

COMMISSION CARAMY-ISSOLE

LE MASSIF D'AGNIS TRAVERSÉ PAR LE
CANAL DE PROVENCE

LUNDI 15 MAI 2023

MAIRIE DE SIGNES

ORDRE DU JOUR

09h30 : Introduction par M. PAUL, Vice-Président du SMA

09h40 : Présentation des objectifs du Plan de Gestion Caramy-Issole et de sa programmation.

09h50 – 11h00 :

- Le fonctionnement de la galerie souterraine de la Société du Canal de Provence et son histoire.
- La composition géochimique de l'eau : un code à déchiffrer pour connaître son histoire.

11h00 – 11h30 : Et maintenant, quelle est l'ambition du territoire pour préserver la ressource en eau ?

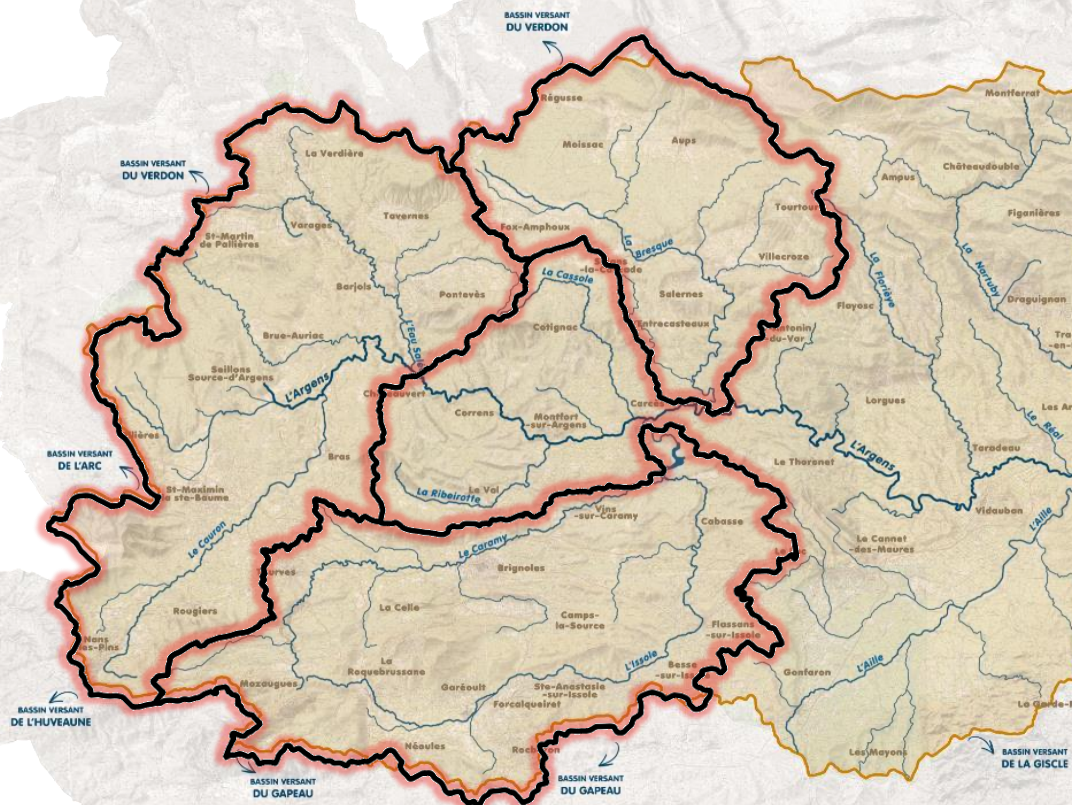
11h30 : Visite du brise-charge de Signes.

GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

PLAN DE GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

OBJECTIFS

- Améliorer le partage de la ressource en eau
- Anticiper l'avenir
- Réduire les consommations



FICHE D'IDENTITÉ PLAN DE GESTION CARAMY-ISSOLE

Programmation 2020 – 2025

Structure pilote : SMA

Nombre d'actions : 32

réparties en 3 volets

Maîtres d'ouvrage : 10

Usages principaux : AEP
(particularité du lac de
Carcès) et irrigation (canaux)

Economie potentielle :

2,3 Mm³

GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

Un projet de territoire

4 ACTIONS POUR APPLIQUER LA RÉGLEMENTATION

Débits réservés et autorisations de prélèvements
Mise à jour des fichiers des redevables et révision ZRE

PAR QUI ?

Services de l'Etat (DDTM)
Agence de l'Eau Rhône
Méditerranée

25 ACTIONS POUR GÉRER DURABLEMENT LA RESSOURCE

Connaissance de la ressource (qualité, hydrologie, piézométrie) et de ses usages (dont domestiques)
Recherche de ressources de substitution et diversification
Réduire les consommations d'eau par des travaux d'équipement et de modernisation, et une meilleure gestion
Communication et sensibilisation

PAR QUI ?

Syndicat Mixte de l'Argens
EPCI et Communes
Chambre d'agriculture
Structures gestionnaires de canaux
Société du Canal de Provence
Fédération pour la Pêche et la Protection des Milieux

3 ACTIONS POUR UNE ANIMATION ADAPTÉE

Animation d'une cellule d'appui aux canaux et réflexion autour d'une gestion collective
Pilotage et animation du Plan de Gestion

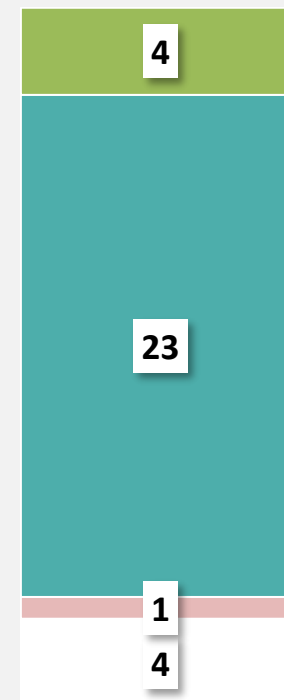
PAR QUI ?

Syndicat Mixte de l'Argens
EPCI et Chambre d'Agriculture



AVANCEMENT 2022

■ Non engagée ■ En réflexion
■ En cours ■ Réalisée



GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

Un projet de territoire qui prend une dimension citoyenne



LANCEMENT DU **PROJET CITOYEN** EXPÉRIMENTAL ET PARTICIPATIF



POUR

- ✓ **DES CITOYENS ÉCOUTÉS**
- ✓ **DES ÉLUS FORMÉS**
- ✓ **DES FAMILLES ENGAGÉES**
- ✓ **DES ENSEIGNANTS INFORMÉS**

GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

Echéancier du plan de gestion 2020 - 2025

15 MAI 2023 : RESTITUTION DE L'ÉTUDE DU MASSIF D'AGNIS



PROCHAINS TEMPS FORTS

JUIN

RESTITUTION DE
LA PHASE
D'ÉCOUTE
TERRITORIALE DU
PROJET CITOYEN

SEPTEMBRE

RESTITUTION DE
L'ÉTUDE QUALITÉ ET
LANCLEMENT DE LA
PLATEFORME
NUMÉRIQUE

DÉCEMBRE

PRÉSENTATION DU
BILAN À MI-PARCOURS
DU PLAN DE GESTION DE
LA RESSOURCE EN EAU
CARAMY-ISSOLE



09h50

Le fonctionnement de la galerie souterraine de la Société du Canal de Provence et son histoire

Par la Société du Canal de Provence

LA CONCESSION RÉGIONALE DU CANAL DE PROVENCE



Sécuriser et desservir l'eau en Provence

Concession
régionale

Aménageur et opérateur
de la concession du
canal de Provence pour le compte de la
Région Sud, son autorité concédante
> **une mission d'intérêt général**



Soutenir et pérenniser
le développement durable
et solidaire des territoires
de la Région

Préserver et contrôler
la qualité de la ressource

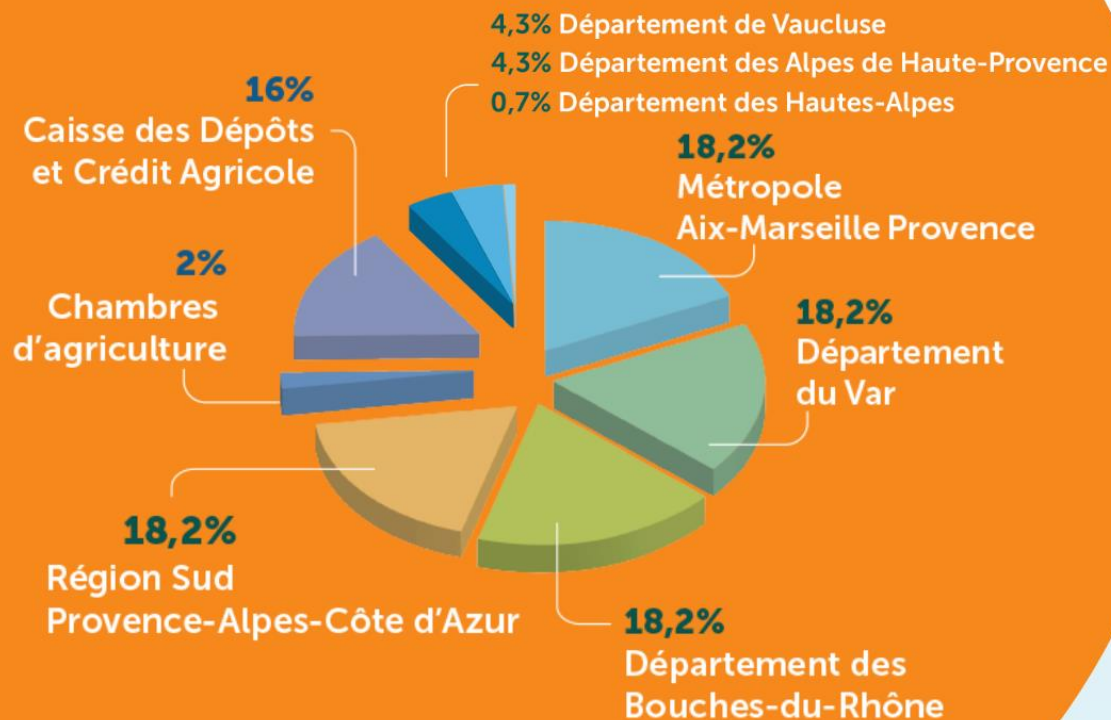
Sécuriser l'accès et
l'alimentation en eau des
différents usages

LA CONCESSION RÉGIONALE DU CANAL DE PROVENCE



Une gouvernance consensuelle garantie d'une grande stabilité

82,1% Collectivités territoriales



Présidence statutaire de la Région Sud
Provence-Alpes-Côte d'Azur



Fabienne Joly

Depuis le 14 septembre 2021



Plusieurs rôles pour la SCP :

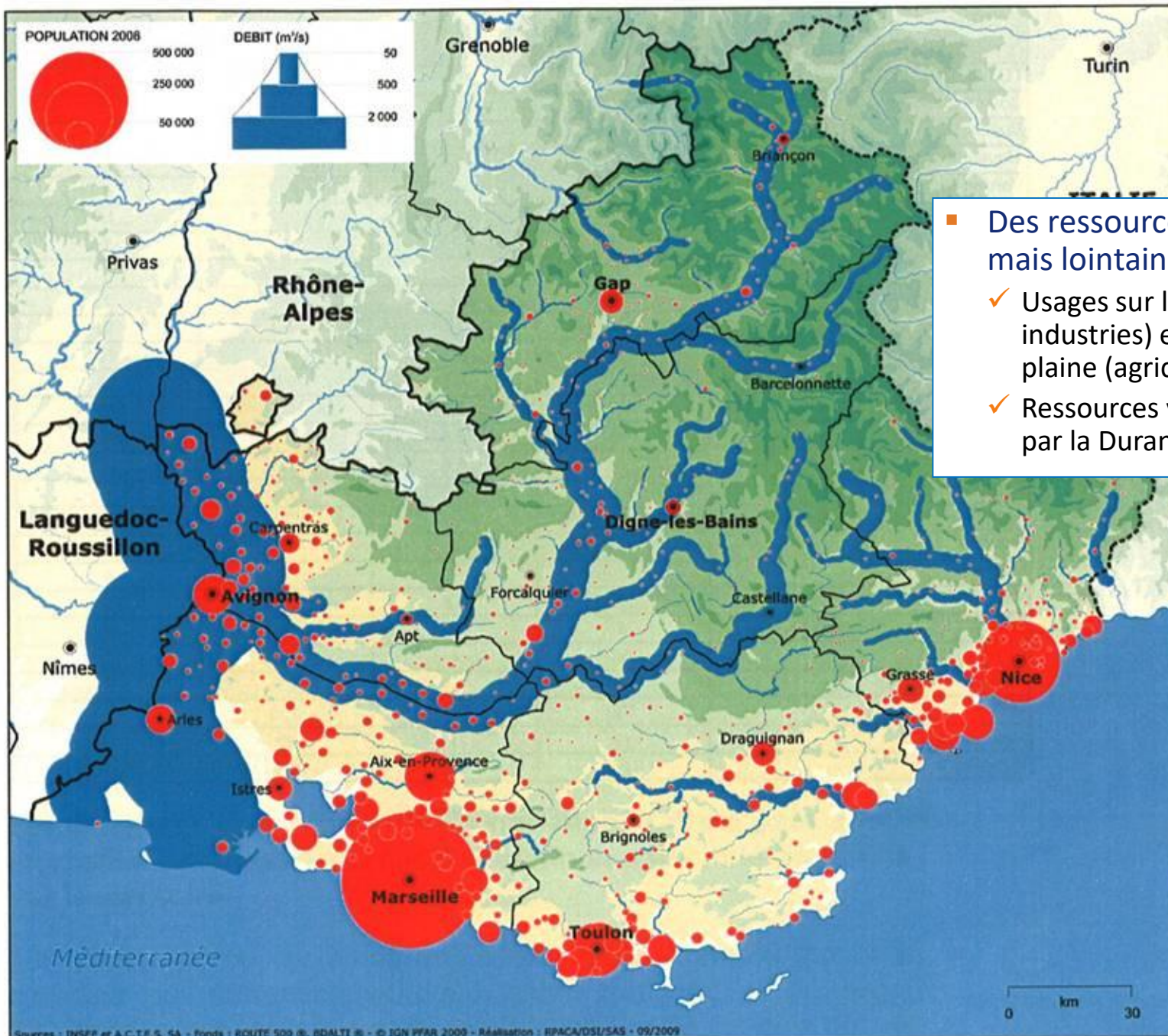
Actionnaire

Présidence du conseil d'administration

Autorité concédante

Bailleur de fond des investissements de
la concession

Partenaire sur l'ensemble des activités



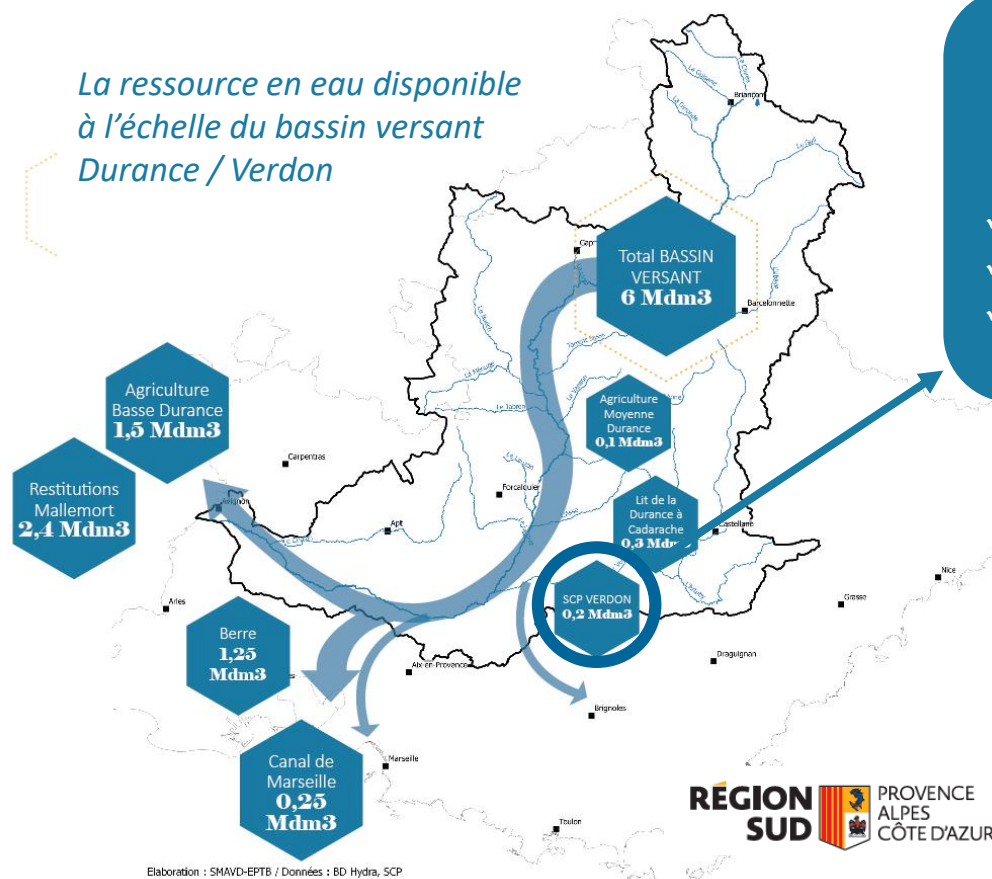
■ Des ressources importantes mais lointaines

- ✓ Usages sur le littoral (villes et industries) et les parties en plaine (agriculture)
- ✓ Ressources venant des Alpes par la Durance et le Verdon

LA CONCESSION RÉGIONALE DU CANAL DE PROVENCE

Une gestion économe et optimisée de la ressource en eau

La ressource en eau disponible
à l'échelle du bassin versant
Durance / Verdon

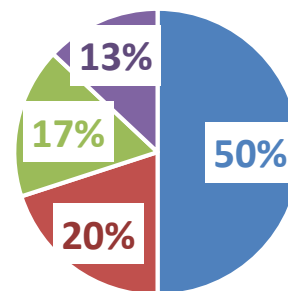


Elaboration : SMAVD-EPTB / Données : BD Hydra, SCP

4 % de la ressource annuelle prélevée
pour satisfaire 40% des besoins de la
région

- ✓ 2 millions d'habitants sécurisés pour l'eau potable
- ✓ 75 000 ha agricoles équipés / 160 000
- ✓ Et aussi : dessertes industrielles et défense contre l'incendie (2000 postes et poteaux)

Répartition des consommations par usages
de la concession régionale :



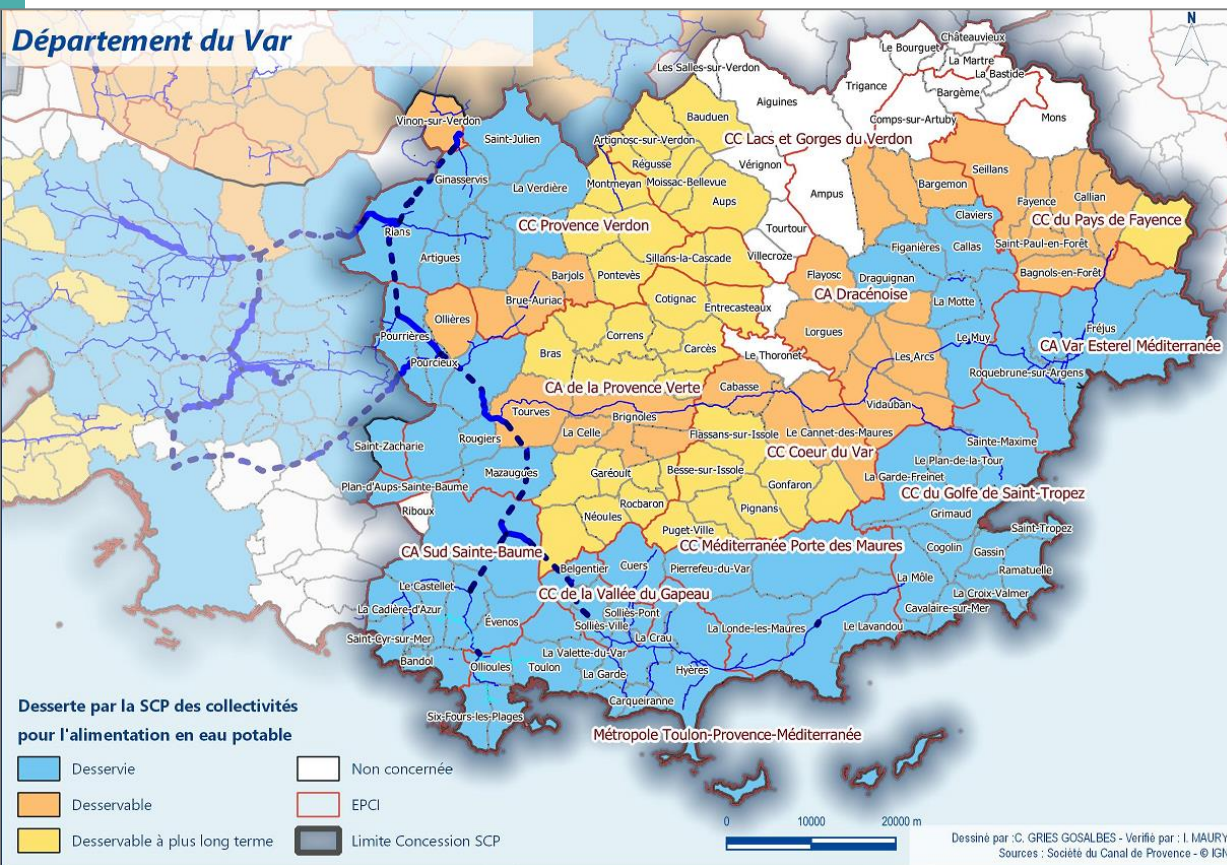
- Eau potable
- Irrigation
- Industriel et PME
- Arrosage



■ Canaux (70km)
 ■ ■ ■ Galleries (140 km)
 ● Centres d'exploitation
— Réseaux de distribution (5000 km)

L'ALIMENTATION ET LA SÉCURISATION EN EAU POTABLE

Priorité historique des infrastructures hydrauliques régionales dans le Var



- **Le littoral est sécurisé :**
 - par le canal de Provence (ressource Verdon et retenue de Saint-Cassien) : zones bleu
 - par les ressources locales.
- **Faible sécurisation AEP pour le centre, nord et est Var :**

Provence Verdon, Provence Verte, Cœur du Var, Lacs et Gorges du Verdon, Pays de Fayence, Dracénie
- **Contexte sécheresse (2022 – 2023) :** actuellement forte demande de sécurisation des ressources locales

HISTORIQUE DE LA GALERIE

➤ 1966 À 1971

- Travaux de percement de la galerie
- En aval de Mazaugues, la galerie traverse des failles qui alimentaient des sources « hautes » → massif de l'Agnis
- La galerie capte cette eau provisoirement utilisée pour alimenter à petit débit la région toulonnaise et le réservoir de la commune de Mazaugues par pompage provisoire pour compenser la diminution de débit de sa source haute



Construction Galerie
Mazaugues

➤ RAPPEL : HIVER 1967 - 1968

- Sècheresse exceptionnelle dans le Var : Toulon en fort déficit d'eau

➤ ARRÊTÉ MINISTÉRIEL DU 21 JANVIER 1971 AUTORISANT LA SCP À ALIMENTER À PARTIR DE CETTE EAU LA RÉGION TOULONNAISE

- Débit autorisé de 50 l/s du 15 octobre au 15 mars
- Prélèvement effectif de 1971 à 1975



HISTORIQUE DE LA GALERIE

➤ 1974 À 1976

- Injections autour de la galerie et bétonnage périphérique d'étanchéité

➤ 1975

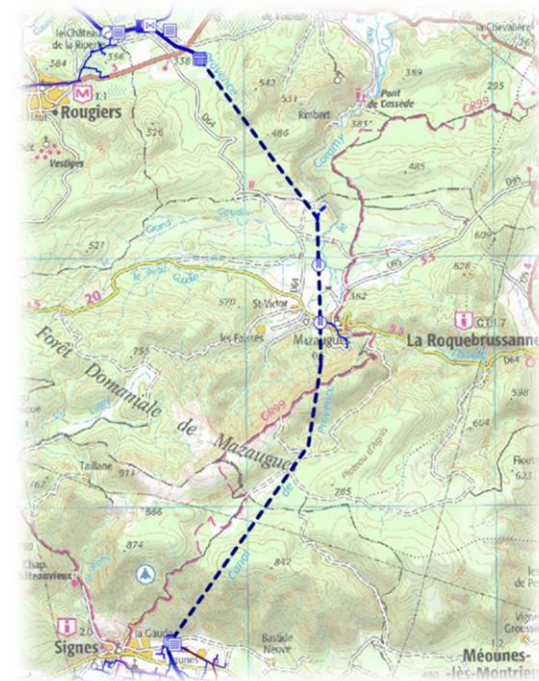
- Alimentation définitive de la commune de Mazaugues par pompage dans un puits de la galerie, en eau du Verdon

➤ 1975 / 1976

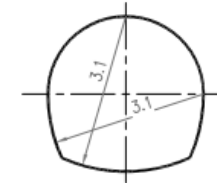
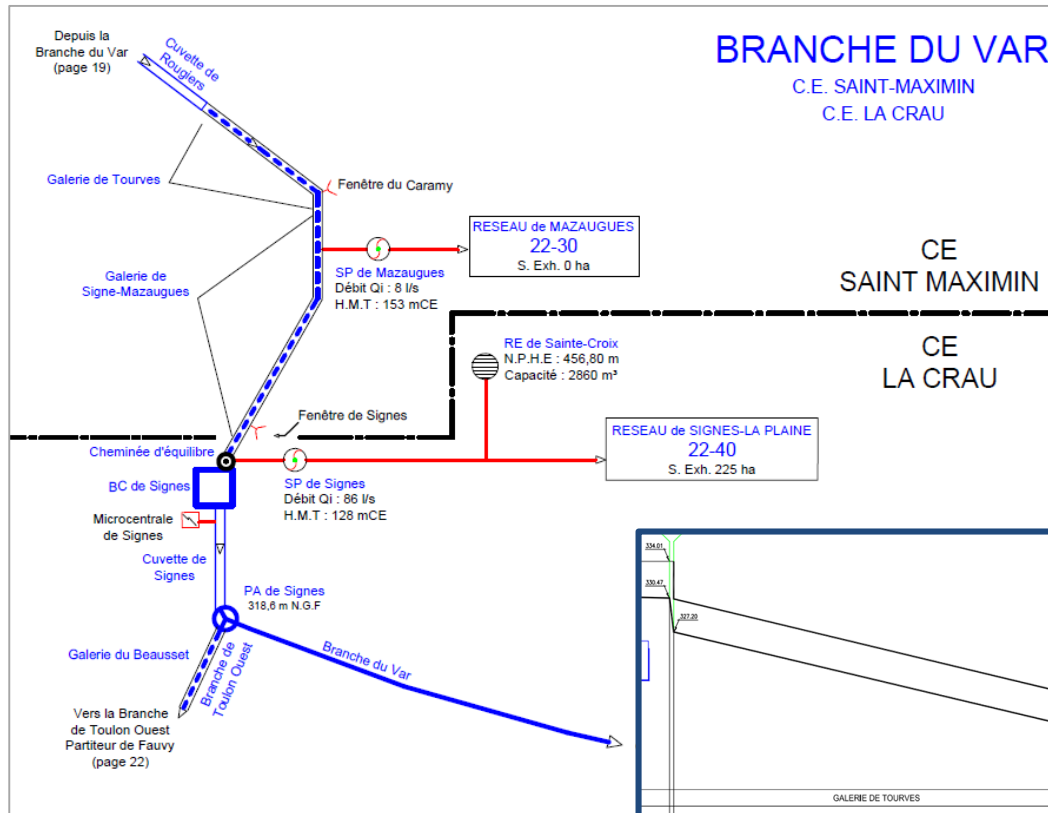
- Constat de reprise du régime des sources à un niveau « voisin de l'état initial »

➤ JUSQU'À CE JOUR

- Maintien de l'alimentation de la commune de Mazaugues en eau du Verdon à un tarif préférentiel, même si le préjudice provisoirement subi n'existe plus depuis 1975



CARACTÉRISTIQUES DE LA GALERIE

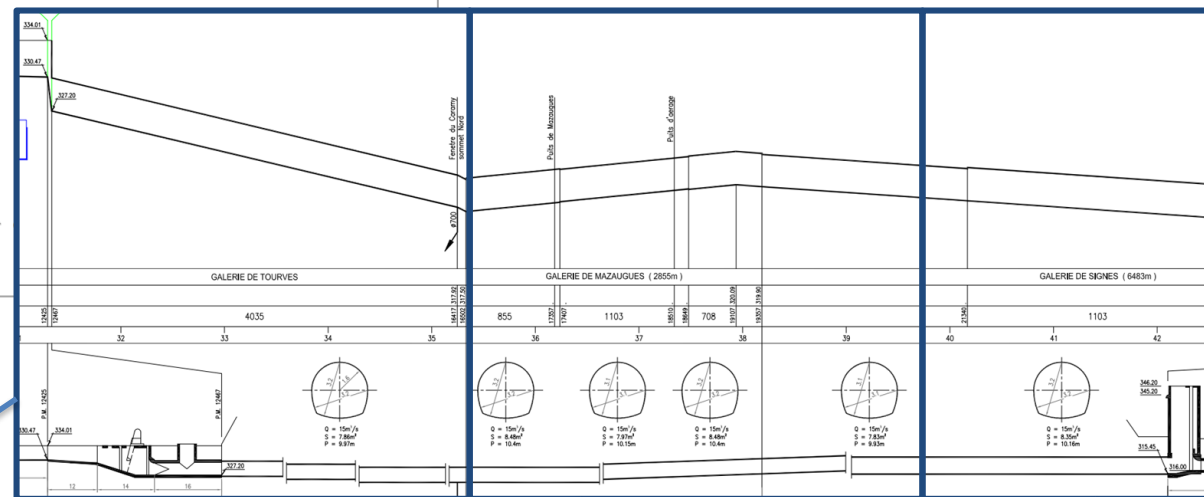


$$Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = 7.97 \text{ mm}$$

$$P = 10.15 \text{ m}$$

Charge dans la galerie :
entre 0,7 et 1,9 bars



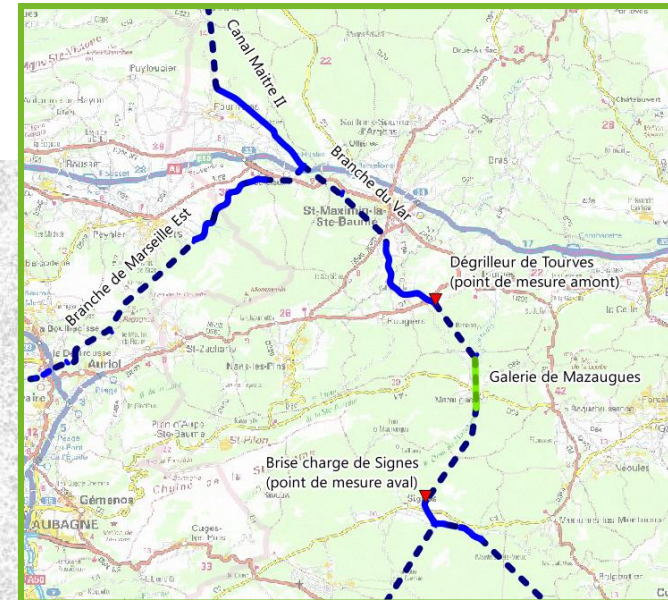
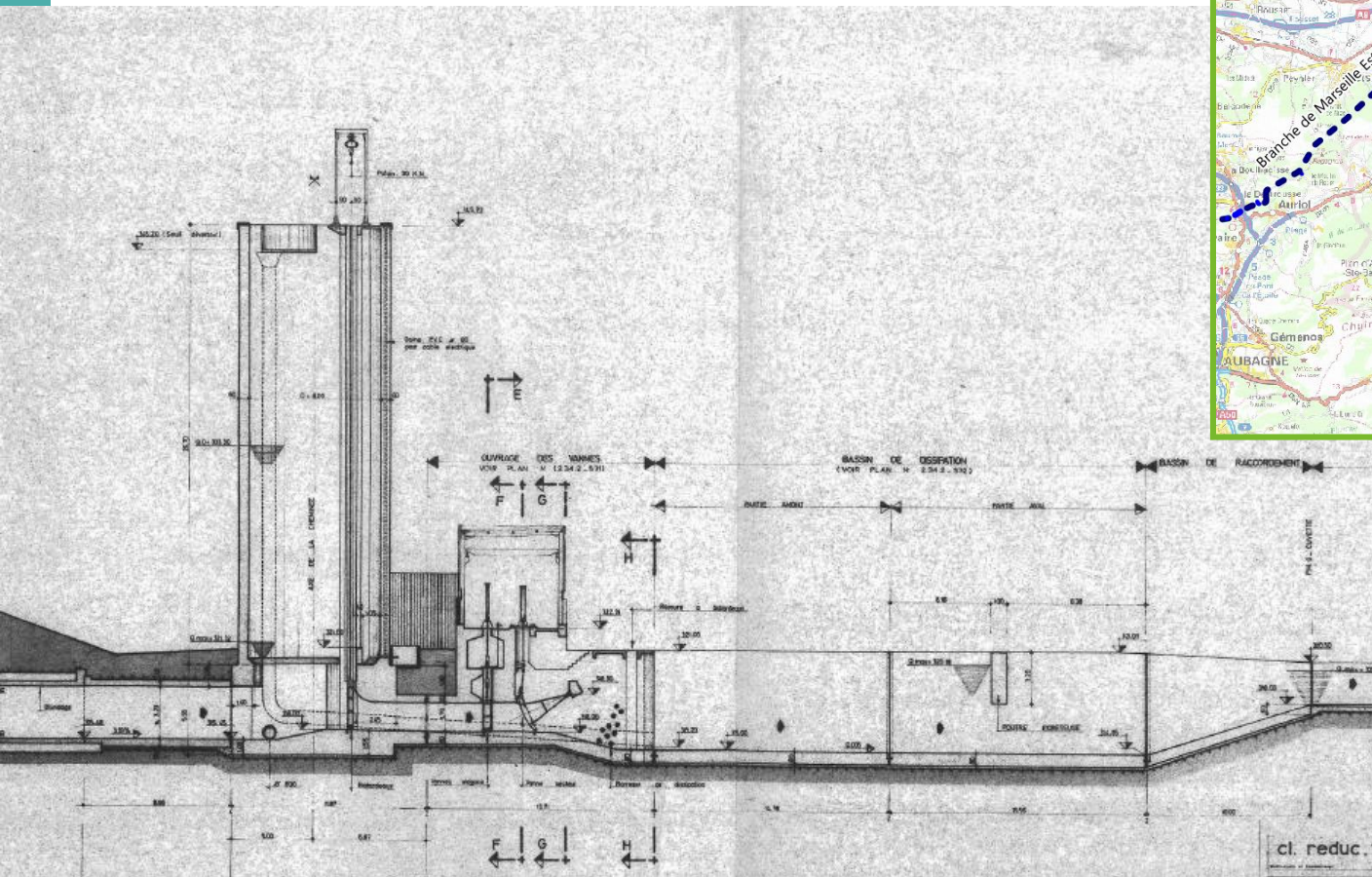
date de mise en service	Galerie de Tourves 3.01.1975
débit nominal	15 m ³ /s
longueur tronçon	4035 m
pente du radier	2.38 m
diamètre	3.1
forme	circulaire
conception	Revêtement en béton coffré

date de mise en service	Galerie de Mazaugues 01.07.1970
débit nominal	15 m ³ /s
longueur tronçon	2860 m
pente ou contre pente du radier	0.73 mm/m
forme	Circulaire + fer à cheval
conception	Revêtement en béton coffré

date de mise en service	Galerie de Signes 01.01.1973
débit nominal	15 m ³ /s
longueur tronçon	8432 m
pente ou contre pente du radier	5.289 mm/m
forme	Circulaire + fer à cheval
conception	Revêtement en béton coffré

FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Localisation

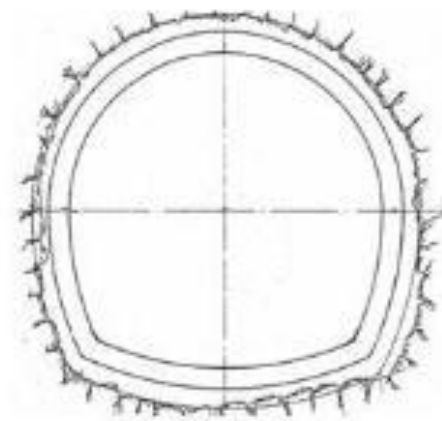


FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

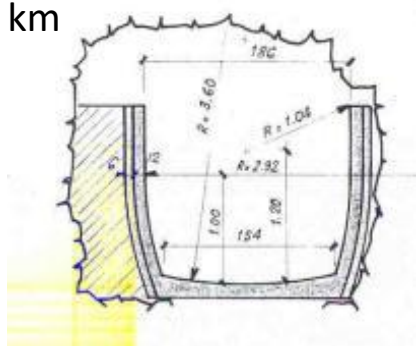
Patrimoine SCP (galleries)

47 galleries et 140 km:

- Galleries à écoulement en charge :
 - 29 ouvrages
 - 120 km
 - Revêtement béton non armé
 - Renforcement BA + injections selon géologie
- Galleries visitables (écoulement à surface libre ou avec canalisation) :
 - 18 ouvrages
 - 20 km

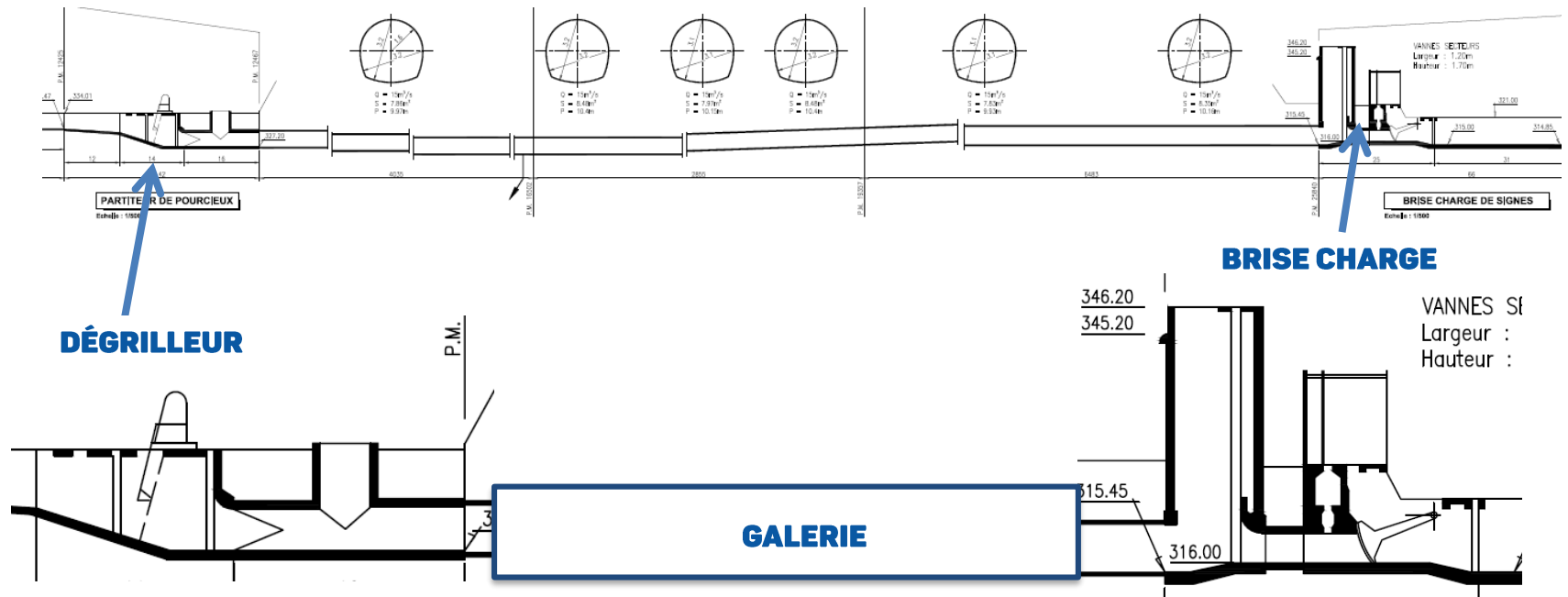


Galerie Campana à Bimont



FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Ouvrages amont et aval



Le brise-charge : un ouvrage indispensable dans la régulation des débits dans le canal

Explication de son fonctionnement prévue lors de la visite

FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Actions de maintenances sur les galeries

Typologie des besoins de maintenance

- Actions initiales (surveillance)
- Actions préventives (avant détection d'un défaut pour réduire la probabilité de défaillance),
- Actions correctives (après détection avec pour objectif une remise en état)

- **Besoins en maintenance actions initiales dont inspections revêtement (issu d'un travail sur la criticité, une sorte d'AMDEC)**
 - Sainte Victoire
 - Saint Maximin
 - Montrieux Vallaury
 - Ginasservis
 - Tourves Mazaugues Signes

FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Actions de maintenances sur les galeries

Actions initiales :

- Inspections visuelles (objectif de levée de doutes et anticipation des besoins de rénovation)

Exemple d'inspection avec vidange :

- Inconvénients:

- impact sur le service de l'eau,
- Mobilisation de nombreux personnels,
- Risque pour les intervenants,
- Risque pour l'ouvrage (vidange/remplissage),
- Configuration limitante pour inspection complète

Marché d'inspection des galeries sans vidange :

- Gains attendus:

- Pas d'impact sur le service de l'eau,
- Ouvrage GC préservé,
- Risque réduit/inspection classique,
- Répétabilité et maîtrise des coûts,
- Innovation (linéaires importants pas ou peu explorés à ce jour)



FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Programme d'inspection des Galeries

Inspection
détaillée réalisée
en 2021

Inspection ROV 2023

Inspection ROV 2023

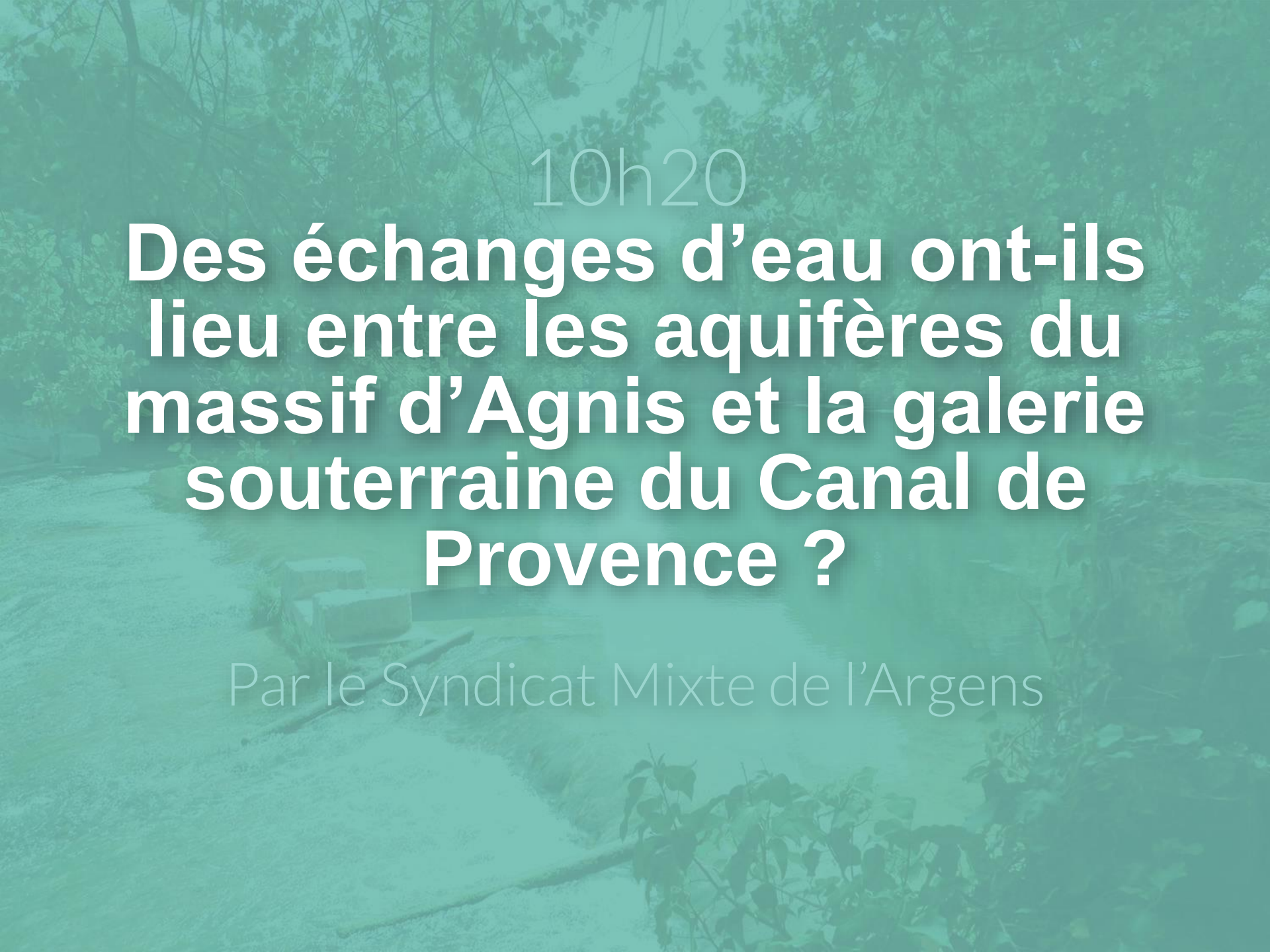
Inspection ROV 2023

Inspection ROV 2024





Temps d'échanges

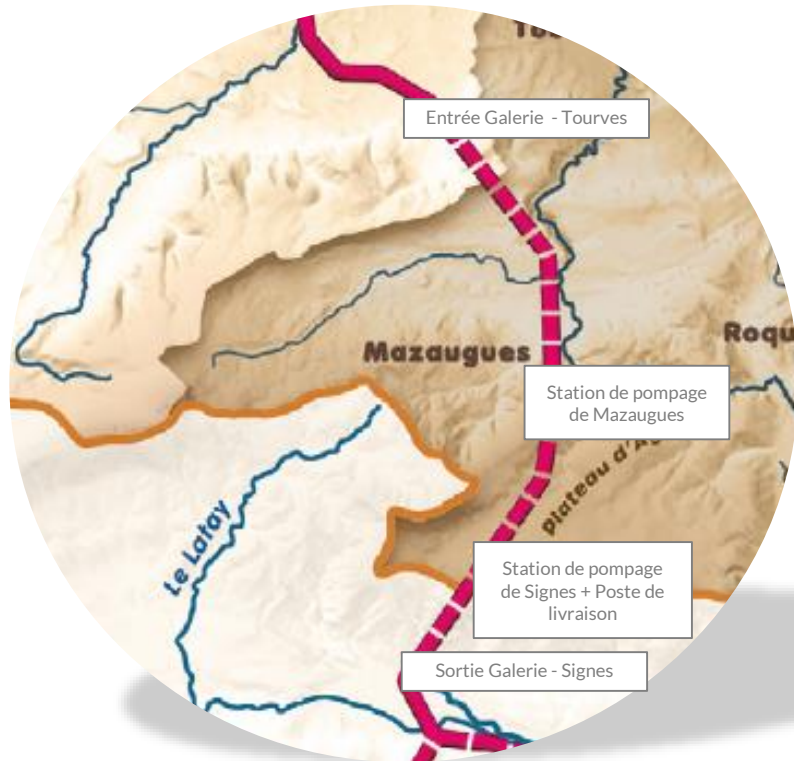


10h20

Des échanges d'eau ont-ils lieu entre les aquifères du massif d'Agnis et la galerie souterraine du Canal de Provence ?

Par le Syndicat Mixte de l'Argens

UNE PREMIÈRE ÉTUDE BASÉE SUR DES MESURES DE DÉBITS



1 mesure de **DÉBIT** à **L'ENTRÉE** de la galerie (écoulement à surface libre)

1 mesure de **DÉBIT** à **LA SORTIE** de la galerie (écoulement à surface libre)



INCERTITUDES

Temps de transit

Débit influencé

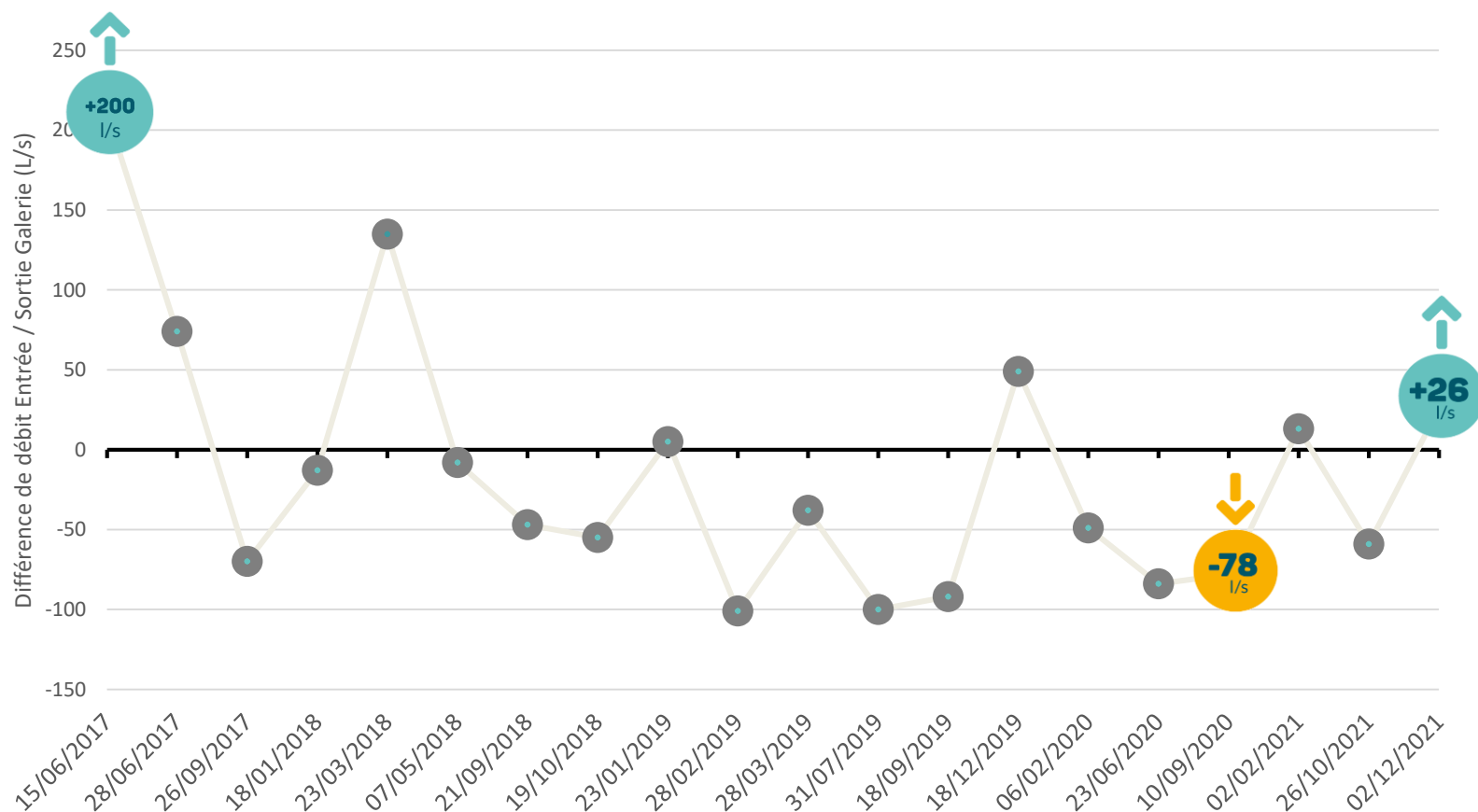
Difficultés de stabilisation du débit

Marge d'erreur de la méthode



DES ÉCHANGES NON SYSTÉMATIQUES :

Une différence entrée / sortie qui indiquerait majoritairement une perte du canal vers le massif



+
UN APPORT
THÉORIQUE
D'EAU DU
MASSIF VERS
LE CANAL DE
PROVENCE

-
UN PERTE
THÉORIQUE
D'EAU DU
CANAL DE
PROVENCE
VERS LE
MASSIF

**→ UNE LOGIQUE À VÉRIFIER PAR DES ANALYSES
GÉOCHIMIQUES**

LA COMPOSITION GÉOCHIMIQUE DE L'EAU : Un code à déchiffrer pour connaître son histoire

LE PRINCIPE

Chaque eau a sa propre signature chimique.

Les eaux du Verdon transportées dans la Galerie ont une chimie réputée spécifique et relativement constante. [Pertinence de l'étude]

Les réservoirs superficiels et souterrains ont également des qualités différentes.



LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Caractériser la géochimie des sources les plus proches de la galerie et la comparer à celle des eaux du canal

Identifier si les eaux en entrée et sortie du Canal de Provence sont différentes

Quantifier les potentiels échanges à partir de plusieurs rapports d'éléments



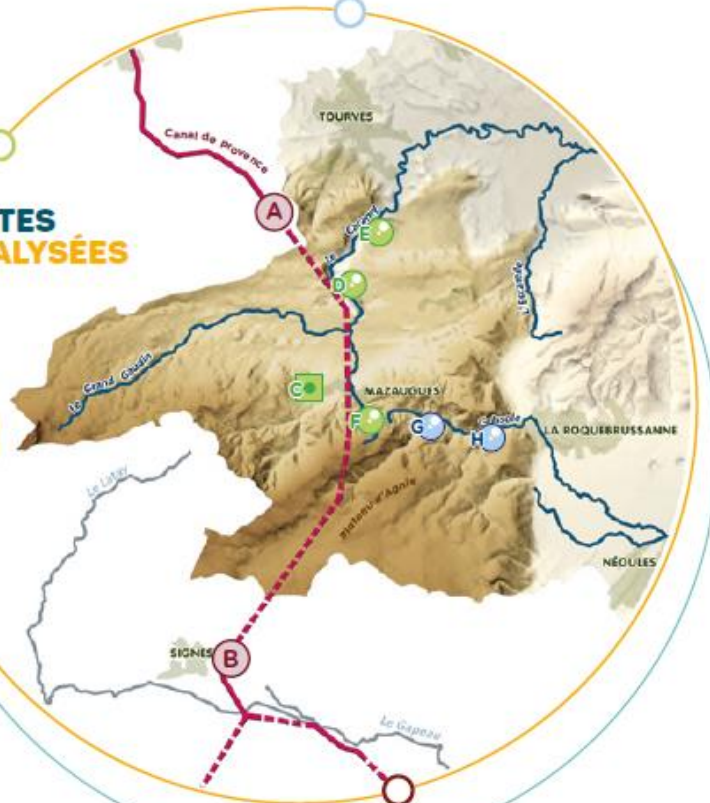
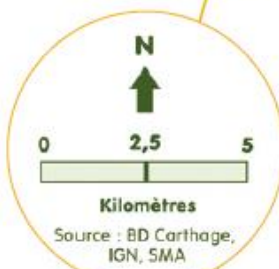
SUR LE BASSIN DU CARAMY, QUATRE PRÉLÈVEMENTS D'EAU :

- L'eau de la source Haute à Mazaugues
- L'eau d'un forage privé à Mazaugues, dans la nappe du crétacé (profondeur estimée ~ 60m)
- L'eau de la source de la Figuières à Tourves
- L'eau de la source des Lecques à Tourves

SUR LE BASSIN DE L'ISOLE, DEUX PRÉLÈVEMENTS :

- L'eau de la source de l'Issole à Mazaugues
- L'eau du captage des Neufs Fonts à la Roquebrussanne

LES DIFFÉRENTES EAUX ANALYSÉES



POUR LES EAUX DE LA GALERIE SCP, DEUX PRÉLÈVEMENTS :

- L'eau en entrée de galerie
- L'eau en sortie de galerie

SORTIE DE LA GALERIE À SIGNES
(POINT DE PRÉLÈVEMENT B)



Deux campagnes de PRÉLÈVEMENTS

BASSES eaux : 10 septembre 2020

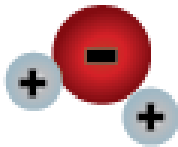
HAUTES eaux : 02 décembre 2021

**Situations vérifiées par suivi piézométrique et hydrologique*



UNE TRACE DE L'HISTOIRE DES EAUX

LA MOLÉCULE DE L'EAU :



2 atomes d'hydrogènes et 1
atome d'oxygène

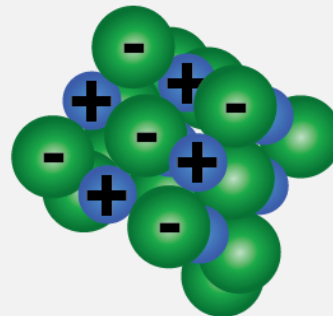
Chaque eau a sa propre
signature physique et
chimique : dureté,
conductivité, pH, sels
minéraux...

LE PH, LA CONDUCTIVITÉ, LA TEMPÉRATURE, L'OXYGÈNE DISSOUS...

permettent de définir les caractéristiques fondamentales
de l'eau.

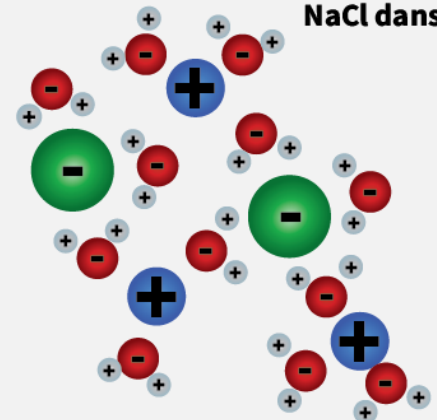
L'EAU EST UN TRÈS BON SOLVANT qui peut
dissoudre un grand nombre de corps ioniques.

structure cristalline du NaCl



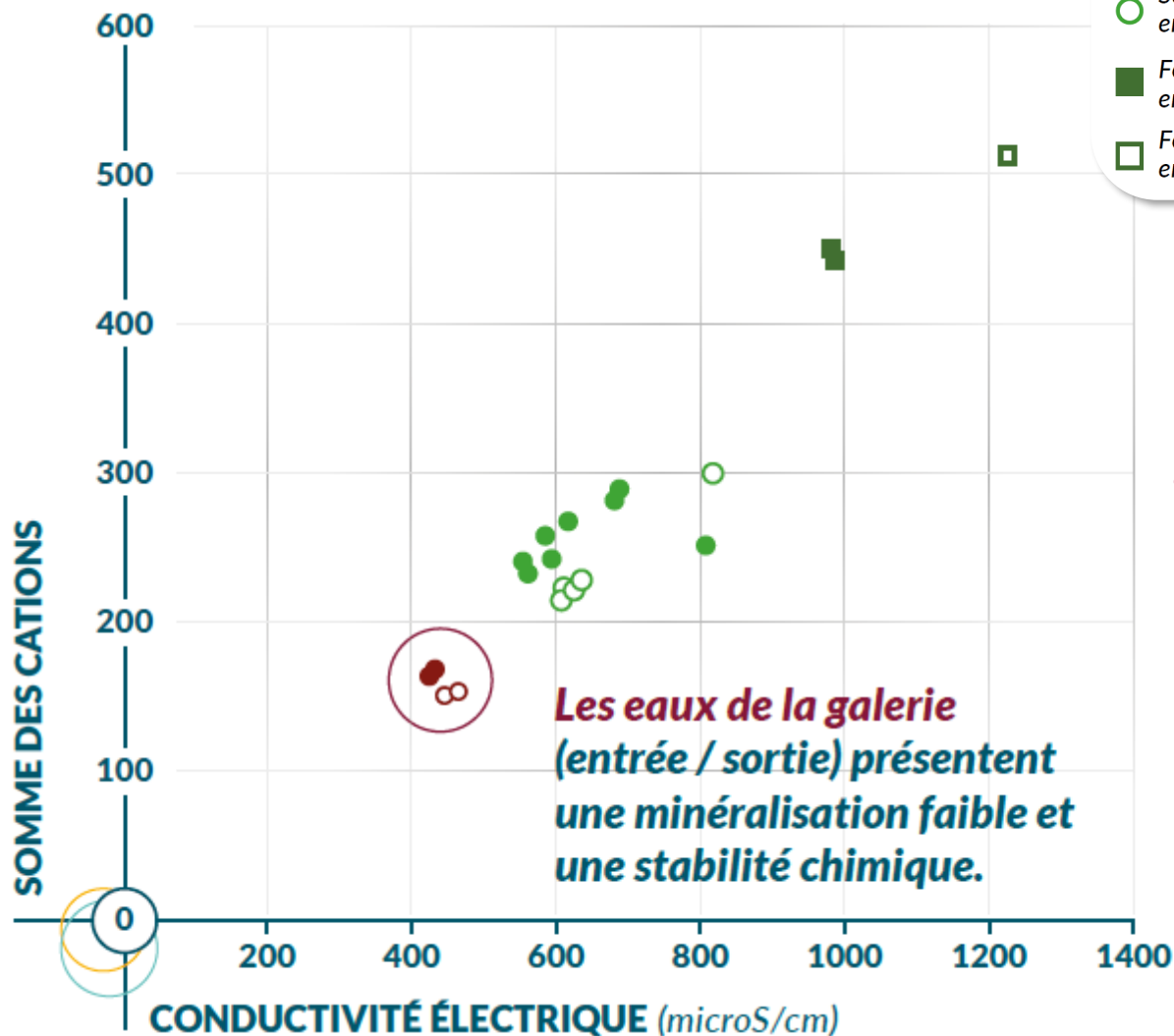
sodium (Na)
chlore (Cl)

NaCl dans l'eau



LA PHYSICO-CHEMIE

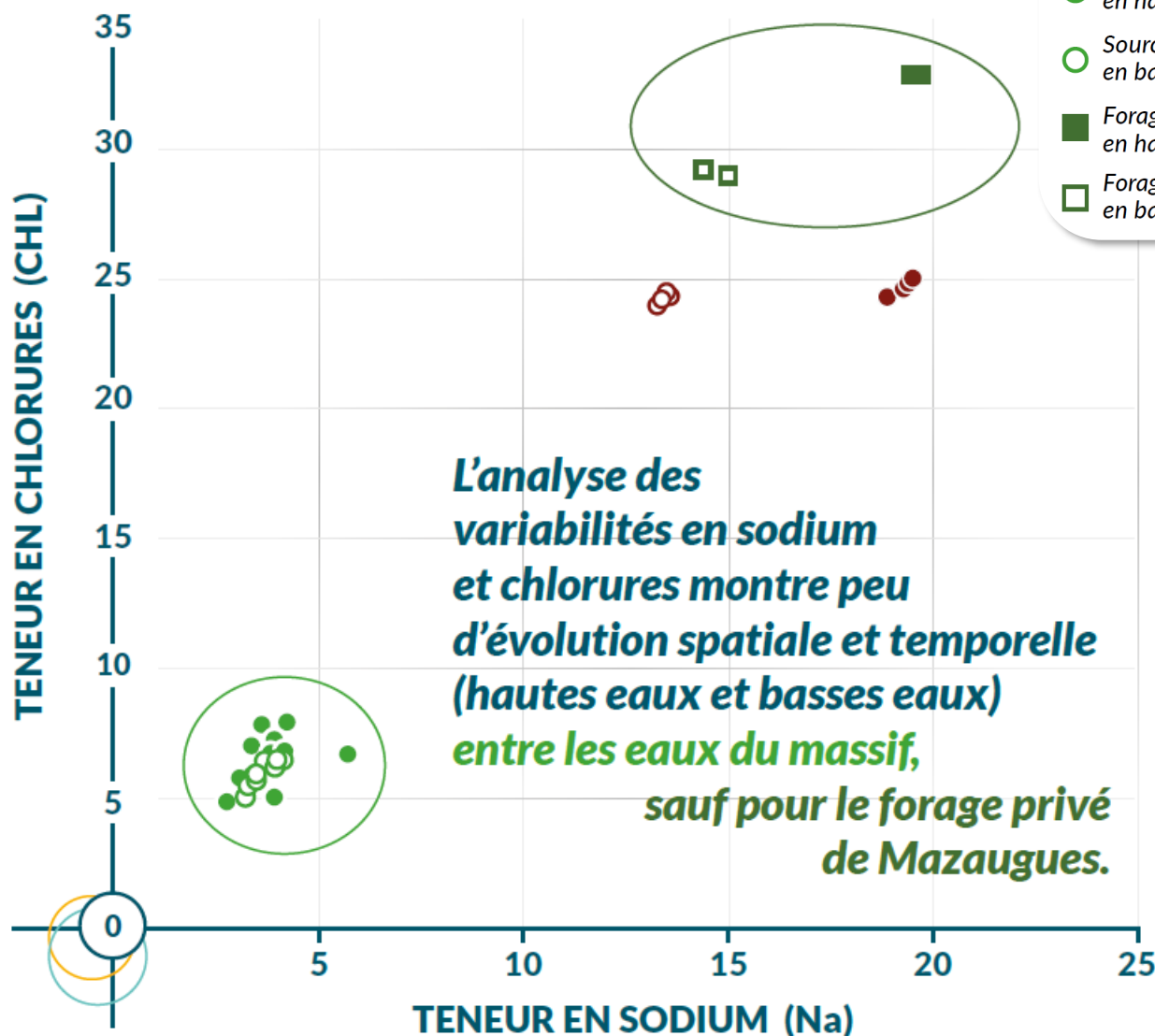
Les principaux paramètres



- Les eaux de la Galerie sont les moins minéralisées.
- Les eaux issues du forage sont les plus minéralisées (formation géologique du Trias).
- Les sources ont une signature proche (la source haute est un peu plus minéralisée que les autres).

LA PHYSICO-CHIMIE

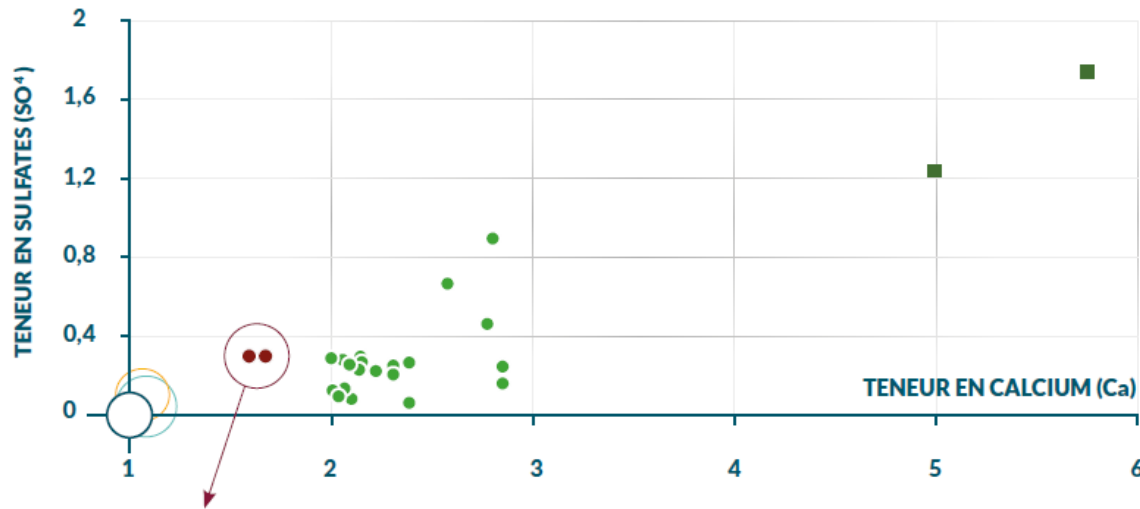
Les principaux paramètres



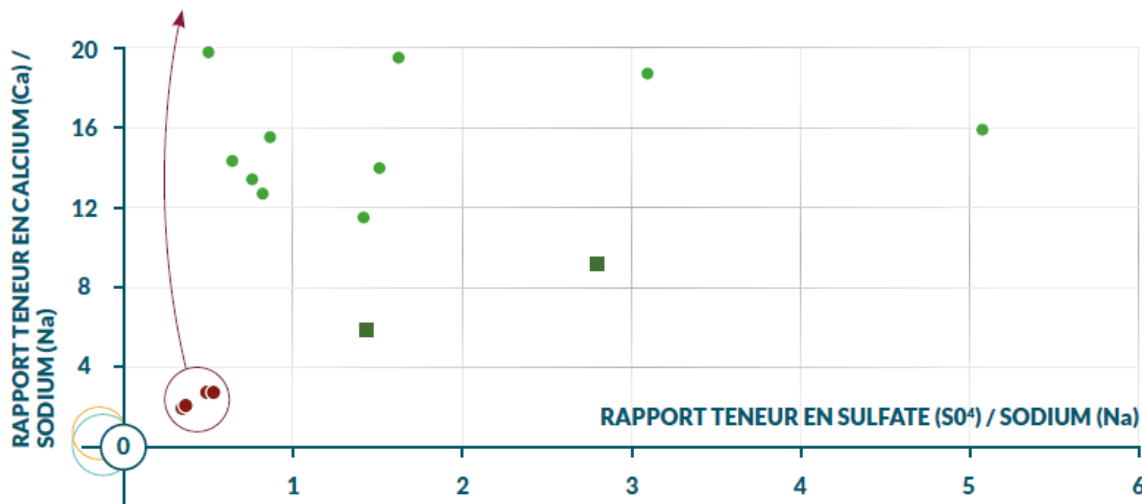
- Les eaux de surface (canal) ont une chimie différente ce qui laisse penser que les outils chimiques vont permettre une analyse des échanges entre les eaux souterraines et les eaux de surface.
- Les paramètres physico-chimiques, les calculs de balance ionique et les analyses de variabilité des points d'eau entre les deux campagnes laissent penser à une évolution de la qualité des eaux du canal qui va permettre d'interpréter les données de chimie en relation à de possibles mélanges avec les eaux souterraines.

LA PHYSICO-CHEMIE

Les principaux éléments chimiques (ions)



La chimie des eaux de la galerie évolue très peu entre l'entrée et la sortie du canal.

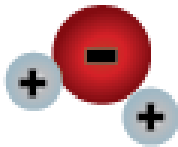


3 SIGNATURES CHIMIQUES DISTINCTES

- Les eaux de la Galerie constituent toujours un groupe à part.
- Les eaux issues du forage sont les plus minéralisées et riches en minéraux (formation géologique du Trias), avec une évolution inverse.
- Les sources ont une signature proche en basses eaux et très proches en hautes eaux. La source Haute a quelques particularités chimiques (Sulfate, Magnésium).

DES MARQUEURS DE L'ORIGINE DE L'EAU

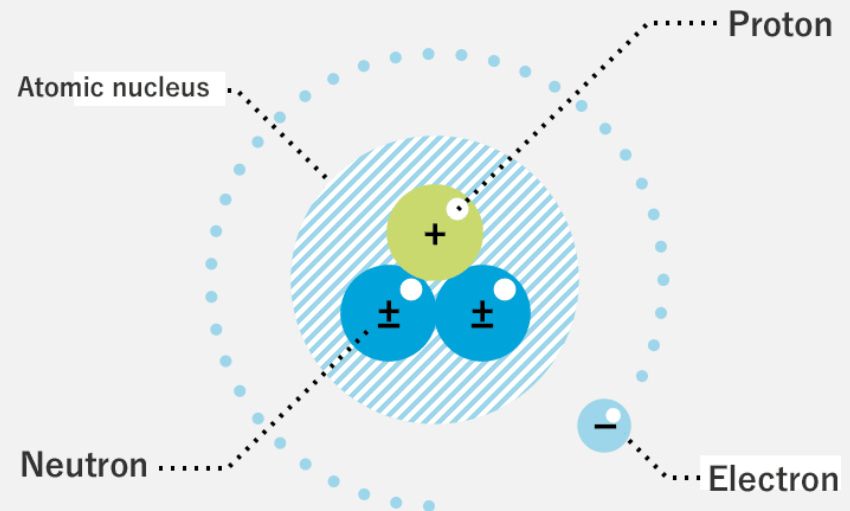
LA MOLÉCULE DE L'EAU :



2 atomes d'hydrogènes
et 1 atome d'oxygène

En mesurant la
proportion d'isotopes
lourds et légers, il est
possible de déterminer
l'origine et le parcours de
l'eau.

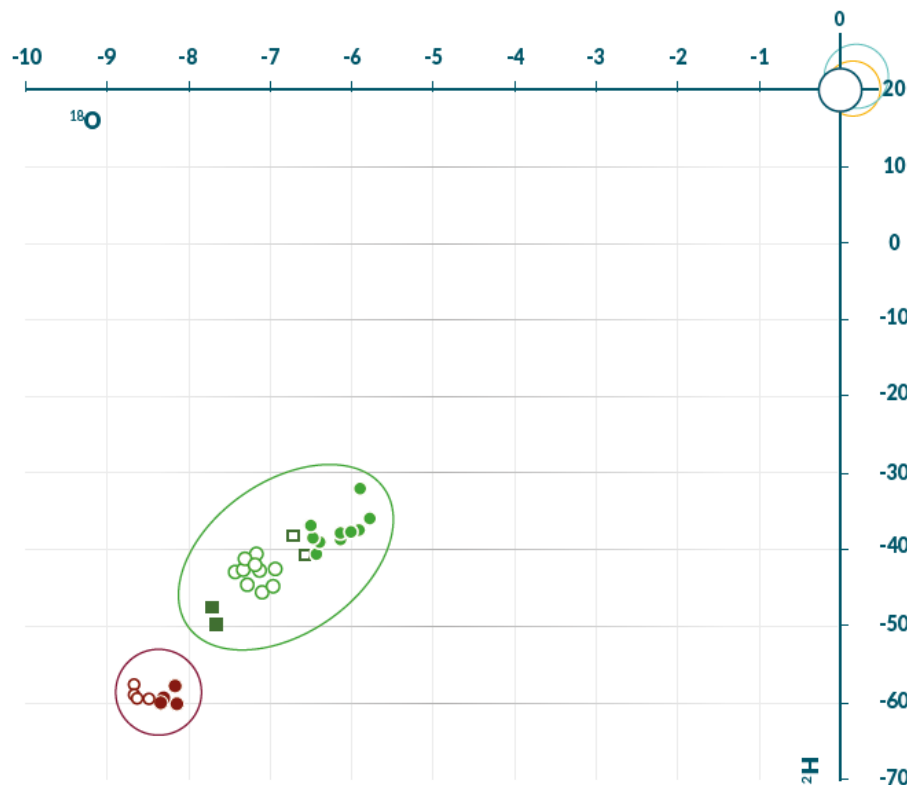
UN EXEMPLE D'ATOME :



L'HYDROGÈNE ET SES ISOTOPES :

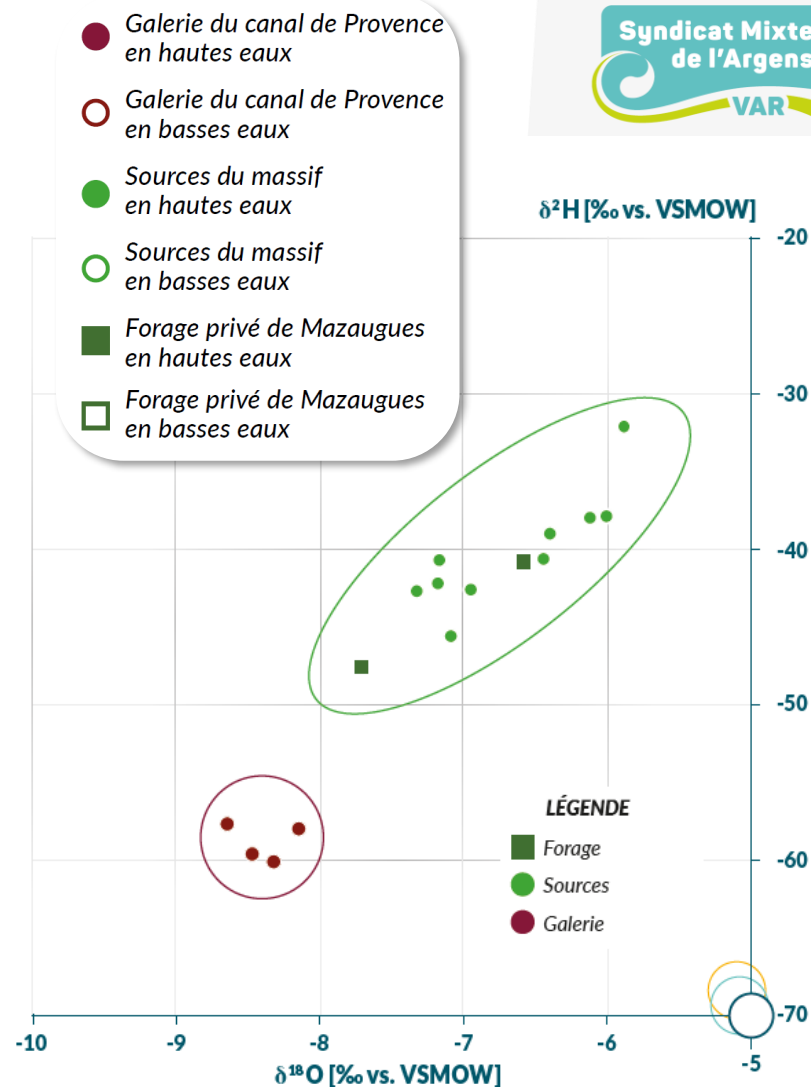


LES ISOTOPES STABLES



Les isotopes de la molécule d'eau présentent un contraste entre **les eaux du massif** et **les eaux de la galerie** (Deux groupes d'eau distincts, indiquant une origine distincte).

De plus, il n'y a pas d'évolution du signal isotopique entre l'entrée et la sortie de la galerie (tous les points rouges sont rassemblés).



L'ENTRÉE ET LA SORTIE DE LA GALERIE ONT UNE COMPOSITION ISOTOPIQUE IDENTIQUE ALORS QUE LES EAUX LOCALES SONT DE COMPOSITIONS ISOTOPIQUES DIFFÉRENTES, CE QUI CONFIRME L'ABSENCE D'APPORT D'EAUX SOUTERRAINES DANS LA GALERIE.

CONCLUSION GÉNÉRALE

LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Informations sur la variabilité spatiales et temporelles des eaux

LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES ET ISOTOPIQUES

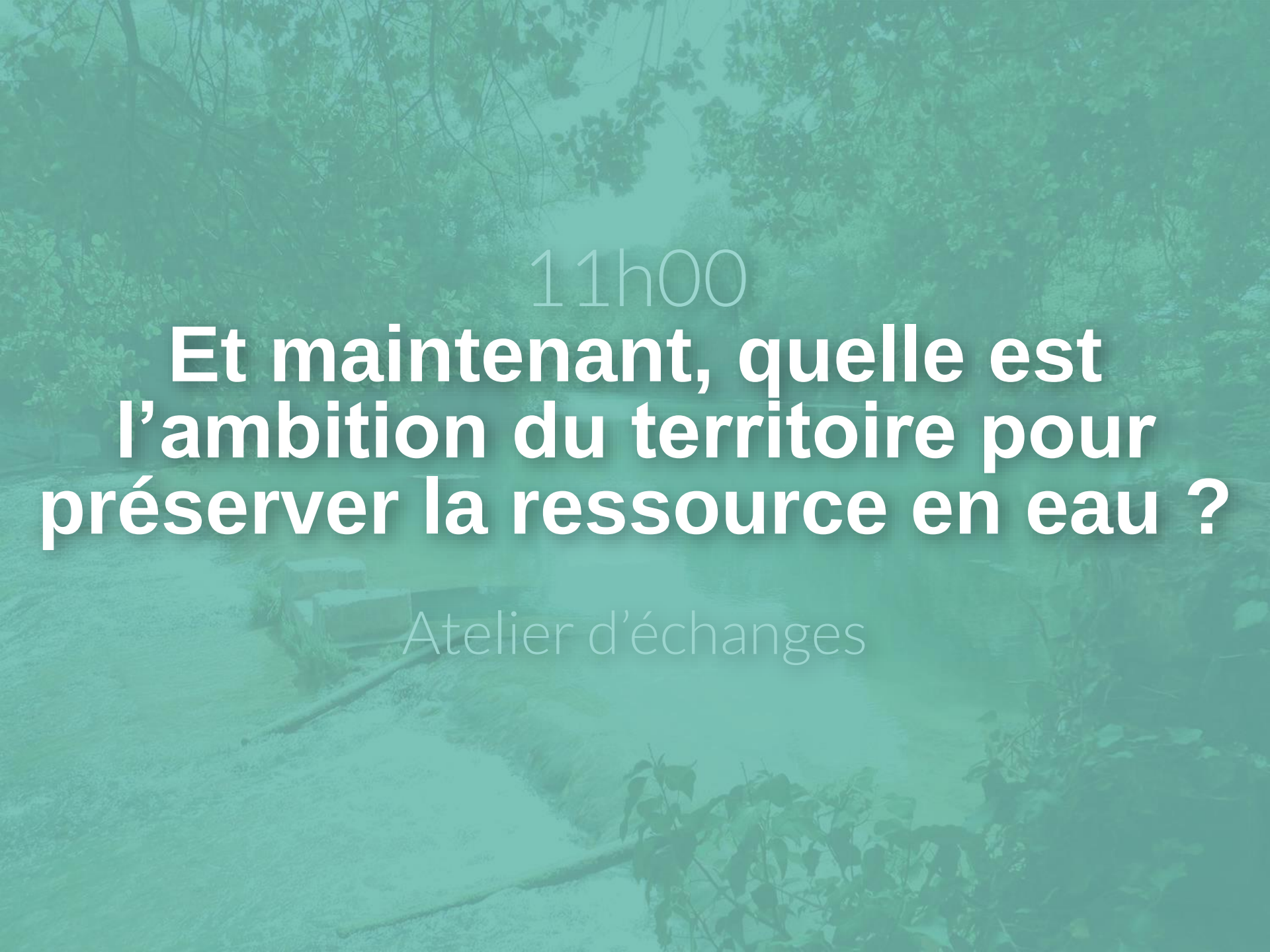
Informations sur les échanges d'eau entre la galerie et les eaux souterraines du massif d'Agnis

LES RÉSULTATS PERMETTENT DE DÉMONTRER QU'IL N'EXISTE PAS D'ÉCHANGES.





Temps d'échanges



11h00

**Et maintenant, quelle est
l'ambition du territoire pour
préserver la ressource en eau ?**

Atelier d'échanges

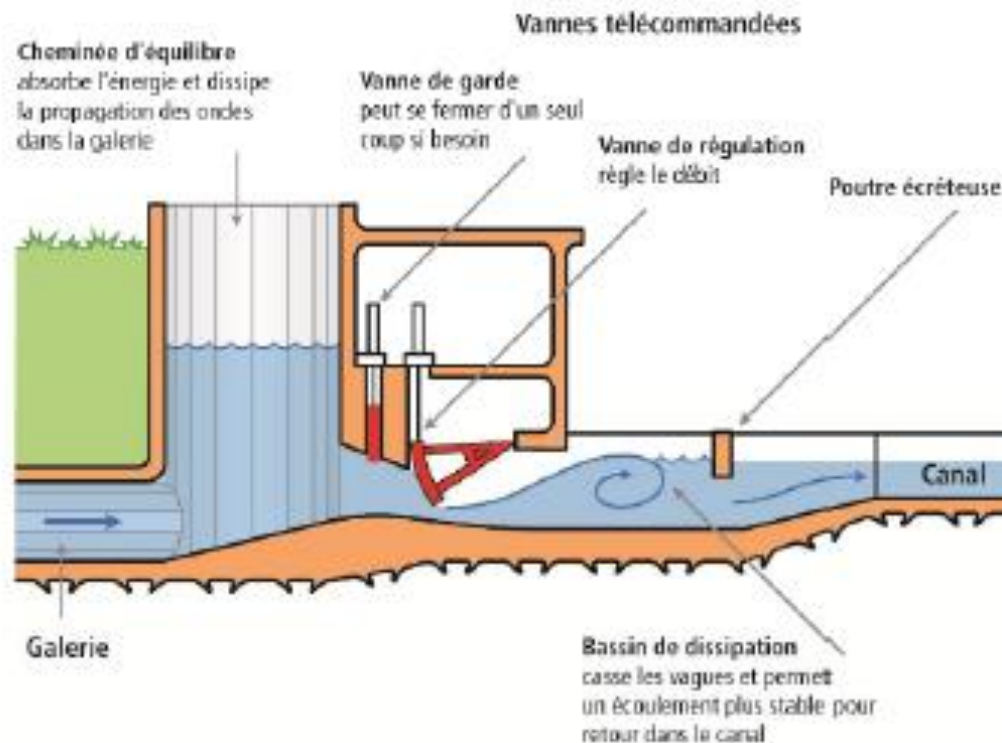


Visite du Brise-Charge de Signes

Par la Société du Canal de Provence

FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT D'EAU BRUTE PAR UN SYSTÈME HYDRAULIQUE CANAL-GALERIE

Fonctionnement d'un brise-charge



RENDEZ-VOUS SUR LE SITE DU BRISE-CHARGE

