR09	BV7335	195477638.9
FRAR64	BV7336	72643688.77
FRAR10	BV7337	668709104.5
FRAR11	BV7338	19453168.28
FRAR12	BV7339	376481584.3
FRAR13	BV7340	1053773744.



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **Siris_2012** : Contient la liste des molécules possibles à étudier ainsi que leur KOC (en L/kg) et leur DT50 (en jours).

molecule	Koc	DT50
glyphosate	21699.44	31.5
diflufenican	3417	315
chlortoluron	208	34
bentazone	51.5	10
s_metolachl	226	21
boscalid	809	200
metaldehyd	85	4.4
metazachlor	110	9.8
imidacloprid	225	174
aminotriazol	91	18
24_mcpa	74	25
24_d	56	9.9
oxadiazon	2339	105

Cette table peut être modifiée. L'utilisateur peut ajouter une molécule dans celle-ci s'il connaît son KOC et son DT50. Le nom de la molécule ne doit comporter ni espace, ni de symbole « - ».

- **NB** : Contient la période Nappe basse afin d'indiquer au réseau la période étudiée :

EU_CD	saison
FRDC01	NB
FRDC02a	NB
FRDC06b	NB
FRDR10021	NB
FRDR11029	NB
FRFR576	NB



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **NH** : Contient la période Nappe haute afin d'indiquer au réseau la période étudiée :

EU_CD	saison
FRDC01	NH
FRDC02a	NH
FRDC06b	NH
FRDR10021	NH
FRDR11029	NH
FRFR576	NH
FRFR577	NH



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **Bande_enherbee** : La variable (est déjà discrétisée dans cette table. Celle-ci est construite comme expliqué dans la sous-partie : Les variables d'entrée.

EU_CD	bande_enherbee
FRDC01	{presence .22, absence .78 }
FRDC02a	{presence .09, absence .91 }
FRDC06b	{presence .48, absence .52 }
FRDR10021	{presence .36, absence .64 }
FRDR11029	{presence .55, absence .45 }
FRFR576	{presence .46, absence .54 }
FRFR577	{presence .4, absence .6 }
FRFR578A	{presence .55, absence .45 }
FRFR578B	{presence .35, absence .65 }



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **BATTANCE** : La variable est issue d'une base de données dans laquelle elle est déjà discrétisée. Celle-ci est construite comme expliqué dans la sous-partie : Les variables d'entrée.

EU_CD	battance
FRDC01	{faible .24, moyen .6, fort .16 }
FRDC02a	{faible .05, moyen .61, fort .34 }
FRDC06b	{faible .63, moyen .33, fort .05 }
FRDR10021	{faible .42, moyen .58, fort 0 }
FRDR11029	{faible .75, moyen 0, fort .25 }
FRFR576	{faible 0, moyen .74, fort .26 }
FRFR577	{faible .11, moyen .05, fort .84 }
FRFR578A	{faible .41, moyen .17, fort .42 }
FRFR578B	{faible .43, moyen .42, fort .15 }



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **BV** : Cette table contient le code EUCD et le code IDBV correspondant :

EU_CD	IDBV
FRDC01	BV0
FRDC02a	BV1
FRDC06b	BV10
FRDR10021	BV100
FRDR11029	BV1000
FRFR576	BV10000
FRFR577	BV10001
FRFR578A	BV10002



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **corg_bvme** : Contient la teneur en matière organique du sol (MO_sol, en g/kg).

EU_CD	MoyCorg
FRAR01	11.77
FRAR02	12.00
FRAR03	12.51
FRAR04	10.94
FRAR05	10.42
FRAR06	10.86
FRAR07	10.86
FRAR08	12.43
FRAR09	11.31
FRAR10	10.95
FRAR11	11.07
FRAR12	10.85
FRAR13	10.77
FRAR14	11.29
FRAR16	10.24

Cette table peut être modifiée.

- **Cumul_Pluies_NB** : Contient le cumul des pluies en période Nappe basse.

EU_CD	cumul_pluie
FRDC01	{faible 81.73, fort 18.27 }
FRDC02a	{faible 84.77, fort 15.23 }
FRDC06b	{faible 85.02, fort 14.98 }
FRDR10021	{faible 69.11, fort 30.89 }
FRDR11029	{faible 71.2, fort 28.8 }
FRFR576	{faible 75.26, fort 24.74 }
FRFR577	{faible 68.44, fort 31.56 }
FRFR578A	{faible 67.2, fort 32.8 }
FRFR578B	{faible 60.96, fort 39.04 }



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **Cumul_Pluies_NH** : Contient le cumul des pluies en période Nappe haute.



Cette table ne peut pas être modifiée.

- **Hadrainee** : Contient la surface drainée par BVME (en hectare).

EU_CD	P_S_DR
FRDC01	0
FRDC02a	109.66
FRDR10021	3.89
FRDR11029	65.21
FRFR576	9

Cette variable peut être modifiée.

- **Sau_bv** : Contient la surface agricole utile par BVME (en hectare).

EU_CD	Sum_ET_Are
FRDC01	1473.26
FRDC02a	4159.47
FRDR10021	1075.4
FRDR11029	256.7
FRFR576	245.06
FRFR577	368.57
FRFR578A	114.27

Cette variable peut être modifiée.

Ces deux variables permettent de calculer la surface agricole utile drainée par BVME. Cette variable est désignée par « SAU_drainee » dans le réseau bayésien. L'utilisateur veillera à ce que les deux tables ci-dessus restent homogènes au niveau de l'unité de surface.

- **IDPR** : Contient la variable IDPR.

EU_CD	MEAN
FRDR10021	1318.77
FRDR11029	1156.75
FRFR576	1330.33
FRFR577	1369.47
FRFR578A	1357.86
FRFR578B	1436

Cette table peut être modifiée.

- **Ripi10m** : Contient la variable pourcentage de ripisylve à 10 mètre de part et d'autre d'un cours d'eau.

EU_CD	POURVEG10m
FRDC02a	46.68
FRDR10021	100
FRFR576	97.56
FRFR577	89.45
FRFR578A	100

Cette variable peut être modifiée

- **Ripi30m** : Contient la variable pourcentage de ripisylve à 10 mètre de part et d'autre d'un cours d'eau.

Cette variable peut être modifiée.

- **RU** : Contient la variable réserve utile (en mm).

EU_CD	RU
FRDC01	{faible .36, moyen .64, fort 0 }
FRDC02a	{faible .2, moyen .14, fort .66 }
FRDC06b	{faible .91, moyen 0, fort .09 }
FRDR10021	{faible 1, moyen 0, fort 0 }
FRDR11029	{faible .75, moyen 0, fort .25 }
FRFR576	{faible .74, moyen .18, fort .08 }
FRFR577	{faible .75, moyen .07, fort .19 }
FRFR578A	{faible .96, moyen .04, fort 0 }

Cette variable est discrétisée mais peut cependant être modifiée. Il faut pour cela modifier, pour chaque ligne, la répartition des probabilités entre les 3 classes.

- **Sols_Hydromorphes** : Contient la variable pourcentage de sols hydromorphes.

EU_CD	Hydromorphie
FRDC01	{faible 1, moyen 0, fort 0 }
FRDC02a	{faible .61, moyen .39, fort 0 }
FRDC06b	{faible 1, moyen 0, fort 0 }
FRDR10021	{faible 1, moyen 0, fort 0 }
FRDR11029	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
FRFR576	{faible .23, moyen 0, fort .77 }

Cette variable est déjà discrétisée mais peut-être modifiée. Il faut pour cela modifier, pour chaque ligne, la répartition des probabilités entre les 3 classes.

- **Zone_Climatique** : Contient les climats associés aux BVME.

EU_CD	climat
FRDC01	Mediterraneen_sec
FRDC02a	Mediterraneen_sec
FRDC06b	Mediterraneen_sec
FRDR10021	Mediterraneen_sec
FRDR11029	Continental_Est
FRFR576	Sud_Ouest
FRFR577	Sud_Ouest
FRFR578A	Sud_Ouest
FRFR578B	Sud_Ouest



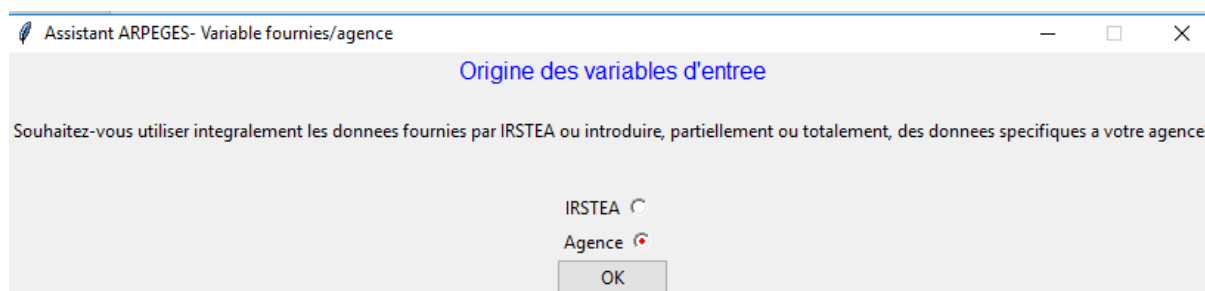
Cette variable ne peut pas être modifiée.

Récapitulatif des modifications possibles ou non des variables

Variables	Modifiable : oui/non
Listebv	Non
Siris_2012	Oui
NB	Non
NH	Non
Bande_enherbee	Non
BATTANCE	Non
BV :	Non
corg_bvme	Oui
Cumul_Pluies_NB	Non
Cumul_Pluies_NH	Non
Hadrainee	Oui
Sau_bv	Oui
IDPR	Oui
Ripi10m	Oui
Ripi30m	Oui
RU	Oui
Sols_Hydromorphes	Oui
Zone_Climatique	Non

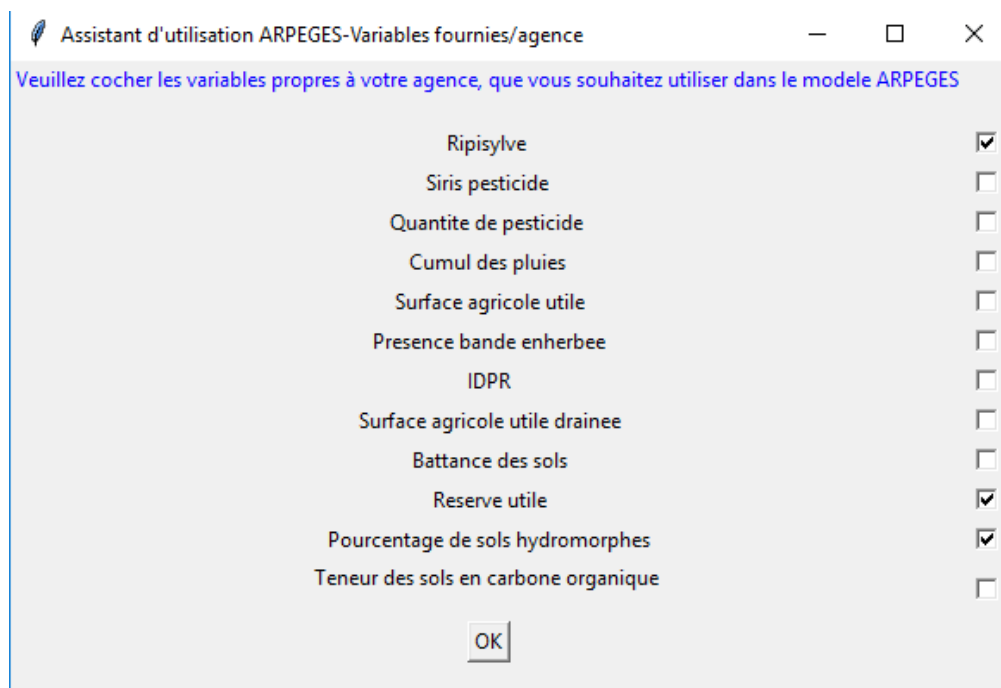
b. Cases à cocher dans l'interface

Après avoir utilisé la fonction « depart() » et ouvert la copie du répertoire « Install_arpeges » contenant les variables d'entrée modifiées, l'utilisateur est invité à choisir l'origine des variables qui vont être entrées dans le réseau.



Pour introduire ses propres données, il coche la case « Agence ».

Une nouvelle fenêtre apparaît.



L'utilisateur coche les cases correspondant aux variables qu'il a choisi de modifier. Ces choix vont être enregistrés dans les sorties dans une table Excel.

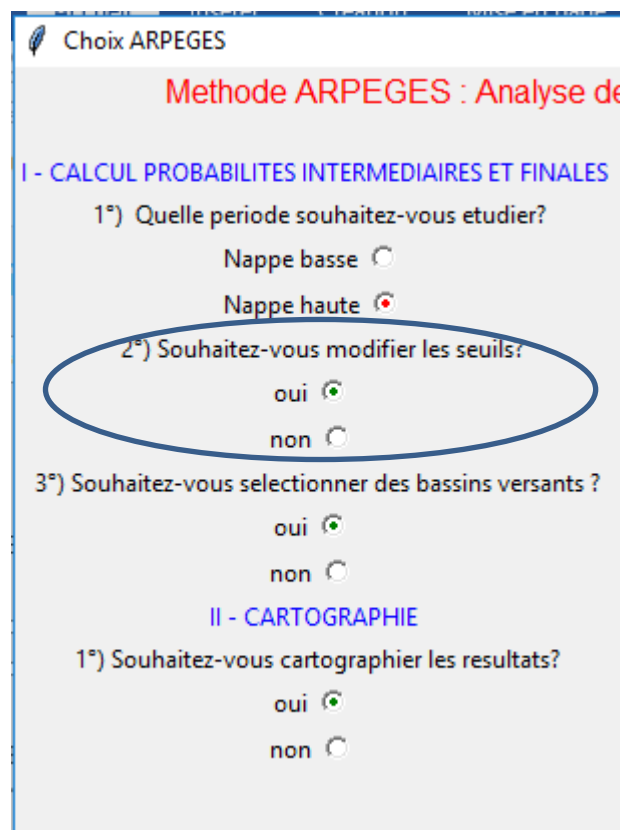
Ces variables ont été présentées précédemment, à l'exception de « quantité de pesticides » qui correspond à la quantité, en kg, de molécule appliquée par BVME par année.

 Cette donnée est à se procurer auprès de l'INERIS. Pour rappel, les résultats doivent être à l'échelle du BVME.

La structure que doivent avoir les tables contenant les quantités de molécule appliquées ainsi que la répartition de la molécule entre les périodes Nappe haute et Nappe basse est donnée dans les parties II.2.2a. « Informations concernant la quantité de molécule appliquée à l'année et la superficie du BV » et II.2.2b. « Informations concernant la répartition des applications entre Nappe haute et Nappe basse ».

1.2 Modifier les seuils des variables d'entrée

Quelle que soit l'origine des variables d'entrée, l'utilisateur a la possibilité de modifier les seuils. Il doit renseigner ce choix.



Choix ARPEGES

Methode ARPEGES : Analyse de

I - CALCUL PROBABILITES INTERMEDIAIRES ET FINALES

1°) Quelle periode souhaitez-vous etudier?

Nappe basse

Nappe haute

2°) Souhaitez-vous modifier les seuils?

oui

non

3°) Souhaitez-vous selectionner des bassins versants ?

oui

non

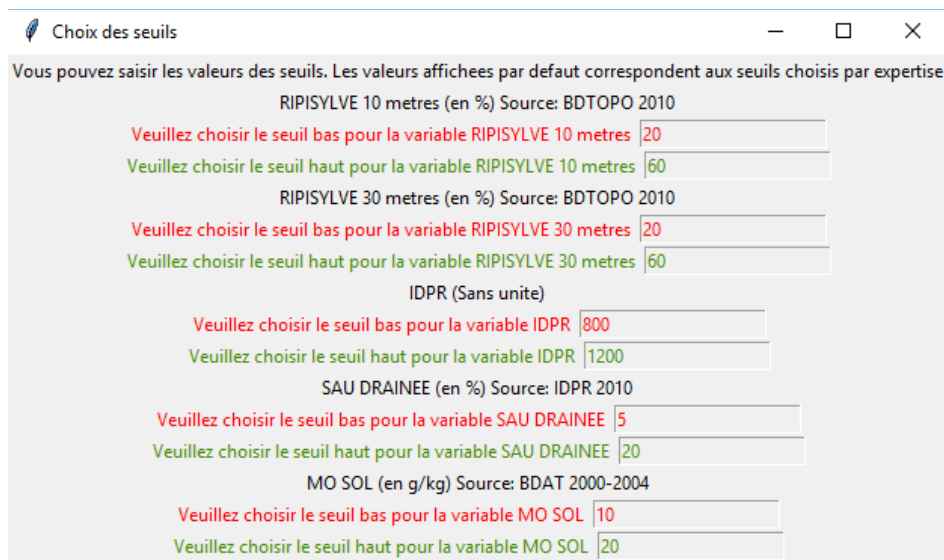
II - CARTOGRAPHIE

1°) Souhaitez-vous cartographier les resultats?

oui

non

Une table sera alors ouverte pour permettre de modifier les seuils :



Choix des seuils

Vous pouvez saisir les valeurs des seuils. Les valeurs affichees par defaut correspondent aux seuils choisis par expertise

RIPISYLVE 10 metres (en %) Source: BDTOPO 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable RIPISYLVE 10 metres 20

Veillez choisir le seuil haut pour la variable RIPISYLVE 10 metres 60

RIPISYLVE 30 metres (en %) Source: BDTOPO 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable RIPISYLVE 30 metres 20

Veillez choisir le seuil haut pour la variable RIPISYLVE 30 metres 60

IDPR (Sans unite)

Veillez choisir le seuil bas pour la variable IDPR 800

Veillez choisir le seuil haut pour la variable IDPR 1200

SAU DRAINEE (en %) Source: IDPR 2010

Veillez choisir le seuil bas pour la variable SAU DRAINEE 5

Veillez choisir le seuil haut pour la variable SAU DRAINEE 20

MO SOL (en g/kg) Source: BDAT 2000-2004

Veillez choisir le seuil bas pour la variable MO SOL 10

Veillez choisir le seuil haut pour la variable MO SOL 20

Les seuils choisis sont enregistrés dans une table au format Excel dans le répertoire correspondant à la simulation.

1.3 Sélectionner des BVME

Si l'utilisateur souhaite sélectionner certains bassins versants sur lesquels travailler, il doit cocher la case oui sous la rubrique 'Souhaitez-vous sélectionner des bassins versants ?' :

Choix ARPEGES

Methode ARPEGES : Analyse de

I - CALCUL PROBABILITES INTERMEDIAIRES ET FINALES

1°) Quelle periode souhaitez-vous etudier?

Nappe basse

Nappe haute

2°) Souhaitez-vous modifier les seuils?

oui

non

3°) Souhaitez-vous selectionner des bassins versants ?

oui

non

II - CARTOGRAPHIE

1°) Souhaitez-vous cartographier les resultats?

oui

non

Une fenêtre s'ouvre pour informer l'utilisateur du chemin d'enregistrement de la table d'entrée, et l'avertit qu'il peut sélectionner des BVME.

Assistant d'utilisation Arpeges-Selection de bassins versants

La table de probabilites d'entree est enregistree sous le nom proba_variables_d'entree.xls dans le repertoire:

C:/Users/Katell/Documents/NH_glyphosate_16_01_2018_11_36_00/variables_d'entree.

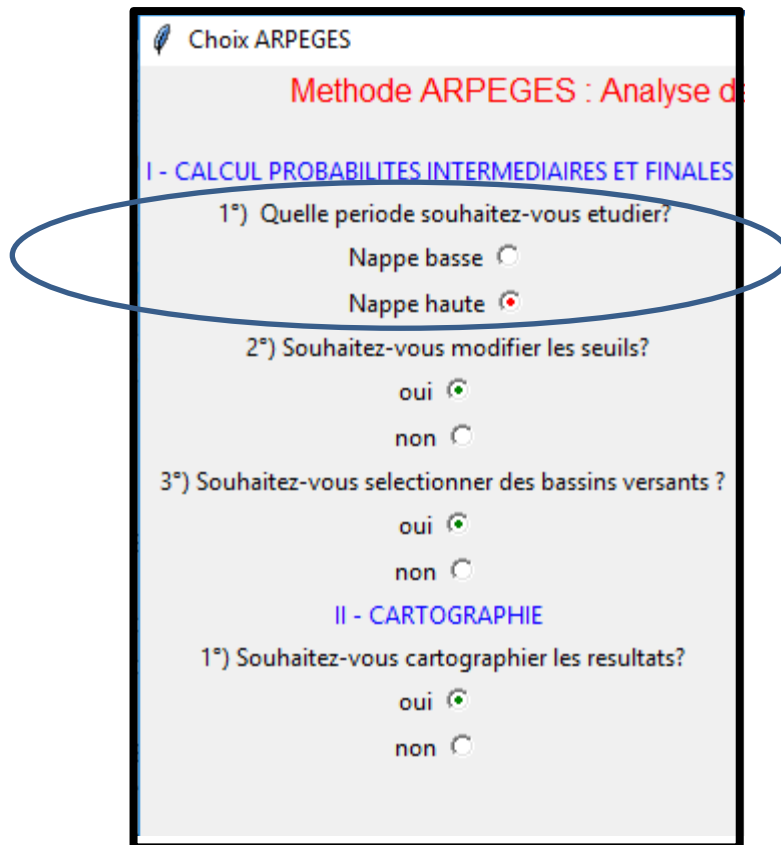
Veuillez ouvrir le fichier et selectionner le ou les bassins versants que vous souhaitez etudier, ceci AVANT d'appuyer sur OK

OK

Il faut sélectionner impérativement avoir sélectionné les BVME d'intérêt et enregistrer le fichier avant de cliquer sur OK et de fermer la fenêtre ci-dessus. Pour cela, il faut trier la colonne « Agence_eau » par ordre alphabétique et supprimer les bassins versants qui ne seront pas étudiés.

IDBV	EU_CD	Agence_eau	Ripisylve10n	Ripisylve30n
BV100	FRDR10021	Rhone_Medi	{faible 0, mo	{faible 0, mo
BV1000	FRDR11029	Rhone_Medi	{faible 0.333	{faible 0.333
BV10000	FRFR576	Adour_Garot	{faible 0, mo	{faible 0, mo
BV10001	FRFR577	Adour_Garot	{faible 0, mo	{faible 0, mo
BV10002	FRFR578A	Adour_Garot	{faible 0, mo	{faible 0, mo
BV10003	FRFR578B	Adour_Garot	{faible 0, mo	{faible 0, mo
BV10004	FRFR58	Adour_Garot	{faible 0, mo	{faible 0, mo

1.4 Les périodes Nappe basse et Nappe haute



Choix ARPEGES

Methode ARPEGES : Analyse de

I - CALCUL PROBABILITES INTERMEDIAIRES ET FINALES

1°) Quelle periode souhaitez-vous etudier?

Nappe basse

Nappe haute

2°) Souhaitez-vous modifier les seuils?

oui

non

3°) Souhaitez-vous selectionner des bassins versants ?

oui

non

II - CARTOGRAPHIE

1°) Souhaitez-vous cartographier les resultats?

oui

non



Pour rappel, la période Nappe haute inclut les mois compris entre novembre et mars, tandis que la période Nappe basse inclut les mois compris entre avril et octobre.

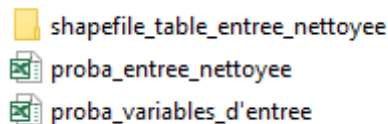
Le choix de la période a un impact sur le calcul des probabilités des variables intermédiaires et des potentiels de contamination, mais aussi sur le nombre de cartes produites. En effet, la variable « saison » a un impact sur les variables « vulnérabilités intrinsèques aux flux de subsurface », « vulnérabilité intrinsèque au drainage », « vulnérabilité intrinsèque au ruissellement », mais aussi sur la variable « fréquence des pluies ». D'autre part, la pression phytosanitaire en Nappe basse a un impact sur les potentiels de contamination en Nappe basse et sur le potentiel de contamination par transfert lent en période de nappe haute, tandis que la pression phytosanitaire en Nappe haute n'a d'impact que sur les potentiels de contamination en période de Nappe haute.

2. Export et interprétation des sorties

Toutes les sorties produites sont enregistrées dans un dossier généré automatiquement à chaque utilisation de l'interface. Celui-ci rappelle la période choisie, la molécule étudiée ainsi que la date et l'heure à laquelle il a été créé. Celui-ci contient quatre sous-dossiers.

2.1 Variables d'entrée

Ce dossier comporte deux fichiers et un sous-dossier.



a. Le répertoire « proba_variables_d'entree »

Le fichier « proba_variable_d'entrée » est une table contenant l'ensemble des variables d'entrée discrétisées, sous la forme de distribution de probabilités entre les classes.

IDBV	EU_CD	Agence_eau	Ripisylve10m
BV100	FRDR10021	Rhone_Medi	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV1000	FRDR11029	Rhone_Medi	{faible 0.3333, moyen 0.3333, f
BV10000	FRFR576	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV10001	FRFR577	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV10002	FRFR578A	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV10003	FRFR578B	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV10004	FRFR58	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }
BV10005	FRFR580	Adour_Garot	{faible 0, moyen 1, fort 0 }
BV10006	FRFR581	Adour_Garot	{faible 0, moyen 0, fort 1 }

b. Le répertoire « proba_entree_nettoyee »

Le fichier « proba_entree_nettoyee » est une table contenant l'ensemble des variables d'entrée discrétisées, dans laquelle les triplets de probabilités ont été séparés en colonne. Une colonne correspond à une modalité. En outre, il y a, pour chaque variable, une colonne permettant d'identifier la modalité dominante de chaque triplet de probabilités ainsi qu'une colonne dans laquelle l'indice de confiance est calculé pour chaque triplet, par variable. Cet indice est la différence entre les deux modalités dont la probabilité est la plus forte. Celui-ci donne une indication quant à la confiance à accorder aux probabilités des modalités.

IDBV	proba_maj	I faible_IDPR	moyen_IDPR	fort_IDPR	IC_IDPR
BV100	fort	0	0	1	1
BV1000	moyen	0	1	0	1
BV10000	fort	0	0	1	1
BV10001	fort	0	0	1	1
BV10002	fort	0	0	1	1
BV10003	fort	0	0	1	1
BV10004	fort	0	0	1	1
BV10005	moyen	0	1	0	1
BV10006	fort	0	0	1	1
BV10007	fort	0	0	1	1

Modalité dominante

Indice de confiance

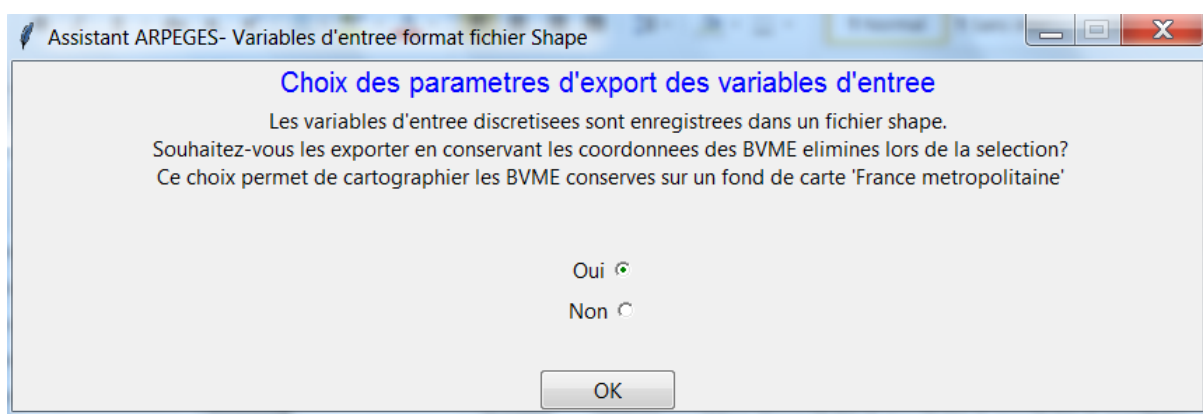
Cette table est exportée dans un fichier shape afin de permettre à l'utilisateur de cartographier les variables d'entrée dans un fichier shape.

c. Le répertoire « *shapefile_table_entree_nettoyee* »

Ce répertoire contient l'export de la table d'entrée sous forme de fichier shape (150805_BVME). Il contient également une carte de France avec un contour des agences (Agences_L93).

- 150805_BVME.dbf
- 150805_BVME.prj
- 150805_BVME.shp
- 150805_BVME.shx
- Agences_L93.dbf
- Agences_L93.prj
- Agences_L93.shp
- Agences_L93.shx

Le contenu de ces fichiers dépend du choix de l'utilisateur dans la fenêtre suivante :



En cochant « Oui », les coordonnées des BVME éliminés lors de la sélection seront présentes dans le fichier shape. Ce choix permet de cartographier la zone étudiée sur un fond de carte « France métropolitaine ». En cochant « Non », les coordonnées des BVME éliminés lors de la sélection seront éliminées du fichier shape. Ce choix permet de faire un zoom sur la zone étudiée.

De ce choix découle également le contenu du fichier shape du contour des agences. Dans le cas où l'utilisateur souhaite conserver un contour « France métropolitaine » autour de la zone étudiée, tous les contours seront conservés. Dans le cas contraire, seuls les contours des agences concernées par la zone étudiée seront conservés.

d. Nom des variables d'entrée dans le fichier shape


Les noms des variables d'entrée sont restreints lors de l'export shapefile, si bien qu'ils peuvent devenir incompréhensibles. Voici la liste des noms dans le fichier et leur correspondance avec les variables d'entrée.


- **P_IDPR** : Modalité dominante de la variable IDPR
- **Fb_IDPR** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable IDPR
- **My_IDPR** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable IDPR
- **Fr_IDPR** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable IDPR
- **IC_IDPR** : Indice de confiance de la variable IDPR
- **prb__RU** : Modalité dominante de la variable RU
- **fabi_RU** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable RU
- **moyn_RU** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable RU
- **fort_RU** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable RU
- **IC_RU** : Indice de confiance de la variable RU
- **prb_m_B** : Modalité dominante de la variable Battance
- **fbi_Btt** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Battance
- **myn_Btt** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable Battance
- **frt_Btt** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Battance
- **IC_Bttn** : Indice de confiance de la variable Battance
- **prb_m_D** : Modalité dominante de la variable SAU_drainee
- **fbi_Drn** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable SAU_drainee
- **myn_Drn** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable SAU_drainee
- **frt_Drn** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable SAU_drainee
- **IC_Drng** : Indice de confiance de la variable SAU_drainee
- **prb__MO** : Modalité dominante de la variable MO_sol
- **fabi_MO** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable MO_sol
- **moyn_MO** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable MO_sol
- **fort_MO** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable MO_sol
- **IC_MO** : Indice de confiance de la variable MO_sol
- **pr__R10** : Modalité dominante de la variable Ripisylve 10m
- **fbi_R10** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Ripisylve 10m
- **myn_R10** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable Ripisylve 10m
- **frt_R10** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Ripisylve 10m
- **IC_Rp10** : Indice de confiance de la variable Ripisylve 10m
- **pr__R30** : Modalité dominante de la variable Ripisylve 30m
- **fbi_R30** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Ripisylve 30m
- **myn_R30** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable Ripisylve 30m
- **frt_R30** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Ripisylve 30m
- **IC_Rp30** : Indice de confiance de la variable Ripisylve 30m
- **pr__KOC** : Modalité dominante de la variable KOC
- **fbi_KOC** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable KOC
- **myn_KOC** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable KOC
- **frt_KOC** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable KOC
- **IC_KOC** : Indice de confiance de la variable KOC
- **p__DT50** : Modalité dominante de la variable DT50
- **fb_DT50** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable DT50
- **my_DT50** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable DT50
- **fr_DT50** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable DT50
- **IC_DT50** : Indice de confiance de la variable DT50
- **prb_m__** : Modalité dominante de la variable Cumul des pluies
- **fbi_cm__** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Cumul des pluies
- **frt_cm__** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Cumul des pluies
- **IC_cml__** : Indice de confiance de la variable Cumul des pluies
- **prb_mj__** : Modalité dominante de la variable Bande enherbée

- **absnc_h** : Probabilité de la modalité « Absence » de la variable Bande enherbée
- **prsnc_h** : Probabilité de la modalité « Presence » de la variable Bande enherbée
- **IC_herb** : Indice de confiance de la variable Bande enherbée
- **prb_m_H** : Modalité dominante de la variable Pourcentage de sols hydromorphes
- **fbl_Hyd** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Pourcentage de sols hydromorphes
- **myn_Hyd** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable Pourcentage de sols hydromorphes
- **frt_Hyd** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Pourcentage de sols hydromorphes
- **IC_Hydr** : Indice de confiance de la variable Pourcentage de sols hydromorphes
- **p__P_NB** : Modalité dominante de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **tfb_P_NB** : Probabilité de la modalité « très faible » de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **fb_P_NB** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **my_P_NB** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **fr_P_NB** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **tfr_P_NB** : Probabilité de la modalité « très fort » de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH)
- **IC_P_NB** : Indice de confiance de la variable Pression phytosanitaire (NB ou NH) cli
- **Climat** : Climat par BVME

2.2 Rappel_choix_utilisateur

Ce répertoire contient deux fichiers de rappels de choix de l'utilisateur.

 Origine_variables_16_01_2018_11_36_00

 Rappel_choix_16_01_2018_11_36_00

- Le fichier « Origine_variables » rappelle à l'utilisateur la provenance des variables d'entrée (Agence ou fournie par Irstea).

Variables	Origine
Ripisylve	Agence
Siris_pesticide	Fournie
Quantite_pesticides_a	Fournie
Cumul_pluies	Fournie
Surface_drainee	Fournie
Presence_herbe	Fournie

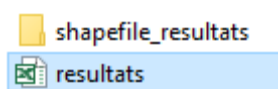
- Le fichier « Rappel_choix » contient un rappel de la période étudiée, rappelle si les données d'entrée ont été modifiées (donnée « Agence » si modifiée, donnée « Fournie » si non modifiée). Il est également rappelé si les seuils ont été modifiés ou non, et si les BV ont été sélectionnés. Les seuils choisis lors de la discrétisation ainsi que la molécule étudiée sont renseignés.

	B	C	D
Choix		seuils	seuils_ripi10
NH		seuil_bas	20
Donnees agence		seuil_media	NA
Seuils non modifiés		seuil_media	NA
Selection de BV		seuil_haut	60

- NB : Les valeurs de répartitions entre périodes de Nappe basse et nappe haute ne sont pas rappelées ici. Il est conseillé de garder trace de ces valeurs.

2.3 Table_sortie

Ce répertoire contient un dossier et un fichier.



a. Le fichier resultats

Le répertoire « table_sortie » contient un fichier « resultats ». Il s'agit des probabilités des modalités des variables intermédiaires et des potentiels de contamination.

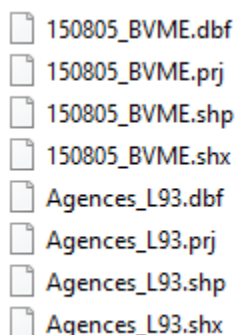
IDBV	EU_CD	Agence_eau	proba_maj_r	vuln_ruiss_f	vuln_ruiss_n	vuln_ruiss_f	IC_ruiss
BV10000	FRFR576	Adour_Garoi	fort	0.002751	0.289227	0.708023	0.419
BV10001	FRFR577	Adour_Garoi	moyen	0.047301	0.556311	0.396388	0.16
BV10002	FRFR578A	Adour_Garoi	moyen	0.06984	0.615774	0.314386	0.301
BV10003	FRFR578B	Adour_Garoi	fort	0.018105	0.47422	0.507675	0.033
BV10004	FRFR58	Adour_Garoi	fort	0.033658	0.482751	0.483591	0.001
BV10005	FRFR580	Adour_Garoi	faible	0.540088	0.439368	0.020544	0.101



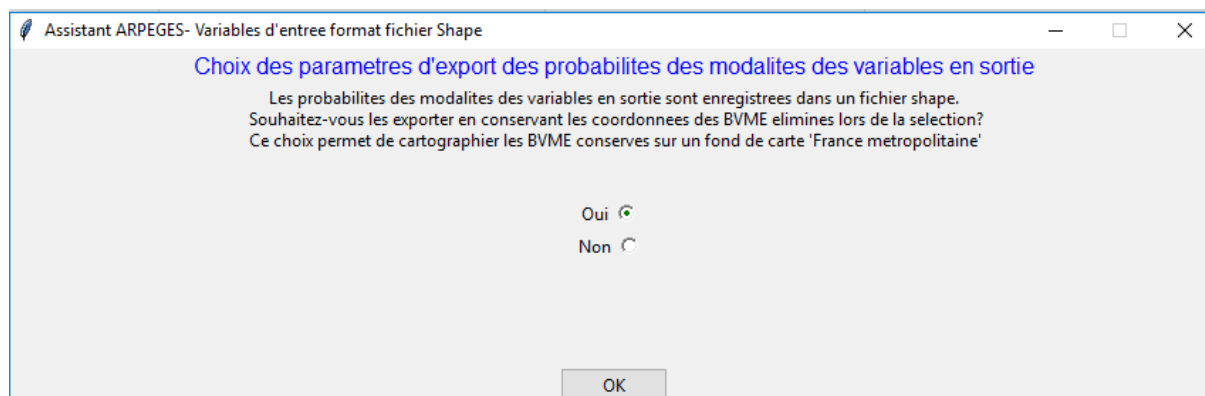
Cette table a la même structure que la table « proba_entree_nettoyee ». Pour chaque variable, par BVME, la modalité ayant la probabilité la plus élevée est renseignée dans la colonne proba_maj, les probabilités des modalités sont renseignées dans les colonnes suivantes, et la dernière colonne contient l'indice de confiance, qui pour rappel est la différence entre les deux probabilités les plus élevées.

b. Le répertoire « shapefile_resultats »

Ce répertoire contient l'export de la table de résultats sous forme de fichier shape (150805_BVME), ainsi qu'une carte de France avec un contour des agences (Agences_L93).



Le contenu de ces fichiers dépend du choix de l'utilisateur dans la fenêtre suivante :



En cochant « Oui », les coordonnées des BVME éliminés lors de la sélection seront présentes dans le fichier shape. Ce choix permet de cartographier la zone étudiée sur un fond de carte « France métropolitaine ». En cochant « Non », les coordonnées des BVME éliminés lors de la sélection seront également éliminées du fichier shape. Ce choix permet de faire un zoom sur la zone étudiée.

De ce choix découle également le contenu du fichier shape du contour des agences. Dans le cas où l'utilisateur souhaite conserver un contour « France métropolitaine » autour de la zone étudiée, tous les contours seront conservés. Dans le cas contraire, seuls les contours des agences concernées par la zone étudiée seront conservés.

Ce choix est indépendant de celui effectué lors de l'export des variables d'entrée sous forme de fichier shape.

c. Nom des variables de sortie dans le fichier shape

Les variables de sortie sont abrégées dans le fichier shape. Leur nom est traduit ci-dessous.

- **prb_mj_rs** : Modalité dominante de la variable vulnérabilité au ruissellement
- **vln_rss_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable vulnérabilité aux ruissellement
- **vln_rss_m** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable vulnérabilité au ruisselllements
- **vln_rss_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable vulnérabilité au ruissellement
- **IC_russ** : Indice de confiance de la variable vulnérabilité au ruissellement
- **prb_mj_s** : Modalité dominante de la variable vulnérabilité aux flux de subsurface
- **vln_sb_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable vulnérabilité aux flux de subsurface
- **vln_sb_m** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable vulnérabilité aux flux de subsurface
- **vln_sb_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable vulnérabilité aux flux de subsurface
- **IC_sub** : Indice de confiance de la variable vulnérabilité aux flux de subsurface
- **prb_mj_d** : Modalité dominante de la variable vulnérabilité au drainage
- **vln_drn_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable vulnérabilité au drainage
- **vln_drn_m** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable vulnérabilité au drainage
- **vln_drn_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable vulnérabilité au drainage
- **IC_dran** : Indice de confiance de la variable vulnérabilité au drainage
- **prob_mj** : Modalité dominante de la variable vulnérabilité aux transferts rapides
- **vln_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable vulnérabilité aux transferts rapides
- **vln_my** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable vulnérabilité aux transferts rapides
- **vln_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable vulnérabilité aux transferts rapides
- **IC_ai** : Indice de confiance de la variable vulnérabilité aux transferts rapides
- **prb_mj_c** : Modalité dominante de la variable vulnérabilité aux transferts lents
- **vln_chr_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable vulnérabilité aux transferts lents
- **vln_chr_m** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable vulnérabilité aux transferts lents
- **vln_chr_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable vulnérabilité aux transferts lents
- **IC_chro** : Indice de confiance de la variable vulnérabilité aux transferts lents
- **p_C_TL** : Modalité dominante de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **TFB_C_TL** : Probabilité de la modalité « très faible » de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **FB_C_TL** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable potentiel de contamination via les transferts lents

- **M_C_TL** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **F_C_TL** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **TF_C_TL** : Probabilité de la modalité « très fort » de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **IC_C_TL** : Indice de confiance de la variable potentiel de contamination via les transferts lents
- **p_C_TR** : Modalité dominante de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **TFB_C_TR** : Probabilité de la modalité « très faible » de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **FB_C_TR** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **M_C_TR** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **F_C_TR** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **TF_C_TR** : Probabilité de la modalité « très fort » de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **IC_C_TR** : Indice de confiance de la variable potentiel de contamination via les transferts rapides
- **prb_mj_rp** : Modalité dominante de la variable ripisylve
- **rip_fbl** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable ripisylve
- **rip_myn** : Probabilité de la modalité « moyen » de la variable ripisylve
- **rip_frt** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable ripisylve
- **IC_rsq_** : Indice de confiance de la variable ripisylve
- **prb_m__** : Modalité dominante de la variable fréquence des pluies
- **frq_pl_fb** : Probabilité de la modalité « faible » de la variable fréquence des pluies
- **frq_pl_fr** : Probabilité de la modalité « fort » de la variable fréquence des pluies
- **IC_rs__** : Indice de confiance de la variable fréquence des pluies
- **kg_bv_ha** : Quantité de pesticide appliquée par hectare pour une année, en kg
- **kg_b_NH** : Quantité de pesticide appliquée par hectare pour une période (NB ou NH), en kg

Le dernier dossier enregistré dans le répertoire global contient les cartes des variables d'entrée et des variables de sortie du réseau ARPEGES. Son contenu dépend du choix de l'utilisateur dans la fenêtre de cartographie. Le paragraphe suivant présente les différents choix possibles et leur conséquence en termes d'apparence des cartes.

IV. Cartographie

Le nombre de choix possibles concernant les paramètres de cartographie sera différent selon que l'utilisateur aura ou non sélectionné des bassins versants. En outre, cette fenêtre n'apparaît que s'il a été choisi de cartographier les résultats, dans l'interface principale.

- Sélection de BV :

Assistant ARPEGES- Cartographie

Choix des paramètres de cartographie

I - Echelle de la carte

Souhaitez-vous un fond de carte 'France metropolitaine' ou un fond 'Zone regionale'? (Temps de cartographie plus important pour 'France metropolitaine')

France metropolitaine

Zone regionale

II - Contour des agences et des bassins versants de la masse d'eau

Souhaitez-vous tracer les contours des bassins versants de la masse d'eau? (temps de cartographie plus important)

Oui

Non

Souhaitez-vous tracer les contours des agences?

Oui

Non

III - Cartographie des variables d'entree

Souhaitez-vous cartographier les variables d'entree?

Oui

Non

OK

Dans ce cas, il est possible de cartographier les variables d'entrée et de sortie sur un fond de carte « France métropolitaine », ou sur un fond de carte régional. Dans le second cas, la carte sera centrée et zoomée sur la zone étudiée.

- Pas de sélection de BV :

Assistant ARPEGES- Cartographie

Choix des paramètres de cartographie

I - Contour des agences et des bassins versants de la masse d'eau

Souhaitez-vous tracer les contours des bassins versants de la masse d'eau? (temps de cartographie plus important)

Oui

Non

Souhaitez-vous tracer les contours des agences

Oui

Non

II - Cartographie des variables d'entree

Souhaitez-vous cartographier les variables d'entree?

Oui

Non

OK

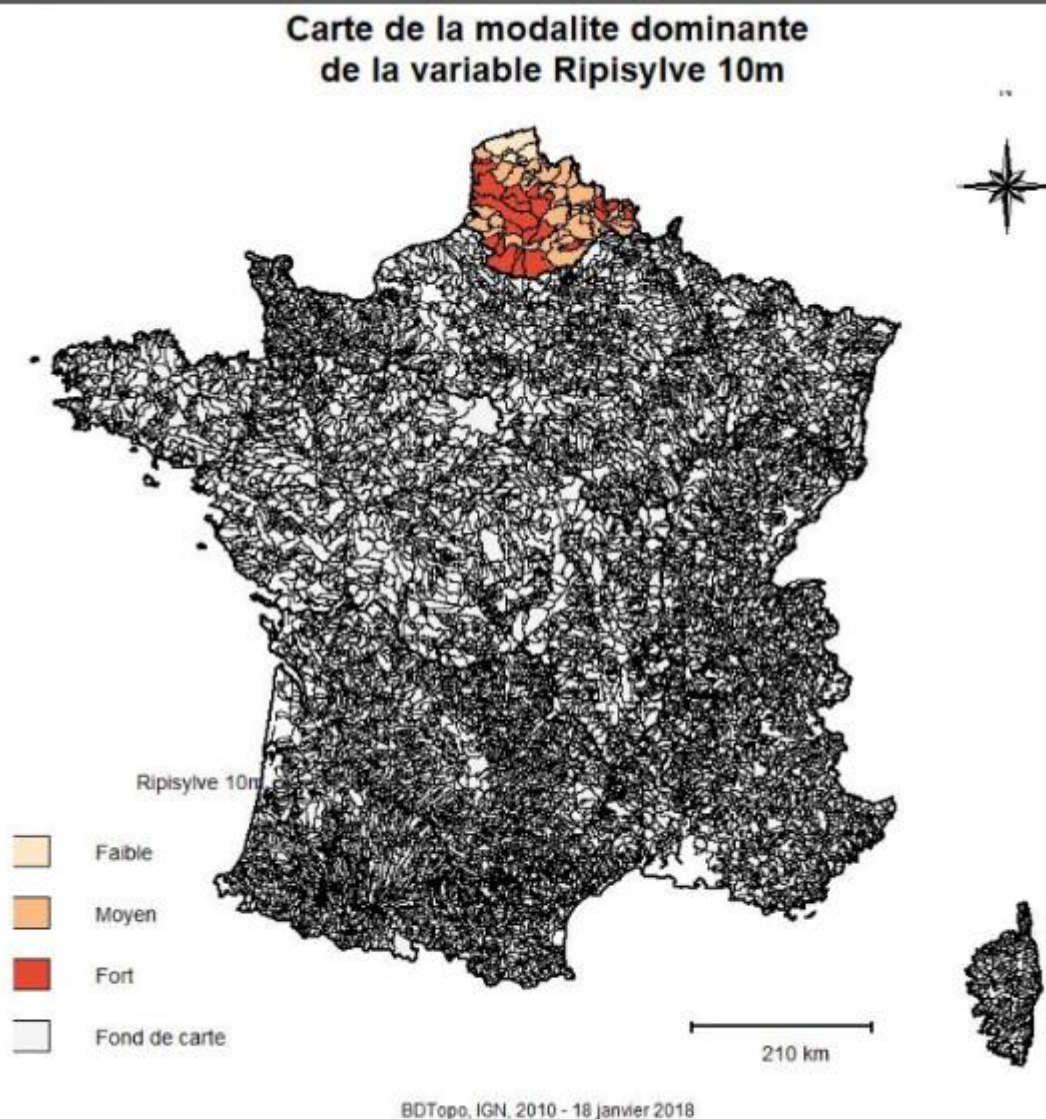
Dans ce cas, le fond de carte est nécessairement un fond « France métropolitaine ».

1. Exemples de rendus visuels cartographiques selon les choix de l'utilisateur

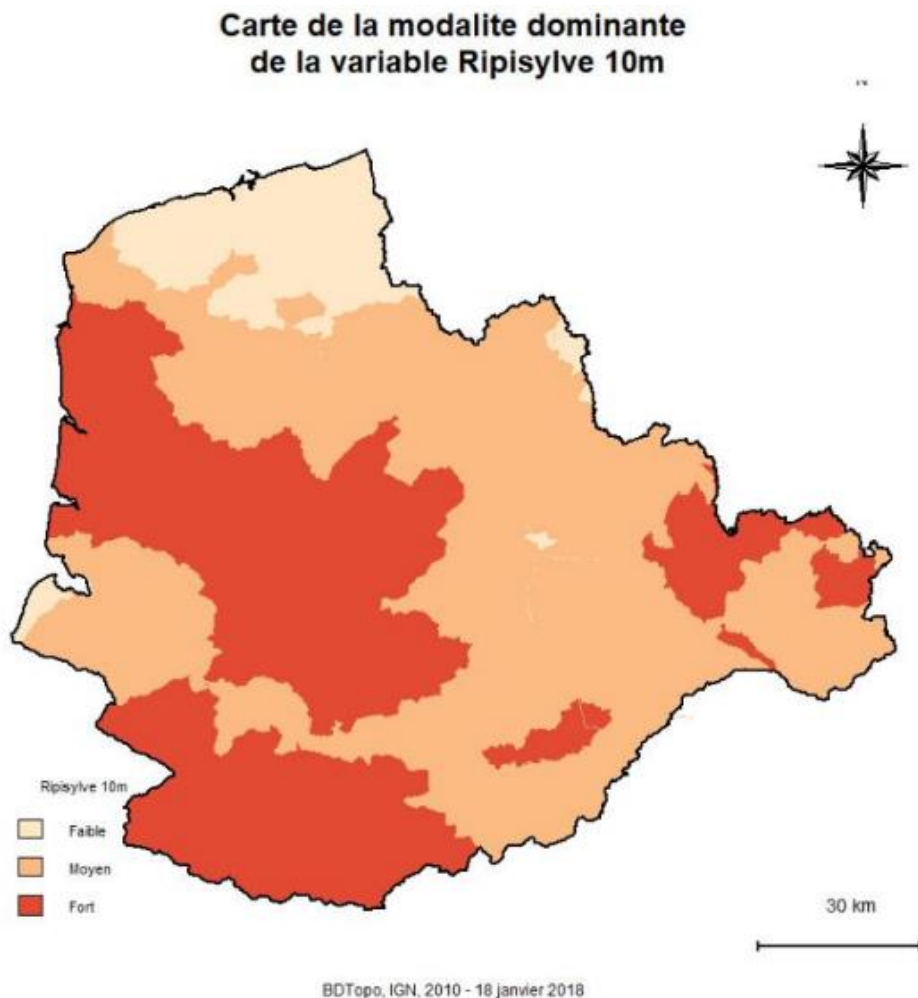
Voici l'apparence que peuvent prendre les cartes selon les choix opérés.

1.1 Choix 1 : Sélection de BV : fond de carte métropolitaine, contour des BVME, contour des agences

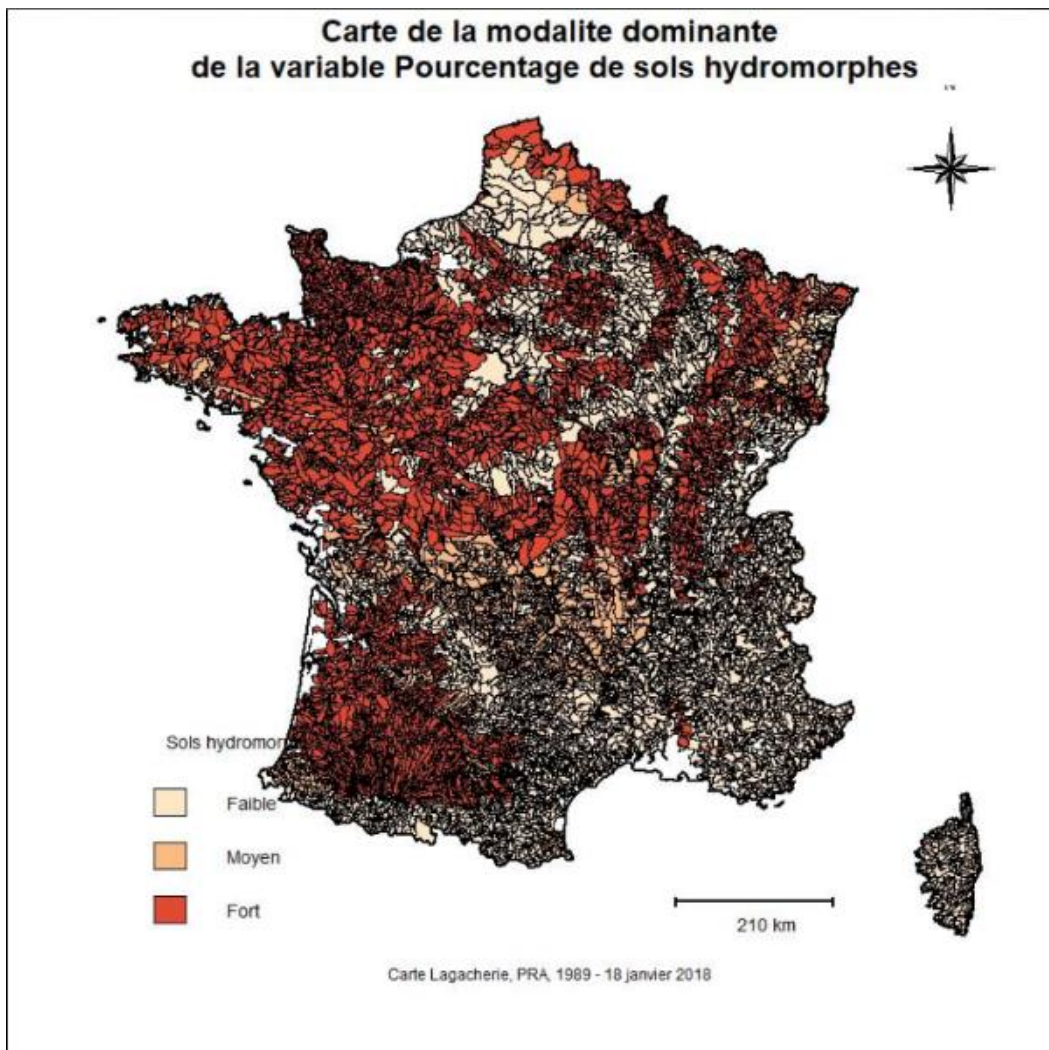
Le tracé des contours des BVME implique un temps de cartographie plus important. Il n'est utile que si peu de BVME ont été sélectionnés, afin de bien les visualiser sur le fond de carte. En outre, le contour peut se confondre sur certains petits BVME.



1.2 Choix 2 : Sélection de BV : fond de carte régional, pas de contour des BVME, pas de contour des agences



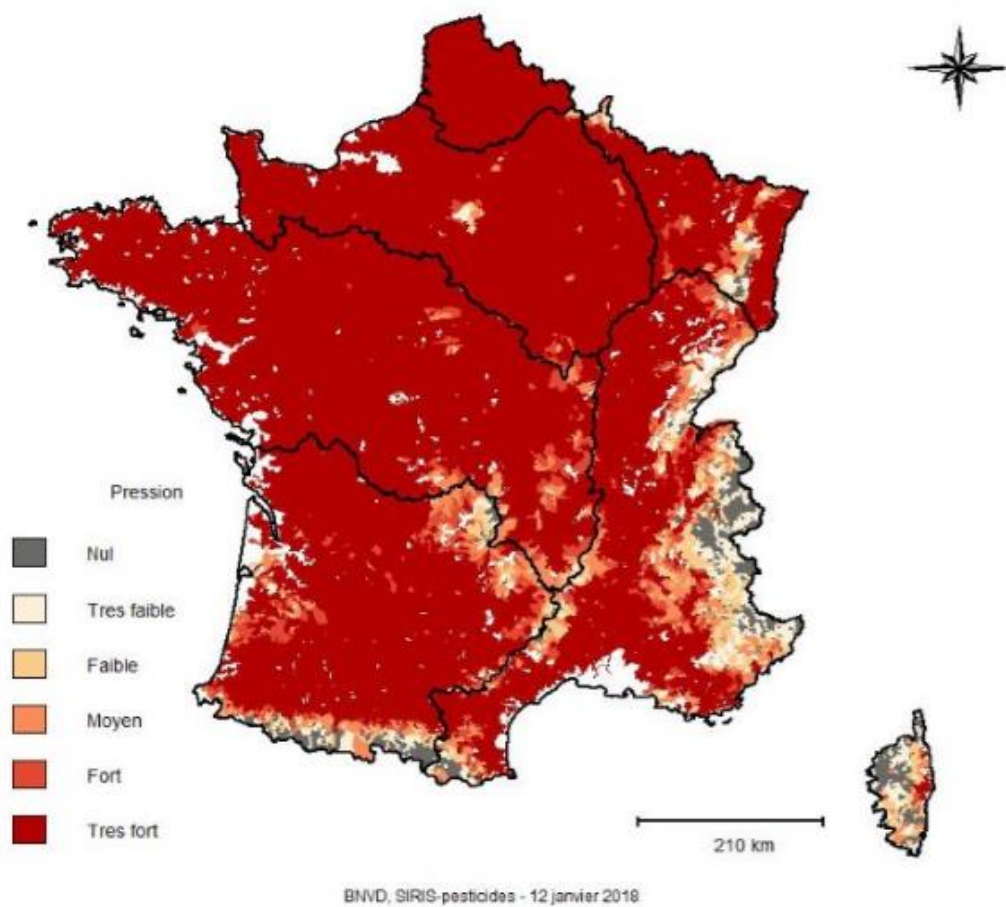
1.3 Choix 3 : Intégralité des BV : Contour des BVME, contour des agences



Les contours des BVME rendent la carte illisible. Les contours des agences sont presque invisibles. Il est préférable de ne pas les tracer lorsqu'on conserve l'intégralité des BVME.

1.4 Choix 3 : Intégralité des BV : Pas de contour des BVME, contour des agences





Carte de la modalite dominante de la pression phytosanitaire en nappe haute pour la molecule glyphosate



2. Le répertoire « Cartes »















Ce répertoire contient :

- 3 dossiers s'il n'a pas été choisi de cartographier les variables d'entrée
- 4 dossier si les variables d'entrée ont été cartographiées

-  Potentiels_de_contamination
-  Variables_dentree
-  **vulnerabilites_intrinseques**
-  vulnerabilites_specifiques




2.1 Le dossier variable d'entrée

Le dossier variable d'entrée regroupe l'ensemble des cartes des variables encadrées en vert au chapitre en I.3.a. « Les variables d'entrée ».

-  Bande_enherbee
-  Battance
-  climat
-  Cumul_pluie
-  Drainage
-  DT50
-  Hydromorphie
-  IDPR
-  KOC
-  MO
-  Pression_pesticide
-  Ripisylve10m
-  Ripisylve30m
-  RU

2.2 Le dossier vulnérabilités intrinsèques

Ce dossier regroupe l'ensemble des cartes des variables encadrées en vert dans le réseau en rouge au chapitre I.3.b. « Les variables intermédiaires de premier niveau : Vulnérabilités intrinsèques. ».

-  drainage
-  ruissellement
-  subsurface

2.3 Le dossier vulnérabilités spécifiques

Ce dossier regroupe l'ensemble des cartes des variables encadrées en vert dans le réseau en bleu au chapitre I.3.c. « Les variables intermédiaires de second niveau : Vulnérabilités spécifiques ».

- transferts_lents
- transferts_rapides

2.4 Le dossier potentiel de contamination

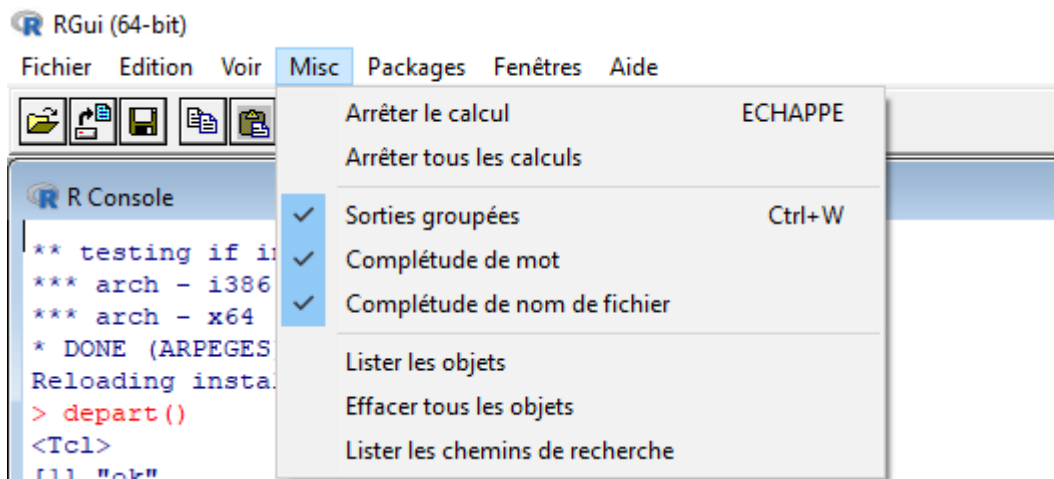
Ce dossier regroupe les cartes des potentiels de contamination via les transferts rapides et via les transferts lents.

- cont_tr_lents
- cont_tr_rapides

3. En cas d'erreurs

3.1 Erreur dans les choix

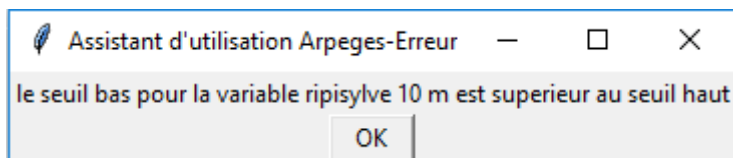
Il se peut que l'utilisateur se rende compte qu'il n'a pas effectué les choix qu'il souhaitait faire initialement. Dans ce cas, il peut stopper le script via la console R :



Aller dans « Misc » -> « Arrêter tous les calculs ». Ensuite, fermer la fenêtre R et relancer la librairie Arpeges, puis la fonction depart()

3.2 Erreur dans le choix des seuils

Dans le cas où l'utilisateur aurait choisi un seuil bas supérieur au seuil haut pour une variable, un message d'erreur apparait. Il faudra alors stopper le script comme indiqué ci-dessus.





V. Installation de la librairie ARPEGES

1. Le répertoire « Install_Arpeges ».

Un répertoire nommé « **Install_Arpeges** » a été fourni. Celui-ci contient tous les éléments nécessaires à la mise en œuvre de la méthode ARPEGES par l'intermédiaire d'une interface. Il faut l'enregistrer dans un répertoire créé au préalable, dédié à ARPEGES. Ce répertoire global contiendra les résultats et les cartes.

Le répertoire « Install Arpeges » contient 3 dossiers:

- Le dossier « **Liste variable** » contient les données concernant les variables d'entrée du réseau bayésien.  Il ne faut pas les renommer. La description des variables d'entrée est disponible au paragraphe I.3 « Les variables impliquées dans le réseau ARPEGES ».
- Le dossier « **Shapefile** » contient une carte de France découpée à l'échelle des bassins versants de la masse d'eau ainsi que les contours des six agences de l'eau françaises.
- Le dossier « **ARPEGES** » contient le package ARPEGES.  Il ne faut ni le modifier, ni le supprimer.

Il contient également plusieurs fichiers :

- Le script « **package.R** » permet d'installer le package ARPEGES (voir détails de l'installation ci-après)
- L'application « **RTools34.exe** » est nécessaire au bon fonctionnement de l'interface. Il faut l'installer manuellement
- L'image « **image.gif** », contient les logos IRSTEA et AFB.
- L'application « **R-3.4.0-win.exe** » contient la version 3.4.0 de R sous laquelle fonctionne l'interface. Il faut donc l'installer et n'utiliser l'interface que sous cette version de R.

2. Installation de la librairie Arpeges.

2.1 Librairies secondaire

Afin d'installer les librairies nécessaires au bon déroulement de l'interface sous R, il faut suivre les étapes suivantes :

- Ouvrir une nouvelle session R-3.4.0.
- Installer RTools34 par le fichier « RTools34.exe » fourni.
- Ouvrir le code « package.R » disponible dans « Install_Arpeges ». Ce code peut s'ouvrir dans n'importe quel éditeur de texte.
- Copier-coller le code qu'il contient, par partie, de la manière suivante :

```
source("https://bioconductor.org/biocLite.R")
biocLite("RBGL")
#####
```

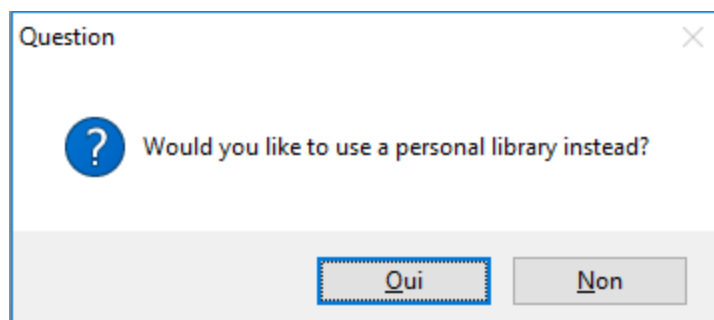


A copier et coller dans la
fenêtre R en premier

```
install.packages("gRbase")
install.packages("RBGL")
library(gRbase)
library(RBGL)
```

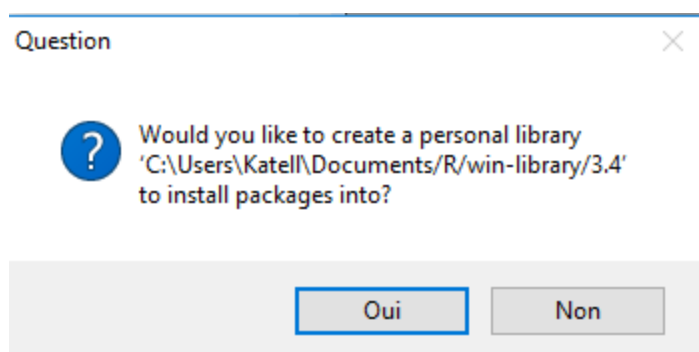


A copier et coller dans la
fenêtre R en second



Tout d'abord, le message ci-dessus apparaît. Il faut cliquer sur « Oui ».

Ensuite, une nouvelle fenêtre s'ouvre pour proposer à l'utilisateur de R de créer un répertoire destiné à contenir toutes les librairies téléchargées.



Cliquer également sur « Oui ».

Un message peut apparaitre dans la fenêtre R :

```
Update all/some/none? [a/s/n]: a|
```

Il faut alors taper « a » et appuyer sur entrée

Une fenêtre HTTPS CRAN mirror s'ouvre alors. Elle propose de choisir un serveur à partir duquel les packages seront téléchargés. Choisir par exemple **France(Lyon1)** [<https>].

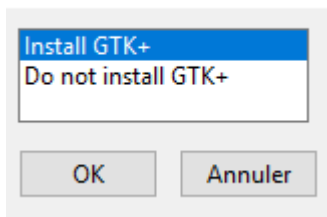
Une fois les mises à jour terminées, il est possible de copier-coller le bloc suivant :

```
install.packages("gRain")
install.packages("bnlearn")
install.packages("gWidgets2RGtk2")
install.packages("gWidgetsRGtk2")
install.packages("gWidgetstcltk")
install.packages("sp")
install.packages("maptools")
install.packages("rgdal") #
install.packages("Rgraphviz")
install.packages("RColorBrewer")
install.packages("tcltk")
install.packages("tcltk2")
install.packages("gWidgets")
install.packages("gWidgets2")

library("gRain")
library("bnlearn")
library("gWidgetsRGtk2")
library("gWidgets2RGtk2")
library("gWidgetstcltk")
library("sp") #package dedie au traitement de donnees spat
library("maptools") # necessaire pour importer l'
library("rgdal") # necessaire pour importer l'objet shapefile av
library("Rgraphviz")
library("RColorBrewer")
library("tcltk")
library("tcltk2")
library("gWidgets")
library("gWidgets2")
tclRequire("BWidget")
guiToolkit("RGtk2")
install.packages("rgdal")
if(!require(devtools)) {install.packages("devtools")}
if(!require(roxygen2)) {devtools::install_github("klutometis/roxygen")}
.....
```

Une nouvelle fenêtre apparaît :

Need GTK+ ? (Restart R after i...



Cliquer sur « Install GTK+ » puis sur « OK ».

Les différentes librairies nécessaires sont installées. Il faut désormais installer la librairie ARPEGES.

2.2 Librairie Arpeges

La librairie ARPEGES s'installe par l'intermédiaire de la fonction correspondant aux lignes de code ci-dessous :

```
installation<-function()
{
  fileChoose <- function(action="print", text = "Select a file...",
                        type="open", ...) {
    gfile(text=text, type=type, ..., action = action,options(guiToolkit="RGtk2"), handler =
    function(h,...) {
      do.call(h$action, list(h$file))
    })
  }
}

ReturnVal<-tkmessageBox(title = "Installation du package ARPEGES",message = "Veuillez ouvrir le dossier 'Install Arpeg
fileChoose(action="setwd", type="selectdir", text="Select a directory...")

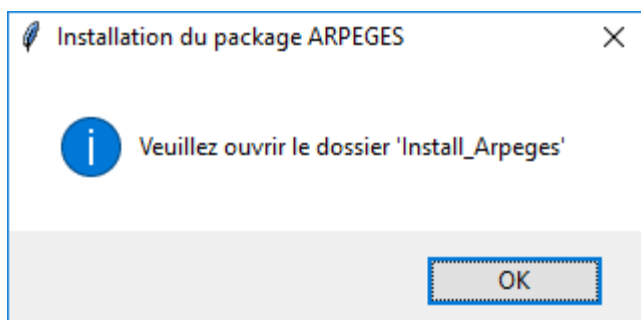
devtools::install("ARPEGES")
library(ARPEGES)

}
```

Elle sera enregistrée dans le répertoire contenant les librairies créées précédemment. Une fois cette fonction copiée dans R, il faut taper la commande :

```
installation()
```

- Installation du package ARPEGES : cliquer sur OK



- « Select a GUI toolkit » s'affiche dans la fenêtre R. Choisir selection : 1 et appuyer sur entrée
- Une fenêtre s'ouvre. Double-cliquez sur le répertoire « Install_Arpeges»

Le package ARPEGES est désormais installé. Il ne sera plus nécessaire de réitérer cette étape d'installation. En revanche, à chaque utilisation du package dans une nouvelle console, il faudra y faire appel par la commande **library(ARPEGES)**, dans la console R.

L'interface se lance avec la fonction « depart () »

`depart ()`

L'utilisation de l'interface pour réaliser les simulations est détaillée dans les parties précédentes de ce rapport.

