

Schéma National de Réutilisation des Eaux Usées Traitées de la Tunisie **REUT 2050**

**Face à des ressources en eau de plus en plus
rares, la REUT au service des territoires**

Colloque REUSE « INRAE AFEID Chaire EACC » -
17 et 18 octobre – SCP, 13100 Le Tholonet

sebastien.chazot@brl.fr + 33 6 40 60 91 99

mailis.croizer@brl.fr



REUT 2050 – Plan Directeur National de la REUT en Tunisie à l'horizon 2050

- **Bénéficiaire** : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche - DGGREE (génie rural)



- **COPIL** : ensemble des principales institutions concernées. ONAS, Min Agri, Min Santé, Min Environnement, Min Tourisme, Min Industrie ...

- **Maîtrise d'ouvrage** : AFD

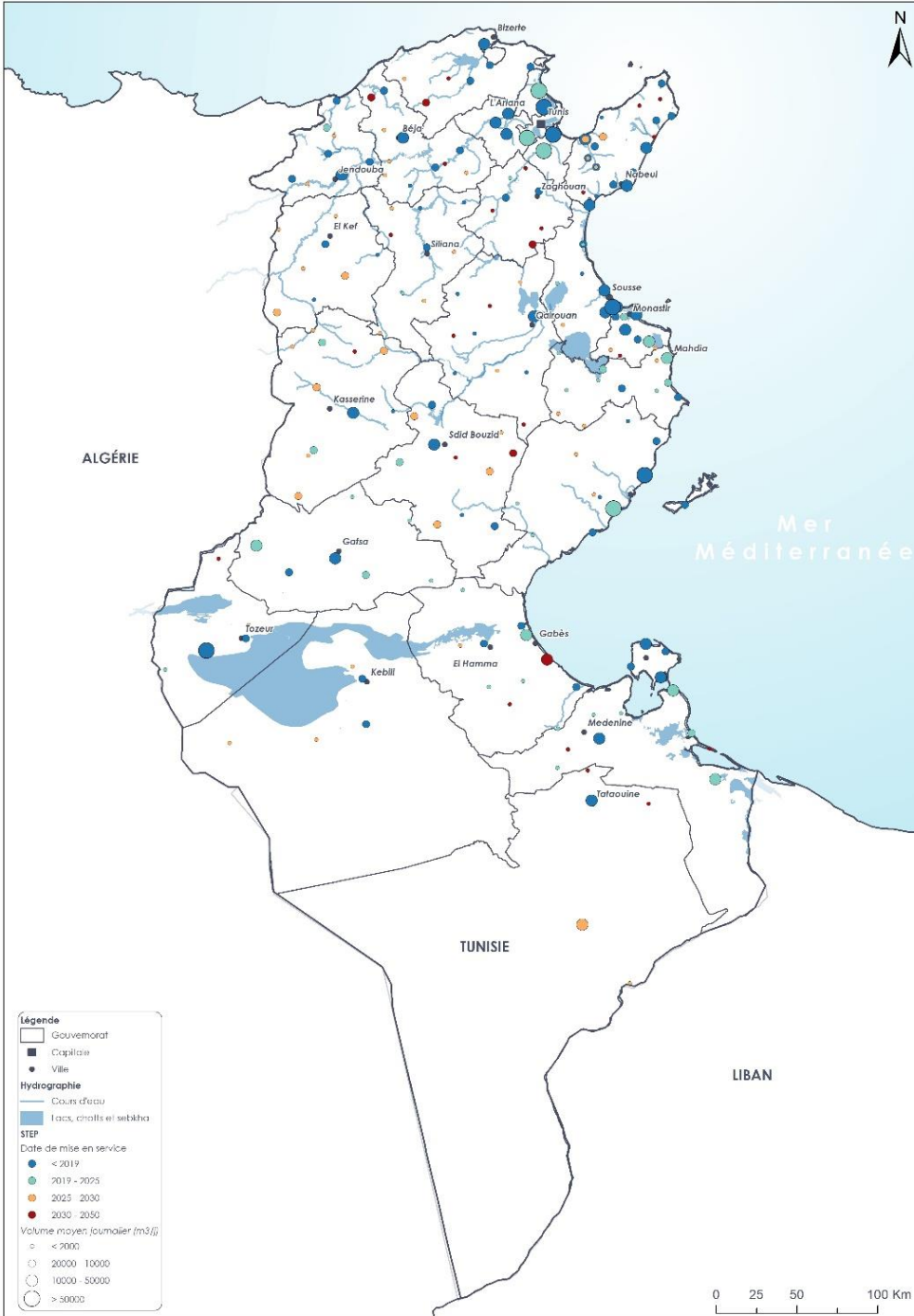


- **Financement** : Facilité Adapt'Action en application de l'accord de Paris (Cop 21)

- **Consultant** : BRLi : équipe de 10 personnes - 5 experts tunisiens et 5 experts français.



- **Durée** : démarrage en novembre 2018



- 163 000 km². 12 millions d'habitants. Plus de 70% urbain
- Croissance démographique (1 % d'accroissement par an)
- Questionnement sur la **sécurité alimentaire**
- **Incertitude politique**
- Volonté de décentralisation mais **organisation verticale et centralisée.**
- **Bilan hydrique déjà très déficitaire** (nappes surexploitées et déficit remplissage des barrages)
- Précipitation moyenne 200 mm (de moins 100 à plus de 1000 selon les zones).
- **Changement climatique.** Fort impact sur les ressources en eau
- Démarche prospective **EAU 2050** en cours
- 122 STEP. très majoritairement sur le littoral. 200 à terme.
- Gestion par l'ONAS sous tutelle Min Env

Les défis de REUT 2050

La Tunisie aujourd'hui

La Tunisie en 2050

300 Mm³ d'EUT produits
120 STEP
Environ 8 % des EUT réutilisées

Plus de 550 Mm³ d'EUT produits
Plus de 200 STEP
Objectif 80 à 100 % des EUT réutilisées



Défis (entre autres)

Changement climatique
Bilan hydrique déficitaire
Hausse des besoins en eau
Sécurité alimentaire
Gouvernance
Energie
Images des EUT dégradées suite à de
mauvaises expériences

Comment la REUT à grande échelle peut servir les territoires dans un pays
en grand stress hydrique ?

DIAGNOSTIC

PROSPECTIVE

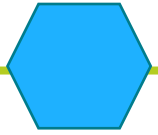
SCHEMA DIRECTEUR

REUT 2050 : une approche multi thématiques et intégrée



REUT 2050 : une approche multi thématiques et intégrée





- *Défis :*

- cloisonnement des directions ministérielles.
- vision intégrée des ressources en eau pas assez développée
- stress hydrique majeur. Un bilan déjà négatif.

- *Outils :*

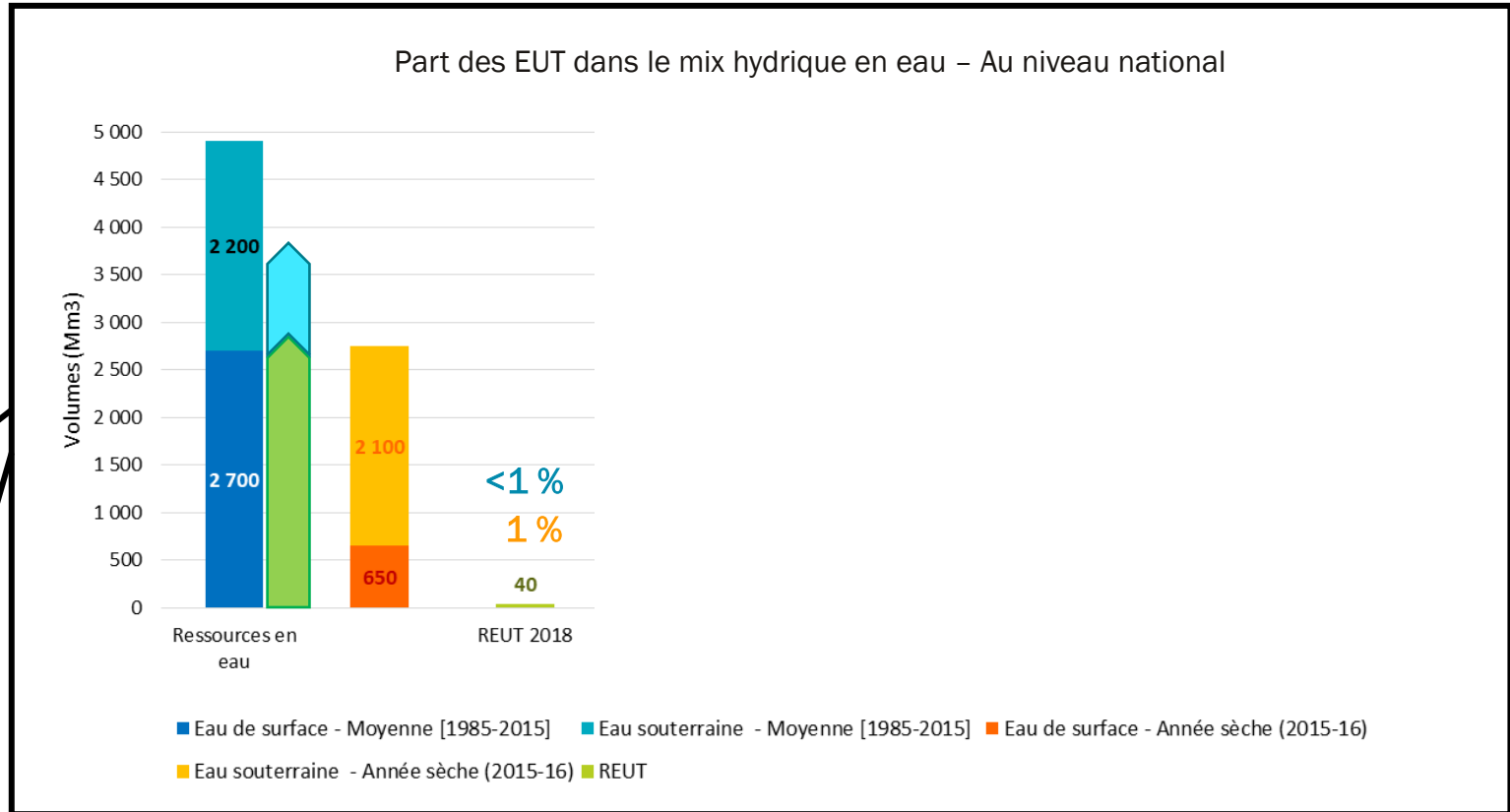
- Établissement de bilans hydriques intégrant **EUT ET toutes les autres ressources**
- Analyse Coûts Bénéfices à large échelle, intégrant les autres ressources

- *Propositions BRLi :*

- Se poser la question de la pertinence de la REUT au regard de la situation des STEP dans les bassins versants (amont vs. aval). Toute REUT n'est pas pertinente.
- Accent mis sur la **SUBSTITUTION** (limiter le développement de nouvelles consommations d'eau)
- Projets avec mixage de ressources

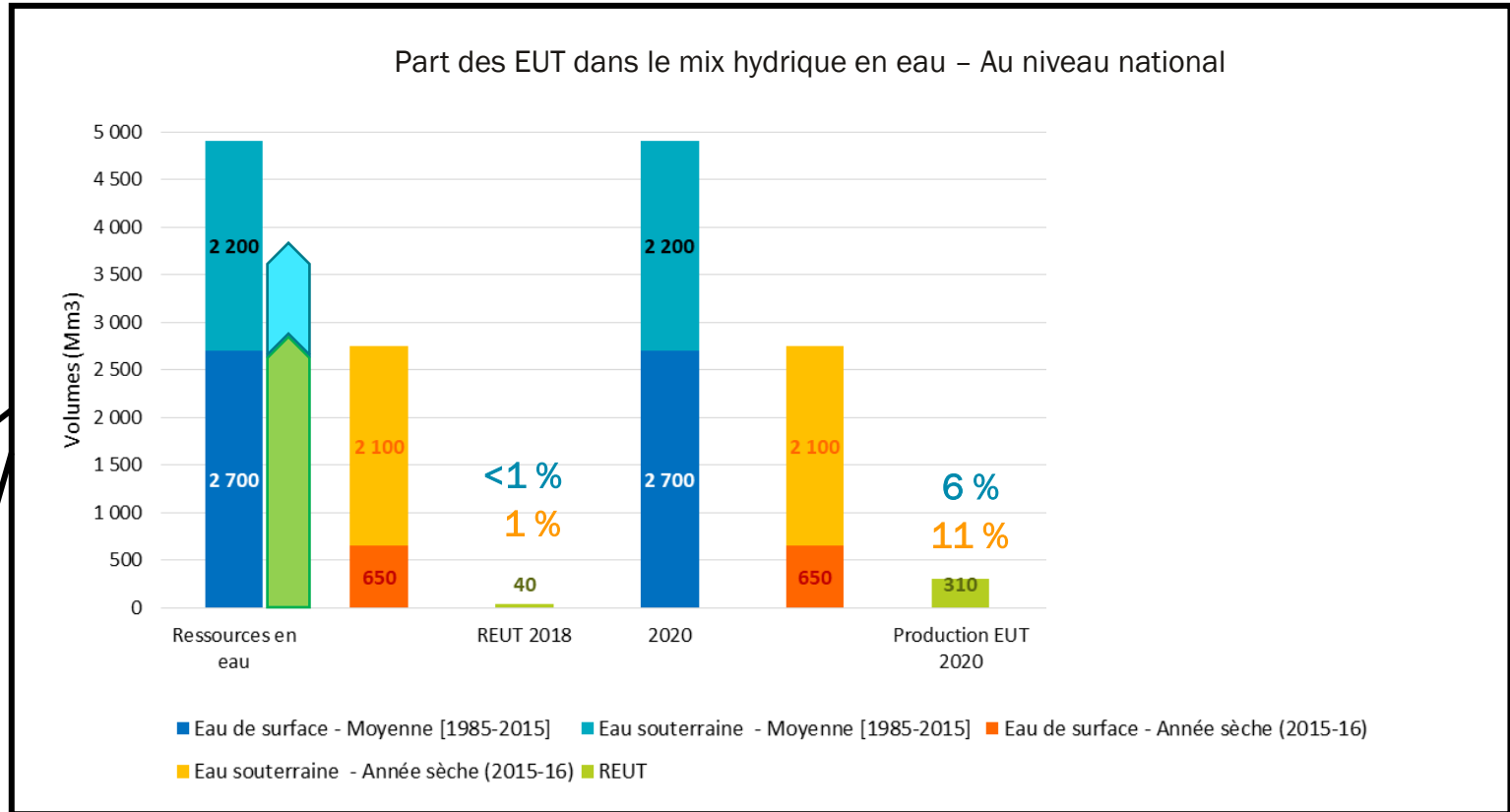
REUT et réduction du stress hydrique

- Les EUT dans le bilan hydrique de la Tunisie : un potentiel de substitution significatif



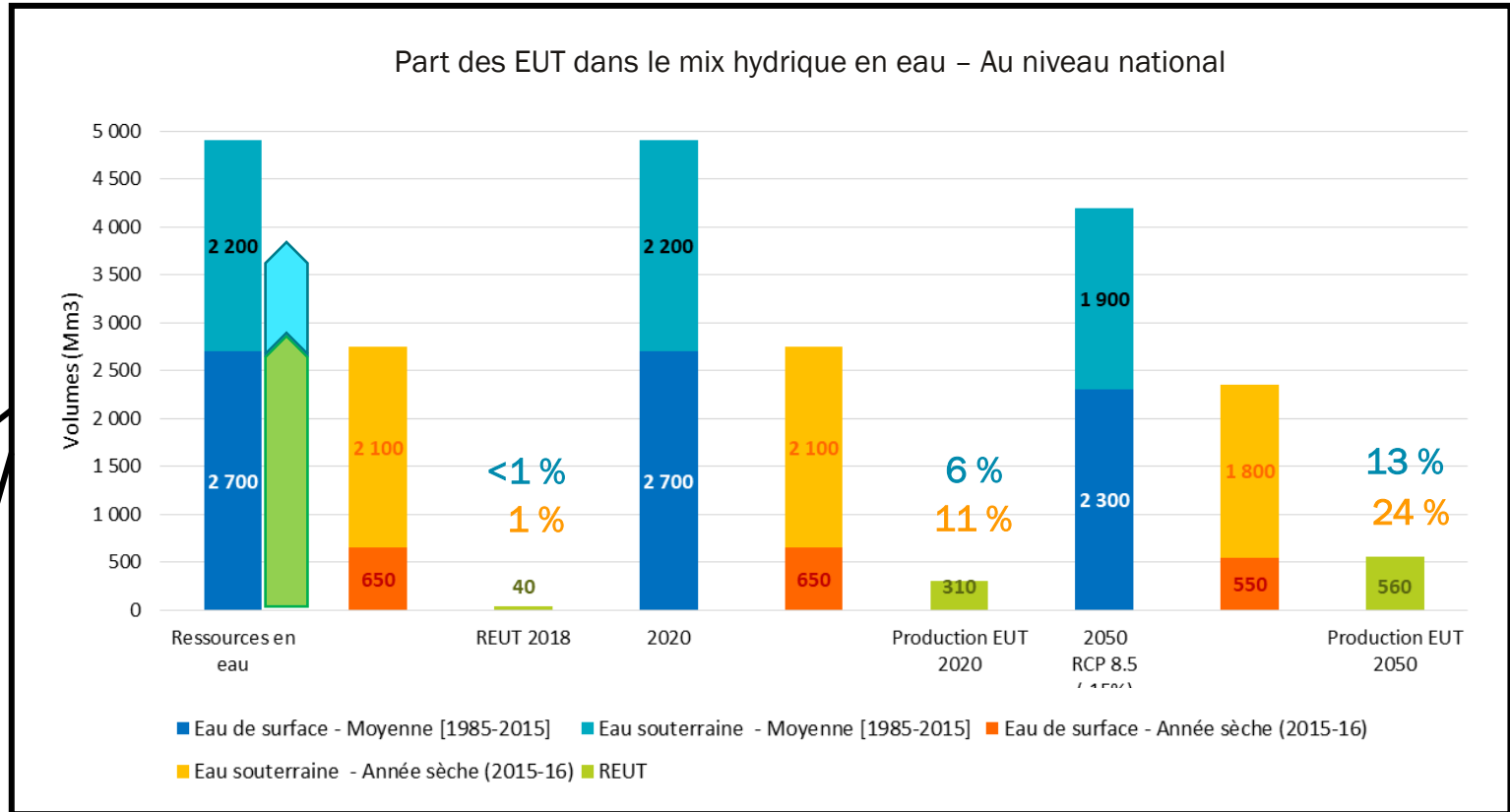
REUT et réduction du stress hydrique

- Les EUT dans le bilan hydrique de la Tunisie : un potentiel de substitution significatif



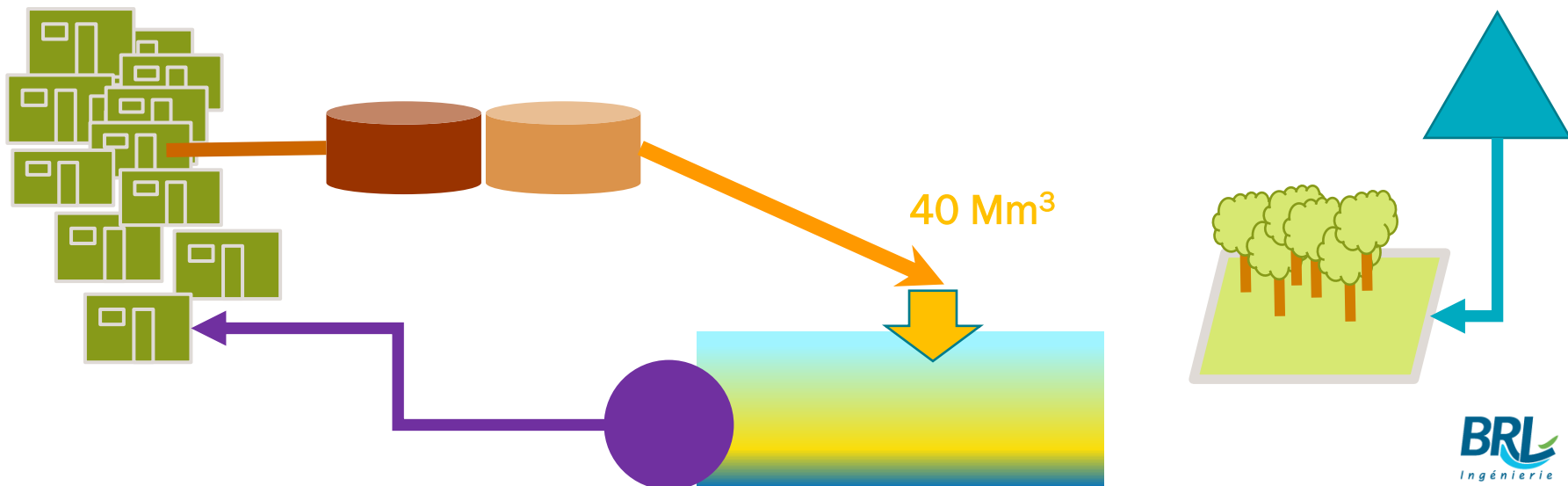
REUT et réduction du stress hydrique

- Les EUT dans le bilan hydrique de la Tunisie : un potentiel de substitution significatif



Est-il intéressant de remplacer une ressource conventionnelle par des EUT sur un périmètre existant ?

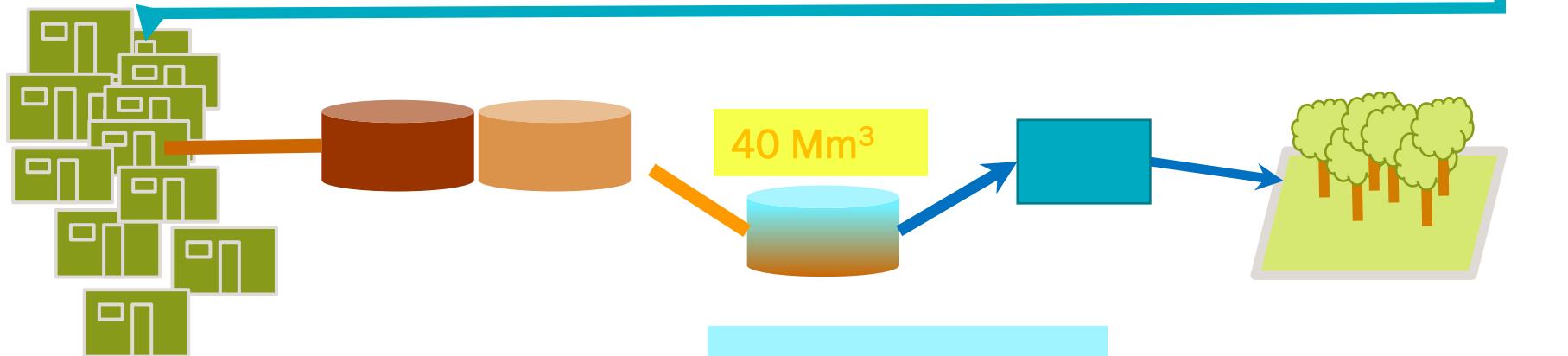
REFERENCE



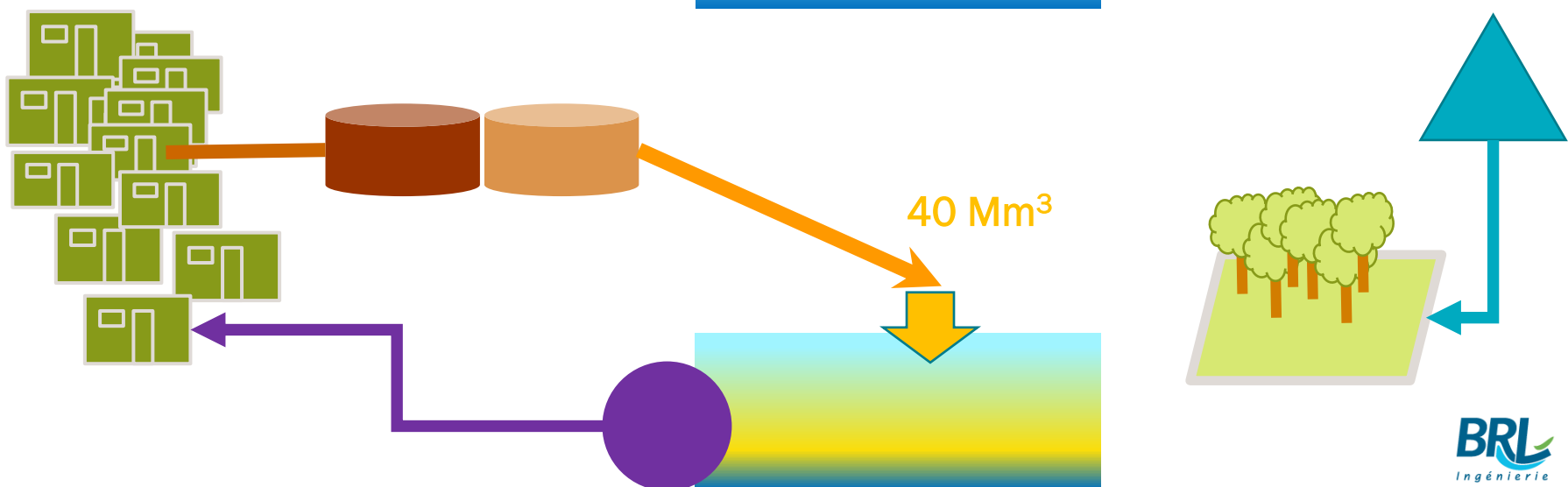
Est-il intéressant de remplacer une ressource conventionnelle par des EUT sur un périmètre existant ?

AVEC PROJET

40 Mm³



REFERENCE



Situation de référence

- Construction d'un émissaire
- Conséquences socio-économiques et environnementales des rejets en mer
- Périmètre irrigué avec des eaux superficielles
- Construction d'une unité de dessalement pour l'AEP

Situation avec projet

- Traitement additionnel au niveau III
- Transfert des EUT à x km du littoral
- Stockage des EUT
- Périmètre irrigué avec des EUT
- Traitement au niveau AEP des eaux superficielles libérées par la substitution

Résultat :

Une Valeur Actualisée Nette très positive

Le coût du dessalement + externalités négatives est supérieur aux coûts additionnés :

- (i) du traitement et du stockage des EUT pour l'irrigation et
- (ii) du traitement de l'eau surface libérée au niveau AEP

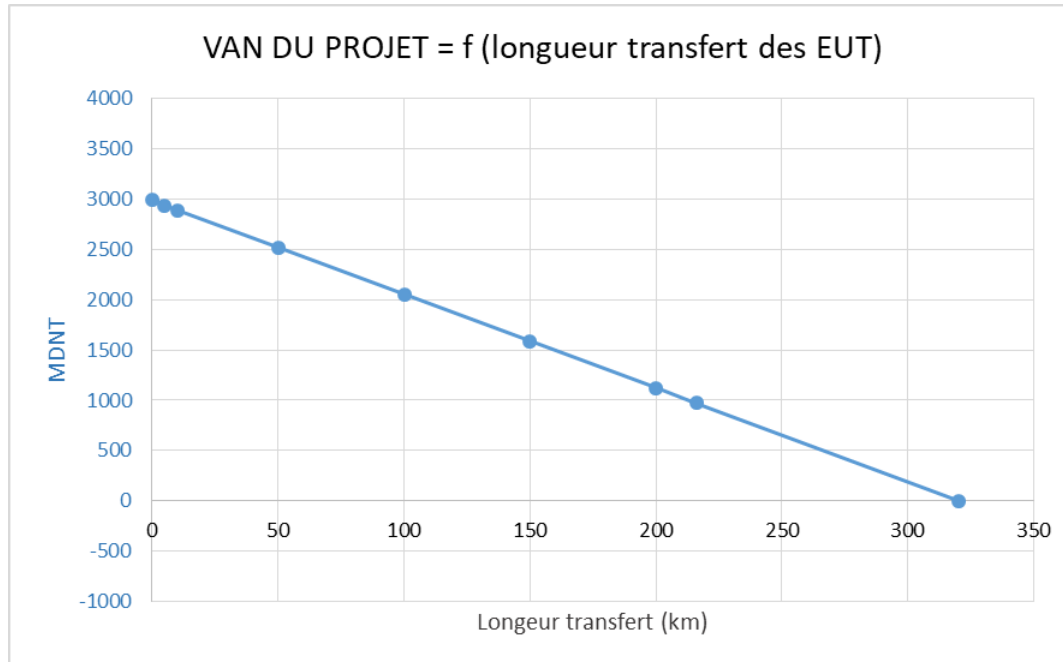
Un Bilan en énergie (et en CO2 eq) très positif (ordre de grandeur 10 à 15)

énergie pour le dessalement (3,5 kWh/m³) >>

énergie pour traitement III EUT (0,08 à 0,3 kWh/m³) et pour potabilisation eau de surface (0,15 kWh/m³)

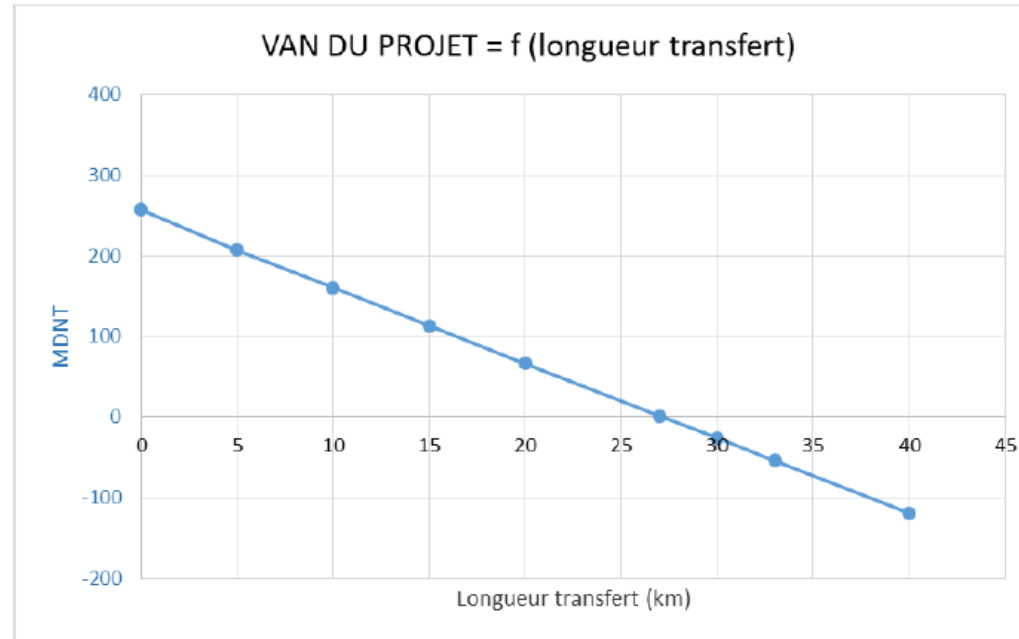
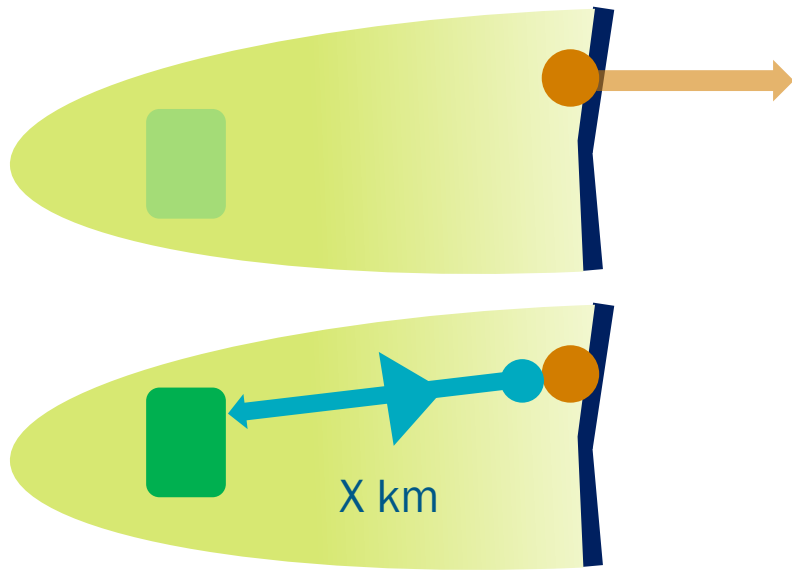
Est-il intéressant de remplacer une ressource conventionnelle par des EUT sur un périmètre existant ?

La VAN reste positive même avec un transfert de plusieurs dizaines de km



Energie : 150 km transfert éq en énergie à dessalement

Autres Analyses Coût Bénéfices ...



ACB : est il intéressant de transférer des EUT à x km du littoral pour irriguer des oliveraies non irriguées aujourd'hui ?





- Constat :
 - Des déficits des traitements II. Non conformités.
 - Prix inférieur au coût
 - Energie de plus en plus chère
 - Vision parfois maximaliste en terme d'ambition de traitement à court moyen terme
- Outils :
 - Une approche systématique des process de traitement III / coût / énergie des plus simples au plus élaborés. Balayage de toutes les familles d'usages possibles.
- Propositions BRLi :
 - Mettre en œuvre concrètement une approche multi-barrières et adapter les traitements
 - Intégrer la **réalité des coûts dont dépenses en énergie** et de la montée en gamme technologique possible

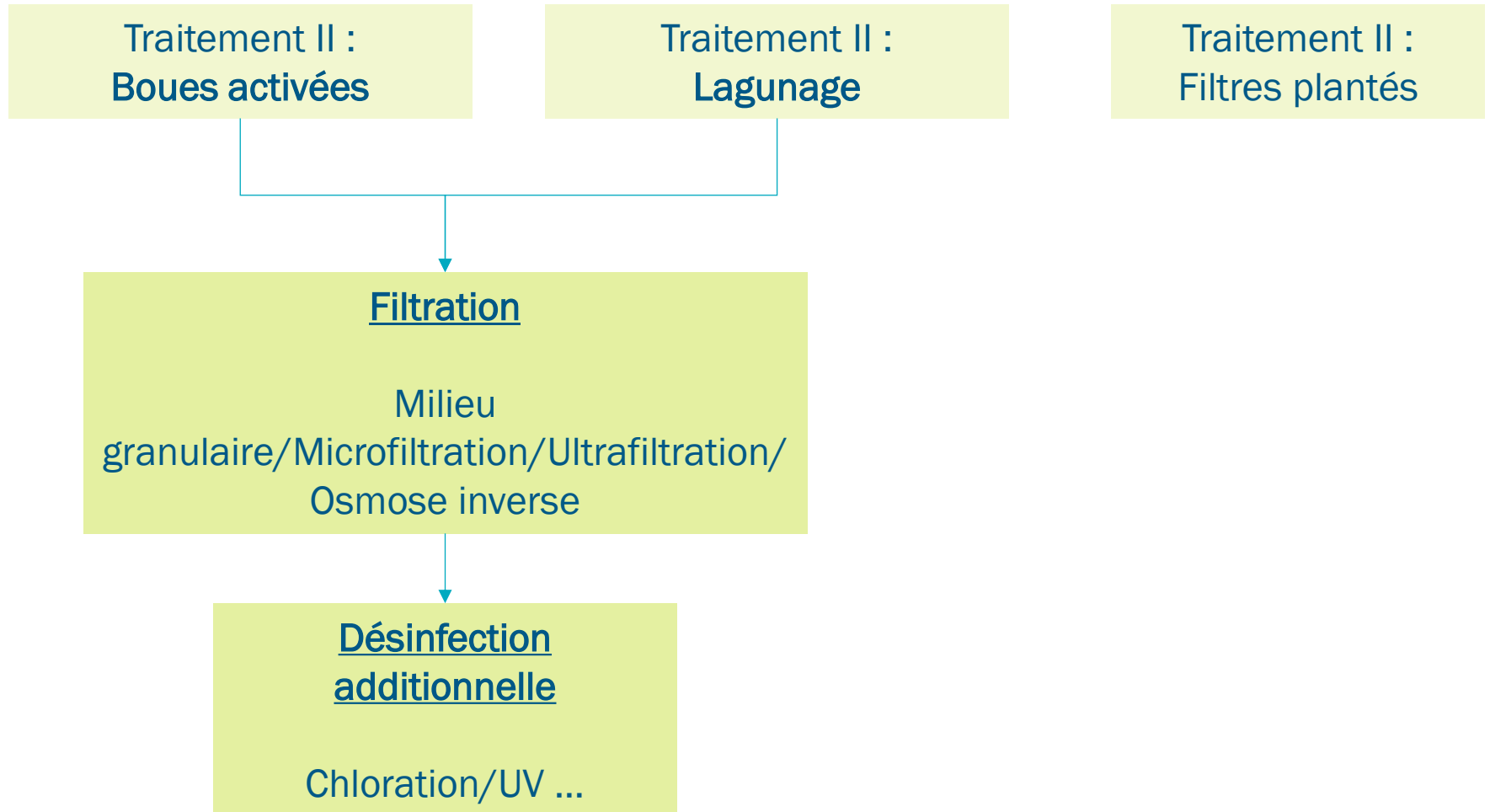
Mise au point d'une gamme technologique de traitement

Catégorie	Type d'eaux usées traitées	Traitement nécessaire pour atteindre cette qualité	Exigences minimales de qualité de la norme ISO				
			DBO ₅ (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidité en NTU	Coliformes thermotolérants (nombre/ 100 ml)	œufs d'helminthes nombre / Litre
A	EUT Très haute Qualité	Secondaire + Filtration sur lit de contact (MBBR) ou filtration sur membrane + Désinfection	≤10	≤10	≤5	≤100	≤1
B	EUT Haute Qualité	Secondaire + Filtration + Désinfection	≤20	≤25	-	≤1000	≤1
C	EUT Bonne Qualité	Secondaire + Désinfection	≤35	≤50	-	≤10000	≤1
D	EUT Qualité Moyenne	Secondaire ou clarification à grande vitesse avec coagulation floculation et désinfection si	≤100	≤140	-	-	≤1
E	EU après traitement extensif	Systèmes de lagunage et zones humide	≤35	-	-	-	-

Pour mémoire

Traitement proposé par l'ONAS dans les schémas directeurs	30	10			≤1
Normes tunisiennes 106.03	30	30			≤0
Arrêté du 26 mars 2018	30	30			≤1

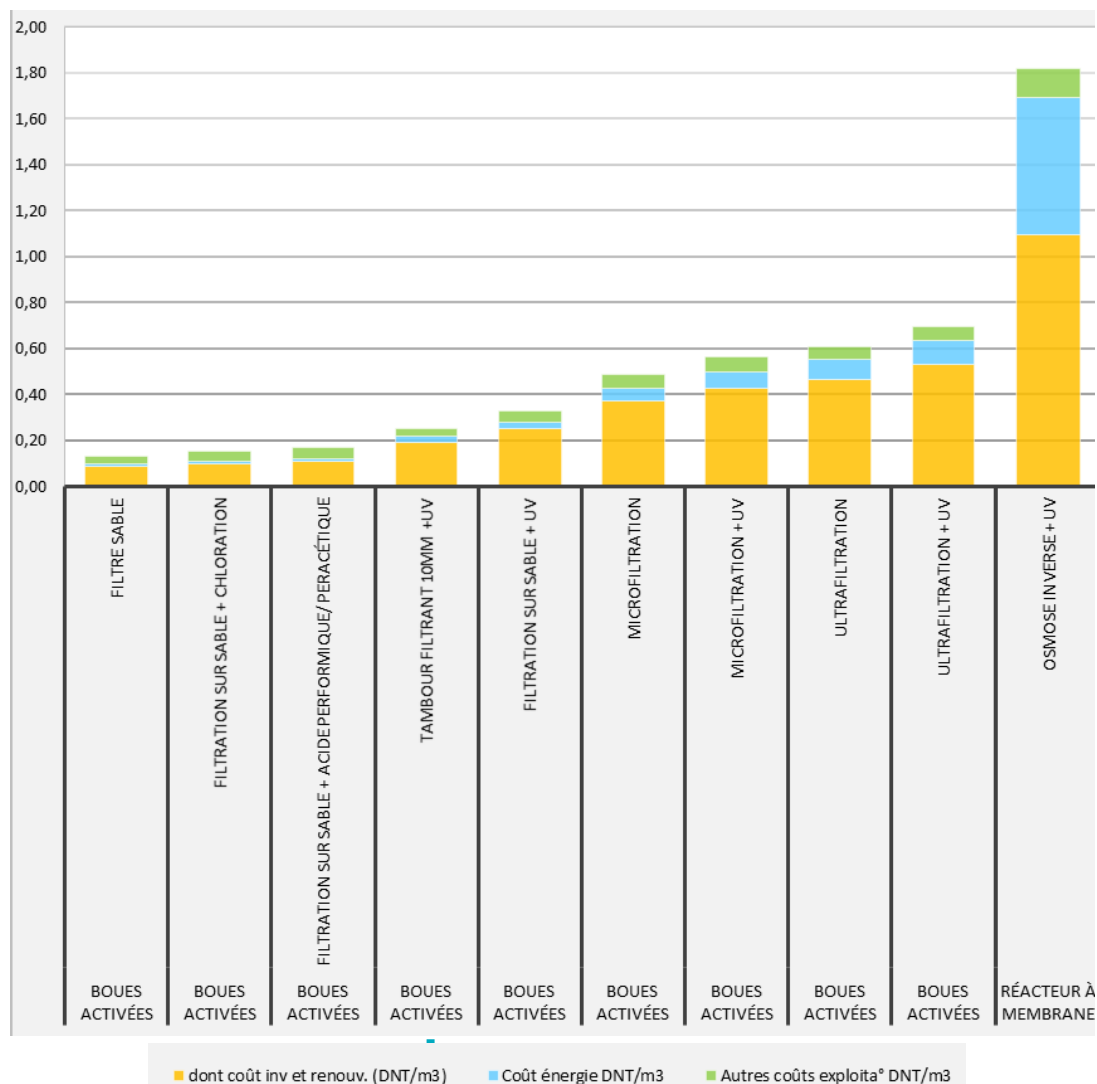
Référentiel de Scénarios de traitement pour des qualités croissantes



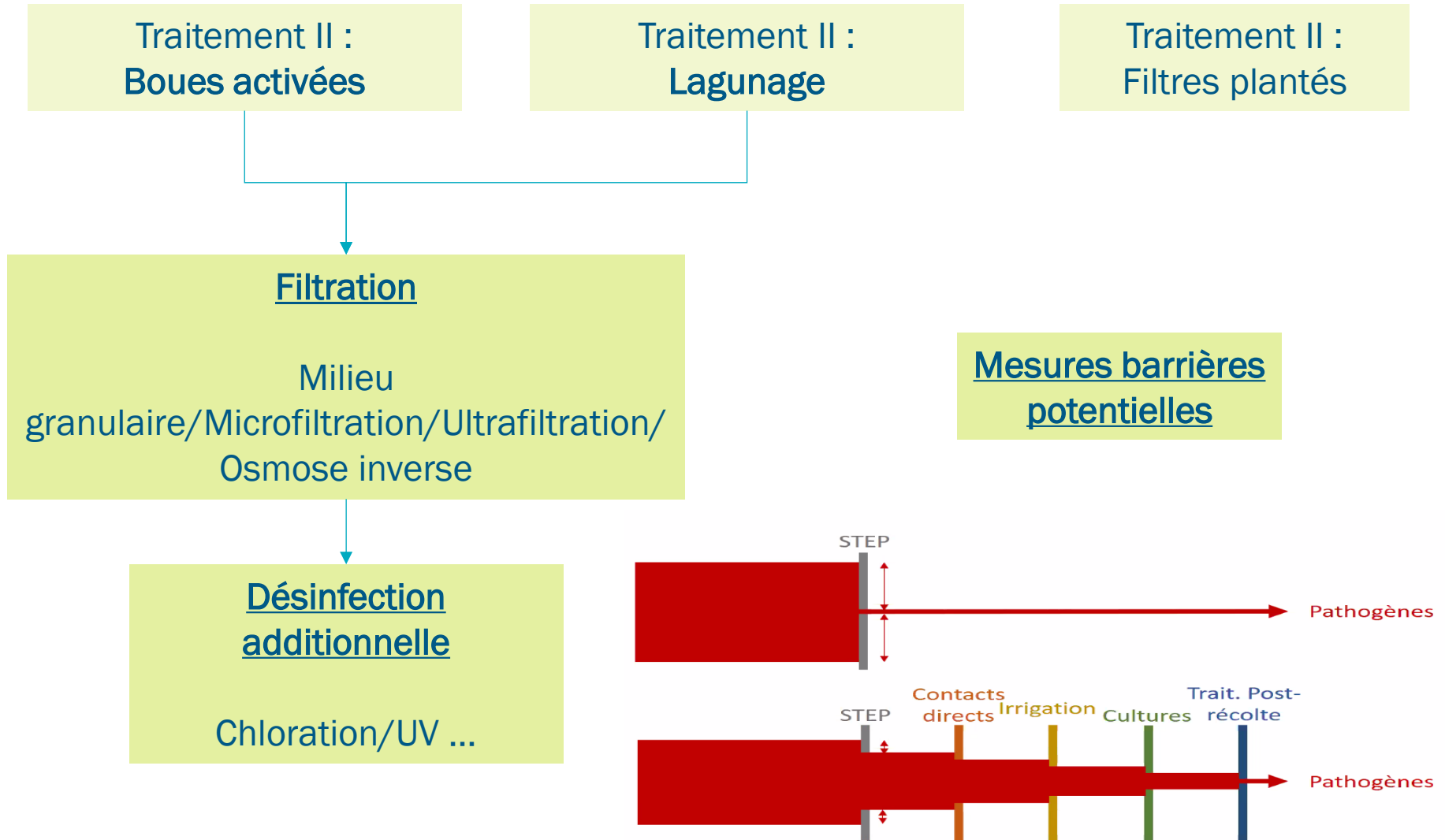
Estimation des coûts – exemple de résultats – coût global au m3

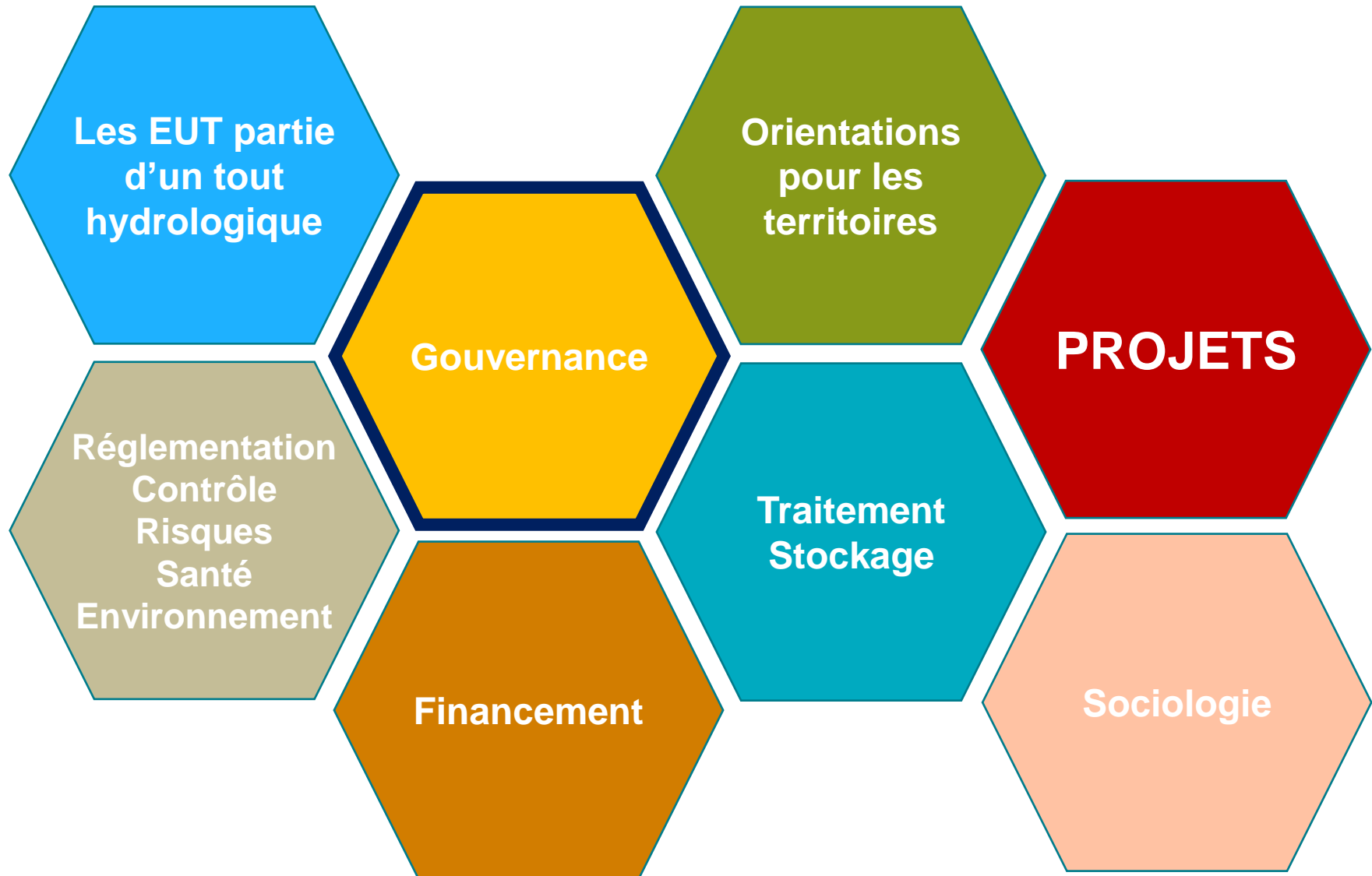
Exemple de décomposition du Coût supplémentaire du traitement en DNT/m3
(pour les STEP comprises entre 10 000 et 80 000 eq.hab)

Idem avec
Energie



Référentiel de Scénarios de traitement pour des qualités croissantes

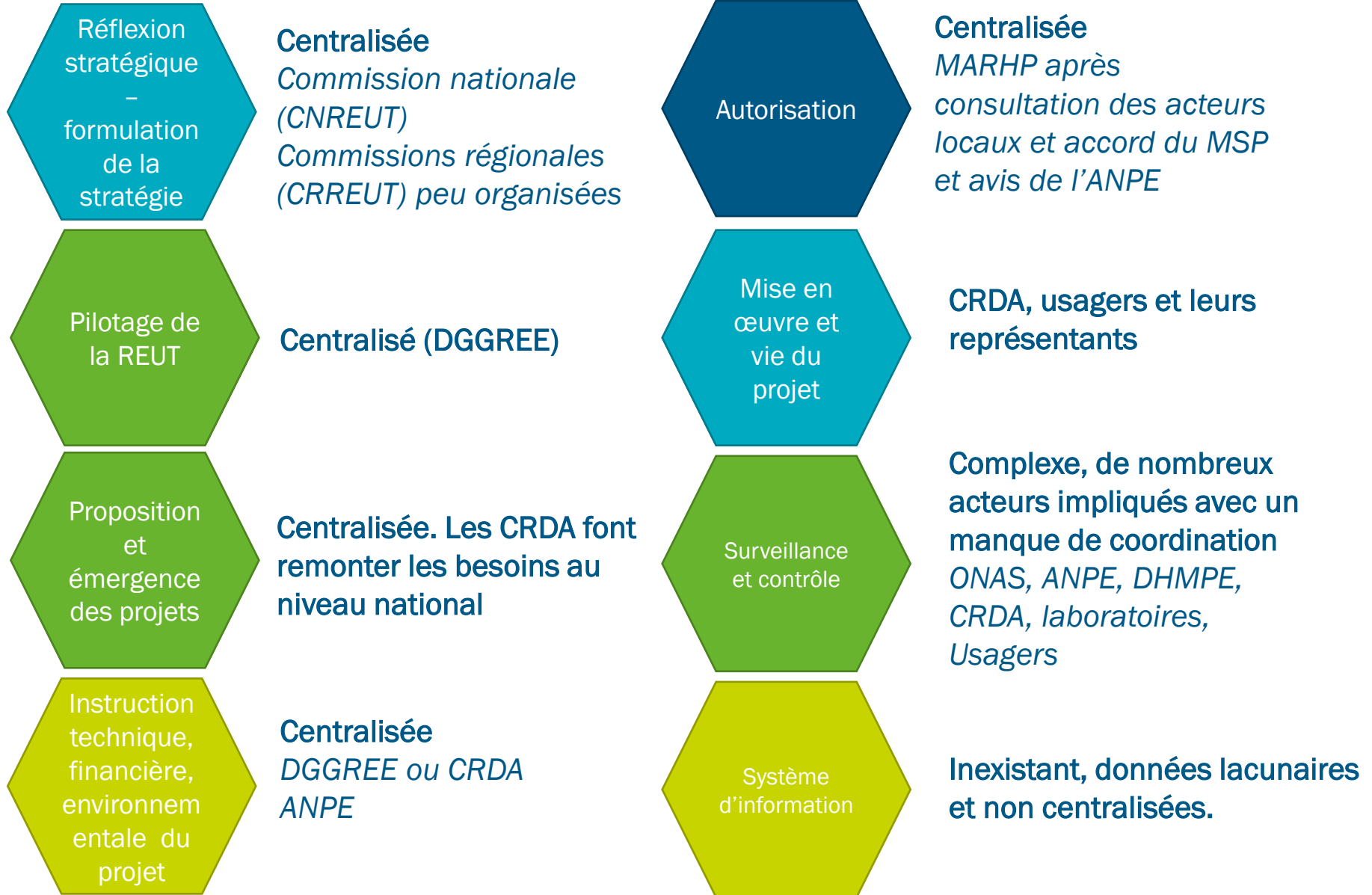






- Constat :
 - Cloisonnement
 - Multiplication des acteurs
 - ONAS placé sous la tutelle du Min Env qui a aussi une fonction de contrôle.
 - Manque de Confiance ...
- Outils :
 - Nombreux benchmark et entretiens d'acteurs
 - Croisement expertise France x Tunisie
- Propositions BRLi :
 - Un ministère de l'eau et des missions régionales de l'eau intégrant les approches
 - **CONTRACTUALISATION** des relations fournisseurs / utilisateur et notion de partie responsable
 - Pour les gros projets de REUT : **création de sociétés ad hoc** avec une maîtrise complète de la chaîne traitement / stockage / adduction

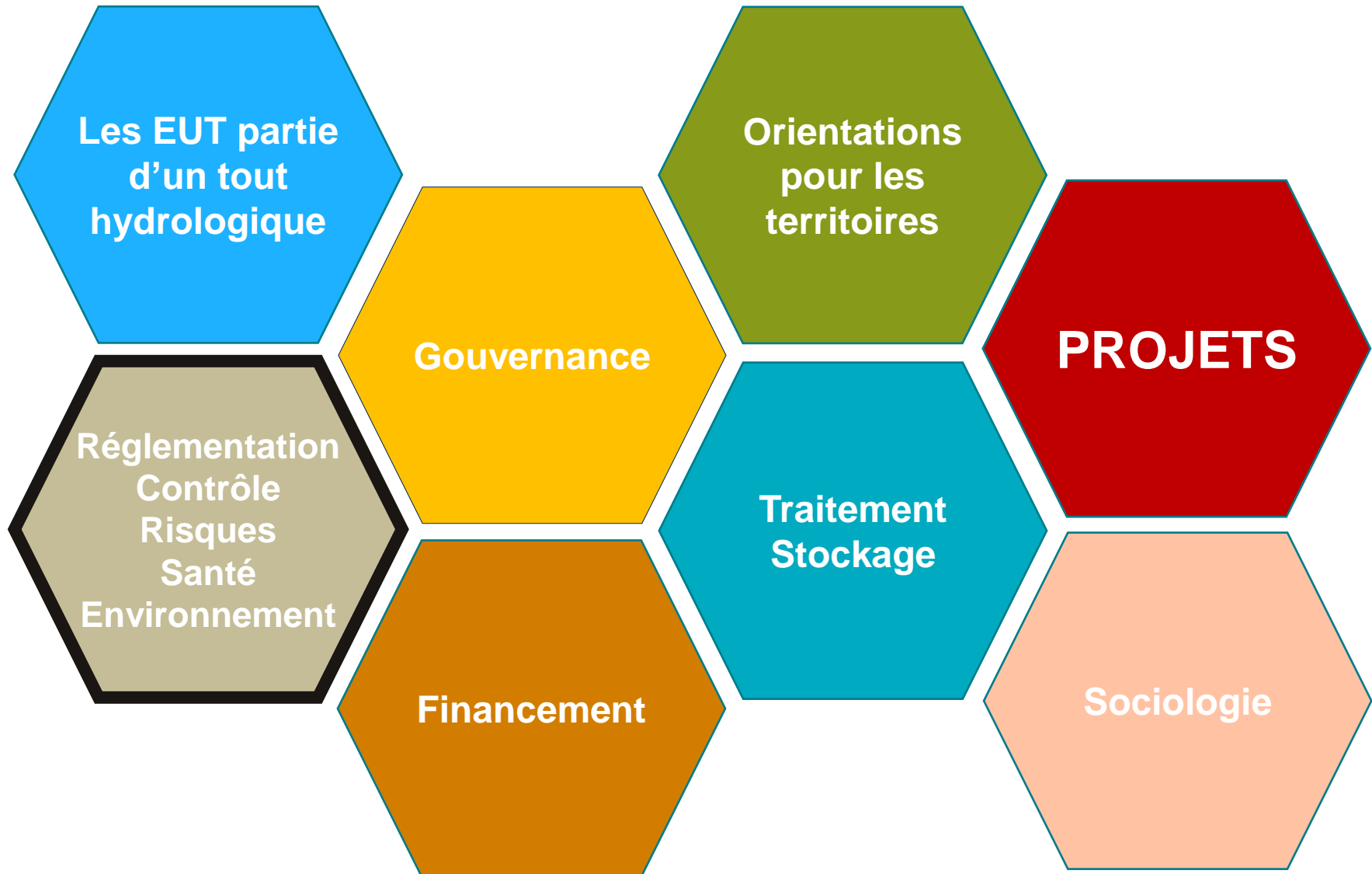
Aspects institutionnels - Organisation aujourd'hui des différents maillons



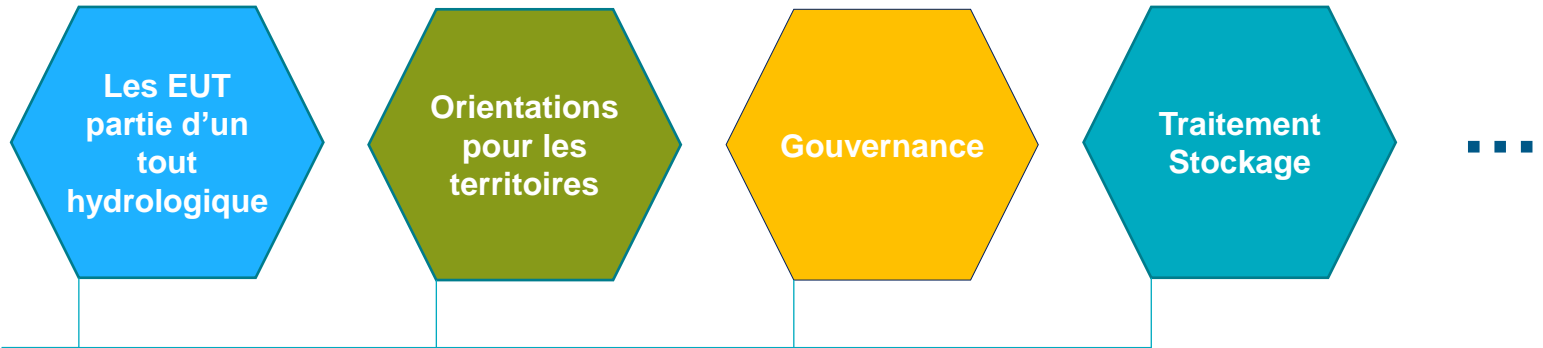
Importance (et obligation) de la contractualisation entre parties responsables



● : Points de conformité



Encadrement juridique au service des territoires

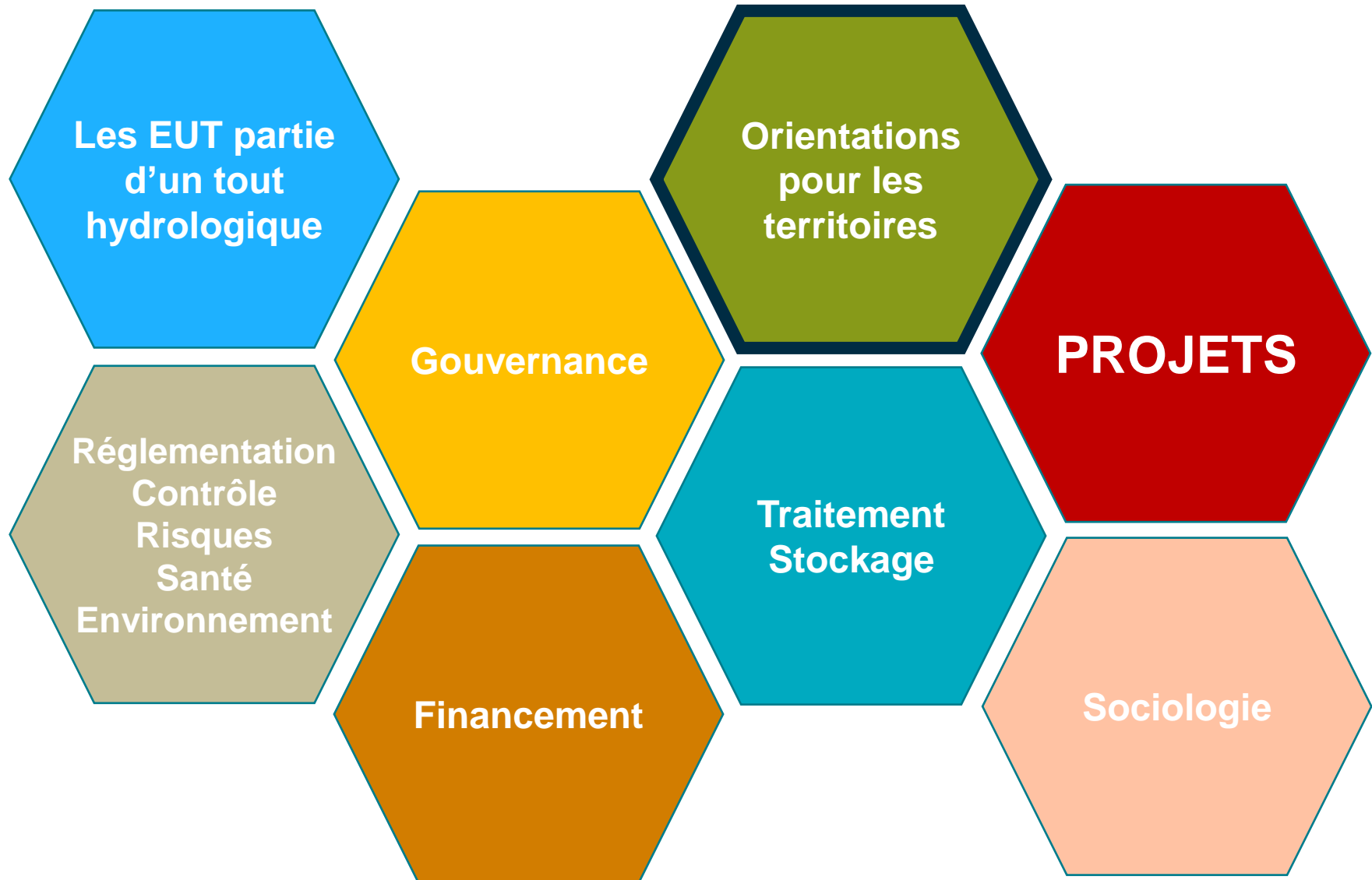


ENCADREMENT
JURIDIQUE

Proposition d'un décret loi de 30 articles

prenant et complétant largement le dispositif réglementaire actuel.

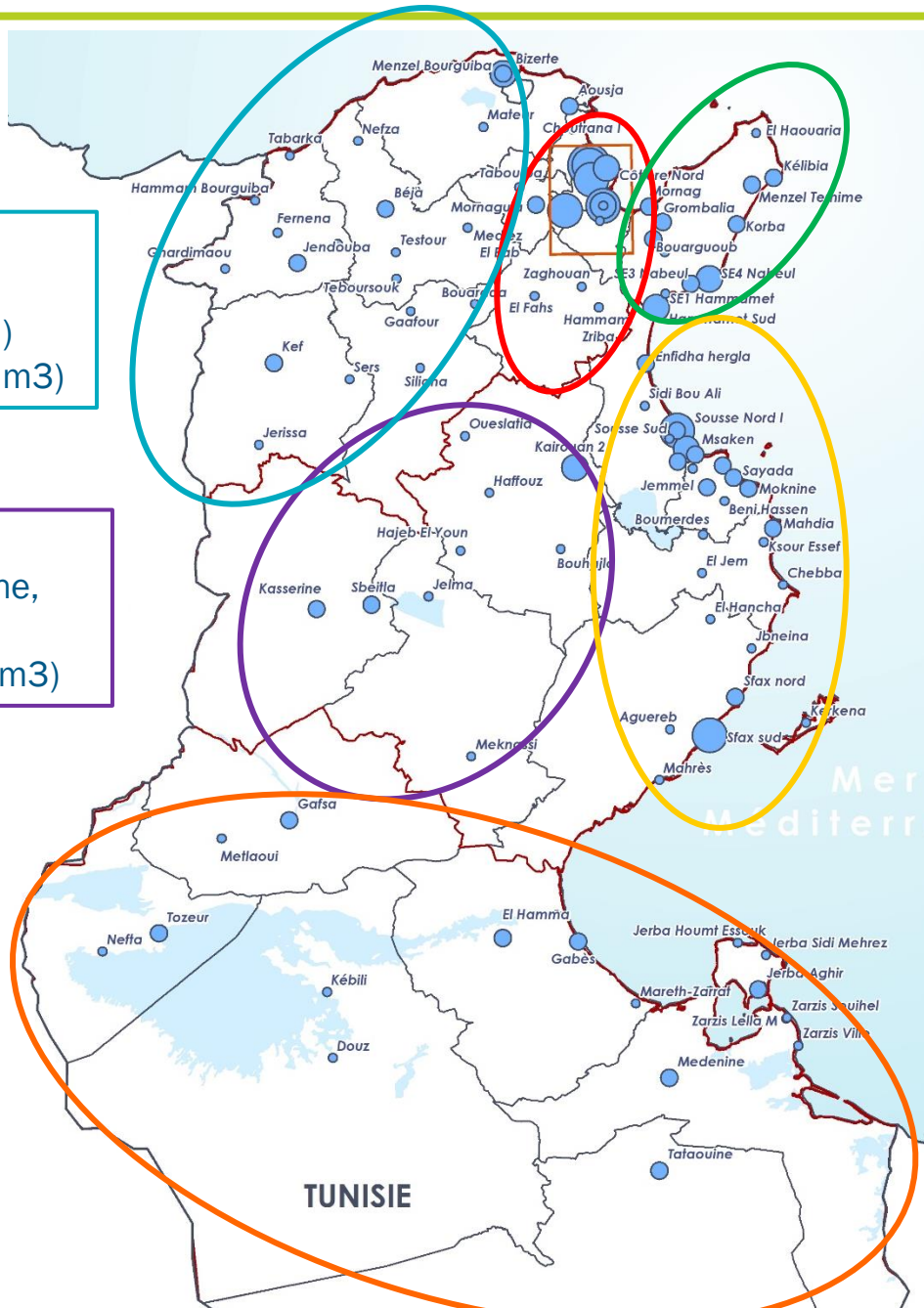
- Définit **les limites Qualité / Usages = f** (barrières)
- Contrôles
- **Transparence** - Communication
- Promeut la substitution
- Oblige à la **contractualisation**
- **Autorisation**
- Démarches pour limites risques environnement et Santé...





- *Défis :*
 - Politique de l'offre avec un sentiment de se voir parfois imposer les choses
 - Mauvaise image des EUT dans certaines portions du territoire
 - Conséquences environnementales des rejets actuels
- *Outils :*
 - Nombreuses enquêtes de terrain : nombreuses STEP visitées, échanges dans tous les gouvernorats avec Agriculture, Tourisme, Industrie, Collectivités ...
 - Atlas cartographique
 - Approche prospective à différentes échelles territoriales
et comparaison d'orientation (analyses multicritères, ACB ...)
 - Confrontation des propositions au sein des territoires : Concertation
- *Propositions BRLi : la REUT n'est pas un objectif en soi.*
 - Inverser la question : non pas « *Pour quel usages devons-nous réutiliser les EUT ?* » mais plutôt « **Quels objectifs territoriaux voulons nous atteindre en réutilisant les EUT ?** »

Echelles d'analyse pour la prospective



Nord Ouest
(Jendouba, Beja,
Bizerte, Kef, Siliana)
8 % des EUT (23 Mm3)

Centre
(Kairouan, Kasserine,
Sidi Bouzid)
5 % des EUT (14 Mm3)

Grand Sud
(Gafsa, Gabes,
Medenine, Tozeur,
Kebili, Tataouine)
9 % des EUT (25 Mm3)

Cap Bon
(Nabeul)
10 % des EUT (29 Mm3)

Grand Tunis et Zaghouan
(Tunis, Ariana, Manouba,
Ben Arous, Zaghouan)
40 % des EUT (114 Mm3)

Sahel et Sfax
(Sousse, Monastir, Mahdia
et Sfax)
27 % des EUT (76 Mm3)

Total de
281 millions de m³
pour l'année 2018

Démarche prospective

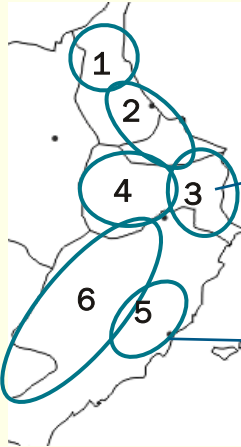
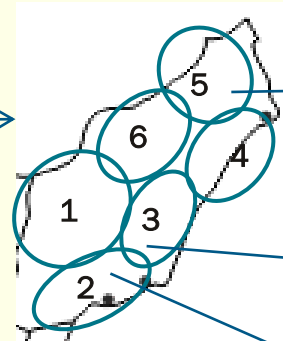
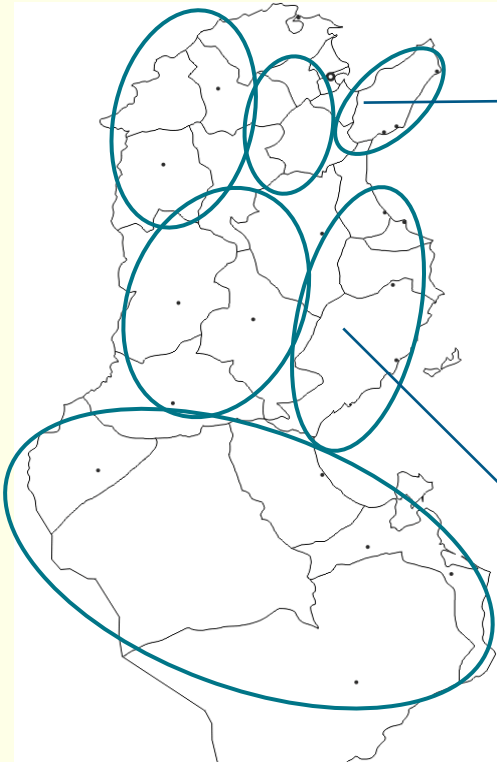
Etude de marché

Elaboration des scénarios

Echelle régionale

Echelle des sous zones

Echelle régionale



Liste des valorisations possibles des EUT

- Idée 5.1
- Idée 5.2
- Idée 5.3
- ...

- Idée 4.1
- Idée 4.2
- Idée 4.3
- ...

- ...

- Idée 3.1
- Idée 3.2
- Idée 3.3
- ...

- Idée 5.1
- Idée 5.2
- Idée 5.3
- ...

Scénario régional 1

Scénario régional 2

Scénario régional 3

Une région

Scénario régional 1

Scénario régional 2

Scénario régional 3

Une région

Une approche participative tout au long de la démarche prospective



National

Régional

Local



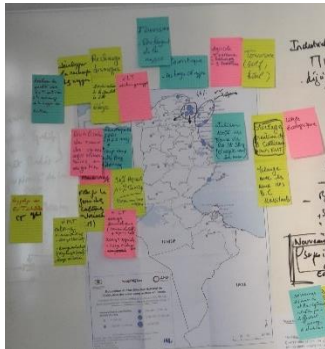
Atelier de concertation national n°2

Réunions de travail régionales

Plus de 300 enquêtes de terrain multi-usages

Atelier de concertation national n°3

6 ateliers de concertation régionaux



Approches territoriales : Cartographie

ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DE RÉUTILISATION DES EAUX

ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DE RÉUTILISATION DES EAUX

Sahel et Sfax

ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR NATIONAL DE RÉUTILISATION DES EAUX TRAITÉES EN TUNISIE

Conséquence environnementale des rejets - Sahel et Sfax



Rejets industriels sans prétraitement et de la STEP Sidi Bou Ali dans la sebkha Halk El Menzel

Stagnation des EUT de la STEP de Kairouan 2 au niveau de la Sebkha Kelbia

Rejets d'industries textiles (ZI de Ksar Hellal) et huileries sans prétraitement dans l'Oued El Maleh puis la mer

Rejets industriels (ZI de Mahdia) sans prétraitement et de la STEP surchargée dans la sebkha de Moknine

Rejets de la STEP surchargée de Mahdia en mer, impacts au niveau du littoral de Réjiche

Rejet des huileries, des abattoirs et des ZI de Sfax et Agareb avec peu de prétraitements dans le réseau, impacts sur le fonctionnement des STEP puis rejets en mer

Zone de baignade
Zone de rejets avec impacts environnementaux négatifs

Rejets de tanneries et huileries dans la STEP de Msaken et dans l'Oued Hamdoun

Rejets en mer des EUT peu traitées de la STEP surchargée de Sayada

Légende

- Gouvernorat
- Ville
- Routes
- Aquaculture

Hydrographie

- Cours d'eau
- Lacs, chotts et sebkha

Aires protégées

- Site Ramsar
- Zone humide d'importance nationale

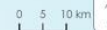
STEP

Date de mise en service

- < 2019
- 2019 - 2025
- 2025 - 2030
- 2030 - 2050

Type de rejet

- Mer
- Oued
- Sebkha
- Lagune littorale
- Non renseigné



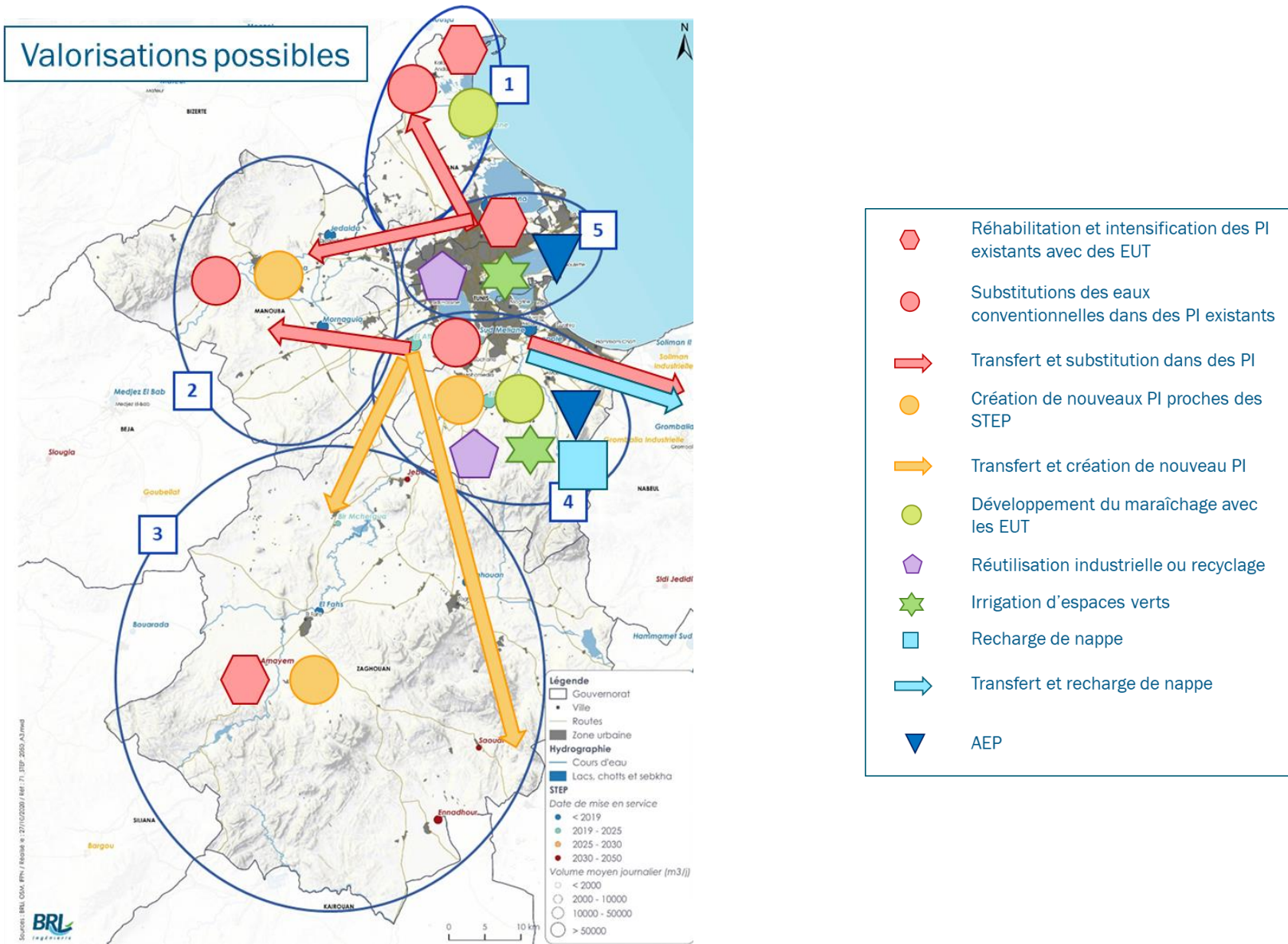
reseau de transtier

Source: BRL (BRL) pour l'Etat, 19/11/2020 (Révisé le 15/05/2023) (Région 17) (STEP_2020_A3.mxd)

Source: BRL (BRL) pour l'Etat, 19/11/2020 (Révisé le 15/05/2023) (Région 17) (STEP_2020_A3.mxd)

Source: BRL (BRL) pour l'Etat, 19/11/2020 (Révisé le 15/05/2023) (Région 17) (STEP_2020_A3.mxd)

Exemple d'inventaire des usages possibles – Cas du Grand Tunis



Scénario 1

Les EUT, une ressource locale pour aider à l'alimentation en eau potable du Grand Tunis

Scénario 2

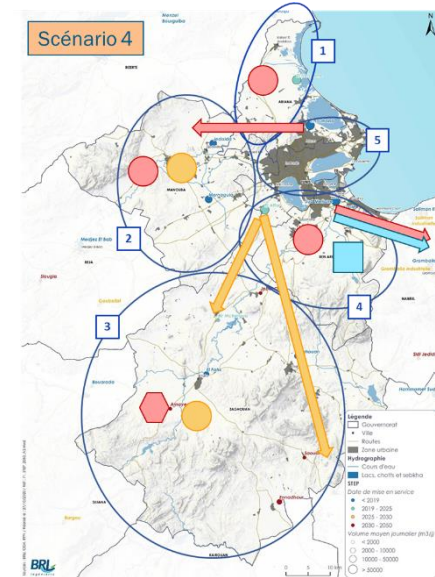
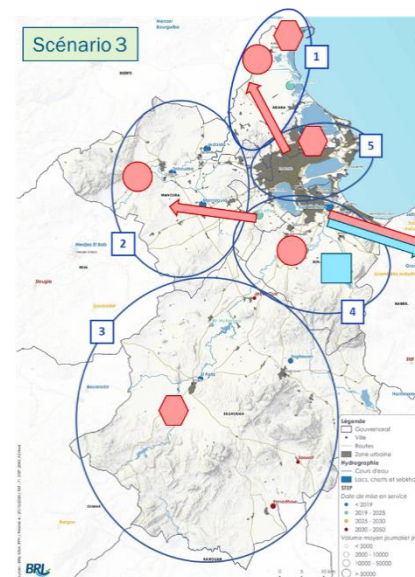
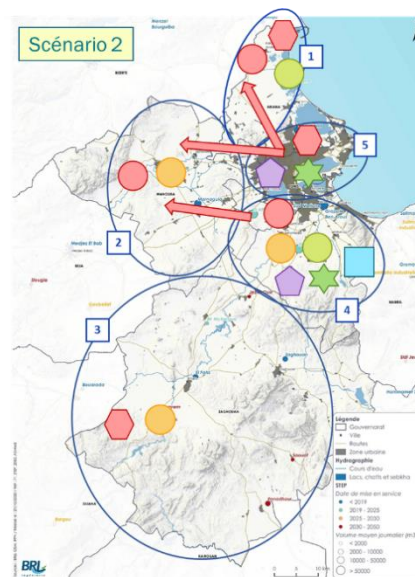
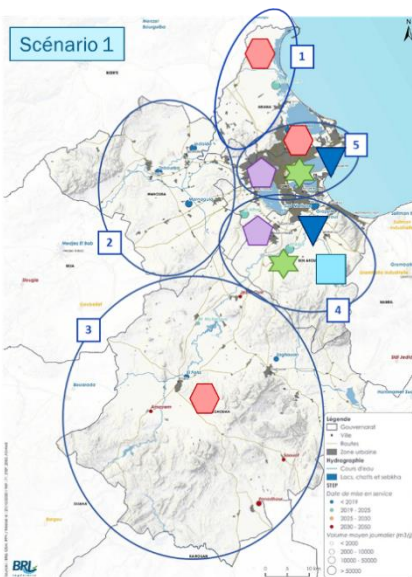
Les EUT, une ressource locale pour garantir l'alimentation du Grand Tunis en primeurs et améliorer le cadre de vie urbain

Scénario 3

Les EUT, un moyen de préservation des terres agricoles périurbaines tout en réduisant le stress hydrique

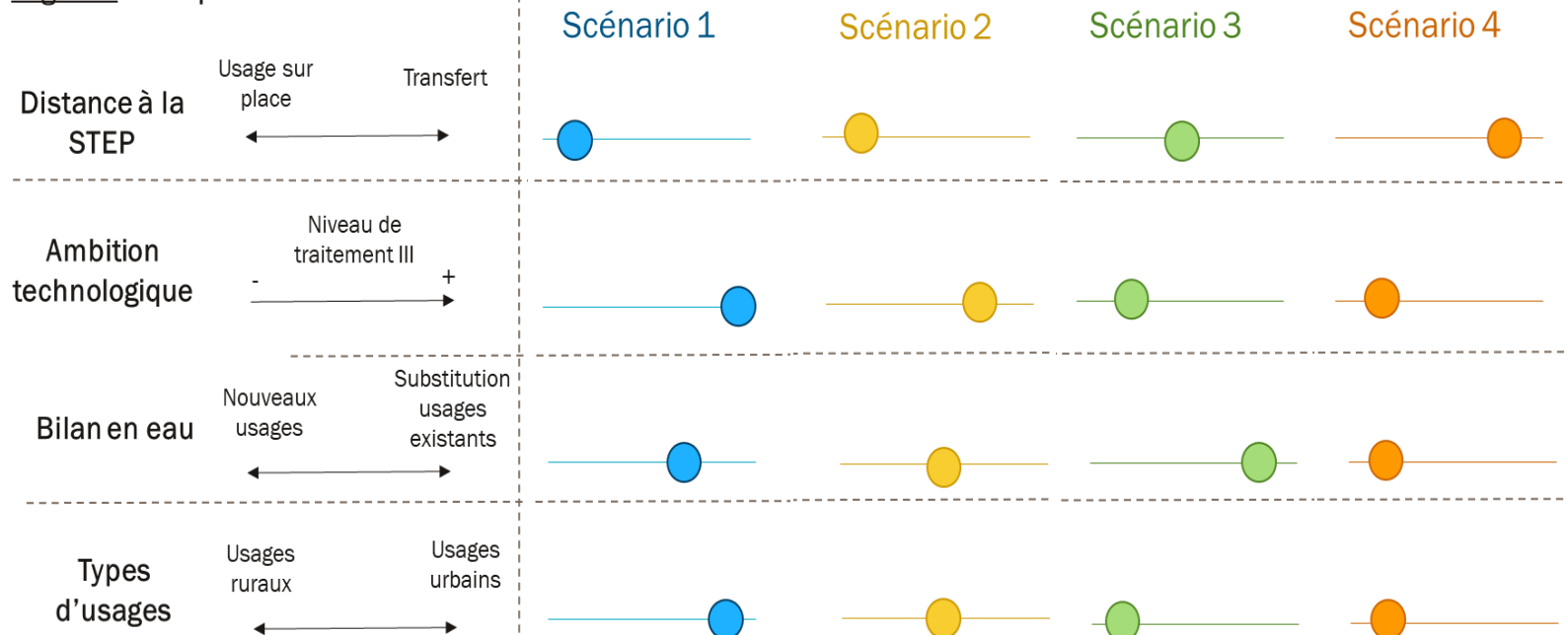
Scénario 4

Les EUT, une ressource pour dynamiser des zones agricoles, pour certaines non irriguées, à l'extérieur du Grand Tunis

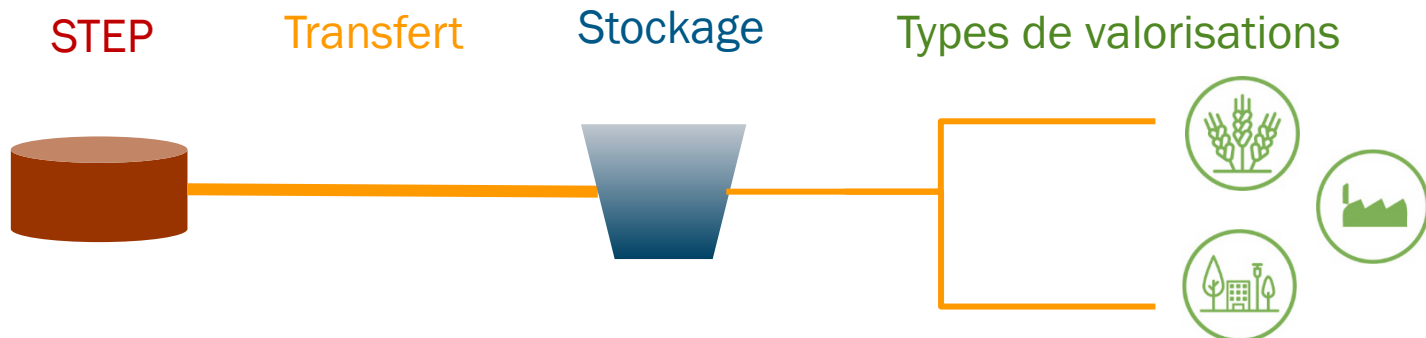


- **Scénario 1** : les EUT, une ressource locale pour aider à l'alimentation en eau potable du Grand Tunis
- **Scénario 2** : les EUT, une ressource locale pour garantir l'alimentation du Grand Tunis en primeurs et améliorer le cadre de vie urbain
- **Scénario 3** : les EUT, un moyen de préservation des terres agricoles périurbaines tout en réduisant le stress hydrique
- **Scénario 4** : Les EUT, une ressource pour dynamiser des zones agricoles à l'extérieur du Grand Tunis

Légende : composantes des scénarios



Exemple 2050



Scénario 1 :
82 % des EUT réutilisées

5 % qualité C+
17 % qualité B
78 % qualité A+

Pas de transferts

Pas de stockage

78 % AEP
9 % irrigation arbo/fourrages
2 % réutilisation industrielle
2 % golfs et 3 % espaces verts
5 % recharge de nappe

Scénario 2 :
91 % des EUT réutilisées

4 % qualité C+
87 % qualité B
9 % qualité A

46 % du volume transféré entre 10 et 20 km

36 % du volume à stocker

80 % irrigation arbo/fourrages
9 % irrigation maraîchage
2 % golfs et 3 % espaces verts
4 % recharge de nappe
2 % réutilisation industrielle

Scénario 3 :
91 % des EUT réutilisées

13 % qualité C+
87 % qualité B

50 % du volume transféré entre 10 et 20 km
18 % entre 30 et 40 km

32 % du volume à stocker

86 % irrigation arbo/fourrages
2 % golfs
12 % recharge de nappe

Scénario 4 :
78 % des EUT réutilisées

15 % qualité C+
85 % qualité B

17 % du volume transféré entre 10 et 20 km
36 % entre 30 et 40 km
14 % entre 40 et 50 km

40 % du volume à stocker

83 % irrigation arbo/fourrages
25 % espaces verts
2 % golfs
15 % recharge de nappe

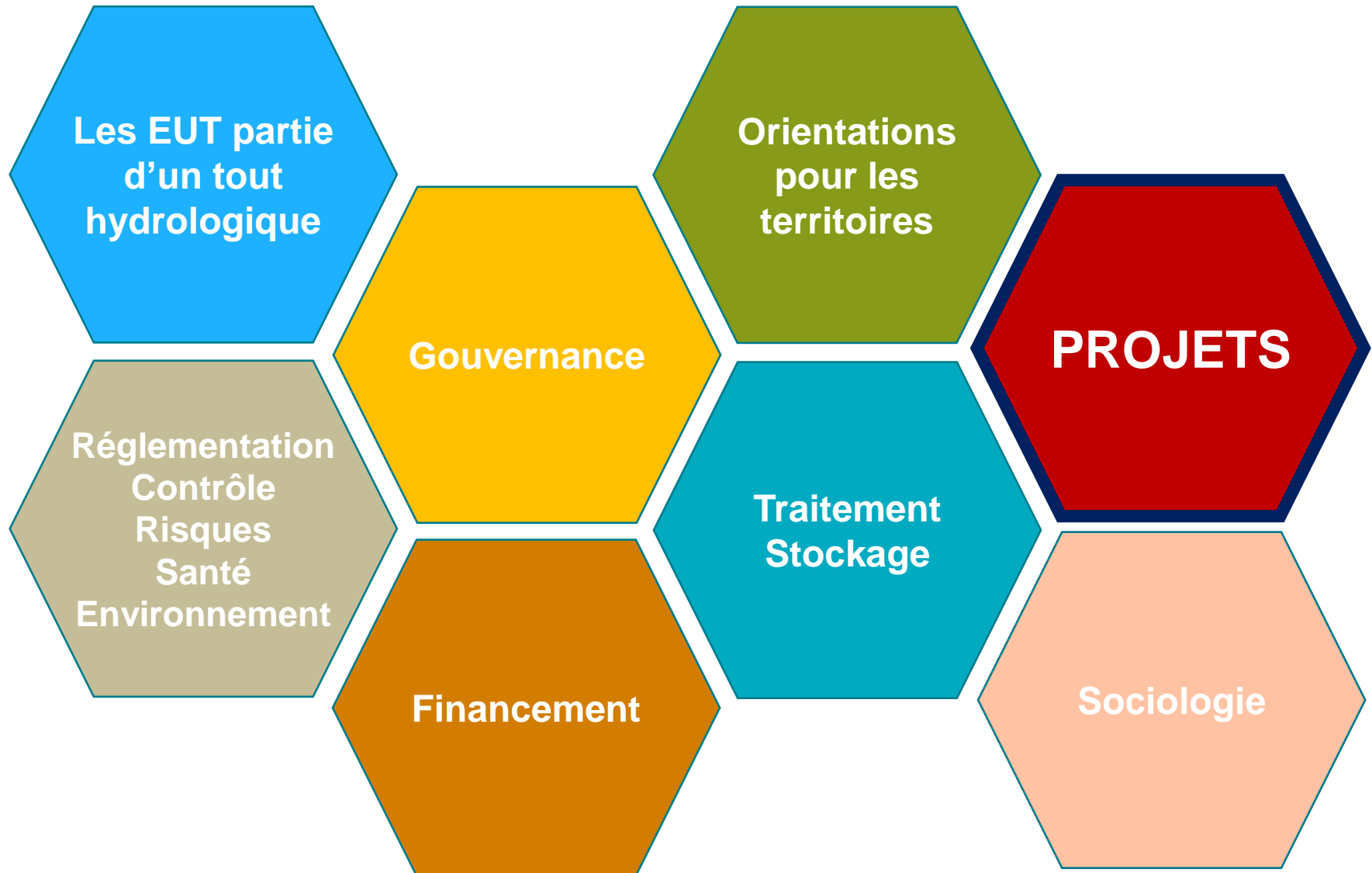
Comparaison des scénarios – Critères quantitatifs

Exemple pour le Grand Tunis

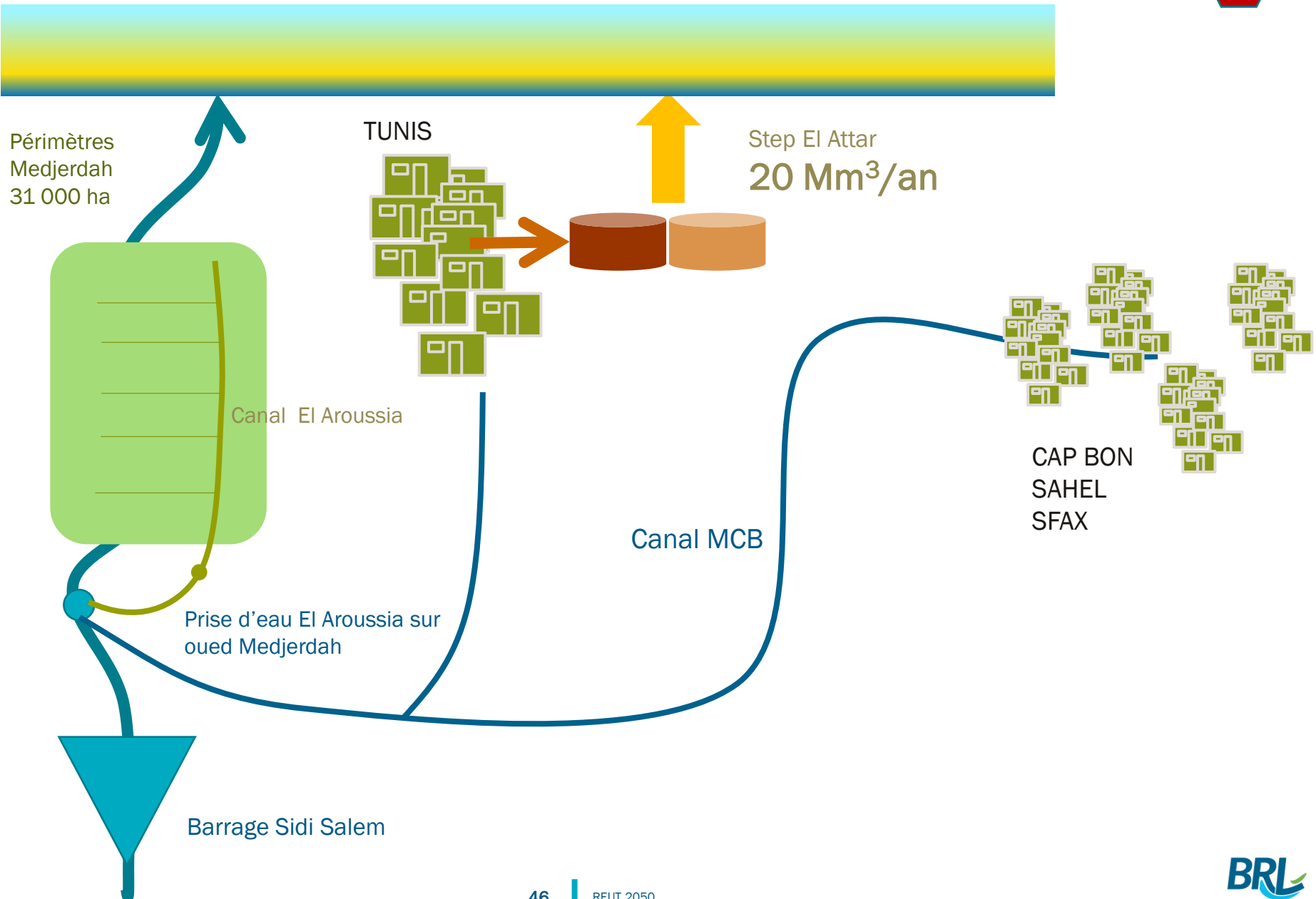
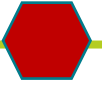
Rappel du volume d'EUT produit (Mm ³)		2030 : 165 2050 : 244 (dont 10 Mm ³ de recyclage industriel)			
Indicateurs		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Volume réutilisé (Mm ³) et part du volume réutilisé / volume produit (%)	2030	32 (20 %)	127 (80 %)	116 (73 %)	70 (44 %)
	2050	192 (82 %)	213 (91 %)	214 (91 %)	183 (78 %)
Superficies 2050 irriguées (ha)	Agricoles totales	1 421	22 992	22 017	25 827
	<i>dont existantes avec EUT en 2020</i>	1 421	2 421	2 421	80
	<i>dont substitution</i>	0	16 262	16 296	9 885
	<i>dont création</i>	0	4 309	3 300	15 862
	Espaces verts et golfs	801	801	103	103
	<i>dont existantes avec EUT en 2020</i>	94	94	94	94
	<i>dont substitution</i>	399	399	9	9
	<i>dont création</i>	308	308	0	0
Coût (DT/m ³)		1,05	0,32	0,35	0,50
Investissement initial (DT)		748 000 000	794 000 000	780 000 000	1 172 000 000
Consommation d'énergie (kWh/m ³)	Totale	1,74	0,33	0,42	0,76
	<i>dont part Traitement</i>	99 %	26 %	23 %	11 %
	<i>dont part Transfert</i>	0 %	16 %	24 %	64 %
Réduction du déficit hydrique (%)	2050	100%	100%	100%	88%
Volume substitué (Mm ³)	2050	170	146	156	107
Complexité de mise en œuvre (Besoins technologiques, institutionnels, réglementaires, acceptabilité sociale)		++++	+++	++	+

Scénarios	Ambition technologique		Contraintes				
	2030	2050	Besoins réglementaires	Besoins institutionnels	Risques sanitaires	Risques environnementaux	Acceptabilité sociale
1 : les EUT, une ressource locale pour aider à l'alimentation en eau potable du Grand Tunis	●	●	●	●	●	●	●
2 : les EUT, une ressource locale pour garantir l'alimentation du Grand Tunis en primeurs et améliorer le cadre de vie urbain	●	●	●	●	●	●	●
3 : les EUT, un moyen de préservation des terres agricoles périurbaines tout en réduisant le stress hydrique	●	●	●	●	●	●	●
4 : Les EUT, une ressource pour dynamiser des zones agricoles à l'extérieur du Grand Tunis	●	●	●	●	●	●	●





Exemple de propositions pour le Grand Tunis sur une STEP (en cours)



Périmètres
Medjerdah
31 000 ha

TUNIS

Step El Attar
20 Mm³/an

Canal El Aroussia

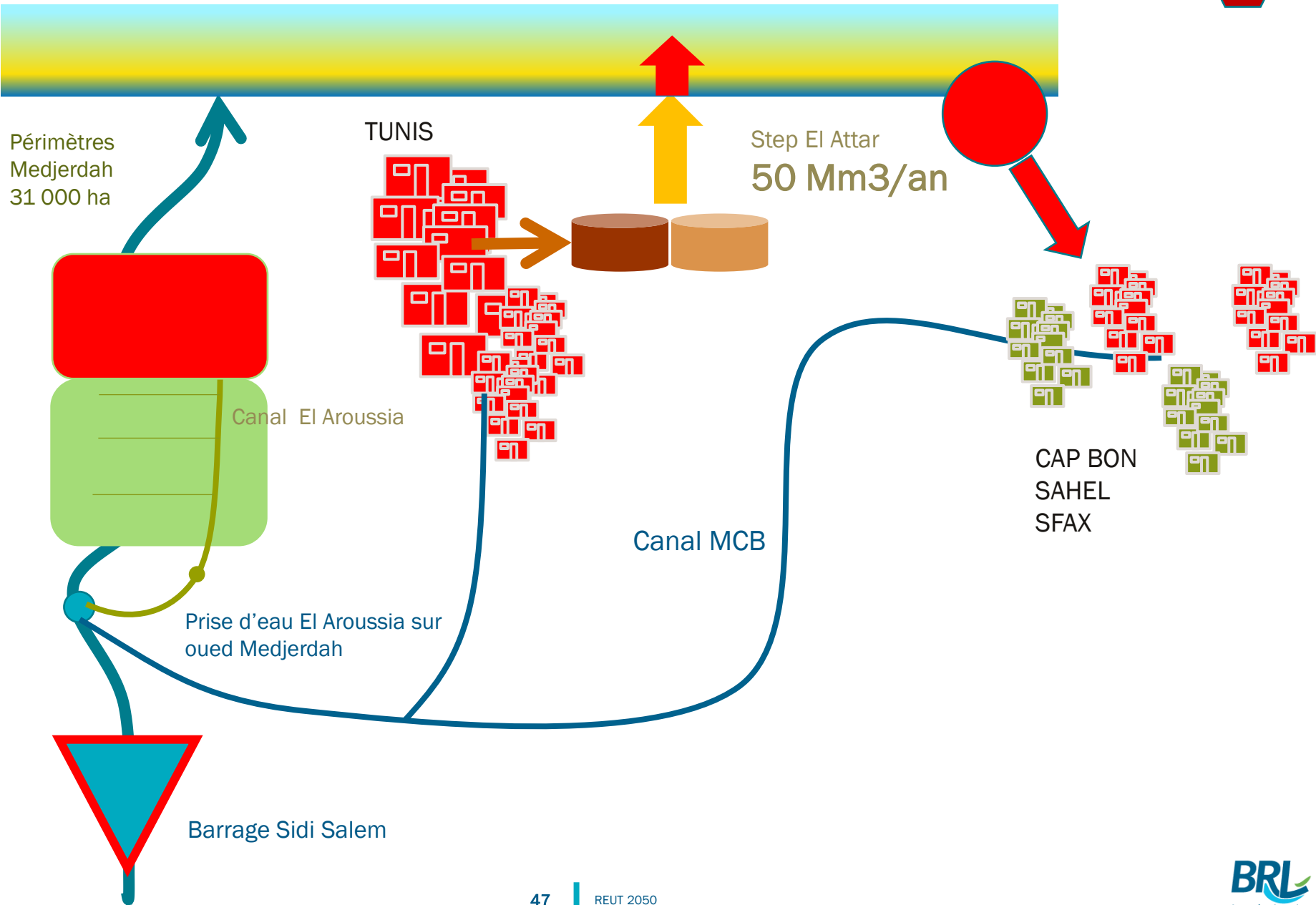
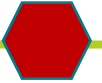
Canal MCB

CAP BON
SAHEL
SFAX

Prise d'eau El Aroussia sur
oued Medjerdah

Barrage Sidi Salem

Exemple de propositions pour le Grand Tunis sur une STEP (en cours)



Exemple de propositions pour le Grand Tunis sur une STEP (en cours)



Périmètres
Medjerdah
31 000 ha

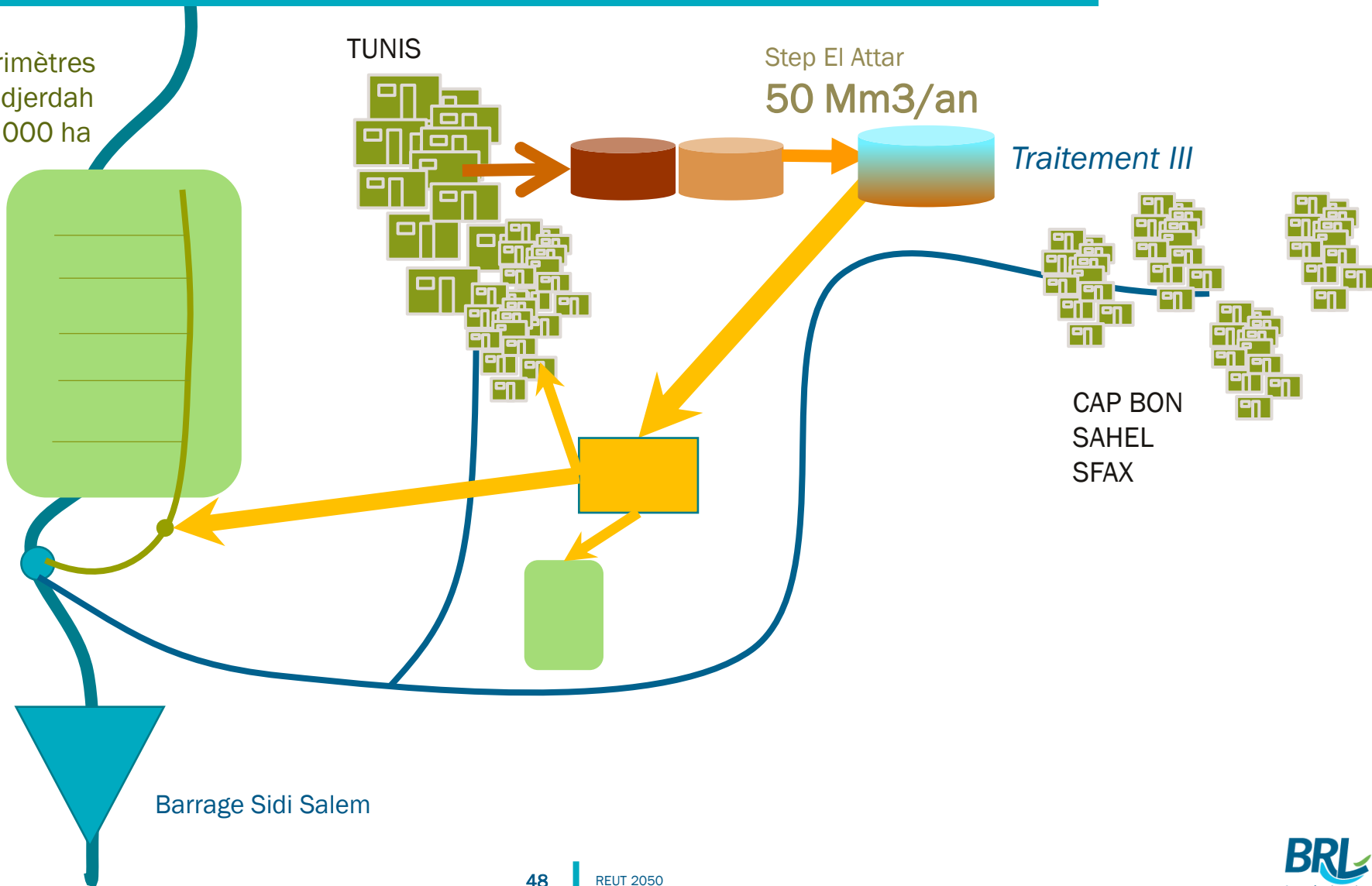
TUNIS

Step El Attar
50 Mm³/an

Traitement III

CAP BON
SAHEL
SFAX

Barrage Sidi Salem



Passer du « systématique »
au « systémique »