HAL
open science

Impact de l'urbanisation sur le cycle hydrologique dans un bassin versant periurbain. Application au bassin de l'Yzeron - ouest lyonnais, France

S. Kermadi, F. Branger, Isabelle Braud, M. Labbas, C. Jacqueminet, K. Michel

To cite this version:

S. Kermadi, F. Branger, Isabelle Braud, M. Labbas, C. Jacqueminet, et al.. Impact de l'urbanisation sur le cycle hydrologique dans un bassin versant periurbain. Application au bassin de l'Yzeron - ouest lyonnais, France. XXVIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Sep 2013, Cotonou, France. p. - p. hal-00939209

HAL Id: hal-00939209

https://hal.science/hal-00939209v1

Submitted on 30 Jan 2014

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.

IMPACT DE L'URBANISATION SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE DANS UN BASSIN VERSANT PERIURBAIN. APPLICATION AU BASSIN DE L'YZERON - OUEST LYONNAIS, FRANCE

KERMADI S.[1], BRANGER F.[2], BRAUD I.[2], LABBAS M.[2], JACQUEMINET Ch.[1], MICHEL K[1]

[1]*Université de Lyon, UMR CNRS 5600 EVS, 18, rue Chevreul, F-69364 Lyon cedex, France, Saida.kermadi@univ-lyon2.fr*
[2]*Irstea Lyon, UR HHLY, 5 rue de la Doua CS70077 69626 VILLEURBANNE Cedex, flora.branger@irstea.fr*

Résumé : *L'urbanisation croissante, en particulier dans les zones périphériques aux grandes villes (zones périurbaines) a des conséquences sur le cycle hydrologique en modifiant l'infiltrabilité des sols, la recharge des nappes, ainsi que les chemins naturels de l'eau via les différents réseaux (routiers, eau potable, assainissement). Une modélisation à l'aide du modèle hydrologique distribué J2000 est mise en œuvre sur le bassin versant de l'Yzeron, en périphérie de Lyon, représentatif des bassins périurbains français. Nous montrons en particulier que l'urbanisation modifie les composantes des écoulements en accroissant le ruissellement de surface au détriment des écoulements de base ou de sub-surface (comparaison de simulations s'appuyant sur des cartes d'occupation du sol de 1990, 1999, 2008). La prise en compte des réseaux d'assainissement et des déversoirs d'orage dans la modélisation permettra d'améliorer la simulation des bilans hydrologiques dans le bassin.*

Mots clés *: périurbain, régime hydrologique, occupation des sols, imperméabilisation, modélisation hydrologique*

Abstract: Impact of urbanization on the water cycle of a periurban catchment. Application to the Yzeron catchment, west of Lyon, France. *Urban growth, in particular close to big cities impacts the hydrological cycle by modifying soil infiltration capacity, groundwater recharge, but also by modifying natural water pathways due to the various networks associated with urbanization (roads, drinkable and sewer networks). The distributed hydrological model J2000 is set up in the Yzeron catchment, close to Lyon city. We show that urban growth modifies the flow components by increasing surface runoff and decreasing base and sub-surface flows (comparison of simulations based on past land use mapping of 1990, 1999, 2008). The inclusion of sewer networks and sewer overflow devices in the model will improve the water balance simulations of the catchment.*

Keywords *: suburban, hydrological regime, land use, imperviousness, hydrological modelling*

Introduction

Le bassin versant de l'Yzeron (148 km^2), situé en périphérie immédiate de la ville de Lyon, est représentatif des bassins versants périurbains français. Il connaît, depuis les années 1970 une augmentation importante de son urbanisation (Kermadi et *al*., 2013), ce qui a des conséquences sur l'hydrologie, la géomorphologie et la qualité des cours d'eau périurbains qui le drainent (Lafont et *al*., 2006 ; Braud et *al*., 2013). Cette urbanisation se traduit notamment par l'extension des surfaces imperméabilisées en surface, et des réseaux d'assainissement en souterrain. Dans le cas de l'Yzeron, la présence d'un réseau unitaire et de déversoirs d'orages conduit à des rejets d'eau polluée directement dans les cours d'eau ce qui a des conséquences d'autant plus importantes sur les écosystèmes que les cours d'eau peuvent être à sec en été (Braud et *al*., 2013). La Directive Cadre Européenne sur l'Eau impose aux gestionnaires de revenir à un bon état écologique en 2015. Des actions doivent donc être menées pour limiter l'impact des eaux pluviales sur les cours d'eau. Les outils de modélisation hydrologique spatialisés, simulant l'ensemble du cycle hydrologique et capables de prendre en compte l'hétérogénéité très importante des bassins périurbains, peuvent apporter des éléments utiles au diagnostic et à l'évaluation de différents scenarii de gestion des eaux pluviales, dans un contexte d'urbanisation croissante.

Dans cette communication, nous présentons les résultats d'une étude menée avec le modèle hydrologique distribué J2000, sur l'impact de l'extension urbaine sur l'Yzeron de 1990 à 2008, sur la base de cartes d'occupation du sol issues d'images SPOT. Afin de pouvoir appréhender l'impact de l'urbanisation sur l'ensemble du cycle hydrologique et en particulier sur les écosystèmes, nous avons considéré des simulations continues, sur plusieurs années, et nous nous intéressons au régime hydrologique complet ainsi qu'aux bas débits, correspondant à la

période où les rejets des déversoirs d'orage impactent la qualité des cours d'eau périurbains. Dans ce qui suit, nous commençons par décrire le bassin étudié ainsi que la modélisation mise en œuvre. Puis nous présentons les résultats obtenus en termes de validation du modèle par rapport aux observations. Enfin, nous expliquons comment les différents scénarios d'urbanisation utilisés dans le modèle peuvent influencer les principales variables hydrologiques simulées.

1. Matériel et méthodes

1.1. *Présentation de la zone d'étude et des données disponibles*

Le bassin versant de l'Yzeron (148 km^2) est situé en périphérie de Lyon, dans les Monts du Lyonnais. L'altitude s'étend de 917 m dans la partie ouest jusqu'à un minimum de 162 m à l'exutoire, à la confluence avec le Rhône (Fig. 1). Les pentes les plus fortes se situent dans la partie ouest du bassin et le long du réseau hydrographique et les pentes les plus faibles dans la partie est. Le socle géologique se compose essentiellement de gneiss et de granite. La pluie moyenne annuelle est de 830 mm (Météo-France, 2012). Les températures moyennes annuelles minimales et maximales sont de 6.8 et 15.8 °C (Gnouma, 2006).

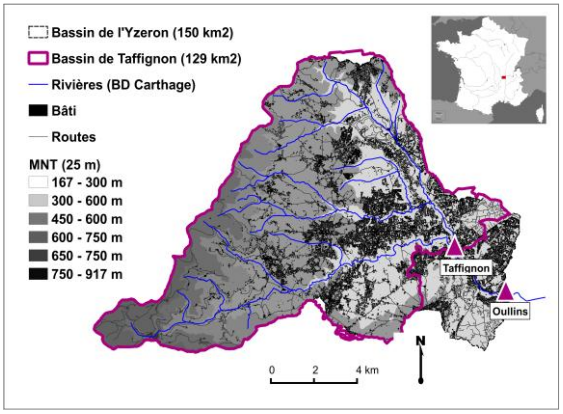


Figure 1. Présentation du bassin de l'Yzeron : topographie, réseau hydrographique et zones urbanisées (bâti et voirie). La station exutoire de Taffignon draine un sous-bassin de 129 km².

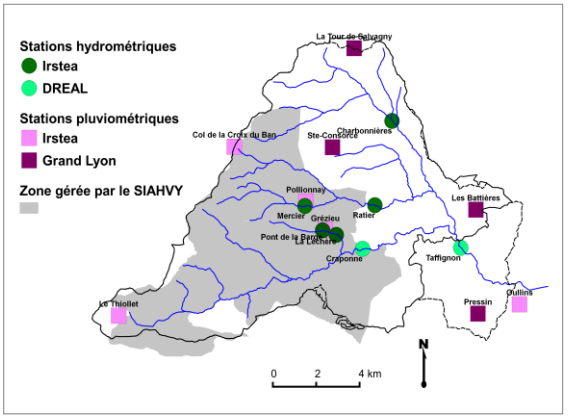


Figure 2. Localisation des stations pluviométriques (carrés) et hydrométriques (points). La zone grisée est la zone où le réseau d'assainissement est géré par le SIAHVY (Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Haute Vallée de l'Yzeron). Sur le reste du bassin, les réseaux d'assainissement sont gérés par le Grand Lyon.

Les stations de mesure de la pluie et des débits sont indiquées sur la figure 2. Quatre postes pluviométriques sont gérés par le Grand Lyon et sont en service depuis 1985 (Pressin, Battières, La Tour de Salvagny) ou 2002 (Ste-Consorce). Les cinq autres postes sont gérés par Irstea, et ont été installés en 1997 (Pollionnay, Grézieu), 2005 (Croix du Ban), 2006 (Oullins) et 2009 (Thiollet). Nous disposons aussi des réanalyses SAFRAN (Quintana-Segui *et al.*, 2008) produites par Météo-France sur une maille de 8x8 km^2 au pas de temps horaire de 1970 à 2010. Les données climatiques (rayonnement solaire, température, humidité spécifique de l'air, vitesse du vent) ont servi à calculer une évapotranspiration potentielle selon la méthode FAO (1998). Les stations hydrométriques enregistrent les niveaux d'eau à pas de temps variable. Ces derniers sont convertis en débits, moyennant des courbes de tarage établies à partir de jaugeages in situ. Les caractéristiques des stations hydrométriques sont résumées dans la Table 1. Le dispositif a été progressivement enrichi pour documenter des bassins emboîtés et/ou correspondant à des occupations des sols différentes.

Table 1. Description des stations hydrométriques du bassin de l'Yzeron.

Cours d'eau	Station	Surface drainée	Occupation des sols dominante	Période disponible	Gestionnaire

		(km^2)			
Yzeron	Craponne	48	Amont rural, aval urbain	1968-2012	DREAL
Yzeron	Taffignon	129	Amont rural, aval très urbanisé	1988-2012	DREAL
Mercier	Pollionnay	6.7	Amont forêt, aval cultures	1997-2012	Irstea
Chaudanne	Amont_DO	2.2	Amont cultures, aval urbanisé	1997-2001 ; 2005-2012	Irstea
Chaudanne	La Léchère	4.2	Amont culture, aval urbanisé	2005-2012	Irstea
Charbonnières	Charbonnières	22.9	Amont rural, aval urbanisé	2010-2012	Irstea
Ratier	Ratier	18.9	Amont rural, aval urbanisé	2009-2012	Irstea

Le bassin de l'Yzeron est complètement urbanisé à l'aval et, depuis les années 1970, des noyaux de périurbanisation remontent vers l'amont (Kermadi et *al*., 2013). Afin d'analyser l'impact de la définition de l'occupation du sol sur la modélisation, plusieurs cartes d'occupation du sol ont été réalisées. Sur l'année 2008, nous disposons de trois cartes d'occupation du sol produites à l'aide de trois capteurs différents (BDOrtho®IGN à 0.50 m ; images satellites Quickbird à 2.44 m et Spot à 2.50 m). La figure 3 présente les résultats de l'image SPOT. Quant à l'évolution de l'occupation du sol, elle est quantifiée à partir des images Spot de 1990, 1999 et 2008 (Kermadi et *al*., 2013). Après correction, tenant compte des différentes résolutions des trois dates, on note que les surfaces artificielles passent de 15,2 % de la surface du bassin en 1990, à 18,2 % en 1999 et 22,6 % en 2008 (Jacqueminet et *al*., 2011).

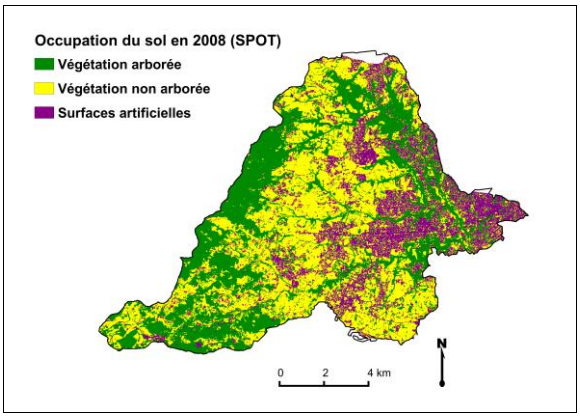


Figure 3. Carte d'occupation du sol obtenue à partir d'images SPOT à résolution 2.5 m et simplifiée en trois classes majoritaires.

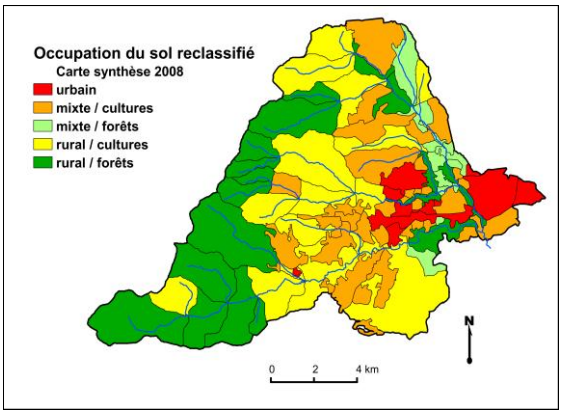


Figure 4. Modélisation avec J2000 : discrétisation du bassin en HRUs et classe d'occupation dominante pour chacun.

1.2. *Le modèle hydrologique*

La modélisation est mise en œuvre dans le modèle J2000 (Krause et *al*., 2006), conçu à l'origine pour de grands bassins à dominante rurale et fonctionnant au pas de temps journalier. La discrétisation de l'espace de J2000 s'appuie sur les HRUs (Hydrological Response Units, Flügel, 1995), pour lesquelles les processus hydrologiques sont supposés homogènes. A cette échelle, le modèle simule les processus d'interception, évapotranspiration, ruissellement, infiltration, percolation, écoulements dans la nappe. Les contributions à l'écoulement produites (ruissellement de surface, écoulement de subsurface et débit de base) sont ensuite routées de HRU en HRU et dans le réseau hydrographique.

Pour l'application de J2000 sur l'Yzeron, les HRUs ont été définies comme des sous-bassins drainant soit un brin de cours d'eau naturel, soit un brin de réseau d'assainissement connecté au réseau hydrographique naturel via un déversoir d'orage selon la méthodologie proposée par Jankowfsky et *al*. (2012). Cinq classes d'occupation du sol dominantes ont été définies en fonction du taux de surfaces imperméables (bâti et routes) de chaque sous-bassin et de la dominance du couvert végétal (cultures / forêt). Les paramètres caractérisant l'infiltration ont été déduits du taux d'imperméabilisation (Fig. 4 ; Jacqueminet et *al*., 2013 ; Branger et *al*.,

2013). Le travail présenté ici a pour objectif d'évaluer l'impact des modifications d'occupation du sol sur la réponse simulée, en comparant les simulations utilisant les cartes de 1990, 1999, 2008 (Branger et *al*., 2012). L'évaluation du modèle est conduite en comparant les régimes hydrologiques simulés et observés à l'exutoire, mais aussi dans des sous-bassins intermédiaires (Branger et *al*., 2013). Les composantes du débit (surface, sub-surface, débit de base) sont aussi examinées.

2. Résultats des simulations

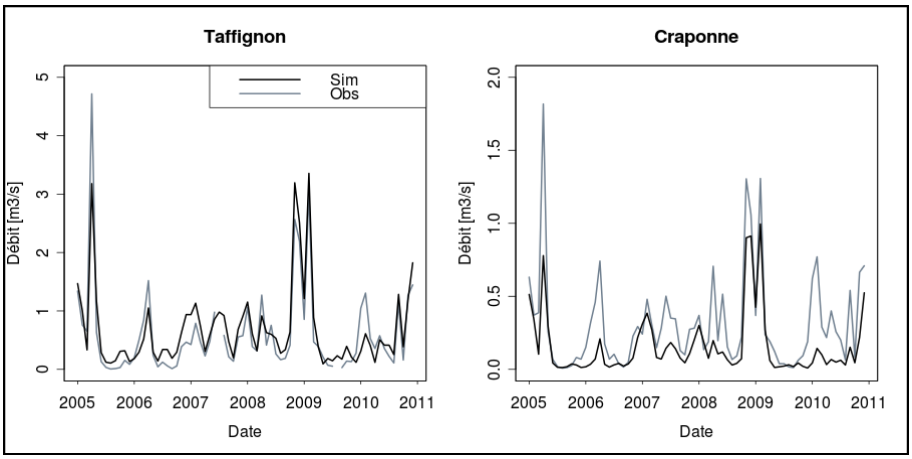


Figure 5. Débits moyens mensuels observés et simulés avec le modèle J2000 à pas de temps journalier à la station exutoire de Taffignon (gauche) et sur le sous-bassin de Craponne (droite).

La figure 5 montre la simulation des débits moyens mensuels à la station exutoire de Taffignon et à celle de Craponne. Les critères de Nash sur les débits mensuels (resp. journaliers) à ces stations sont de 0.82 (resp. 0.48) à Taffignon et de 0.46 (resp. 0.33) à la station de Craponne. D'une manière générale, le modèle tend à surestimer les débits sur les sous-bassins les plus urbanisés, et à les sous-estimer sur les sous-bassins ruraux comme Craponne. On peut expliquer la surestimation des petits pics de crue sur les bassins très imperméables par une représentation inadaptée des processus hydrologiques en milieu urbain. En effet, dans cette version du modèle 100% de l'eau ruisselée est dirigée vers la rivière, ce qui n'est pas le cas dans la réalité car certaines zones imperméables sont déconnectées du réseau d'assainissement. De plus, une fois dans le réseau, l'eau ne rejoint la rivière que lors d'une surverse d'un déversoir d'orage (le réseau majoritairement unitaire est connecté à une station d'épuration en dehors du bassin versant). Les plus gros événements de crue sont par contre sous-estimés sur les sous-bassins urbanisés comme sur les sous-bassins ruraux, sans qu'il soit possible pour l'instant d'attribuer des causes précises. Dans certains cas, une mauvaise mesure de la pluie peut en être la cause. Par exemple, pour la période de janvier-février 2010, les données de pluie sont très lacunaires sur le bassin et la sous-estimation du débit par le modèle n'est donc pas une surprise.

La figure 6 compare les simulations obtenues à l'exutoire avec le même forçage climatique (1998-2009) et les occupations des sols de 1990, 1999, 2008. Dans ce cas, seuls les paramètres liés à l'occupation du sol sont modifiés. Les changements apparaissent comme plus marqués entre 1999 et 2008 qu'entre 1990 et 1999. L'urbanisation croissante conduit, comme attendu, à une augmentation du ruissellement de surface, au détriment des débits de sub-surface et de base (Branger et *al*., 2012), même si le débit moyen annuel reste assez stable. Les variations saisonnières sont plus surprenantes au premier abord : l'urbanisation croissante induit des débits légèrement plus faibles en hiver et plus forts en été. Cela s'explique par la diminution du débit de base en 2008 par rapport à 1990 et 1999, qui est dominant dans l'écoulement en hiver, alors que le ruissellement de surface est plus important

tout au long de l'année en 2008. De plus, même si l'évapotranspiration potentielle est plus importante sur le scénario 2008 du fait d'une extension du couvert forestier par rapport à 1990 et 1999, l'évapotranspiration réelle se trouve limitée par une plus faible disponibilité de l'eau dans le sol, principalement à la fin du printemps (voir Fig. 6). Cela confirme que pour la carte de 2008, le débit d'été n'est pas dû à un écoulement continu lié à l'humidité du sol, mais à un plus fort ruissellement de surface généré sur les surfaces imperméables lors d'évènements pluvieux de type orageux.

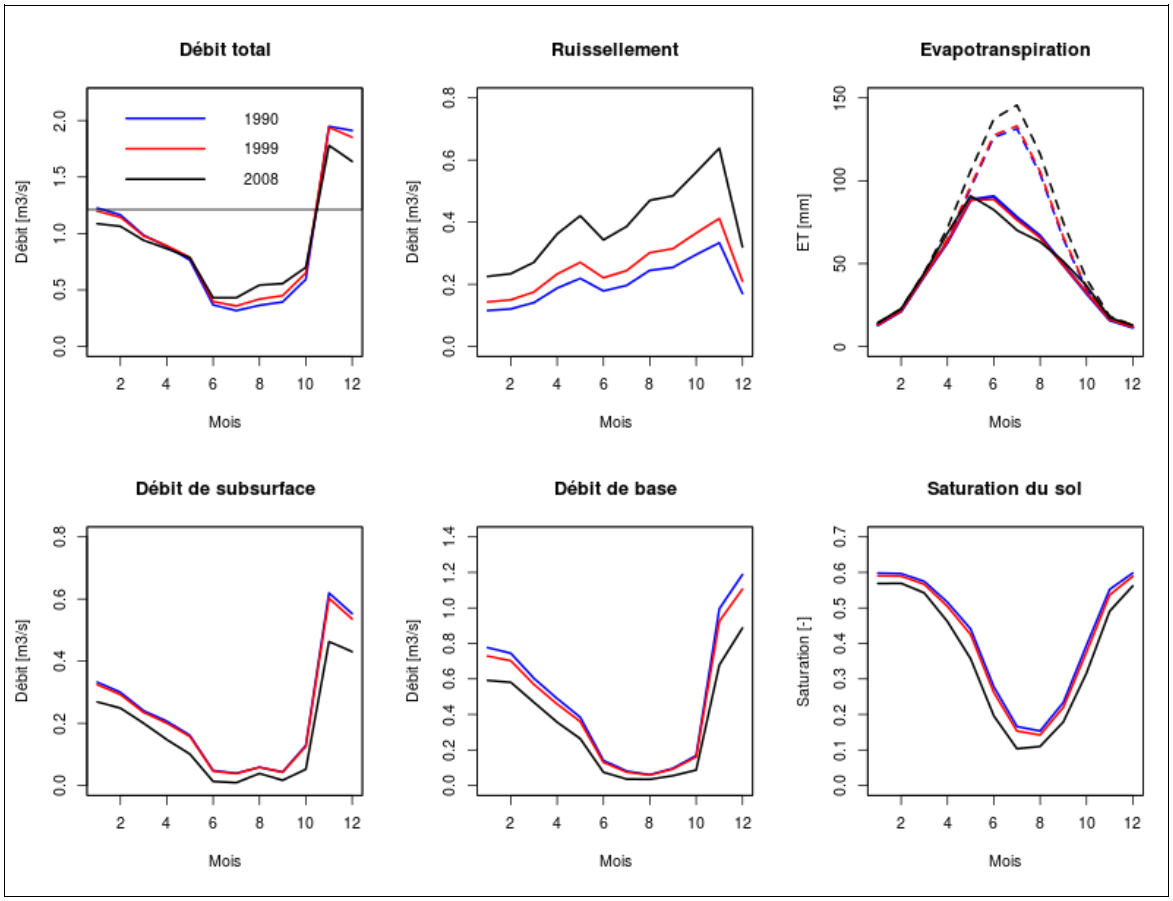


Figure 6. Comparaison des sorties simulées par le modèle J2000 à pas de temps journalier, avec les mêmes forçages climatiques de 1998 à 2009 et les cartes d'occupation du sol de 1990, 1998, 2008. Moyenne interannuelle du débit moyen mensuel à l'exutoire (en haut à gauche) et de ses composantes : ruissellement de surface (en haut au milieu), écoulement de subsurface (en bas à gauche), débit de base (en bas au milieu) ; cumul annuel moyen de l'évapotranspiration potentielle (pointillés) et réelle (traits pleins) (en haut à droite), moyenne interannuelle mensuelle du taux de saturation du sol (en bas à droite).

3. Conclusions

Cette étude confirme l'intérêt d'une modélisation hydrologique distribuée pour estimer l'impact de l'évolution de l'urbanisation sur le bilan hydrologique du bassin versant de l'Yzeron. Plus qu'une modification importante des débits à l'exutoire du bassin, le principal impact de l'évolution de l'urbanisation mis en évidence ici est un changement de la composition des écoulements, avec moins d'eau issue du sous-sol et plus de ruissellement de surface. Dans la mesure où ce ruissellement de surface transite par le réseau d'assainissement unitaire avant d'arriver à la rivière via les déversoirs d'orage, cela pose des problèmes de qualité de l'eau, surtout en été où le débit de base est très faible.

Le modèle J2000 doit encore être amélioré pour prendre en compte de façon plus appropriée les spécificités des bassins périurbains. Le modèle J2000P, utilisant un pas de temps plus court (horaire) mieux adapté aux temps de réponses rapides des surfaces urbaines, et disposant d'une représentation du réseau d'assainissement et des déversoirs d'orage, est en

cours de développement (Labbas et *al*., 2013). Afin d'améliorer la cohérence entre échelle temporelle de simulation et échelle spatiale, la prochaine étape du travail consistera aussi à raffiner le maillage à l'intérieur des sous-bassins en s'appuyant sur des méthodes de reclassification des cartes d'occupation des sols, permettant d'identifier des zones homogènes. On s'intéressera en particulier à la densité urbaine, facteur important à prendre en compte pour les simulations prévues intégrant la gestion des eaux pluviales.

Remerciements

Les travaux ont été soutenus par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) via le contrat n° ANR-07-VULN-01 (projet AVuPUR) et le programme EC2CO BIOHEFECT. Les images Spot ont été acquises dans le cadre d'un programme ISIS, Copyright CNES, Distribution Spotimage S.A. Nous remercions Météo France, la DREAL Rhône-Alpes, la direction de l'eau du Grand Lyon, le SIAVHY, le SAGYRC pour nous avoir fourni des données utilisées dans ces travaux. Le bassin de l'Yzeron fait partie de l'observatoire OTHU.

Bibliographie

Branger, F., Kermadi, S., Jacqueminet, C., Michel, K., Labbas, M., Krause, P., Kralisch, S., Braud, I., 2013. Assessment of the influence of land use data on the hydrology of a periurban catchment using a distributed modelling approach, *Journal of Hydrology*, in revision.

Branger, F., Kermadi, S., Krause, P., Labbas, M., Jacqueminet, C., Michel, K., Braud, I., Kralisch, S., 2012. Investigating the impact of two decades of urbanization on the water balance of the Yzeron peri-urban catchment, France, International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) 2012, Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany, R. Seppelt, A.A. Voinov, S. Lange, D. Bankamp (Eds.), , 8 pp.

Braud, I., Breil, P., Thollet, F., Lagouy, M., Branger, F., Jacqueminet, C., Kermadi, S., Michel, K., 2013. Evidence of the impact of urbanization on the hydrological regime of a medium-sized periurban catchment in France, *Journal of Hydrology*, 485, 5-23.

Flügel, W., 1995. Delineating hydrological response units by geographical information system analyses for regional hydrological modelling using PRMS/MMS in the drainage basin of the river Brol, Germany. *Hydrological Processes*, 9(3-4), 423–436.

FAO, 1998. Crop Evaporation - Guidelines for computing crop water requirements. 56, FAO, Rome ;

Gnouma, R., 2006. Aide à la calibration d'un modèle hydrologique distribué au moyen d'une analyse des processus hydrologiques: application au bassin versant de l'Yzeron, INSA, Lyon, France, 14 Novembre 2006, 412 pp.

Jacqueminet C., Kermadi S., Michel K., Chocat, B., 2011. Méthodes de cartographie de l'occupation du sol et de son évolution pour le suivi des phénomènes hydrologiques de bassins versants périurbains. Fiche technique OTHU n°24, 31-34.

Jacqueminet C., Kermadi S., Michel K., Béal D., Branger F., Jankowsky S., Braud I., 2013. Land cover mapping using aerial and VHR satellite images for distributed hydrological modelling of periurban catchments: application to the Yzeron catchment (Lyon, France), *Journal of Hydrology*, 485, 68-83.

Jankowfsky, S., Branger, F., Braud, I., Gironás, J., Rodriguez, F., 2012. Comparison of catchment and network delineation approaches in complex suburban environments: application to the Chaudanne catchment, France. *Hydrol. Process*. doi: 10.1002/hyp.9506.

Kermadi, S., Braud, I., Jacqueminet, C., Branger, F., Renard, F., Michel, K., 2013. Quels liens entre climatologie, occupation des sols et inondations dans le bassin versant de l'Yzeron (ouest Lyonnais) ? Apport de l'analyse conjointe de données hydroclimatiques et d'images satellitaires très haute résolution, *Climatologie*, sous presse.

Krause, P., Bäse, F., Bende-Michl, U., Fink, M., Flügel, W., Pfenning, B., 2006. Multiscale investigations in a mesoscale catchment - hydrological modelling in the Gera catchment, *Advances in Geosciences*, 9, 53-61.

Labbas, M., Branger, F., Braud, I., Kralisch, S., Jacqueminet, C., Kermadi, S., Michel, K., Joliveau, T., Dodane, C., Volte, E., 2013. Multi-scale approach to assess the impacts of land use evolution and rainwater management practices on the hydrology of periurban catchments : application to the Yzeron catchment (150 km^2), Novatech 2013, June 23-27, Lyon, France, 10 pp.

Lafont, M., Vivier, A., Nogueira, S., Namour, P., Breil, P., 2006. Surface and hyporheic oligochaete assemblages in a French suburban stream. *Hydrobiologia*, 564(1): 183-193.

Quintana-Segui, P., Le Moigne, P., Durand, Y., Martin, E., Habets, F., Baillon, M., Canellas, C., Franchisteguy, L., Morel, S., 2008. Analysis of near-surface atmospheric variables: validation of the SAFRAN analysis over France. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 92-107.

IMPACT DE L'URBANISATION SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE DANS UN BASSIN VERSANT PERIURBAIN : APPLICATION AU BASSIN DE L'YZERON - OUEST LYONNAIS, FRANCE

S. Kermadi, F. Branger*, M. Labbas*, I. Braud***
Ch. Jacqueminet et K. Michel****

saida.kermadi@univ-lyon2.fr
Université de Lyon, UMR CNRS 5600 EVS
18, rue Chevreul, F-69 364 Lyon - France

Avec les contributions de
*** Irstea** (Cemagref) : F. Branger, P. Breil, J. Dehotin, E. Gonzalez-Sosa, S. Jankowfsky, M. Lagouy, E. Leblois, C. Puech, M. Labbas
**** EVS :** C. Jacqueminet, D. Béal, J. Comby, C. Dodane, L. Grosprêtre, A. Honegger, T. Joliveau, S. Kermadi, P.O. Mazagol, N. Molines, K. Michel, F. Renard, L. Schmitt
IRSTV : K. Chancibault, H. Andrieu, E. Bocher, C. Furusho, L. Lettelier, J.Y. Martin, F. Rodriguez
HYDROWIDE : S. Debionne, P. Viallet
INSAVALOR : G. Lipeme Kouyi, B. Chocat, H. Bouthagane
ISARA : B. Sarrazin

PROJET AVuPUR

- **AVuPUR (**Assessing the Vulnerability of Peri-Urban Rivers)
Financement ANR : 2008-2011, coordonné par I. Braud – Irstea (Cemagref)

- **OBJECTIFS :**

  - Etude diachronique de l'occupation du sol pour comprendre l'évolution de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Yzeron

  - Construire des modèles hydrologiques spatialisés pour quantifier l'impact de l'urbanisation sur les composantes des écoulements

Plan de la communication

- Etude des liens entre climatologie, occupation des sols et inondations (Kermadi, S. et *al*, 2012, Revue *Climatologie*)

1. Contexte de l'étude et données
2. Présentation synthétiques de la cartographie de l'occupation du sol récente et passée : 1990, 1999 et 2008
3. Présentation du modèle hydrologique distribué J2000
4. Application du modèle dans le bassin de l'Yzeron et présentation des résultats de la modélisation hydrologique

Pourquoi s'intéresser à l'hydrologie du bassin versant de l'Yzeron ?

Pollution (*Photo, Cemagref*)

Ce bassin connaît plusieurs dysfonctionnements :

- Dégradation de la qualité de l'eau
- Erosion des berges et incision des lits des rivières
- Inondations de + en + fréquentes ➔ dégâts matériels importants

Erosion des berges (*Photo, Cemagref*)

Inondations Oullins (*Photo, Le Progrès*)

Spécificités du Bassin versant de l'Yzeron

- Situation du bassin : W de Lyon
- Dénivelé : 755 m (163 m à 918 m au SW)
- Pentes > 10% pour la moitié du BV
- Sol et sous-sol : faible capacité de stockage
  - Amont : sol peu épais sur socle granitique
  - Aval : forte urbanisation qui augmente l'imperméabilisation
- Précipitations moyennes ~ 800 mm/an
- Occupation du sol à gradient très marqué de l'amont vers l'aval
- Population : 165 000 hab (80% dans les communes de l'aval)

Les monts lyonnais avec forêts et agriculture

A l'aval, un environnement urbanisé (Oullins)
Source :Sagyrc

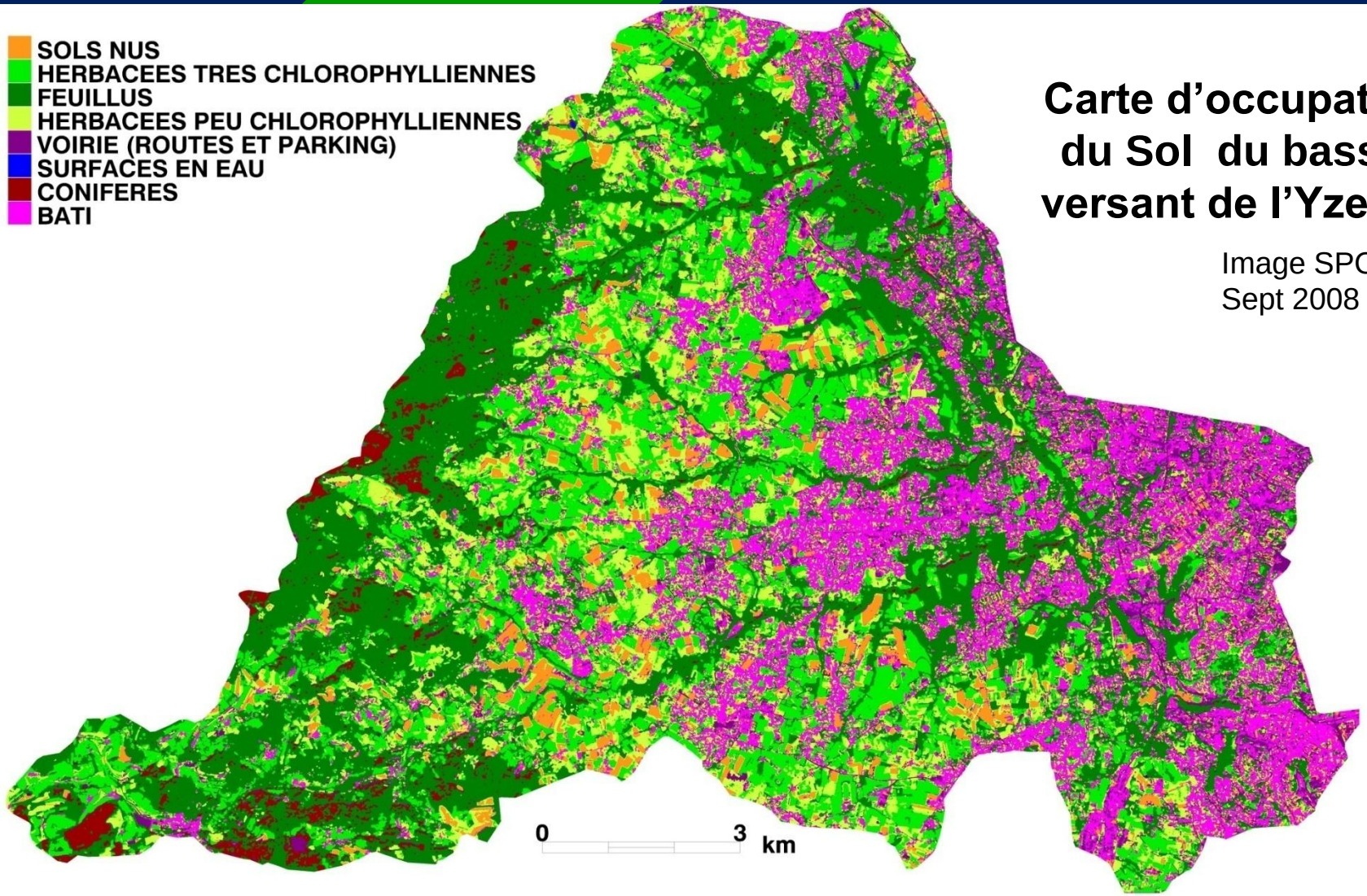
Données pour la cartographie de l'occupation du sol

	L.	Méthodes de traitement d'images	R.
BDortho IGN mai 2008	Visible	Approche orientée objet (Matlab)	0.50 m
Image Quickbird août 2008	Vis + PIR	Approche orientée objet (Definiens)	2.44 m
Image Spot5 **septembre 2008** **Images Spot 4 : 1990 et 1999** Programme ISIS	**Vis + PIR**	**Approche pixellaire (ENVI)**	**2.50 m** **10 et 20 m**

Reférences: (Jacqueminet et *al*., 2013) et (Branger et *al*., 2013) : Comparaison de l'apport des différentes données, revue *Journal of Hydrology*

Carte d'occupation du Sol du bassin versant de l'Yzeron

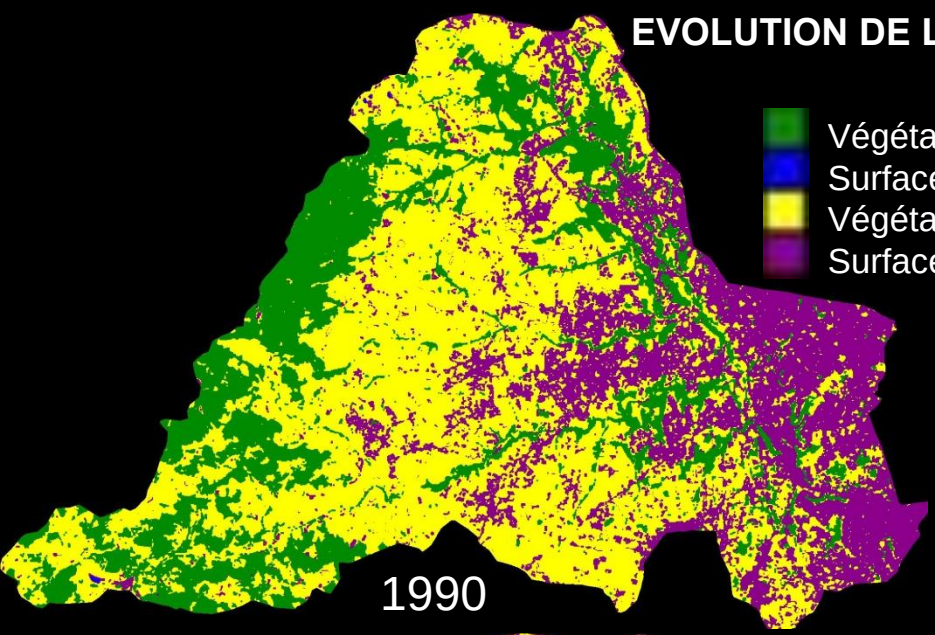
Image SPOT
Sept 2008

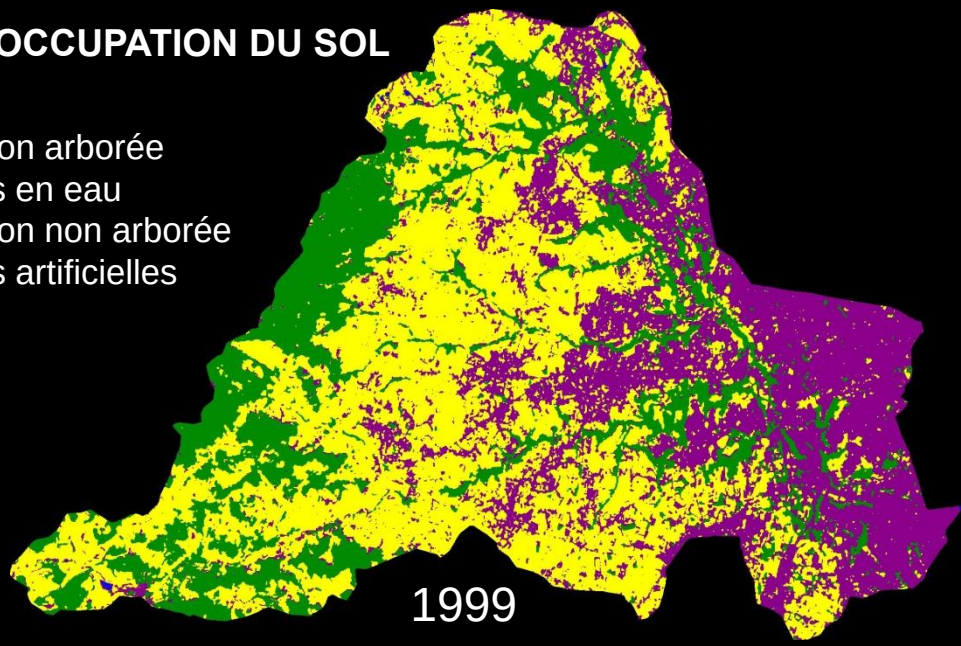


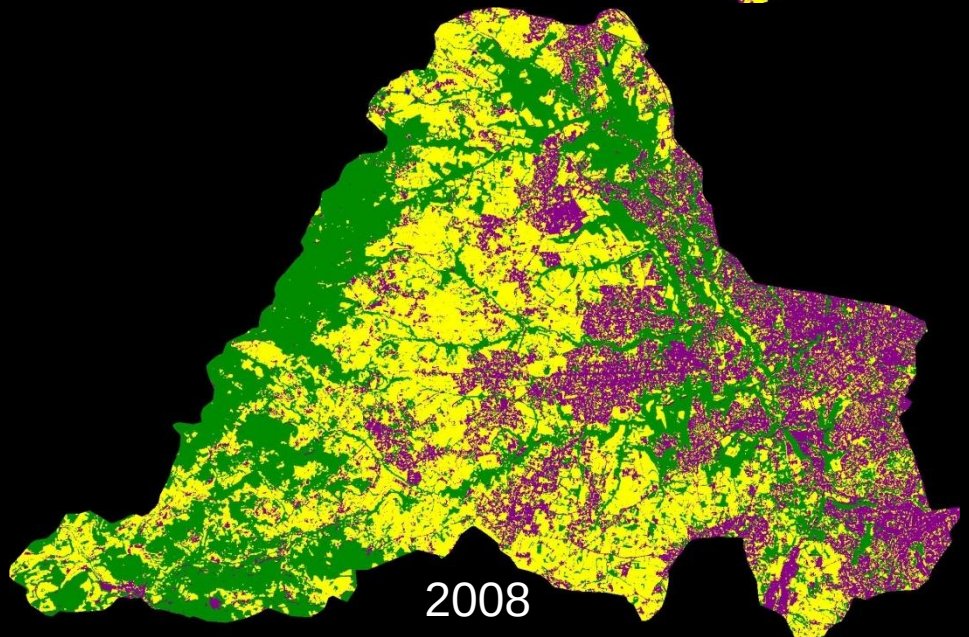
	SOLS A NU	HERBACEES TRES CHLOROPHYLLIENNES	FEUILLUS	HERBACEES PEU CHLOROPHYLLIENNES	SURFACES EN EAU	VOIRIE (ROUTES ET PARKING)	CONIFERES	BATI	TOTAL
SURFACE EN Km²	8,55	29,96	48,79	24,44	0,02	8,21	3,16	25,22	7 148,34
SURFACE EN %	5,8%	20,2%	32,9%	16,5%	0,0%	5,5%	2,1%	17,0%	100%

EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL

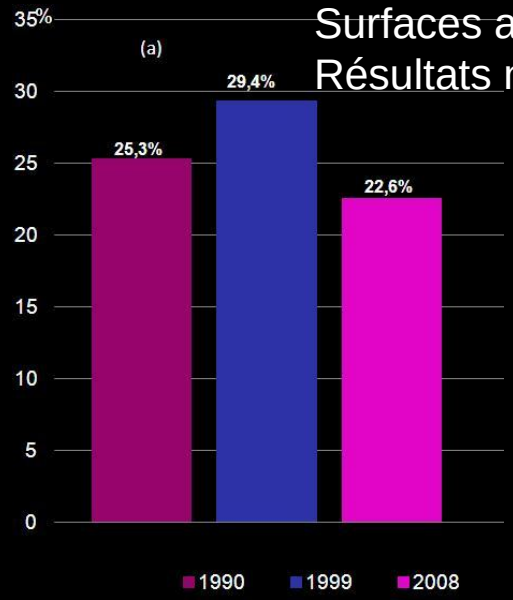
Végétation arborée
Surfaces en eau
Végétation non arborée
Surfaces artificielles



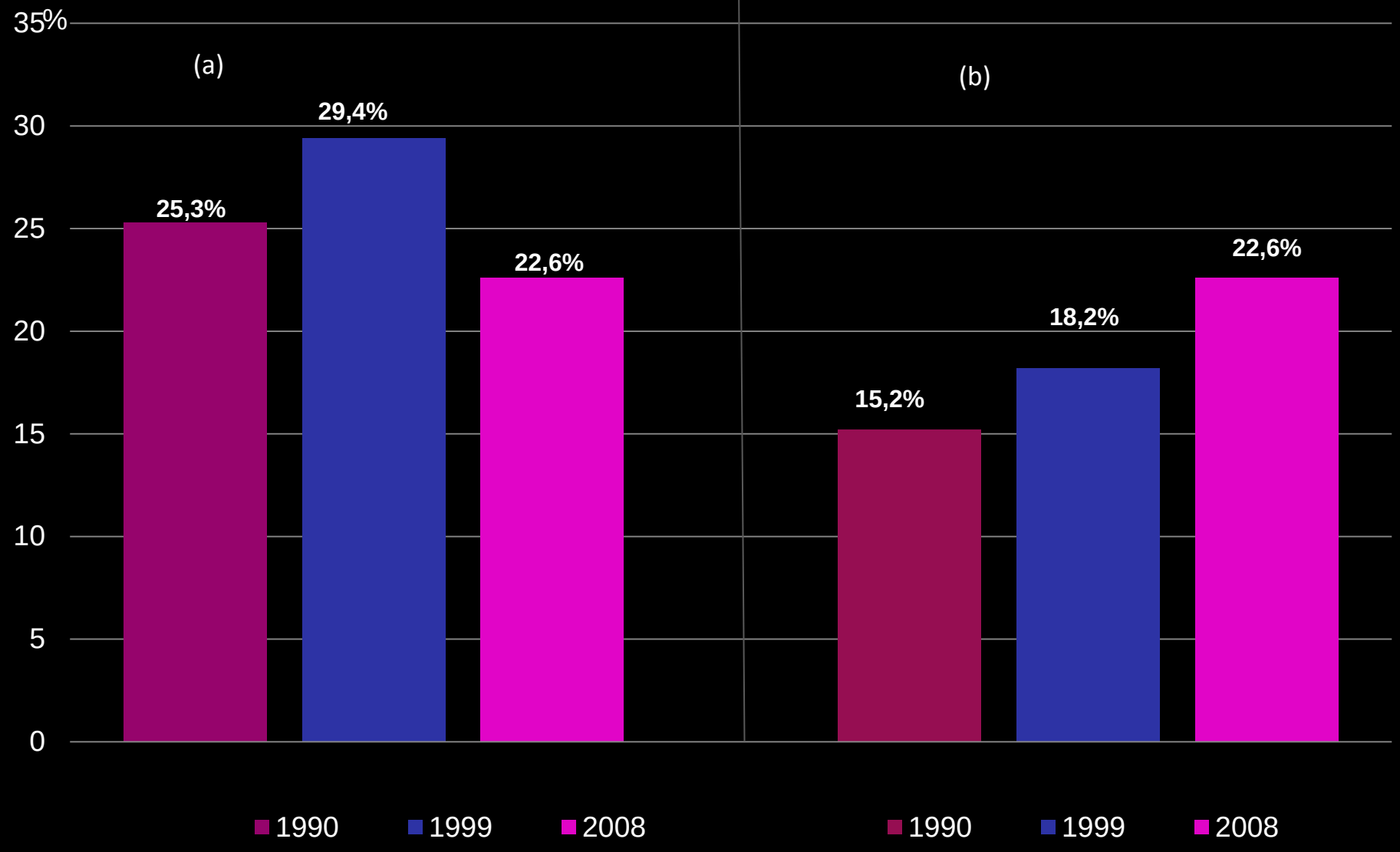




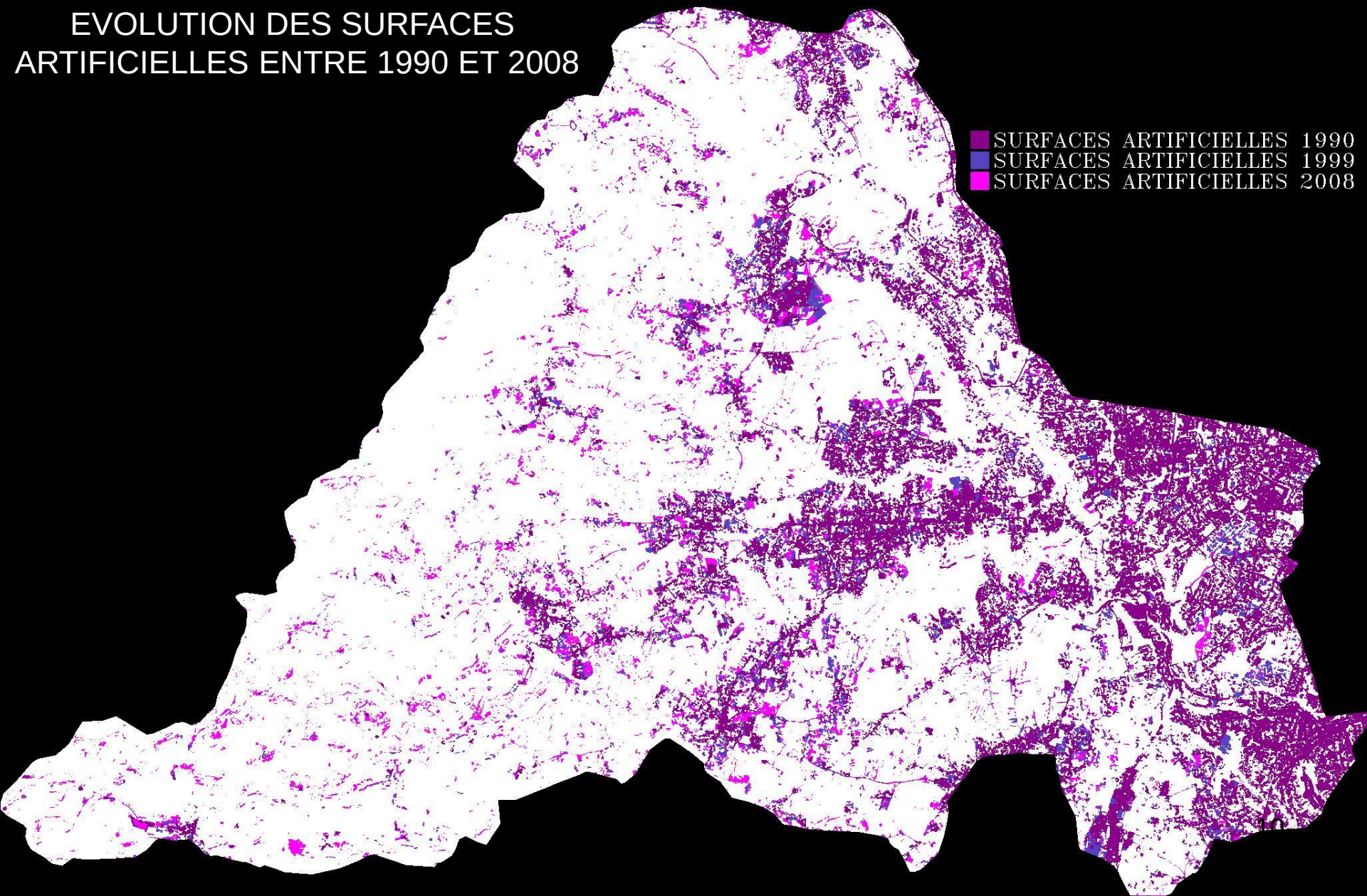
Surfaces artificielles
Résultats non corrigés



Superficie des surfaces artificielles :
a) valeurs brutes en 1990, 1999 et 2008 ; b) valeurs reclassées par arbre décisionnel

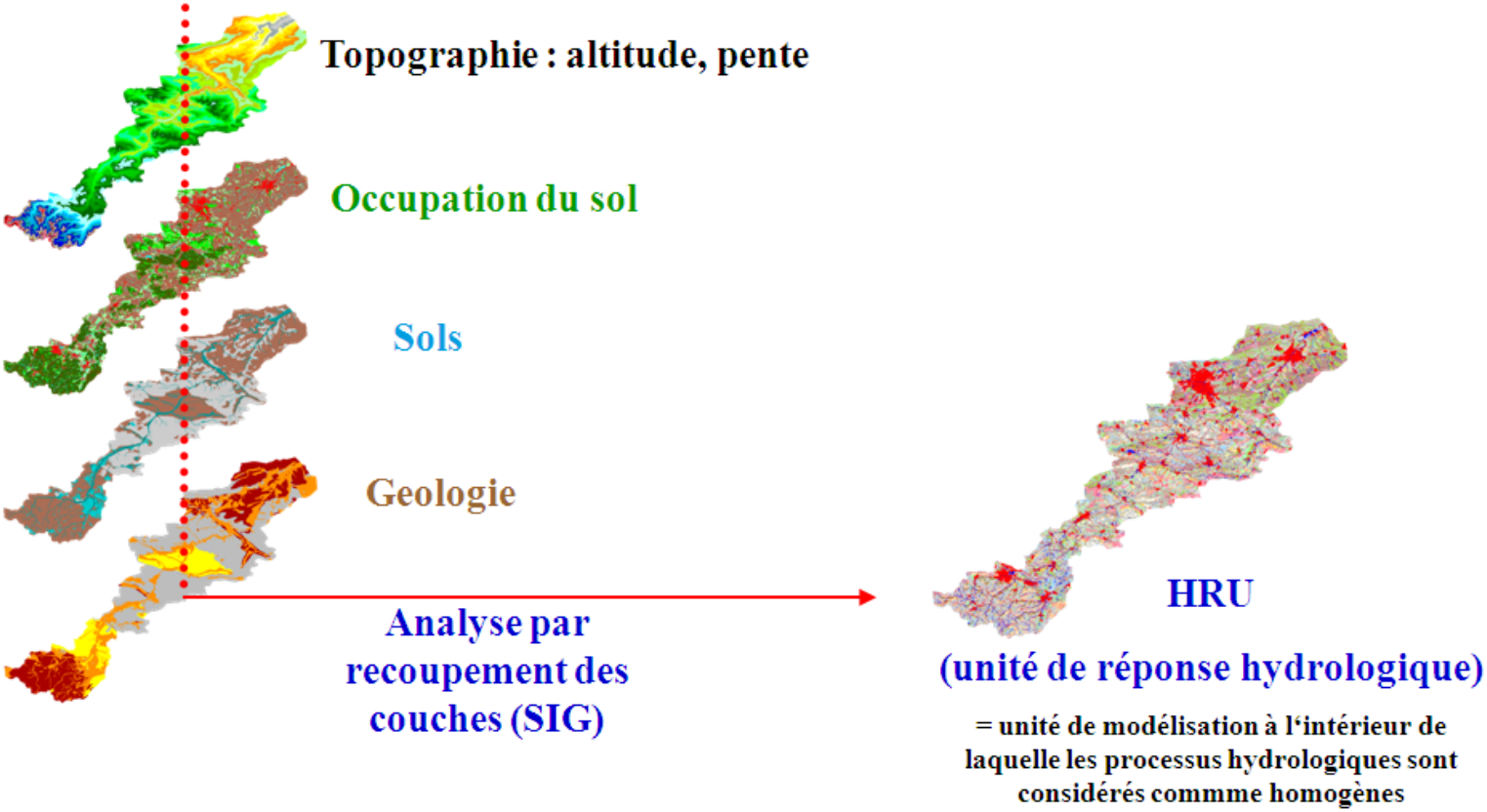


EVOLUTION DES SURFACES ARTIFICIELLES ENTRE 1990 ET 2008

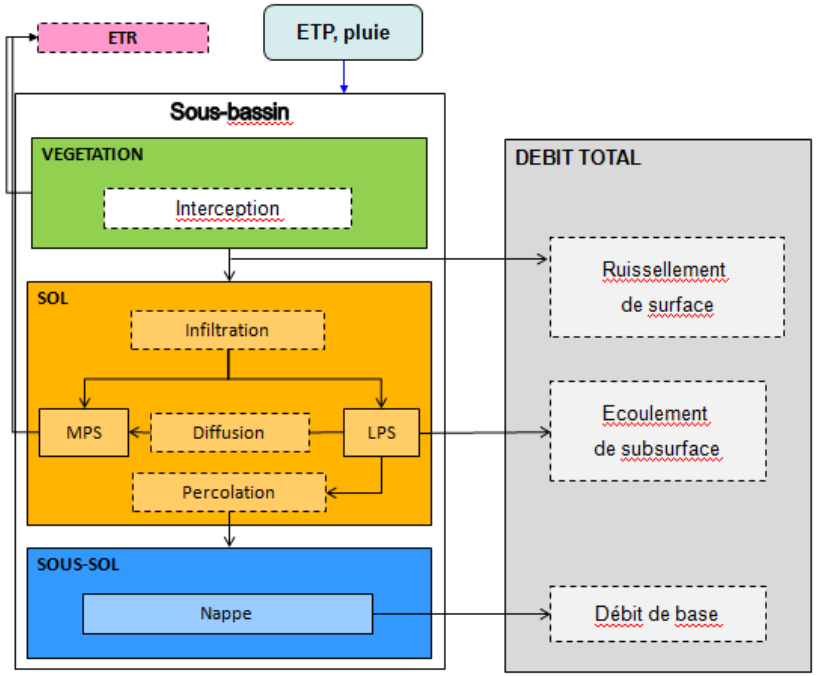


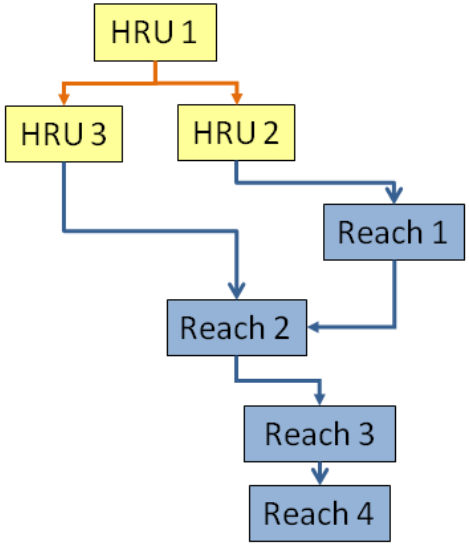
- **Le modèle J2000** **(Krause et al., 2006 Univ de Jena, Allemagne)**
  - Modèle hydrologique conçu à l'origine pour des grands bassins ruraux

- **Le modèle J2000** **(Krause et al., 2006 Univ de Jena, Allemagne)**
  - Modèle hydrologique conçu à l'origine pour des grands bassins ruraux
  - Modèle distribué en HRU (unité hydrologiquement homogène) (Flügel, 1995)



- **Le modèle J2000 (Krause et al., 2006 Univ de Jena, Allemagne)**
  - Modèle hydrologique conçu à l'origine pour des grands bassins ruraux
  - Modèle distribué en HRU (unité hydrologiquement homogène) (Flügel, 1995)
  - Modèle à réservoirs, basé sur une description physique des paramètres
  - Les paramètres hydrologiques sont définies pour chaque HRU selon le type de:
    - Végétation : interception, IF, système racinaire, stade phénologique
    - Sol : infiltration, diffusion et percolation, porosité du sol
    - Sous-sol : taille du réservoir de nappe, temps de séjour



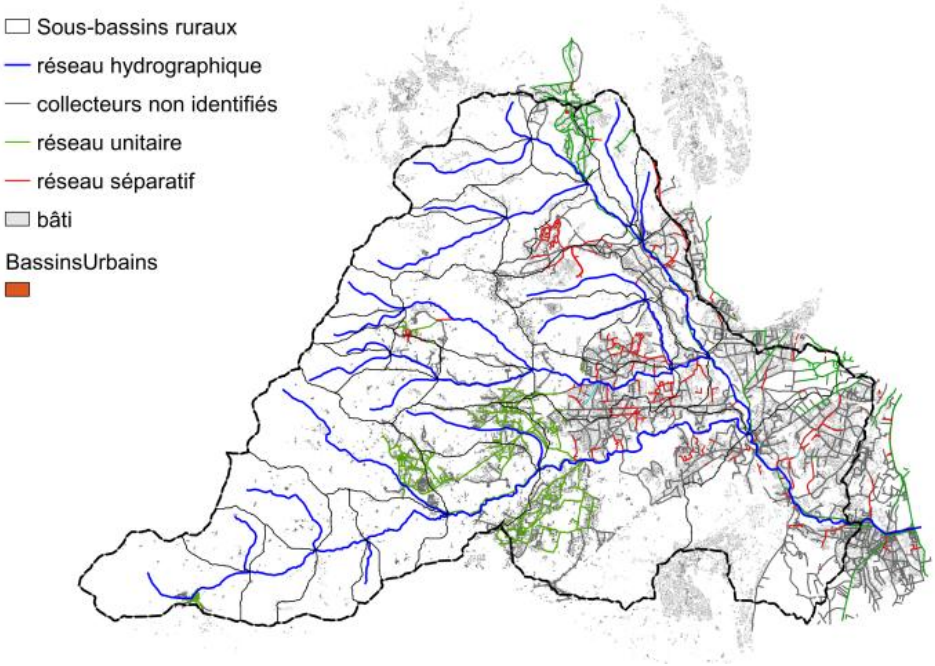


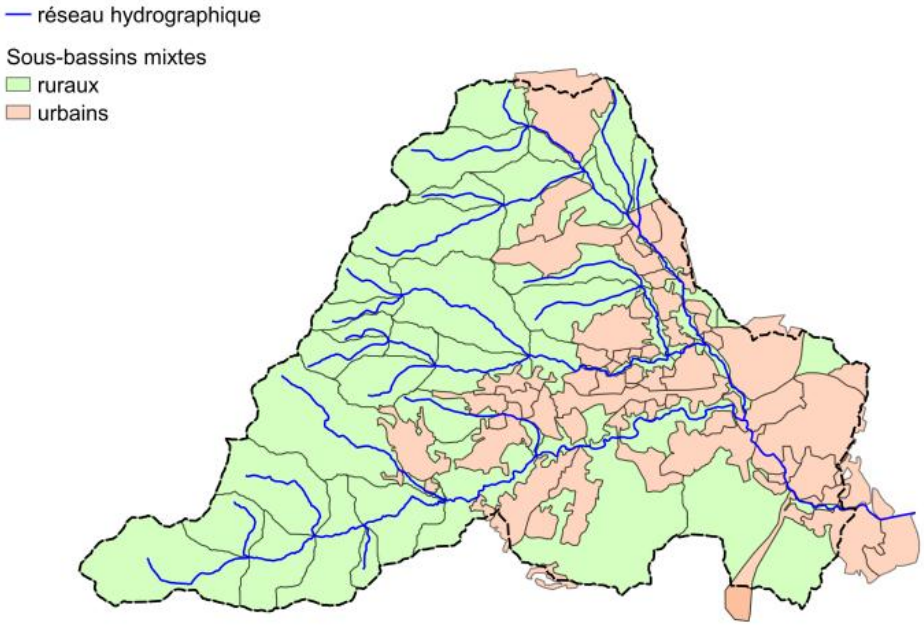
→ Production des écoulements pour chaque HRU à chaque pas de temps puis routage de ces écoulements dans la rivière jusqu'à l'exutoire

- **Le modèle J2000 (Krause et al., 2006 Univ de Jena, Allemagne)**
  - Modèle conceptuel conçu à l'origine pour des grands bassins ruraux
  - Modèle distribué en HRU (unité hydrologiquement homogène) (Flügel, 1995)
  - Modèle conceptuel, intégrant des paramètres physiques
  - Pas de temps fixe : mois, jour, heure
    - Pas de temps pour notre étude : le jour

Application de J2000 sur le bassin versant de l'Yzeron

- Découpage en HRU (sous bassins versants) en se basant sur :
  - BD Carthage : SS BV ruraux
  - Réseau d'assainissement : SS BV urbains

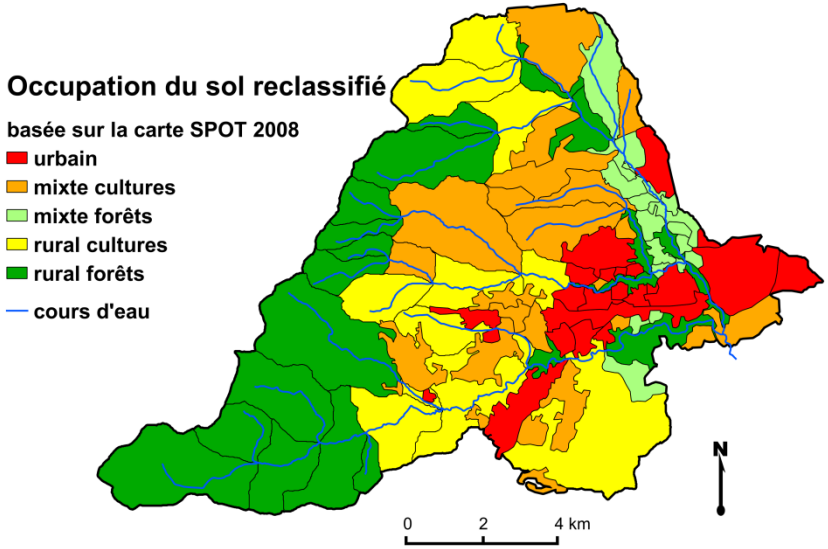




Application de J2000 sur le bassin versant de l'Yzeron

- Découpage en HRU (sous bassins versants) en se basant sur :
  - Topographie : SS BV ruraux
  - Réseau d'assainissement : SS BV urbains

- Paramétrisation de l'occupation du sol : 5 classes en fonction
  - Taux de surfaces imperméables
  - Dominance du couvert végétal (culture ou forêt)



C 1 urbain : urbain ≥ 50% ⇔ zone imperméable

C 2 mixte-rural : 10≤urbain<50% + maj cult ⇔ moyennement perméable

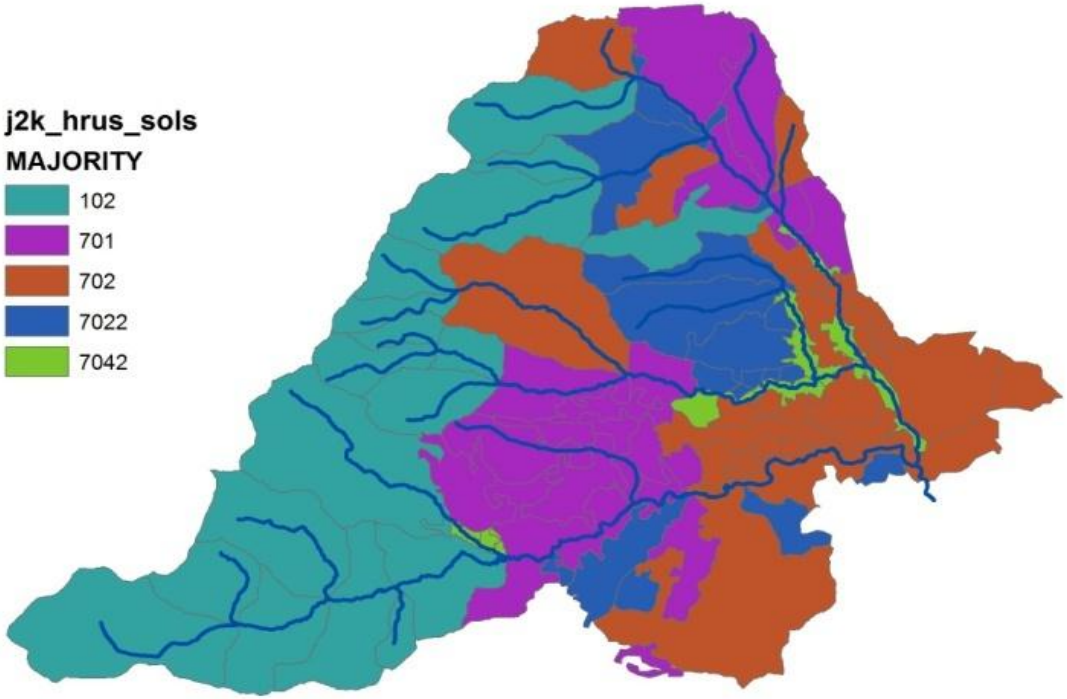
C 3 mixte-forêt : 10≤urbain<50% + maj forêt ⇔ moyennement perméable

C 4 rural-culture : urbain<10% + maj cult ⇔ zone perméable

C5 rural-forêt : urbain<10% + maj forêt⇔ zone perméable

Application du modèle au BV

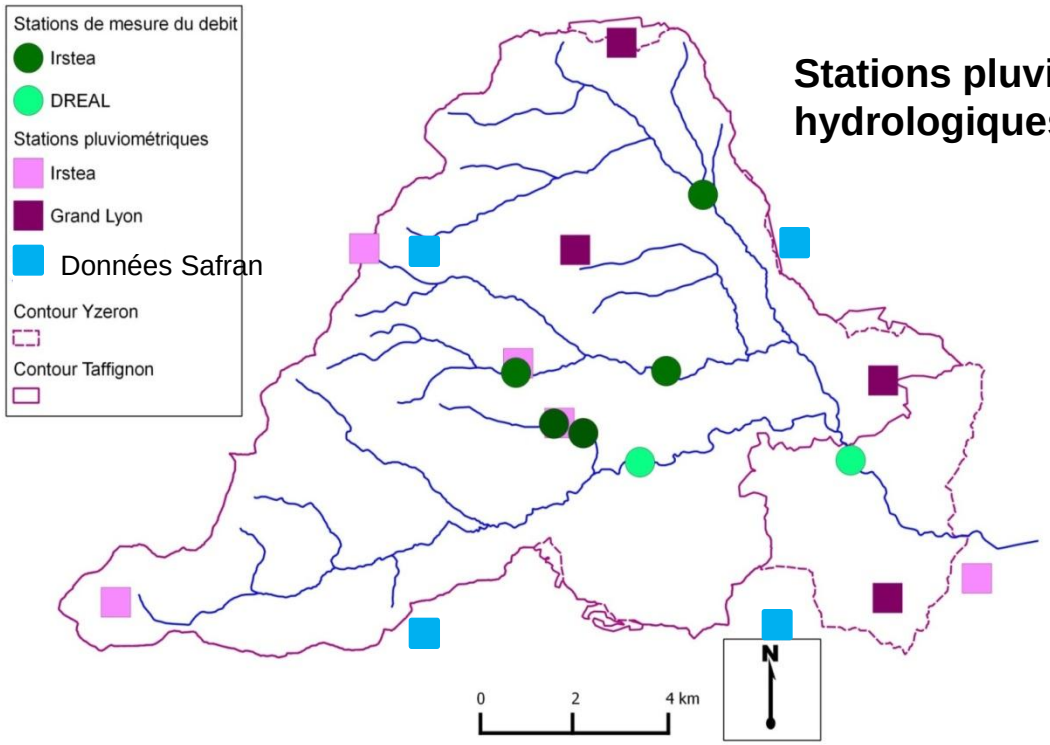
- Découpage en HRU en se basant sur la topographie et le réseau d'assainissemen
- Paramétrisation de l'occupation du sol
- Paramétrisation du sol en 5 classes (basée sur la BD DONESOL)



Carte de sol simplifiée pour J2000

Application du modèle au BV

- Découpage en HRU en se basant sur la topographie et le réseau d'assainissemen
- Paramétrisation de l'occupation du sol
- Paramétrisation du sol en 5 classes (basée sur la BD DONESOL)
- Forçages climatiques : ETP et pluie journalières de 1997 à 2010

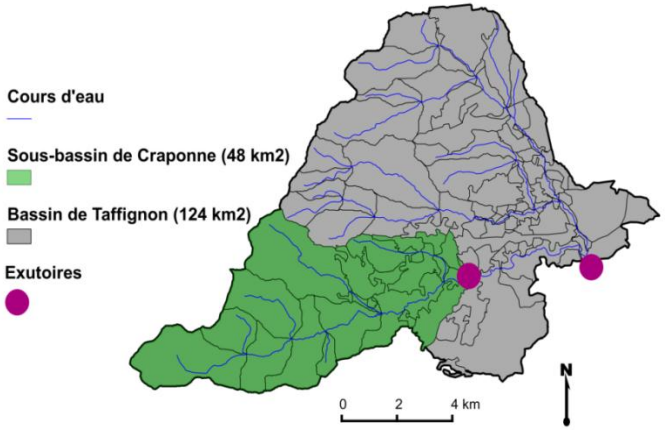


Stations pluviométriques et hydrologiques sur le BV Yzeron

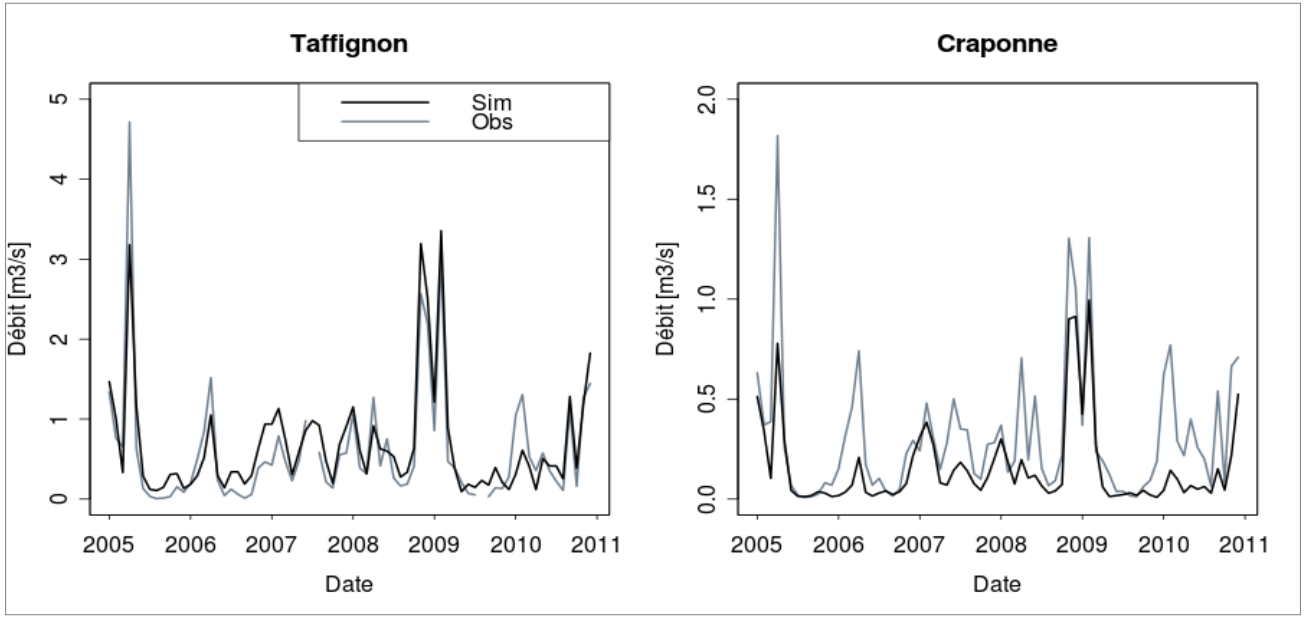
Stations pluviométriques : 7 à 27 ans
↳Nécessité d'utilisation de la station synoptique : **BRON**
Stations hydrologiques : 3 à 43 ans

Résultats des simulations dans deux sous-bassins emboités

– Carte OS 2008 + forçages 2005-2010

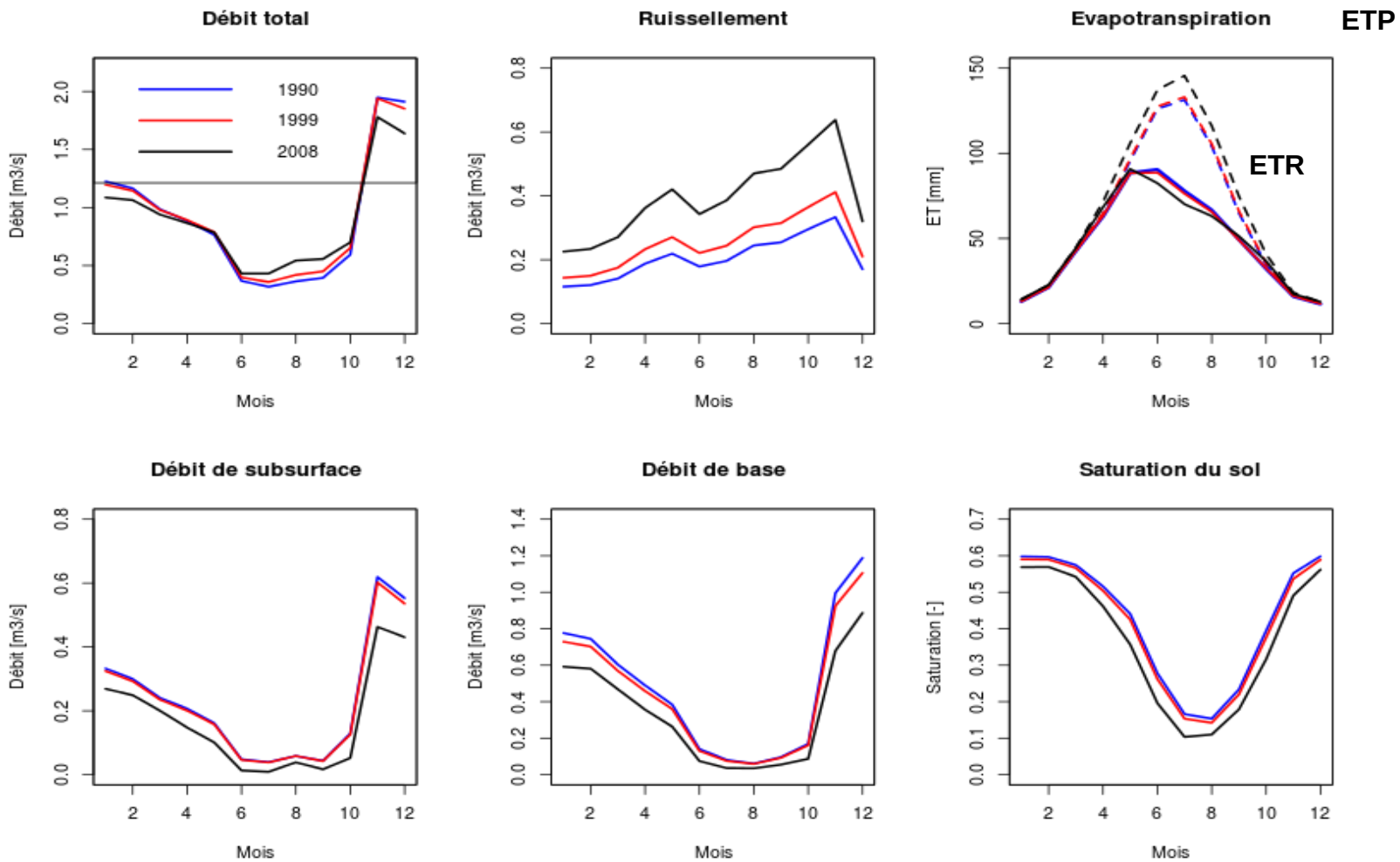


Débits moyens mensuels observés et simulés avec le modèle J2000 à pas de temps journalier



Résultats des simulations pour différents scénarios d'OS

– Carte OS 1990, 1998, 2008 + forçages 1998-2009



Conclusion

Cette étude a permis une meilleure connaissance géographique et hydrologique du bassin de l'Yzeron

- Une bonne caractérisation de l'occupation du sol : récente et passée
- Résultats très encourageants de la modélisation
  - Un accord satisfaisant entre débits simulés et observés
  - Une meilleure compréhension des processus hydrologiques du bassin de l'Yzeron
  - Une mise en évidence des changements des écoulements en lien avec l'évolution de l'urbanisation

Perspectives

- Amélioration de la cartographie de l'occupation du sol :
  - Utilisation de données satellites encore plus fines et une reclassification encore plus homogène
- Amélioration de la modélisation
  - Passage au pas de temps horaire mieux adapté aux réponses rapides des surfaces urbaines
  - Implémentation du réseau d'assainissement et des déversoirs d'orage

Merci pour votre attention

Saida.kermadi@univ-lyon.fr
Flora.branger@irstea.fr

http://jams.uni-jena.de/index.php?id=5581&L=2

Mettre réfs biblios cités dans la présentation?

2) Evapotranspiration

Données climatiques pour chaque maille :

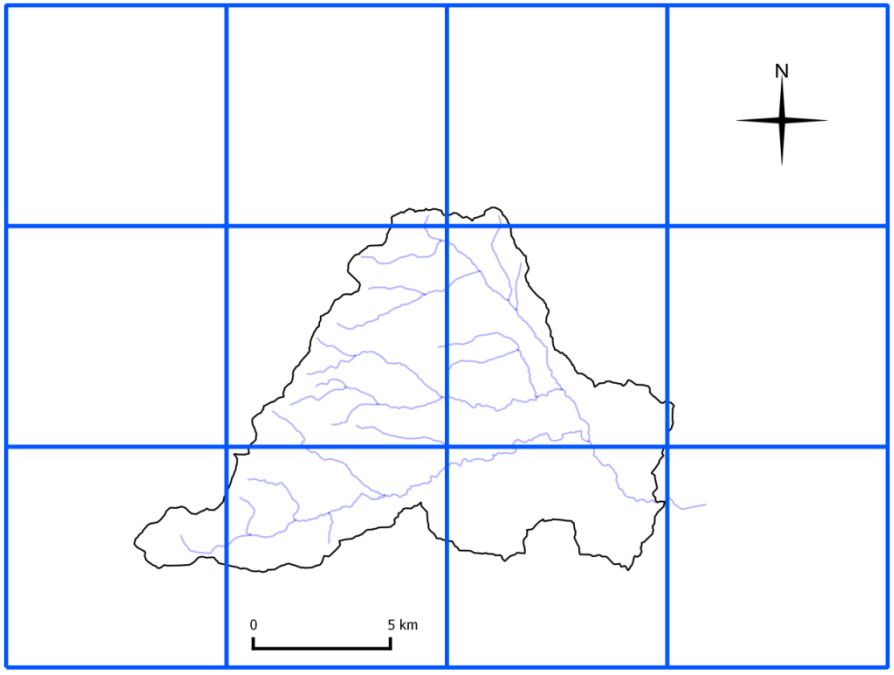
→ humidité, température, rayonnement, vent

→ issues de la base de données réanalysées SAFRAN de MétéoFrance (Vidal et al., 2010)

→ pas de temps horaire

→ disponible depuis 1970

→ résolution de 8*8 km^2



Calcul ETP :

→ Calcul de l'ET_{ref} via la méthode FAO (Allen, 1998) basée sur l'équation de Penman-Monteith (1965)

→ $ETP=Kc.Et_{ref}$ avec Kc coefficient cultural

Paramétrisation d'une HRU (maille, sous-bv) dans le modèle J2000

- **Géométrie**
  - Altitude moyenne, surface, pente, orientation

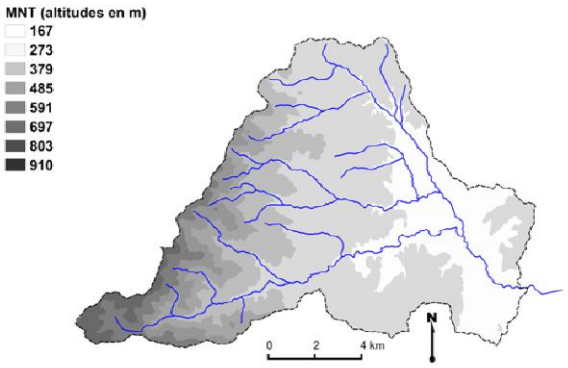
- **Topologie**
  - Connexion possible à 1 HRU, 1 brin de rivière

- **Paramètres hydrologiques**
  - Végétation : coefficient de culture (ETP=kc*ET0, 12 valeurs, 1 pour chaque mois)), indice foliaire ou LAI (4 dates), profondeur racinaire
  - Occupation du sol : coefficient d'infiltration (= % zones perméables sur la HRU)
  - Sol : Capacité au champ et capacité d'air (porosités du sol)
  - Sous-sol : taille et temps de transfert du réservoir de nappe souterraine
  - Gestion des eaux pluviales : répartition des contributions au débit vers la rivière et le réseau

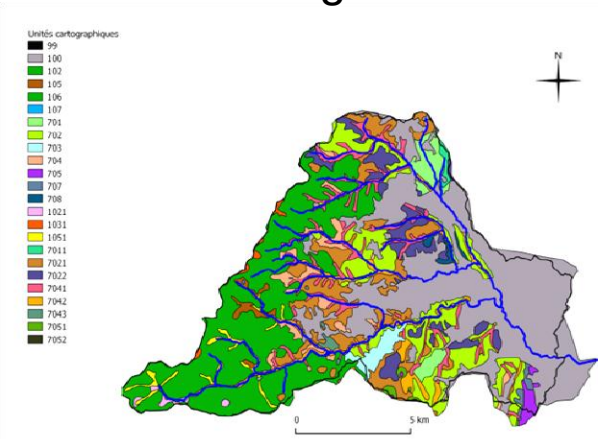
➔ Chaque HRU a une valeur pour chaque paramètre

Données servant à la paramétrisation du modèle et à son application au BV de l'Yzeron

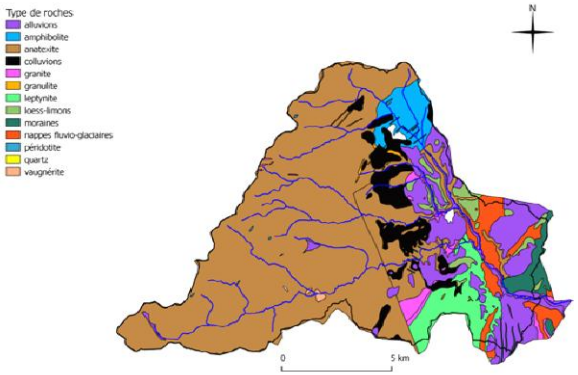
MNT et rivières



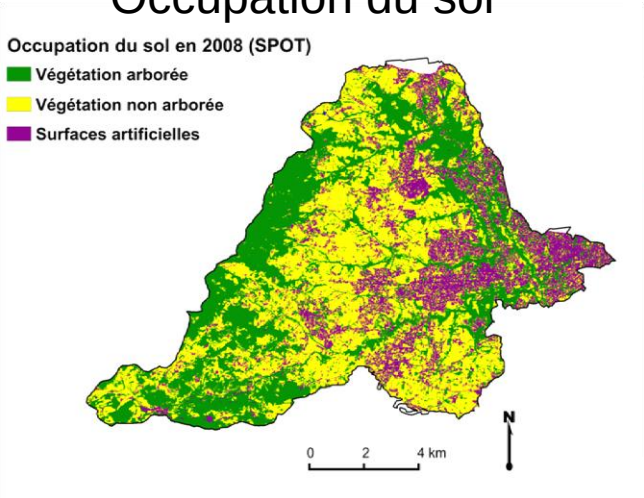
Pédologie



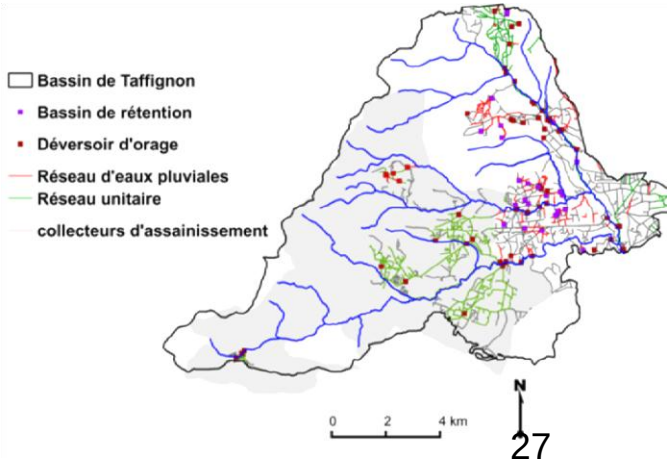
Géologie



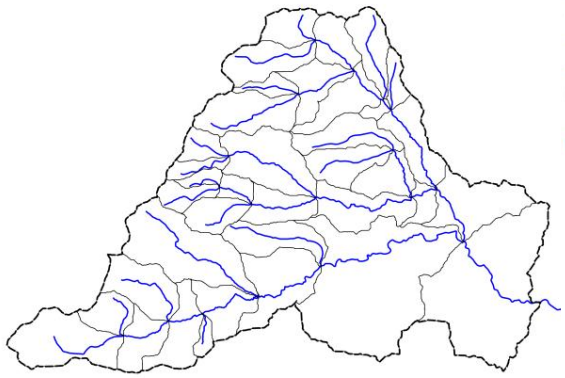
Occupation du sol



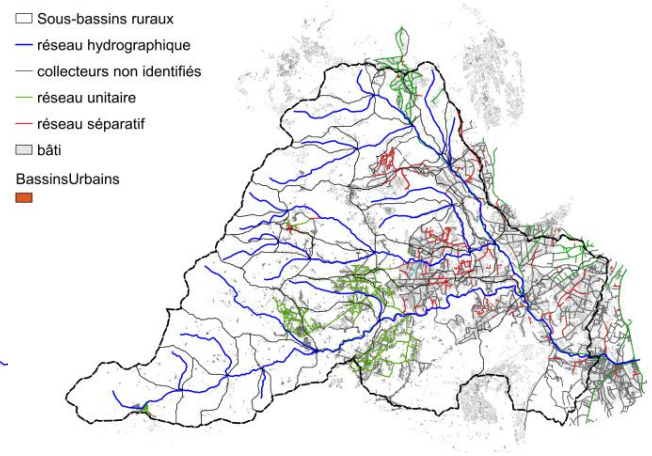
Réseaux d'assainissement

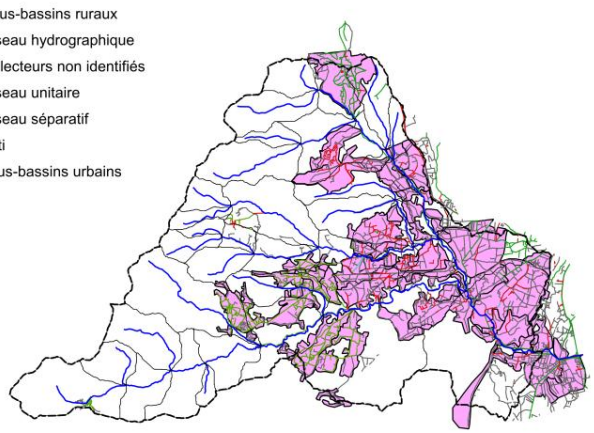


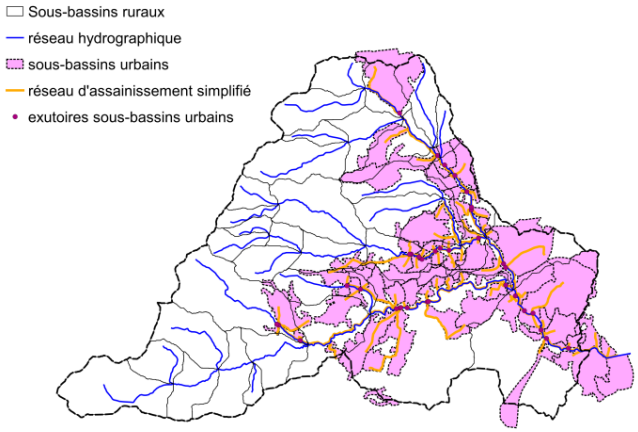
Découpage des HRU dans le précédent modèle J2000

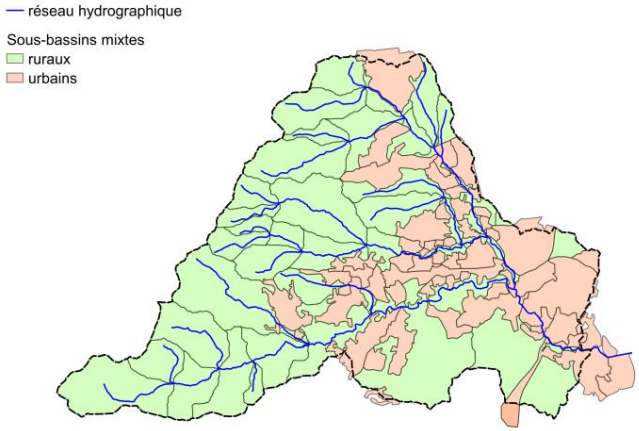


(réseau hydrographique BD Carthage)









<u>Rappel topologie J2000</u>:
1 HRU peut être connectée à une HRU voisine ou un brin du réseau de rivière

(D'après Dehotin, 2009)

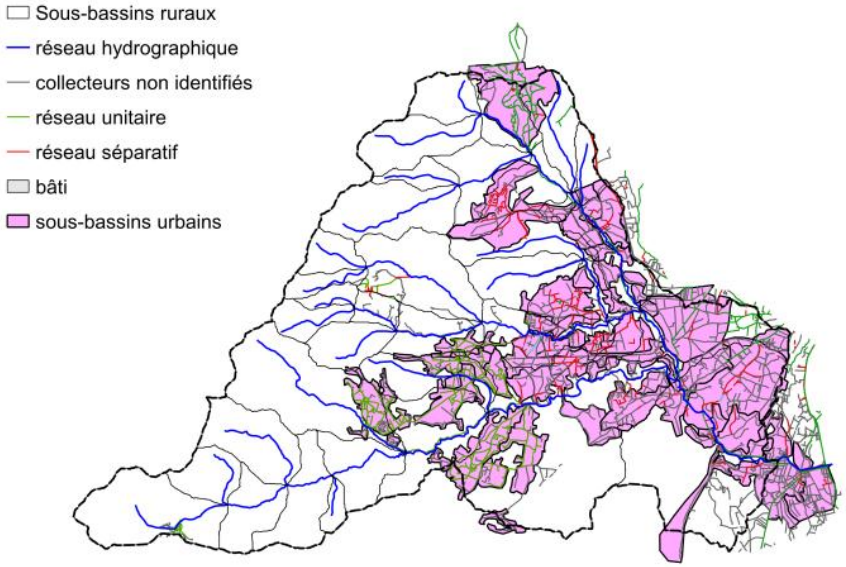
Sous-bassins ruraux et urbains

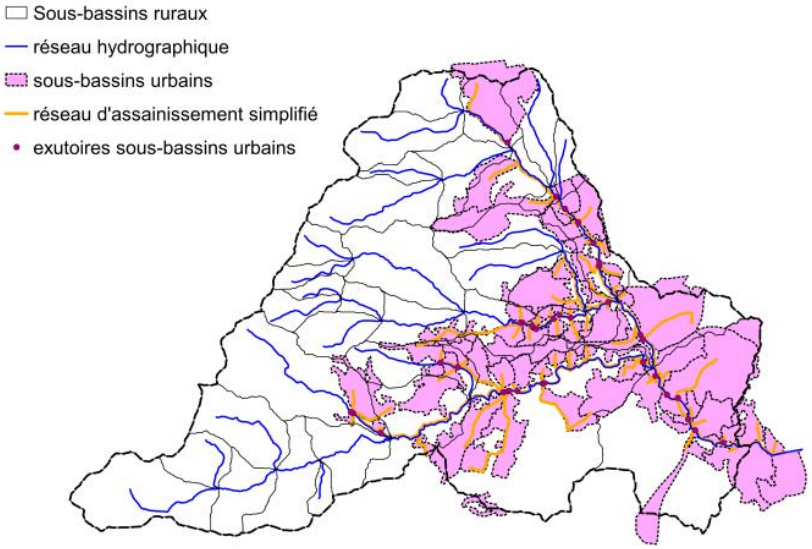
- **maillage basée sur topographie (sous-bassins ruraux) + réseau d'assainissement (sous-bassins urbains)**

→ Exutoire HRU rurale = brin de rivière traversant la HRU

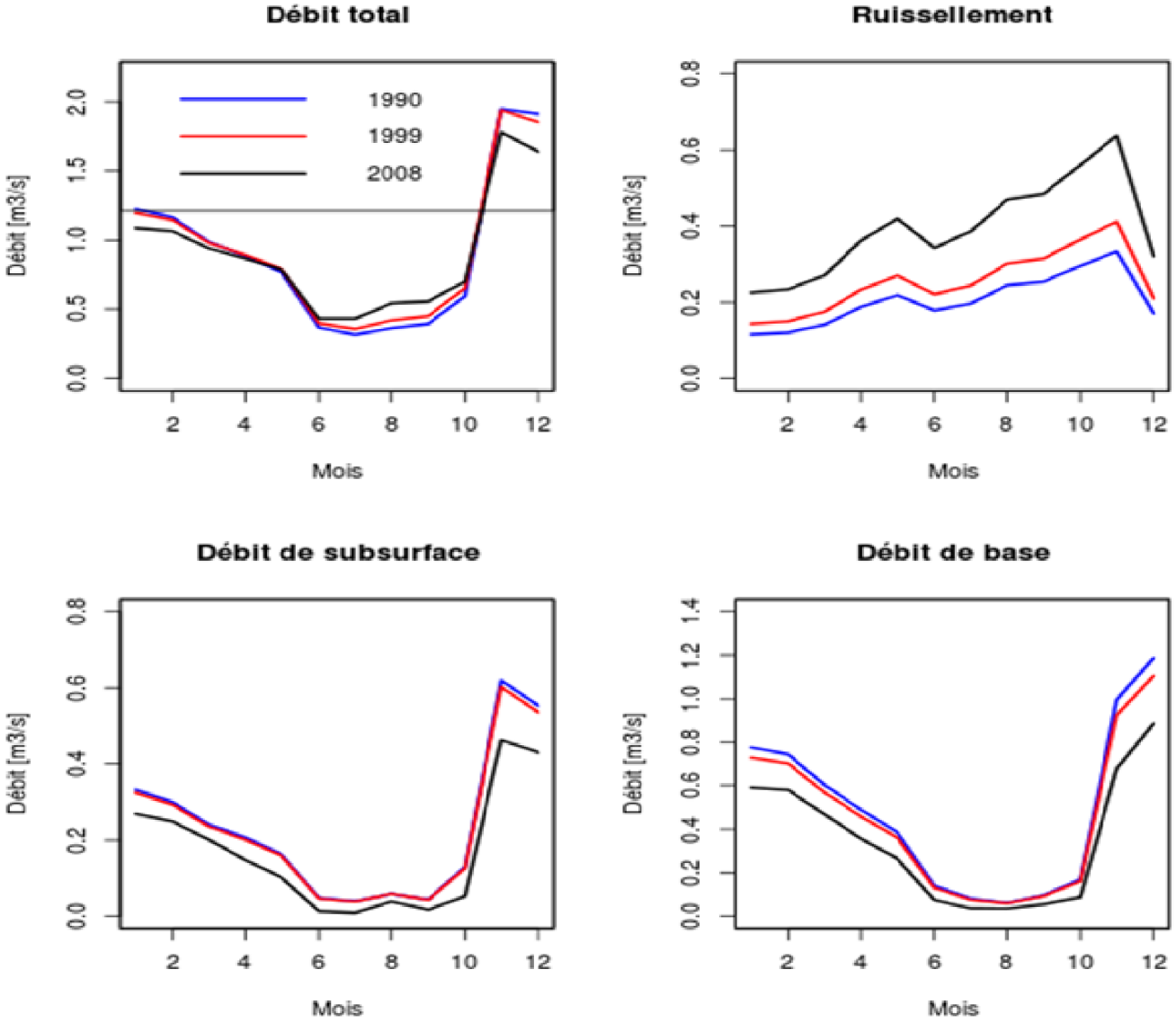
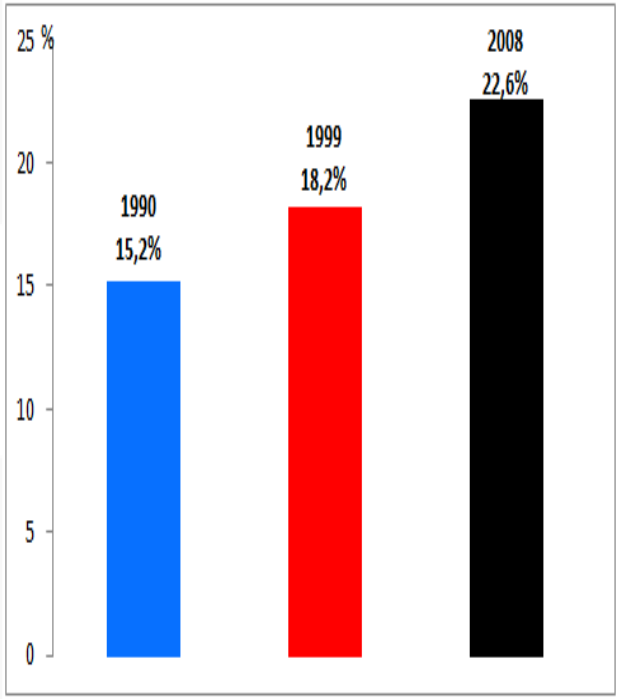
→ Exutoire HRU urbaine = brin de rivière dans lequel se déverse le DO principal du brin de réseau traversant la HRU (en général, différent de l'exutoire naturel)

Le découpage urbain est découpé sur le réseau unitaire principal en orange sur la carte (et sur le bâti)





Comparaison des sorties simulées en fonction de l'évolution de l'occupation du sol



Evolution des surfaces artificielles