

Caractérisation hydrologique de l'interface Sol-Végétation-Atmosphère

Journée du SIRTA

Pascal Maugis

LSCE – IPSL

22 juin 2015

I.

***Présentation du Groupe de Travail
sur l'hydrologie du Plateau de Saclay***

Ligne des puits



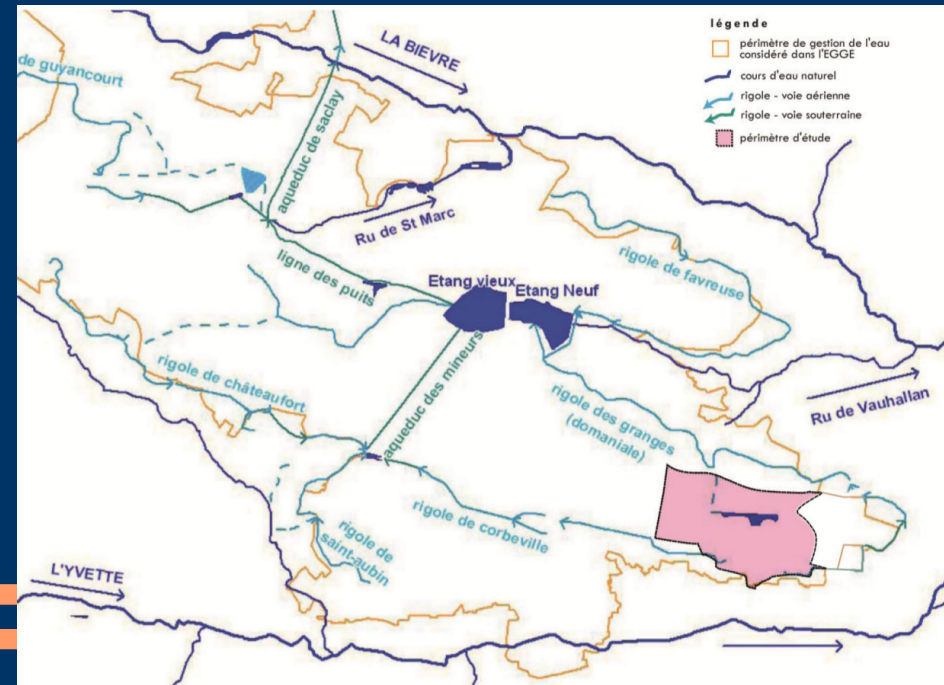
© de Givry

Participants

- **LSCE** – Pascal Maugis (anim., hydrologie, Orchidée)
- **CEA** – Philippe Béguinel, Mélanie Saint-Jalmes (surveillance env^t)
- **CEREMA / UHGEP** – Emmanuel Berthier, Yinghao Li, David Ramier (hydrologie, gestion eaux urbaines, mesures ETR)
- **CEREMA / URSUES** – Emmanuel Dumont (études techniques, surv. nappes)
- **GEOPS** – Christelle Marlin, Marc Pessel, Cécile Quantin, Véronique Durand, Elisabeth Gibert (géophysique, géochimie, géologie, hydrogéologie)
- **INRA / EGC** – Erwan Personne (environnement grandes cultures)
- **INRA / Sadapt** – Caroline Petit, Christine Aubry (agricultures urbaines)
- **LEESU** – Philippe Bayève (sols, agriculture)
- **METIS** – Agnès Ducharne (hydrogéologie, Orchidée)
- **SIAVB** – Hervé Cardinal (gestion inondations Bièvre)
- **SYB** – Fabien Ozanne (gestion rigoles Plateau de Saclay)

Objectifs

- **Type GdR** : Travailler ensemble sur des sujets d'intérêt commun, partage de compétences, données, expérience, ...
- Comprendre le **fonctionnement de l'hydrosystème** du Plateau de Saclay
 - ✓ quantitatif : Documenter les termes du bilan
 - ✓ qualitatif : les transferts, origine des eaux, dynamique, pollution, traceurs, ...
- Ancré sur un territoire : **le Plateau de Saclay**
 - ✓ espace d'applications de proximité pour les travaux théoriques
 - ✓ concentrer les efforts (type Zone Atelier ?)



Enjeux

- **Scientifiques**

- ✓ bilan hydrologique (infiltration, ETR)
- ✓ estimation ETR (Q_{lat} , Q_{sens}) par tour à flux & validation sur site (chambre à transpiration, transferts en subsurface)

- **Gestion de l'eau**

- ✓ impact des aménagement du Plateau
- ✓ gestion des inondations
- ✓ toitures végétalisées et gestion de l'eau urbaine (dont routes & réseaux)

- **Sociétaux** (informel)

- ✓ construction d'éléments sci. pour expertises individuelle
- ✓ demandes = gestion des rigoles, évacuation des eaux de pluie

II.

Réflexions en cours



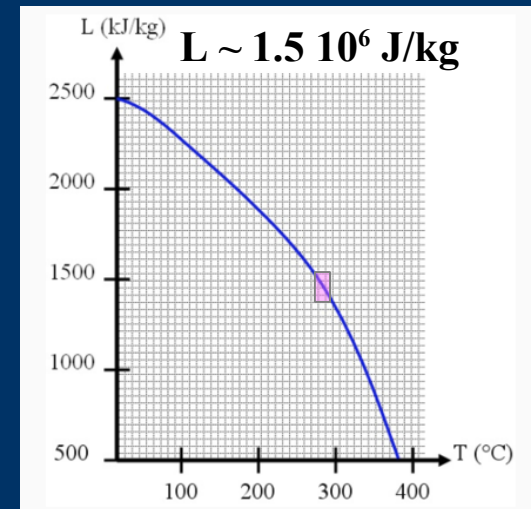
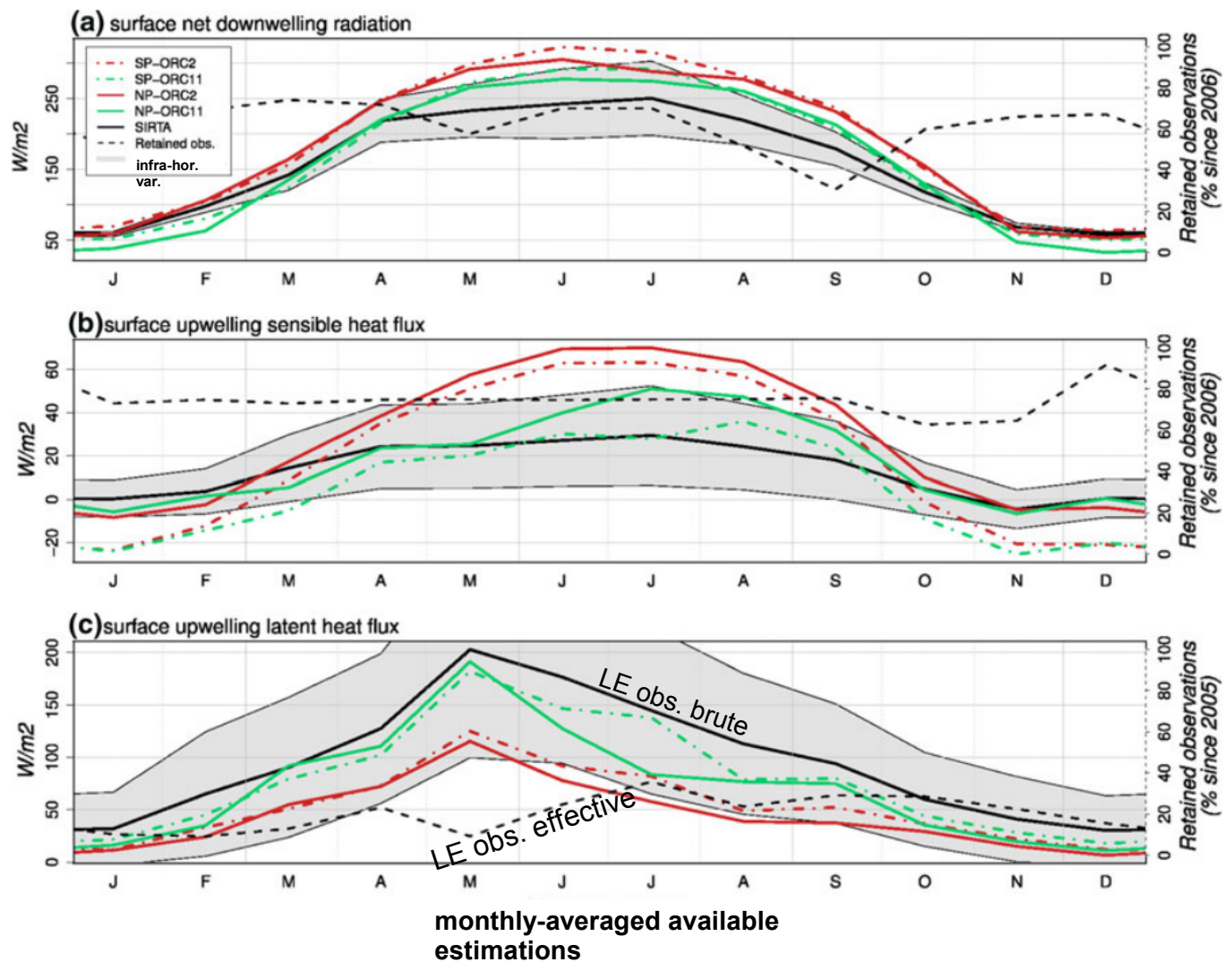
© de Givry

Rigole de Corbeville

1. Bilan quantitatif du cycle de l'eau

- 2 stages en cours en 2015 :
 - ✓ **CEREMA-LSCE** : *Cécilia Avignon*,
Synthèse données disponibles & premier bilan hydrogéologique
beaucoup d'acteurs détiennent des données très diverses
Estimation recharge par méthode des perturbations piézométriques
 - ✓ **INRA-CEREMA-LSCE** *Amine Berkaoui*,
Modélisation simplifiée de l'hydrogéologie de subsurface
OpenFluid
- Enjeu essentiel = estimation de l'ETR pour connaître l'infiltration

Estimation SIRTA Tour à flux



$$1 \text{ mm/j} \Leftrightarrow 17 \text{ W/m}^2$$

Valeurs uniquement aux temps où existe une mesure (le jour et en beau temps)

pointillé = fraction de temps couverte (10-30%)

Estimation SIRTA Tour à flux

LE ~ 50W/m²/an

=> ETR ~ 450 - 2380 mm/an

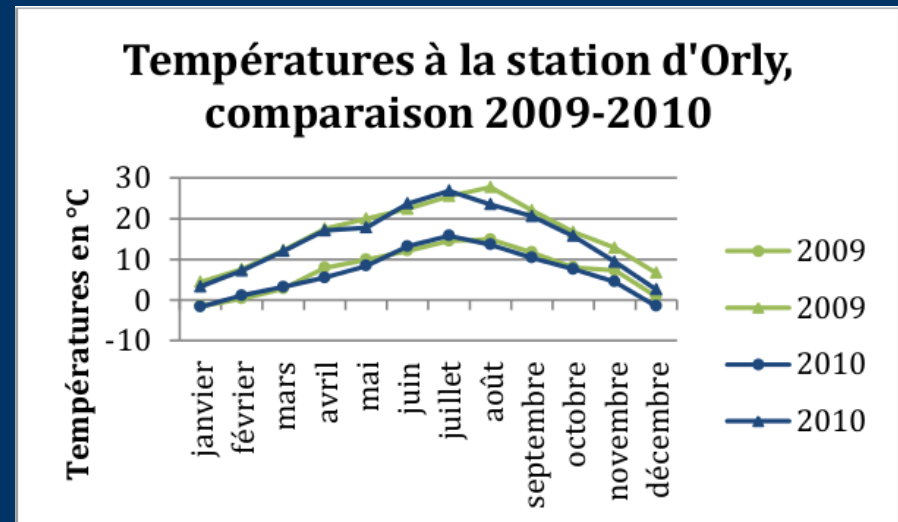
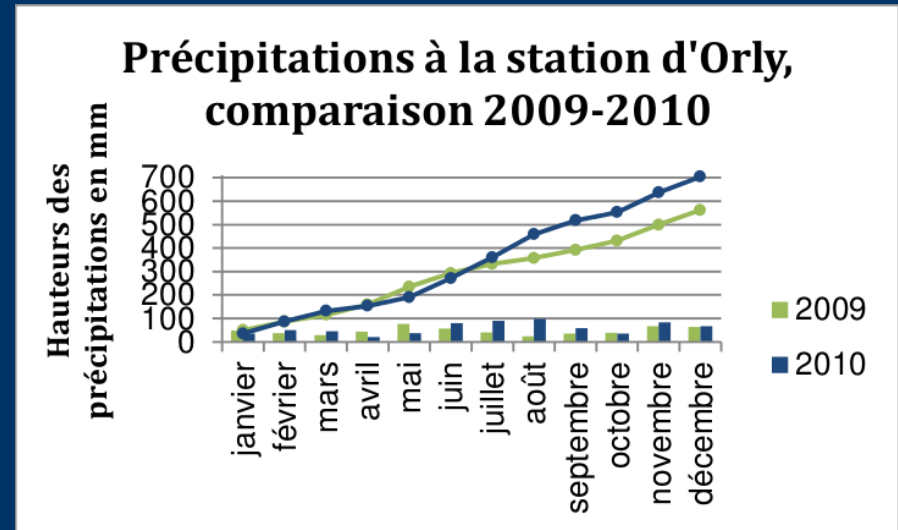
pour une pluie ~ 600 - 660 mm/an

=> **infiltration : < 0 – 150 mm/an**

Outre le manque de ~80% de
couverture,
la mesure d'ETR est sans doute
surestimée

Explications possibles :

- erreur Eddy covariance
(littérature = 5-20% diurne)
- pas de mesure nocturne
(recondensation ?)



Estimation modèle IPSL - Orchidée

ETR $\sim 27 \text{ W/m}^2$

=> Forte discordance vs SIRTA (50 W/m^2)

ETR $\sim 1.6 \text{ mm/j} \sim 580 \text{ mm/an}$

Pluie $\sim 680 \text{ mm/an}$

=> infiltration $\sim 100 \text{ mm/an}$

mais possiblement négative (apport de nappe) selon paramètres

Meilleurs résultats (flux & humidité sol)
si nappe à 0,5 – 1,3m de profondeur

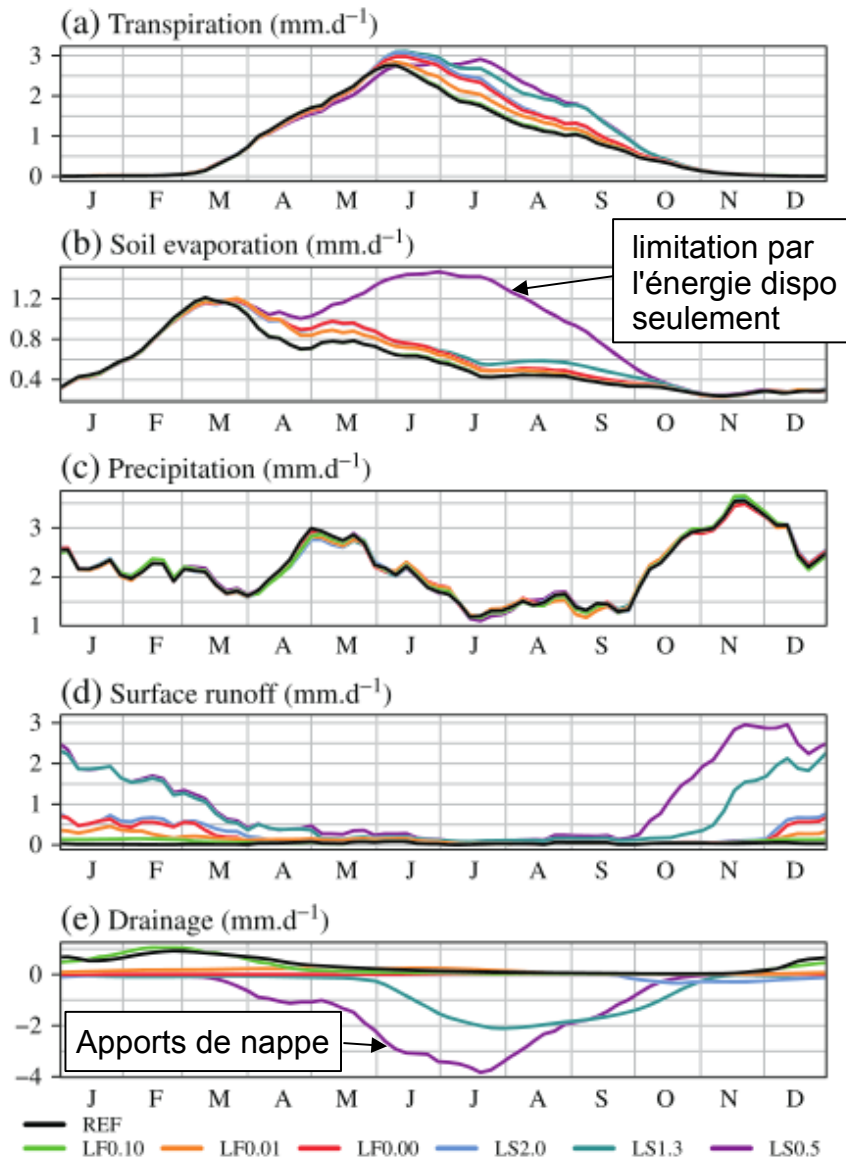
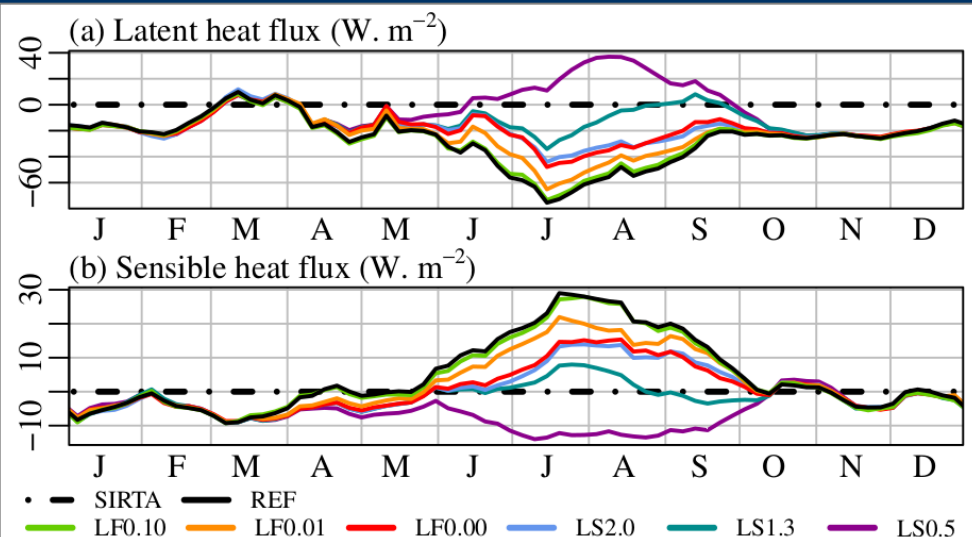


Figure 6. Water fluxes in the SIRTA grid cell for simulations REF and L★: mean annual cycles in 2002–2009 (without SIRTA filter, and with a 30 day running mean).



Biais modeles/obs sur les flux

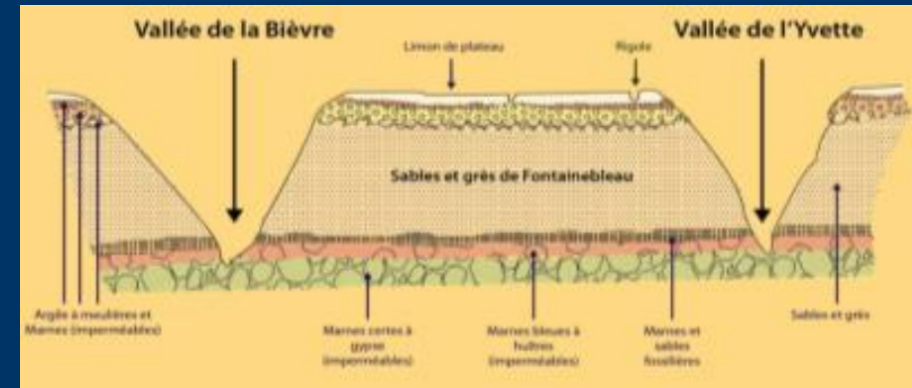
Synthèse des évaluations du bilan en eau

Méthode	Modèle	Auteur	Parution	Pluie (mm/an)	ETP (mm/an)	ETR (mm/an)	infiltration (mm/an)
Tour, Eddy covariance	SIRTA	<u>Cheruy</u>	2013	600-660		450-2380	0-150
indic. statistiques	IDPR	BRGM	2009	630 ?			220
<u>mod. SVAT</u>	Orchidée	<u>Compoy</u>	2013	680		580	100
<u>mod. hydrogéol</u>	METIS	<u>Guinois</u>	1995				75
<u>mod. hydrogéol</u>	MOSAIC	<u>Burgeap</u>	1995				157/67
<u>mod. hydrogéol</u>	METIS	<u>Decelle</u>	2001				85
<u>mod. hydrogéol</u>	MODFLOW	<u>Burgeap</u>	2007				160/70
<u>mod. hydrogéol</u>	METIS/THYRSIS	Renard	2012				131
<u>Penman-Monteith</u>	SIM	<u>PIREN-Seine</u>	2009	680	820		50
<u>Penman-Monteith</u>	SIM	Explore 2070	2012	680		580	80-100
<u>Penman-Monteith</u>	METIS	<u>Renart</u>	2014				131
Hypothèse de travail	URBS	CETE-IF	2014				0

Très forte incertitudes de mesure : besoin de validation avec différents procédés
 Idem modélisation : besoin de validation des paramètres et processus (notamment perméabilité et continuité couches superficielles)

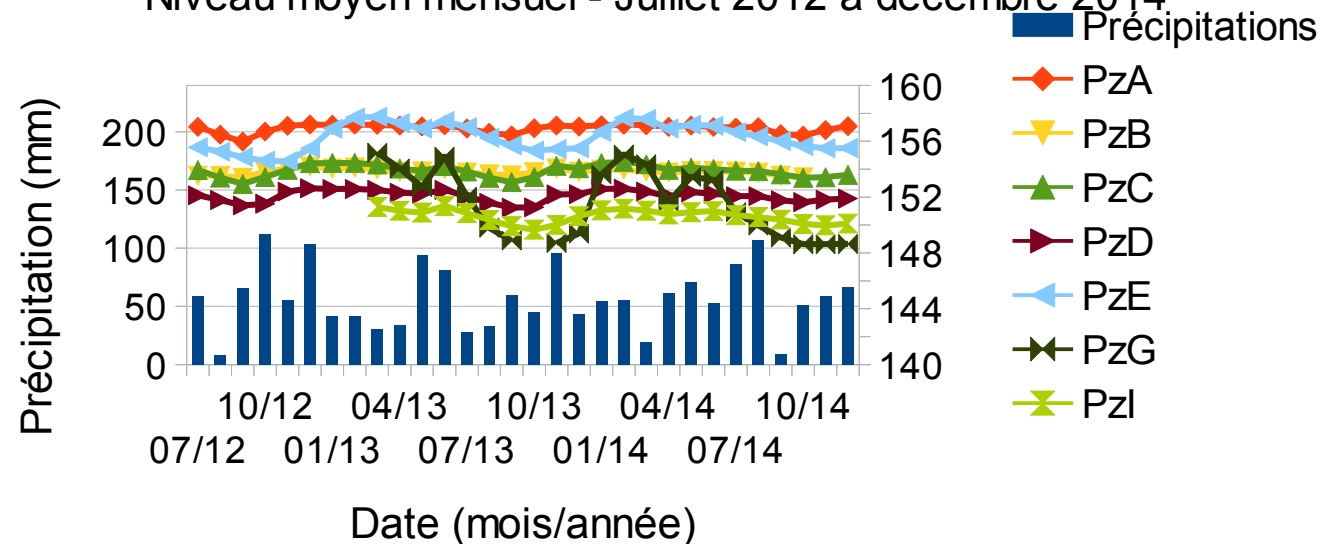
2. Imperméabilité des formations superficielles

- l'imperméabilité à la recharge dépend de l'épaisseur et de la continuité des limons superficiels mais
 - ✓ hétérogénéité de l'épaisseur
 - ✓ inclusions sableuses perméables => nappes perchées
 - ✓ quels transferts latéraux ? synchronicité = connexion ?
- intérêt de tests de traçages et d'analyse géochimique



Fluctuations du niveau de la nappe (mNGF)

Niveau moyen mensuel - Juillet 2012 à décembre 2014



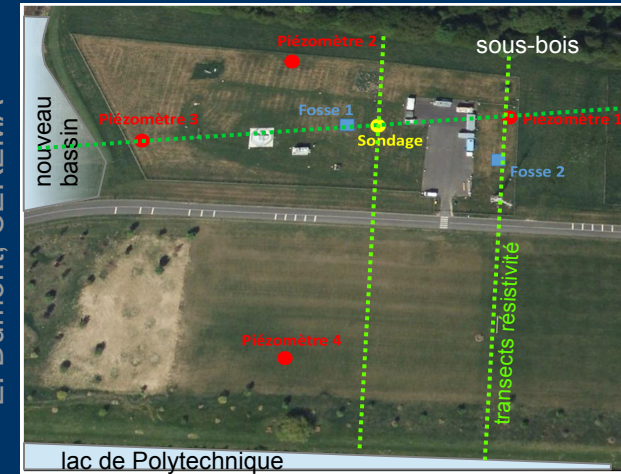
III.

Implications possibles au SIRTA

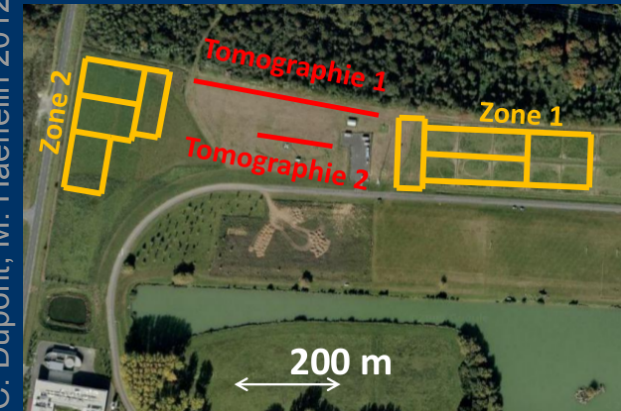
3. Renforcement des caractérisations hydrologiques du site du SIRTa

- Sondage stratigraphique 12m (jan. 2015, CEREMA)
- creusement de 4 piézomètres (jan. 2015, CEREMA)
 - à instrumenter (projet IPSL déposé)
 - relevés manuels pour l'instant
- relevés géophysiques transverses ?
- modélisation hydrogéologie locale ?
- traçage, géochimie, niveau des bassins ?
- mesure ETR par chambre à transpiration ?

E. Dumont, CEREMA



A. Campoy, R. Guérin,
J.C. Dupont, M. Haeffelin 2012

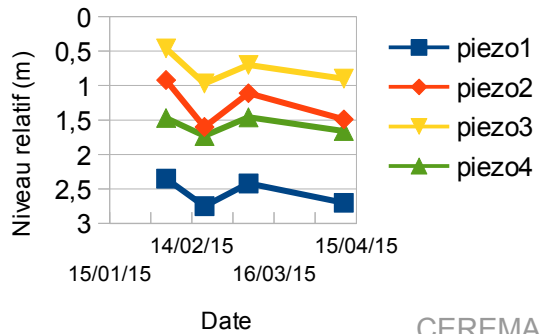


David Ramier, CEREMA



Piézométrie SIRTa

4 piézomètres

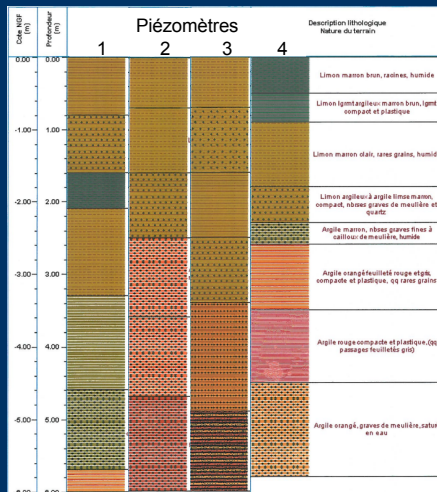


Profondeur (m)	Niveau NGF Profondeur / z (m)	Log lithologique	Epaisseur (m)	Description	Formation	Etage
1.00	156.10		1.00	Terre végétale	Terre végétale	QUATERNAIRE
2.20	154.90		1.20	Limon, argile jaune	Limon de plateau	BURDIGALIEN
3.90	153.20		1.70	Argile grise et sable grossier	Sables de Lozère	
5.55	151.55		1.65	Argile grise et meulière cavernueuse	Argile à meulière de Montmorency	CHATTIEN
13.20	143.90		7.65	Meulière et argile à la base		
Niveau nappe : 120						
			57.10	Sable fin blanchâtre à verdâtre	Sables de Fontainebleau	

Ph. Béguinel, CEA 2015

Sondages stratigraphique proche fosse 1 & piézozs (CEREMA)

- couverture complexe à faciès mélangés, mais conforme aux grandes classes du Plateau
- niveau d'eau profond malgré sondage en hiver
- formations semi-perméables => favorables à une "nappe", même perchée ?



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Description lithologique Nature du terrain	Teneur en eau (%)	Niveau d'eau	Observations	Formation géologique
0.00	0.00	Limon marron brun avec terre végétale, lgrmt compact, racines	22.4	Niveau d'eau en fin de forage à 2m75 de profondeur	Arrivée d'eau lors du forage : 3m70 de profondeur	Limon des plateaux
-1.00	1.00	Limon marron	22.3			
-2.00	2.00	Limon marron, lgrmt argileux, présence de grains (meulière, quartz), + humide	21.6			
-2.50	2.50	Argile marron rougeâtre, feuilleté gris par endroits, compacte, grains de meulière et traces noires	23.8			
-2.80	2.80	Idem, + compacte, et + feuilleté gris. Argile bariolée à la base av + de graves	19.6			
-3.00	3.00	Argile rougeâtre très compacte et plastique, feuilleté gris en tête, rare grains, humide	34.8	Refus sur bloc à 7m90 de profondeur, déplacement de la machine sur un autre point		Argile à meulière (à blocs)
-3.50	3.50	Argile sableuse à sble argil rougeâtre, nodules d'argile grise, traces blanches, très humide	24.5			
-3.80	3.80	Argile sble à sable argil rouge orangé, compact, plastique, nodules d'argile grise, humide	31.1			
-4.00	4.00	Argile sble à sable argil rouge orangé, compact, plastique, nodules d'argile grise, humide	34.4			
-4.50	4.50	Argile marron, nbx grains de meulière, - compact, humide	31.4			
-5.00	5.00	Argile marron av. nodules grises, compacte, graves de meulière, humide. Rougeâtre à la base	35.8			
-5.50	5.50	Argil lgrmt sble orangé rougeâtre, grains de meul./ rares nodules d'arg. grise, très hum.	23.6			
-6.00	6.00	Idem av de + nbx nodules d'arg. grise, grave de meul. et silex, grains de quartz en tête, très hum	22.1			
-6.50	6.50	Argile sableuse rouge et gris, plastique et compacte, lgrmt humide	23.4			
-7.00	7.00	Argile sableuse à sable argileux rouge orangé, puis beige à la base, nodules arg. grises, hum.	31.5			
-7.50	7.50	Argile sableuse rougeâtre, -plastique, grains de quartz, humide	39.9	Arrêt volontaire du sondage à 12m00 de profondeur		Sable de Lozère
-8.00	8.00	Argil marron rougeâtre, graves grossières/cailloux de meulière, av qq passages d'argl franche, humide	40.8			
-8.50	8.50	Argile marron rougeâtre, compacte, plastique, humide, traces noires, + marron à la base	8.95			
-9.00	9.00	Argile sableuse marron orangé, - compacte, humide				Argile à meulière compacte
-10.00	10.00	Argile sableuse marron orangé, - compacte, humide				
-11.00	11.00	Argile sableuse marron orangé, - compacte, humide				Sable de fontainebleau
-12.00	12.00	Sable fin crème				

Articulation avec les travaux du SIRTA

- GT2 – Etudes climatiques

interactions sol-végétation-atmosphère et interprétation des mesures de flux

- GT3 – Turbulence et dynamique

perturbations dues au sous-bois au nord

identifications des sous-parcelles échantillonnées

- Précipitations

homogénéité l'hiver ?

- parcours et étendu des orages d'été