



Projet **COMETE**

Contribution à la **CO**mpréhension des **ME**canismes
de **T**ransf**E**rt des produits phytosanitaires au sein
des entités hydrogéologiques du plateau de
Valensole (04)

Journée régionale eaux
souterraines
Ollières 08 09 2015



Intervenants BRGM : C. Arnal, F. Rivet
Intervenants SCP : J-Cl. Lacassin



Partenariat COMETE

SCP et BRGM assurent la maîtrise d'ouvrage de l'opération :

- Partenariat entre la Société du Canal de Provence (SCP) et le PNR du Verdon**
- Partenariat entre la SCP et le BRGM**
- Contrat-cadre entre l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et le BRGM**



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Contexte initiant le projet COMETE

> La masse d'eau souterraine des Poudingues de Valensole :

- Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE)
- Six captages AEP identifiés comme prioritaires dans le SDAGE 2010/2015
- Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) mis en place

> Communes classées en zones vulnérables aux nitrates

> Absence de maître d'ouvrage susceptible de prendre en charge la gestion des captages



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Objectifs :



- Diagnostiquer l'état de pollution des eaux du plateau
- Améliorer la connaissance des aquifères au niveau des captages prioritaires
- Caractériser les pressions polluantes au sein des AAC
- Définir des actions de reconquête de la qualité de l'eau
- Comprendre les mécanismes de transferts des polluants

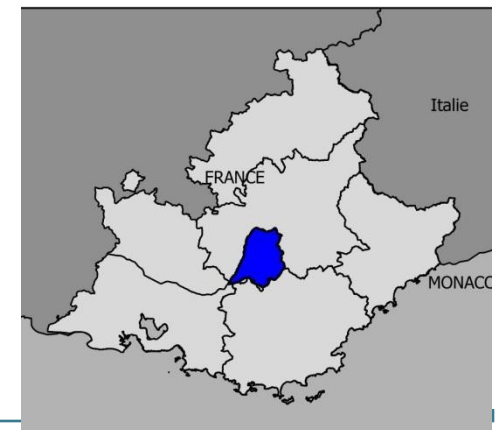
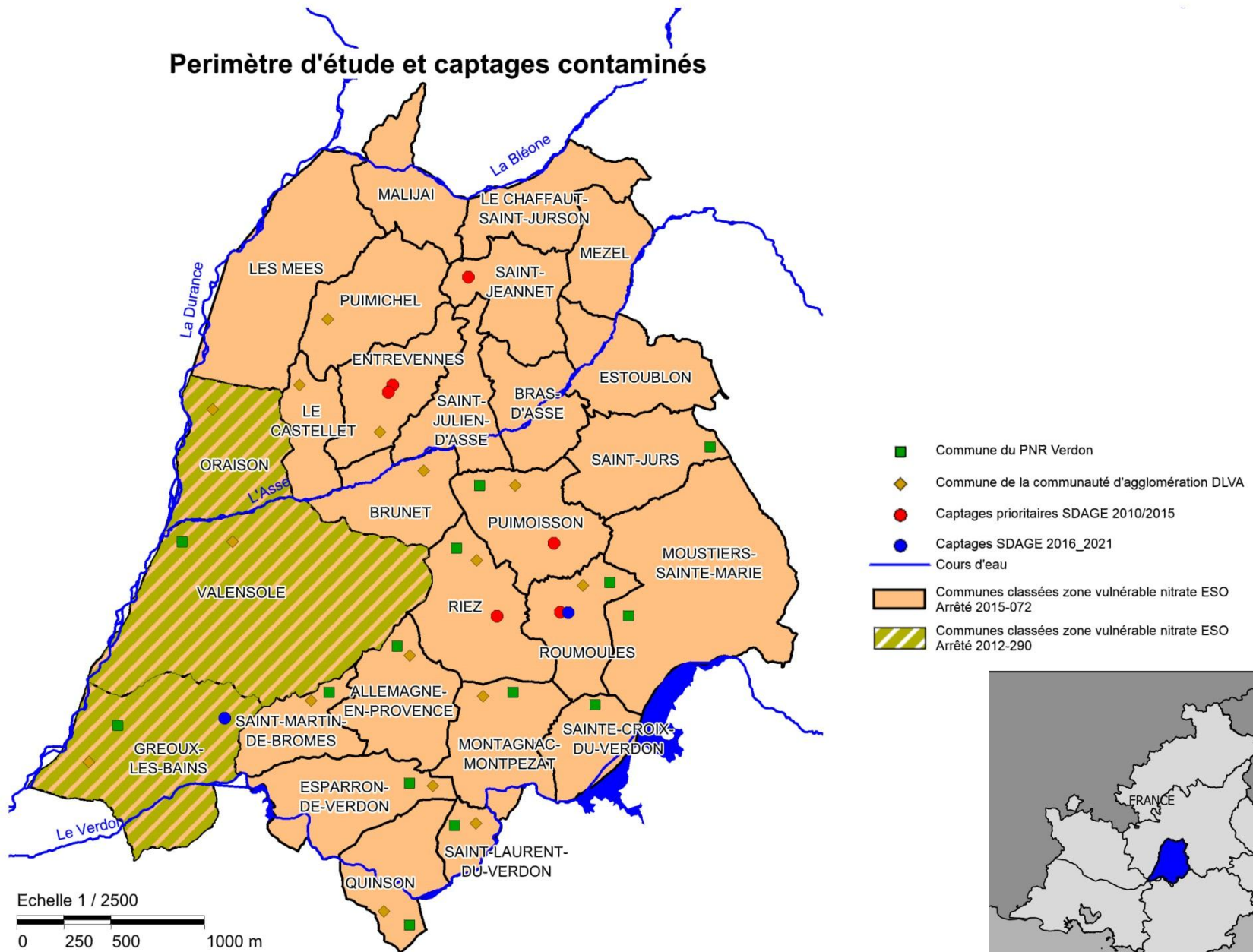
Pour engager un processus de reconquête de la qualité de la masse d'eau souterraine



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Perimètre d'étude et captages contaminés



Contexte physique Plateau de Valensole : Pédologie / Géologie / Hydrogéologie



Carte des sols - Unités typologiques

=> permet d'évaluer la répartition entre l'infiltration dans le sol et le ruissellement vers les eaux de surface

Géologie

Conglomérats de Valensole :

accumulation de matériaux détritiques (graviers et galets) et marnes, jusqu'à 1000 m d'épaisseur

mise en place par d'anciennes circulations fluviales.

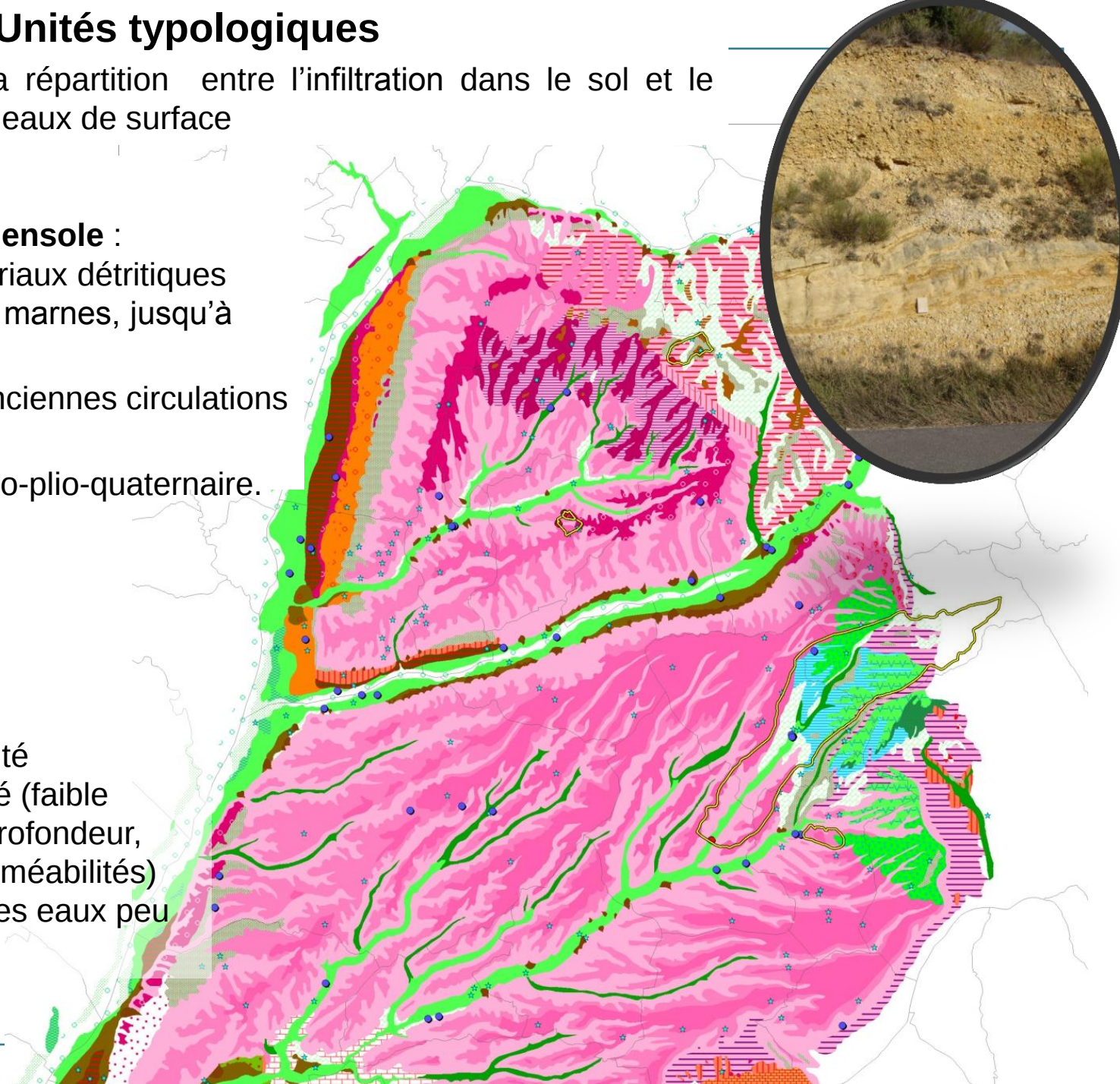
Age de ces dépôts mio-plio-quaternaire.

Hydrogéologie

Aquifère compartimenté

Intérêt quantitatif limité (faible productivité, grande profondeur, hétérogénéité des perméabilités)

Flux , débit , qualité des eaux peu connus



Occupation des sols et pression polluante à l'échelle du plateau

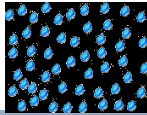


Préambule : devenir des pesticides

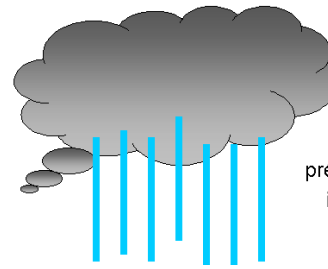
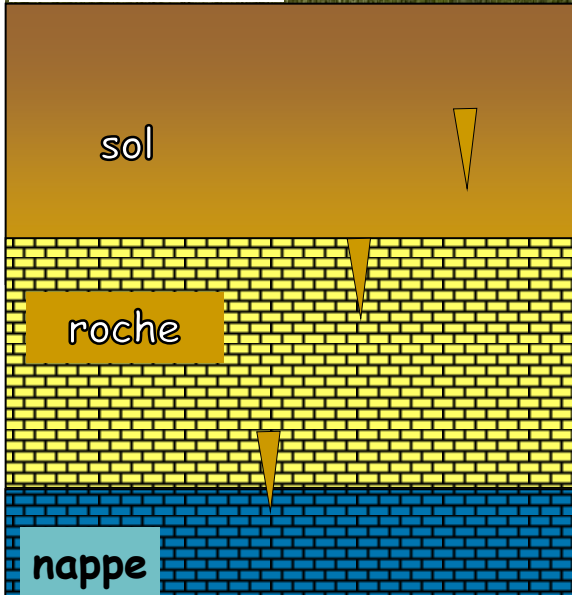
Photo oxydation



Volatilisation
des aérosols



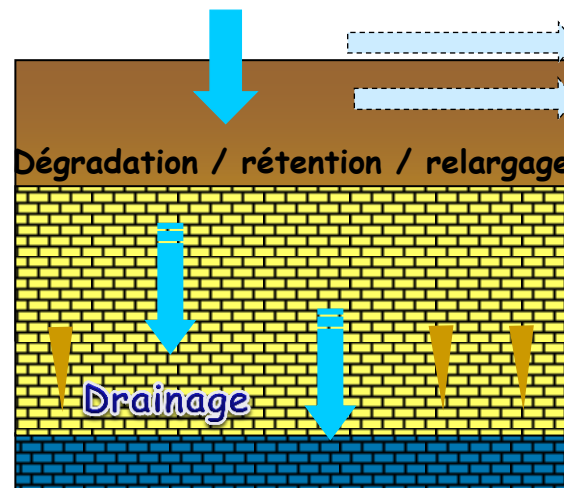
Traitement



précipitations
irrigation

Lessivage du feuillage et surface du sol

infiltration

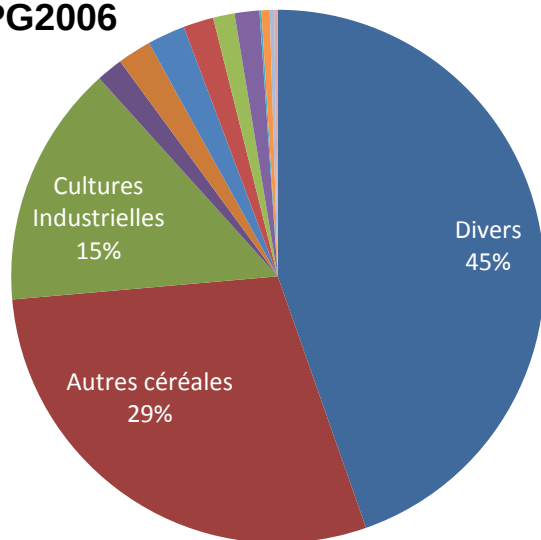


Ruissellement
vers cours d'eau
Ruissellement
sous la surface

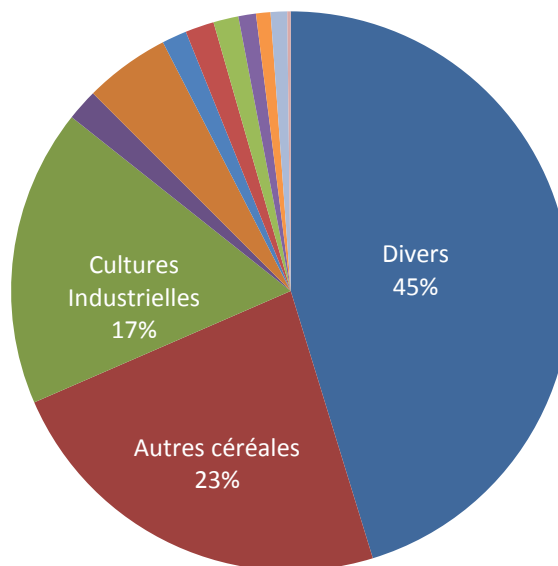


Occupation des sols d'après les Registres Parcelaires Graphiques

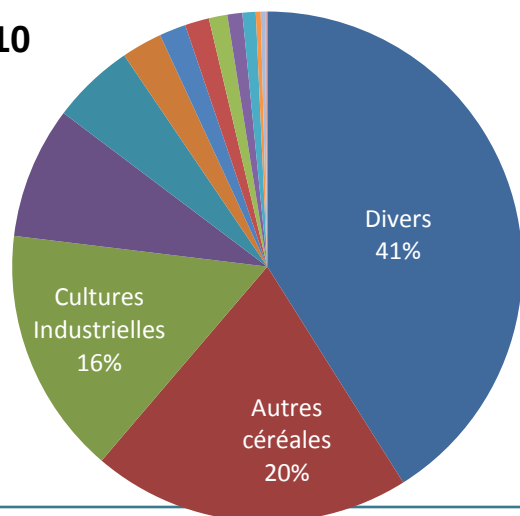
RPG2006



RPG 2012



RPG2010

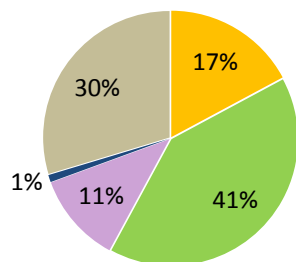


- Divers
- Autres céréales
- Cultures Industrielles
- Cultures annuelles
- Autres céréales/ cultures industrielles
- Oléagineux
- Protéagineux
- Maïs grain/ensilage
- Oliviers
- Vergers
- Cultures pérennes
- Semences
- Blé tendre
- Vignes



Occupation des sols (exemple Répartition de cultures dans Bassin d'Alimentation des Captages prioritaires (2014) et pression polluante

BAC Jeanchier Entrevennes



24,8 ha	%	ha
BLE	17	4,2
DIVERS	41	10,2
SAUGE	30	7,4
LAVANDIN	11	2,7
OLIVIERS	1	0,2

Pression polluante agricole (d'après enquêtes sur pratiques culturales) :

- Pratiques phytosanitaires
- Fertilisation azotée
- Epanchages de boues de STEP

Pression polluante non agricole :

- Voieries départementales : politique « Zéro phyto »
- Toutes les communes (sauf deux) utilisent le désherbage alternatif pour les voieries, englobant les méthodes de désherbage mécanique

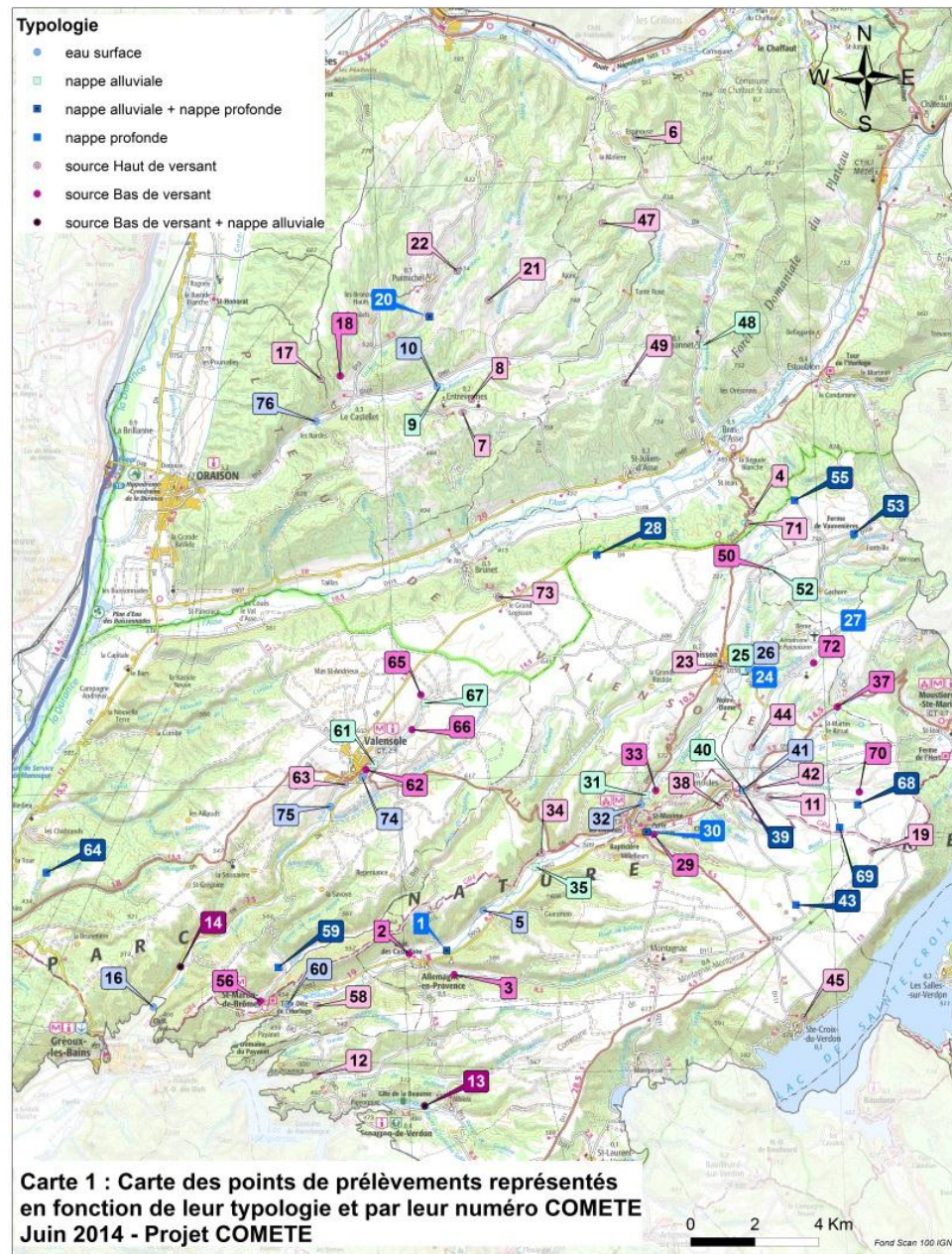


2 / Présentation des résultats à l'échelle du plateau

Contaminations mesurées à l'échelle du plateau



Suivi des contaminations 50 molécules pesticides recherchées



Projet COMETE : 70 points d'eau échantillonnés en juin 2014 en contexte de basses eaux :

60 points d'eau souterraine avec une typologie différente

10 points d'eau de surface



Prélèvement et flaconnage



Contaminations à l'échelle du plateau : produits phytosanitaires

> Molécules quantifiées :

- **Bromacil** (1/70 – max. 0.184 µg/L) - insecticide retiré de la commercialisation (depuis 2007) (nom commercial Hyvar X)
- **Dééthylatrazine** (9/70 – 0.047 µg/L) – métabolite atrazine, herbicide utilisé dans culture maïs, retiré de la commercialisation (depuis 2003)
- **Fluazifop-p-butyl** (2/70 – 0.078 µg/L) – herbicide utilisé dans culture du lavandin (nom commercial Fusilade)
- **Isoproturon** (1/70 – 0.015 µg/L) – herbicide utilisé dans culture du lavandin (nom commercial Leagcy Duo et Quartz GT)
- **Quizalofop P Ethyl** (3/70 – 0.076 µg/L) – herbicide utilisé dans culture du lavandin (nom commercial Etamine)
- **2, 6 dichlorobenzamide** (32/70 - 1 µg/L) = BAM (produit de dégradation du dichlobenil et chlorthiamide), herbicide utilisé dans culture du lavandin, retiré de la commercialisation en 2001 (Chlorthiamide) et 2009 (dichlobénil)

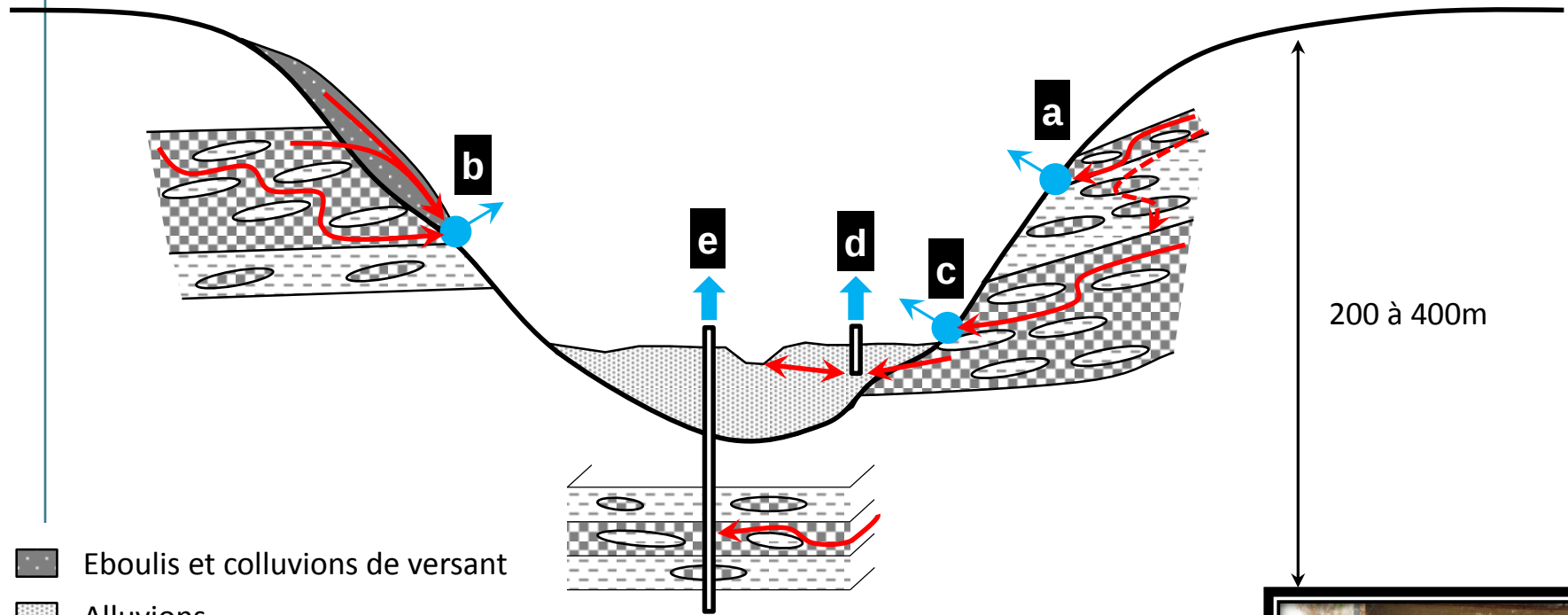
> rappel limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté min. 11/01/07)

- Substances actives des pesticides, ainsi que les métabolites et produits de dégradation et de réaction pertinents : **0,1 µg/l pour une substance et 0,5 µg/l pour la somme des pesticides**

3 / Présentation des suivis et des résultats sur les captages prioritaires



Amélioration de la connaissance : caractérisation des différents aquifères



 Eboulis et colluvions de versant

 Alluvions

 Séquence perméable de conglomérats avec lentilles argilo-gréseuse moins perméables

 Séquence peu perméable avec lentilles localement plus graveleuses

 Exemple de chemin emprunté par l'eau

 Source

 Forage

a **b** Sources de haut de versant

c Sources de bas de versant

d Captage de l'aquifère alluvial

e Captage de l'aquifère profond



Amélioration de la connaissance

- Délimitation des impluviums * des captages étudiés

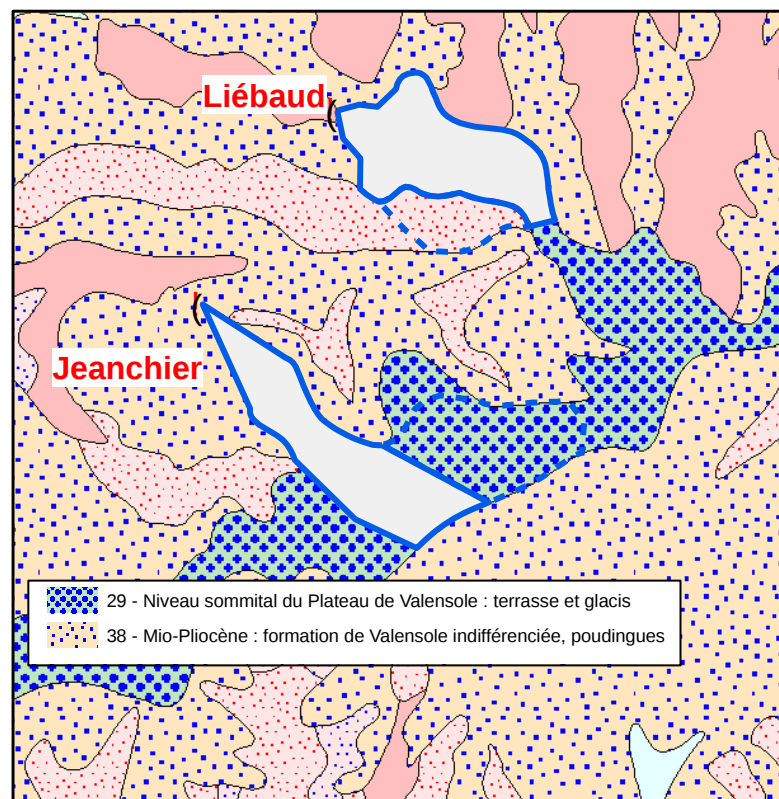
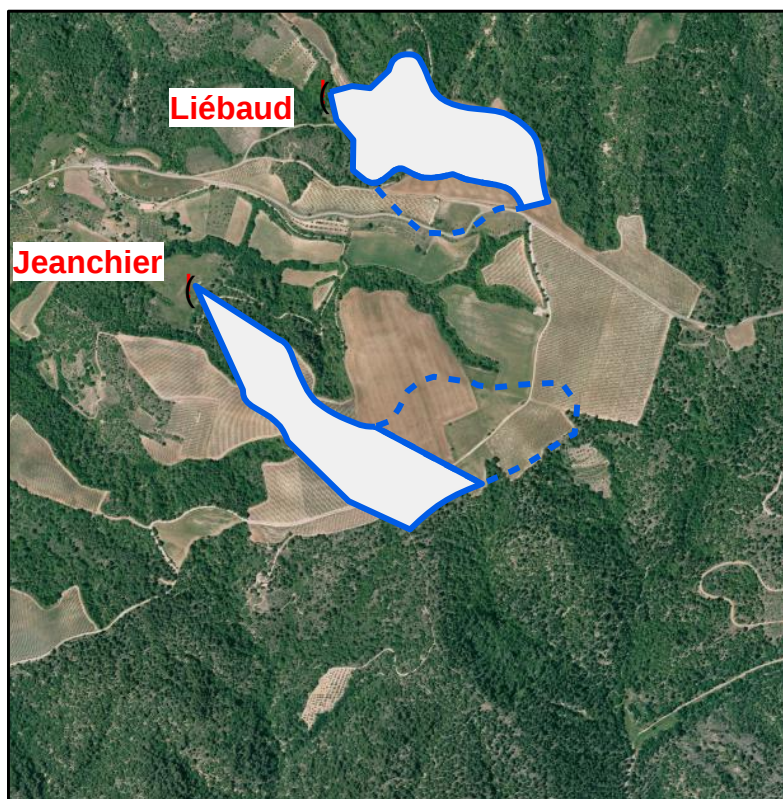
** (Surface du sol sur laquelle toute goutte d'eau tombée présente une probabilité non nulle de contribuer à l'alimentation du point d'eau étudié, quel que soit le mode de transfert mis en jeu)*

- Caractérisation chimique : suivi chimie régulier sur 7 points d'eau.
- Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines



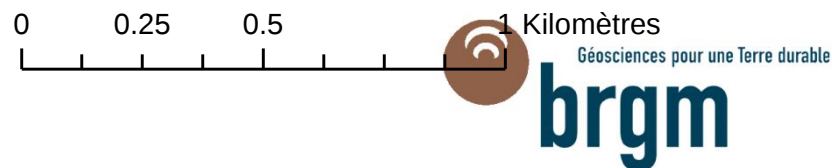
Délimitation des impluviums exemple Sources de haut de versant

à partir :
des suivis hydrodynamiques,
du contexte géologique/topographique / de la biblio (rapport hydrogéologues agréés)



Légende

-  Impluvium / transfert par infiltration / tracé fiable
-  Impluvium / transfert par infiltration / tracé incertain
-  Impluvium / transfert par ruissellement



Conclusion sur les suivis des eaux souterraines

- **Contamination liée à l'historique** : peut-on prévoir à quelle échéance la contamination par le BAM sera résorbée ?
 - L'évolution temporelle des concentrations semble étroitement liée à la recharge mais cela doit être confirmé
 - Quel est le stock de molécule(s) mère(s) et de BAM dans le sol et dans la zone non saturée du poudingue ?
 - Comment ce stock est-il remobilisé ? *BAM probablement remobilisé à chaque épisode de recharge et ce tant que le sol et la zone non saturée contiendront cette molécule et/ou la(les) molécule(s) mère(s)*
- **D'autres molécules à surveiller ?**
 - Quelques molécules mères (céréales) quantifiées sans dépassement du seuil ? Evolution possible ?
 - Certains de leurs métabolites pourraient être lessivés vers les eaux souterraines
 - Quelques molécules mères (lavandins, céréales) quant dépassement : situation exceptionnelle ou récurrente ?

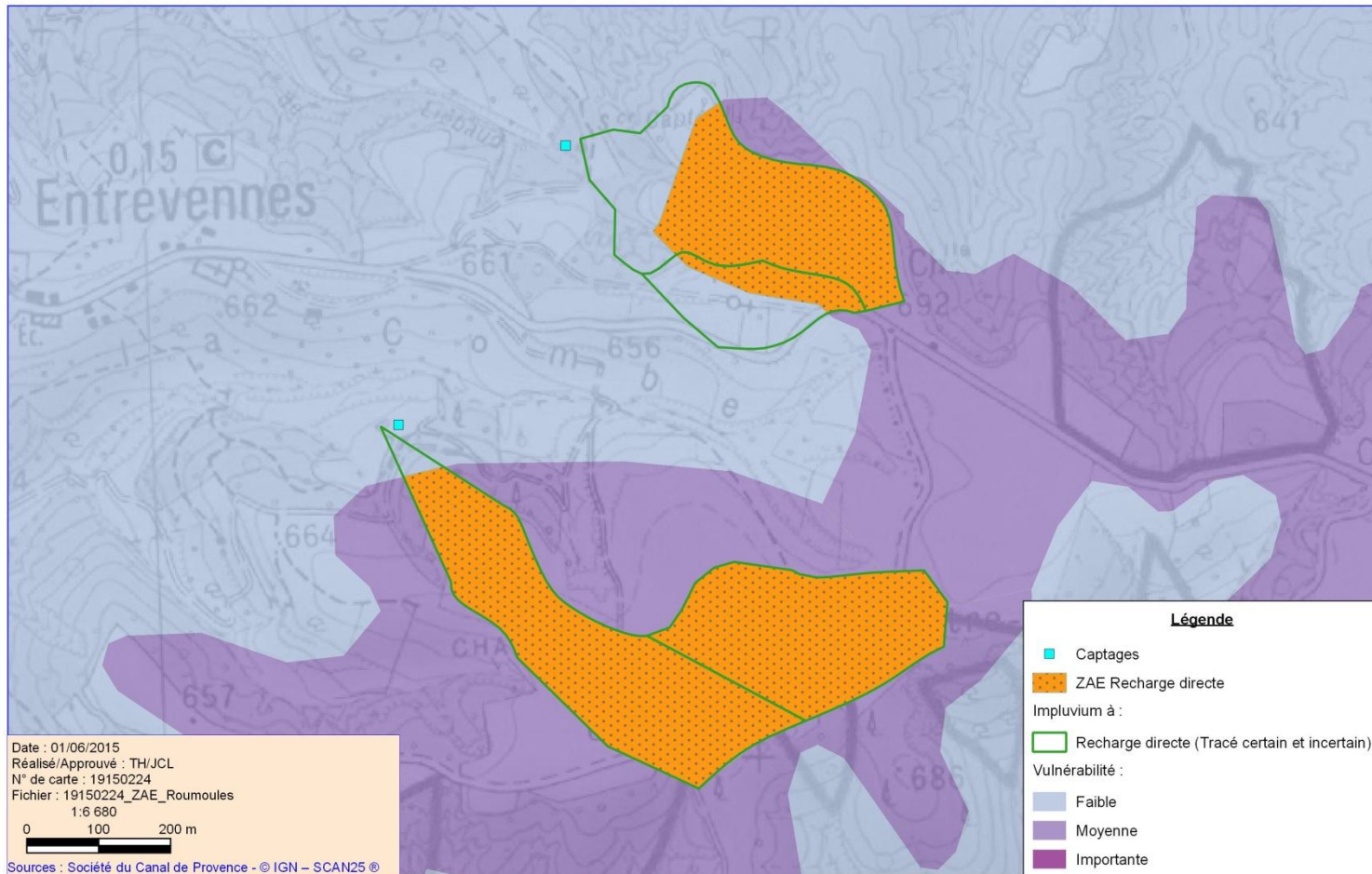
Propositions de pistes d'action pour améliorer la qualité des eaux souterraines

Dans les Zones d'action efficace (Z.A.E.)

COMETE VALENTOLE

Carte de la zone d'action efficace
Jeanchier - Liebaud

SERVICE
AMENAGEMENT
ENVIRONNEMENT



Terre durable

Proposition d'actions

Réduction des insecticides - herbicides



Diminution du passage d'insecticides

- 1 désherbage/an
- Dérogation pour les années pluvieuses



Diminution du passage d'herbicides

- Un seul traitement annuel
- Privilégier produit AB : DELFIN - SPINOSAD





Innovations technologiques

- Désherbage mécanique (Prototype du CRIEPPAM : Opti'Bine, ailes Bathelier..)
- Pulvérisateur ciblé sur le pied du rang



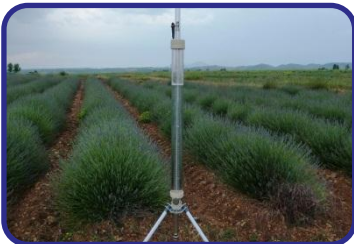
Contrôle de la diffusion

- Enherbement de l'inter-rang / Bande enherbée le long des cours d'eau
- Rotation culturale (CIPAN, chanvre, immortelle..)
- Prairie permanente autour des captages



Maitrise foncière

- Bail environnemental
- Achat des terrains autour des captages



Accompagnement

- Evolution des pratiques vers des agrosystèmes plus durable = REGAIN
- Suivi régulier sur les captages ciblés



Conclusion et perspective sur l'analyse de pressions polluantes et l'évaluation de la vulnérabilité

- Les analyses et diagnostics ont permis de délimiter les zones critiques d'infiltration (risque de contamination des nappes) et de ruissellement (risque de contamination des eaux de surface)
- La vulnérabilité des nappes concerne 38 % de la surface du plateau et des vallées
- La pression polluante doit être maîtrisée autant que faire se peut notamment en prévenant le risque de contaminations futures liées aux molécules autorisées
- La mutation raisonnée et partagée des pratiques agricoles est un enjeu fort pour préserver l'économie agricole du plateau, la diversité des paysages et des activités et la restauration d'une eau propre pour tous. REGAIN porté par la Chambre d'Agriculture 04 et le Parc du Verdon et la SCP concourt à ces objectifs.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

compléments

Plateau Nord (Entrevennes)

PLATEAU NORD

Source de Jeanchier : BAM 9/10 max ~ 0.3 µg/L en janv, février, mars 2014
Métolachlore 0.061 µg/L en aout 2014

Source Liébaud : BAM quantifié systématiquement (5/5 - max 0.45 µg/L en juin)
fluazifop-p-butyl : 0.053 µg/L en septembre 2014

Source Ravin Resclaux : BAM : 2/3 max ~ 0.27 µg/L en novembre 2013
Metribuzine : 0.126 µg/L en septembre 2014

Source de haut de versant ; Source de bas de versant ; alluvial
Plus d'usage autorisé

Plateau Sud (Valensole)

Source Bouscole : BAM : 8/10 – max ~ 0.13 µg/L en nov 2013 et sep 2014
Dééthylatrazine ~ 0.01 µg/L en nov 2013 et sep 2014
Métolachlore ~ 0.05 µg/L en aout 2014
Isoproturon ~ 0.015 µg/L en mai 2014

Source Michel : BAM 5/5 – max ~ 1.43 µg/L en février 2014
Bromacil : 4/5 teneurs ~ 0.2 µg/L
Fluazifop-p-butyl : 0.18 µg/L en septembre 2014
Quizalofop-p-ethyl : 0.16 µg/L en septembre 2014

Puits de l'Auvestre : BAM 5/5 ~ 0.1 à 0.3 µg/L
Clodinafop propargyl : 0.06 µg/L en septembre 2014
Fluazifop-p-butyl : 0.32 µg/L en septembre 2014
Quizalofop-p-ethyl : 0.26 µg/L en septembre 2014

Source Monaco : BAM 3/4 max ~ 0.2 µg/L en février 2014
Dééthylatrazine ~ 0.02 µg/L en sep 2014
Fluazifop-p-butyl : 0.085 µg/L en septembre 2014
Quizalofop-p-ethyl : 0.062 µg/L en septembre 2014

Forage Pont des Truffes : BAM 3/4 max ~ 0.32 µg/L en nov. 2013 et fév. 2014
Fluazifop-p-butyl : 0.074 µg/L en février 2014

Source de haut de versant
Source de bas de versant
Alluvial

Plus d'usage autorisé

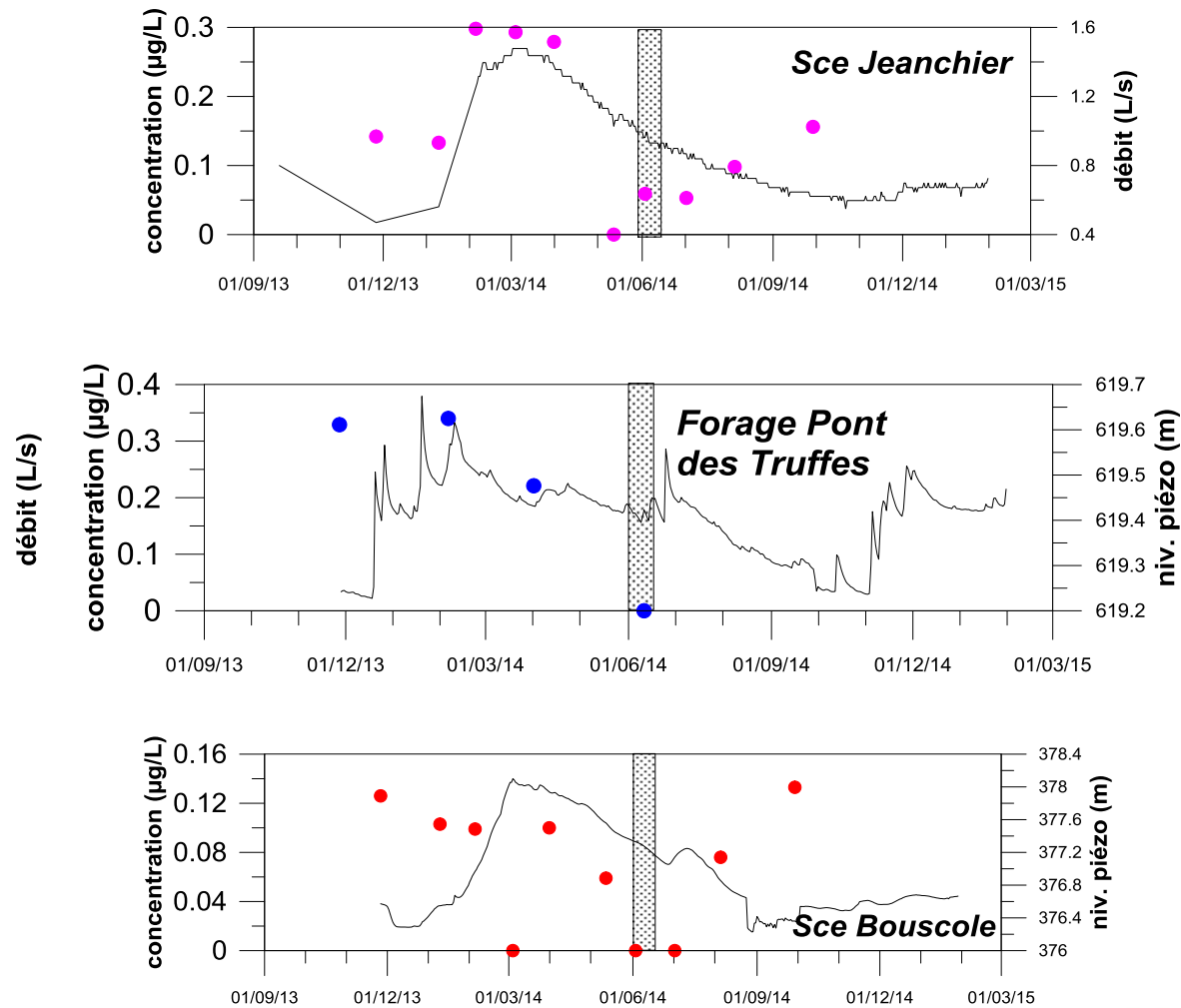
erre durable

Produits et molécules en usage sur le plateau



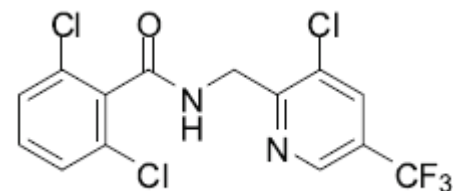
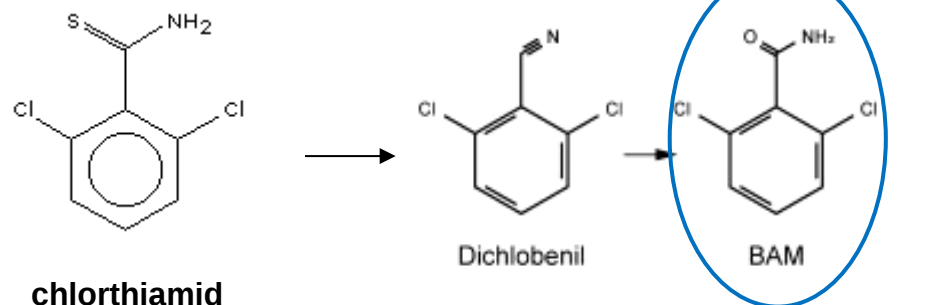
Culture	Nom commercial	Molécules	Dose préconisée
BLE DUR	VIP	cloquintocet-mexyl / <u>clodinafop-propargyl</u>	0,6l/ha
LAVANDIN	QUARTZ GT	diflufenicanil / <u>isoproturon</u>	2,4l/ha
	LEGURAME	carbetamide	3Kg/ha
	STRATOS	cycloxydime	4l/ha
	RELDAN	chlorpyriphos-methyl	1,5l/ha
	CHARDEX	clopyralid / 2,4-mcpa	2l/ha
	SENCORAL	<u>metribuzine</u>	0,9l/ha
	LEGACY DUO	diflufenican / <u>isoproturon</u>	2,4l/ha
	FUSILADE	<u>fluazifop-p-butyl</u>	1,5l à 3l
	LEOPAR 120	<u>quizalifop-p-ethyl</u>	1,250l/ha
FENOUIL	CHALLENGE	aclonifen	2l/ha
	ETAMINE	<u>quizalifop-p-ethyl</u>	3l/ha
	FUSILADE MAX	<u>fluazifop-p-butyl</u>	3l/ha
	MAVRIK FLO	tau fluvalinate	0,2l/ha
SAUGE	KARATE EXPRESS	lambda-cyhalothrine	0,250kg/ha
	AFALON	linuron	1,550l/ha
	COLZAMID	napropamide	2,5l/ha
	ROUND UP	glyphosate	5l/ha
ORGE	GRATIL	amidosulfuron	0,040kg/ha
	CENT7	<u>Métolachlore</u> Isoxaben	1l/ha

Concentrations en BAM



La campagne spatiale = basses eaux ; les teneurs augmentent lors de la recharge
 ⇒ Juin 2014 = probablement « bruit de fond »

Que sait-on du BAM ?



Fluopicolide

Fongicide : chou, laitue,
melon, oignon, pdt, vigne

Lors de la révision des dossiers d'autorisation, risque élevé de transfert vers les eaux souterraines identifié ⇒ pas d'inclusion dans l'annexe I

Ce que dit la littérature :

- **Dichlobénil fortement adsorbé dans les sols** - dégradation possible
- **BAM, peu fixé dans les sols** – pas ou peu de dégradation dans les eaux souterraines

⇒ ***BAM probablement remobilisé à chaque épisode de recharge***
⇒ ***et ce tant que le sol et la zone non saturée contiendront cette molécule et/ou la(les) molécule(s) mère(s)***

Que sait-on des molécules autres que le BAM ?

- **Isoproturon** (QUARTZ GT ,LEGACY DUO) : molécule ancienne ; métabolites généralement peu retrouvés dans les eaux souterraines
 - **Métolachlore (S-métolachlore)** (herbicide tournesol et maïs): mobilité de certains métabolites.
- Teneurs max < 0.06 µg/L
cohérent avec un
contexte de pollution
diffuse
- **Métribuzine** (SENCORAL): molécule d'usage assez récent
– « doses moyennes »
- Voie de transfert
différente ?
- **Fluazifop-p-butyl et quizalofop-p-ethyl** (FUSILADE FUSILADE MAX , LEOPAR 120): utilisation à faibles grammages - $DT_{50} < 5-10$ j
 - **Clodinafop propargyl** (VIP): utilisation à faibles grammages
– $DT_{50} < 2$ j
- Voie de transfert
différente ? Transfert
légèrement différé