

<b>Titre de la thèse</b>	<b>Quels outils et instruments économiques pour une gestion durable de la ressource en eau karstique ? Étude de cas du karst du Lez.</b>
<b>Porteurs du projet</b>	UMR G-Eau – Montpellier (INRAE et BRGM)
<b>MOTS CLÉS</b> : demande en eau, approches économiques, changement global, ressource en eau souterraine karstique	

<b>Contexte et enjeux</b>
<p>Les réserves d'eau souterraine sont particulièrement touchées par les changements globaux, avec une diminution de -2,1 mm/an sur la période 2003-2022 (Xanke &amp; Liesch, 2022), résultant de la modification de la répartition spatio-temporelle des précipitations (Tramblay et al., 2021) et d'une pression anthropique souvent accrue (croissance démographique, irrigation...) ou modifiée du fait de changements d'occupation et d'utilisation des sols (déforestation, imperméabilisation, etc.) (Boisson et al., 2022). C'est en particulier le cas des ressources en eau souterraine karstiques, qui représentent un atout pour ses usagers, tout événement pluvieux pouvant être s'infiltrer directement dans le réseau de drainage souterrain. Or les enjeux liés aux usages de ces ressources sont cruciaux pour 1,2 milliard de personnes qui habitent en zone karstique à travers le globe (Chen et al., 2017). En France, de nombreuses villes en dépendent pour leur alimentation en eau potable (Paris, Montpellier, Orléans, Bordeaux...), comme de nombreux territoires plus faiblement urbanisés sans ressource alternative pour l'eau potable et l'agriculture (massif du Jura, pourtour méditerranéen, Normandie...). Mais gérer cette ressource est complexe : du fait de son invisibilité et de ses réponses rapides aux événements pluvieux, elle nécessite de mettre en place une gestion collaborative, incluant toutes les parties prenantes (acteurs institutionnels, gestionnaires d'infrastructures liées à l'eau, utilisateurs de terres et de ressources en eau) qui pourraient être affectées par les choix de gestion. Cette gestion collaborative doit être équipée d'outils d'aide à la décision et de propositions d'instruments de gestion adéquats, que les parties prenantes pourront discuter en s'inscrivant dans une posture prospective.</p> <p>Cette thèse a pour ambition d'identifier les outils et instruments qui permettraient de gérer durablement un socio-hydrosystème karstique sous changement climatique.</p> <p>Elle prendra appui sur l'aquifère karstique du Lez (département de l'Hérault –France). C'est un aquifère stratégique, étant la principale source d'eau potable de Montpellier Méditerranée Métropole (Maréchal et al., 2013) (93 % de l'eau utilisée par la Régie des Eaux 3M en 2022). Son impluvium est situé au nord de la commune de Montpellier et s'étend sur 400 km<sup>2</sup> représentant tout ou partie de 32 communes.</p> <p>Il est possible de dresser quatre hypothèses, que ce travail de recherche tentera de vérifier pour se reposer dessus et proposer des outils adaptés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Des parties prenantes (acteurs institutionnels, gestionnaires d'infrastructures liées à l'eau, utilisateurs de terres et de ressources en eau) ayant une connaissance parcellaire de la ressource karstique et une maîtrise sur elle également parcellaire.</li> <li>2. Des usagers ayant une perception positive et optimiste (sensation d'abondance) de la ressource karstique.</li> <li>3. Une gestion actuelle par l'offre (recherche de ressources complémentaires) plutôt que par la demande (incitation à la sobriété).</li> <li>4. Une gestion en silo des différents enjeux (sur le karst en matière de quantité d'eau et qualité de l'eau, sur l'urbanisme, sur l'énergie,...).</li> </ol>
<b>Question de recherche proposée au candidat</b>
<p>Quels outils et instruments économiques mettre en place pour une gestion durable de la ressource en eau karstique ? Étude de cas du karst du Lez.</p> <p>Cette question s'articulera autour de plusieurs sous-questions de recherche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En quoi la perception que les acteurs ont de la ressource karstique impacte-t-elle sa gestion ?</li> <li>- En quoi la perception que les usagers ont de la ressource karstique impacte-t-elle leurs consommations ?</li> <li>- Quels sont les déterminants de l'évolution des usages de la ressource ?</li> <li>- Quels instruments auraient le plus d'effet sur la demande, dans une optique de sobriété ?</li> <li>- Quelles solutions et instruments mobiliser pour la durabilité de l'équilibre ressources-besoins à moyen-long terme ?</li> </ul>

## Méthodes envisagées

Un panel de méthodes sera mobilisé au cours des différentes étapes de la thèse.

Outre un état de l'art sur les outils de gestion mis en place pour assurer la durabilité des ressources en eau karstique, il est prévu d'établir un diagnostic approfondi de la situation actuelle et de la trajectoire passée au travers de l'exploration des archives documentaires et de la compilation de données publiques (volumes facturés par commune, tarifications, variables démographiques, données climatiques, etc.).

Il est également prévu de conduire des entretiens semi-directifs auprès de parties prenantes et une enquête auprès des usagers de l'eau du karst du Lez, pour étudier la perception qu'ont les usagers de cette ressource et recueillir un éventail de points de vue sur les outils à envisager.

Des méthodes statistiques/économétriques pourront être utilisées pour exploiter les données collectées (données publiques et résultats d'enquête) (Rinaudo, Neverre & Montginoul, 2012).

Une interaction avec les chercheurs hydrologues et hydrogéologues, travaillant sur la quantité et la qualité de cette ressource en eau, sera en appui afin d'identifier les enjeux scientifiques et de proposer des outils techniques d'aide à la décision.

L'ensemble de ces matériaux sera mobilisé dans une modélisation de type hydroéconomique, permettant de simuler différentes trajectoires qui pourront servir de support de discussion dans des ateliers de discussion autour des outils de gestion (outils économiques, réglementation, etc.) pour assurer la préservation à long terme de la ressource (Neverre, 2024 ; Neverre et al., 2023).

Ces ateliers, organisés avec les parties prenantes (décideurs, usagers finaux...), pourront prendre la forme de mises en situation, par exemple à l'aide d'articles de presse fictifs conçus spécialement (Figureau, Montginoul & Rinaudo, 2015 ; Rinaudo, Neverre & Rouillard, 2021 ; Rouillard, Neverre & Rinaudo, 2022) ou de jeux sérieux.

## Programme de recherche

Le programme de recherche comportera deux phases.

**Phase 1. Diagnostic** et analyse des dynamiques impactant la durabilité de la ressource

1. Compilation de données historiques liées à l'eau : consommations en eau facturées par commune appartenant au territoire concerné sur la plus grande période possible, niveau des prélèvements dans les différentes ressources (alimentant le territoire concerné), qualité de l'eau du Lez à son principal exutoire, tarification pratiquée, données démographiques issues des recensements, données climatiques, etc. Identification et datation de communications qui peuvent expliquer des changements de comportement (arrêtés sécheresse, communication grand public ou vers certains usagers de l'eau, information sur le prix...).
2. Analyse des évolutions constatées. Le premier objectif est de représenter à l'aide d'une frise chronologique les principaux faits marquants concernant la ressource et ses usages, le climat et les décisions politiques (tarification, urbanisation...). Le second objectif est de dresser un bilan ressources-besoins du territoire au cours du temps, intégrant l'aspect qualité de l'eau et son impact sur la mobilisation de la ressource. Le troisième objectif est d'identifier les facteurs explicatifs de l'évolution de la demande en eau du karst du Lez, si possible par une approche économétrique.
3. Étude de la perception de l'origine de l'eau dans les zones desservies par le karst du Lez, de cette ressource et de la réalité du manque d'eau actuel et futur auprès des usagers et des acteurs de la gestion de l'eau. Quelles conséquences jusqu'à présent en matière de décision d'investissement, d'urbanisme ou d'incitation à l'économie d'eau ?
4. Estimation de l'évolution future de la consommation en eau au regard des tendances actuelles et des projets du territoire (démographie, urbanisme, climat...).

**Phase 2. Identification d'outils et instruments de gestion** pour garantir la durabilité de la ressource en eau issue du karst du Lez.

1. Les informations recueillies dans la phase de diagnostic permettront d'alimenter un bilan présentant les ressources et les besoins, ainsi que leurs interdépendances. Un modèle hydroéconomique pourra être construit (intégrant également les aspects qualité), comme outil d'aide à la décision sur lequel pourra s'appuyer la réflexion.
2. Comment inciter à la sobriété ? Cette identification sera réalisée à l'aide d'une revue de littérature et des enquêtes. Les instruments identifiés seront ensuite insérés dans le modèle hydroéconomique pour estimer leur pertinence et identifier ceux qui seront ensuite proposés à la discussion dans des ateliers participatifs.
3. Mise en discussion des outils et instruments de gestion avec les parties prenantes du territoire, au travers d'ateliers participatifs. Cette étape pourra s'appuyer sur le modèle hydroéconomique, utilisé pour simuler l'impact de différentes solutions et instruments envisageables, en termes de

gestion de l'offre (ex. : ressources alternatives, réutilisation des eaux usées traitées) et de gestion de la demande (ex. : tarification, sensibilisation, urbanisme...).												
<b>Calendrier</b>												
Année	A1				A2				A3			
Trimestre	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1. État de l'art												
2. Diagnostic												
3. Identification des outils de gestion												
4. Rédaction et valorisation												
<b>Conditions matérielles</b>												
<p>Le ou la doctorante bénéficiera d'une bourse de thèse sur une durée de 3 ans. La date de démarrage est prévue au 1<sup>er</sup> novembre 2024.</p> <p>La directrice de thèse (Marielle Montginoul, INRAE) supervise l'ensemble des activités ; la co-encadrante (Noémie Neverre, BRGM) participera étroitement à l'encadrement de la thèse</p> <p>Le ou la doctorante sera hébergée dans les locaux de l'UMR G-Eau à Montpellier (site de Lavalette). Le ou la doctorante aura un bureau et sera dotée d'un ordinateur. Il ou elle pourra se déplacer avec les véhicules de service. Ses frais de missions seront pris en charge. Plus généralement, il ou elle aura accès à tous les moyens nécessaires à la bonne réalisation de son projet de thèse.</p>												
<b>Financement</b>	<b>ONE WATER</b>											
<b>Etablissement d'inscription</b>	Institut Agro Montpellier											
<b>École doctorale</b>	EDEG (École Doctorale d'Économie et de Gestion) ED 231											
<b>Employeur</b>	INRAE											
<b>Partenariat scientifique dans lequel s'inscrit le travail</b>												
<p>Cette thèse s'inscrit dans le projet interdisciplinaire K3 du PEPR « One Water-Eau bien commun » 2022, piloté par Véronique Léonardi (Université de Montpellier). Le ou la doctorante pourra interagir avec les autres chercheurs et chercheuses impliqués dans le projet, notamment les hydrogéologues.</p> <p>La thèse mobilisera, du fait même de son objet, des parties prenantes : à la fois des acteurs institutionnels (gestionnaires de l'eau potable ou de l'eau brute, syndicats de gestion, etc.) et des usagers de la ressource karstique.</p> <p>Le ou la doctorante sera rattachée à l'équipe « Eaux souterraines » de l'UMR G-Eau.</p>												
<b>Références bibliographiques citées</b>												
<p>Chen, Z., Auler, A.S., Bakalowicz, M., Drew, D., Griger, F., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Richts, A., Stevanovic, Z., Veni, G. &amp; Goldscheider, N. (2017), « The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe », <i>Hydrogeology Journal</i>, vol. 25, n°3, pp. 771-785. <a href="https://doi.org/10.1007/s10040-016-1519-3">https://doi.org/10.1007/s10040-016-1519-3</a></p> <p>Figureau, A.G., Montginoul, M. &amp; Rinaudo, J.D. (2015), « Policy instruments for decentralized management of agricultural groundwater abstraction: A participatory evaluation », <i>Ecological Economics</i>, vol. 119, pp. 147-157. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.011">http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.011</a></p> <p>Maréchal, J.-C., Vestier, A., Jourde, H. &amp; Dörfliger, N. (2013), « L'hydrosystème du Lez : une gestion active pour un karst à enjeux », <i>Karstologia</i>, vol. 62, n°1-6.</p> <p>Neverre, N. (2024), « An adaptable participatory modelling framework to anticipate needs for securing regional drinking water supply systems under global changes », <i>Water Resources Management</i>, vol. 38, n°6, pp. 2209-2227. <a href="https://doi.org/10.1007/s11269-024-03754-7">https://doi.org/10.1007/s11269-024-03754-7</a></p> <p>Neverre, N., Bourgeois, C., Boisson, A. &amp; Rinaudo, J.-D. (2023), « Anticiper les déficits ressources-besoins en eau potable et évaluer l'efficacité de mesures de sécurisation : un exercice de modélisation participative dans le Sud-Finistère », <i>Revue Géologues</i>, vol. 219.</p> <p>Rinaudo, J.-D., Neverre, N. &amp; Montginoul, M. (2012), « Simulating the impact of pricing policies on urban water demand: a Southern France case study », <i>Water Resources Management</i>, vol. 26, n°7, pp. 2057-2068.</p>												

Rinaudo, J.-D., Neverre, N. & Rouillard, J. (2021), « Détour par le futur : la prospective comme moyen d'engager les acteurs dans la planification des eaux souterraines », *Sciences Eaux & Territoires*, vol. 35, n°1, pp. 76-83. <https://doi.org/10.3917/set.035.0076>

Rouillard, J., Neverre, N. & Rinaudo, J.-D. (2022), « Initiating collective action for the management of deep confined aquifer systems: application of a participatory scenario approach in France », *Hydrogeology Journal*, vol. 30, n°1, pp. 21-36. <https://doi.org/10.1007/s10040-021-02420-1>

Tramblay, Y., Ribes, A., Somot, S., Neppel, L., Lucas-Picher, P., Vinet, F. & Sauquet, E. (2021), « Impacts du changement climatique sur les pluies intenses et les crues en Méditerranée », *LHB*, vol. 107, n°1, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1080/00186368.2021.1912971>

Xanke, J. & Liesch, T. (2022), « Quantification and possible causes of declining groundwater resources in the Euro-Mediterranean region from 2003 to 2020 », *Hydrogeology Journal*, vol. 30, n°2, pp. 379-400. <https://doi.org/10.1007/s10040-021-02448-3>

### **Profil et compétences recherchées pour postuler**

- Formation recommandée : master en économie / économie des ressources et de l'environnement.
- Connaissances et compétences souhaitées : des compétences avérées en économie de l'environnement ; une formation aux enquêtes et à la conduite d'ateliers ; des compétences en modélisation économique ; une connaissance du contexte de la gestion de l'eau.
- Aptitudes recherchées : une motivation pour la recherche ; un intérêt et expérience pour le travail en équipe et pluridisciplinaire ; un goût pour le travail de terrain et les échanges avec les acteurs de terrain ; des capacités rédactionnelles et de synthèse ; une autonomie et réactivité, rigueur ; une maîtrise du français ; une capacité à rédiger en anglais ; une maîtrise de logiciels statistiques (particulièrement « R ») ; une expérience ou un attrait pour la programmation scientifique (Python, GAMS...).

### **Pour postuler à cette thèse**

- Envoyer un CV et une lettre de motivation étendue à [marielle.montginoul@inrae.fr](mailto:marielle.montginoul@inrae.fr). Nous souhaitons que dans la lettre de motivation, en plus de l'expression de la motivation, le ou la candidate présente la manière dont il ou elle a compris le sujet et défende son adéquation au poste.
- Date limite pour postuler : 8 juillet 2024