Pratiques agricoles et qualité de l'eau, retour d'expériences de bassins versants en France et au Brésil

François Laurent

Université du Maine, Le Mans

Pourquoi un géographe s'intéresse à l'AC ?

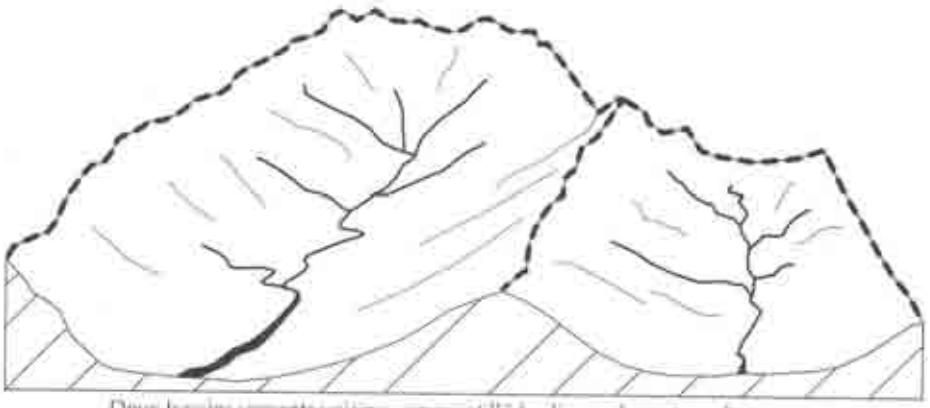
- Travaux sur la pollution des bassins versants
  - Dans l'ouest de la France (SAGE)
  - Dans le sud du Brésil (comités de bassins)
- Approche réglementaire est nécessaire pour protéger la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines, mais elle a des limites
  - peut finir par trop contraindre les producteurs
  - ne tient pas assez compte des savoir faire
- Voies pour associer logiques de production des agriculteurs et protection des sols et de l'eau ?

➔ Rencontre avec des agriculteurs qui considèrent que le sol est le meilleur capital de l'agriculteur : Ivo Mello au Brésil, Philippe Pastoureau, Frédéric Thomas, Jean-Claude Quillet en France

  ➔ Ivo est président de l'association brésilienne de semis direct sur couverture végétale et président du comité de bassin (≈ SAGE) de l'Ibicui

PROJETO
Rio Limpo
Rio Vivo

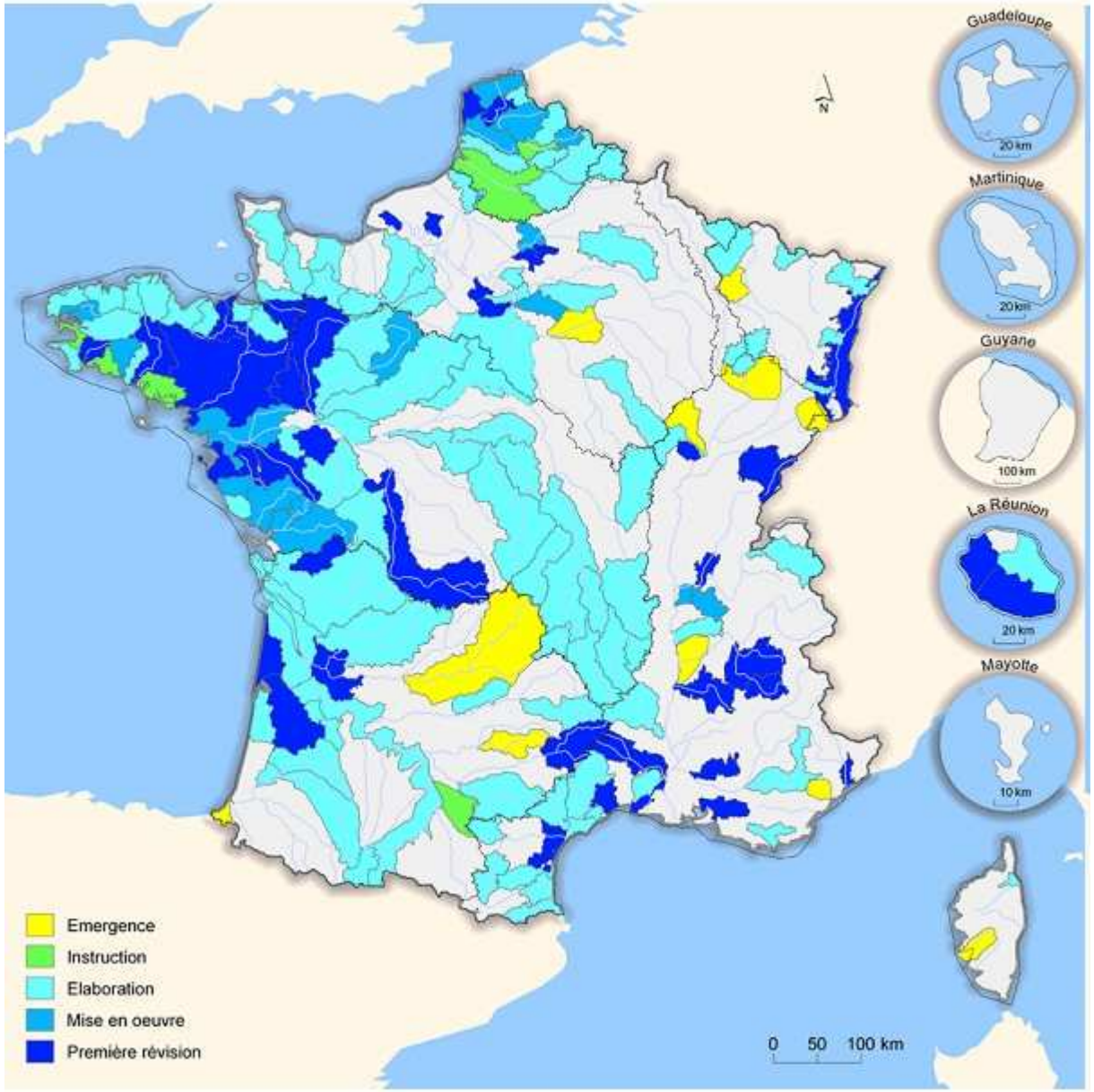
Les SAGE (schémas d'aménagement et de gestion de l'eau)



Deux bassins versants voisins - en pointillé les lignes de partage des eaux

- Taille de bassin versant entre 1 000 et 10 000 km²
- Piloté par une Commission Locale de l'Eau (CLE) où siègent des élus, des représentants de l'État, des professionnels (agriculteurs…) et des associations
- CLE détermine les grands enjeux, les usages prioritaires, les règles de gestion et un plan d'actions à entreprendre
  - Mieux prendre en compte les contextes locaux et à se rapprocher des acteurs du terrain

L'état d'avancement des Sage au 27 octobre 2011

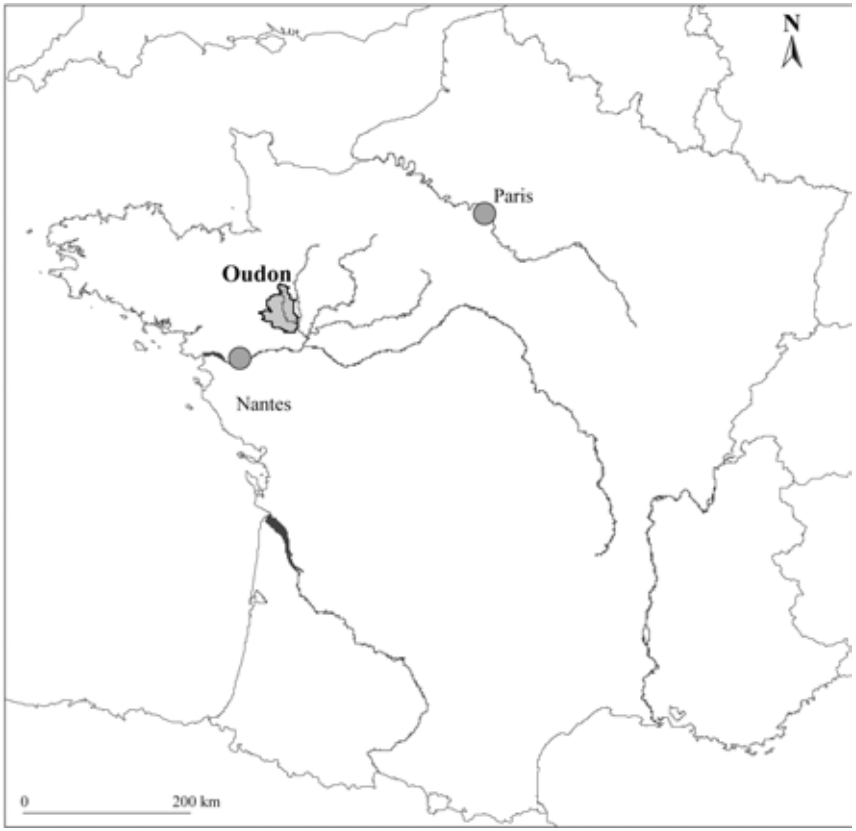


Source : ministère chargé de l'Environnement, Gest'eau - traitements SOeS, novembre 2011.

Le bassin de l’Oudon

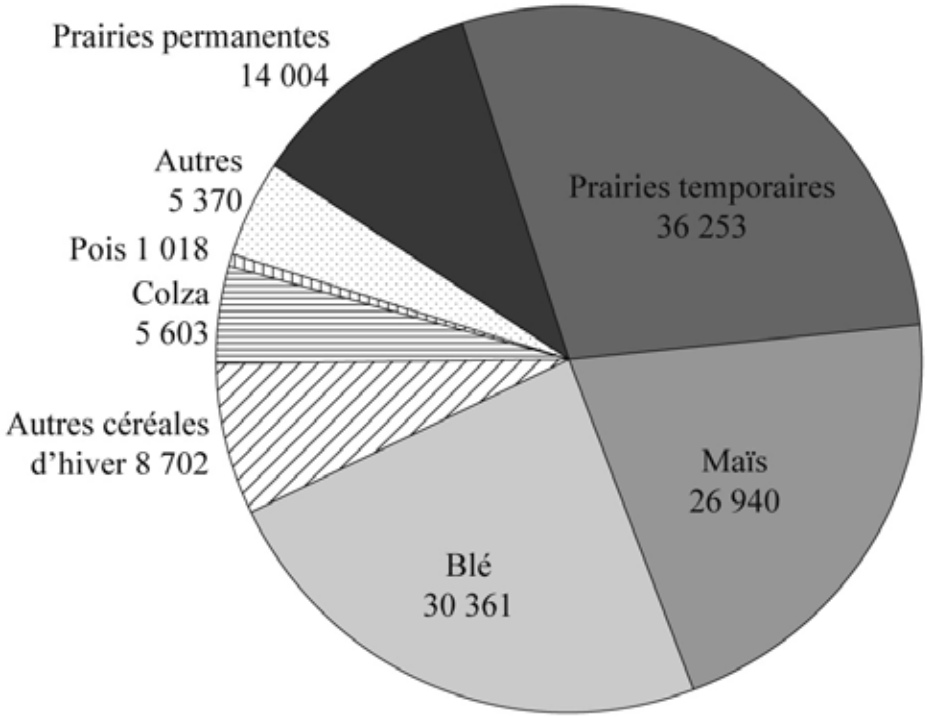
La ressource en eau

- Oudon
  - affluent de la Mayenne
  - bassin versant de 1 480 km²
  - 70 000 habitants alimentés en eau
- Sous-sol peu perméable
  ➔ Alimentation majoritaire par les eaux de surface
- Bassin géré par une Commission Locale de l'Eau (CLE) dans le cadre d'un SAGE

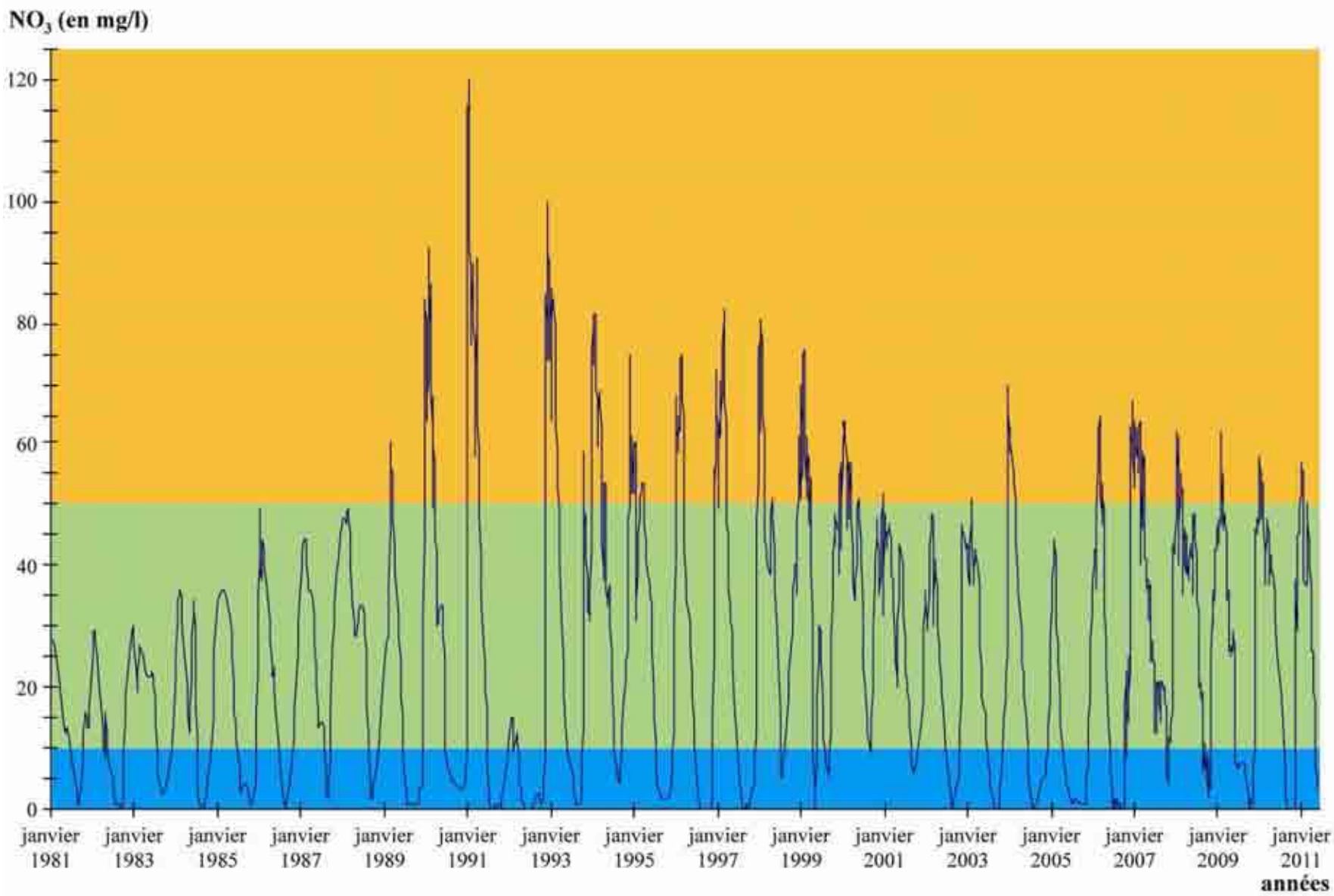


Orientation agricole du bassin

- 2 625 exploitations, majoritairement en élevage bovin lait et mixte
- surface agricole utile = 87 % du BV

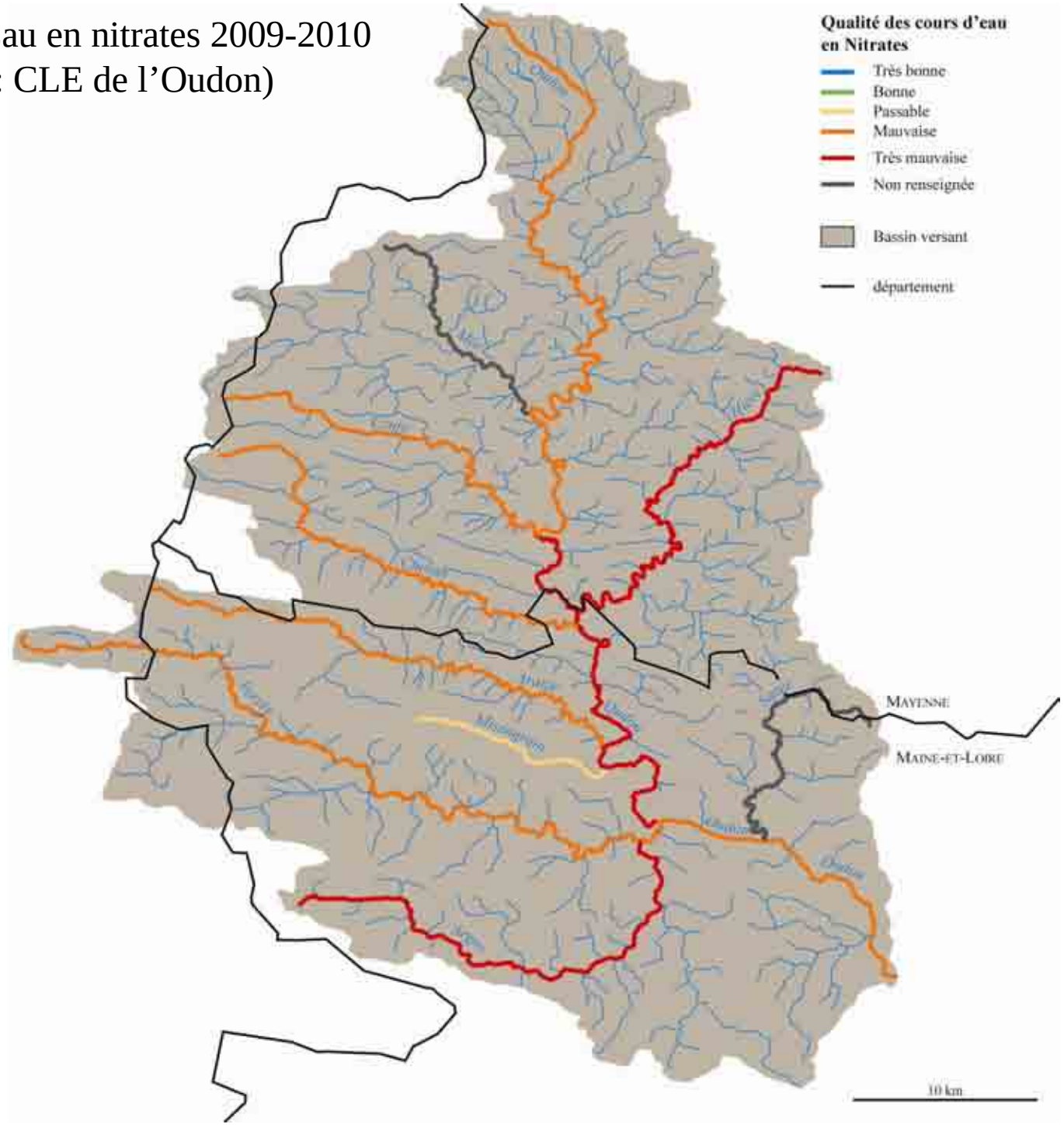


Assolement sur le bassin de l'Oudon en 2009 (en ha)
(source : Chambres d'agriculture)



Évolution des teneurs en nitrates de l'Oudon à Segré
(Source : CLE de l'Oudon avec données ARS et DREAL Pays de Loire)

Qualité SEQ-Eau en nitrates 2009-2010
(source : CLE de l'Oudon)



Le 1er programme d'actions (2004-2008)

- 32 Demi-journées de sensibilisation collective (258 agriculteurs)

Thèmes :

  - Entretien et valorisation des haies (bois-énergie)
  - Protection intégrée des cultures
  - Prévention des pollutions ponctuelles
  - Zones de protection le long des cours d'eau
  - Destruction des couverts végétaux

+ 4 micro-salons environnement - agriculture (1904 participants)

- Actions dans les exploitations :
  - Mise aux normes des bâtiments d'élevage (1000)
  - Plans de fumure
  - Analyse de la valeur fertilisante des déjections animales (30)
  - Diagnostics pratiques phyto (53)
  - Collecte d'emballages…

Le 2ème programme d'actions (2009-2013)

- Poursuivre sensibilisation
- Nouveaux objectifs :
  - mobiliser le conseil agricole, l'agro-fourniture
  - personnaliser l'accompagnement

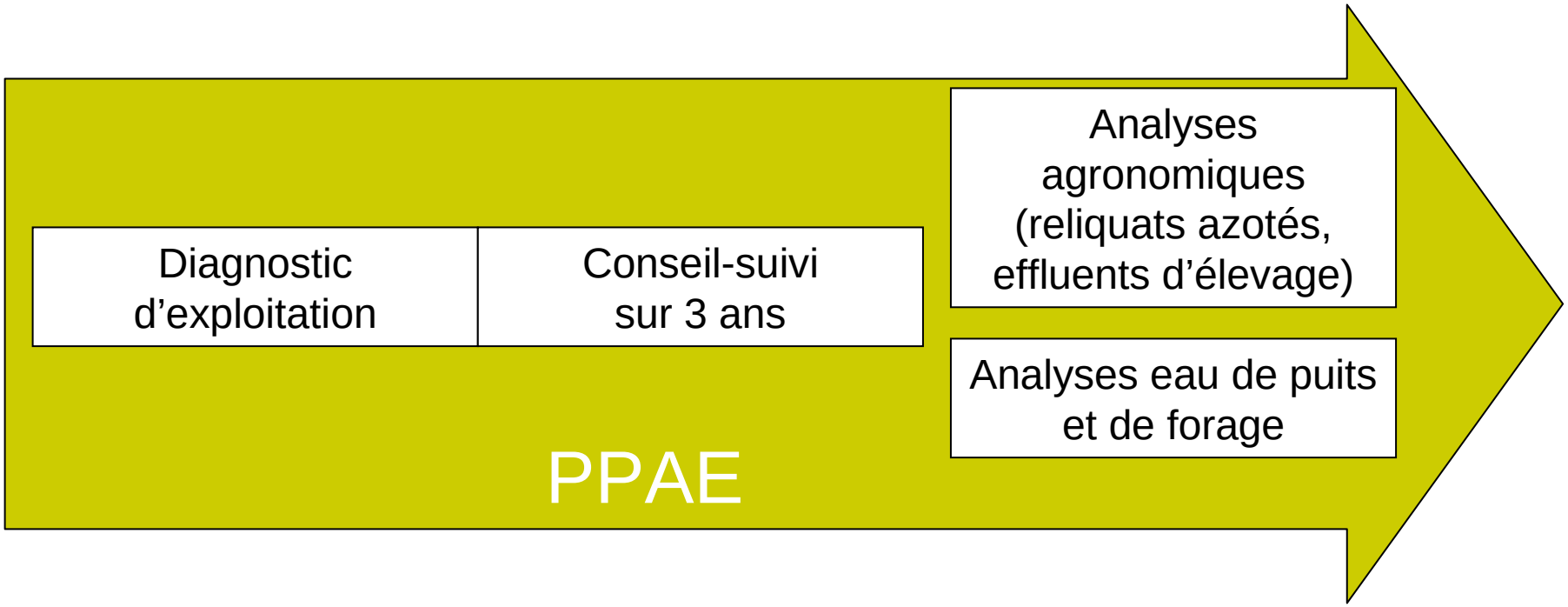
Lettre agricole de l'Oudon

- Un document technique pour les agriculteurs
  - depuis 2002
  - 2 à 3 numéros par an

Mobiliser les entreprises de conseil agricole

- Charte des préconisateurs sur les pratiques agricoles
  - Signature en 2011 par 20 organismes préconisateurs
- Journées de formation pour 85 conseillers

Plans Personnalisés d'Accompagnement des Exploitations

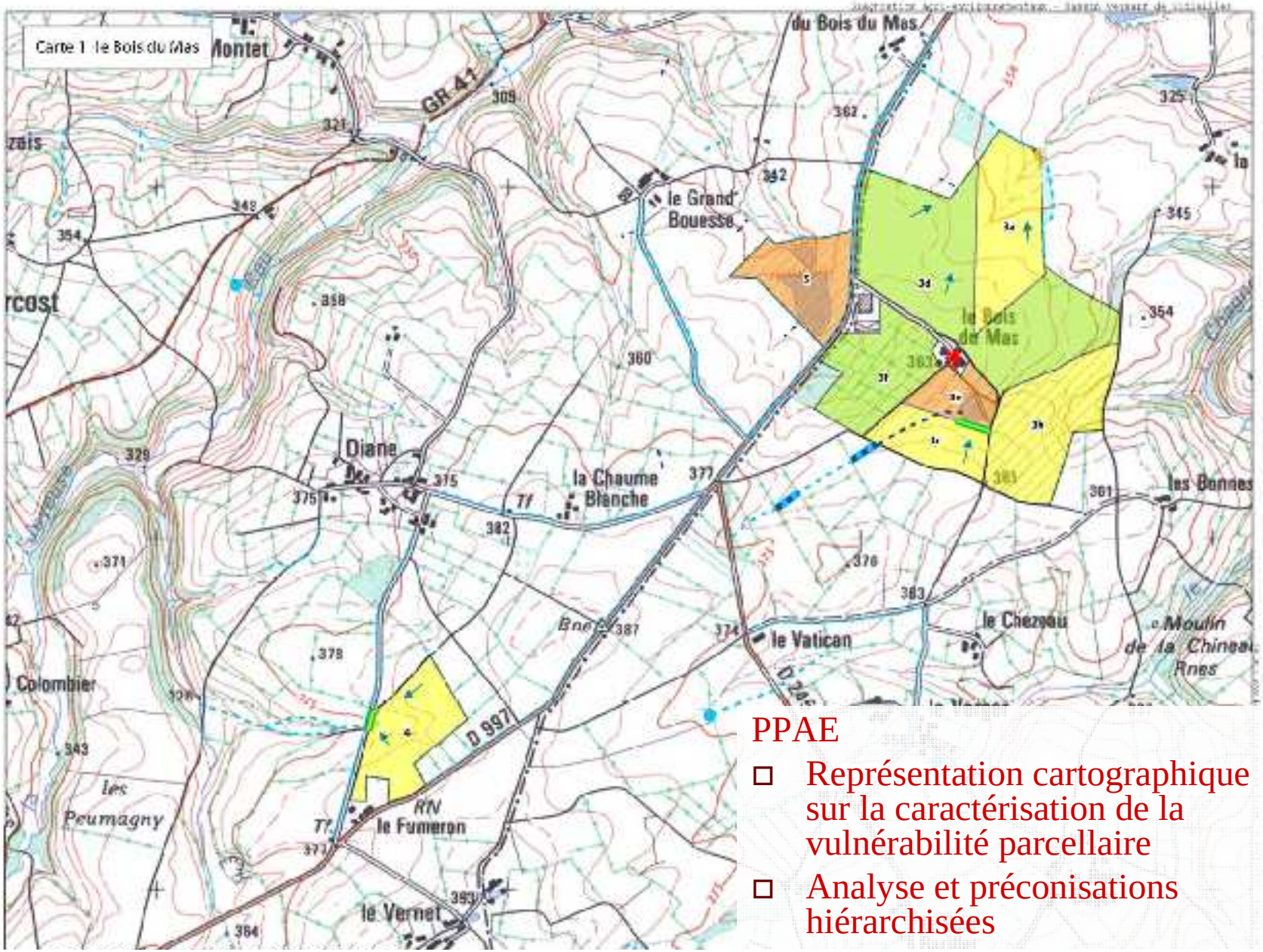


- 19 PPAE en 2012
- 40 prévus en 2013

Diagnostic parcellaire

Situation initiale

[redacted]



Risque parcellaire

Aménagements existants

PPAE

- Représentation cartographique sur la caractérisation de la vulnérabilité parcellaire
- Analyse et préconisations hiérarchisées

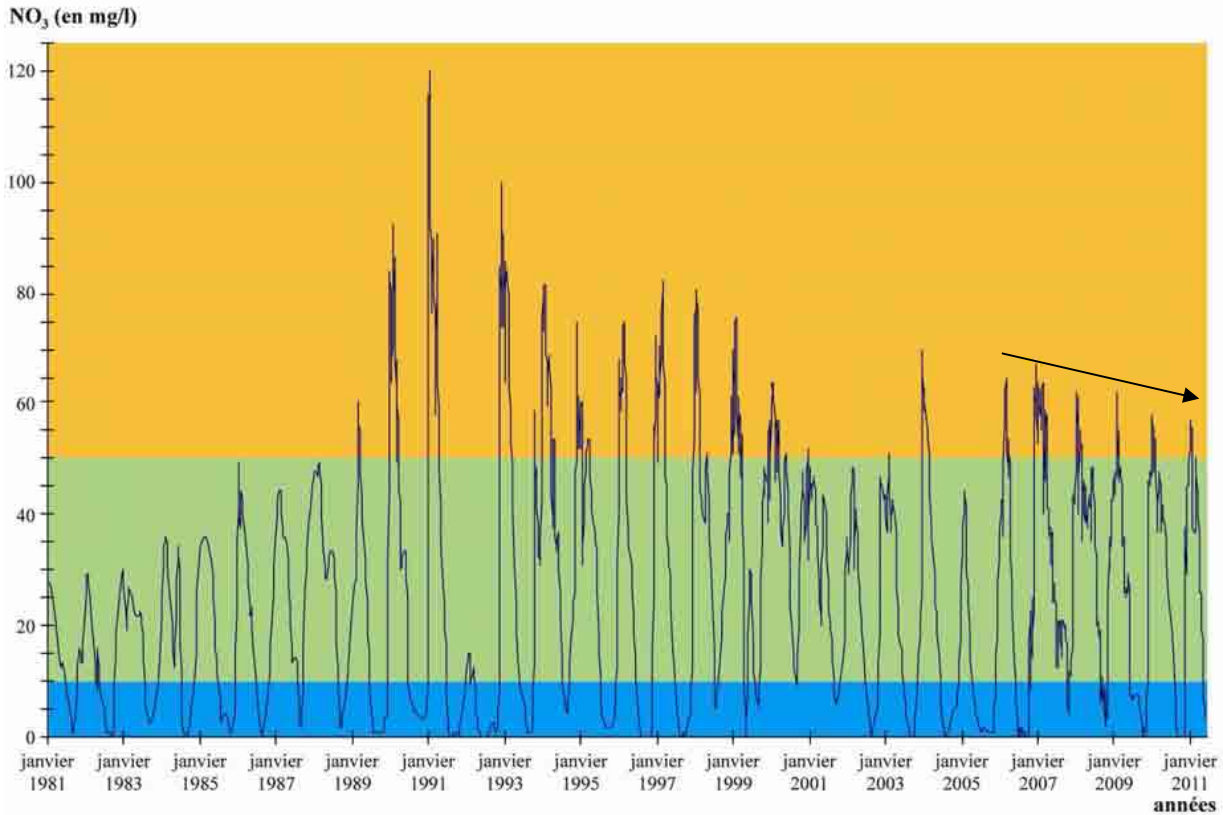
Mesures Agro-Environnementales Territorialisées

- Sur 2 sous-bassins du SAGE
- Contrat de 5 ans entre l'agriculteur et l'État
- Engagement sur un cahier des charges avec compensation financière
  - Système Fourrager Économe en Intrants (130 €/ha)
  - Herbe : limitation de la fertilisation, du retournement de prairie, interdiction du désherbage chimique (99 à 211 €/ha)
  - Grande culture : limitation fertilisation (40 kgN/ha minéral et 140 kgN/ha en organique + minéral) (137 €/ha)

2 475 ha contractualisés, soit 10,3 % de la SAU des sous-bassins

Coûts pour la collectivité

- Actions agricoles (source : SYMBOLIP) :
  - Mises aux normes des bâtiments agricoles du PMPOA 2 (2002-2006): 4 425 022 €
  - 1er programme d'action agricole (2004-2008) : 840 291 €
  - 2ème programme d'action agricole (2009-2013) : 633 240 €
  - Mesures agro-environnementales territoriales :
    - Diagnostics préalables / Animation = 100 000 €
    - MAET (engagées sur 2007 à 2010) = 1 488 070 €



Tendance favorable depuis 2005

Évolution des teneurs en nitrates de l'Oudon à Segré
(Source : CLE de l'Oudon avec données ARS et DREAL Pays de Loire)

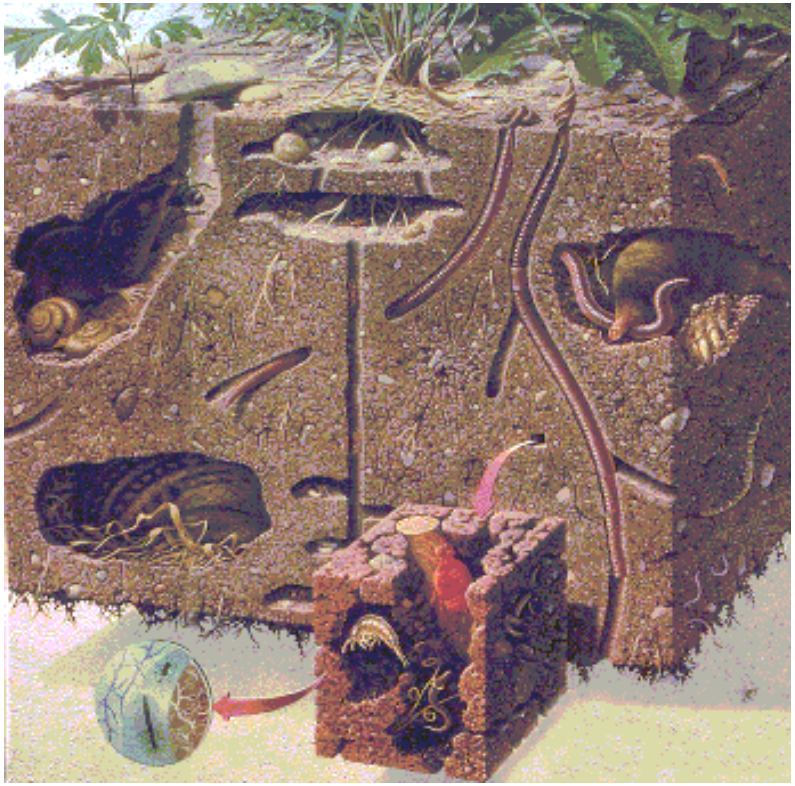
La pollution a baissé mais insuffisamment…

➔ incitation pour aller plus loin, en améliorant les pratiques, mais peut-on produire sans dégrader la qualité de l'eau ?

Les intérêts de l’AC pour l’eau

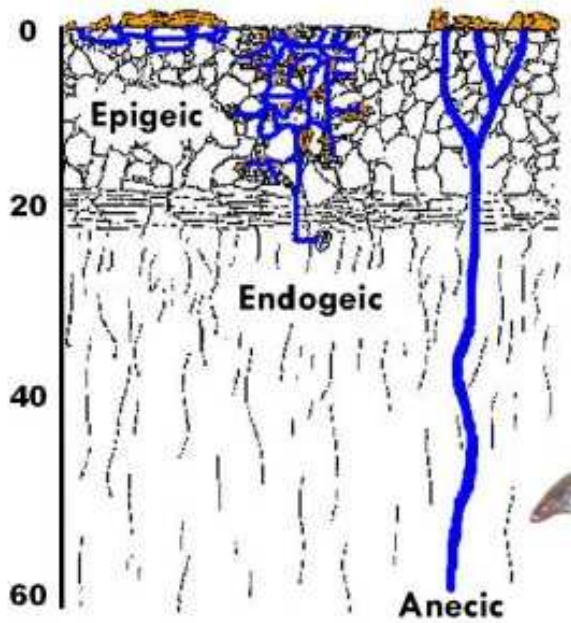
Conséquences de l'AC sur les écoulements

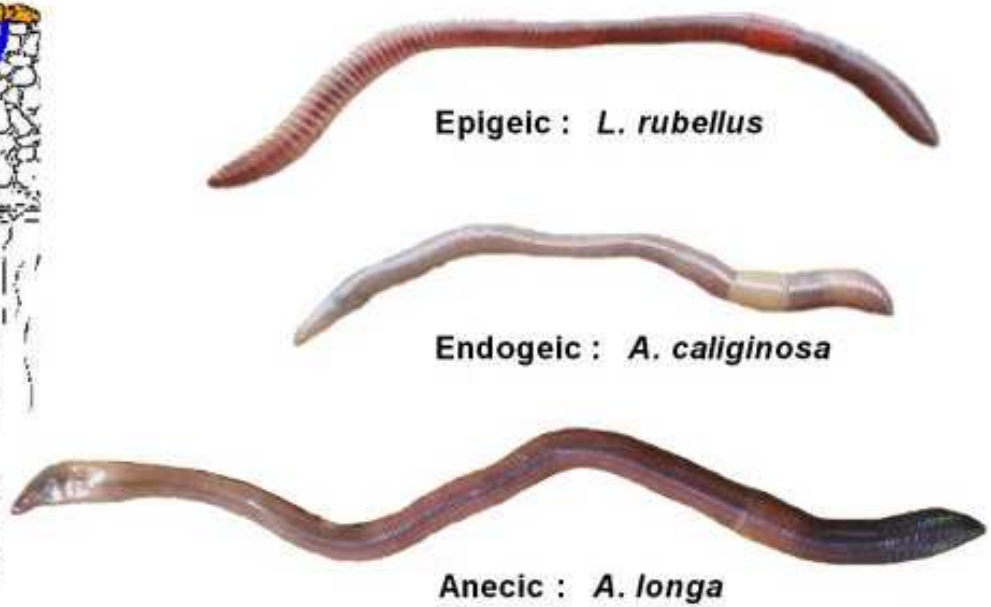
- Meilleure infiltration grâce à :
  - Horizon de surface enrichi en MO ➔ réduction de l'effet de splash (battance)
  - Maintien des agrégats argilo-humiques
  - Macroporosité créée par les organismes du sol
    - Continuité verticale des galeries des vers de terre
      - 2 à 9 fois plus de vers de terre dans un sol en AC

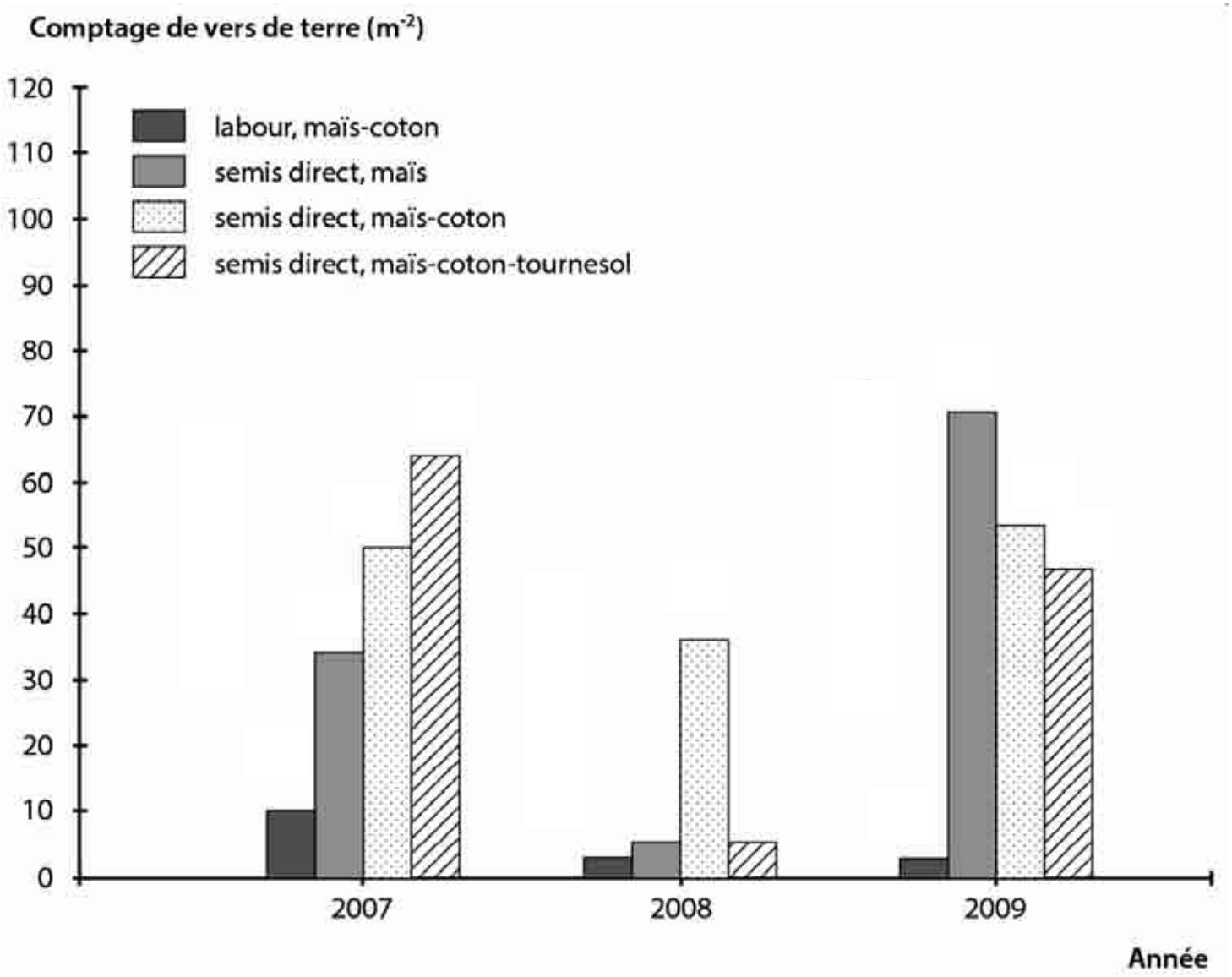


www.tipjunkie.com/all-crafts/soils

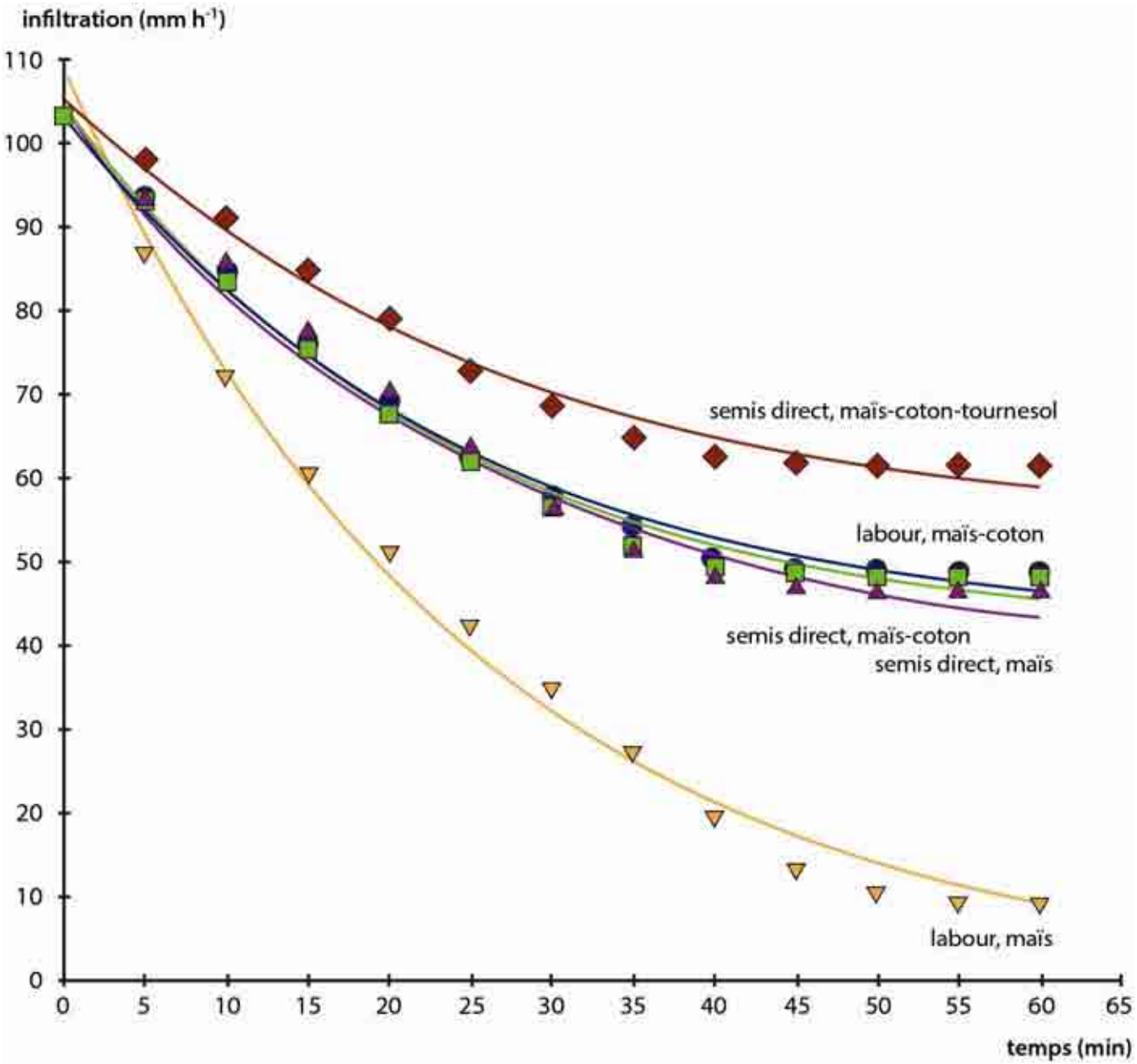
www.sciencelearn.org.nz
Lumbricus rubellus
Aporrectodea caliginosa
Aporrectodea longa



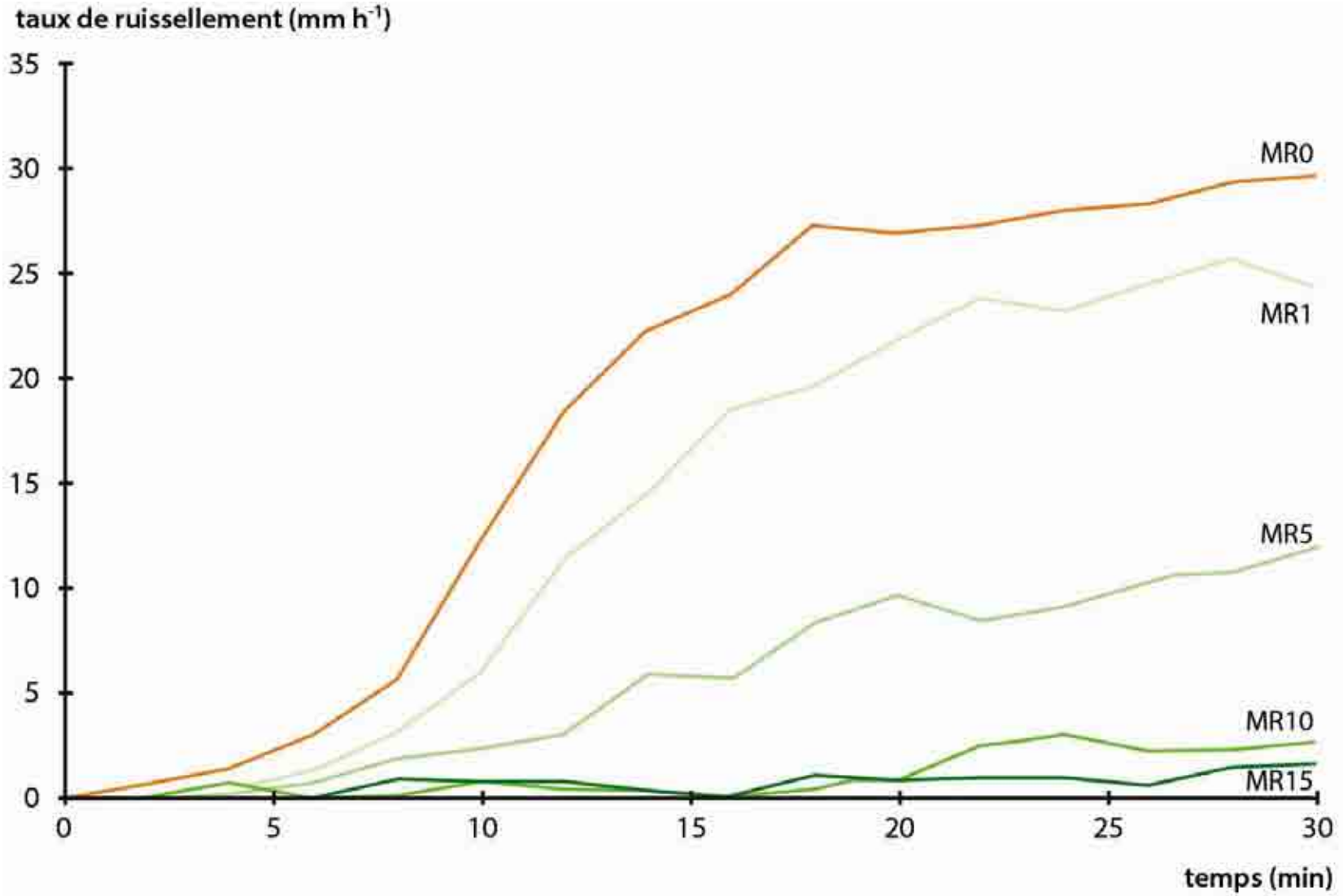




Densité de vers de terre selon le mode de gestion du sol
en Zambie
(C. Thierfelder and P. C. Wall, 2010)



Infiltration mesurée avec un simulateur de pluie en Zambie
(C. Thierfelder and P. C. Wall, 2010)

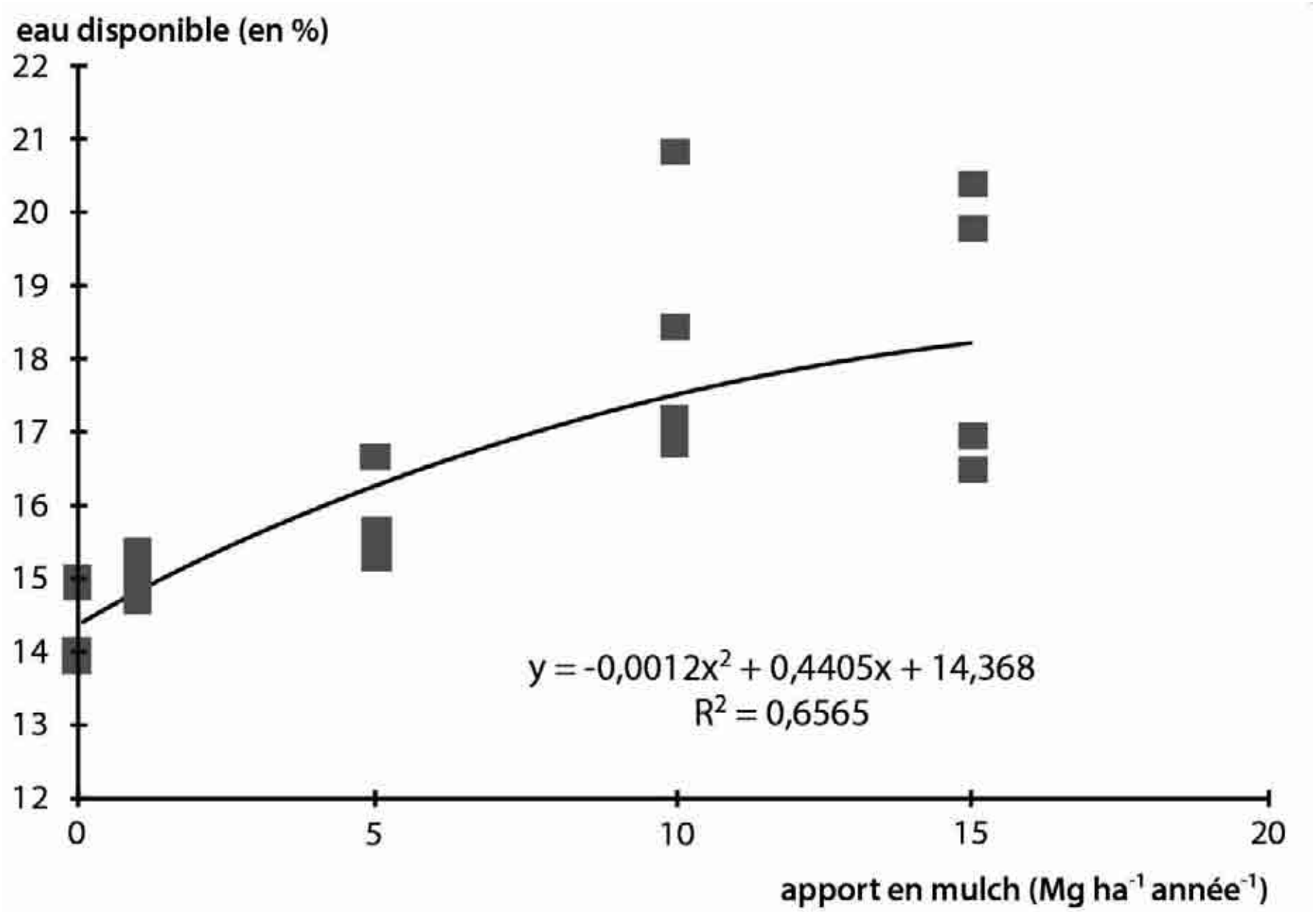


Effets du mulch sur le **ruissellement** en Espagne du sud (Jordan, Zavala and Gill, 2010)

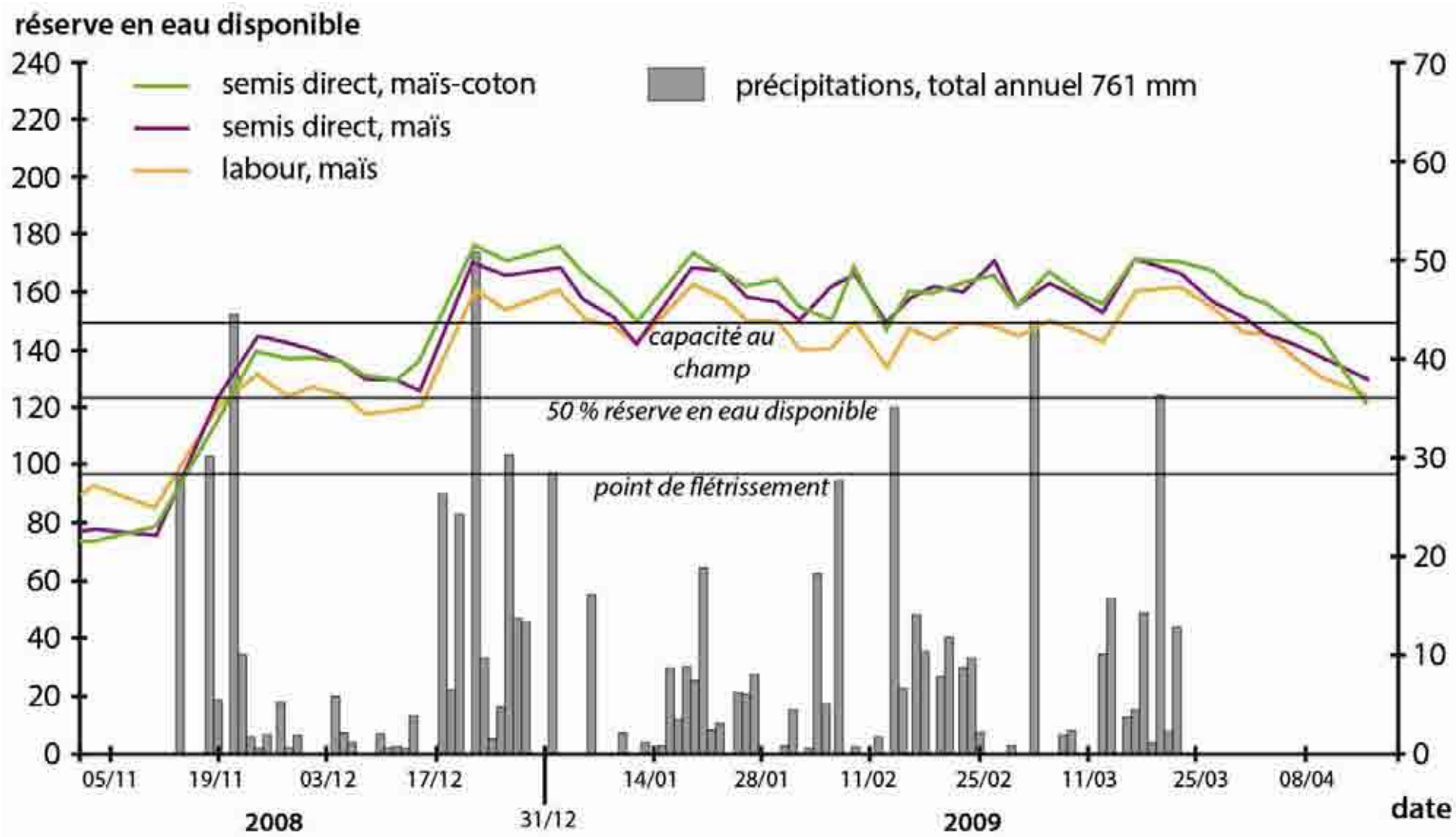
MR0 : absence de mulch
MR1 : 1 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR5 : 5 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR10 : 10 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR15 : 15 $t.ha^{-1}.an^{-1}$

Conséquences de l'AC sur les écoulements

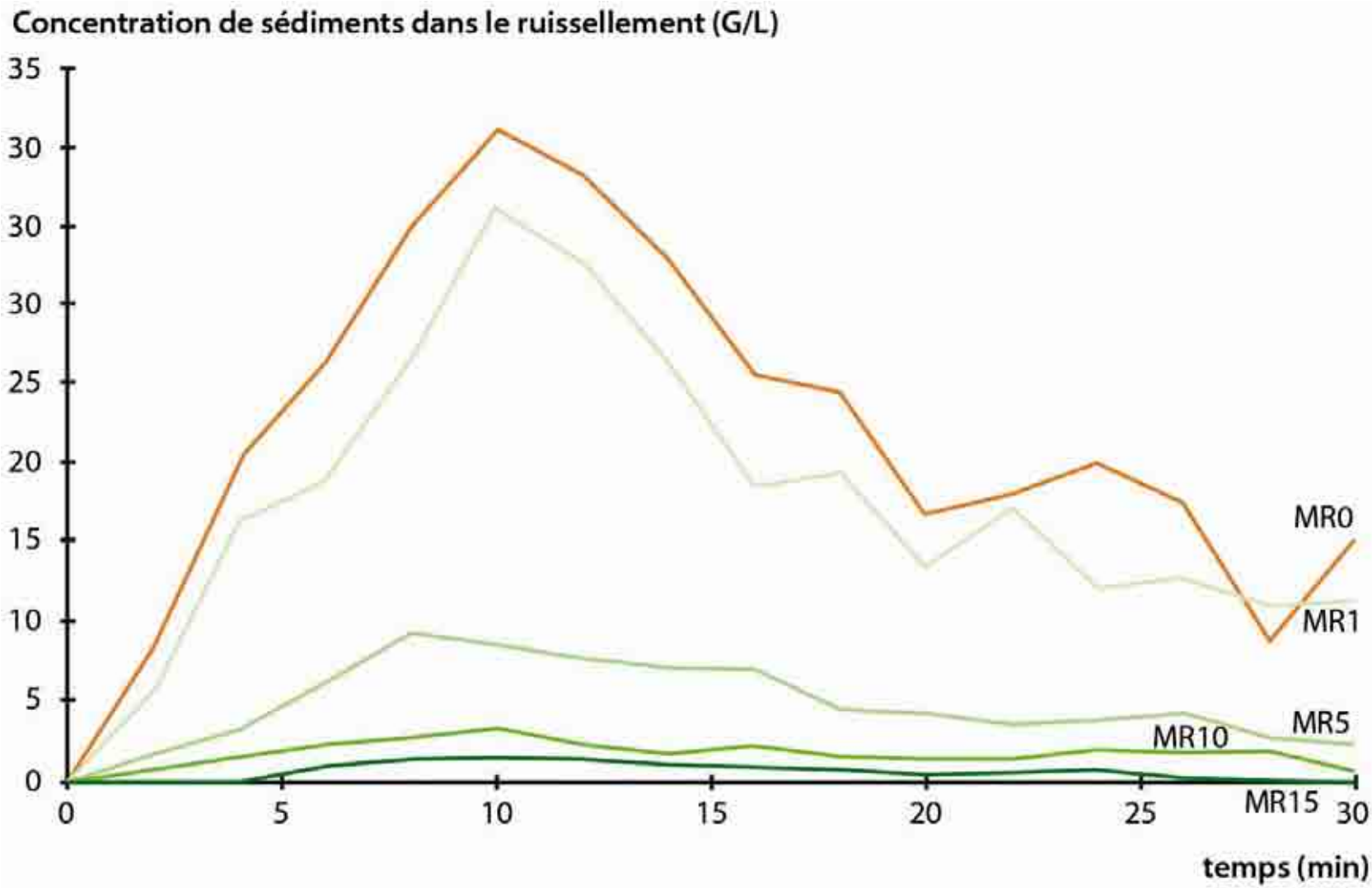
- Meilleur stockage de l'eau dans le sol
  - Teneur en MO plus élevée
  - Mulch limite l'évaporation
- Réduction de l'érosion
  - En France, division par 5 dans 60% des cas (Arvalis)



Effets du mulch sur l'eau disponible en Espagne du sud
(Jordan, Zavala and Gill, 2010)



Réserve en eau dans des parcelles expérimentales en Zambie
(C. Thierfelder and P. C. Wall, 2010)



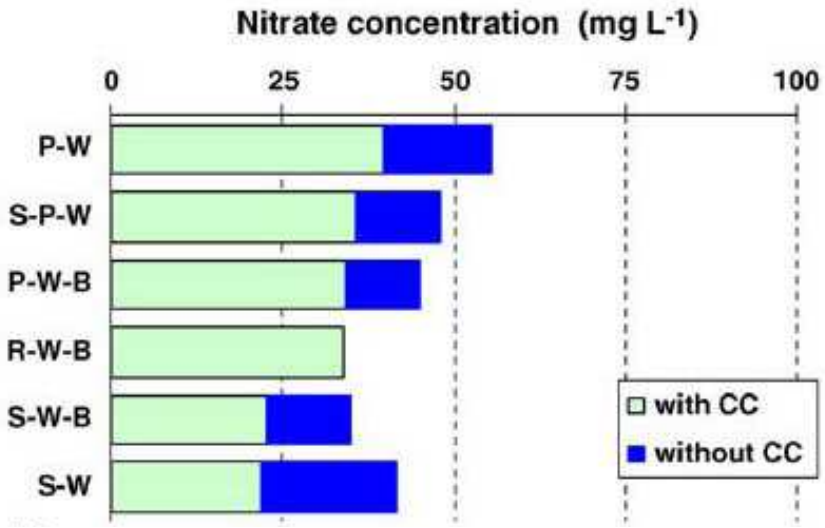
Effets du mulching sur l'**érosion** en Espagne du sud (Jordan, Zavala and Gill, 2010)

MR0 : absence de mulch
MR1 : 1 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR5 : 5 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR10 : 10 $t.ha^{-1}.an^{-1}$
MR15 : 15 $t.ha^{-1}.an^{-1}$

Conséquences de l'AC sur les transferts de nutriments

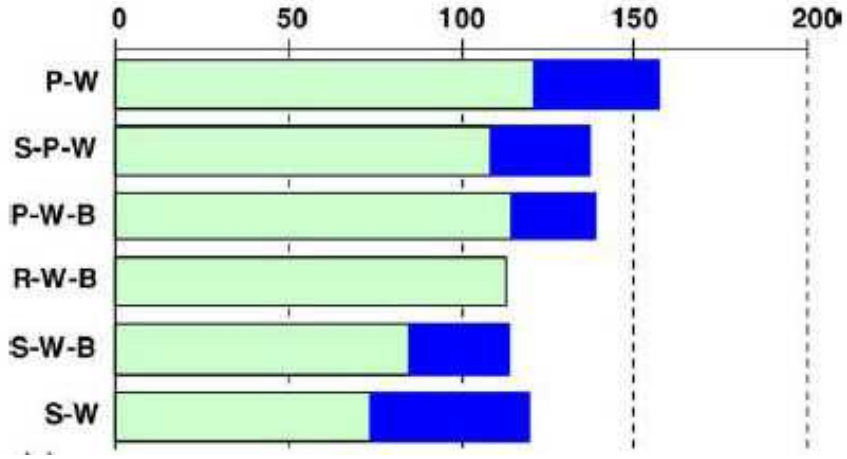
- Efficacité sur les nitrates :
  - Meilleure infiltration, accroissement de la MO du sol, amélioration des propriétés physiques, pompe biologique
  - Surtout grâce aux couverts = moyen très efficace de retenir les nitrates potentiellement lessivables
    - de 20 à 60 kgN/ha
    - plus le couvert est implanté tôt, plus il est efficace
    - Couverts de légumineuses sont également efficaces (40% de baisse du lessivage en moyenne dans les successions, selon Tonitto - 2006)
  - S'explique par plus lente minéralisation des résidus et par l'enrichissement du sol en carbone qui immobilise l'azote
    - À moyen terme, l'azote est libéré progressivement mais avec moins de risque de lessivage en automne

    + profondeur de l'enracinement ➔ réduction du potentiel de lessivage des horizons profonds
  - Mais sur certains sols, lessivage peut être équivalent du fait de l'accroissement du lessivage dans les macropores



Sols limoneux profonds

P=pois, W=blé, B=orge, S=betterave, R=colza



Sols sableux peu épais

Beaudoin et al. (2005) : 8 ans de mesures dans l'Aisne
INRA de Laon

Conséquences de l'AC sur les transferts de nutriments

- Efficacité sur le phosphore
  - AC réduit ruissellement et érosion et donc le transfert de phosphore particulaire
  - Mais accroît transfert de phosphore soluble en l'absence d'incorporation des fertilisants
    ➔ accumulation du phosphore en surface
    - En cas d'injection dans le sol, les transferts vers les cours d'eau sont fortement réduits
  - Sols drainés : macropores continus favorisent le transfert du phosphore de la surface jusqu'aux drains

Conséquences de l'AC sur les transferts de polluants

- Efficacité sur les produits phytosanitaires :
  - Mulch intercepte une partie des phyto et les dégrade
  - Mais, macropores favorisent le transfert rapide vers les nappes ou les drains
  - ➔ Effets variables selon les molécules, les sols et les conditions météorologiques

L’exemple d’Itaipu

- Le barrage d'Itaipu est situé sur le fleuve Paraná, entre le Brésil et le Paraguay

Le barrage d'Itaipu

- La plus grande production d'électricité au monde (devant les Trois Gorges, en Chine)
  - capacité de production de 14 GW
  - 90% de l'électricité du Paraguay et 25% de celle du Brésil
- Géré conjointement par les États du Brésil et du Paraguay, au travers de l'entreprise *Itaipu Binacional*

Photo : *Itaipu Binacional*

Barrage d’Itaipu

Une région agricole

- L’ouest du Paraná était initialement couvert de forêts subtropicales
- Colonisation agricole depuis 1950 avec des migrants

  ➔ déboisement massif

Colonisation en 1950, à Toledo
(photo: T. Marques)

Colons du sud brésilien
(photos: http://www.skyscrapercity.com)

Une région agricole

- L'ouest du Paraná était couvert initialement de forêts subtropicales
- Colonisation agricole depuis 1950 avec des migrants ➔ déboisement massif
- Sols d'origine volcanique très fertiles + climat humide toute l'année ➔ productivité agricole élevée
- Petits et grands propriétaires
  - soja / maïs + diversification par des élevages avicoles, porcins et laitiers

Champ de soja

Paysage de champs de soja, bassin du Paraná 3

Impacts de l'agriculture sur le barrage

- Pollution et envasement du lac de barrage
  - Labour = érosion massive atteignant 50 t/ha/an
  - Flux importants de sédiments et de phosphore
    - ➔ favorisent le développement d'algues
    - ➔ envasement lent mais progressif de la retenue
    - ➔ menacent la production électrique
- Pour réduire les apports dans le lac, nécessité d'agir sur l'ensemble du bassin versant
  - en accroissant l'infiltration de l'eau et la rétention des particules avant qu'elles n'atteignent les cours d'eau

Affluent d'Itaipu chargé en sédiments

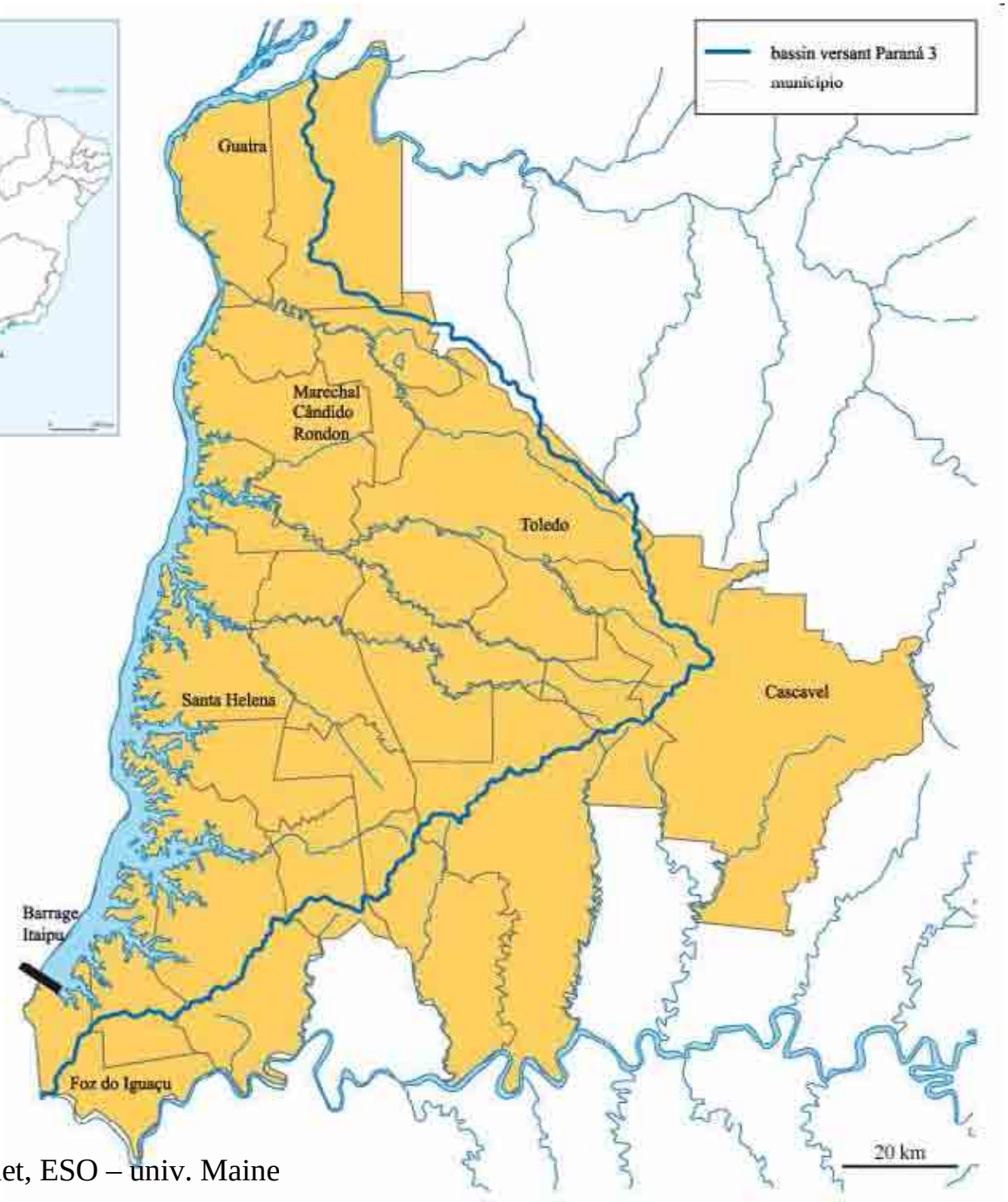
Érosion linéaire

Effets de l’érosion en nappe sur un sol dénudé

Eutrophisation dans le lac de barrage d’Itaipu

Stratégie adoptée

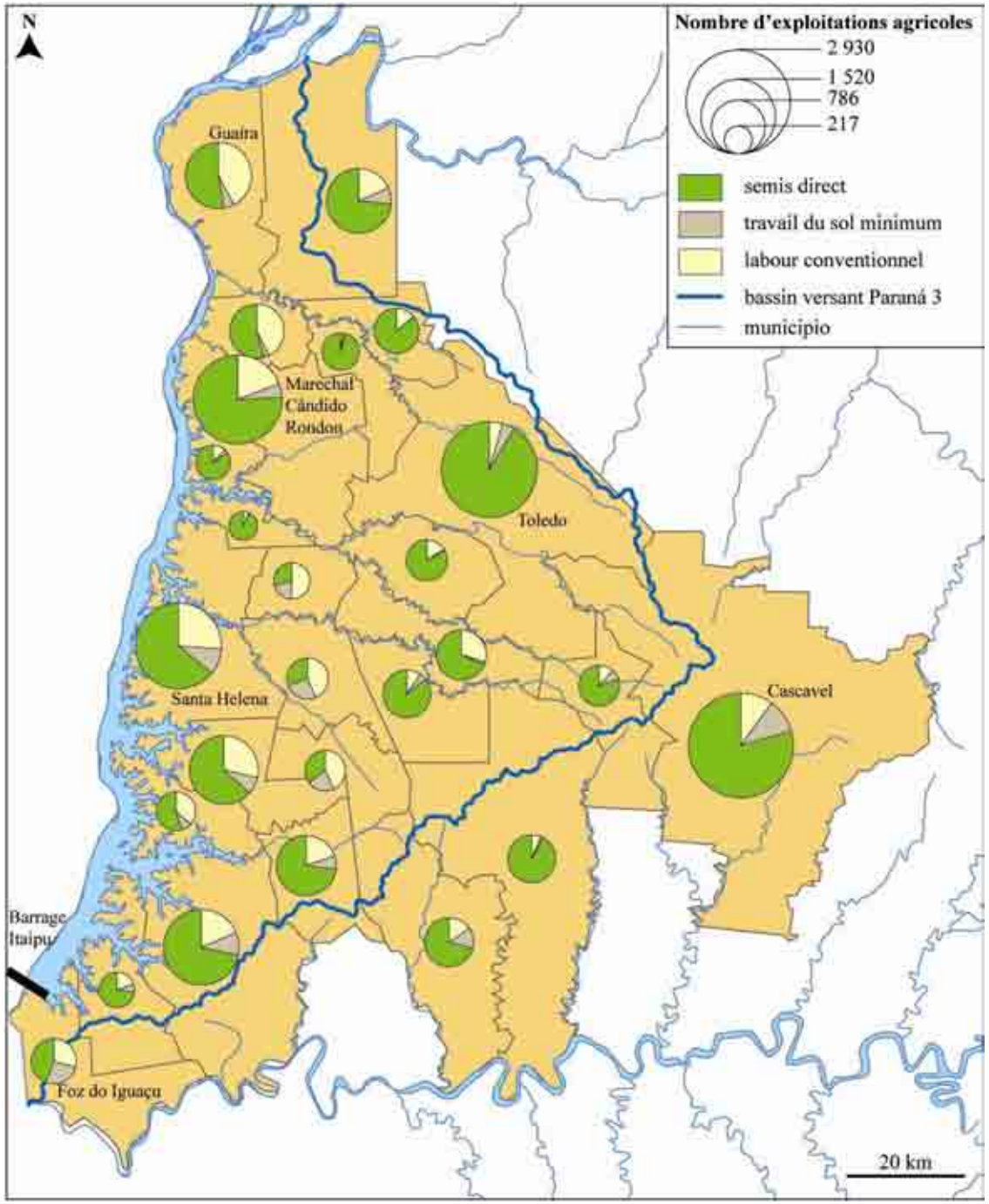
- Politique de développement régional élaborée en 2003
  - Plan conçu de façon participative lors de 19 séminaires
  - Ambition = soutenir le développement régional en l'orientant vers plus de durabilité par des actions couvrant le bassin versant
  - programme pilote en Amérique du Sud d'amélioration de la qualité des eaux nommé *Cultivando Água Boa*



Source : IBGE
Réalisation : S. Angonnet, ESO – univ. Maine

- Promotion de systèmes de conservation des sols :
  - Démarche de *Cultivando agua boa*
    = accompagner les agriculteurs vers des systèmes de production plus durables, en suscitant l'innovation pour allier des rendements élevés à une conservation des sols
  - ➔ Réalisation de banquettes anti-érosives
  - ➔ Cultures implantées en suivant les courbes de niveau (*contouring*)

Rangs suivant les courbes de niveau



Depuis les années 1990,
le semis direct
se répand dans cette région
➔Nette réduction
de l'érosion

Mais nécessité d'aller plus
loin…

- Promotion de systèmes de conservation des sols = depuis 2005, développement du semis direct sur couverture végétale
  - Système d'auto-évaluation de la durabilité de la production conçu par l'association brésilienne d'agriculture de conservation (FEBRAPDP) avec les agriculteurs du secteur
    - n'exigeant ni mesures coûteuses, ni ingénierie extérieure,
    - mais observation et savoir faire des producteurs
    - ➔ fondé sur une analyse multicritère : couverture des sols, fertilisation organique, rotations, réduction des doses d'herbicides et non travail du sol

Les agriculteurs suivent par eux-mêmes régulièrement la performance de leurs pratiques agricoles au moyen d'un comptage des vers de terre, attestant de la bonne qualité biologique des sols

Photo : F. Laurent

Agriculteur participant au groupe de travail sur la conservation des sols

Riz en semis direct

Soja en semis direct
sur résidus de maïs

Comptage de vers de terre

Soja en semis direct sur mulch

Leçons d'Itaipu

- Expérience pilote qui permet d'observer :
  - Un élargissement de l'objet de la gestion : initialement la gestion d'un ouvrage et de sa retenue, aujourd'hui la gestion d'un bassin versant
  - Une évolution du curatif vers le préventif : passer de l'ingénierie technique d'un ouvrage à un véritable projet territorial
  - Un changement de gouvernance : d'un mode initial de gestion centralisée à une association des populations locales dans le choix de solutions et la réalisation des actions

➔ Avancées réelles pour la protection de l'eau : réduction de l'érosion, réduction des pollutions

- Volontarisme des acteurs institutionnels et participation active des agriculteurs
  - Bénéfices environnementaux riment avec productivité

Merci de votre attention
(photo Donato