

# Rapport d'activité H+ 2023

## 1. Faits marquants dans vos observatoires en 2023 :

Ploemeur-Guidel :

- Financement AES (50k€ d'équipement)
- ANR FIFLOW (accepté, commence en février)
- Thèse et postdoc co-financés (projet interreg Blue Transition et Lorient Agglo, Laurent)
- Thèse et postdoc (ERC, Maria, l'année prochaine)
- RST 2023 à Rennes : 3 sessions zone critique + excursion à Ploemeur-Guidel (20 personnes inscrites)
- Projets OSUR, EC2CO sur l'Imagerie des zones de Mélange entre les EAUX profondes et superficielles
- Construction de DFN de Ploemeur-Guidel avec Fractory (M2 financé)
- Présentation des 20 ans du site de Ploemeur-Guidel à l'école d'été OZCAR
- Soutenance de thèse Ivan Osorio-Leon

Poitiers :

- Titularisation MCF Pierre Fischer
- Installation d'une tour à flux
- Installation d'un profil de résistivité électrique permanent
- Pompages périodiques : test préliminaire
- Début thèse Clémence Pavageau sur la caractérisation de la recharge
- Départ à la retraite de Denis Paquet (AI CNRS)
- Développement d'un modèle 3D hybride continu/discontinu agrégeant les données de pompage, de débitmétrie verticale en forages, et les données sismiques.

LSBB :

- Soutenance de thèse L. Serène
- Renouvellement et entretien des capteurs de flux de sève (6 arbres), PS (~10 sondes) et sondes d'humidité/potentiel hydrique/température du sol (Thèse Bertille Loiseau)
- Analyse des données sismiques acquises par S. Pasquet en regard des traits écophysiologique des arbres (Stage M1 P-E. AGASSE)

AUVERWATCH :

- Soutenance Jordan Labbe le 20/10/2023
- Publication d'un article Labbe et al., Sustainability, 2023

- Mise au point d'un modèle numérique de fonctionnement de la nappe alluviale de l'Allier au niveau du champ captant du Val d'Allier (Modflow Groundwater Vista)
- Expérimentation de mesures de température distribuée par fibre optique en Raman et Briouillin (collaboration avec Femto-ST, UFC, Géosciences Rennes)
- Fin du post-doctorat de Cyril Aumar en octobre 2023, soumission d'un article Aumar et al., Applied Geochemistry
- Premiers résultats en hydrochimie et datation du post-doctorat de Pierre Nevers sur le bassin versant de Volvic

#### LARZAC :

- Sismomètre en forage (IR RESIF) forage (~10m): installation fin 2023
- Inclinomètre en forage (J. Chéry) forage (26m carotté): installation fin 2023
- Strainmeter 3D en forage (ANR Xstrain J. Chéry) forage (~25 m) installation fin 2023
- Flux de sève (6 arbres) et PS (~10 sondes) et humidité du sol (2 fosses : CS650 + TEROS)
- Time-Lapse ERT (B. Loiseau) : fini 10/2023 !
- LoraWan toujours en test.
- Magnétomètre SHOM (anecdotique).
- Sismique + ERT Larzac (S. Pasquet)

#### METIS :

- Time-lapse mensuel tomographie de résistivité électrique sur le Larzac, à cheval entre forêt et prairie (Thèse B. Loiseau)
- Campagne de mesures de Polarisation Provoquée Temporelle sur le site de Guidel (projet IMAGEAUX)

## 2. Publications 2023

### Articles

- Hermans, T., Goderniaux, P., Jougnot, D., Fleckenstein, J., Brunner, P., Nguyen, F., Linde, N., Huisman, J. A., Bour, O., Lopez Alvis, J., Hoffmann, R., Palacios, A., Cooke, A.-K., Pardo-Álvarez, Á., Blazevic, L., Pouladi, B., Haruzi, P., Kenshilkova, M., Davy, P., and Le Borgne, T. Advancing measurements and representations of subsurface heterogeneity and dynamic processes: towards 4D hydrogeology. *Hydrology and Earth System Sciences*, 27, 255–287, doi:10.5194/hess-27-255-2023, 2023.
- Loiseau, B., Carrière, S. D., Jougnot, D., Singha, K., Mary, B., Delpierre, N., Guérin, R., and K. Martin-StPaul, N. The geophysical toolbox applied to forest ecosystems – a review. *Science of the Total Environment*, 899, 165503, doi:10.1016/j.scitotenv.2023.165503, 2023.
- Delay, F., Mari, J.L., Chabaux F., Porel, G., and Ackerer, P. Is subsurface geophysics as seismic and acoustic investigations a rescue to groundwater flow inversion? *Comptes Rendus, Géoscience*, Online first, 1-20. doi:10.5802/crgeos.157, 2023.

- Baker, L. A., Celle, H., Voltaire, O., Wetzel, C. E., Allain, E., Ector, L., Breton, V., Biron, D. G., Mailhot, G., Devidal, J.-L., and Beauger, A. Improvement of the knowledge of diatom ecology by coupling geochemistry, radioactivity and taxa inventory in thermo-mineral springs of a volcanic and upland area in south-central France, the Massif Central. *Botany Letters*, 1-17, doi:10.1080/23818107.2023.2268203, 2023.
- Labbe, J., Celle, H., Devidal, J.L., Albaric, J., and Mailhot, G. Combined Impacts of Climate Change and Water Withdrawals on the Water Balance at the Watershed Scale—The Case of the Allier Alluvial Hydrosystem (France). *Sustainability*, 15, 3275, 3275, doi:10.3390/su15043275, 2023.
- Serène, L., Batiot-Guilhe, C., Mazzilli, N., Emblanch, C., Babic, M., Dupont, J., Simler, R., Blanc, M., and Massonnat, G. Transit Time index (TTi) as an adaptation of the humification index to illustrate transit time differences in karst hydrosystems: application to the karst springs of the Fontaine de Vaucluse system (southeastern France). *Hydrology and Earth System Sciences*, 26, 5035–5049, doi:10.5194/hess-26-5035-2022, 2022.
- Osorio-Leon, I., Bouchez, C., Chatton, E., Lavenant, N., Longuevergne, L., and Le Borgne, T. Hydrological and Geological Controls for the Depth Distribution of Dissolved Oxygen and Iron in Silicate Catchments. *Water Resources Research*, 59:e2023WR034986, doi:10.1029/2023WR034986, 2023.
- Simon, N., Bour, O., Lavenant, N., Porel, G., Nauleau, B., and Klepikova, M. Monitoring groundwater fluxes variations through active-DTS measurements. *Journal of Hydrology*, 622-A, 129755, doi:10.1016/j.jhydrol.2023.129755, 2023.
- Simon, N., Bour, O., Heyman, J., Lavenant, N., Petton, C., and Crave, A. Spatiotemporal variability of stream water infiltration in a lowland river, soumis à *Water Resources Research*.

### Jeux de données

Celle-Jeanton, H., Mailhot, G., & Devidal, J.-L. (2018). Auverwatch Database. Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand (OPGC). <https://doi.org/10.25519/auverwatch-database-2018>

### Livres

### Conférences

- Jougnot, D. (2023) Monitoring Water Distribution and Dynamics in the Critical Zone ? - Geophysicists have the potential! Groundwater Environment and Eco-geotechnique Engineering Summer Camp, Invited speaker, Shandong University, Jinan, China.
- Jougnot, D. (2023) Hydrogeophysics, serving the critical zone. 3rd OZCAR Summer School, Invited Speaker, Aubure, France, July 5.
- Loiseau, B., Carrière, S. D., Jougnot, D., Singha, K., Mary, B., Delpierre, N., Guérin, R., and Martin-StPaul, N. K. (2023) The geophysical toolbox applied to forest ecosystems – a review. 3rd OZCAR Summer School, Aubure, France, July 1-6. (Poster)
- Labbe, J., Celle, H., Nevers, P., Klabá, V., Devidal, J.L., Clauzet, M.L., and Mailhot, G. (2023). Alluvial aquifer modelling with MODFLOW in a case of a wellfield in a climate change context

(Clermont-Ferrand, France). 50<sup>th</sup> IAH Congress, Cape Town, South Africa, September 18-24. (Oral)

- Nevers, P., Aumar, C., Celle, H., Vergnaud, V., Yvard, B., Huneau, F., and Mailhot, G. (2023). A multiproxy study of the Volvic Watershed volcanic aquifer (Chaîne des Puys, France) for water resource management under changing climatic conditions and water uses: hydrogeological functioning and estimation of groundwater ages, recharge, transfers times. 50<sup>th</sup> IAH Congress, Cape Town, South Africa, September 18-24. (Poster)
- Romanet, M., Matic, A., Zerbib, M., Huy, K. P., Labbe, J., Celle, H., and Beugnot, J. C. (2023). Distributed Brillouin optical fiber temperature sensor for groundwater flow measurement. In European Workshop on Optical Fibre Sensors, EWOFs 2023, Vol. 12643, pp. 256-259, SPIE.
- Nevers, P., Aumar, C., Celle, H., Vergnaud, V., Yvard, B., Huneau, F., and Mailhot, G. (2023). Estimation of groundwater ages, recharge and transfers times in volcanic aquifers: Advantages and interests of multi-tracer approaches (3H, CFC-SF6, 18O/2H) coupled to hydrogeological data in the management of water resource of the Volvic watershed (FR). EGU23-1880, Copernicus Meetings. (Poster)
- Aumar, C., Nevers, P., Celle, H., Mailhot, G., Huneau, F., Vergnaud, V., Yvard, B., and Clauzet, M. L. (2023). A multidisciplinary study to evaluate the sustainability of a volcanic hydrosystem: Chaîne des Puys's watersheds use by Clermont Auvergne Métropole for drinking water supply. EGU23-1280, Copernicus Meetings. (Poster)
- Serene, L. Batiot-Guilhe, C., Mazzilli, N., Emblanch, C., Babic, M., Dupont, J., Simler, R., Blanc, M., and Massonnat, G. (2022). Transit Time index (TTi) as an adaptation of the humification index to illustrate hydrodynamic and transit time differences of karst springs. Application to the karst springs of Fontaine de Vaucluse system. Eurokarst 2022 - The European Conference on Karst Hydrogeology and Carbonate Reservoirs, Malaga, Spain.

### Disséminations diverses

- *Loiseau, B., Carrière S., Jougnot, D. (2023) La boîte à outils géophysiques au service de l'étude des forêts, Résultat Scientifique Surfaces Continentales, Actualités INSU, CNRS info. (<https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/la-boite-outils-geophysiques-au-service-de-letude-des-forets>)*
- *Jougnot, D. (2023) Voir l'eau invisible, ou comment imager le remplissage et l'évolution des nappes phréatiques, The Conversation (<https://theconversation.com/voir-leau-invisible-ou-comment-imager-le-remplissage-et-levolution-des-nappes-phreatiques-211701>)*
- *Jougnot, D., Le Borgne, T. (2023) Vers une hydrogéologie 4D, Résultat Scientifique Surfaces Continentales, Actualités INSU, CNRS info. (<https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/vers-une-hydrogeologie-4d>)*
- Celle, H., Labbe, J., Mailhot G. (2023). Projet AUVERWATCH (AUVERgne WATer CHemistry), Rapport Final 2019-2023 : résumé et perspectives du projet AUVERWATCH en termes d'enjeux en matière de recherche, et de rendu opérationnel à destination des gestionnaires. Rapport technique destiné à l'usage des financeurs du projet : Agence de l'Eau Loire Bretagne, Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la ville de Clermont-Ferrand.

### 3. Projets (soumis, financés, non financés)

Observatoire	Acronyme	Titre Complet	Type de financement	Coordinateur	Partenaires académiques	Partenaires Socio-économique	Sites d'Études	Montant total	Montant équipes françaises	Montant équipes porteuses de l'observatoire	Date début	Date fin	Statut (soumis, financé, non financé)
<b>OZCAR-RZA</b>	TERRA FORMA	Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'heure de l'Anthropocène	PIA3 EQUIPE X	L. Longuevergne	19 universités et instituts	Extralab (PME)	OZCAR+RZA	9 000 k€					accepté
<b>HPLUS</b>	NEGE	Nouveaux Équipements pour les Géosciences et l'Environnement (NEGE)	CPER	E. Servat	GM, HSM, BRGM (pour la partie Larzac)	Parc Régional des Grands Causses	Larzac	5000000		555000	2022	2026	accepté
<b>HPLUS</b>	GLAZ	GLAZ ENVIRONNEMENT : Projet CPER sur l'environnement continental et littoral en Bretagne	CPER	L. Longuevergne, C. Piscart, A. Leynaert, P. Rimmelin-Maury	Géosciences, OSUR, ECOBIO, LETG, OSUNA, IUEM, IFREMER, UMR SAS		H+ Ploemeur, AgrHrys, Zaar, Zabri, ORE PFC	2000000					accepté

<b>HPLUS</b>	IRON STONE	Integrating micRObial dyNamicS criTical zONE	ANR	A. Dufresne	Géosciences, ECOBIO, IPR		Ploemeur	600000						accepté
<b>HPLUS</b>	BOSCO	Observatoire Spatial du Contenu en Eau des Sols en Bretagne	Space Climate Observatory	L. Longuevergne	Géosciences, OSUR, SAS, LETG,	DREAL, OEB, Météo France, GIS BRETEL, Rennes Métropole BRETEL Rennes	H+ Ploemeur, AgrHrys ZAar, ZAbri, ORE PFC	270000			2021			soumis
<b>HPLUS</b>	AUVERREAC	Etude de la vulnérabilité et de la réactivité des aquifères alluviaux face aux changements globaux, à partir de l'exemple de la nappe alluviale de l'Allier	AELB, ISITE, CAM	H. Celle, G. Mailhot	UCA/UBFC	AELB / Clermont Auvergne Métropole / Laboratoires Vichy	Auvernat ch	130000		130000	2020	2023		Accepté
<b>HPLUS</b>	VOLVIC-SHARE	Sustainability of Hydrosystems in Auvergne : Recharge and Evolution. Application au BV Volvic	AELB, Gestionnaires	H. Celle	UFC	AELB /DDT 63/SMU ERR/RLV	Auvernat ch	150000 +50 000		150000 +50000	2022	2023 (prolongé 2024)		Accepté

<b>HPLUS</b>	CLER MON T- SHAR E	Sustainability of Hydrosystems in Auvergne : Recharge and Evolution. Application aux BV utilisés par Clermont Métropole	CAM	H. Celle	UCA	CAM	Auverw at ch	100000		100000	2022	202 3	Accep té
<b>HPLUS</b>	GOOF I	Groundwater Observations by Optic Fiber Instrumentation)	Region BFC	H. Celle/ JC Beugnot	UFC	Région BFC	Auverw at ch	180000					Refus é
<b>HPLUS</b>		Utilisation de la chaleur pour quantifier les écoulements dans les aquifères granulaires hétérogènes : application au transport de solutés et d'énergie	Echange France- Canada	J. Raymond, L. Longuevergn e	INRS /		Ploemeur	50000	20000		2021	202 3	accept é
<b>HPLUS</b>	Traila b	Laboratoire mobile autonome et connecté	CNRS, Rennes Métrop ole	E. Chatton	OSUR, Géosci ences		Ploemeur	40000			2021	202 3	accept é
<b>HPLUS</b>	CHRIS TMAS	Caractérisation à Haute Résolution Spatiale et Temporelle du Métabolisme Aquatique dans les eaux de Surface (CHRISTMAS)	INSU EC2CO	E. Chatton	OSUR, Géosci ences, ECOBIO		Ploemeur	21000			2021	202 2	accept é
<b>HPLUS</b>	Bio- Karst	Géomicrobiologie des environnements karstiques - Impact de l'activité de la vie intraterrestre sur la formation de reliefs karstiques	MITI- défi Origin	C. Pisapia	IPGP, Traces, GM		Larzac, Afrique du Sud	20000		20000	2020	202 1	accept é
<b>HPLUS</b>	GHOS T	Géomicrobiologie d'aquifères profonds et impact de l'activité microbienne sur la fantOmission	TELLUS- Intervie	C. Champollion	IPGP, GM, Traces		Larzac, Afrique du Sud	15000		7500	2021	202 3	Accep té







#### 4. Thèses (en cours ou terminées en 2023)

NOM PRENOM	INTITULÉ THESE	TYPE FINANCE MENT	MONTAN T FINANCE MENT	ECOLE DOCTORA LE	RESP THESE	DATE DÉBUT	DATE SOUTENAN CE
<b>MARGOT BREMAUD</b>	Traçage de la réactivité microbienne dans la sub-surface et le lien avec les cycles géochimiques	Ministère	100%	EGAAL	T. Le Borgne, C. Bouchez	2022	2025
<b>IVAN OSORIO</b>	La respiration aérobie de la zone critique	Ministère	100%	EGAAL	T. Le Borgne, C. Bouchez, T. Labasque	2019	16/10/2023 (soutenue)
<b>MELISSA GARRY</b>	Dynamique des « hot spots » de bactéries oxydantes du Fer	ERC ReactiveFr onts	100%	EGAAL	T. Le Borgne, H. Tabuteau, A. Dufresne	2020	2023
<b>ELIAS GANIVET</b>	Représentation des paysages et rivières du futur sous pression climatique et anthropique : vers le croisement des approches physiques et sociologiques	CNRS MITI	100%	EGAAL	V. Vantilbeurg h, L. Longueverg ne	2020	29/06/2023 (soutenue)
<b>LEÏLA SERENE</b>	Caractérisation hydrodynamique et hydrogéochimique multi-échelle et multidimensionnelle de l'hétérogénéité spatio-temporelle des flux au sein de la zone non saturée en milieu karstique. Implication sur la recharge, le temps de transit	Bourse ministérie lle	100%	GAIA	dir C. Batiot, C. Emblanch, co-encadrement N.Mazzilli	2019	03/07/2023 (soutenue)

	et la vulnérabilité de la ressource en eau des aquifères karstiques						
<b>JORDAN LABBE</b>	Etude de la vulnérabilité et de la réactivité des aquifères alluviaux face aux changements globaux, à partir de l'exemple de la nappe alluviale de l'Allier	AELB/ISIT E	100 k€	EDSF - UCA	H. Celle, G. Mailhot	2020	20/10/2023 (soutenue)
<b>BERTILLE LOISEAU</b>	Développement de l'hydrogéophysique pour l'étude de l'évapotranspiration et les transferts d'eau dans les sous-sols des milieux forestiers	Bourse ED (Sorbonne U.)	100%	GRNE	S. Carrière, N. Martin, D. Jougnot (HDR)	2021	2024
<b>LISE DURAND</b>	Modélisation du karst sous contraintes géochimiques et géophysiques	Bourse ED (U. Montpellier)	100%	ED GAIA	C. Champollion, J.-B. Charlier	2022	2025
<b>GUILLAUME PEUGNET</b>							
<b>CLEMENCE PAVAGEAU</b>	Approche hydrométéorologique de la recharge des aquifères carbonaté du Jurassique en Nouvelle-Aquitaine – Vulnérabilité de la ressource en eau souterraine	Univ. Poitiers + AELB + AEAG	100%	ED Rosalind Franklin	Laurent Caner, Pierre Fischer	2023	2026
<b>SERENA PIETRI ORSINI</b>	Modélisation des processus à	bourse ministérielle	100%	ED536 Agroskien	Christophe Emblanch,	2023	2026

	l'origine de l'enregistrement isotopique par les concrétions calcaires du fonctionnement des hydrosystèmes continentaux	Ile		ces Sciences	Marina Gillon (co-encadrante), Florent Barbecot (directeur de thèse de la cotutelle)		
--	---	-----	--	--------------	--	--	--

### 5. Stages de Master et autres projets de formation

PRÉNOM NOM	INTITULÉ	TYPE	DATES
<b>LUCAS JOURAIN</b> ?? GM/HSM		M1	
<b>FARES EOST</b>		M2	
<b>ETIENNE LEBLANC</b> UNIV. POITIERS / IC2MP	Etude des propriétés hydriques du sol du SEH	M1	Mai-juin 2023
<b>KERRIAN HALGAND</b> UNIV. POITIERS / IC2MP	Estimation de l'emmagasinement de l'aquifère du SEH par interpolation spatiale des données de rabattement	M1	Mai-juin 2023
<b>PIERRE-EDOUARD AGASSE</b> SORBONNE U./ METIS	Acquisition et traitement de données géophysiques pour une interprétation intégrée écophysiological et hydrogéologiques - sites expérimentaux du LSBB et de l'Observatoire du Larzac	M1	Juin-Août 2023
<b>MIKHAIL SNDZHIEV</b>	Profils de température répétés dans les forages sur le site de Ploemeur	M1	Juin-Juillet 2023
<b>CORENTIN MOULLEC</b>	Prospection géophysique: tomographie pour la détection de zones de mélanges d'eaux souterraines	M1	Juin-Août 2023
<b>BAPTISTE MASSON</b> UNIV. RENNES	Suivi de qualité et uniformisation des données du SNO H+	M1	Mai-Juin 2023
<b>ORIANE GUITTON</b> UNIV. RENNES	Développement d'un code en Python pour l'implémentation d'outils de visualisation 3D de données de géophysique	M1	Mai-Juillet 2023

## 6. Ressources récurrentes de vos observatoires.

CNRS-INSU : 38 k€/an

AUVERWATCH : 3k€/an (OPGC) + 3 k€/an (Vichy l'Oréal)

Larzac: OSU OREME: 7 k€

LSBB: Fontaine de Vaucluse - LSBB : 7.5 k€ (commun aux deux sites SNO KARST et site H+)

Ploemeur: 10k€ (OSUR et geosciences Rennes co-financement technicien)

Poitiers: IC2MP : 4.5 K€ / Formation continue : 7 K€