

6 EAU PROPRE ET ASSAINISSEMENT



IMT Mines Alès œuvre pour la protection de l'or de demain



ODD 6 : EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT

La problématique de l'**accès à l'eau potable**, de l'assainissement mais aussi de l'économie de cette ressource est une thématique qui est fortement développée à IMT Mines Ales, notamment dans les domaines de recherche. Cette problématique est très présente du fait des caractéristiques de notre territoire : l'établissement est au cœur de la zone cévenole, fortement touché par les inondations une partie de l'année, qui diffusent les pollutions, en particulier minières, et fortement touchée par la problématique de pénurie en eau pendant une autre période (durant les périodes estivales, les autorités territoriales doivent gérer les problématique d'eau : restriction de l'utilisation des eaux de rivières et de l'eau du robinet pour l'arrosage des pelouses, le nettoyage des voitures etc...).

Sur notre campus nous travaillons à une meilleure **gestion de cette ressource**. De plus, notre proximité avec les pays du sud, nos collaborations avec les laboratoires de recherche de Montpellier font que, naturellement, nos équipes (en particulier l'équipe ERT du LGEI) travaillent dans ce domaine. Ceci se retrouve bien dans les thématiques et les approches abordées dans nos formations : étant une école ouverte sur le monde, nous transmettons à nos élèves la sensibilité sur le fait que des milliards de personnes dans le monde, principalement dans les zones rurales, n'ont toujours pas accès à ces services de base, et en cette période de la COVID19 ce besoin d'avoir accès à l'eau pour la santé de tous est particulièrement mise en exergue.

A. Formation

Dans un contexte de changement climatique, l'impact de l'évolution de la disponibilité de l'eau est un des enjeux de l'ingénieur de demain. La prégnance de cet enjeu a conduit l'école à proposer une formation aux élèves du tronc commun (c'est-à-dire l'ensemble des étudiants ingénieurs) qui peuvent par la suite, s'ils le souhaitent, approfondir cette compétence en département de spécialité et en master.

A.1. Gestion durable de l'eau dans les formations d'ingénieur : tronc commun

La thématique de l'eau potable et assainissement est abordée sur un plan plus scientifique et technique en tronc commun dans une unité d'enseignement élective (UE) « EAU » au choix, associés en période normale à des visites à la station de pompage de la ville de Montpellier, 400 000 habitants). Dans ce module optionnel sont présentées les différentes facettes de la matière première « eau » et de ses problématiques de distribution : matière première pour les besoins humains élémentaire, matière première pour développement ou encore pour l'industrie. Du fait de la crise COVID cette UE a dû se faire sans visites de terrain, mais ces dernières ont été remplacées par un projet d'étude de la ressource en eau de l'hydrosystème LEZ sur tous ses aspects : ressource en eau, qualité et quantité de l'eau, vie aquatique et biodiversité ; crues.

De plus, dans le cadre de la préparation à l'entrée dans les départements technologiques, un module d'approfondissement (20 heures) intitulé « introduction à l'évaluation environnementale » donne aux élèves des notions d'Analyse de Cycle de Vie, d'Empreinte Ecologique et d'Empreinte Eau.

A.2. Gestion durable de l'eau dans les formations d'ingénieur : départements d'enseignement et filières de spécialisation

Un Département **Environnement, Energie, Risques** (2ER) : « Assurer le **développement et la qualité de vie des générations futures tout en protégeant notre planète**. » est dédié à la problématique environnementale dont une partie à la problématique de l'eau.

Dès leur entrée dans le département, un projet d'installation d'une unité de production industrielle est proposé aux élèves. Dans ce projet, les impacts environnementaux, et notamment ceux concernant la gestion de l'eau, sont introduites. Des cours sur les études d'impact, sur la dispersion des polluants et sur le fonctionnement des écosystèmes et la biodiversité sont imbriqués dans ce projet à l'issue duquel les élèves doivent proposer des alternatives acceptables pour l'implantation industrielle (projet implantation d'une unité industrielle, 82 heures, cours Industrie et territoires 57 heures ; cours environnement, énergie et risques, 43 heures, incluant une introduction aux risques naturels et industriels, au fonctionnement des écosystèmes, et aux études d'impact).

Un module intitulé « gestion de la qualité des eaux » a pour objectif de permettre la prise de conscience des besoins de préservation des ressources notamment la ressource en eau, la nécessité d'être conscient de l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement, ainsi que la nécessité d'assurer une gestion durable des ressources en eau. La notion de gestion intégrée de la ressource en eau est abordée.

Dans le département **Ingénierie du Sous-sol et exploitation des Ressources Minérales** (ISERM), les élèves ont des cours d'hydrogéologie, de réglementation concernant les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et d'études d'impact, qui s'articulent aussi autour d'un projet de développement ou conduite d'un site d'exploitation (mine, carrière, route...). Au sein de ce projet, la préservation des ressources en eau est traitée (projet RTCE, 170 heures).

Enfin, dans le département **Génie Civil Bâtiment Durable** (GCBD), l'option infrastructures et grands ouvrages traite des infrastructures majeures qui concernent la gestion de l'eau : ouvrages hydrauliques (barrages, digues...).

A.3. Gestion durable de l'eau dans les masters, masters internationaux et les doubles-diplômes

- ▶ Double-diplôme Ingénieur d'IMT Mines Alès et Diplôme national de master « Sciences de l'eau » de l'Université de Montpellier : plusieurs parcours sont proposés dans ce double-diplôme :
- ▶ Les parcours « Hydrologie, Risque, environnement (HydRE) » et « Eau, contaminant, Santé » (double diplôme couramment appelé « Eau & Environnement »), qui offrent une formation scientifique sur la compréhension et la mise en valeur des hydro-systèmes. Cette formation permet aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires à la caractérisation des ressources en eaux continentales de surface, à leur évaluation, à leur utilisation et à la maîtrise des risques associés en contexte de changements climatiques et environnementaux.
- ▶ Le parcours « H2E-Environnement » (Hydrogéologie qualitative et quantitative – Environnement) forme des spécialistes des ressources en eau souterraine capables d'évaluer, protéger et gérer durablement les eaux souterraines dans un contexte de changement global quels que soient les contextes climatiques, géographiques et socio-économiques.
- ▶ Le parcours « Contaminants Eau Santé » permet d'acquérir les compétences nécessaires à la caractérisation de la qualité de l'eau et notamment les techniques mises en œuvre pour assurer la surveillance des contaminants, les moyens d'évaluation de leur impact sur la qualité de la ressource en eau et les risques sanitaires et environnementaux associés.

- ▶ Par ailleurs, un parcours international du master Sciences de l'eau (parcours WISE), porté par IMT Mines Alès, co-accrédité avec l'université de Montpellier, est en préparation pour ouvrir en 2022 ; il a été décalé du fait de la crise sanitaire qui limite trop fortement les échanges internationaux.

A.4. Gestion durable de l'eau dans la formation doctorale

L'école est co-accréditée à délivrer le diplôme de doctorat dans 4 écoles doctorales. Il est à noter que l'école doctorale GAIA « Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau » (ED N°584) inscrit son activité au cœur du DD&RS et plus particulièrement la problématique de l'accès à l'eau.

Les projets de recherche des doctorants s'inscrivent dans les thématiques des laboratoires de l'école, fortement tournées sur les enjeux technologiques et sociétaux (cf. § B relatif à la recherche).

Quelques exemples de sujets de thèse (ED GAIA) en cours qui traitent des problématiques de l'eau :

- ▶ 2017-2020. ED GAIA. La thèse d'Antoine Garnier. Développement d'un échantillonneur passif pour un diagnostic de la **contamination des zones portuaires** par des organoétains a été soutenue le 18 décembre 2020
- ▶ 2017-2020. ED GAIA. La thèse de Nicolas Akil. Etude des incertitudes des modèles neuronaux sur la **prévision hydro(géo)logique** est prolongée en 2021 du fait de la crise COVID.
- ▶ 2018-2021. ED GAIA. Bob Saint Fleur. Vers une meilleure prise en compte des **comportements multi-échelles des aquifères complexes** (karsts-crués rapides) par les modèles à réseaux de neurones.
- ▶ 2018-2021. ED GAIA. Philippe Lionel Ebengué Atega. Etude des **effluents d'exhaure minière** : caractérisation des sources, analyse des flux dans le cadre d'une démarche **d'économie circulaire**, évaluation des éventuelles **conséquences épidémiologiques**, et propositions de scénarios de traitements éventuels. Cette thèse s'inscrit dans le projet Gardons en Cévennes (cf. supra) en **partenariat avec la ville d'Alès** et l'établissement public territorial du bassin.
- ▶ 2018-2021, ED GAIA. Caractérisation de la **distribution spatio-temporelle de l'arsenic des aquifères** du Liptako-Gourma au **Niger** : évaluation de l'impact anthropique lié à l'exploitation minière, conséquences sur **l'exposition des populations**, et définition de **stratégies d'intervention**.
- ▶ 2020-2023, ED GAIA. Salma SADKOU : Level Finder – Prévision des crues par Intelligence artificielle (réseaux de neurones) pour la mise en œuvre de plans d'intervention graduée et la gestion de crise à l'échelle (inter)communale.

B. Recherche

B.1. Gestion durable de l'eau : l'équipe de recherche ERT

Le laboratoire du génie de l'environnement industriel (LGEI) comprend 3 équipes de recherche, 2 départements d'enseignement et 4 plateformes technologiques qui sont présentés dans l'ODD17.

Parmi ces trois équipes, l'équipe ERT a une recherche spécifiquement orientée sur la gestion durable de la ressource en eau en mobilisant les disciplines de la chimie, de la biologie, de la modélisation statistique et de l'économie circulaire. L'équipe fait partie du Pole Aqua-Valley et participe à des journées thématiques et techniques sur la problématique de la gestion de la ressource en eau. L'équipe participe également de manière permanente au groupe du travail « ressources en eau » du Pole Aqua Valley.

B.2. Faits notables de l'équipe de recherche ERT

B.2.1. Centre UNESCO de l'IM2E.

IMT Mines Alès est tutelle (elle participe à la gouvernance, avec un rôle à la direction) de **l'Institut montpellierain de l'eau et de l'environnement (IM2E)**, groupement d'intérêt scientifique (GIS) regroupant 15 unités de recherche (dont le LGEI d'IMT Mines Alès), 400 scientifiques, 150 doctorants, autour des sciences de l'eau et de l'environnement. Cet institut développe une activité très visible au plan international sur la thématique EAU autour du continuum recherche – formation – entreprises. L'IM2E est devenu un « **Centre UNESCO** » par décision de la conférence générale des États membres au titre, notamment, de sa **contribution remarquable à l'Objectif de Développement Durable n°6 de l'ONU « Eau propre et Assainissement »**. La création de ce centre UNESCO (le nom officiel est ICIReWaRD : « *International Center for Interdisciplinary Research on Water Systems Dynamics* »; figure 6) est incontestablement une reconnaissance internationale du rôle de premier plan que joue l'IM2E des sciences de l'eau. Le Centre, qui se positionne comme l'un des plus importants au niveau mondial - par la diversité de ses thèmes de recherche et de formation, a notamment pour ambition de développer des **collaborations solides et fructueuses dans le domaine de la recherche et de la formation dans les pays du Sud et les régions vulnérables** aux problèmes liés à l'eau (urbanisation rapide, pression démographique, effets attendus du changement climatique).

<http://www.im2e.org/>

B.2.2. Chaire ELSA-PACT sur l'analyse du cycle de vie et l'évaluation environnementale

Depuis 2008, IMT Mines Alès figure parmi les cinq **organismes fondateurs du réseau ELSA** (Environmental Life cycle and Sustainability Assessment), groupe de recherche qui rassemble des chercheurs, des enseignants et des étudiants **autour de l'Analyse en Cycle de vie (ACV) et de l'écologie industrielle appliquées notamment aux agro-bio procédés**. Dans ce cadre, le LGEI a notamment participé au développement de l'ACV territoriale afin d'évaluer et de comparer par une méthode harmonisée les **impacts environnementaux** et les services rendus résultant de la mise en œuvre de différents scénarios de plans et programmes stratégiques ayant une incidence sur l'environnement. IMT Mines Alès a également été impliquée dans la prise en compte de l'eau dans les méthodologies d'ACV, en proposant un **mix régionalisé d'approvisionnement en eau par pays et par grand bassin versant**, et en améliorant les méthodes d'évaluation d'**impacts sur les ressources** en eau. Pour concrétiser et diffuser dans la société civile les avancées scientifiques de ce groupe de recherche, IMT Mines Alès contribue activement, depuis 2013, au sein de la **Chaire ELSA-PACT** pour mettre en place des méthodes permettant d'**évaluer les impacts environnementaux et sociaux des activités de gestion des ressources naturelles, en partenariat avec des acteurs industriels** (BRL, SCP, GRDF, Bonduelle, Suez Environnement et Ecofilae).

<http://www.elsa-pact.fr/>

B.2.3. Collaboration avec le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des inondations (SCHAPI) du ministère chargé de l'environnement

Depuis 2006 IMT Mines Alès collabore avec le SCHAPI, **service ministériel chargé de la prévision hydrométéorologique** sur le territoire Français. Le SCHAPI suit plus de 20 000 km de cours d'eau et effectue des prévisions et des informations de vigilance sur l'état des cours d'eau par internet grâce à son site Vigicrues (<https://www.vigicrues.gouv.fr/>). Depuis 2006, **7 thèses du laboratoire ont été ou sont soutenues par le SCHAPI** afin d'effectuer des prévisions en utilisant l'intelligence artificielle (les réseaux de neurones artificiels). Anne Johannet est membre du CODOST (Conseil D'Orientation et d'appui Scientifique et Technique du Service Central d'Hydrométéorologie) du SCHAPI (https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/150624_Schapi80x120-3.pdf), le conseil de gouvernance du SCHAPI qui associe opérationnel, chercheurs et usagers des prévisions. Cette collaboration a donné lieu à la réalisation du projet ANR FLASH (<https://blog.espci.fr/flash/>).

B.2.4. Groupement d'intérêt scientifique (GIS) Zone Atelier du Bassin du Rhône

IMT Mines Alès (LGEI) adhère au **Groupement d'intérêt scientifique (GIS) Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR)**, dépendant de l'institut INEE du CNRS. La ZABR rassemble 24 établissements de recherche, qui abordent par différentes disciplines les **interactions entre le milieu fluvial et périfluvial rhodanien et les sociétés** qui se développent sur le bassin versant. Elle est le support de programmes de recherches pluridisciplinaires destinés à apporter des éléments pour **l'aide à la décision publique en matière de gestion durable des cours d'eau** et de leurs bassins versants. Au sein de la ZABR, le LGEI participe statutairement au Conseil de Direction de la ZABR. La directrice du LGEI, Anne Johannet, co-pilote le site Atelier « rivières cévenoles » (<http://www.graie.org/zabr/index.htm>).

L'école est, de plus, est un **partenaire actif de l'Observatoire Hydrométéorologique Cévennes-Vivarais** (Observatoire OHM-CV) qui dépend de l'institut INSU du CNRS.

Enfin, elle fait partie du Conseil d'administration du Cluster en géosciences TERINOV et du Centre d'expertise sur le monde souterrain IFREEMIS - UNESCO centre d'expertise du milieu souterrain, basé sur le site de la grotte du Pont d'Arc (<https://www.ifreemis.com/>).

B.2.5. Exemples de projets de recherche collaboratifs du LGEI

- ▶ Le projet « Gardons en Cévennes » (2018-2021) **en partenariat avec la ville d'Alès** et l'établissement public territorial du bassin : ce projet porte sur la **politique de gestion de l'eau lien avec les anciens travaux miniers, des pompages d'eaux souterraines, et la nature des sols/sous-sol** de l'amont des bassins des Gardons. L'agglomération d'Alès fait appel aux compétences de l'école dans les sciences de l'eau et de l'économie circulaire pour approfondir les études sur les bassins des Gardons, afin de répondre à une demande d'information et de transparence de sa population en matière de conséquences épidémiologiques, mais aussi pour développer de nouvelles ambitions en termes de **développement de son territoire** (agriculture, tourisme). Les travaux déboucheront sur des **recommandations aux acteurs publics et des propositions de traitement**. Ce projet est en lien avec la thèse de Philippe Lionel Ebengué Atega (cf. supra).
- ▶ Le projet ePSOM (2017-2020): Développement d'un échantillonneur passif pour un diagnostic de la **contamination des zones portuaires** par des organoétains, afin d'aider au diagnostic et au suivi des opérations de dragage.
- ▶ Le projet CARPORES, concernant l'analyse de l'évolution d'un virus sous contrainte de sélection par résistance de l'hôte (https://anr.fr/fr/projets-finances-et-impact/projets-finances/projet/funded/project/anr-06-prib-0003/?tx_anrprojects_funded%5Bcontroller%5D=Funded&cHash=1f0a2ff62ead062d47ff9343da306b8e).
- ▶ Le projet BIOATMO (2019-2021) en collaboration avec l'INRAE sur la caractérisation de la dispersion de pathogènes liée à l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation agricole dans une optique de préservation des ressources en eau.
- ▶ ENKI, financé par la Société ATOS en collaboration avec la Région Occitanie, il vise à établir une méthodologie pour prévoir les niveaux de nappe d'eau souterraine grâce à l'intelligence artificielle.

B.2.6. Chaire industrielle « Mine et Société »

Depuis juin 2016, IMT MINES Alès par son Laboratoire LGEI a participé avec 4 autres écoles d'ingénieur, MINES Nancy, MINES ParisTech, et GÉOLOGIE Nancy, ainsi que l'association de recherche partenariale ARMINES, à la création du Réseau d'Excellence (REX) « Mine & Société ». L'objectif de ce réseau est « de mutualiser et de développer des compétences pluridisciplinaires en Formation et en Recherche, sur les thématiques concernant les mines et carrières, vues à la fois comme des activités d'ingénierie soumises à de hauts niveaux d'exigence et au **travers des relations que ces activités entretiennent avec leur environnement naturel et humain**. » Le REX a pour objectifs de répondre aux enjeux très forts d'acceptabilité sociale, soulevés par les **impacts environnementaux et sociaux que génère l'industrie minérale et extractive**.

(<http://mine-societe.org/>)

Le réseau a évolué à l'été 2020 vers une structuration en chaire industrielle, grâce à l'engagement de plusieurs industriels majeurs (Orano...) : la chaire IM&T (Industrie minérale et territoires).



C. Gestion environnementale du campus

C.1. Disponibilité de la ressource en eau sur les sites

L'école met à disposition de tous des fontaines d'eau potable et dans tous les bâtiments il y a plusieurs points d'eau. L'établissement dispose de son propre restaurant collectif (en propre et non pas sous la forme d'une prestation extérieure) avec des fontaines d'eau potable disponibles, cette eau peut être à température ambiante ou très fraîche.

C.2. Politique de gestion durable de l'eau

L'école fonctionne entièrement sur le réseau d'adduction et de traitement urbain d'Alès. Elle a consommé 12 390m³ d'eau en 2020.

Les espaces verts de l'école ont été repensés avec des plantes locales adaptées à des sécheresses, en vue de l'arrêt de l'arrosage des espaces verts des campus dans le cadre de mesure d'économie des usages de l'eau.

Dans les bâtiments, des mesures sont prises pour réaliser dans les différents points d'eau, telles que l'installation de chasses différenciées dans les toilettes avec réduction des quantités d'eau utilisées à chaque utilisation, ou la mise en place de mousseurs, de brise-jet sur les robinets, ou de robinets poussoirs.

Le campus de Croupillac a été équipé de bassins de retenue du premier flot des eaux pluviales qui permet d'éviter la dissémination dans l'environnement des eaux pluviales polluées des voies de circulation.

L'aménagement en cours du campus de Croupillac tend à diminuer les surfaces étanches, limitant ainsi les risques d'inondation.

Les effluents aqueux de l'école sont tous traités par la station d'épuration (STEP) du Grand Alès ; il n'y a aucun rejet direct par l'école dans le milieu naturel.

La STEP du Grand Alès est récente : elle a été mise en service 2003 et répond aux normes en vigueur. Les informations sur son état, son fonctionnement et sa conformité sont disponibles publiquement sur le site « Eaufrance », qui est un service public d'information sur l'eau et les milieux aquatiques, géré par le ministère chargé de l'environnement et l'agence française pour la biodiversité. La STEP prévoit un traitement secondaire, une dénitrification et une déphosphoration. Les boues issues de ses traitements sont concentrées et partent intégralement en filière de compostage. L'eau propre est quant à elle rejetée dans le Gardon d'Alès et sa qualité est contrôlée. Tous les contrôles annuels ont été conformes (abattement DBO5, abattement DCO, abattement Ngl, abattement Pt). Les contrôles en équipement, en performance et en réseau de collecte sont également conformes.

<http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/fiche.php?code=060930259003#>

Dans les laboratoires, les effluents liquides contaminés (chimiquement, biologiquement, radiologiquement) ne sont pas éliminés dans les canalisations courantes mais sont traités de façon spécifique : soit ils font l'objet d'un traitement préalable in situ permettant de respecter les normes des rejets et sont alors rejetés, soit ils sont traités en tant que « déchets dangereux » et sont alors éliminés dans des filières dédiées (cf.§ODD12 D.4).

L'inventaire des produits chimiques associés à leur fiche de données de sécurité permet un suivi jusqu'à leur élimination par une filière agréée. De même, les fluides de coupe (machines-outils, découpe par jet d'eau) générés par les plateformes technologiques sont traités par la filière d'élimination adaptée. Chaque usager dans un laboratoire est informé qu'avant tout rejet dans les canalisations d'eau usée, il doit s'assurer de la non-toxicité pour l'environnement. En cas de doute, il s'informe auprès de la personne compétente en risque chimique et la personne compétente en déchets de laboratoire.

C.3. Politique de gestion durable des espaces verts

Du fait du positionnement de l'école en ville, il y a globalement peu d'espaces verts sur le campus ni, à plus forte raison, de milieux naturels.

Afin de réduire la consommation d'eau, certains espaces en gazon ont été **transformés en espaces de plantes méditerranéennes**. **L'arrosage de ces espaces verts a été intégralement supprimé.**

L'entretien, le choix des espèces, et la gestion durable des déchets verts produits ont été confiés à une entreprise d'insertion au travail pour les personnes handicapées. Cette démarche vise à favoriser l'insertion sociale en complément de l'intégration du développement durable. **Aucun produit phytosanitaire n'est utilisé** sur les campus.

Par ailleurs, dans le cadre de « Campus 2025 » (cf.§ODD17 D), l'école projette **verdir le site de Clavières**, en réduisant les espaces dédiés aux véhicules **au profit d'espaces verts** au bénéfice de tous. A terme, ces nouveaux espaces verts pourraient être préservés sous la forme **d'espaces naturels**, avec des dispositions liées à la protection de la biodiversité.