

Délai de renouvellement des eaux souterraines: quels enseignements pour restaurer la qualité des captages prioritaires

L. Gourcy
Hydrogéochimiste, Brgm

1^{er} octobre 2013, agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Journée « Les eaux souterraines dans la gestion des milieux aquatiques »

Contexte de l'opération

- La quasi-totalité des MESO présentant un RNAOE ont un problème nitrate et/ou pesticides
- Les programmes de mesure et leur efficacité ne peuvent être évalués sans un regard sur les temps de réaction/renouvellement des aquifères
- Les captages Grenelle et/ou prioritaires sont des sites d'étude adéquat à l'évaluation de l'importance de quelques facteurs explicatifs de l'évolution des concentrations



Objectifs du projet

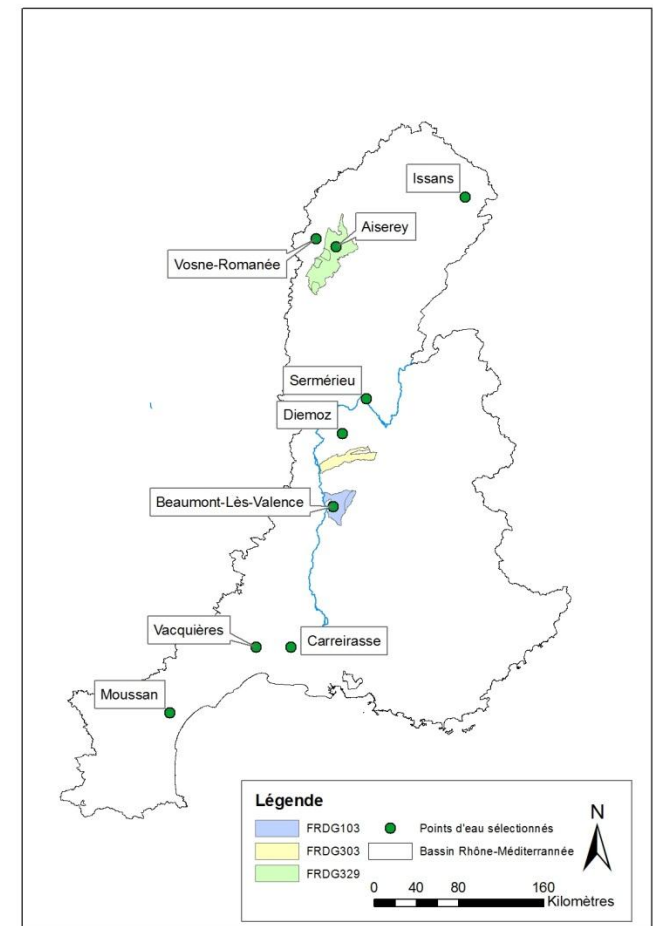
- Fournir des ordres de grandeur des délais de renouvellement des eaux pour différents types d'aquifères
- Estimer a priori la réactivité des eaux souterraines à la mise en œuvre de programmes d'action sur les zones de recharge d'aquifères
- Examiner la variabilité spatiale de l'information et la représentativité de la donnée sur les tendances
- Valider quelques facteurs explicatifs des tendances au niveau de sous-bassins versants pilotes

Contexte de l'opération

- **Projet d'appui aux politiques publiques AERMC-Brgm 2011-2013**

- **Trois échelles**

- ✓ Bassin Rhône-Méditerranée
- ✓ Trois masses d'eau
- ✓ 9 sites d'étude (échelle AAC)



Méthodologie et grandes étapes

● Datation des eaux

- ✓ Par les outils SF₆/CFC sur 100 pts d'eau du bassin
- ✓ Compilation des données existantes (¹⁴C, ³H, CFC, SF₆)

● Analyses statistiques

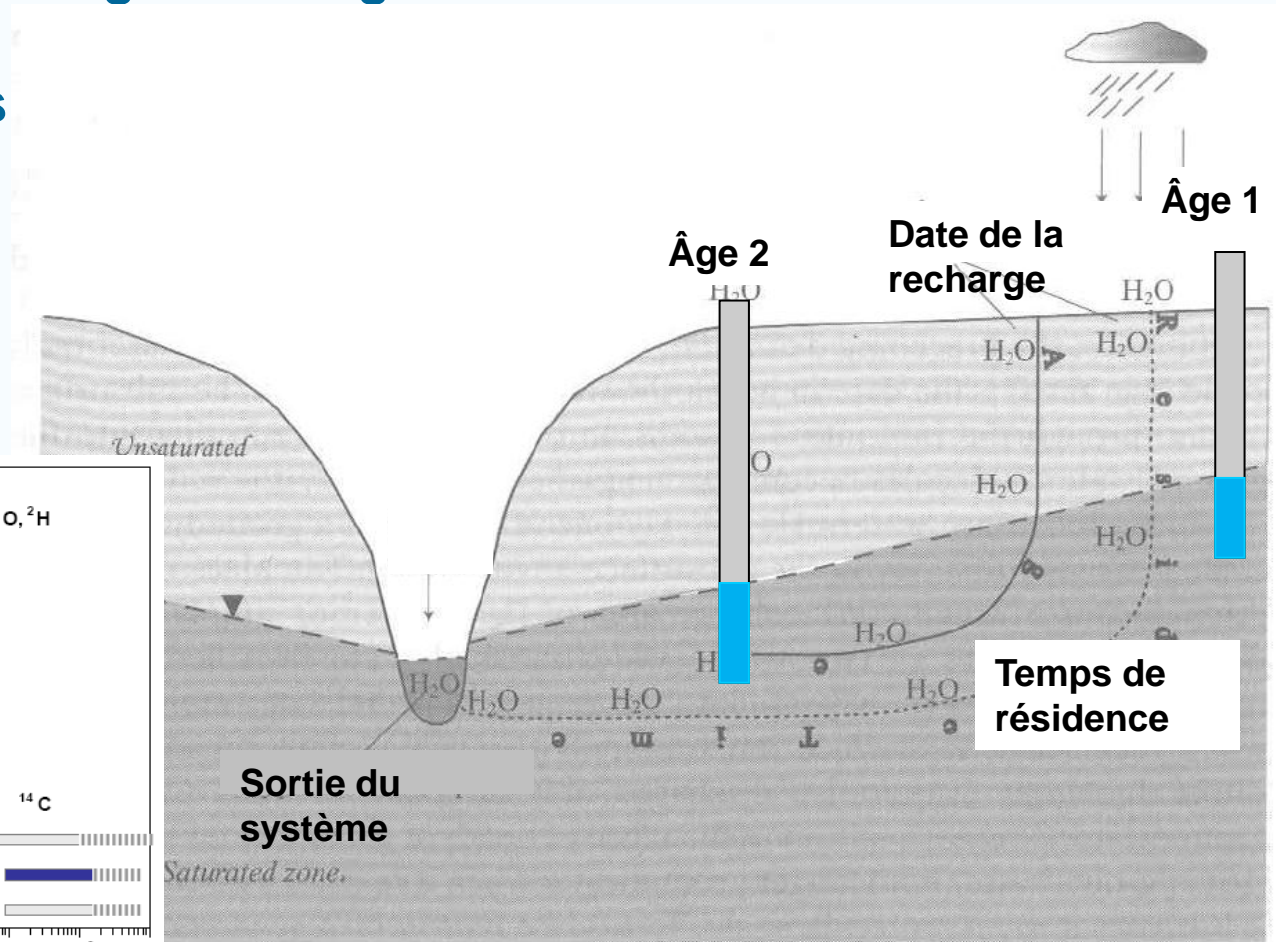
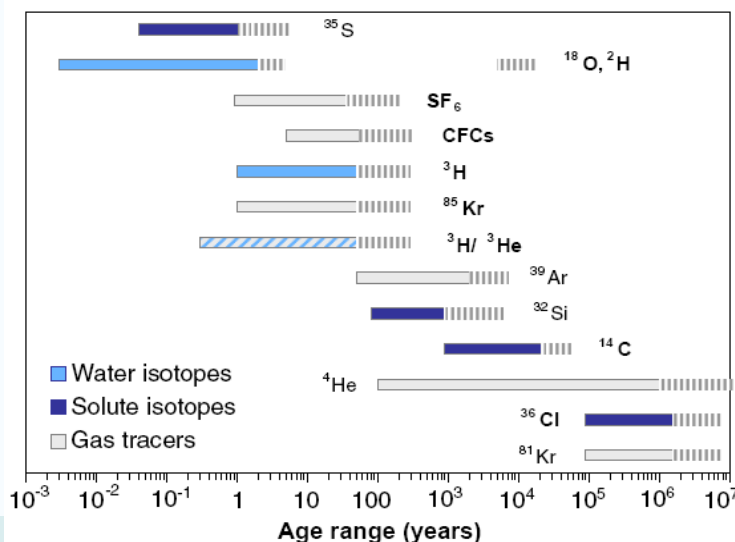
- ✓ Analyses corrélatoires (simple et croisé)
- ✓ Tests non paramétriques

● Collecte et traitement des données

- ✓ Pluviométrie, piézométrie, géologie, hydrogéologie
- ✓ Pratiques culturales, occupation des sols, programmes de mesure
- ✓ Chroniques nitrates et pesticides, âge des eaux

Principes des traceurs iso & chimiques

- Âges = ensemble de goutte d'âges différents
- Age des traceurs
- Divers traceurs



Traceurs des âges récents

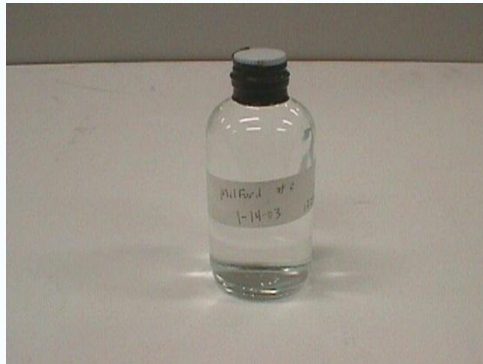
- Signal d'entrée = ^3H : essai nucléaires
- CFC/SF₆ : gaz propulseurs/réfrigérants/isolants



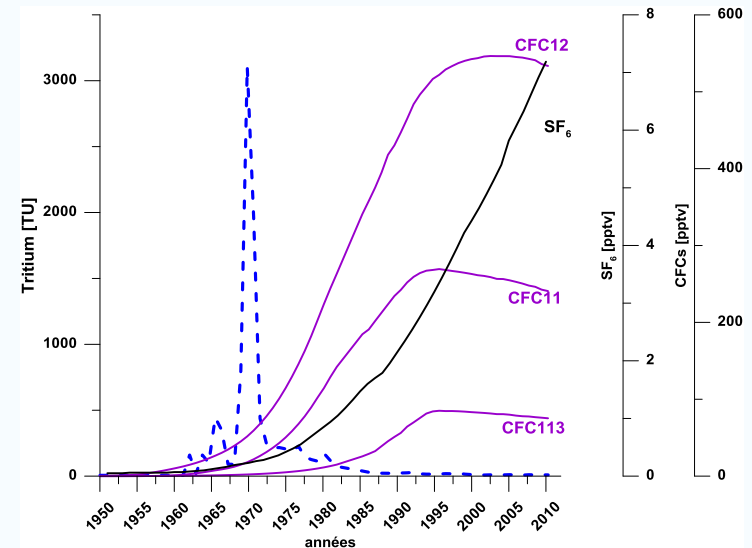
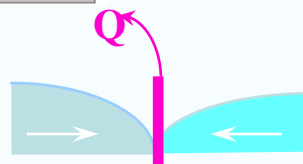
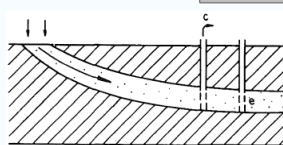
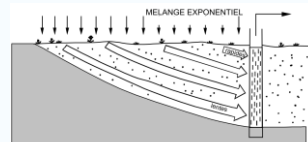
Des concentrations dans l'eau



aux concentrations dans l'air

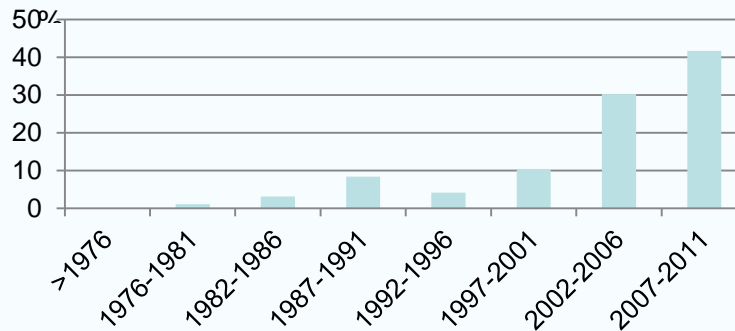


caractérisation des points
(temp, altitude) et
modèles d'écoulement

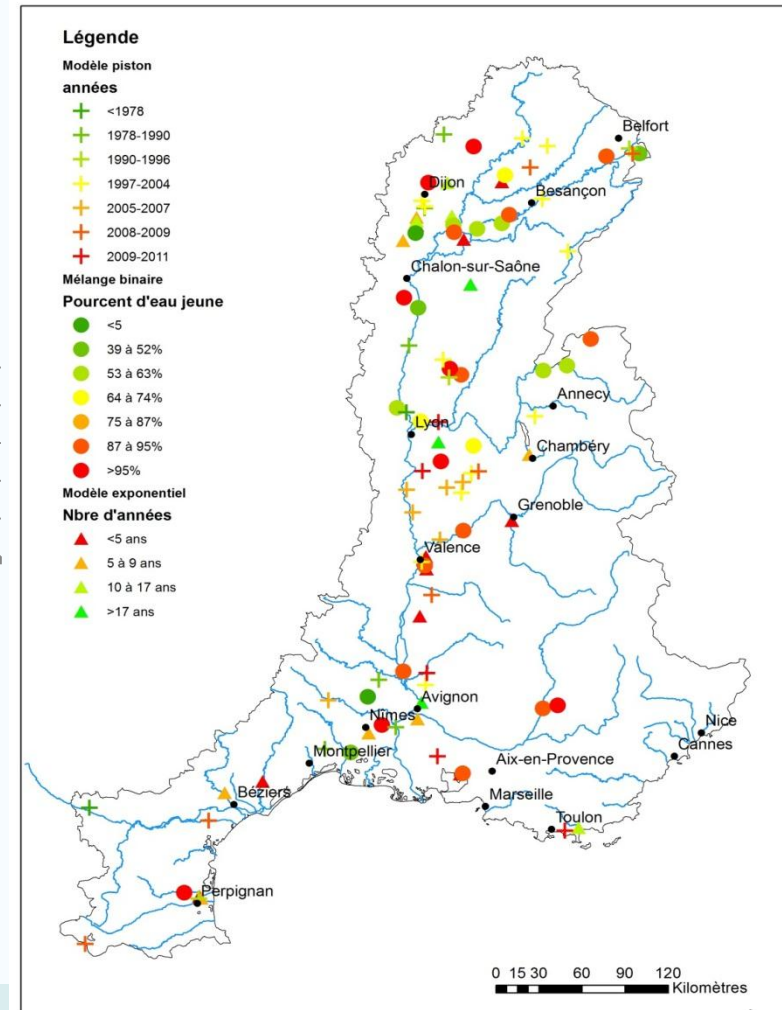


Age des eaux souterraines sur le bassin

- Prélèvement 103 pts d'eau en 2011 et datation possible sur 98 captages Grenelle et prioritaires
- Une grande disparité des âges des eaux des captages
- Eaux « jeunes » : 42% de moins de 5 ans

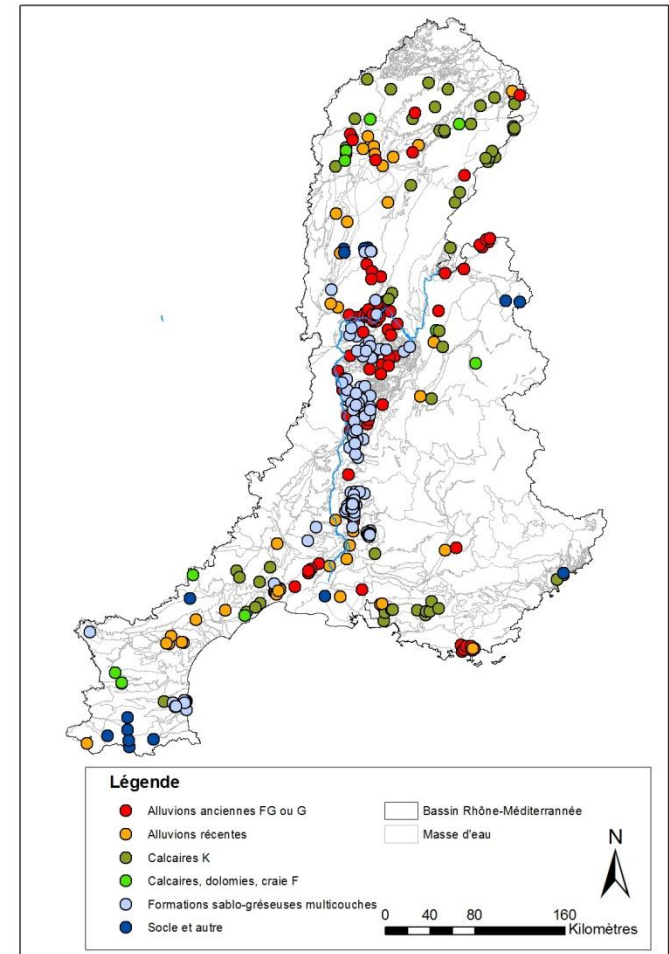


- Pas ou peu de relation avec les types d'aquifère
- Trois modes de recharge à « combiner » à cette échelle



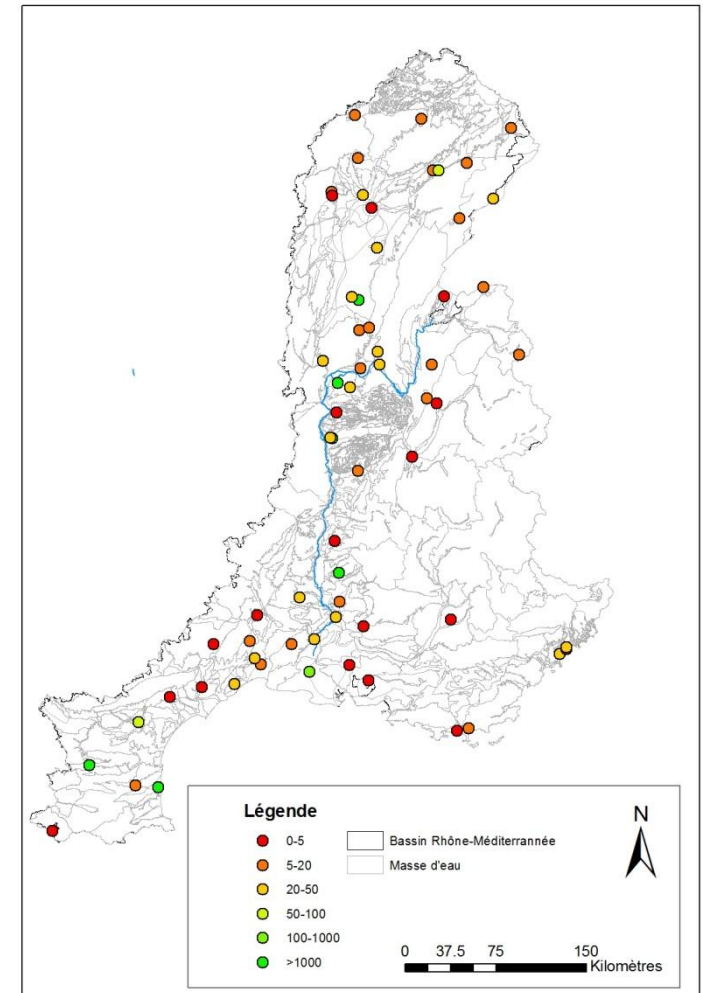
Age des eaux souterraines sur le bassin

- Exploitation des données existantes et des campagnes 2011 et 2012 : ~ 500 données sur 82 MESO
- Données ^3H , ^{14}C , CFC, SF_6 principalement
- Grande disparité des âges des eaux souterraines
- Pour les alluvions récentes et anciennes+FLGL, 70% des eaux ont moins de 10 ans
- Calcaires karstiques présentent également des eaux majoritairement jeune



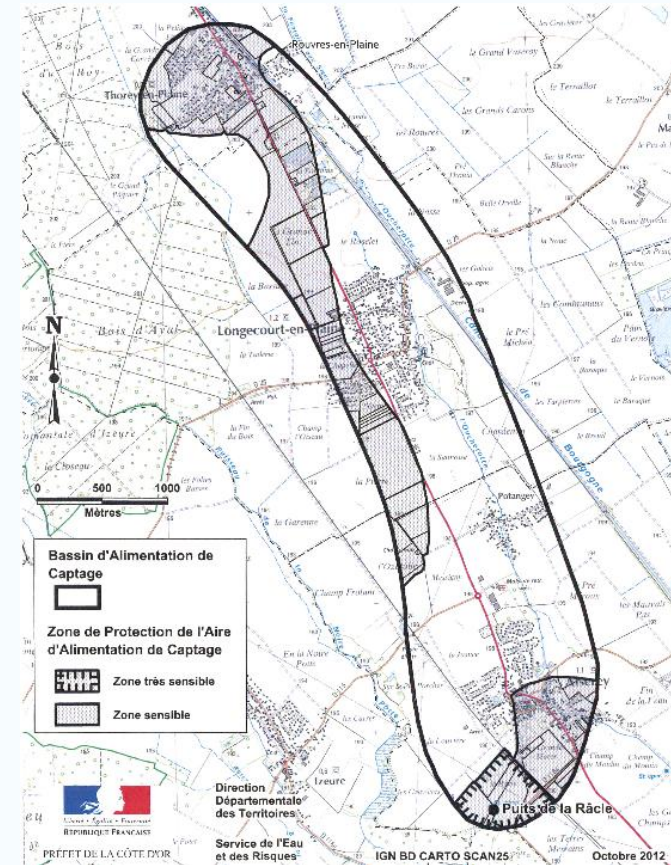
Age des eaux souterraines sur le bassin

- Calcaires karstiques présentent également des eaux majoritairement jeune
- Marno-calcaires et multicouches ont moins de 20% des eaux de 0-10 ans
- Les zones de socle présentent des eaux très anciennes (mais dominance des datations d'eaux thermo-minérales!)



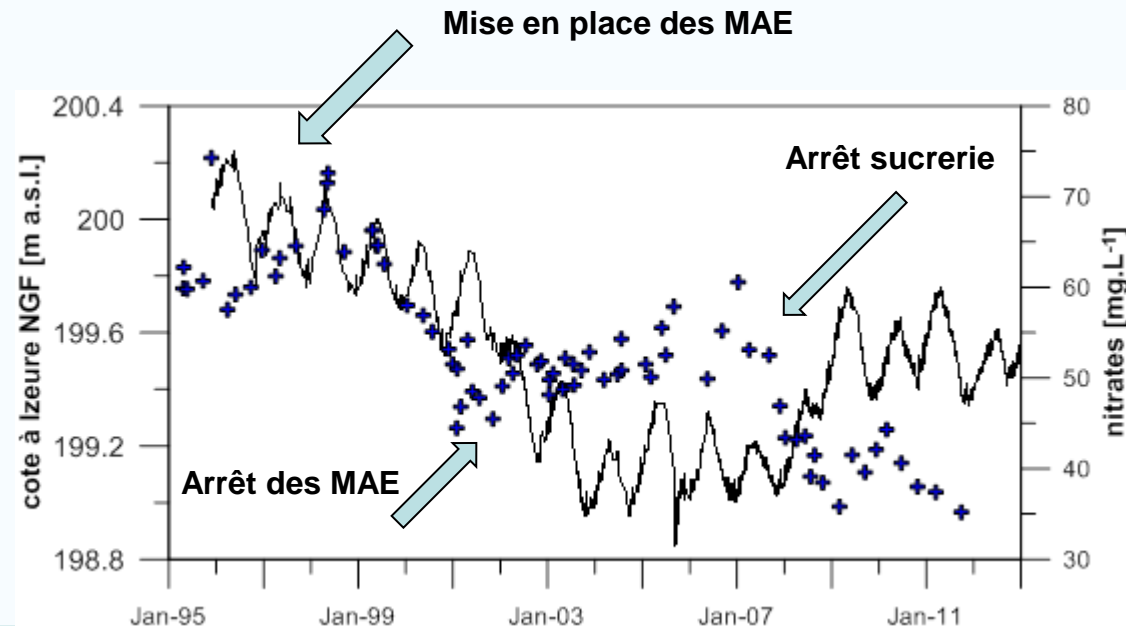
La Racle, Aiserey (21)

- Alluvions – 2/3 m de zone non saturée
- AAC de 8 km² avec zones sensibles
- diverses grandes cultures (SAU 5km²)
- Zone vulnérable NO₃
- MAE entre 1997 et 2001/2002
- En 2008 arrêt de la sucrerie,
remplacement betterave par colza,
moutarde,...



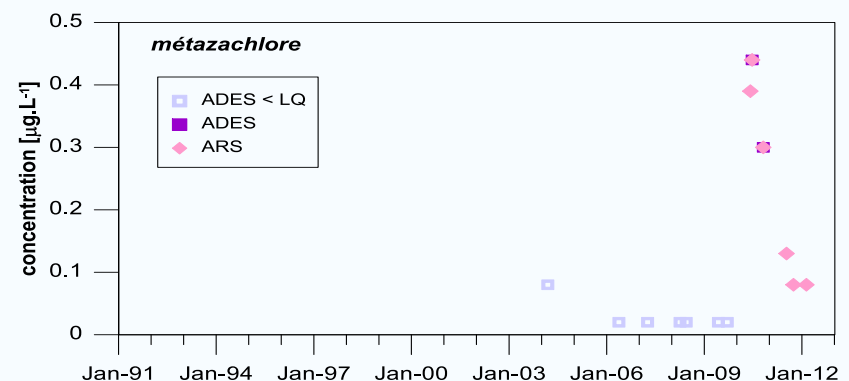
La Racle, Aiserey (21)

- La 1^{ere} baisse (1998-2000) des $[NO_3]$ correspond à la mise en place des MAE en 1997 – également baisse du niveau piézo.
- La 2^{ème} baisse correspond à la fermeture de la sucrerie. Stabilité hydro
- Quantification du métazachlore (utilisé sur colza et moutarde) à partir de 2010



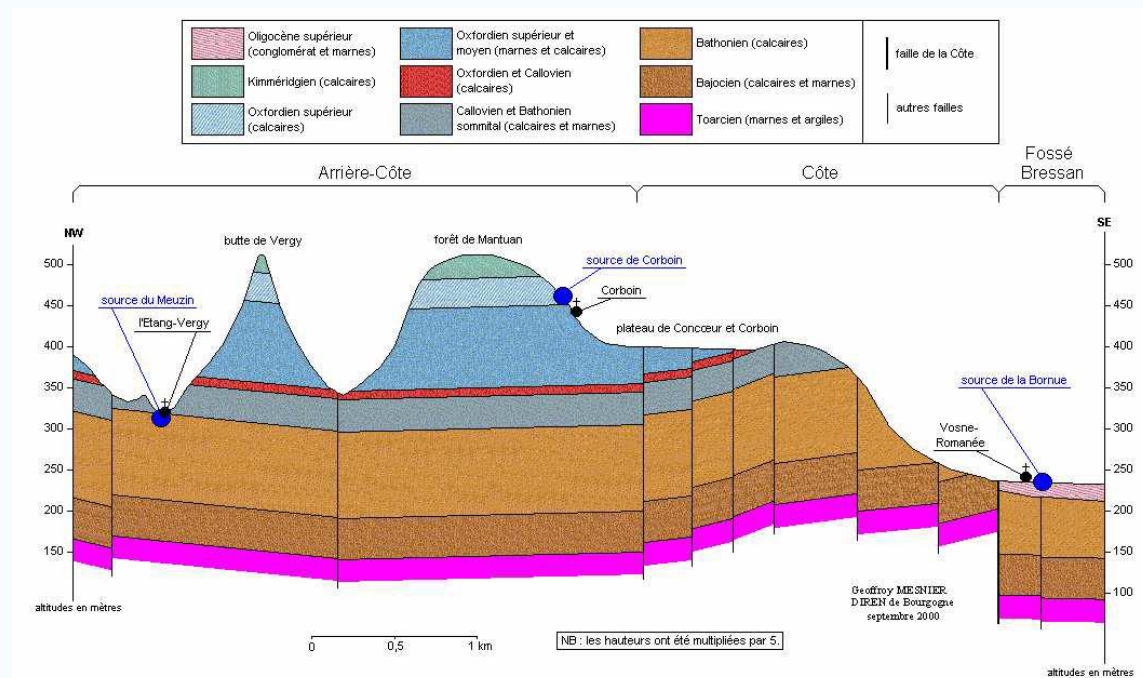
La Racle, Aiserey (21)

- Variations lentes des $[\text{NO}_3]$
- 85% eau de 2005. Explique l'inertie vis-à-vis des nitrates
- 2 à 3 ans entre les actions et l'effet sur la qualité des eaux
- Présence de pics de métazachlore indique une circulation plus rapide proche du captage => définition de zones sensibles au sein de l'AAC



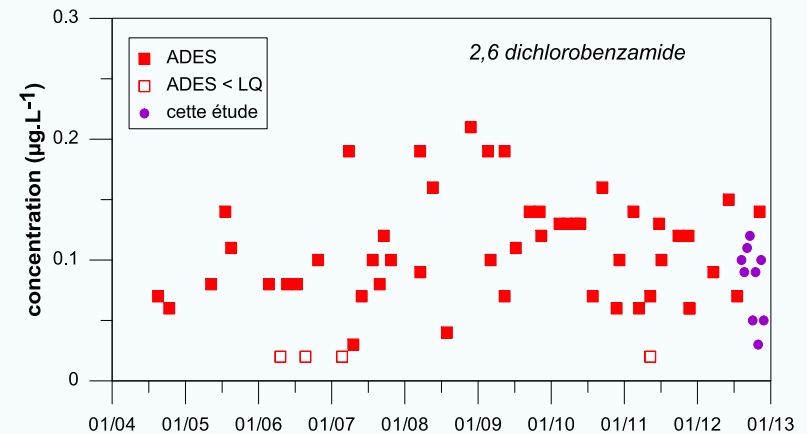
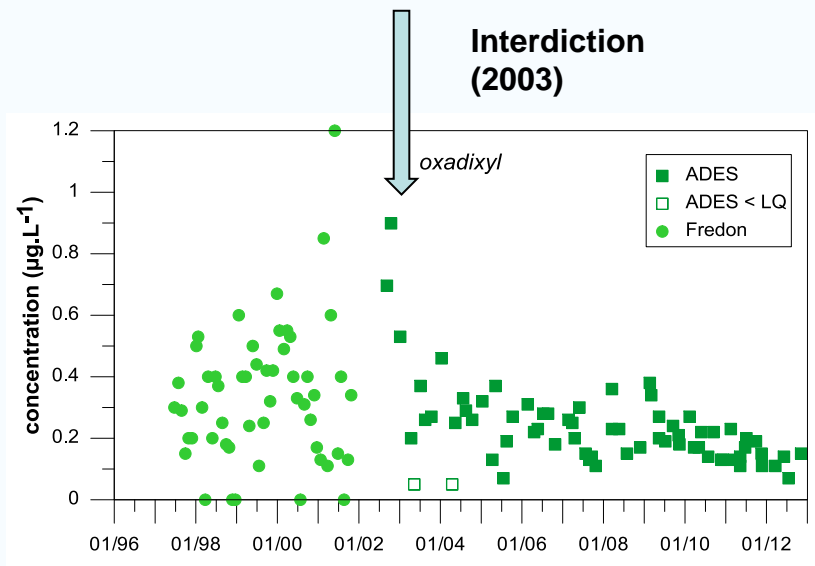
Source de la Bornue, Vosne-Romanée (21)

- Calcaires karstiques de l'Oxfordien
- AAC de 6 km² avec vigne, céréales et forêts
- Plans d'actions « pesticides » dès 1998 puis de nouveau en 2011



Source de la Bornue, Vosne-Romanée (21)

- Effet rapide après mise en place des actions (ex. oxadixyl)
- « Bruit de fond » reste élevé, pesticides et métabolites (ex: BAM)
 - ✓ Remobilisation des sols et ZNS



Source de la Bornue, Vosne-Romanée (21)

- Diminution et arrêt des applications à pour effet immédiat une diminution ou suppression des pics => transfert rapide après application possible
- Présence de certaines molécules de nombreuses années après interdiction. 20 à 40% d'eau ancienne
- Fonctionnement composite type « karst » et « fissuré » se reflète dans le mode de recharge (% variable de mélange eau jeune et ancienne)
- Maintien des mesures et suivi à pas de temps fin (mensuel)

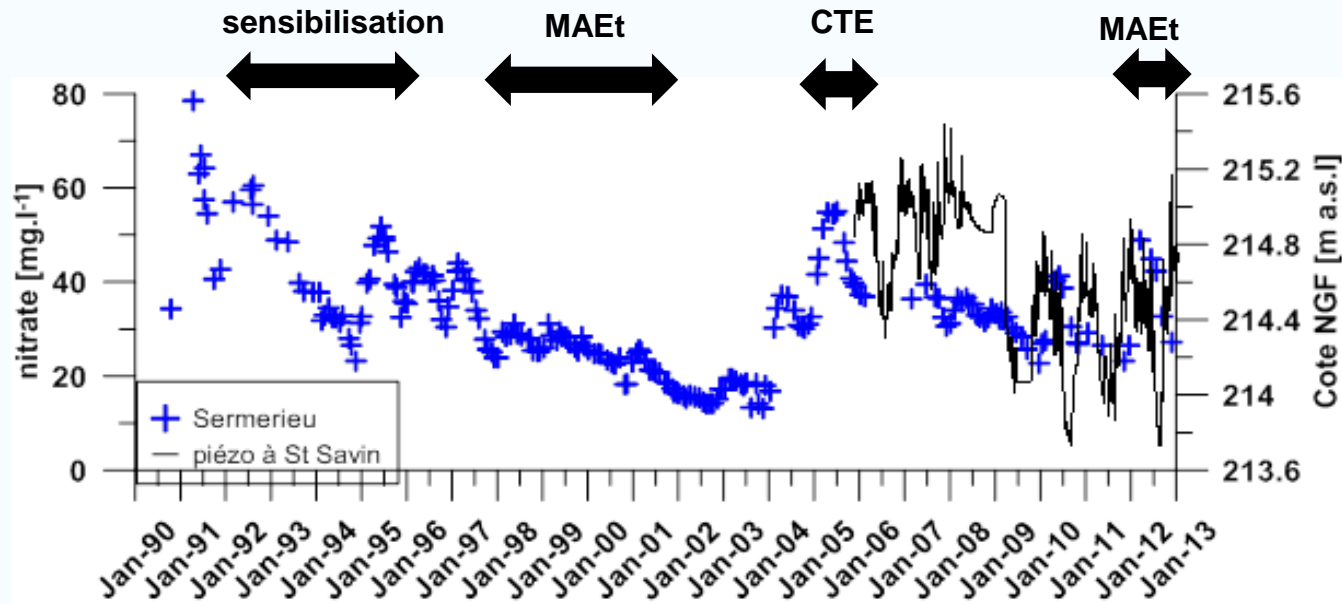
Captage de Sermerieu (38)

- Alluvions fluvio-glaciaires de faible épaisseur de ZNS
- AAC de 5 km² dont 4 en SAU
- Elevage laitier et maïs/blé/orge
- 1991-1995 : sensibilisation (Pi'azote)
- 1997-2002: MAEt (CIPAN, réduction, prairie)
- 2004-2005: Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE) et des Contrats d'Agriculture Durable (CAD)
- 2011: nouvelles MAEt



Captage de Sermerieu (38)

- Forte réactivité aux changements de pratiques



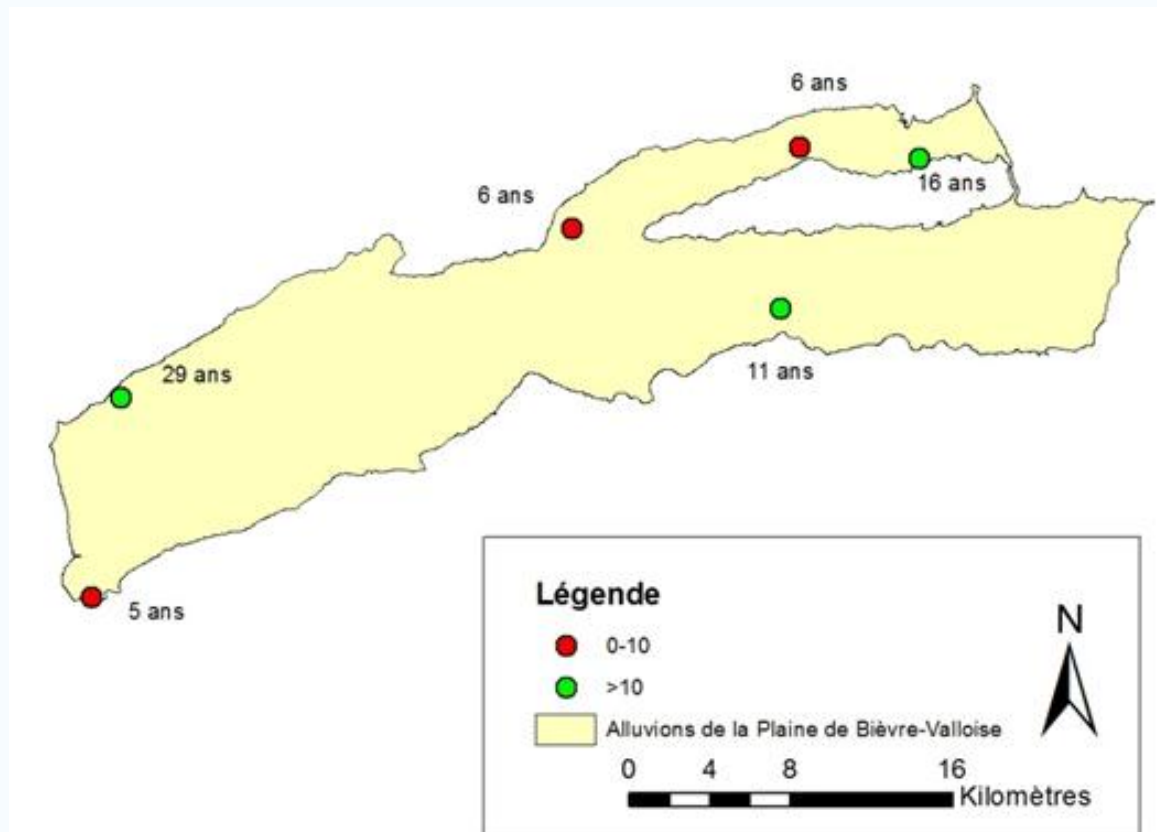
- Arrêt accompagnement agriculteurs (2003-2005) => hausse des concentrations en nitrates

Captage de Sermerieu (38)

- Forte réactivité aux changements de pratiques et niveaux piézométriques (variations saisonnières et pluriannuelles)
- 90% eaux jeunes (qqs années) explique la forte réactivité du chimisme ($[\text{NO}_3]$ élevée en HE et plus faibles en BE)
- Suivi dense (min 4x/an) et sur qqs années nécessaire pour confirmer que les actions prises sont suffisantes pour amélioration de la qualité des eaux
- Mesure niveau piézométrique indispensable (part de variation liée aux variations du niveau piézo)

Variabilités des âges à l'échelle locale

● Nappe de Bièvre-Valloire – DG303



Conclusions

- Pour la première fois on obtient une vision large, à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée des âges des eaux des captages prioritaires et Grenelle
- Les datations et les analyses du comportement hydrogéologique permettent d'expliquer un certain nombre de phénomènes (pourquoi certaines opérations fonctionnent et d'autres moins)
- Temps de renouvellement permet de comprendre les variations de concentrations (pics vs. bruit de fond)

Conclusions

- Information « âge apparent » donne des informations sur le fonctionnement hydrodynamique et mode de transfert des contaminants
- Information temps de renouvellement sur divers forages d'une AAC/MESO permet l'étude de la représentativité de chacun des forages
- Apporte des éléments utiles et pédagogiques pour défendre les actions de restauration des captages

Perspectives

- Le prélèvement pour analyse et datation pourrait se faire de manière systématique pour dimensionner les programmes d'action et estimer les délais nécessaires à la reconquête
- Pour cela les prélèvements devraient se faire au minimum en HE et BE pour appréhender les variations temporelles
- Le coût additionnel est faible si le prélèvement pour datation est réalisé lors des prélèvements de surveillance du site (cout analytique ~ 150-500 euros selon le nbre de traceurs)

Perspectives

- L'information acquise au point n'est pas tjs extrapolable à d'autres captages de la masse d'eau
- Limites de la datation dépendent de la présence de pollution et processus de dégradation et connaissances du site (altitude moyenne de recharge, choix du modèle d'écoulement,...)
- Une estimation des « âges apparents » plusieurs années après les premières analyses permet d'évaluer les impacts de l'exploitation de l'aquifère