Laboratoire EPHYSE (Ecologie fonctionnelle et PHYSique de l'Environnement)

Bilan eau-carbone des mosaïques paysagères du bassin versant de la Leyre

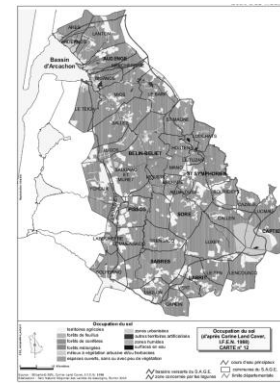
Etude de plusieurs zones modèles sur les dernières décennies

Marie GUILLOT
30/01/2009
Journées « Thèses des bois »
CAP Science, Bordeaux

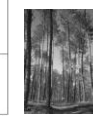
Contexte de l'étude

Zone d'étude :

• Vallée de la Leyre : principal affluent du bassin d'Arcachon.
• Seule vallée en France autour de laquelle a été construit un Parc Naturel Régional (PNR).



Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne



Contexte de l'étude

Un Paysage caractéristique :

• Mosaïque de forêts entrecoupées de grandes cultures et de zones urbaines.

• Apparition de nombreux conflits d'usages, notamment au sujet de la ressource en eau : disponibilité forêt versus maïs

• Qualité des eaux de surface : enjeu écologique et économique, en raison de la présence de zones Natura 2000, de l'ostréiculture et du tourisme sur le bassin d'Arcachon et le littoral.

• Programmes de recherche intensif sur le Bassin et la côte océane, mais la partie amont, c'est-à-dire la rivière Leyre, reste peu étudiée (Cottinet, 1974, Denis, 1962, Habets, 1998).

Contexte de l'étude

Une zone soumise à de nombreux changements:

• Changement de l'occupation des sols :
- conversion des forêts en cultures dans les années 80s
- urbanisation autour du bassin d'Arcachon

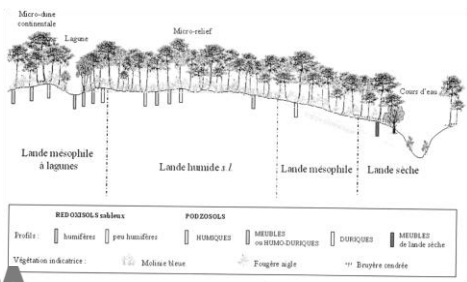
• Changement des pratiques :
- Généralisation du drainage, modification de l'ITK, diversification des cultures
- Intensification des pratiques sylvicoles et culturales

• Changement climatique :
- Dérive environnementale discrète et continue (T°C, $[CO_2]$, $[O_3]$, les dépôts azotés,...)
- Occurrence d'événements climatiques extrêmes, ECE, et leurs arrières effets (tempête de 1999, pluviosité de 1992, sécheresses de 1989-90, 2002 et 2005, canicule de 2003).

Contexte de l'étude

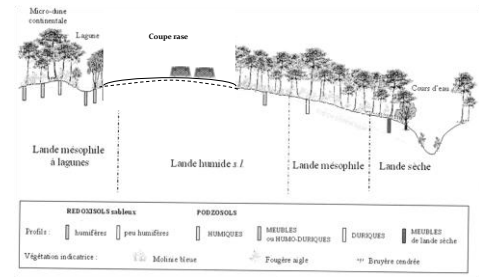
Mise en place d'un SAGE depuis 2002 :

=> **besoin de connaissances afin de comprendre le fonctionnement de la zone.**



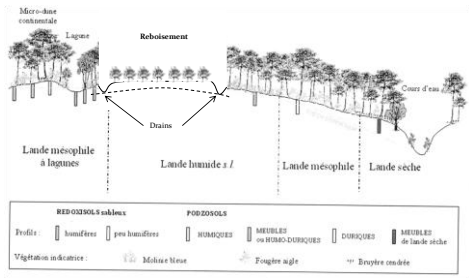
Contexte de l'étude

Que se passe-t-il après une coupe rase ?



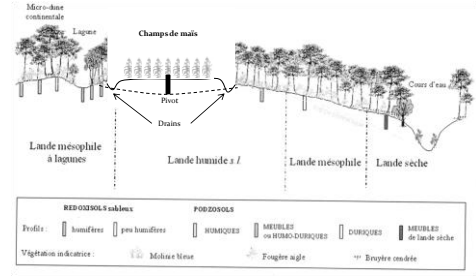
Contexte de l'étude

Que se passe-t-il après un reboisement ?



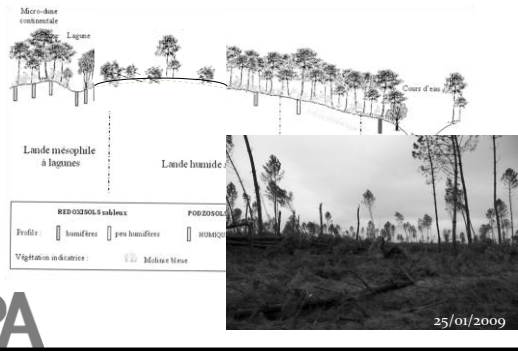
Contexte de l'étude

Que se passe-t-il après un défrichement ?



Contexte de l'étude

Que se passe-t-il après une tempête ?



Objectifs scientifiques

Questions scientifiques :

• Avec quelle incertitude sommes-nous capables de représenter la dynamique du fonctionnement d'écosystèmes forestiers et cultivés en mélange à l'échelle d'un petit bassin versant et leurs interactions spatiales ?

• Quels ont été les effets immédiats et différés des changements des facteurs du biotope, climat, atmosphère, eau du sol, … et des interventions anthropiques sur le fonctionnement ?

• Comment la productivité et le fonctionnement d'un écosystème est il affecté par celui des parcelles voisines ?

Objectifs scientifiques

Questions appliquées :

• Comment le bilan de carbone des forêts de ces unités de paysage a t il été modifié durant la période clé 1990- 2008 ? Quel est l'effet des pratiques de défrichement et coupe rase sur les bilans de carbone ?

• Peut-on anticiper l'impact des dérives climatiques et environnementales sur le milieu ? La forêt peut-elle devenir à terme une source de carbone ?

• Quels est l'impact des pratiques actuelles sur le bilan hydrique ? Quel avenir pour les cultures irriguées, notamment à vocation énergétique ?

• Comment optimiser l'organisation spatiale des couvertures végétales au sein d'un paysage mixte?

Etape 1 : définition de la zone d'étude

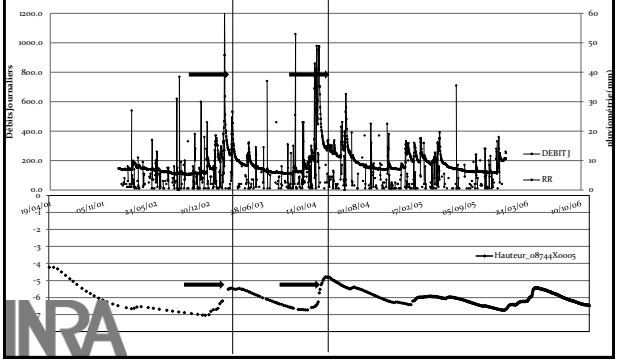
Définition des zones d'étude, prospection et extraction des données disponibles :

• Choix des BV (BV uniquement forestier, BV mixte) :
- ➢Tagon : étude INRA/CEMAGREF en 2000, suivi des débits et des hauteur de nappe, carte d'occupation du sol (échantillonnage terrain et photo-interprétation) mais morcellement urbain fort.
- ➢ Bouron : suivi des débits et des hauteurs de nappe (longue série temporelle), bassin très stable uniquement forestier

• Collecte de séries de données spatiales :
- ➢ Données météo SAFRAN
- ➢ MNT
- ➢ production …

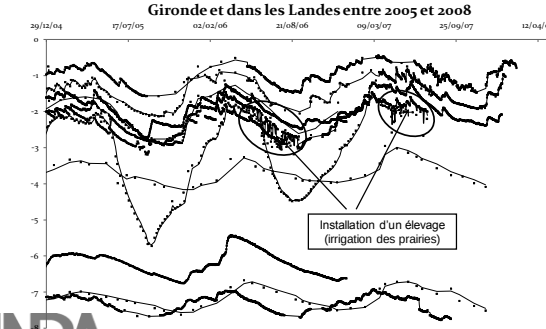
Analyse des chroniques de profondeur de nappe

Relation pluie(Cestas)-débit(Bouron)-niveau nappe (Belin-Béliet) du 19/04/2001 au 10/10/2006



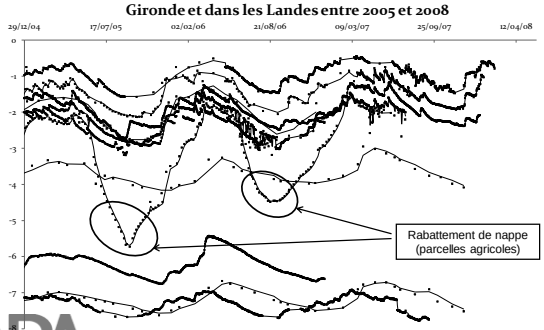
Analyse des chroniques de profondeur de nappe

Profondeur de la nappe pour différents points de suivi en Gironde et dans les Landes entre 2005 et 2008



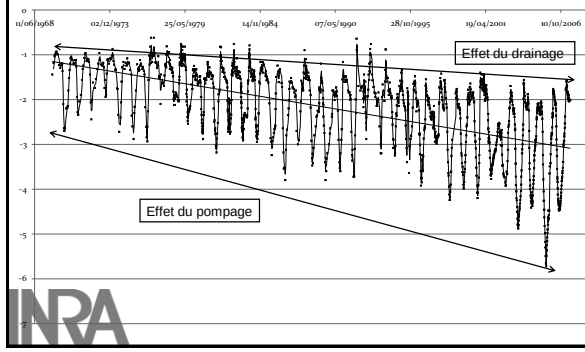
Analyse des chroniques de profondeur de nappe

Profondeur de la nappe pour différents points de suivi en Gironde et dans les Landes entre 2005 et 2008



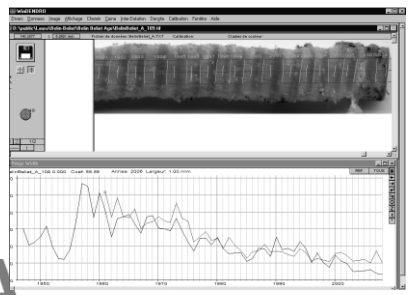
Analyse des chroniques de profondeur de nappe

Suivi de la profondeur (m) de la nappe à Saucats, à proximité de parcelles agricole, depuis 1968



Caractérisation de la productivité

- Etude de 20 parcelles forestières en situation de nappe contrastée (suivis pièzomètriques), du Médoc au Nord des Landes
- Inventaire forestier, étude du sous-bois, prélèvement de 120 carottes.

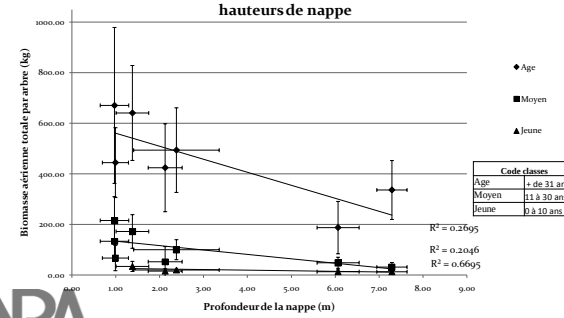


Travaux en collaboration avec Laura Fernandez, Sylvia Dayau et Didier Bert

Caractérisation de la productivité

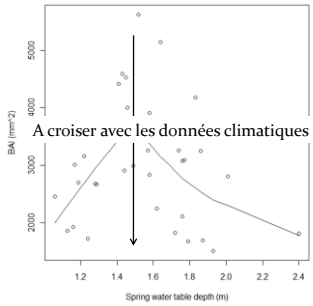
- Résultats de l'inventaire forestier (d'après les relations allométriques de Shaiek et al, in prep.) :

Biomasse aérienne totale par arbre (kg) pour différentes hauteurs de nappe



Caractérisation de la productivité

• Effet de la hauteur de nappe : existence d'une hauteur de nappe optimale pour la croissance pour chaque saison (ici au printemps, données de Saucats).



A croiser avec les données climatiques

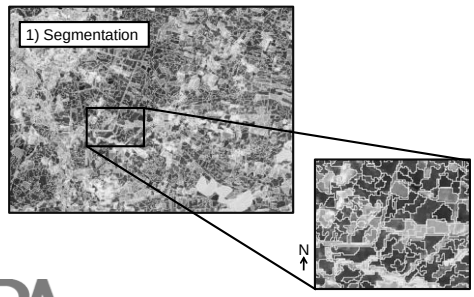
Obtention de cartes d'occupation du sol

• Images SPOT, multi-dates, 10*10 m + Campagne de terrain : 99 parcelles.
=> classification des différents types de couverts + classes d'âges des parcelles de pin maritime

Travaux en collaboration avec Kati Spannraft et Dominique Guyon

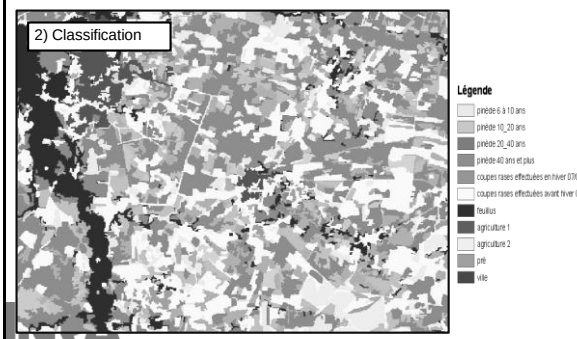
Obtention de cartes d'occupation du sol

• Segmentation puis Classification avec le logiciel SPRING :



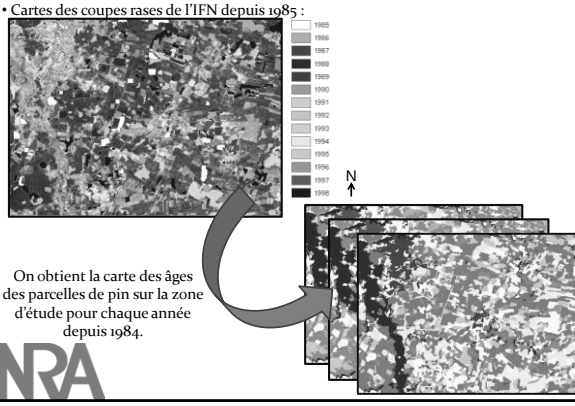
Obtention de cartes d'occupation du sol

• Segmentation puis Classification avec le logiciel SPRING :



Obtention de cartes d'occupation du sol

• Cartes des coupes rases de l'IFN depuis 1985 :



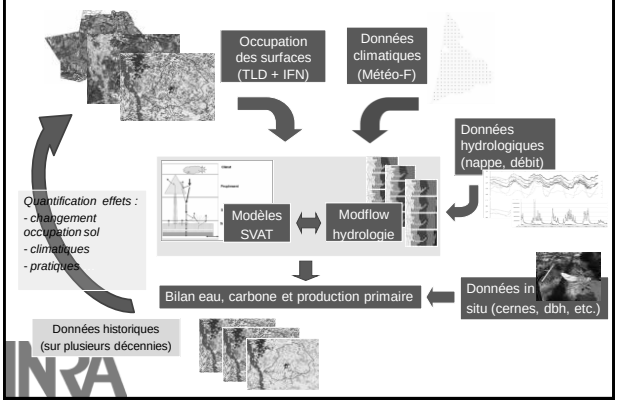
On obtient la carte des âges des parcelles de pin sur la zone d'étude pour chaque année depuis 1984.

Etape 2 : modelisation

Modélisation du fonctionnement et des flux sur des sous-unités hydrographiques :

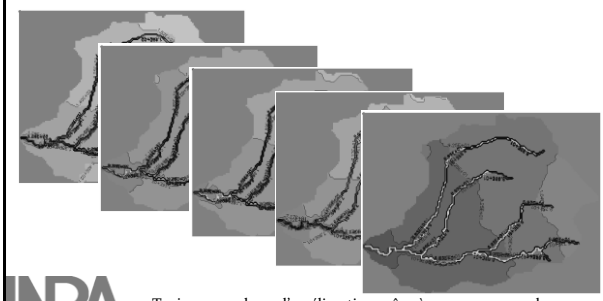
• Estimation du bilan hydrique, de la quantité de carbone contenu dans les différents compartiments du système, de la production et du bilan d'énergie
- Forêts de pins : GRAECO (Porté, 1999)
- Modèle de nappe : MODFLOW (Chiang, 2005)
- Modèle générique pour les cultures : STICS (Brisson *et al.*, 1998)

Synopsis de la modélisation



Obtention des cartes de hauteur de nappe

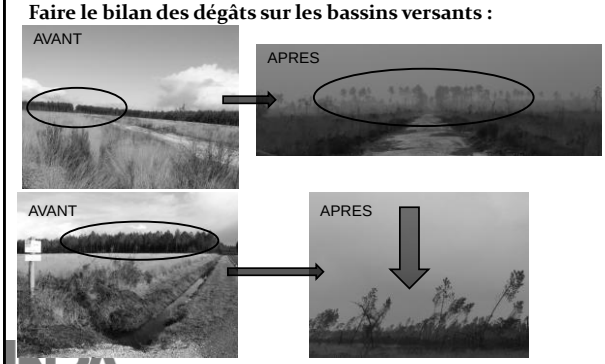
- Modélisation avec MODFLOW de la hauteur de la nappe sur le bassin versant (charge hydraulique) à partir des écoulements de surface, de la recharge et de l'évapotranspiration.



- Toujours en phase d'amélioration grâce à une campagne de mesure sur le terrain

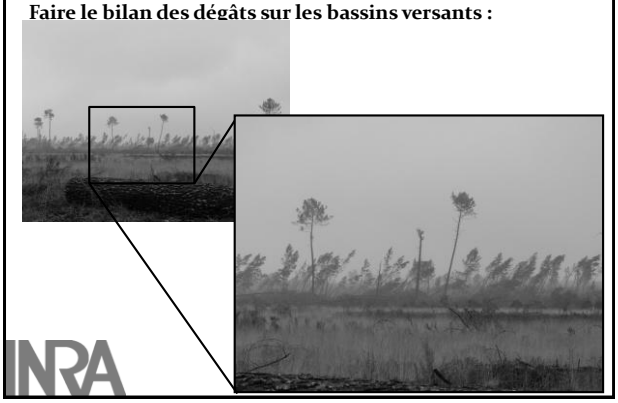
Etapes suivantes et suite de l'étude

Faire le bilan des dégâts sur les bassins versants :



Etapes suivantes et suite de l'étude

Faire le bilan des dégâts sur les bassins versants :



Etapes suivantes et suite de l'étude

Obtention des simulations :

- Couplage des différents modules (modélisation).
- Obtention des bilans à l'échelle des bassins versants, pour les différentes cartes d'occupation du sol (depuis 1984) sur le Bouron
- Application sur le Tagon.

Evaluation des simulations :

- Comparaison à des bilans à l'échelle des bassins versants : données hydrologiques, piézomètres et débits, inventaires forestiers et agricoles, dendrologie, etc.
- Approche de type Bayesienne (Van Oijen M., 2007)

Objectifs finalisés et applications :

- Modélisation des effets « lisière » (effet d'advection) abordée statistiquement sur la zone d'étude : importance à l'échelle du paysage ?
- Spatialisation sur l'ensemble de la Leyre
- Projection des modèles dans le futur, selon différents scénarios prévus par l'IPCC, pour différents types de sylviculture, en ajoutant des surfaces cultivées, etc.

Bibliographie sommaire

- Brisson, N. and Mary, B. and Ripoche, D. and Jeuffroy, M. H. and Ruget, F. and Nicoullaud, B. and Gate, P. and Devienne-Barret, F. and Antonioletti, R. and Durr, C. and Richard, G. and Beaudoin, N. and Recous, S. and Tayot, X. and Plenet, D. and Cellier, P. and Machet, J. M. and Meynard, J. M. and Delecolle, R., 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. Agronomie, 18: 311-346. Ogee, J. and Brunet, Y. and Loustau, D. and Berbigier, P. and Delzon, S., 2003. MuSICA, a CO_2, water and energy multilayer, multileaf pine forest model: evaluation from hourly to yearly time scales and sensitivity analysis. Global Change Biology, 9: 697-717.

- Habets, F., 1998. Modélisation du cycle continental de l'eau à l'échelle régionale. Application aux bassins versants de l'Adour et du Rhône. Université Paul Sabatier (Toulouse III). 224 p.

- Chiang, W-H., 2005. 3D-groundwater modeling with PMWIN a simulation system for modeling. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 397 p.

- Cottinet, D., 1974. Contribution à l'étude des fluctuations de la nappe du massif forestier landais. Thèse de l'Université de Bordeaux I.

- Denis, 1962. Etude Hydrogéologique : La nappe phréatique du Bassin de l'Eyre (la basse vallée), Thèse de l'Université de Bordeaux I.

- Porté, A., 1999. Modélisation des effests du bilan hydrique sur la production primaire et la croissance d'un couvert de Pin maritime (Pinus pinaster Aït) en Lande Humide. Thèse de l'Université de Paris-Sud, U.F..R. Scientifique d'Orsay, 197 p.

- Van Oijen M., 2007. Bayesian methods for calibrating and comparing process-based models. Communication orale lors du colloque de Biarritz, 28 novembre 2007.