

Qair

Réutilisation de l'eau dans la
production d'hydrogène par
électrolyse

I. Introduction

- a) Présentation de la société Qair
- b) Présentation du projet Hyd'Occ

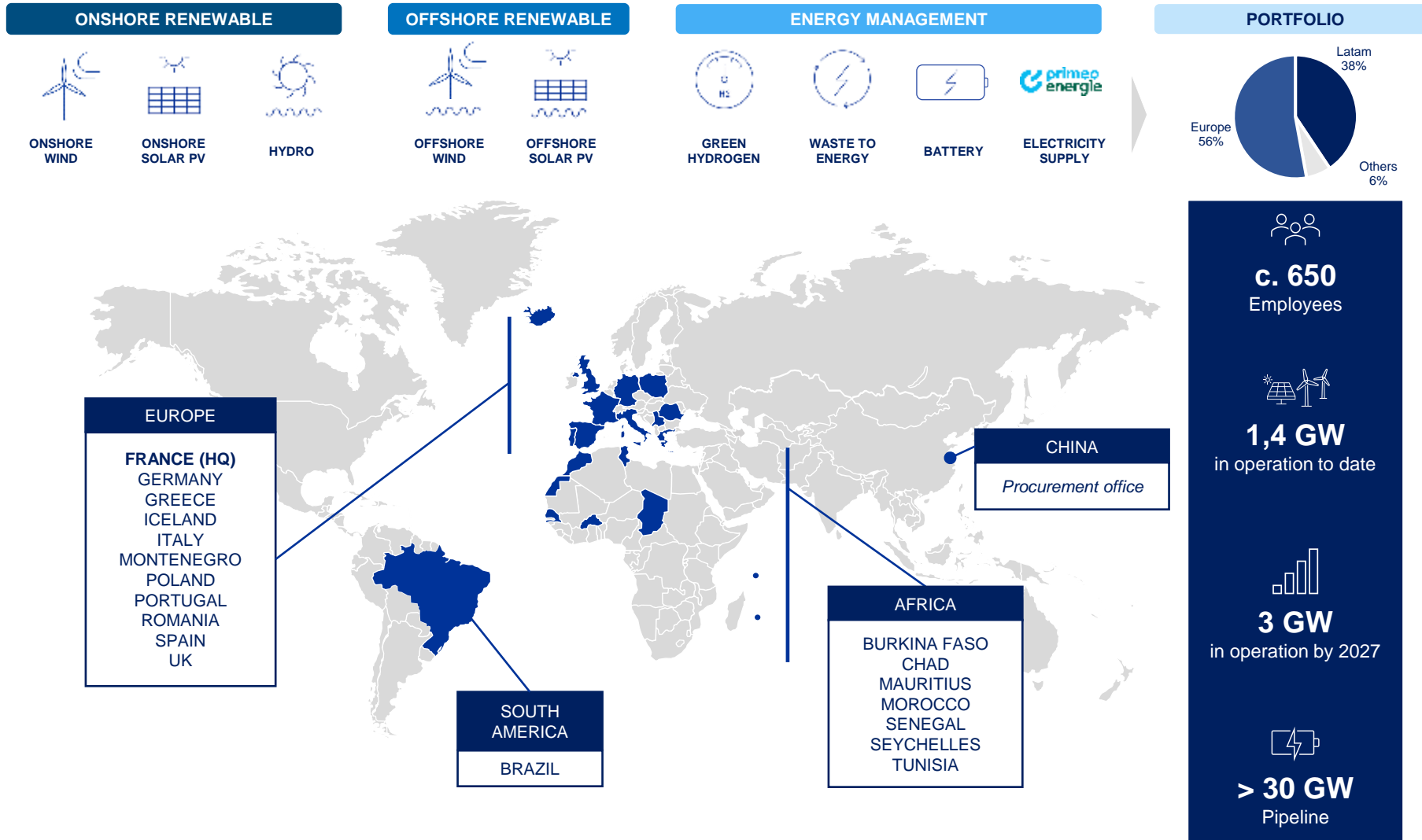
II. L'eau, une matière première

- a) L'électrolyse de l'eau
- b) Une consommation inévitable
- c) La qualité de l'eau, une variable critique

I. Introduction

Présentation du groupe Qair

A global independent power producer



I. Introduction

Présentation d'Hyd'Occ



Phase 1: 2025
Phase 2: 2030

Location

- In Port La Nouvelle for its maritime infrastructure, its industrial skills, and its proximity to our floating offshore plant, the promising means of local storage and rail and motorway networks.

Sourcing

- Connected to a substation where over 90MW from regional renewable sources are injected (PV plant, offshore and onshore wind).

Offtake

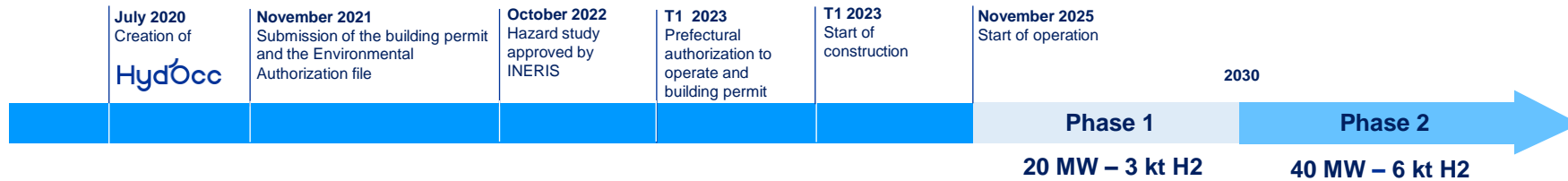
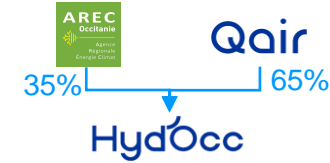
- Heavy mobility, industrial needs, power generation, mostly locally.
- HPAs under discussion.

Pricing

- Subsidies from the state will ensure a sufficient level of competitiveness.
- Production under conditions meeting RED III directive if needed.

Ownership

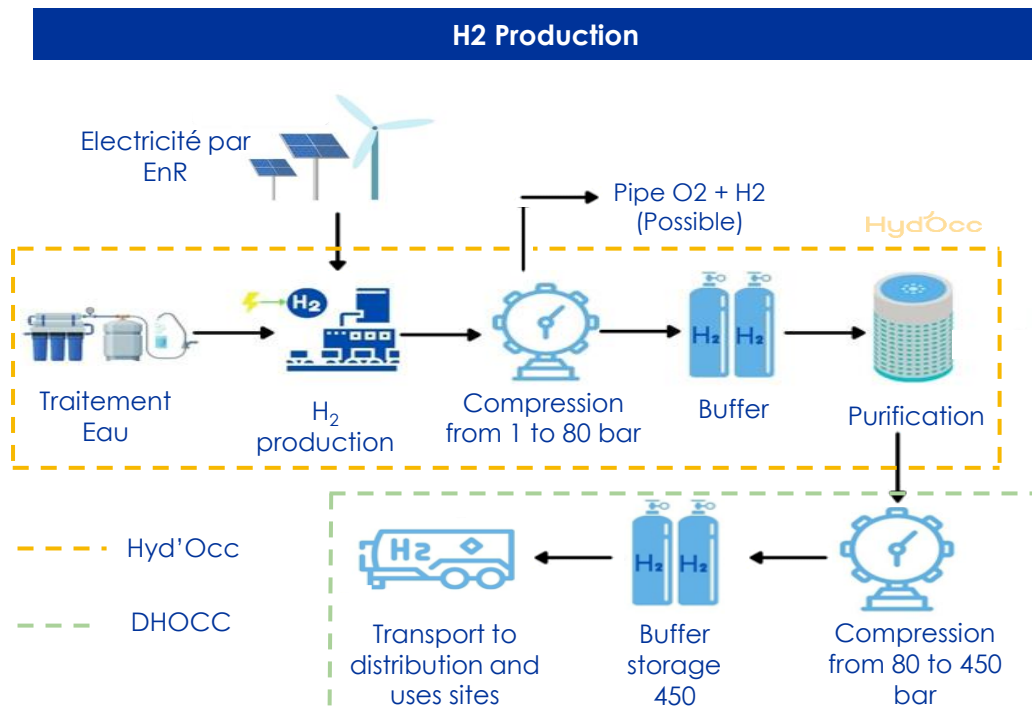
- AREC Occitanie (region) as a 35% shareholder and support from other local stakeholders.



Hyd'Occ project

Industrial port area of Port-La-Nouvelle

Implantation à Port-la-Nouvelle (Occitanie)



Caractéristiques Techniques

Puissance	Electricité	45 MW
Eaux	Eau potable (alimentation)	160 000 m ³ /an
Electrolyse	Technologie	Electrolyseur Alcalin
	Puissance Electrolyseur	38 MW
	Nombre de stacks	16 (2*8)
Hydrogène	Production	696 kg/h 6 000 t/an



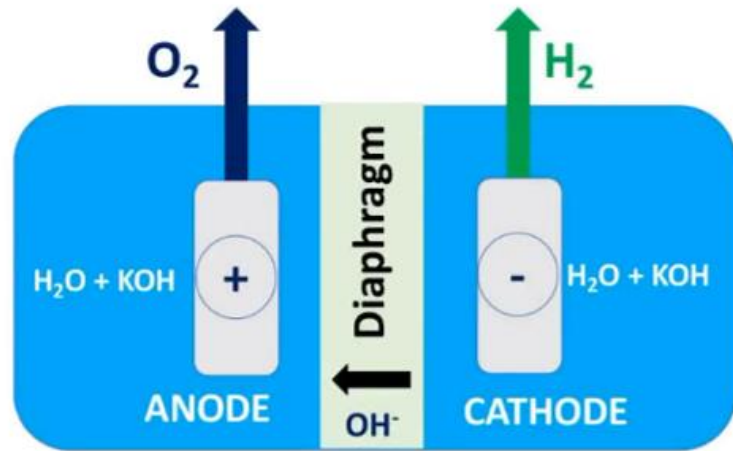


Contexte, quantité et qualité

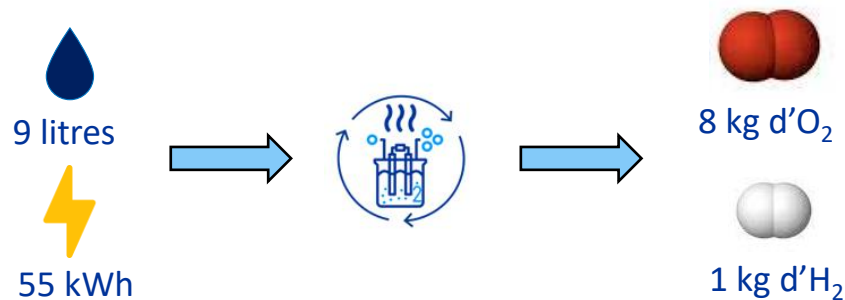
| L'eau, une matière première

Contexte : L'eau pour la production d'H2 Qair

Description de l'électrolyse :

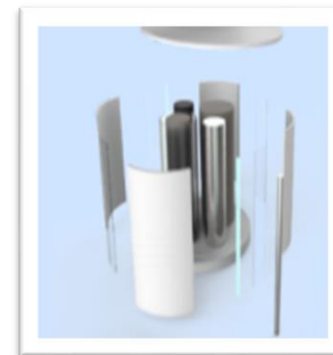
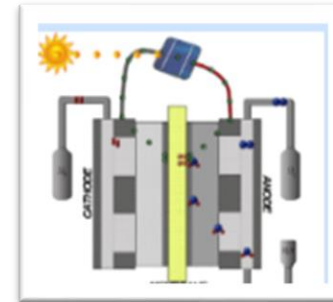
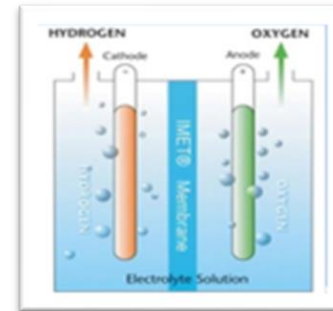


Consommation de matière première :



Ratio de conversion de l'eau ultra pure pour la production d'hydrogène vert

Technologies matures :



Electrolyseur Alcalin

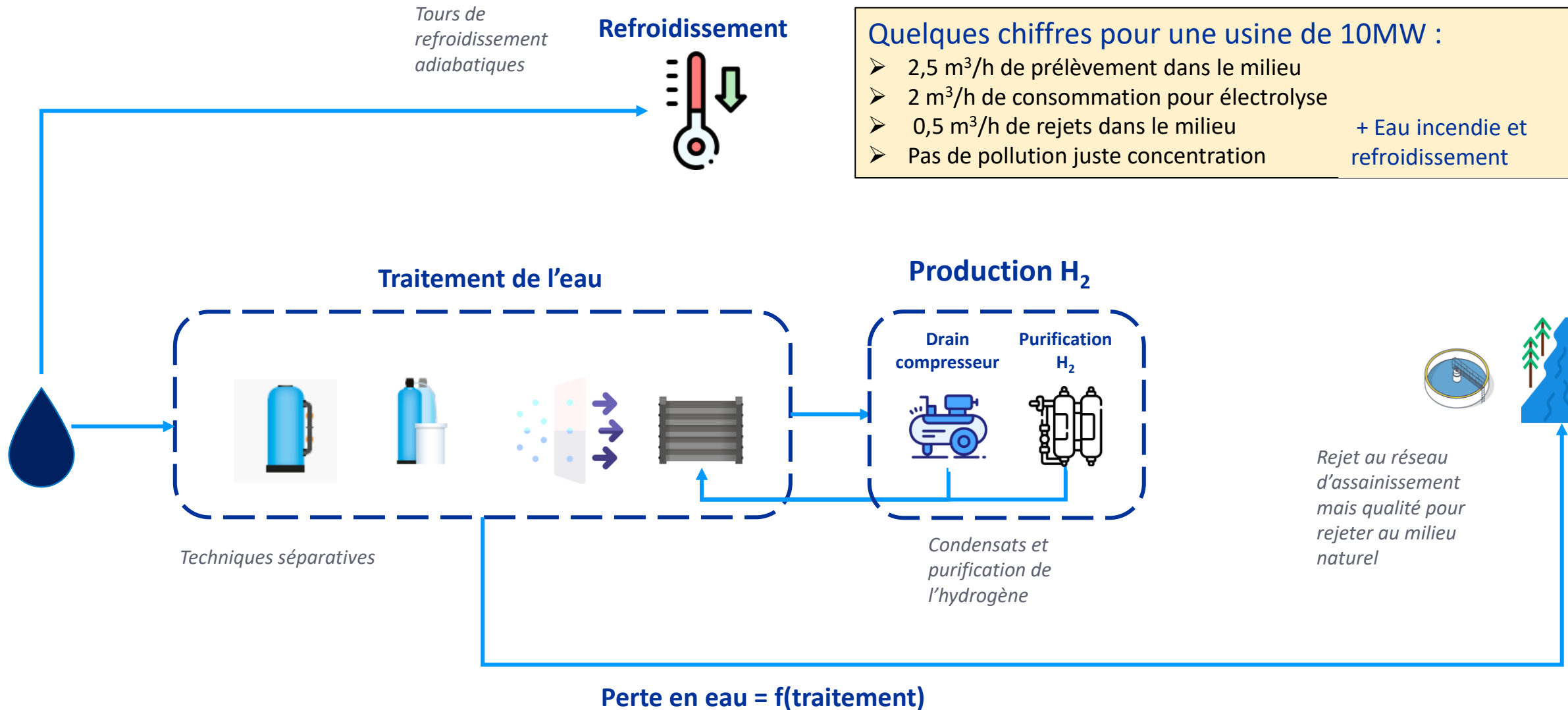
- Technologie mûre
- Rendement 70-79%
- Basse Température 80°C

Electrolyseur PEM

- Technologie mûre
- Rendement 70-87%
- Basse Température 55°C

Electrolyseur SOFC

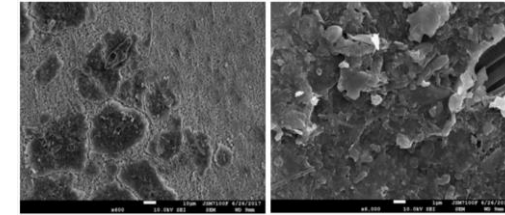
- Phase démonstrateur
- Rendement >90%
- Haute Température 800°C



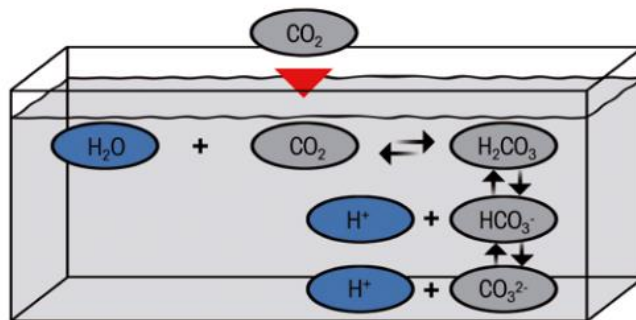
... pour éviter une multitude de conséquence :

Impact de la qualité de l'eau sur un système d'électrolyseur alcalin

Problème	Cause	Solution
Colmatage du filtre	Ca, Mg, Fe, Al, Métaux lourds	Adoucisseur et RO
	Cl ⁻	RO
Influence du CO ₂ sur la conductivité	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , Alcalinité	Dégazage, Dosage de NaOH
Dégradation du KOH	TDS, SiO ₂	RO
Désactivation des surfaces catalytiques	COT/DOC, DiO ₂ , Métaux lourds	EDI ou lit mélangés
Destruction du système	Cl ₂ , Cl ⁻ , ClO ⁻	Charbon actif



Encrassement membranaire



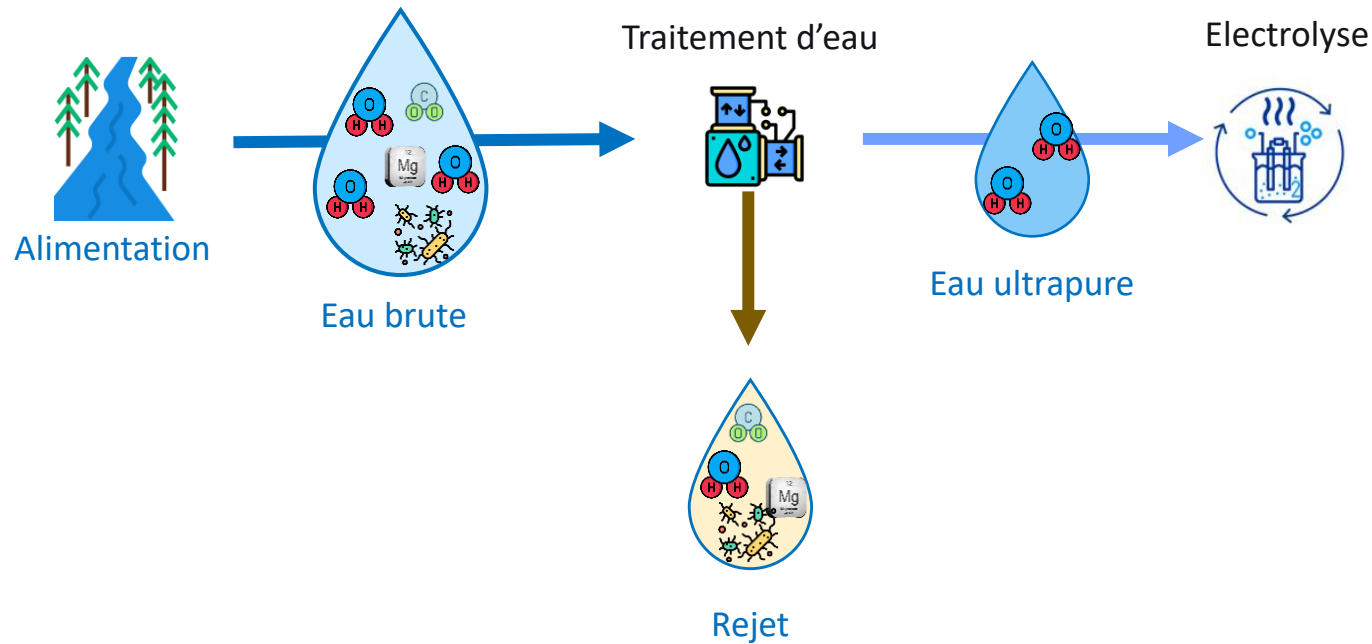
Dissociation du dioxyde de carbone dans l'eau

Impact de la qualité de l'eau sur un système d'électrolyseur PEM

Problème	Cause	Solution
Encrassement de la membrane	SiO ₂ , Ca, Mg, Particules/Colloïdes	Adoucisseur et RO
Pollution cationique de la membrane	Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Métaux lourds	RO
Encrassement de l'électrode	COT/DOC	Dégazage, Dosage de NaOH
Influence du CO ₂ sur la conductivité	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , Alcalinité	RO
Destruction du système	Cl ₂ , Cl ⁻ , ClO ⁻	EDI ou lit mélangés
Maintien d'une faible conductivité dans l'électrolyseur	F ⁻	Charbon actif

Caractérisation de l'eau en entrée électrolyse **Qair**

Prélèvement et consommation d'eau :



Ne pas confondre le
prélèvement d'eau et la
consommation d'eau ultrapure :

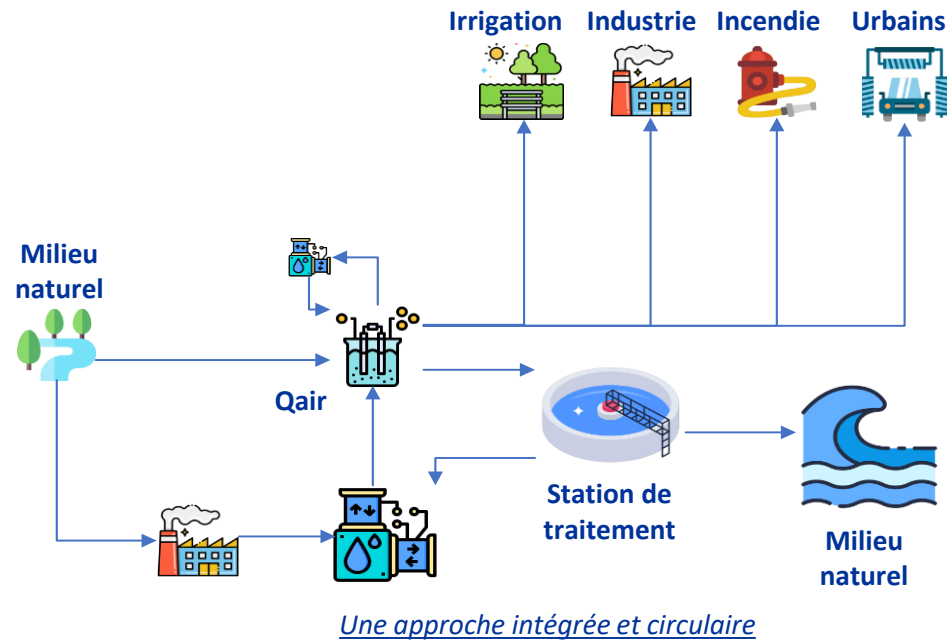
Consommation = Alimentation - Rejet
= Eau électrolysée

VS

Prélèvement = Alimentation

La présence de polluant dans l'eau électrolysée dégrade le rendement et le système.

Des solutions pour limiter la pression sur la ressource hydraulique



Mise en œuvre de la règle des 3R :

- Réduire les consommations
- Recycler
- Réutiliser en interne et externe



Réduire les consommations :

- Utilisation d'eau non-conventionnelle
- Refroidissement en circuit fermé
- Suivi des débits

Recycler :

- Optimisation du rendement eau du site

Réutilisation des eaux de l'usine :

- Irrigation
- Usage industriel
- Eaux incendies
- Usages urbains

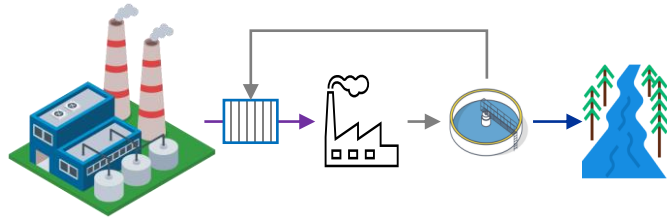
Un traitement par
opération de séparation
pour éviter les polluants



Une concentration de
notre alimentation en eau

Eau non-conventionnelle : REUT

Industrielle



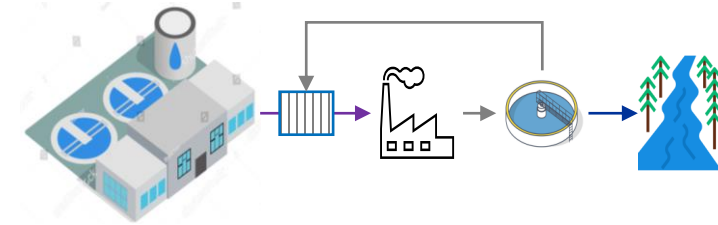
Vision macroscopique d'un scénario de réutilisation des eaux d'un site industriel

Variabilité qualitative, quantitative
et pour chaque site industriel



Pas de filière « type »

STEU



Vision macroscopique d'un scénario de réutilisation des eaux d'une STEU

Toutes les stations de traitement
urbaines doivent respecter des normes
de rejet communes et permettant un
rejet au milieu



Filière similaire à celle
des eaux de surface

Contraintes techniques :

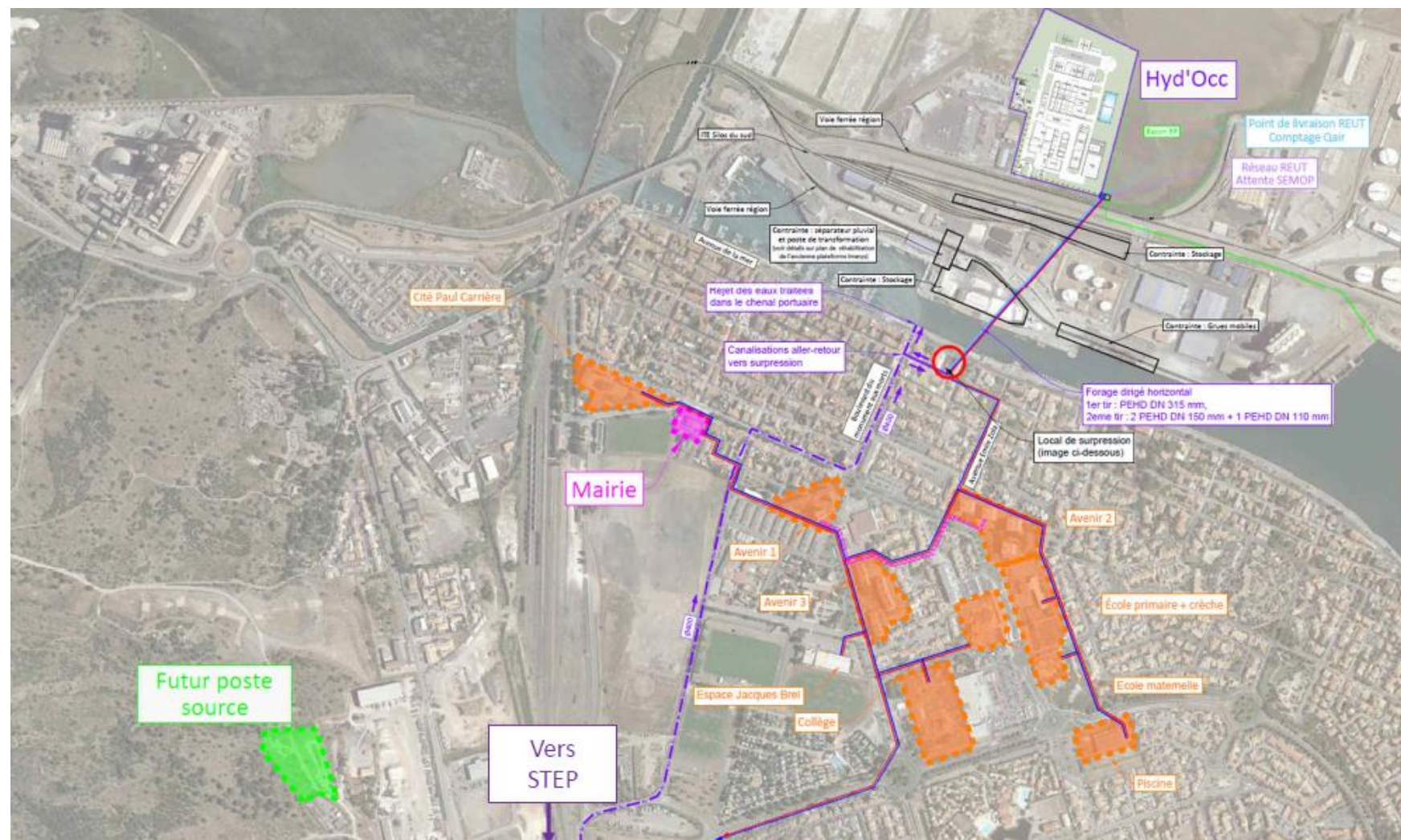
- Pentés
- Obstacles
 - Canal
 - Voies ferrées

Contraintes réglementaires :

- Traversé de terrain privé
- Autorisation de forage dirigé

Contrainte organisationnelle :

- Responsabilité
- Schéma organisationnel



REUT Hyd'Occ – Adéquation quantitative Qair

Gisement :

- ✓ Station d'épuration de Port-La-Nouvelle
- ✓ 1500m³/h en moyenne
- ✓ Saisonnalité (Tourisme/Perméabilité réseau)

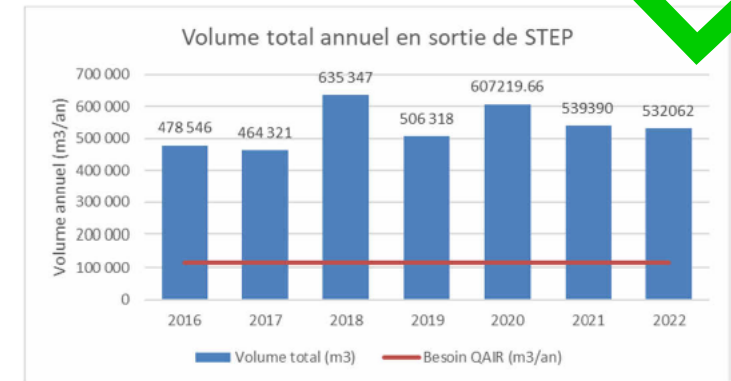


Station d'épuration de PLN

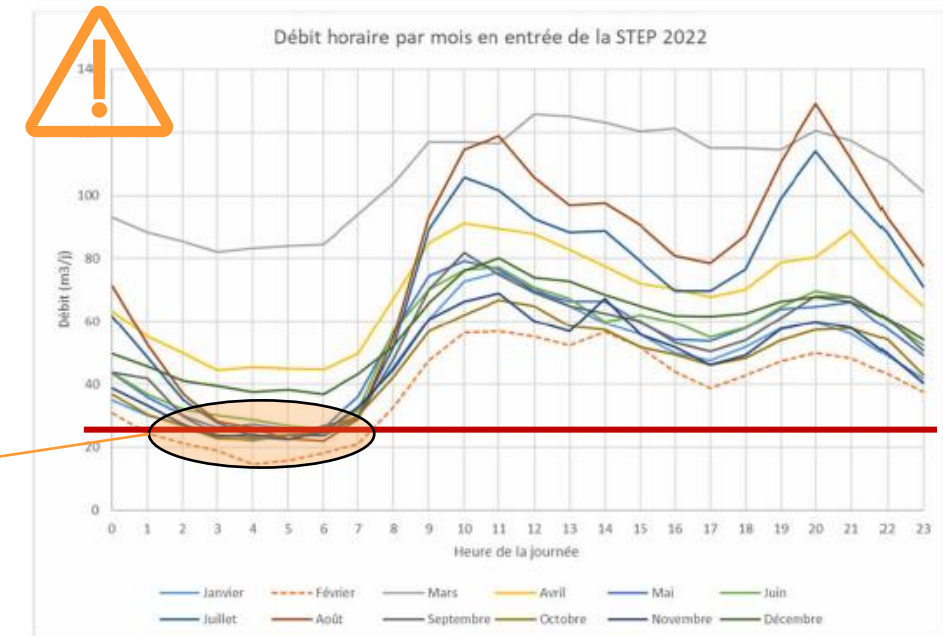
Usage :

- ✓ Fonctionnement en continu et stable
- ✓ Rupture d'approvisionnement critique
- ✓ Consommation maximale 115 000m³/an (Qualité potable)

Stockage tampon



Analyse au pas annuel de la corrélation gisement/usage



Débit de la station au pas horaire par mois sur 2022

Objectif : Qualité « potable » pour ne pas perturber la filière de production d'eau UP

Période	Résultats des analyses qualité sur l'eau sortie STEP PLN								Valeurs souhaitées (inférieures à)	Unité	
	Eté		automne		Hiver		Printemps				Minimum
Date de prélèvement	22/08/2022	31/08/2022	22/11/2022	29/11/2022	15/02/2023	02/03/2023	11/05/2023	17/05/2023			
Température de l'eau (°C)	26,4	27,3	16,6	16,3	19,5				16,3	21,22	27,3
Carbone organique total (mg/LC)	7,8	8,7	7,2	7,1	6,8	9,5	18	8,3	6,8	9,175	18
pH	7,74	7,88	7,73	7,58	7,63	7,63	7,74	7,94	7,58	7,73375	7,94
Demande chimique en oxygène (mg/L)	23	17	32	27	21	28	26	22	17	24,5	32
Chlorures (mg/L)	465	559,7	1421,6	1143,9	809,6	864,2	765,5	721,3	465	843,85	1421,6
Sulfates (mg/L)	86,9	101,9	262,9	215,9	150,4	151,3	137,2	128,1	86,9	154,325	262,9
Turbidité (NFU)	2,38	1,02	216	2,26	1,96	2,57	4,31	2	1,02	29,0625	216
Conductivité électrique brute à 25°C (µS/cm)	1950	186	5040	4170	3090	3330	2480	2510	186	2844,5	5040
Conductivité électrique calculée à 20°C (µS/cm)	1747,31	166,67	4516,13	3736,56	2768,82	2983,87	2222,22	2249,10	166,67	2548,83513	4516,12903
Titre alcalimétrique TA (°f)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2			
Titre alcalimétrique complet TAC (°f)	21,7	5,3	20,5	18,1	19,8	22,3	20,1	22,5	5,3	18,7875	22,5
Matières en suspension (mg/L)	2,7	3,5	5	4,2	4	4,5	7,8	2,9	2,7	4,325	7,8
Bicarbonates (mg/L)	265	65	250	221	242	272	245	275	65	229,375	275
Digestion acide des métaux	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0			
Fer total (mg/L)	0,189	0,411	0,297	0,406	0,309	0,365	0,317	0,103	0,103	0,299625	0,411
Sodium total (mg/L)	215	259	692	531	369	448	387	340	215	405,125	692
Calcium total (mg/L)	59,5	60,4	110,2	96,1	85,1	90,5	83,4	74,4	59,5	82,45	110,2
Magnésium total (mg/L)	40,3	44,4	94,8	77,6	56,6	63,5	51	45,9	40,3	59,2625	94,8

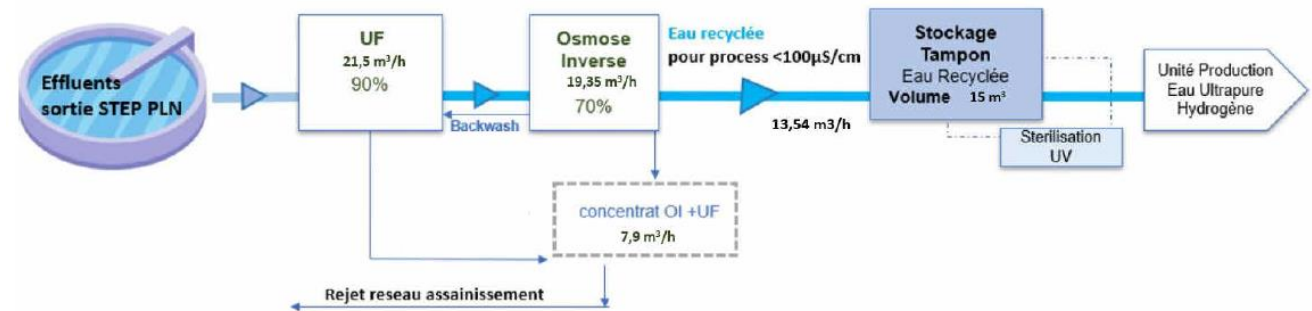
- Variabilité de la qualité
 - Concentrations dans les normes de rejets
 - Exigence en entrée électrolyse importante
- Performance de la station très bonne mais mise à la qualité eau potable nécessaire



Qualité de l'EUT vs spécification en entrée de traitement d'eau

Il s'agit de mettre en place :

- un skid Ultra filtration (UF) de débit capable 21,5 m³/h,
- un skid d'osmose inverse de débit capable 19,5 m³/h,
- une bâche de stockage tampon
- les automates de gestion propres à chaque skid
- les panoplies de vannes et skid de rétrolavage
- les pompes d'alimentation haute pression des skid
- la panoplie skid NEP pour les lavages chimiques des membranes UF et OI

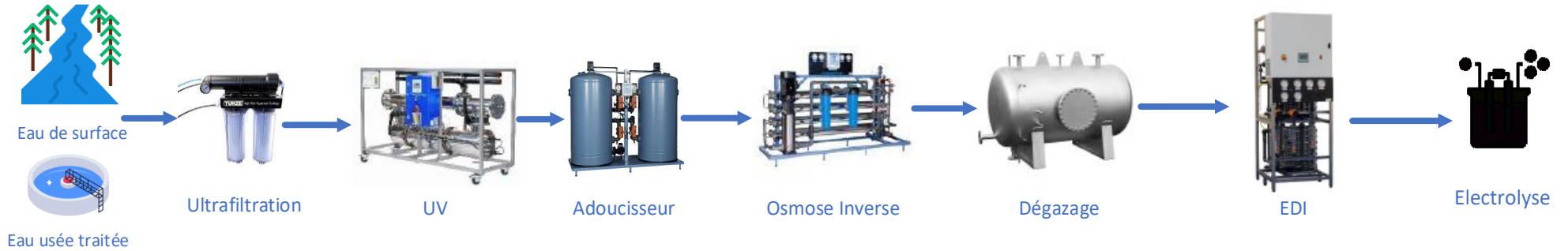


Filière de « potabilisation » proposée par le Cabinet Gaxieux

Cours d'eau de surface et REUT de STEP

Hypothèses :
 Electrolyseur de 40 MW
 70 € / MWh
 Amortissement sur 10 ans

Paramètres abattus	Particules > 1 nm	Stérilisation	Calcaire, Mg, Ca	Métaux, silice, sel...	CO2, N2, O2	Ions restants	Eau ultrapure
--------------------	-------------------	---------------	------------------	------------------------	-------------	---------------	---------------



	Unité	Prélèvement	Ultrafiltration	UV	Adoucisseur	OI	Dégazage	EDI	Total
Perte en eau	%		5%	0%	4%	15%	0%	10%	30%
Consommation électrique	kWh/m ³	0,3	2,2						2,5 kWh/m ³
CAPEX	k€	130k€	425 k€						555 k€
Coût de revient	€/m ³		0,175 €/m ³ élec + 0,932 €/m ³ CAPEX + 0,084 €/m ³ consommable						1,2 €/m ³

Débit en entré filière : 9,1 m³

$\eta_{\text{eau}} = 70 \%$
 Coût = 1,2 €/m³
 Impact prix H2 = 0,011 €/kg H2

Débit en entré ELY : 7,0 m³

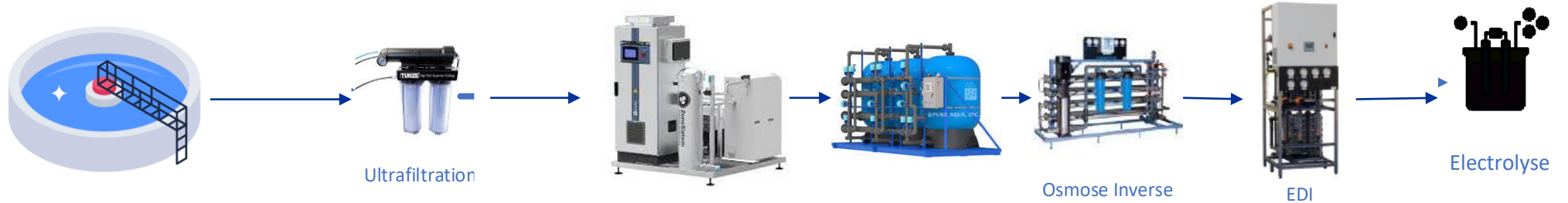
REUT de STEP



Hypothèses :

Electrolyseur de 40 MW
70 € / MWh
Amortissement sur 10 ans

Paramètres abattus	Particules > 1 nm	Particules > 0,1 nm	Matière organique, bactérie, ...	Métaux, silice, sel...	Ions restants	Eau ultrapure
--------------------	-------------------	---------------------	----------------------------------	------------------------	---------------	---------------



	Unité	Raccordement	Ultrafiltration	Nanofiltration	Ozonateur	Charbon actif	OI	EDI	Total
Perte en eau	%		0%	10%	0%	0%	8%	7%	23%
Consommation électrique	kWh/m ³			0,5	0,7		0,7	0,35	2,25 kWh/m ³
CAPEX	k€		282		78		210		570 k€
Coût de revient	€/m ³		0,16 €/m ³ élec + 0,96 €/m ³ CAPEX + 0,07 €/m ³ consommable						1,19 €/m ³

Inclure le coût de l'EUT

Débit en entré filière : 9 m³

$\eta_{\text{eau}} = 77 \%$
Coût = 1,19 €/m³
Impact prix H2 = 0,011 €/kg H2

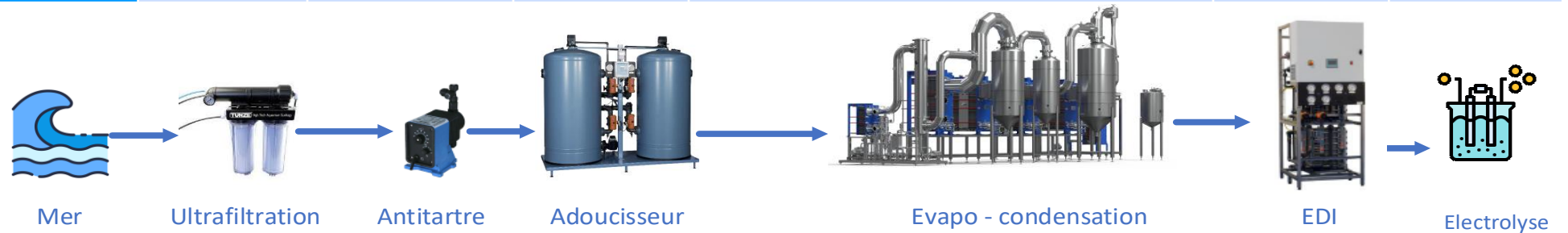
Débit en entré ELY : 7,0 m³

Eau de mer - Distillation sous vide



Hypothèses :
 Electrolyseur de 40 MW
 70 € / MWh
 Amortissement sur 10 ans

Paramètres abattus	Particules > 1 nm	Tartre, CaCO ₃ , Mg(OH) ₂	Calcaire, Mg, Ca	NaCl	Ions restants	Eau ultrapure
--------------------	-------------------	---	------------------	------	---------------	---------------



	Unité	Eau de mer	Ultrafiltration	Anti-scalant	Adoucisseur	Evaporateur	Dévésiculeur	Condensateur	EDI	Total	
Perte en eau	%		3%	0%	4%	70 %			10 %	75 %	
Consommation électrique	kWh/m ³	0,8	2,6 kWh + énergie fatale des électrolyseurs (400 kWh thermique /m3)								3,4 kWh/m ³
CAPEX	k€	195	400						85	680 k€	
Coût de revient	€/m ³		0,24 €/m ³ élec + 1,14 €/m ³ CAPEX + 0,11 €/m ³ consommable								1,50 €/m ³

N'inclut pas le coût de l'émissaire en mer pour pompage et rejet

Débit en entré filière : 28 m³

$\eta_{\text{eau}} = 25 \%$
 Coût = 1,50 €/m³
 Impact prix H₂ = 0,013 €/kg H₂

Débit en entré ELY : 7,0 m³

Eau non-conventionnelle : Eau de mer

Port-Vendres :

TEXEP Aquaviva avec de l'énergie solaire et sans aucun produit chimique

Production de 0,5m³/h

Usages : Nettoyage de voierie



Saint-Cyprien :

Système de dessalement Osmosun

Production de 0,2m³/h

Cuve de 5m³

Usages : Nettoyage de bateaux



Cap Corse :

100 m³ restant dans la réserve communale, d'une capacité de 48 000 m³

Dispositif d'urgence et temporaire

Production de 21m³/h

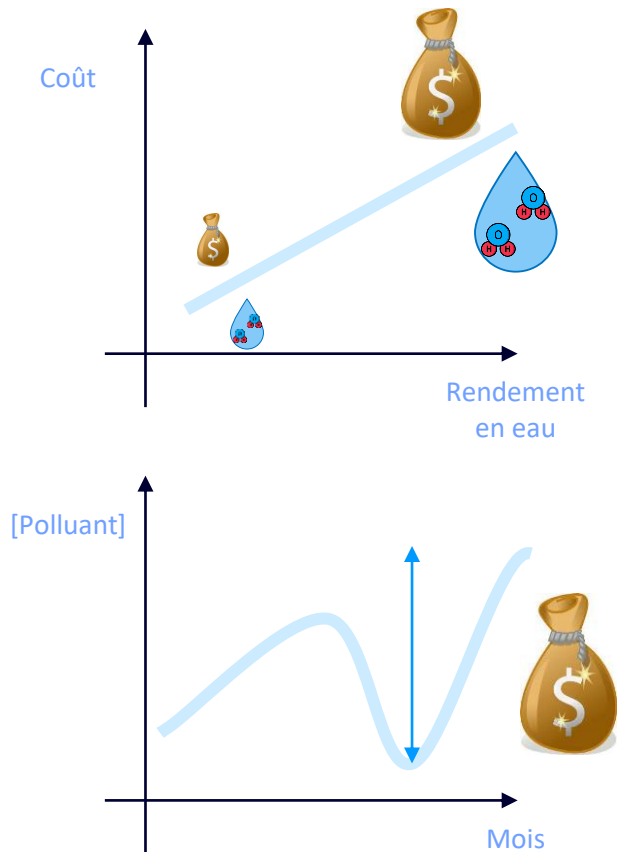
Redémarrer le 24/04/2024

Usages : Eau potable

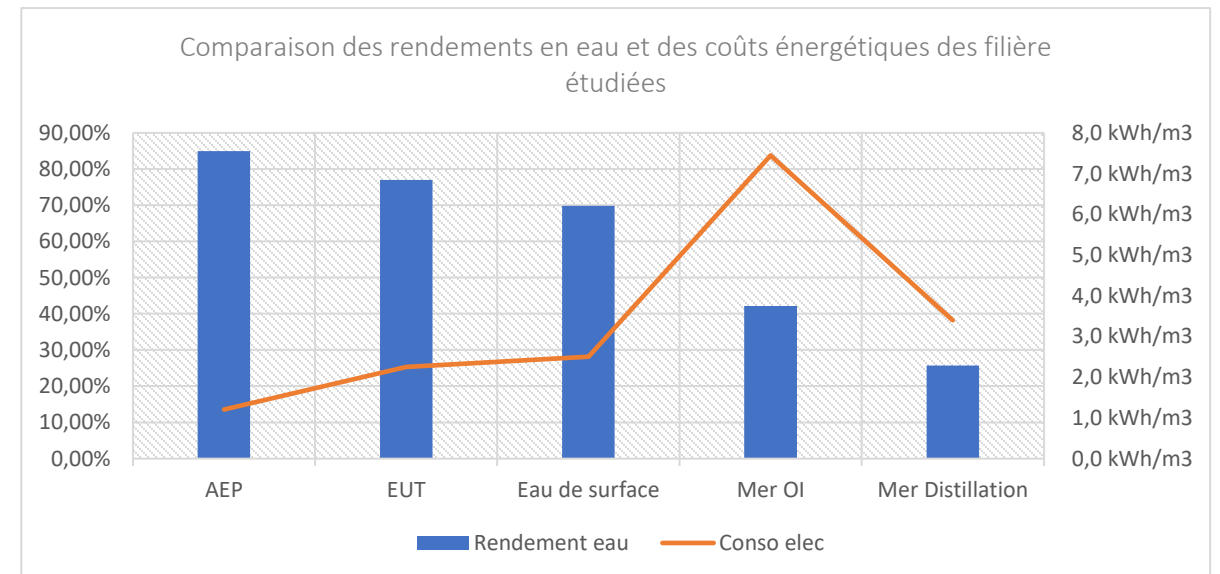


| Synthèse

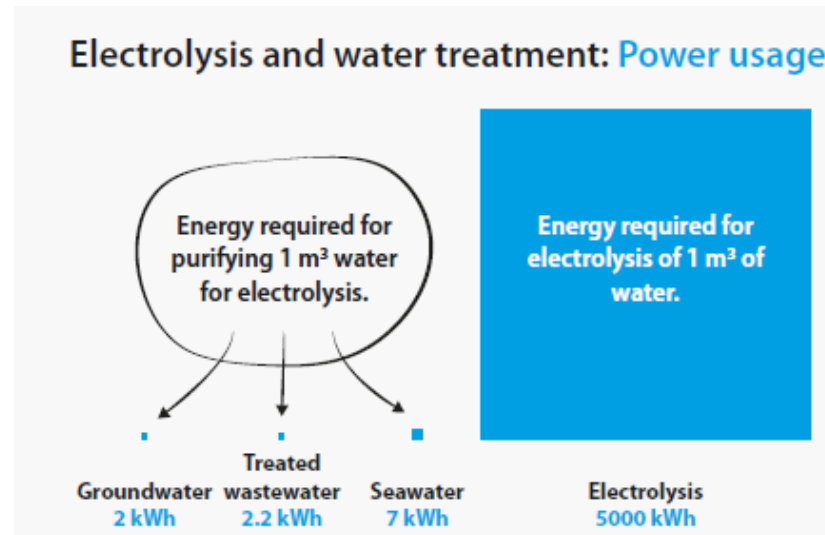
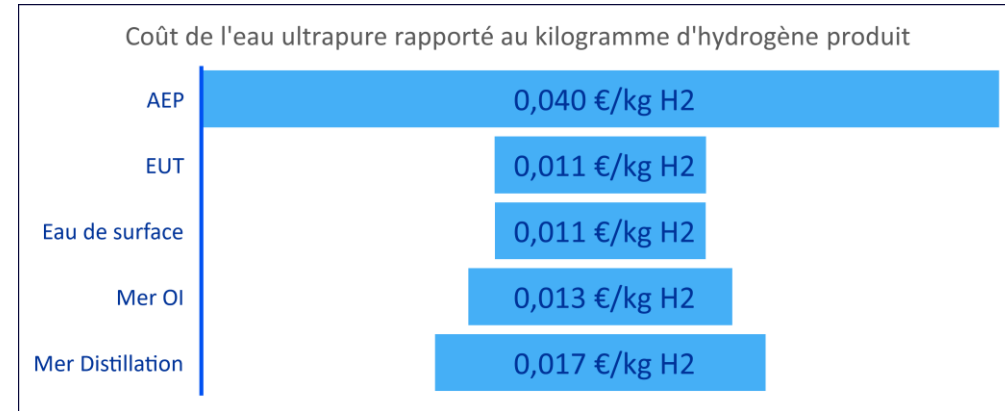
L'approche technique doit être sur mesure :



- La capacité technique d'utiliser toutes les sources
- L'importance de caractériser la source pour réduire les coûts
- Un équilibre technico-économique à trouver
- Une multitude de filière pour chaque source



Un impact économique pour la production d'hydrogène négligeable en comparaison avec l'impact du sujet sur l'acceptation du projet



Carte des sources d'eau alternatives proportionnellement aux puissances d'électrolyse

Projet Hylann



➤ Analyse du territoire :

- Densité industrielle
- STEP importante
- Réseau d'eau industriel ?

➤ Sources identifiées

▪ Rejets industriels :

- ✓ ARKEMA
- ✓ KNAUF
- ✓ AGC

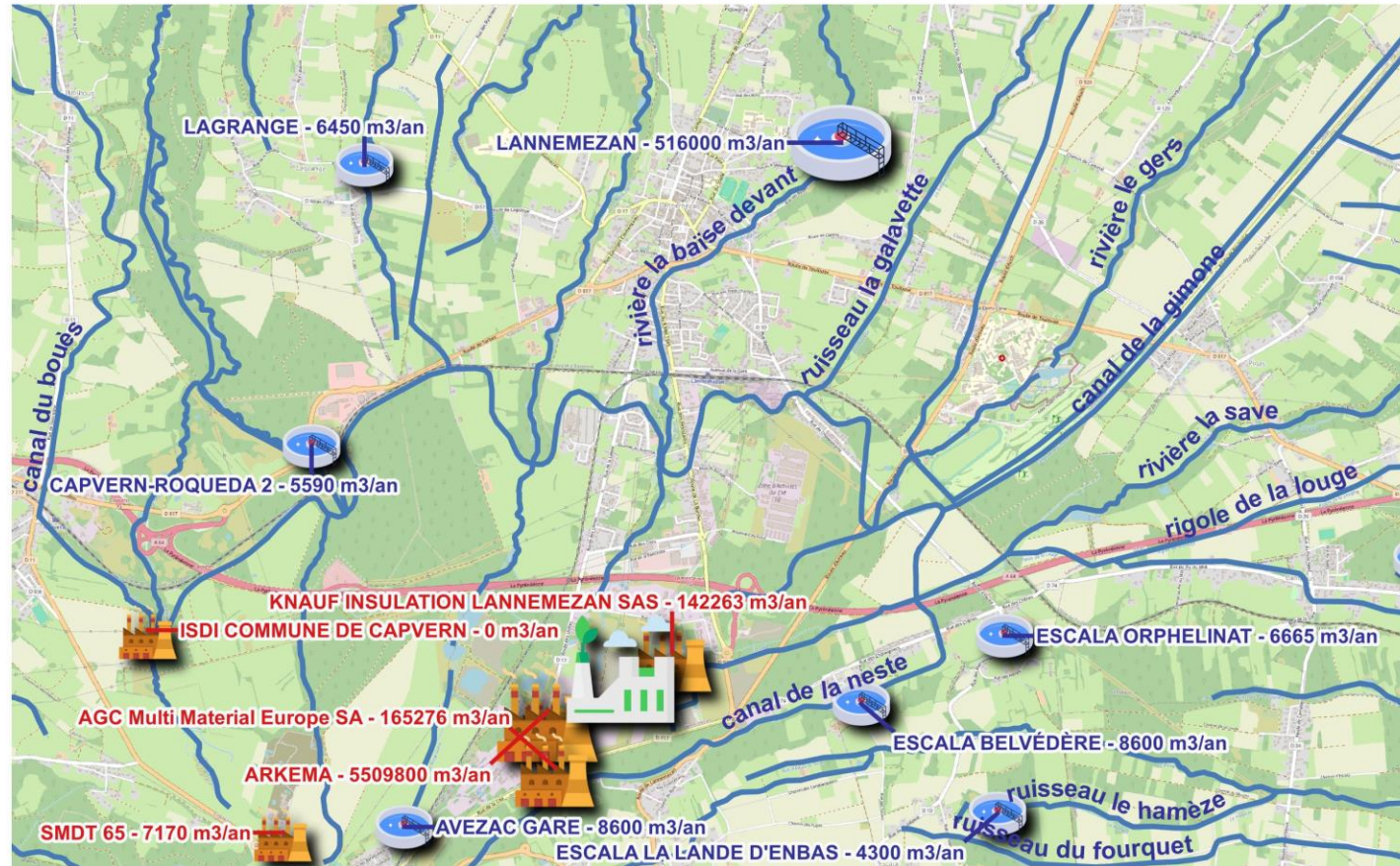


▪ STEP :

- ✓ STEP LANNEMEZAN

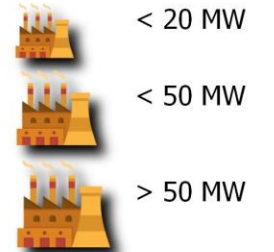
▪ Eau de surface :

- ✓ CANAL DE LA NESTE



LEGENDE

Rejets aqueux industriels



Stations de traitement

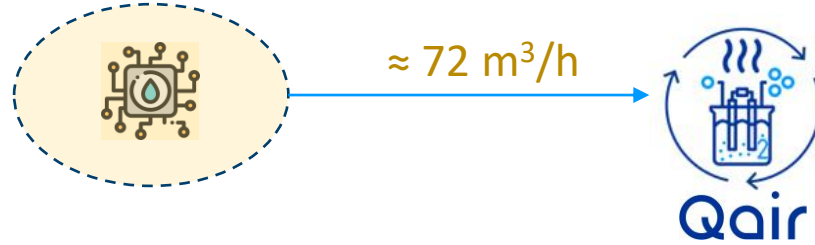


SOURCE : sandre.eaufrance.fr - georisques.gouv.f - ign.fr

Proposition de scénario

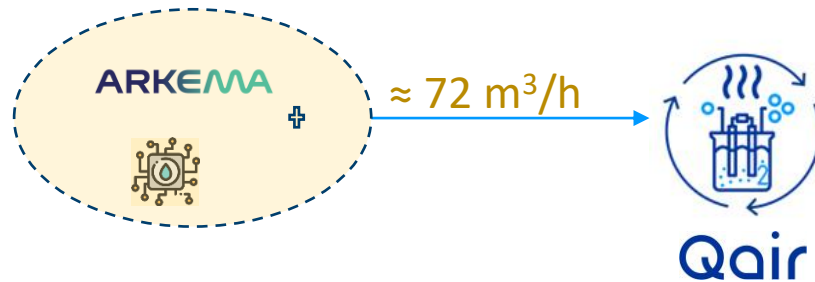
Scénario A : ARKEMA (Canal de la Neste)

Gisements :
✓ Canal de la NESTE



Scénario B : Réutilisation d'un gisement industriel

Gisements :
✓ ARKEMA 650 m³/h



Scénario C : Combinaison d'un gisement industriel et de la STEP Lannemezan

Gisements :
✓ Arkema + STEP Lann
650 + 65 m³/h

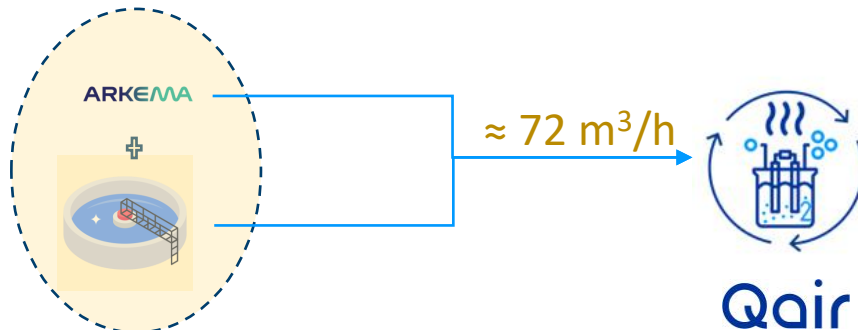


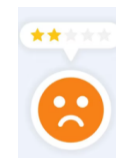
Schéma organisationnel



Deux parties,
contrat classique



Deux parties,
contrat inhabituel

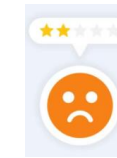


Trois parties,
contrat inhabituel

Fiabilité des sources



Scope métier



Effluent industriel



EUT
Effluent industriel

Evolutivité



Réduction des
rejets



EUT
Réduction des rejets

Priorisation



Partenaires de l'étude

Mandataire



Bureau d'étude



Fournisseurs sondés

