

Projet de couplage des modèles STREAM et SENEQUE sur le bassin de la Blaise

Véronique Souchère, Alain A. Couturier, Olivier Cerdan

▶ **To cite this version:**

Véronique Souchère, Alain A. Couturier, Olivier Cerdan. Projet de couplage des modèles STREAM et SENEQUE sur le bassin de la Blaise. Rapport d'activité 2005, Hydrologie et agriculture. 2006. hal-02819994

HAL Id: hal-02819994
https://hal.inrae.fr/hal-02819994

Submitted on 6 Jun 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.

Projet de couplage des modèles STREAM et SENEQUE sur le bassin de la Blaise

Véronique Souchère[1][2], Alain Couturier[2], Olivier Cerdan[3].

[1] *UMR SAD APT, BP 1, Thiverval Grignon 78850, France*

[2] *INRA, Unité de Science du Sol, BP 20619, Olivet Cedex 45166, France*

[3] *bBRGM, B.P. 6009, 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans, France. o.cerdan@brgm.fr*

1. Introduction 1
2. Description des données disponibles 2
2.1. Le MNT issu de la BD-Alti de l'IGN 2
2.2. L'occupation du sol 3
2.3. La couverture pédogéologique du bassin 3
3. Données nécessaires pour faire tourner le modèle STREAM 3
3.1. Variabilité spatiale et propriétés hydrauliques de la couverture pédologique 4
3.2. L'occupation du sol 5
3.3. Les précipitations 6
4. Conclusion 7
5. Remerciements 8
6. Bibliographie 8
7. Annexes cartographiques 9

1. Introduction

Le bassin de la Blaise (Figure 1) est un site-atelier d'une surface de 706 Km², localisé en Champagne Ardenne, qui a été choisi au sein du programme PIREN-Seine pour étudier le rôle des activités de polyculture-élevage dans les pollutions diffuses des ressources en eau superficielles. Dans ce cadre, il nous a été demandé d'étudier si les informations cartographiques disponibles sur ce bassin étaient suffisantes pour faire tourner STREAM afin de mettre en œuvre ultérieurement la démarche de couplage avec SENEQUE actuellement en cours de test sur des jeux de données provenant du bassin de l'Austreberthe en Haute Normandie. En effet, l'utilisation de l'applicatif SENECAM issu du couplage de STREAM et SENEQUE/Riverstrahler vise à fournir de premières indications sur la sensibilité du milieu au ruissellement érosif et par voie de conséquence source potentielle de pollution diffuse des eaux superficielles.

Cette partie du rapport est divisée en deux parties. La première partie décrit uniquement les données disponibles actuellement sur la Blaise et intéressantes dans l'optique d'une utilisation potentielle de STREAM sur ce bassin. La deuxième partie est centrée sur la présentation des données nécessaires pour faire tourner STREAM en insistant tout particulièrement sur celles qui ne sont pas accessibles dans le cas de la Blaise tout en essayant de fournir des éléments donnant quelques recommandations pour leur éventuelle obtention.

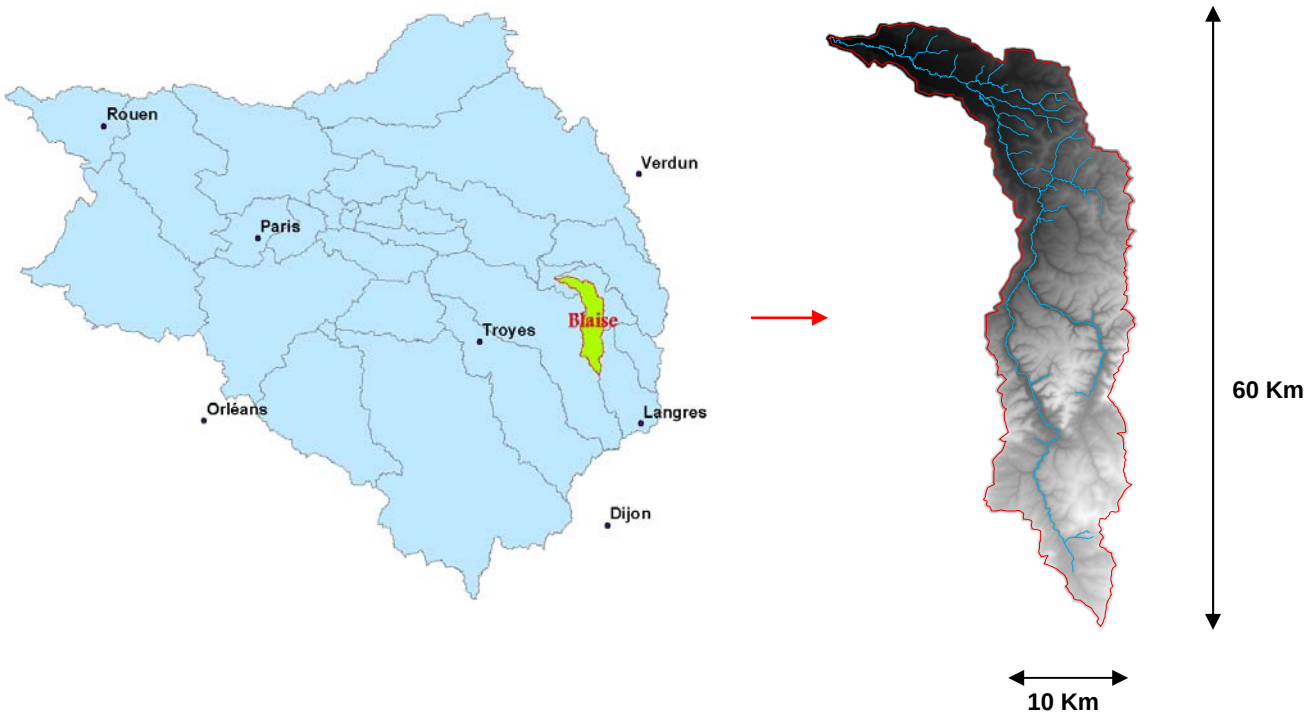


Figure 1 : Localisation du bassin versant de la Blaise (Moquet et al., 2005)

2. Description des données disponibles

Dans le cadre du stage de fin d'étude d'Agnès Moquet (Moquet, 2004), un gros travail a été réalisé pour acquérir auprès de divers organismes départementaux, régionaux et nationaux, les données qui sont détaillées dans le Tableau 1. En effet, certaines de ces données ont nécessité un travail de mise en forme, voire même de numérisation / digitalisation, et d'harmonisation relativement important avant de disposer d'informations exploitables.

Tableau 1 : Récapitulatif des données collectées

Données	Format	Echelle	Provenance
Carte des sols DONESOL Saint-Dizier	vecteur	1/100 000	INRA Orléans
Carte des sols Saint-Dizier	papier	1/100 000	Chambre d'Agriculture 52
3 cartes des sols SAFE	Papier	1/25 000	Chambre d'agriculture 52
Esquisse pédologique Juzennecourt	papier	1/200 000	Chambre d'agriculture 52
BD – Ortho 52	numérique	5 m	INRA Nancy - SIG
BD Alti IGN	Raster	50m	INRA Nancy - SIG
Scan 25 Haute-Marne	Numérique	1/25 000	PIREN-Seine
CORINE Land Cover	Vecteur	1/50 000	INRA Nancy - SIG
BD Carthage	Vecteur		PIREN-Seine
Données communes	Vecteur		PIREN-Seine
Carte géologique d'Albinet	Vecteur	1/1 000 000	PIREN-Seine
Carte géologique de Chaumont	Papier	1/80 000	INRA Nancy
Carte géologique Wassy	Papier	1/80 000	INRA Nancy
7 dalles cartes géologiques	vecteur	1/50 000	BRGM
Parcellaire – extrait -	vecteur		INRA SAD Mirecourt

2.1. Le MNT issu de la BD-Alti de l'IGN

La BD-Alti a été produite à partir de la numérisation manuelle des courbes de niveau au 1:25000, puis calculée sur un pas de 50 m. L'équidistance entre les courbes de niveaux sur la zone étudiée étant de 5 m, on peut estimer que le MNT obtenu (Figure 5) est de bonne qualité ce qui est important compte tenu que ce MNT est à l'origine de nombreuses données dérivées (intensité et orientation des pentes, aires de drainage des flux, etc.).

2.2. L'occupation du sol

L'occupation du sol (Figure 6), donnée par la couverture CORINE Land Cover au format vecteur date de 1996. Elle a été recodée en 6 classes (Dubreuil, 2003) : les zones artificialisées, les terres arables, les prairies, les zones agricoles hétérogènes, les forêts et végétation arbustive, les zones humides et surfaces en eau qui ne permettent pas d'identifier les cultures que l'on peut rencontrer sur les terres arables.

2.3. La couverture pédogéologique du bassin

La couverture géologique (Figure 7) du bassin de la Blaise a été obtenue auprès du BRGM sous forme de 7 dalles en format vecteur dont les nomenclatures n'étaient pas harmonisées. Mais compte tenu de la relative simplicité de la géologie de la région, caractérisée par des couches sédimentaires avec une alternance marne – calcaire, et des reliefs de cuestas, l'harmonisation des différentes dalles a pu être réalisée facilement.

En ce qui concerne l'établissement de la carte pédologique, la diversité des sources a considérablement complexifié l'obtention d'une carte synthétique compte tenu des échelles et des nomenclatures très variées. Après un gros travail de numérisation, géo-référencement et digitalisation, une couverture pédologique (Figure 2) a été obtenue mais le contenu sémentique des polygones la constituant n'a pas est harmonisé entre les différentes sources de même que la variabilité des échelles a pour l'instant été également conservé ce qui rend son exploitation particulièrement difficile.

De plus, cette carte pédologique n'est seulement disponible que sur 73% de la surface du bassin versant. Pour renseigner les caractéristiques des sols sur l'ensemble de la surface du bassin versant, plusieurs pistes méthodologiques sont envisageables, pistes qui mobilisent des méthodes statistiques exploitant les données déjà disponibles telles que la topographie (pentes, courbures et orientations issues du MNT), la géologie ou l'occupation du sol (Mignolet, 2005).

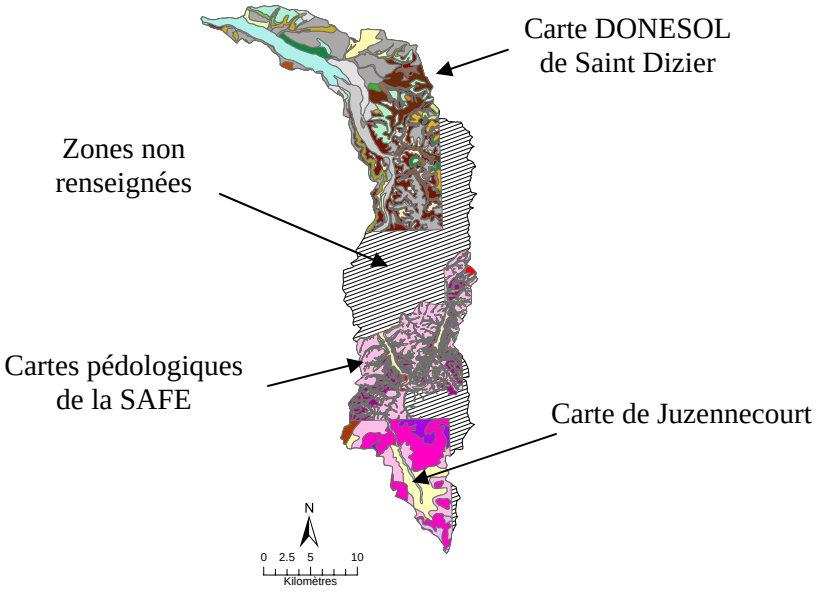


Figure 2 : Carte pédologique de la Blaise (Moquet, 2005)

3. Données nécessaires pour faire tourner le modèle STREAM

L'objectif recherché à travers le développement de STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Managment) est l'élaboration d'un modèle de prédiction opérationnel, en recherchant le compromis optimal entre la prise en compte des processus élémentaires de l'érosion, le nombre de variable nécessaire et leur disponibilité. Le modèle dont les échelles spatiales et temporelles sont le bassin versant et l'événement pluvieux est structuré en quatre modules

interdépendants décrivant respectivement, le réseau d'écoulement, le ruissellement, l'érosion diffuse et l'érosion linéaire. La démarche suivie pour l'élaboration des modules est identique, à savoir l'identification et la paramétrisation des facteurs dominants à l'échelle locale sur la base de résultats expérimentaux, puis une spatialisation à l'échelle du bassin versant en prenant en compte les paramètres propres à ce niveau d'investigation.

Pour une grande partie des sols à texture limoneuse, le ruissellement et l'érosion résultent de la diminution de l'infiltrabilité consécutive à la dégradation structurale de la surface des sols (formation de croûtes de battance par désagrégation des mottes de terre) sous l'action des pluies. La capacité d'infiltration peut, dans certains cas, être réduite jusqu'à des valeurs de quelques mm/h. En territoire agricole s'ajoute l'influence de la rugosité (modifiée par les techniques culturales) et du couvert végétal (Le Bissonnais et al., 2003). L'importance de ces facteurs (Tableau 2) est également évaluée en fonction de leur influence sur la concentration potentielle en sédiment du ruissellement qui pour être estimée nécessite la prise en compte d'un facteur supplémentaire : l'intensité maximale à 6 min de la pluie. Dans le contexte des sols limoneux de Haute-Normandie, des tableaux de décision à entrées multiples combinant ces facteurs pour caractériser les situations en fonction de leur sensibilité au mécanisme étudié ont pu être constitués. Une telle démarche a en effet été possible grâce à l'existence d'une importante base de données de références regroupant des expérimentations au laboratoire et au champ depuis l'échelle du ¼ de m² jusqu'à l'échelle du bassin versant (Cerdan et al., 2002a , 2002b).

Pour appliquer STREAM sur la Blaise où aucune base de données de références n'est actuellement disponible, on ne peut pas utiliser en l'état les tableaux de décision à entrées multiples établis en Haute-Normandie. Avant de pouvoir utiliser STREAM, il est nécessaire de disposer de données permettant de décrire non seulement la variabilité spatiale et les propriétés hydraulique de la couverture pédologique des différents types de sol du bassin de la Blaise mais aussi l'évolution des paramètres d'état de surface du sol sous l'action conjointe des précipitations et des activités agricoles.

3.1. Variabilité spatiale et propriétés hydrauliques de la couverture pédologique

Actuellement, les données disponibles ne permettent pas d'obtenir les informations nécessaires sur la variabilité spatiale et les propriétés hydrauliques de la couverture pédologique. Au préalable, il y a un important travail a effectué pour harmonisation les données compte tenu de diversité des sources déjà signalée précédemment. Il est nécessaire également de compléter les informations pour couvrir 100% de la surface du bassin versant.

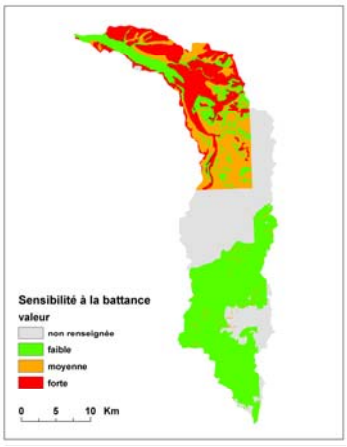
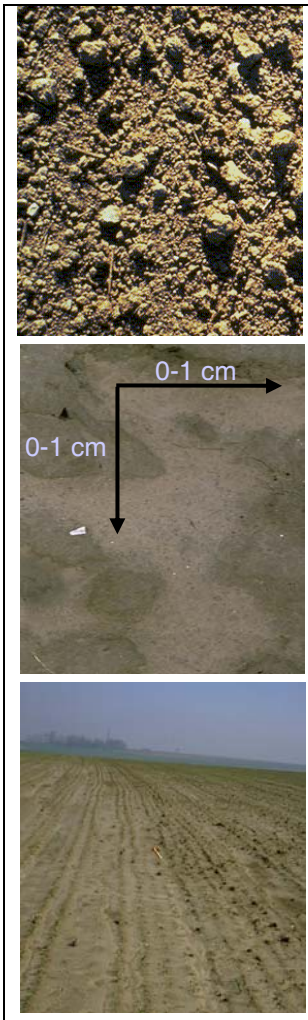


Figure 3 : Sensibilité à la battance

Avec les informations déjà disponibles, une identification des zones potentiellement sensibles à la battance à partir des informations sur la texture des sols (teneur en argile et en limon) contenues dans les différentes sources pédologiques a été réalisée de manière différente selon chacune des trois zones couvertes (Moquet, 2005). La carte obtenue (Figure 3) montre une sensibilité plus importante de l'aval du bassin versant. Cependant même après avoir complété la couverture pédologique, cette information ne suffira pas pour déterminer les propriétés hydrauliques des sols et notamment les capacités d'infiltration des différentes unités de sols homogènes y compris pour les zones limoneuses. Des mesures in situ, de même que des expérimentations au laboratoire pour caler ces mesures seront nécessaires comme cela a été initié dans le cas du bassin versant de la Vesle.

Tableau 2 : Influence des paramètres d'état de surface du sol



Faciès (4 classes)

- ↘ Capacité d'infiltration
- ↗ Cohésion du sol

Rugosité (5 classes)

- ↘ Détention superficielle
- ↗ Vitesse du ruissellement
- ➔ Direction du ruissellement

Couvert végétal (3 classes)

- ↗ Capacité d'infiltration
- ↗ Protection impact gouttes de pluie
- ↗ Cohésion du sol
- ↘ Vitesse du ruissellement

Par ailleurs, pour utiliser STREAM au cours d'un cycle hydrologique complet, il faut aussi avoir des éléments pour estimer l'évolution des paramètres d'état de surface du sol au cours du temps ce qui implique plusieurs campagnes de terrain au cours d'une même année en fonction des conditions climatiques et des opérations culturales entreprises par les exploitants agricoles.

3.2. L'occupation du sol

Dans le cadre de l'étude effectuée sur le bassin de l'Austreberthe (Souchère et al., 2005), nous avons reconstitué l'évolution des paramètres d'état de surface du sol en mobilisant une base de données regroupant 1980 observations. Ces observations ont été obtenues par des suivis de terrain effectués à intervalles plus ou moins réguliers dans plusieurs bassins versants de Haute Normandie au cours desquels ont été relevés, pour chaque parcelle ou type d'occupation du sol les paramètres nécessaire au fonctionnement de STREAM (faciès, rugosité parallèle ou perpendiculaire au sens du travail et couvert végétal). Pour mettre en œuvre cette démarche sur le bassin de la Blaise, il est nécessaire là aussi d'effectuer des suivis de terrain et d'améliorer également les informations déjà disponibles sur l'occupation du sol.

La carte d'occupation des sols (Figure 6) disponibles actuellement est issue d'une ancienne version de Corine Land Cover (1996). Une nouvelle version datant de 2000 est disponible auprès du Piren Seine mais cette base de données plus récente ne permet toujours pas de connaître la nature des cultures présentes sur les polygones reconnus comme des terres arables. Pour résoudre ce problème, il est possible d'utiliser une classification générée à partir de l'analyse de plusieurs images Spot ou LandSat. En fonction de l'état de développement du couvert végétal des cultures, les signaux

radiométriques reçus par les capteurs sont différents ce qui rend possible la détermination de différents types d'occupation du sol en utilisant plusieurs images. Sur l'Autreberthe, cette méthode a permis de distinguer les cultures d'hiver, les cultures de printemps à semis précoce et les cultures de printemps à semis tardif. Pour le bassin de la Blaise, il sera nécessaire d'identifier au préalable la diversité des cultures à partir d'informations statistiques comme les déclarations PAC, d'enquêtes auprès d'exploitants agricoles ou de techniciens de Chambre d'Agriculture. Les enquêtes déjà réalisées par l'INRA de Mirecourt (Figure 8) permettent déjà d'identifier quelques occupations cultivées sur le bassin comme le maïs, le blé, le colza, l'orge, l'escourgeon ou le tournesol.

Pour compléter l'analyse, il sera également nécessaire de connaître les itinéraires techniques mis en œuvre par les agriculteurs (notamment les dates de semis des cultures ou des interventions susceptibles de modifier la capacité d'infiltration du sol en cassant par exemple les croûtes de battance) pour les cultures dominantes sur le bassin versant. Ces dates sont indispensables pour connaître les quantités d'eau nécessaire pour faire évoluer les paramètres de terrain (faciès, rugosité et couvert végétal) d'un état à l'autre au cours d'une année culturale.

3.3. Les précipitations

STREAM est un modèle qui fonctionne à l'échelle de l'événement pluvieux. Il est donc nécessaire de disposer d'informations pluviométriques permettant de connaître le nombre d'événements pluvieux au cours de l'année culturale étudiée ainsi que les caractéristiques de chaque événement tels que sa durée efficace, la quantité de précipitation, et son intensité maximale.

Par ailleurs, le choix de travailler au pas de temps de l'événement et non en continu implique la nécessité de caractériser l'état hydrique du sol au début de l'événement car il détermine la pluie d'imbibition c'est-à-dire la hauteur d'eau infiltrée avant d'atteindre le régime d'infiltration stationnaire. Cette hauteur de pluie d'imbibition est calculée à partir d'une combinaison entre la hauteur de pluie des 48 heures précédant l'événement modélisé et la classe d'aptitude relative au ruissellement.

Le tableau qui est actuellement utilisé dans STREAM (Tableau 3) est lui aussi uniquement adapté au contexte climatique de Haute-Normandie. Il devra être actualisé en fonction du contexte climatique du bassin versant de la Blaise ce qui nécessite l'utilisation de chroniques de pluies sur plusieurs années.

Tableau 3 : Hauteurs de pluie d'imbibition (Pi en mm) en fonction de la capacité d'infiltration (Inf) et de la pluie antécédente (P48) Contexte climatique de Haute-Normandie

Pi (mm) / Inf	P48	0 mm	1-15 mm	16-40 mm	>40 mm
50 mm/h		20	15	12	8
20 mm/h		15	12	8	5
10 mm/h		12	8	5	2
5 mm/h		8	5	2	1
2 mm/h		5	2	1	0

Dans les informations mises à notre disposition, aucune source de données pluviométriques n'était recensée. Après consultation du site de Météo France, nous avons identifié trois stations météorologiques automatiques dans ou à proximité immédiate du bassin versant de la Blaise. Les caractéristiques des stations n'étant pas accessibles, il n'a pas été possible de savoir si des données pluviométriques horaires étaient disponibles que ce soit en temps réel ou en temps différé. En l'absence de données adéquates, il faudrait envisager l'installation d'un ou plusieurs pluviomètres basculeurs si la topographie du bassin versant induit une répartition non uniforme de la pluviométrie afin d'estimer l'intensité et la durée efficace des pluies.

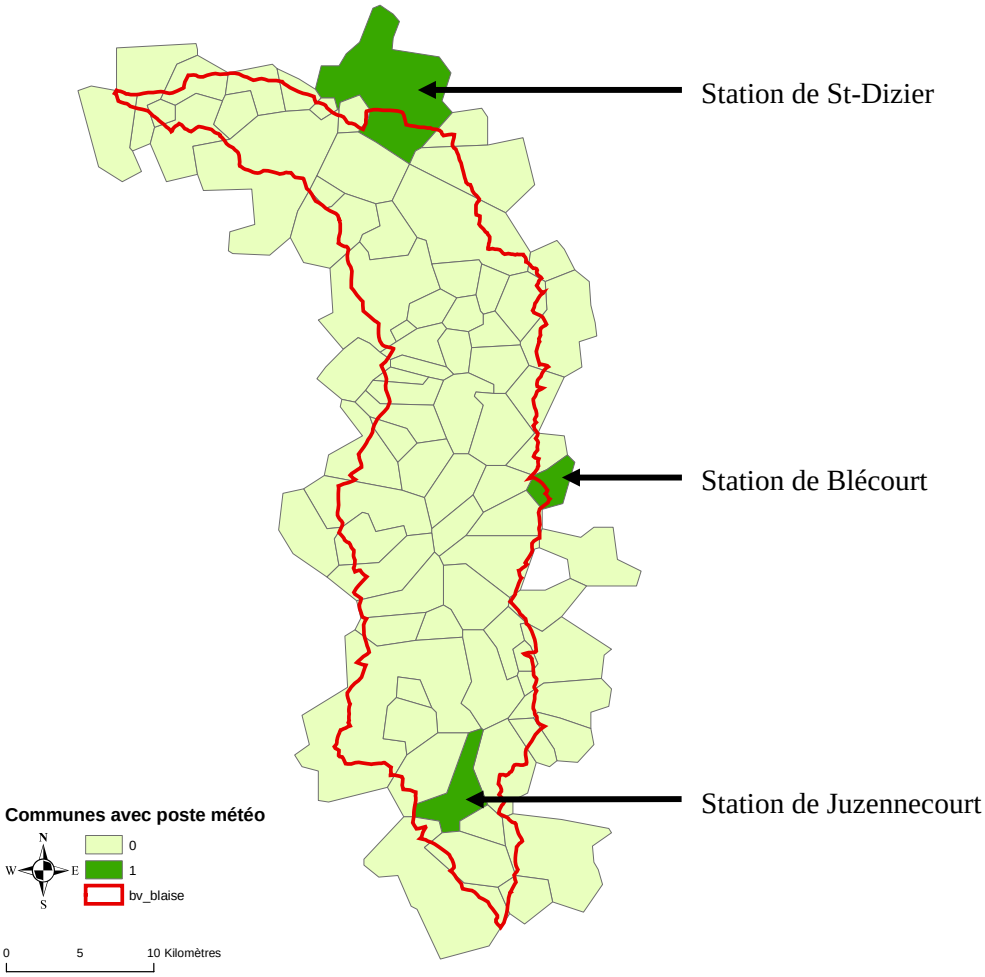


Figure 4 : Localisation des postes météorologiques dans ou à proximité du bassin de la Blaise

4. Conclusion

L'analyse des nombreuses données disponibles actuellement sur le bassin de la Blaise montre qu'une utilisation de STREAM n'est pas envisageable dans l'immédiat. Des analyses cartographiques et spatiales sont à poursuivre pour étendre la connaissance de la couverture pédologique du bassin. Des informations complémentaires sont en plus à acquérir pour connaître la variabilité spatiale et les propriétés hydrauliques de cette couverture pédologique, l'évolution des paramètres d'état de surface du sol au cours d'un cycle hydrologique, l'occupation du sol et les itinéraires techniques au cours d'une campagne culturale ainsi que la pluviométrie du bassin en quantité comme en intensité.

Cette acquisition de données complémentaires passe dans un certain nombre de cas par des campagnes de terrain pour mesurer par exemple la conductivité hydraulique à saturation à l'aide d'un infiltromètre de Guelph sur des types de sols homogènes ou encore suivre, à partir du début d'une campagne culturale, l'évolution des états de surface du sol sous l'action conjointe des précipitations et des pratiques agricoles. Certaines de ces mesures in situ doivent également être calées par des expérimentations au laboratoire.

Compte tenu de la quantité de données à compléter par des analyses cartographiques ou des suivis de terrain à renouveler plusieurs fois au cours d'une même campagne culturale voir deux campagnes successives, il n'est pas facile d'envisager la poursuite de l'acquisition des données manquantes en recourant à des stagiaires de 3ème cycle (Master recherche ou professionnel). En effet, les durées et périodes de stage sont incompatibles avec des suivis de terrain à effectuer sur une année complète. Par conséquent, il sera probablement nécessaire de recruter un CDD ou un thésard pour continuer le travail engagé si l'applicatif SENECAM doit absolument tourner sur ce bassin.

5. Remerciements

Plusieurs personnes ont été sollicitées dans le cadre de cette étude de faisabilité, et nous tenons ici à remercier tous particulièrement Catherine Mignolet de la station INRA de Mirecourt et Elisabeth Bienaimé de l'Equipe SIG de l'INRA de Nancy, à Champenoux pour nous avoir permis de consulter non seulement l'ensemble des données qui ont été recueillies mais aussi l'ensemble des traitements effectués par Agnès Moquet au cours de son stage en 2005.

6. Bibliographie

Cerdan O., Le Bissonnais Y., Souchère V., Martin P., Lecomte V., 2002a. Sediment concentration in interrill flow : interactions between soil surface conditions, vegetation and rainfall. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, 193-207.

Cerdan O., Le Bissonnais Y., Couturier A., Saby N., 2002b. Modelling interrill erosion in small cultivated catchments. *Hydrological Processes*, **16** (16), 3215-3226.

Dubreuil N., Le Bissonnais Y., Daroussin J., 2003. Cartographie des risques d'érosion dans le département de l'Aisne. *Rapport technique de l'INRA*, 48 p.

Le Bissonnais Y., Cerdan O., Lecomte V., Benkhadra H., Souchère V., Martin P., 2005. Variability of soil surface characteristics influencing interrill erosion processes in cultivated catchments. *Catena*, 62(2-3): 111-124

Moquet A., Bienaimé E., Benoît M., Mignolet C., 2005. Spatialisation de la sensibilité à l'érosion du bassin de la Blaise. *Rapport d'activité 2004 du PIREN Seine*. Axe thématique : Hydrologie et Agriculture, 9 p.

Moquet A., 2005. Cartographie du ruissellement et des caractéristiques des sols du bassin versant de la Blaise (Haute-Marne). *Mémoire de Mastère SILAT*, Montpellier, 27 p. + Annexes.

Souchère V., Sorel L., Couturier A., Le Bissonnais Y., Cerdan O., 2005. Application du modèle STREAM à l'échelle d'un bassin versant au cours d'un cycle Hydrologique. *Rapport d'activité 2004 du PIREN Seine*. Axe thématique : Développement et transfert des outils de modélisation, 32 p.

7. Annexes cartographiques

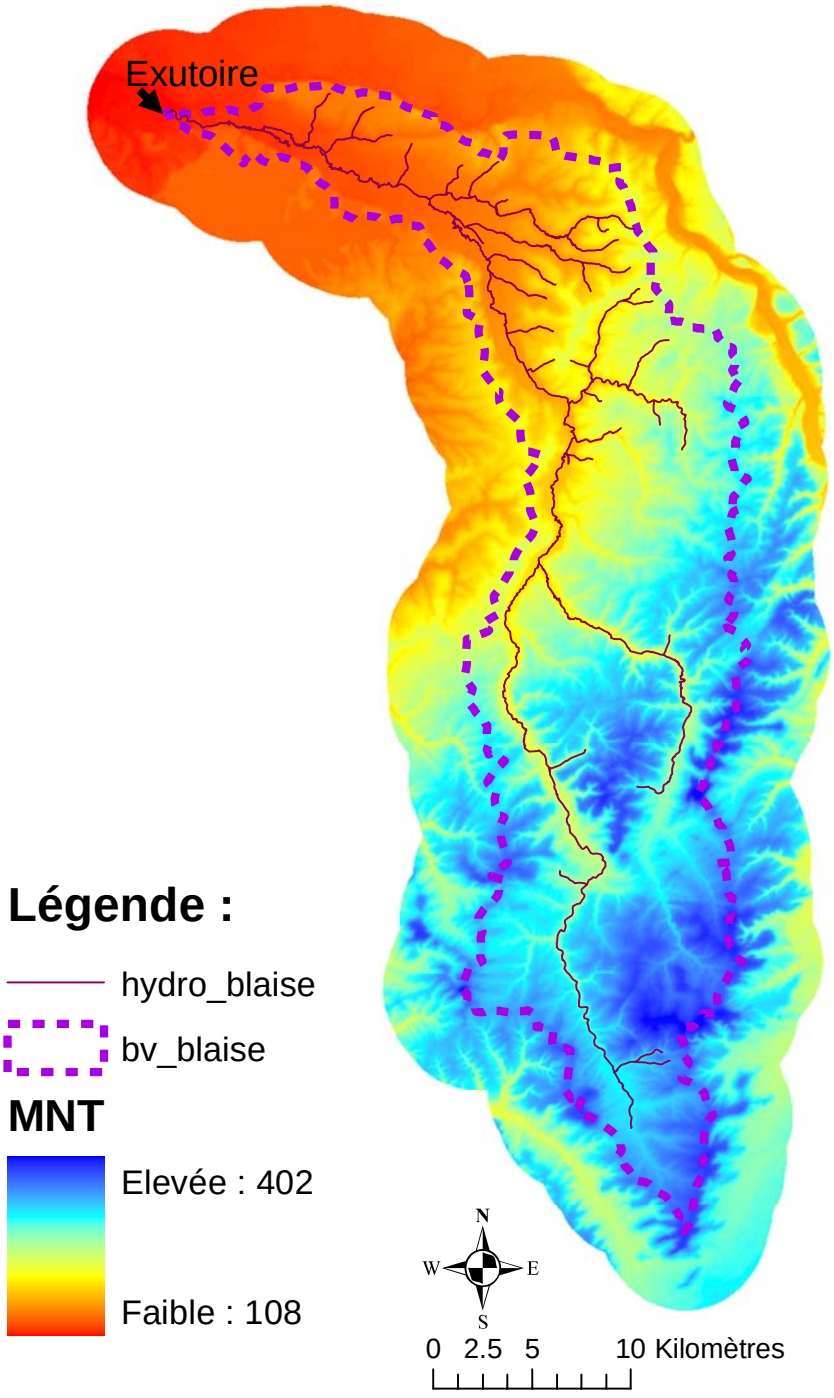


Figure 5 : Modèle Numérique de Terrain (Moquet, 2005)

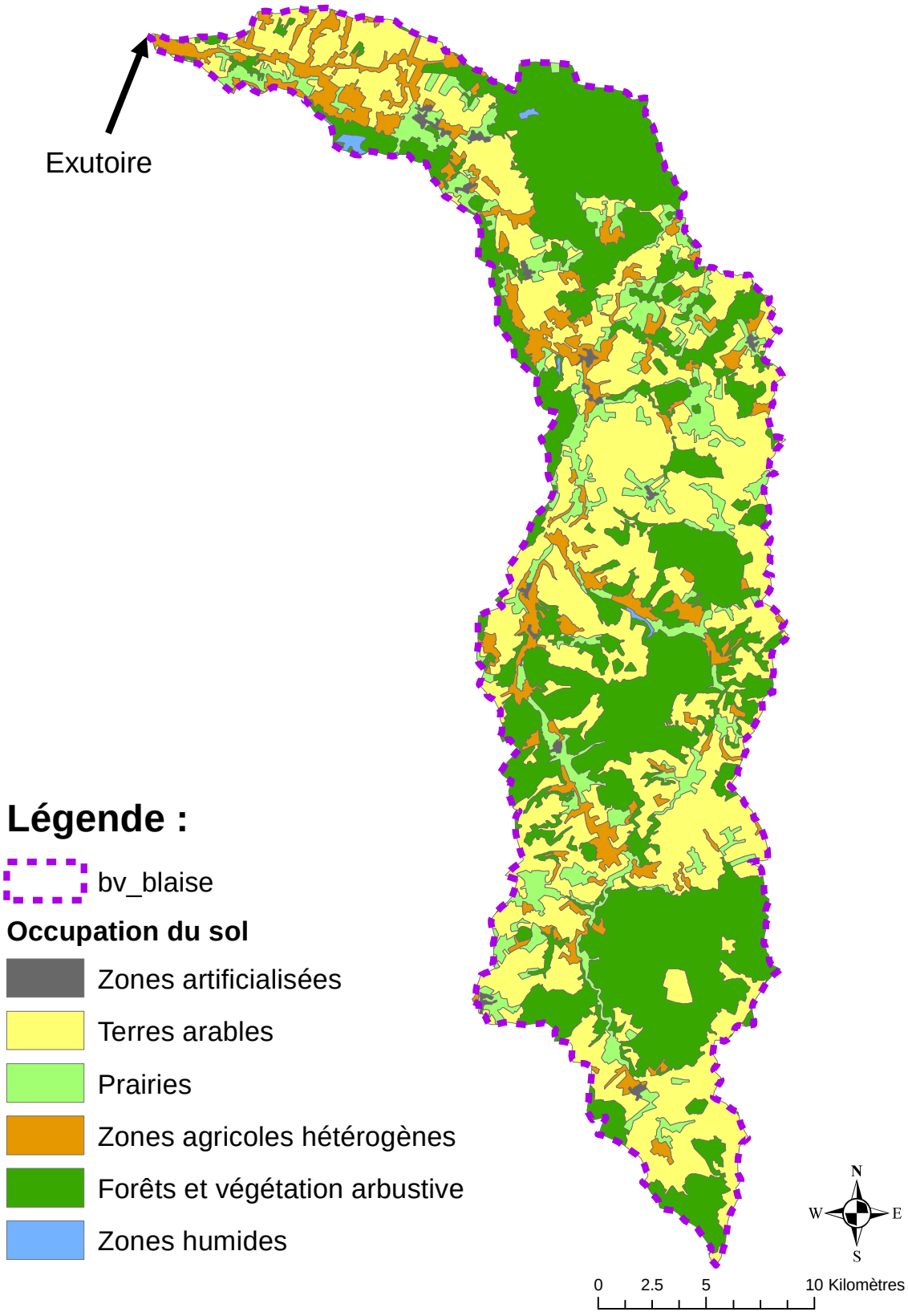


Figure 6 : Occupations du sol dérivées de Corine Land Cover (Moquet, 2005)

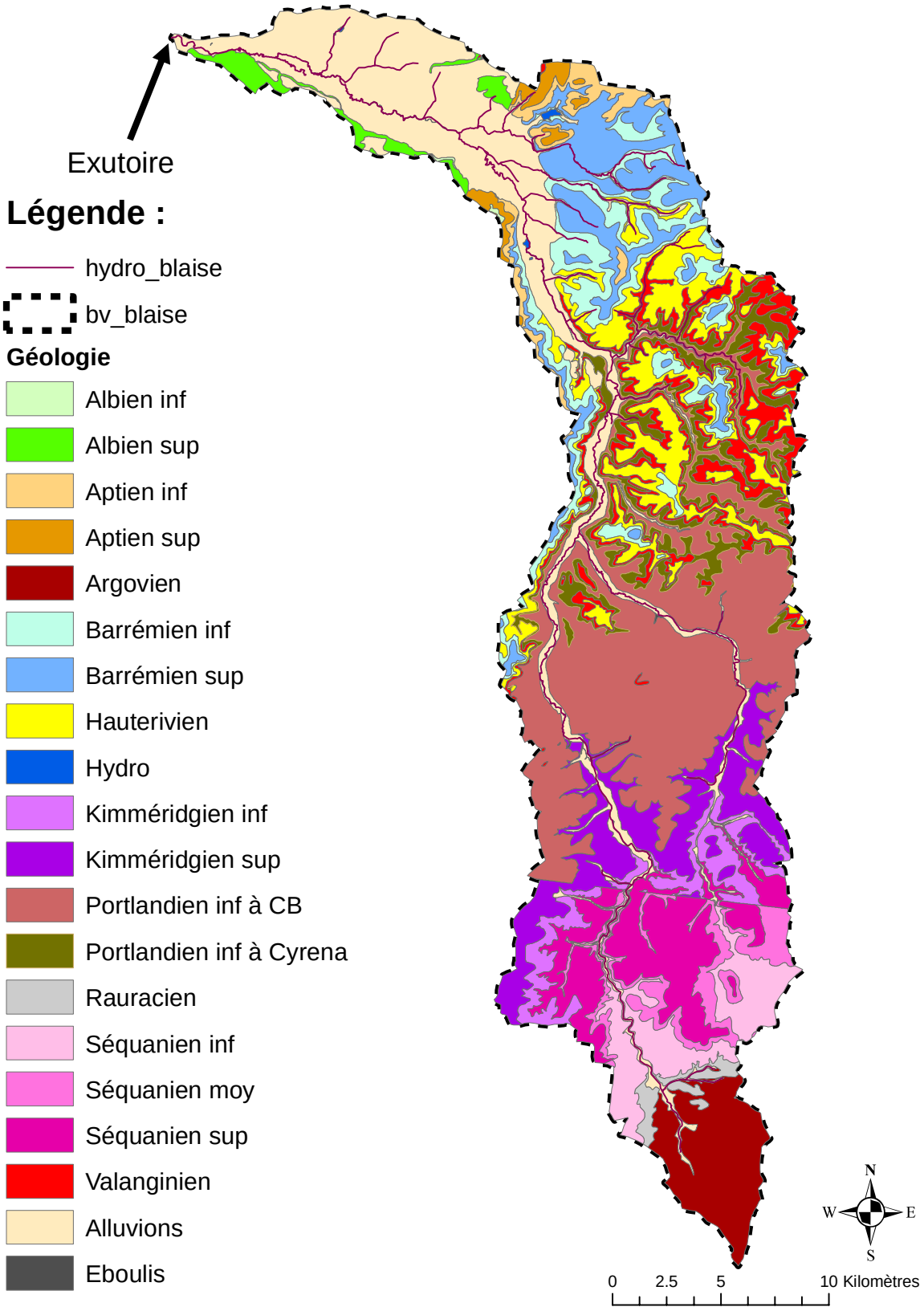


Figure 7 : Carte géologique (Moquet, 2005)

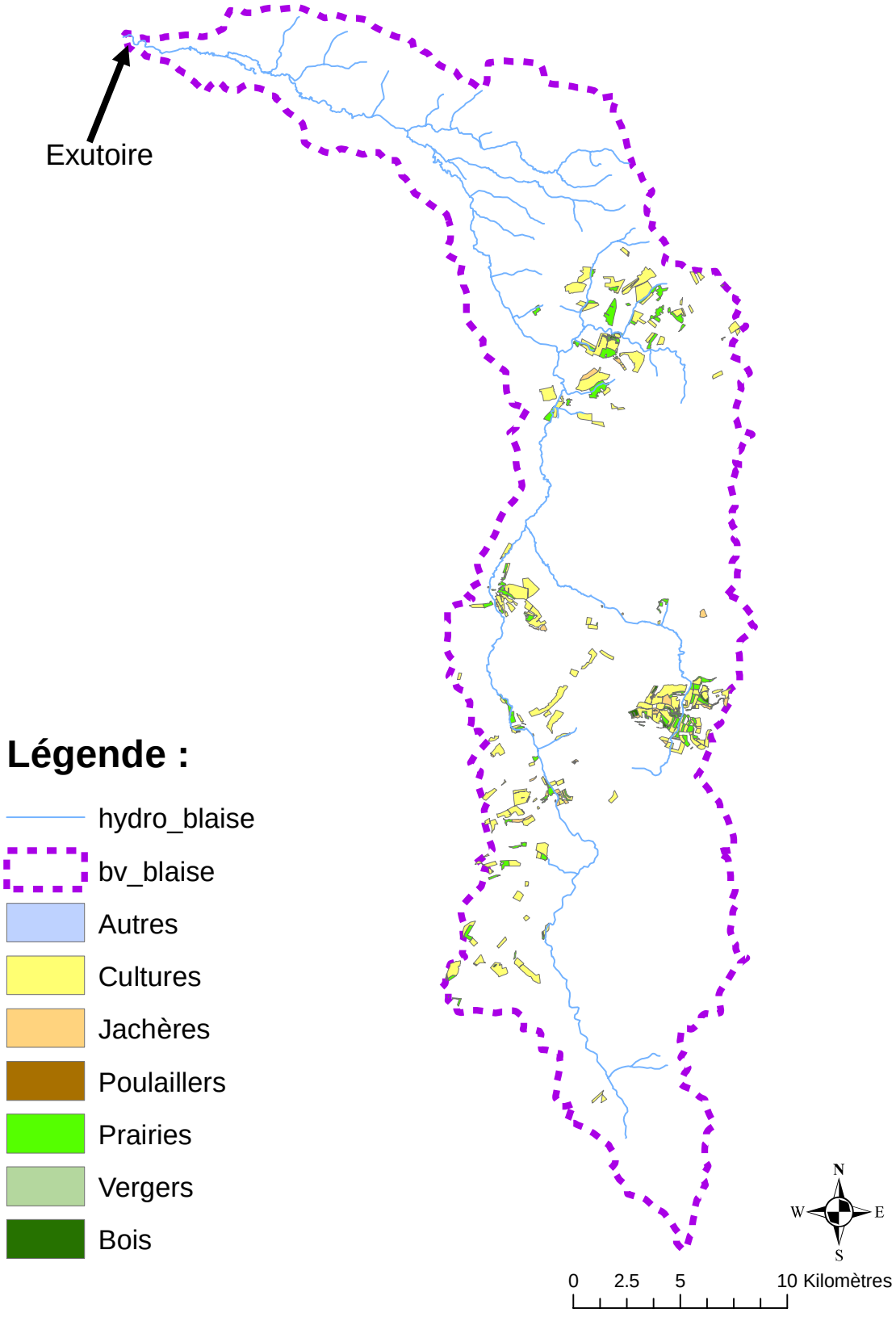


Figure 8 : Localisation et types de parcelle enquêtées par l'INRA de Mirecourt