



« Gestion de l'eau pluviale en milieu urbain : Un défi face au changement climatique »

# Comment valoriser plus et mieux les gisements d'eaux alternatifs face au changement climatique ?

Mardi 23 janvier 2024

AgroCampus Nîmes Rodilhan

# SOMMAIRE



## I – Introduction, Changement Climatique

Les grandes thématiques environnementales : les impacts majeurs  
Quelles sont les problématiques majeures actuelles et à venir ?  
Prévision sur l'évolution des températures en Occitanie de 2005 à 2050  
Un contexte de sécheresse exceptionnelle

## II – Un défi à relever, comment valoriser plus et mieux les gisements d'eaux alternatifs

La gestion durable de l'eau la réponse et un défi pour atténuer plusieurs risques  
Les chiffres clés de l'eau potable en France  
Les différents types d'eau, pour quels usages  
Que peut-on faire avec l'eau de pluie dès aujourd'hui  
La réutilisation des eaux usées, pour quels usages

## III – Deux retours d'expérience inspirants en REUT

Un site pilote en REUT d'Eaux Usées - Fréjus  
Un projet expérimental en REUT Eaux usées et Eau de pluie – Grenoble

## IV – Un retour d'expérience valorisation d'eau de pluie sur un Lycée

Site en exploitation, réutilisation des eaux de pluie - Villefranche de Lauragais



Le Pont du Gard construit au Ier siècle de notre ère  
Son débit moyen a été estimé à 40 000 mètres cubes d'eau par jour, soit environ 460 litres d'eau par seconde

# Définition du périmètre « environnemental » pour le patrimoine bâti en Région Occitanie



## Les grandes thématiques environnementales sont liées aux impacts majeurs

Impact sur la production de gaz à effet de serre (GES)  
« Empreinte carbone »



Impact sur la (sur)consommation d'eau douce



Impact sur le changement climatique



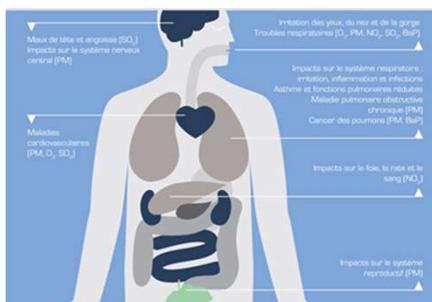
Impact sur l'artificialisation et la déforestation



Impact sur la (sur)consommation d'énergie



Impact sur la santé humaine



Impact sur la (sur)production de déchets



Impact sur la biodiversité

**La biodiversité mondiale en danger**

**Espèces menacées d'extinction :**



+ Impacts sur les mobilités et l'alimentation,...

# Définition du périmètre « environnemental » pour le patrimoine bâti en Région Occitanie



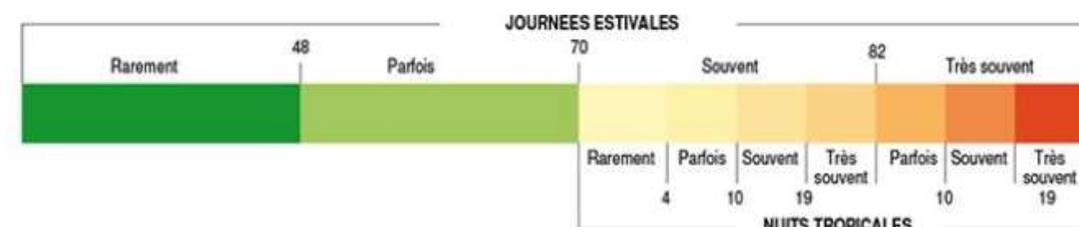
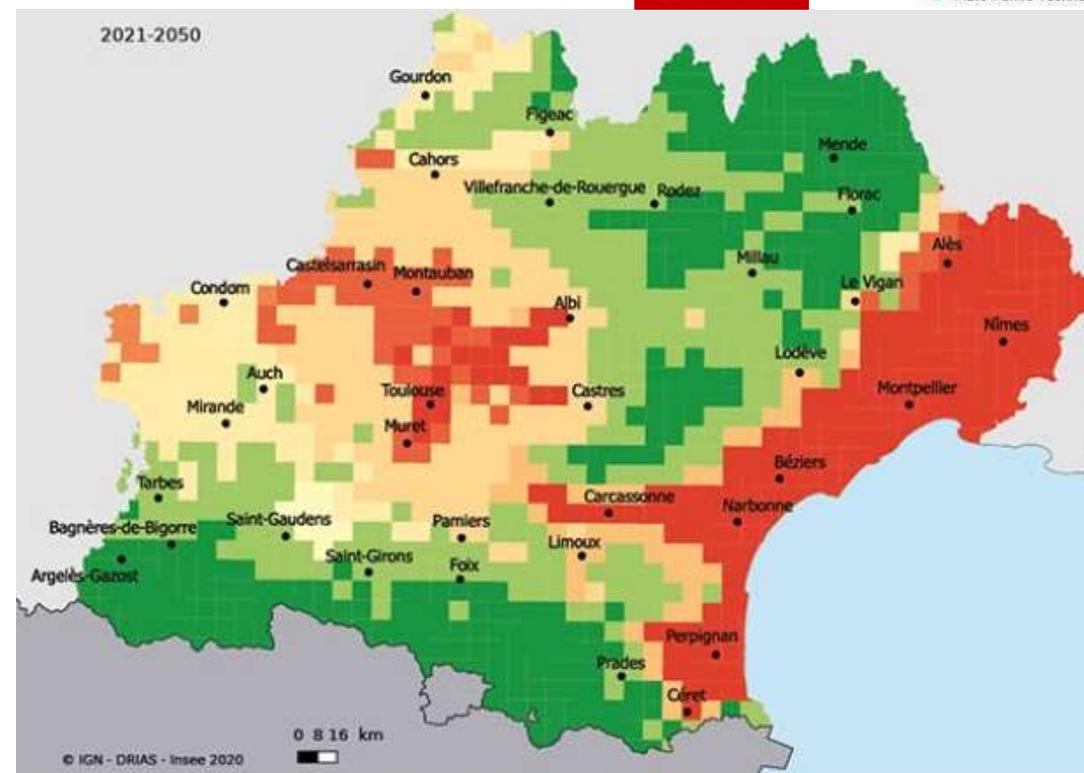
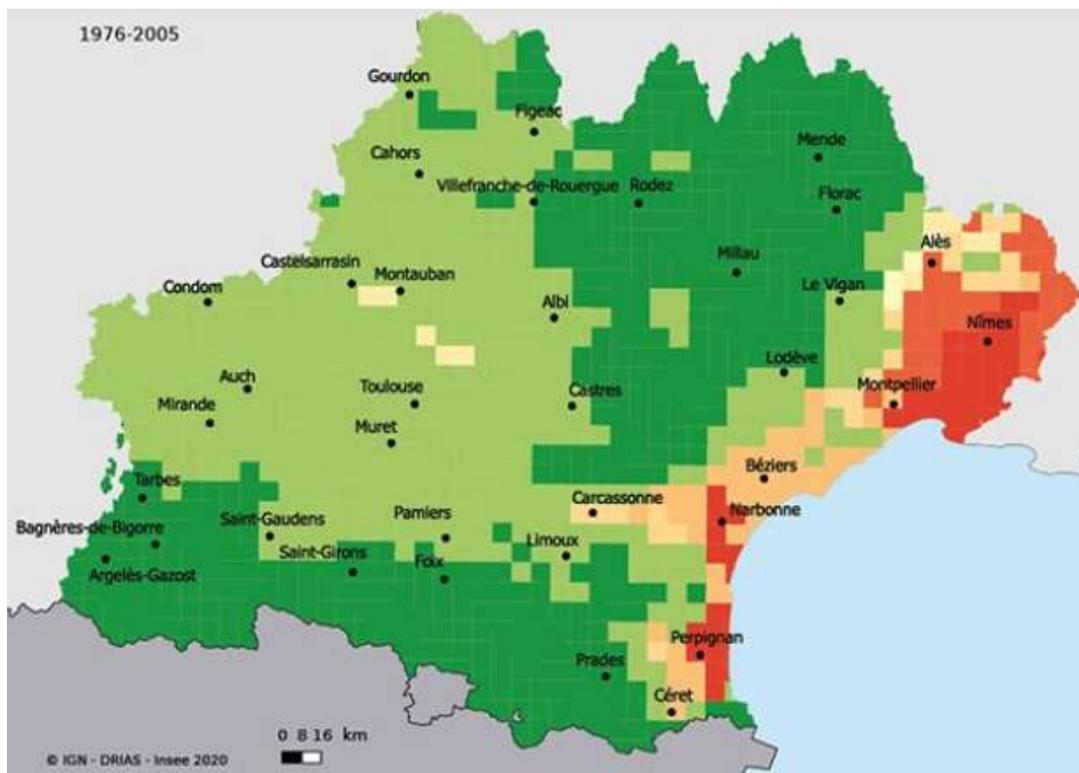
Quelles sont les problématiques majeures actuelles et à venir ?



Les **3 piliers** (réflexes) pour faire face aux répercussions du changement climatique :  
**Adaptation, Atténuation** et en + pour l'immobilier **l'Anticipation**

# Les conséquences du changement climatique

## Prévision sur l'évolution des température en Occitanie de 2005 à 2050



### Estimation médiane

Sur la période 2021-2050, le littoral connaîtrait plus de 82 journées<sup>1</sup> estivales<sup>2</sup> et plus de 19 nuits<sup>1</sup> tropicales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>: /an

<sup>2</sup>: quand la T° dépasse les 25°C

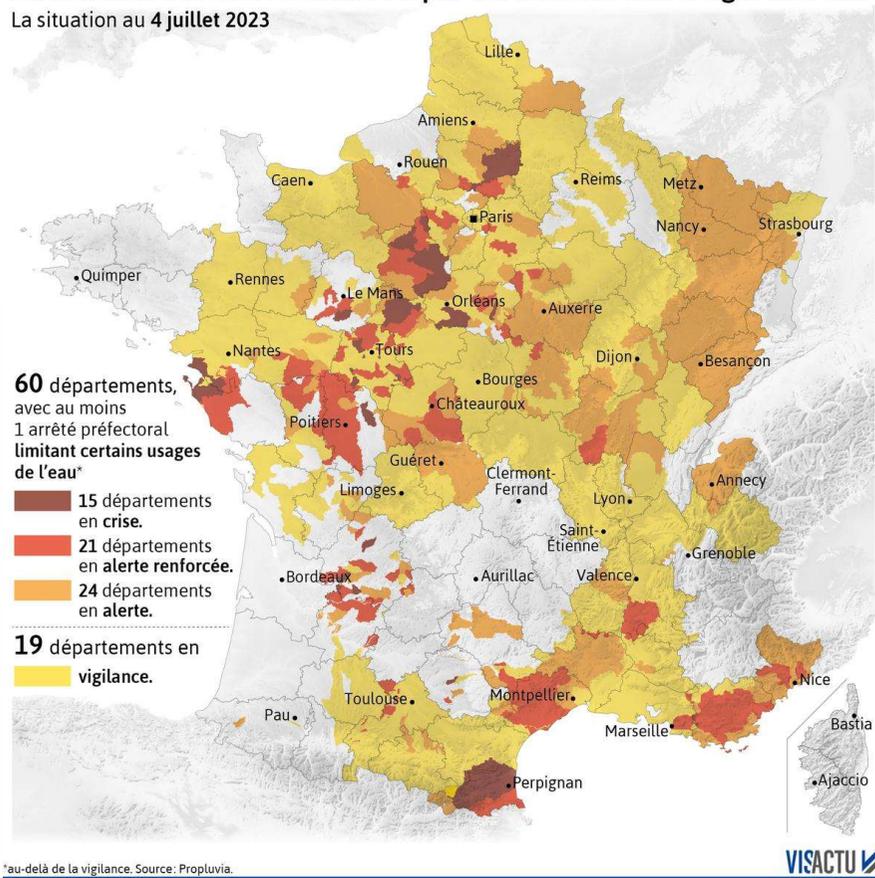
<sup>3</sup>: quand la T° minimum est de 20°C

Source météo France simulation euro-cordex 2020 – scénario RCP 8,5

# Un contexte de sécheresse exceptionnelle

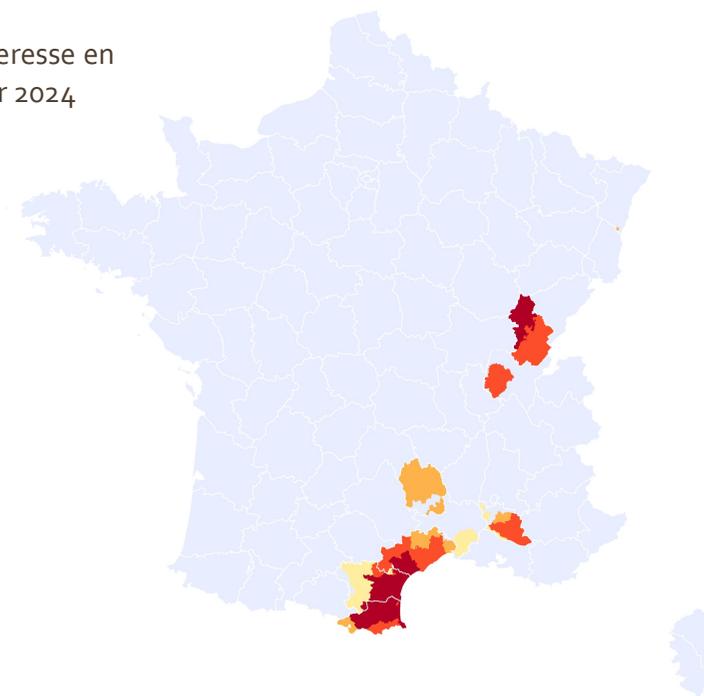
## Sécheresse: les zones concernées par des restrictions d'usages de l'eau

La situation au 4 juillet 2023



Sécheresse exceptionnelle par son intensité et sa durée, avec des conséquences importantes : rupture approvisionnement AEP, restrictions pour les activités économiques (agriculture, tourisme, ...) ; assecs sur certains cours d'eau, incendies...

Situation de la sécheresse en France début janvier 2024



# les enjeux environnementaux principaux

Quelles solutions pourraient être déployées



Assurer le confort d'été y compris pendant les périodes de canicules

Réduire l'empreinte carbone à tous les stades de vie du bâtiment/du site

Stocker massivement le carbone vivant (végétaux) et le carbone inerte (matériaux biosourcés)

Réduire les consommations d'énergie et produire et utiliser des énergies renouvelables

Réduire ses consommations en eau et réutiliser les eaux pluviales et les eaux usées

Reconquérir des espaces en Biodiversité, créer des sanctuaires nourriciers et refuges

S'assurer de la qualité environnementale et sanitaire pour les occupants (Santé)

Favoriser les mobilités alternatives aux énergies fossiles : Vélos, VAE, trottinettes, transports en commun,...

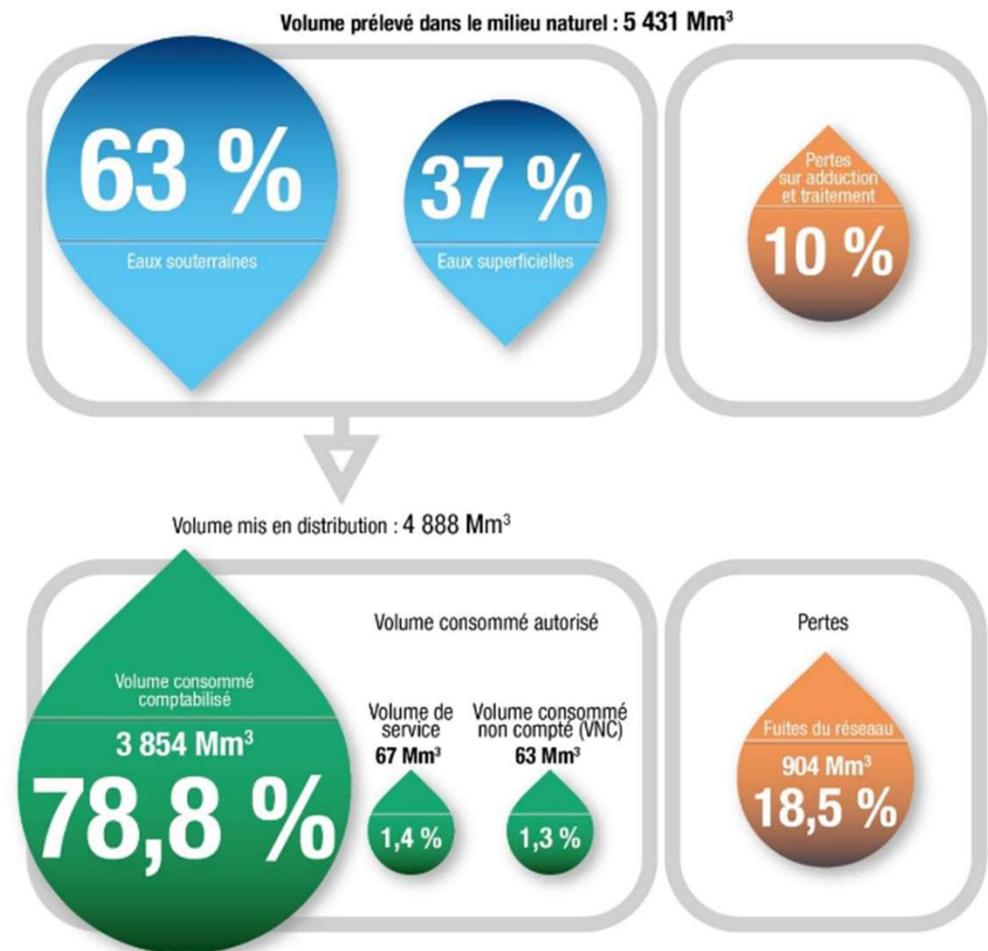
Adapter et anticiper les besoins et fonctionnalités des bâtiments et sites

# Les données majeures pour comprendre la consommation d'eau potable en France



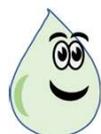
## Les chiffres clés de l'eau potable en France

- 146 litres d'eau consommés chaque jour par habitant
- 169 m<sup>3</sup> eau/hab.an : l'empreinte eau
- 60 % des précipitations évaporées
- 2/3 tiers du territoire concerné par des restrictions d'eau l'été
- 5,43 milliards de m<sup>3</sup> prélevés chaque année (hors secteur énergétique)
- 1 litre sur 5 perdu dans les fuites
- Les 2/3 de l'eau du robinet provient des nappes souterraines



Source: Sispea (OFB) – DDT(M)/DRIEAT/DEAL - Collectivités – Données 2021 (2023)

# Les différents types d'eau, pour quels usages



*L'eau brute de puisage est de l'eau douce, dite non potable, prélevée sans traitement dans les nappes et les cours d'eau. Elle est impropre à la consommation humaine mais réservée aux usages sans contact direct avec le corps : irrigation agricole, abreuvement du bétail, arrosage des espaces verts, construction, chasse d'eau, nettoyage et parfois remplissage de piscine\* (\*déconseillé par l'ARS Agence Régionale de la Santé)*

*Point critique : Cet usage participe à l'épuisement des nappes phréatiques et à l'assèchement des cours d'eau*



*L'eau de pluie des toitures inaccessibles est la plus facile à récupérer et réutiliser en substitution de l'eau de ville et de l'eau brute de puisage qui sont prises dans les nappes. La réglementation est peu contraignante (Arrêté du 21 août 2008). Les eaux de pluie peuvent être utilisées pour arroser les espaces verts, alimenter les chasses d'eau, nettoyer les sols et laver le linge*

*Point critique : Cet usage est strictement interdit dans les locaux accueillant des personnes dites fragiles : enfants, malades, personnes âgées...*



*Les eaux pluviales sont issues des précipitations qui sont en contact avec le sol ou des surfaces accessibles au public : terre, espaces verts, voirie, parkings, terrasses...*

*Il est accepté que les eaux de ruissèlement des voiries peu fréquentées puissent être dirigées vers les espaces verts. Afin de favoriser l'alimentation des nappes phréatiques il faudrait viser les 100% d'infiltration à la parcelle*

*A titre d'exemple les voiries et parkings privés des sites régionaux sont concernés*

*Point critique : sur les parcelles aménagées depuis des décennies cette eau est souvent rejetée à l'assainissement*

# Les différents types d'eau, pour quels usages



*Les eaux usées traitées dites eaux grises (sous famille des eaux usées domestiques) sont issues des eaux des douches, lavabos et lave-linges... A ce jour la réglementation restreint la liste des réutilisations et est exclu les eaux des cuisines, dont celles des lave-vaisselles, considérées avec un risque sanitaire élevé et souvent très chargées en graisse. Ces eaux sont un véritable gisement pour l'arrosage en toute saison d'espaces verts qui participent au rafraîchissement des villes*

*Point critique : La conception des équipements et réseaux doit être étudiée pour la totalité du site. Les réseaux de collecte des eaux usées doivent être séparés des réseaux des Eaux Vannes et des eaux des cuisines*

*Les eaux vannes dites eaux noires (sous famille des eaux usées domestiques) sont issues des toilettes et des urinoirs. Ces eaux dites chargées contiennent de nombreuses matières organiques et des micro-organismes. À ce jour, seules les stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) sont autorisées à traiter cette eau pour les usages principaux suivants : agricole, arrosage des espaces verts et nettoyage des voiries*

*Point critique : Ces eaux sont disponibles en sortie de STEU donc elles nécessitent une logistique de transport lourde et onéreuse*

*L'eau de mer dessalinisée, aux dires d'experts cette solution est insuffisante pour régler la crise de l'eau. Mais le gisement est considérable, car 97% de l'eau sur Terre est salée. En 2020, près de 100 millions de m<sup>3</sup>/j sont produits dans le monde*

*Point critique : cette solution est très onéreuse (équipements, grande quantité d'énergie, maintenance...). Cette solution produit aussi des résidus de solutions salines (saumure), si ils sont rejetés en mer cela accentue la salinité et endommage les écosystèmes marins. Mais cela reste une option possible pour les territoires en déficit d'eau douce*

# La réutilisation des eaux usées, pour quels usages



*La REUT des nouvelles opportunités et un nouveau modèle économique et environnemental en plein croissance...*

*8,4 milliards de m3, gisement annuel d'eaux usées traitées en France*

*0,6 % des eaux usées sont retraitées en France, contre 8 % en Italie, 14 % en Espagne et 80 % en Israël*

*1,6 milliards de m3 d'eau, c'est l'estimation du volume annuel de eaux usées potentiellement exploitable*

*Une réglementation qui évolue pour simplifier les projets en REUT, publication de deux nouveaux arrêtés :*

*Arrêté du 14 décembre 2023 relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage d'espaces verts*

*Arrêté du 18 décembre 2023 relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures*

TYPE D'USAGE	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Extrait de l'Arrêté du 18 décembre 2023 relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures				
Toutes les cultures vivrières consommées crues dont la partie comestible est en contact direct avec l'eau usée traitée et les plantes racines consommées crues (1)	+	*	*	-
Cultures vivrières consommées crues dont la partie comestible est cultivée en surface et n'est pas en contact direct avec l'eau usée traitée, cultures vivrières transformées et cultures non vivrières y compris servant à l'alimentation des animaux producteurs de lait ou de viande (hors fourrage frais, pâturage, cultures industrielles, cultures énergétiques et cultures semencières )	+	+(2)	*	-
Fourrage frais et pâturage	+	+	*	-
Cultures industrielles, cultures énergétiques et cultures semencières	+	+	+	+

+ autorisée, - : interdite, \* : possible en mettant en place un système de barrières appropriées tel que défini en section 2.  
 (1) La réutilisation d'eaux usées traitées est interdite pour la cressiculture.  
 (2) L'irrigation pour l'arboriculture fruitière est interdite pendant la période allant de la floraison à la cueillette pour les fruits non transformés, sauf en cas d'irrigation au goutte à goutte.

TYPE D'USAGE	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Extrait de l'Arrêté du 14 décembre 2023 relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage d'espaces verts				
Espaces verts ouverts au public	+	*	-	-
Espaces verts dont l'accès au public est restreint	+	+	*	-

+ autorisée, - : interdite, \* : possible en mettant en place un système de barrières appropriées tel que défini en section 2

# Site pilote en REUT d'Eaux Usées Immeuble collectif à Fréjus, le Primavera



*89 logements (dont 30 avec récupération des EU, env. 90 hab.) misent en service en décembre 2022*

*Autorisation préfectorale pour irriguer exclusivement 1500m<sup>2</sup> d'espaces verts, (essences locales et frugales) qui a pour objectif de créer un îlot de fraîcheur (gain de température envisagé de - 4°C) au cœur de la résidence*

*Gisement : Eaux de récupération issues des douches, baignoires et lavabos*

*Système dimensionné pour traiter 3000 litres/jour maximum d'eaux usées*

*Le volume valorisable représente entre 30 et 50% des besoins en arrosage des espaces verts, cela dépend de la saison*

*Il faut noter qu'un pic de la demande existera en été. Pendant cette période tous les besoins ne pourront pas être intégralement satisfaits*

*Le projet est contraint par la mise en œuvre d'un double réseau. Une disconnexion EU/AEP est prévu pour alimenter sans risque en eau de ville le réseau*

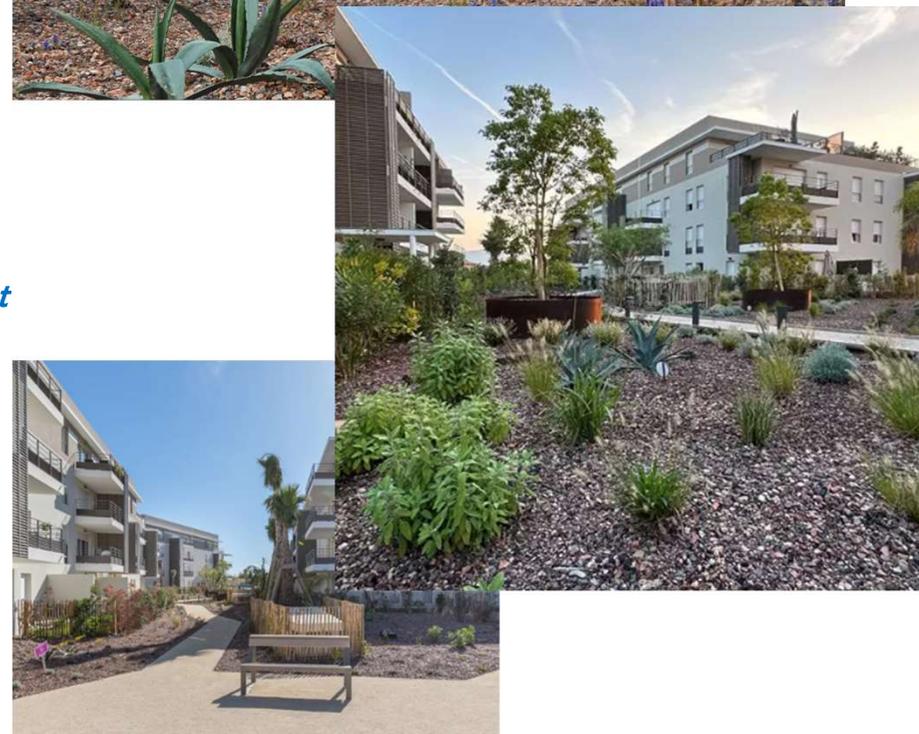
*Maîtrise du risque sanitaire*

*Des contrôles bactériologiques ont été réalisés 2 fois/mois (Escherichia coli) pendant 1 an, puis un contrôle est programmé à minima 1 fois/an. Par ailleurs un contrôle automatisé de l'unité de traitement sécurise les opérations durant le process*

*L'économie d'eau potable du réseau de ville sur 1 an est estimée à 1000m<sup>3</sup>\* minimum*

*Budget spécifique (équipement + réseaux + mise en service) inférieur à 100 000 €\**

*\* Source Ecofiléa : <https://www.revue-ein.com/actualite/a-frejus-ecofiliae-prepare-la-reutilisation-des-eaux-grises>*



# Retour d'expérience inspirant en REUSE

## Site pilote Immeuble collectif à Fréjus, le Primavera



### *Une conception intégrée*

*Récupération des eaux usées par un réseau gravitaire distinct des eaux vannes*

*Étape 1 : récupération et stockage (cuve de 3000 litres) des eaux usées, passage par d'un dégrilleur équipé d'un Backwash programmé toutes les 4 heures*

*Étape 2: traitement par dégradation aérobie (aération), des bactéries décomposent la matière organique (3 cuves d'une capacité chacune de traitement de 1000 litres/jour)*

*Étape 2 Passage par des membranes d'ultrafiltration (porosité de 38 nanomètres soit 2500 fois plus fin qu'un cheveu)*

*NB : Ce dispositif ne présente pas de traitement complémentaire par rayonnement UV (ultra-violet), utilisé habituellement pour détruire les micro-organismes. Du fait que les eaux traitées sont uniquement dévolues à l'arrosage (sans aspersion) d'espaces verts non agricoles*

*L'arrosage est composé d'un réseau goutte à goutte de 0,4 à 3,5 bars*

### Les acteurs de l'opération

*Maîtrise d'Ouvrage : Promoteur ROXIM*

*BE REUT : Ecofilaé*

*Entreprise solution REUT : AQUALITY France*

*Lien video : <https://youtu.be/UDom7X8eqAE>*

*crédits vidéo et photos : Actu-Environnement*



# Projet expérimental en REUT Eaux usées et Eau de pluie Immeuble collectif à Grenoble, la résidence ABC



Les objectifs du démonstrateur : réduire l'utilisation de ressources et les pollutions pendant toute la durée d'exploitation du bâtiment

La cible principale est d'avoir un bâtiment le plus autonome possible (énergie, eau)

La conception innovante valorise un double gisement : l'Eau de Pluie et les Eaux Usées

Les installations récupèrent et potabilisent l'eau de pluie et elles traitent et recyclent les eaux grises (il est prévu de nombreux contrôles bactériologiques)

L'eau de pluie sera rendue potable en boucle courte, elle sera utilisée pour la consommation humaine ainsi que pour la production d'eau chaude sanitaire

Les deux gisements pourront satisfaire près de 70 % de l'alimentation en eau du site (arrosage et toilettes)

Les jardins potagers/partagés au pied de l'immeuble utilisent les eaux recyclées et du compost produit sur site

Les labels obtenus : label E4 C2 (niveau max) et label WELL niveau Gold (niveau max)

Maitre d'ouvrage linkcity pour 62 logements en R+4 et R+7

Solutions techniques : SUEZ production d'eau potable et recyclage des eaux grises

Le projet : 5000m<sup>2</sup> de surface de plancher

Mise en service en septembre 2020 ; budget global de 15 millions d'euros



# Projet expérimental en REUT Eaux usées et Eau de pluie Immeuble collectif à Grenoble, la résidence ABC



*Action EAU 1 : Valorisation de l'eau pluie récoltée sur 1130m<sup>2</sup> de toiture*

*L'eau pluviale est récupérée et stockée dans un réservoir situé sous un des bâtiments pour être potabilisée. Elle est ensuite mélangée à 30 % d'eau du réseau et envoyée dans les logements en remplacement de l'eau potable du réseau conventionnel*

*Action EAU 2 : Valorisation du gisement optimum des eaux usées : douches, lavabos, éviers, lave-vaisselle et lave-linge*

*Les eaux grises (eaux usées domestiques faiblement polluées) sont récupérées, traitées et réutilisées pour les toilettes et/ou l'arrosage des jardins partagés (env. 360m<sup>2</sup>)*

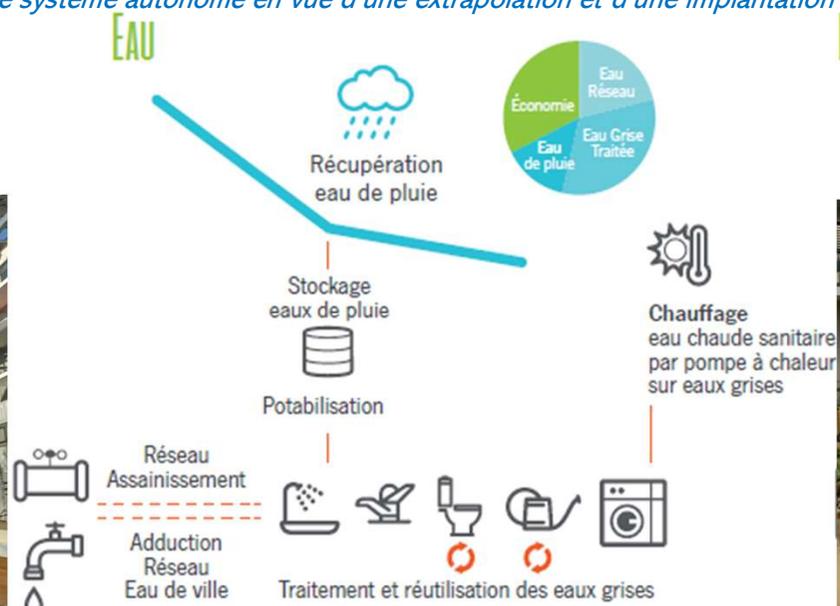
*Un premier bilan a été réalisé à neuf mois d'exploitation avec de nombreuses mesures, il démontre que la qualité de l'eau après traitement est satisfaisante pour les usages prévus*

*Conclusion : , il s'agit d'une expérimentation grandeur nature sur cinq ans. Le temps nécessaire pour définir les coûts d'exploitation et de maintenance d'une telle microstation d'assainissement et décider si le projet devient pérenne ou non (reproductible ?). A suivre...*

*Ce démonstrateur cherche à montrer la pertinence de ce système autonome en vue d'une extrapolation et d'une implantation sur des sites ne bénéficiant pas d'un accès facile à un réseau d'eau local*

*Maitrise d'œuvre : Valode & Pistre*

*crédits schéma et photos : Bouygues*



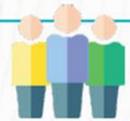
# Site en exploitation : réutilisation des eaux de pluie depuis 2015

## Le Lycée Léon BLUM à Villefranche de Lauragais



Le Lycée Léon BLUM a bénéficié dès sa construction (2015) d'une partie des infrastructures qui permettent aujourd'hui d'optimiser d'avantage l'eau de pluie : cuve enterrée, réseau primaire, alimentation d'une partie des WC

Le Lycée porté par une équipe pédagogique impliquée a lancé plusieurs chantiers de végétalisation avec les lycéen.nes. Plus d'une centaine de jeunes ont participé à la plantation de 70 arbres dont de nombreux fruitiers et près de 300 arbustes



Effectif du Lycée Léon Blum : 880 lycéens et 100 personnels



Capacité de stockage de la cuve 100m<sup>3</sup>, récupération 1/4 des eaux des toitures non accessibles



90% des sanitaires alimentés en eaux pluviales (175 jrs/an), environ 1550 m<sup>3</sup>/an. Réseau d'alimentation d'eau séparé spécifique



Arrosage en goutte à goutte des nouveaux arbres et arbustes (mai, juin et septembre) valorisation d'environ 1000 m<sup>3</sup>/an



Nouvelles plantations quasi sans apport d'eau du réseau : 70 arbres et 300 arbustes



L'économie directe sur la consommation d'eau potable est d'environ 4 000€ net/an



### Déclinaison d'un Plan Eau pour la Région Occitanie

*Plan Régional Eau « tous mobilisés, tous concernés en Occitanie »*

*Défi n°7 : Réduire les consommations sur les lycées existants de 20% d'ici 2030 (par rapport à 2018)*

*Défi n°8 : Intégrer des outils d'économie d'eau aux cahiers de charges des programmes de nouveaux lycées*

*Défi n°9 : Expérimenter dans les lycées des actions pilotes de réutilisation d'eau de pluie.*

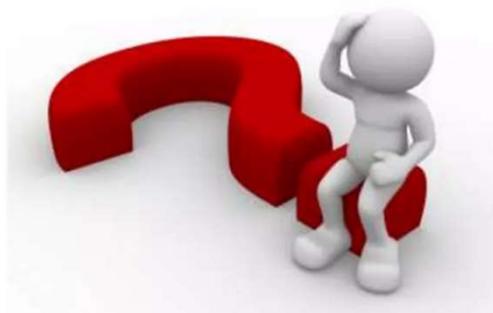
*Engager sur 2 lycées « pilotes » la Canourgue, et Nîmes– Rodilhan une démarche de réemploi d'eaux grises*

*Défi n°10 : Désimperméabiliser les sols et faciliter la re infiltration des eaux a la parcelle dans les lycées : les Lycées Guynemer et Pierre de Fermat (Toulouse), Lycée Antoine Bourdelle (Montauban) et Léon Blum (Perpignan)*

*Défi n°11 : Élaborer un référentiel de recommandations et de prescriptions transposables a tout projet de construction et de réaménagement de lycées*

*Défi n°19 : Inciter aux économies et au recyclage de l'eau dans le BTP (ex : mise en œuvre d'un critère sur l'eau)*

*«Et si chaque goutte était utilisée plus d'une fois !»*



*Merci pour votre attention*

*Contact Région Occitanie, Direction Aménagement et Immobilier : [cyrille.royer@laregion.fr](mailto:cyrille.royer@laregion.fr)*