

Avec le soutien de :



# COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023  
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

*Les ressources en eau potable des îles de Houat, Hoëdic et Belle-Ile-en-Mer, des exemples de gestion de la rareté de la ressource en eau dans la perspective du changement climatique*

Arnaud LE GAL, Eau du Morbihan

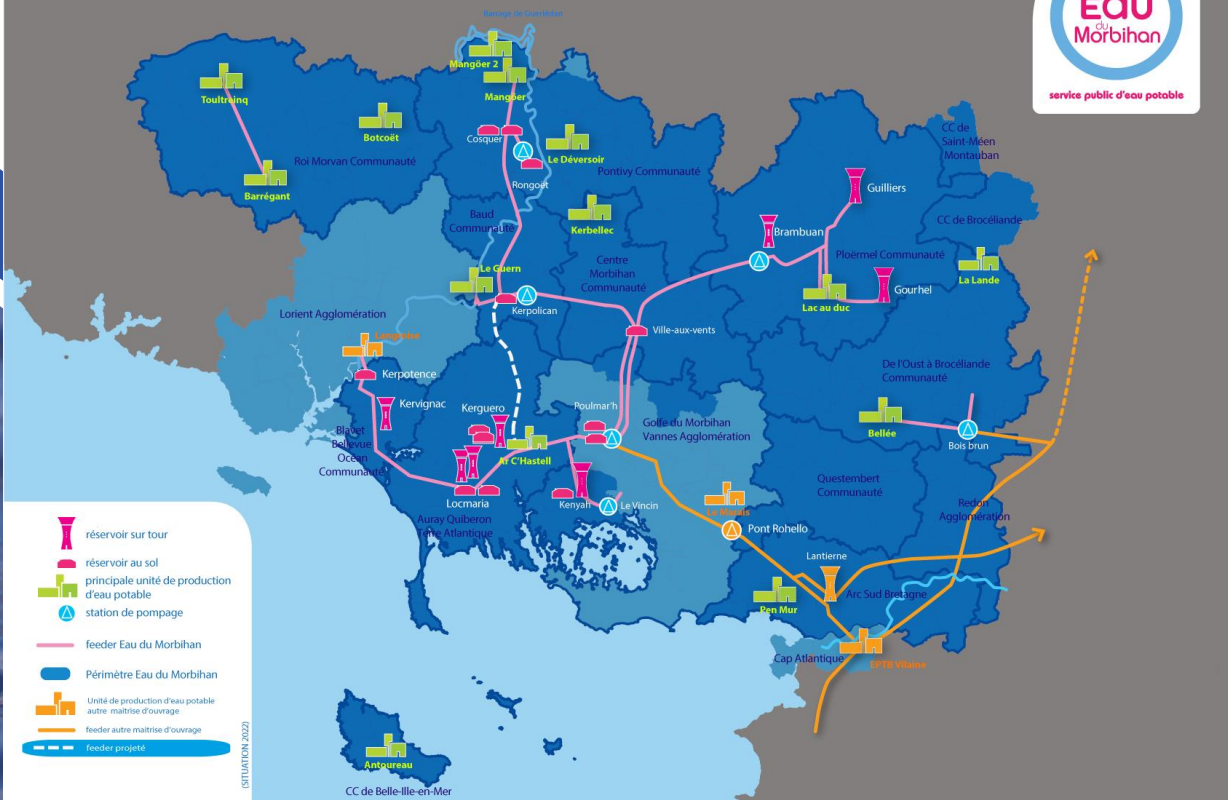


service public d'eau potable



# Eau du Morbihan en bref :

Schéma départemental d'interconnexions et de sécurisation



**Compétences Production-transport :**  
**25 Mm3 produits et 30 Mm3 vendus (224 communes - 554 000 habitants)**

**Compétence Distribution :**  
**13,5 Mm3 mis en distribution (113 communes - 113 000 abonnés)**

**13 unités de production en eau de surface, 35 unités eau souterraine**

**En volumes : 80 % ESU, 20% ESO**

# Les îles du Morbihan

Contrairement aux îles du Golfe du Morbihan (Ile d'Arz, Ile-aux-Moines), les îles du large ne sont pas raccordées au réseau AEP du continent : Belle-Ile-en-Mer, Houat, Hoëdic, mais également Groix (géré par Lorient Agglomération) sont autonomes



## Houat

Distribution gérée par AQTA  
216 habitants, environ 20 000  
m<sup>3</sup>/an mis en distribution

## Hoëdic

Distribution gérée par AQTA  
97 habitants, environ 12 000  
m<sup>3</sup>/an mis en distribution

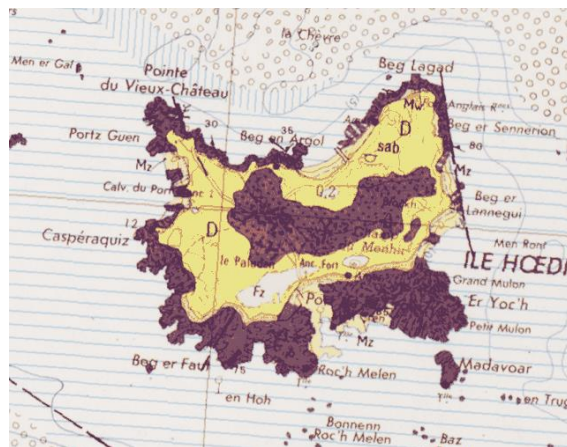
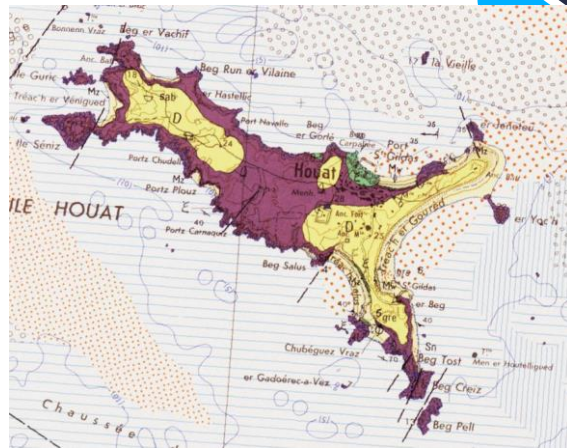
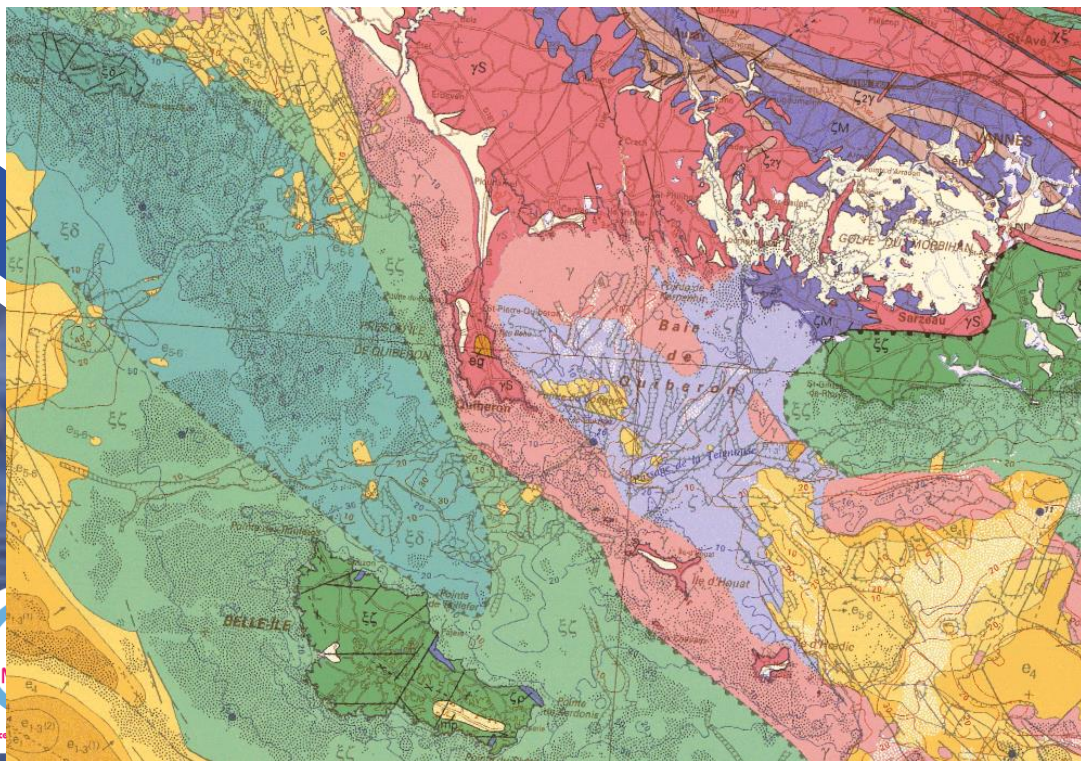
## Belle-Ile-en-Mer

Distribution gérée par EDM  
5 500 habitants  
environ 450 000 m<sup>3</sup>/an



# Houat et Hoëdic : des contextes similaires

*Même contexte hydrogéologique : granite altéré/fissuré surmonté de sables dunaires, faibles circulations d'eau souterraine et faibles stockages dans altérites/sables*



# Houat et Hoëdic : des contextes similaires

*Système de gestion des ressources en eau identique :*

- *prélèvements toute l'année dans des forages et modulés selon la saison*
- *stockage d'eau filtrée dans des réservoirs pour faire face aux pointes de consommations estivales et aux baisses de niveaux de nappe en étiage*

*1 puits et 5 forages à Houat (profonds de 50 à 60 m et un de 100 m)*

*3 forages à Hoëdic (profonds de 60 à 70 m)*





# Houat et Hoëdic : des contextes similaires

*Les stockages d'eau filtrée (traitement fer - manganèse) sont très importants par rapport à la production d'eau annuelle (volumes introduits dans les réseaux) :*

- 12 000 m<sup>3</sup> à Houat (soit environ 60 % des besoins)
- 6 000 m<sup>3</sup> à Hoëdic (soit environ 50 % des besoins)

*L'eau est ensuite mise en distribution selon la demande en eau après traitement final (filtre à CAG, réacteur UV et désinfection finale)*

*Filières réaménagées en 2014 (10 m<sup>3</sup>/h à Houat et 6 m<sup>3</sup>/h à Hoëdic)*



Bâches de stockage d'eau filtrée à Hoëdic

# Houat et Hoëdic : Historique de l'AEP

*Années 60 : puits et lavoirs aménagés (il ne reste plus qu'un puits exploité pour l'eau potable, à Houat)*

*Prototype de dessalement d'eau de mer à Houat dès 1972 (osmose inverse)*

*Recherches d'eau souterraines successives : 1985, 1992, 1997, 2011 (Houat) ; 1990 et 2012 (Hoëdic)*

*Transbordement d'eau durant les sécheresses de 1989 à Houat et Hoëdic et 1991 (seulement Houat)*

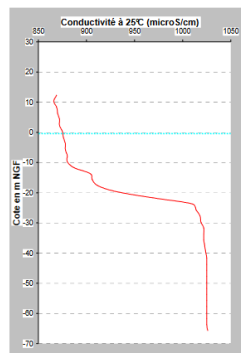


Fontaine du Port à Hoëdic, utilisée en captage d'eau potable jusqu'en 1990 et captage de la Fontaine du Salus à Houat, toujours en service

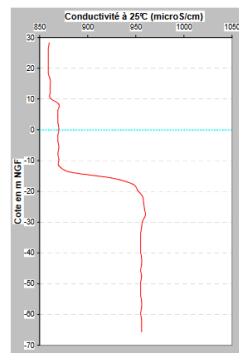
# Houat et Hoëdic : problématique du biseau salé

1<sup>ère</sup> alerte en 2002 à Houat : plus qu'un seul forage (sur)exploité, hausse des concentrations en chlorures  
Réalisation d'une étude en 2003-2004 (Sogréah-Praud) pour étudier le risque d'introduction du biseau salé, phénomène quasi-irréversible avec notamment :

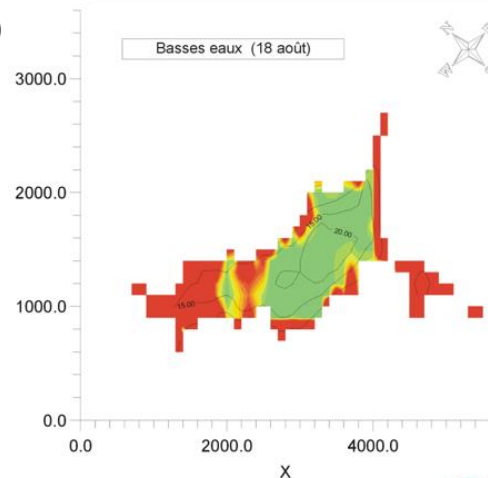
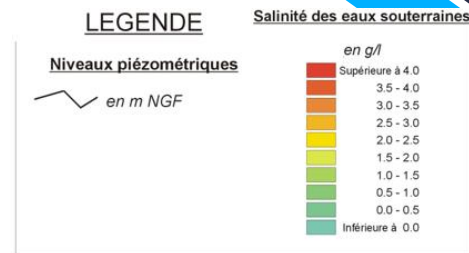
- Recensement des forages, historique, géologie structurale, réalisation de pompages d'essai, analyses physico-chimiques
- Logs de conductivité/T°/pH/eH in situ (nappes haute/basse)
- Modélisation et simulations selon plusieurs scénarios



Novembre 2002



Février 2003

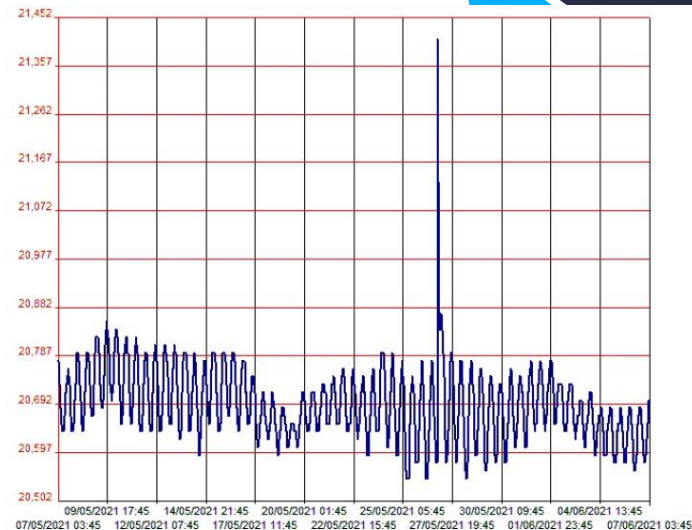
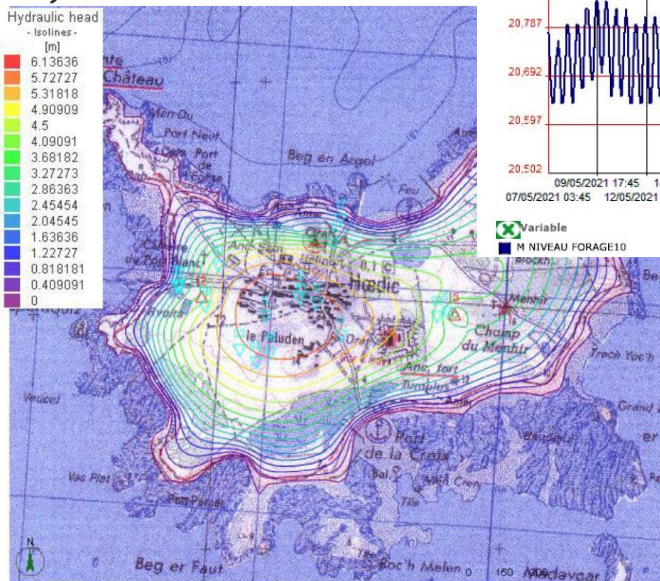
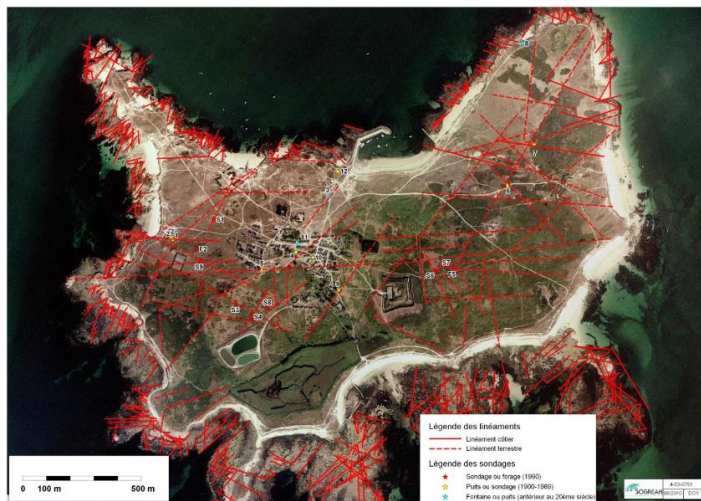




# Houat et Hoëdic : problématique du biseau salé

2008-2009 : Augmentation des chlorures également sur un forage à Hoëdic  
Réalisation d'une étude similaire à celle de Houat (Artélia, 2011) :

- Géologie structurale, réalisation et interprétations de pompages d'essai, analyses physico-chimiques
- Logs de conductivité/T°/pH/eH in situ (nappes haute/basse) afin de bien identifier le biseau salé
- Modélisation et scénarios



Niveau dynamique F10 (Hoëdic) suivant les cycles de marée

# Houat et Hoëdic : consignes de gestion

*L'étude 2003-2004 a permis de proposer des consignes de gestion à Houat, mises en œuvre immédiatement : débits max déterminés par forage et par saison*

*Gestion améliorée en 2009 par la mise à jour de l'étude hydrogéologique par Artélia et préconisation de réaliser un nouveau forage*

*Réalisation d'une modélisation similaire à Hoëdic en 2011 suite à l'augmentation des chlorures dans F5 : consignes de gestion et préconisation d'un nouveau forage*

Consignes de  
prélèvement  
des forages de  
l'île d'Houat

Nom des captages		Hiver**	Mai-Juin Octobre- Novembre	Eté**
		Débit d'exploitation en m <sup>3</sup> /h	Débit d'exploitation en m <sup>3</sup> /h	Débit d'exploitation en m <sup>3</sup> /h
P4	Puits de Salus	1	0.2	0
F2	Forage de Salus*			
F1	Forage Nord	0.8	0.35	0.25
F4	Forage des Bâches	1	0.35	0.25
F5	Forage du Stade	4	2	2
F7	Forage près de Portz Carnaquiz	1.2	1	0.55
Capacité totale en m <sup>3</sup> /h		8.00	3.90	3.05
Prélèvement maximum en m <sup>3</sup> /j sur 20 h de fonctionnement		160 m <sup>3</sup>	78 m <sup>3</sup>	61 m <sup>3</sup>

# Houat et Hoëdic : travaux de forage

*2011-2012 : réalisation de nouveaux forages (F7 à Houat, F10 à Hoëdic) + sécurisation des forages et anciens sondages/piézomètres*

*2014 : refonte des unités de production d'eau potable*

*2016-2017 : mise en place des périmètres de protection à l'échelle des îles*

*2019 : diagnostic des réseaux d'eau brute (Houat), mise en place de variateurs de fréquence permettant un réglage des débits à distance (depuis le continent)*



Forage Nord (F1) à Houat et réalisation  
du forage F10 à Hoëdic



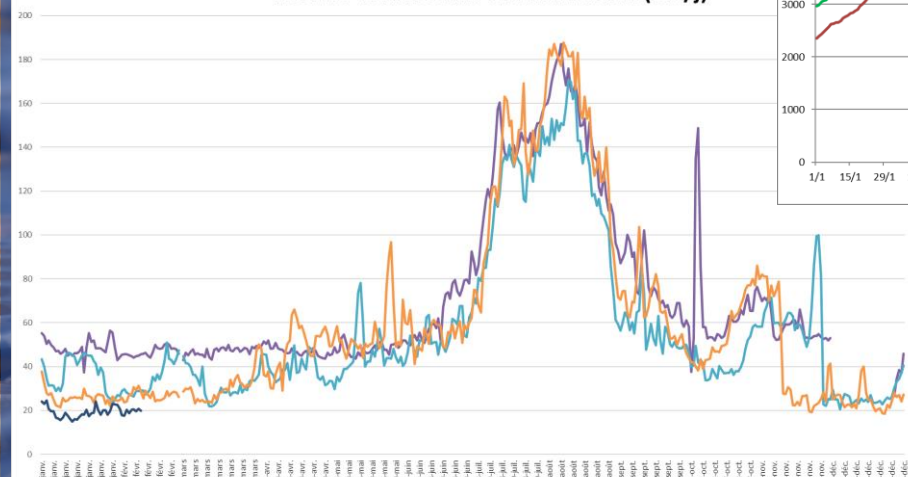
# Houat et Hoëdic : consignes de gestion

*Suivi en continu des niveaux, stocks, débits, conductivité, demande en eau, échanges avec l'exploitant sur la gestion prévisionnelle des ressources :*

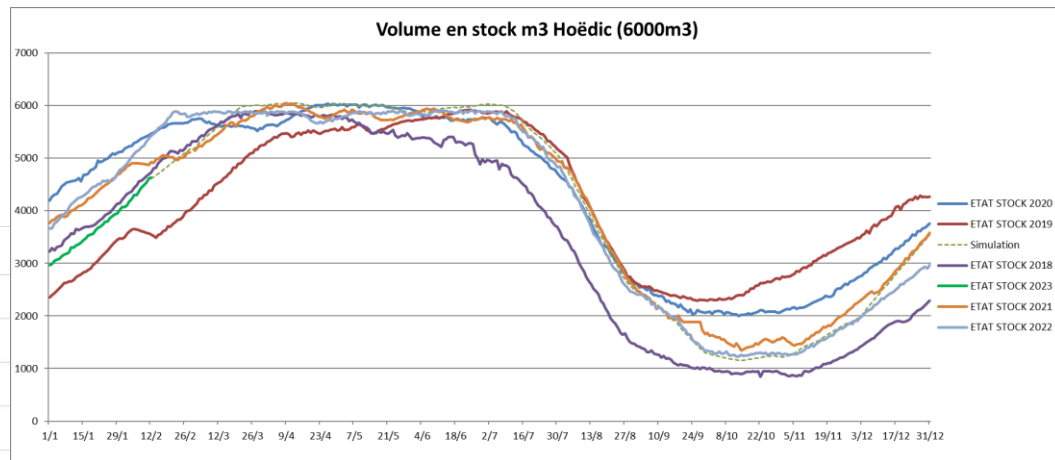
*Reporting hebdomadaire, échanges permanents*

*Nette amélioration des chlorures sur les 2 forages affectés (forages F5)*

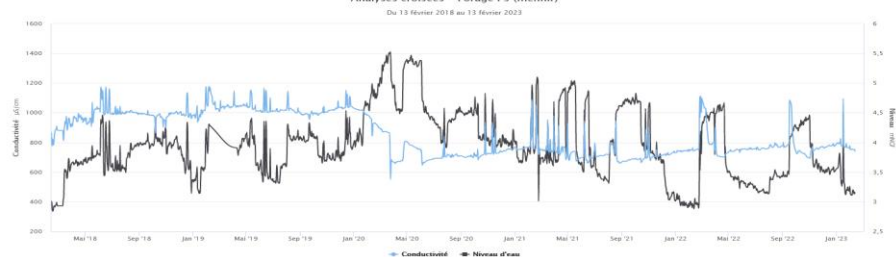
Houat : volumes mis en distribution (m3/j)



Volume en stock m3 Hoëdic (6000m3)



Analyses croisées – Forage F5 (menhir)



# Belle-Ile-en-Mer : présentation du système de gestion de l'AEP

*Uniquement ressources superficielles, ressources souterraines très faibles  
Projet d'adduction d'eau et de barrage dès les années 1930 (puits particuliers régulièrement à sec)*

*Stockage de l'eau brute dans 3 retenues, barrages construits progressivement, en 1940-45, 1969 et 1992 soit un stock d'eau brute de 810 000 m<sup>3</sup> au total*

*Pompages possibles dans des vallons adjacents pour restocker les retenues*



Retenue de Borfloc'h et retenues en série d'Antoureau et Bordilla

# Belle-Ile-en-Mer : la crise de 2005

*Faible pluviométrie durant l'hiver 2004-2005 : pas de reconstitution du stock d'eau brute suffisant pour passer l'été 2005*

*Transbordement de 130 000 m<sup>3</sup> par bateau :*

- *coût d'environ 2,7 M€ HT (affrètement, installations en mer et à terre de conduites et de pompages)*
- *soit près de 20 €/m<sup>3</sup>*

*Une crise qui a marqué les esprits : recherche de solutions pérennes de sécurisation*



# Belle-Ile-en-Mer : la crise de 2005

## *Les mesures immédiates*

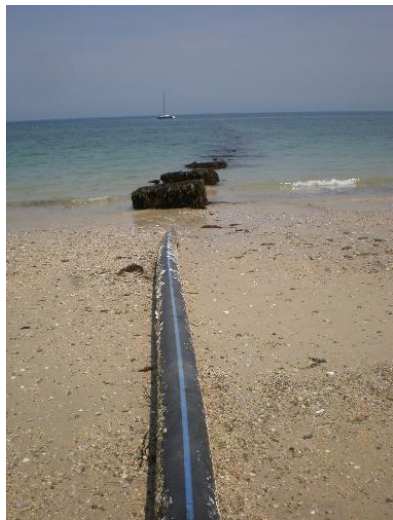
- *Baisse de la pression de service (réseau entièrement surpressé à Belle-Ile), sectorisation, programmation de renouvellement de canalisations et communication sur les économies d'eau (crise médiatisée) : - 20% de volumes d'eau introduits dans le réseau entre 2004 et 2005*
- *Remise en service de trois anciennes prises d'eau en vallons début 2006 qui avaient été abandonnées depuis la construction du barrage de Borfloc'h*
- *2 campagnes de recherche d'eau souterraine (2005 et 2006) : près de 20 sondages réalisés, la plupart secs, un seul mis en exploitation quelques années (<3 m<sup>3</sup>/h)*
- *Engagement du projet de reconstruction de l'usine AEP (rendement inférieur à 80 %)*

# Belle-Ile-en-Mer : la crise de 2005

## *Les mesures immédiates*

- *Mise en place d'une unité mobile de dessalement en 2006 (2 skids de 25 m<sup>3</sup>/h unitaire)*

*Cette unité a été démontée en 2016 : coût élevé d'exploitation (énergie, membranes), baisse du rendement avec T°, problème d'alimentation à marée basse, installation mobile en site classé*



# Belle-Ile-en-Mer : l'après crise

## *Les solutions étudiées*

- *Conduite d'interconnexion avec le continent :  
Coût prohibitif car techniquement difficile (31 M€ HT)  
Ne règle pas le problème de la refonte de l'usine AEP car pas d'eau disponible sur le continent = la presque île de Quiberon est également soumise aux problèmes de pointe estivale (réseau, ressource) donc fonctionnement envisagé toute l'année*
- *File de dessalement intégrée au projet de la nouvelle usine :  
Coût important mais acceptable en investissement (de l'ordre de + 30 à 50 %)  
Problèmes d'exploitation selon REX des unités mobiles (coût, rendement)  
Forte opposition de certaines associations locales (fuite en avant, « Baléarisation »)*
- *Unité mobile de dessalement de secours étudiée (mais les coûts resteraient importants)*

*L'unité mobile a été démontée en 2016 : coût élevé d'exploitation (énergie, membranes), baisse du rendement avec T°, problème d'alimentation à marée basse, installation mobile en site classé*



# Belle-Ile-en-Mer : solutions mises en œuvre



## Les économies d'eau

*Réseau : ajustement des pressions de service, télérelève, renouvellement - rendement élevé du réseau : entre 92 et 94 % de 2016 à 2018*

*Production : nouvelle unité mise en service en 2014 : rendement proche de 100% ce qui représente + de 100 000 m3 d'eau brute économisée par an*

*Demande en eau : partenariat EDM - CCBI - CPIE sur la sensibilisation à la rareté de la ressource en eau et sur les économies d'eau (écoles, particuliers, vacanciers, professionnels, etc.), campagne Chaque goutte compte*

*La demande en eau est relativement stable ces dernières années, montrant tout de même des variations estivales fonction de la météo*



**BELLE ILE EN EAU,**  
N'en perdons pas une goutte

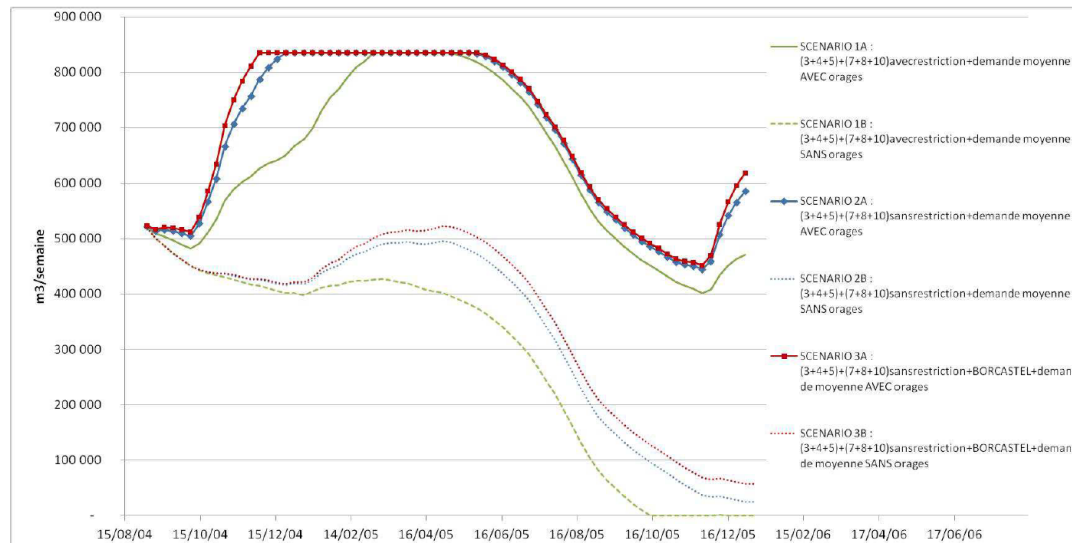
BILAN D'ACTIVITES 2022



# Belle-Ile-en-Mer : solutions mises en œuvre

Réalisation d'une étude hydrologique détaillée en 2014 (ISL) : modèle pluie/débits à partir des chroniques de prélèvement et niveaux de retenues, simulation sur des années sèches de référence (1976, 1989 et 2005), avec scénarios d'optimisation, et création d'éventuelles nouvelles prises d'eau

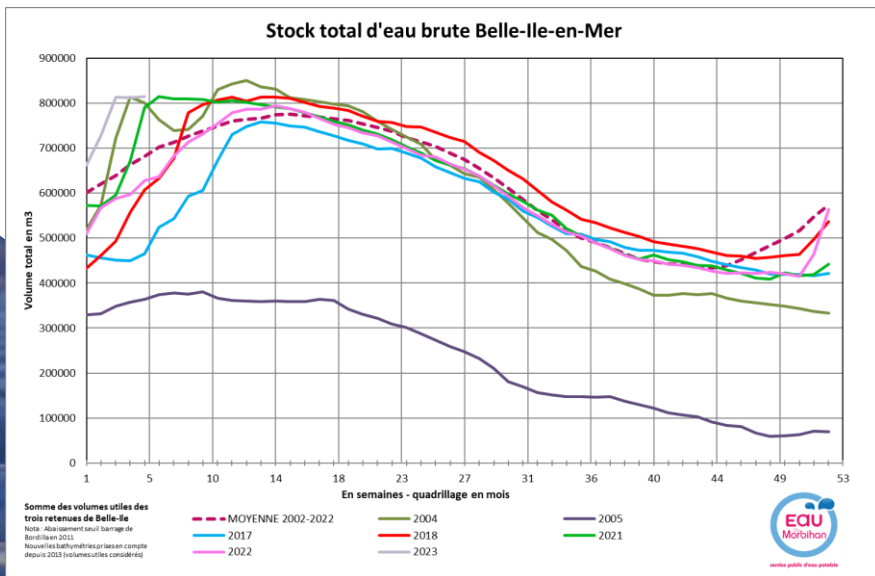
Exemple des simulations 2004/2005 selon 6 scénarios étudiés – source ISL



# Belle-Ile-en-Mer : solutions mises en œuvre

L'optimisation de l'utilisation des ressources locales :

- Confirmation de la gestion des prélèvements imposée à l'exploitant, notamment au printemps pour retarder le plus tard possible le déstockage (pour l'année n+1)
- Un suivi hebdomadaire : reconstitution des stocks et production, simulations, gestion à N+1
- Utilisation des prises d'eau « de secours » (remises en service en 2006) en exploitation pérenne et augmentation des capacités de 2 prises d'eau existantes



Prise d'eau des Grands Sables réaménagée (seuil, batardeau de réglage du débit réservé et

# Belle-Ile-en-Mer : solutions mises en œuvre

*Pour les années sèches (périodes de retour > 10 à 15 ans) : dérogation aux débits réservés (cf. 2017), nécessité de stockage supplémentaire (faisabilité de la réhausse d'un des barrages).*

*Mais...*

*Les années modélisées ne sont pas les pires !*

Année hydrologique	Cumul de juin à mai (mm)	Période de retour	Classement (1930-2012)
1988/1989	461 mm	10 ans sec	6 <sup>ème</sup> valeur la plus basse
1975/1976	533 mm	5 ans sec	12 <sup>ème</sup> valeur la plus basse
2004/2005	545 mm	5 ans sec	14 <sup>ème</sup> valeur la plus basse

Année (juin à mai)	cumul de pluie	période de retour	Classement (1930-2012)
1946/1947	238 mm	> 100 ans sec	1 <sup>ère</sup> valeur la plus basse
1942/1943	296 mm	50 à 100 ans sec	2 <sup>ème</sup> valeur la plus basse
1937/1938	374 mm	20 à 30 ans sec	3 <sup>ème</sup> valeur la plus basse
1955/1956	389 mm	20 à 30 ans sec	4 <sup>ème</sup> valeur la plus basse
1948/1949	409 mm	20 à 30 ans sec	5 <sup>ème</sup> valeur la plus basse

cumuls et périodes de retour des 5 années les plus sèches observées à Belle-Ile Le Talut , ainsi que des années sèches récentes (source ISL d'après données Météo-France)



# La gestion de l'eau sur les îles : un exemple à suivre

*Sur les îles, l'eau est rare, sa gestion est historiquement parcimonieuse. Certains évènements (par exemple la crise de Belle-Ile en 2005) nous rappellent la nécessité d'une gestion RIGoureuse de la ressource*

*Le suivi de l'exploitation, la capitalisation des données et de l'historique des événements passés sont donc des éléments indispensables pour agir et gérer*

*Les chroniques historiques montrent déjà des sécheresses sévères au cours du 20ème siècle : avant de faire des modèles pour les précipitations dans le futur, regardons déjà l'adaptation possible... aux événements météo passés...*

« A Houat l'eau vaut de l'or ! »

EAU NON POTABLE  
USAGE  
RÉSERVÉ UNIQUEMENT  
AU CIMETIÈRE  
« Houat l'eau vaut de l'or ! »



# La gestion de l'eau sur les îles : un exemple à suivre

*Cette gestion de la rareté de la ressource en eau devra être appliquée sur le continent dans la perspective du changement climatique*

*Maîtriser la demande en eau : économies d'eau (évidemment et à tous niveaux), communiquer sur la rareté de la ressource, mettre en œuvre des règles d'urbanisme courageuses et innovantes*

*Ne pas négliger les économies d'eau prélevée dans le milieu obtenues en réhabilitant les unités de production d'eau potable (notamment à partir d'eau superficielle)*

*Accroître la surveillance et la gestion prévisionnelle des ressources et des stocks disponibles avec les exploitants des services d'eau (production et distribution), ce qui peut être facilité par les réseaux d'interconnexions*



# La gestion de l'eau sur les îles : un exemple à suivre

*Développer et optimiser les ressources locales facilement mobilisables (recherches d'eau souterraine, optimisation des prises d'eau en rivière et de la gestion des retenues existantes, modulation des débits réservés dans le respect des milieux aquatiques, augmentation des volumes stockables)*

*Etudier et mettre en œuvre les solutions de REUSE/REUT, notamment des eaux de process des usines de production d'eau potable (cf. Belle-Ile)*

*Repousser le recours aux ressources ultimes (dessalement ...) en acceptant, à terme, de nouveaux prélèvements, de nouveaux stockages et des interconnexions pour optimiser le partage de la ressource disponible*

*Et donc ne pas sous-estimer les investissements massifs à prévoir... en anticipant la solidarité technique et financière*





service public d'eau potable

*Merci de votre attention*

