



# NOWMMA



New Process for Optimizing Wastewater Reuse from Mauguio to the Mediterranean Area  
in support to French reuse directive





# REUT

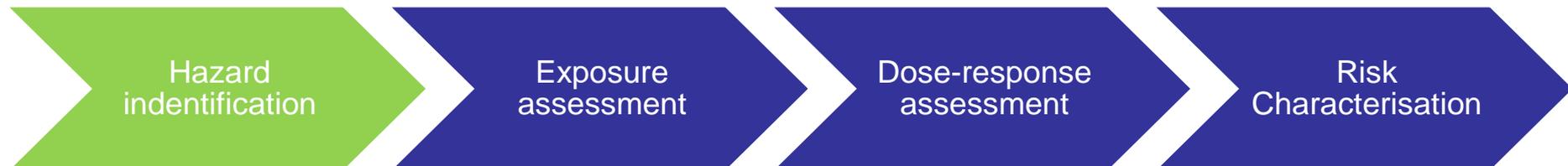
- Maitrise du risque
- Evaluation des impacts environnementaux
- Acceptabilité sociale

## Maitrise du risque lié à la REUT

### ► Deux catégories de risques

- > Risques technologiques (liés aux défaillances des procédés de traitement)
- > Risques microbiologiques , approche épidémiologique

### ► Méthodologie QRA: Quantitative Risk Analysis



Quels sont les pathogènes dans l'eau?

A quelles quantités on sera exposé en fonction de l'usage?

Quelles conséquences pour une exposition?

Quel risque résiduel et quelles actions correctives?



## Maitrise du risque lié à la REUT

- ▶ Les approches par filières avec des procédés multiples présentent une plus grande robustesse en cas de défaillance d'un des procédés unitaires
- ▶ Il est crucial d'associer un procédé de traitement à un procédé adapté de suivi (en continu ou avec une fréquence appropriée)
- ▶ Un suivi régulier du bon fonctionnement de chaque unité est nécessaire pour garantir le maintien de la qualité microbiologique en sortie de la filière
- ▶ Les systèmes les plus robustes (procédé et suivi) permettent de garantir la qualité désirée dans des conditions de fonctionnement variées



# Acceptabilité sociale de la REUT

## Objectifs

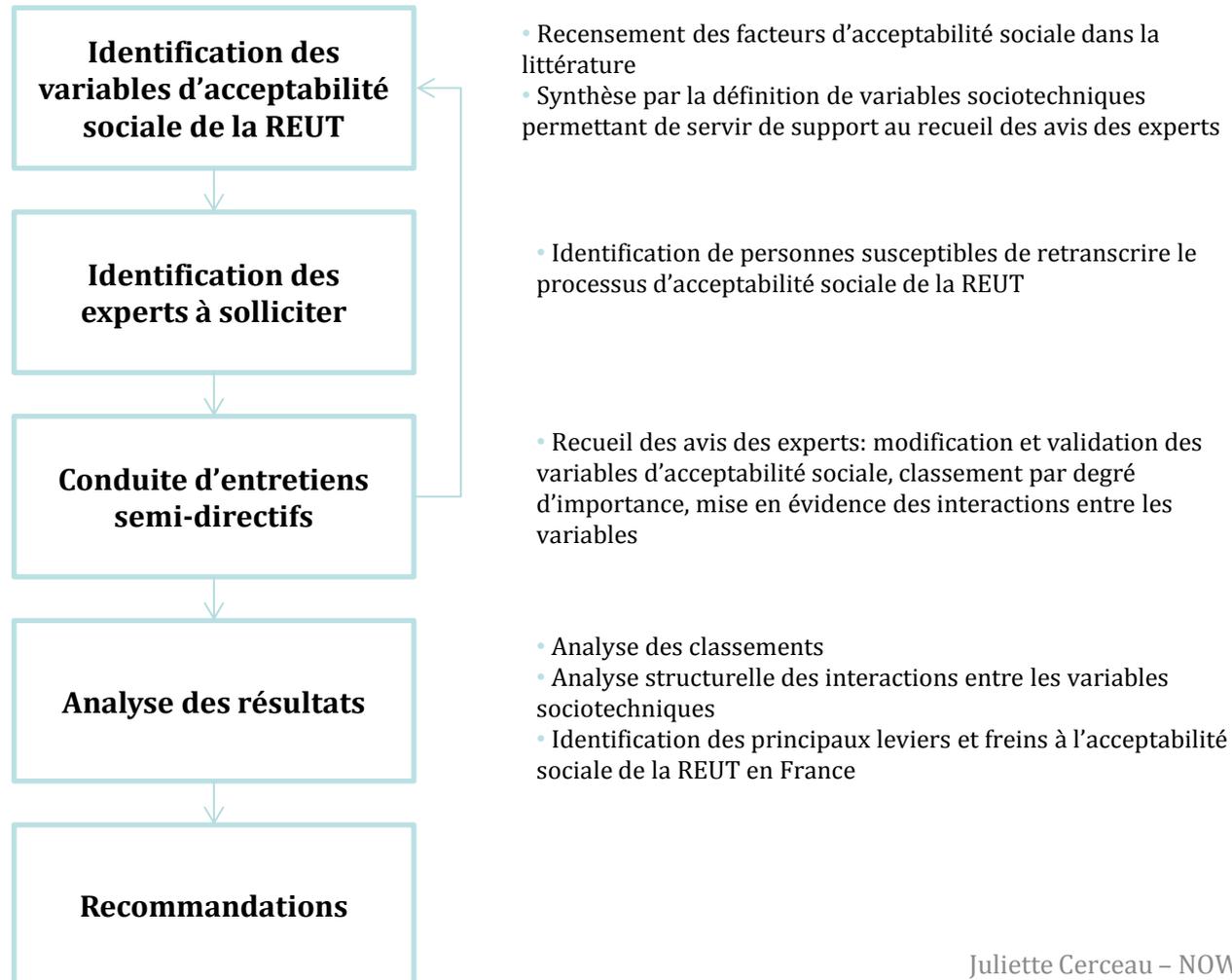
- ▶ Identifier les mécanismes sociotechniques à l'œuvre dans le processus d'acceptabilité sociale de la REUT
- ▶ Comprendre l'agencement et le développement de ce processus par les interactions qui s'opèrent entre ces mécanismes

## Approche

- ▶ Aborder la question de l'acceptabilité sociale de la REUT comme un **phénomène construit socialement** en interaction avec de nouvelles technologies et de nouveaux modes de management de l'eau, qui se manifeste notamment dans les discours
- ▶ Considérer le processus d'acceptabilité sociale comme un **système complexe**, faisant intervenir plusieurs mécanismes sociotechniques

# Acceptabilité sociale de la REUT

## Synopsis méthodologique



# Acceptabilité sociale de la REUT

## Définition de variables sociotechniques

<b>A</b>	<b>Existence et conscience de la pression sur la ressource en eau</b> Pression sur la ressource en eau Perception de la qualité de la ressource naturelle en eau Prise de conscience de la pression sur la ressource en eau Conscience quant à la responsabilité individuelle et collective sur la ressource en eau
<b>B</b>	<b>Evolution de la réglementation et confiance vis-à-vis des instances gouvernementales</b>
<b>C</b>	<b>Source, qualité et disponibilité de l'eau recyclée et perception liée à cette source et sa maîtrise</b> Source et qualité de l'eau recyclée Existence de sources alternatives à la REUT Conflit d'usage sur la source en eau recyclée Perception de la qualité et de la maîtrise de l'eau recyclée Proximité géographique de cette source
<b>D</b>	<b>Disponibilité, confiance et acceptation des installations (traitement, contrôle) de REUT</b> Disponibilité de technologies de traitement et de contrôle appropriées Confiance en la science et la technologie Acculturation à ce type de pratiques Effet NIMBY quant aux installations de REUT
<b>E</b>	<b>Coût de production, de fonctionnement et de maintenance du système de REUT et consentement à payer un éventuel surcoût</b>
<b>F</b>	<b>Type d'usages et perception du risque sanitaire</b> Proximité avec l'homme Dégoût Perception du risque sanitaire Type d'usagers
<b>G</b>	<b>Impacts et bénéfices environnementaux de la REUT et meilleure conscience environnementale</b> Impacts sur l'aquifère et sur l'environnement Conscience quant aux bénéfices environnementaux Meilleure conscience environnementale

# Acceptabilité sociale de la REUT

## Résultats : Analyse qualitative autour de thématiques récurrentes

### ► Une nouvelle liste de variables constitutives du processus d'acceptabilité sociale de la REUT

- A** **Rareté de l'eau**, existence et conscience de la pression sur la ressource en eau
- B** **Evolution de la réglementation**, acceptabilité administrative et confiance vis-à-vis des instances gouvernementales
- C** Source, qualité et disponibilité de l'eau recyclée et perception liée à cette source et sa maîtrise
- D** Disponibilité, confiance et acceptation des **installations (traitement, contrôle) de REUT**
- E** **Coût économique global** et consentement à payer un éventuel surcoût
- F** Type d'usages et perception du **risque sanitaire**
- G** **Impacts et bénéfices environnementaux** de la REUT et meilleure conscience environnementale
- H** Contexte local, **implication des acteurs locaux** et capacité à travailler en commun

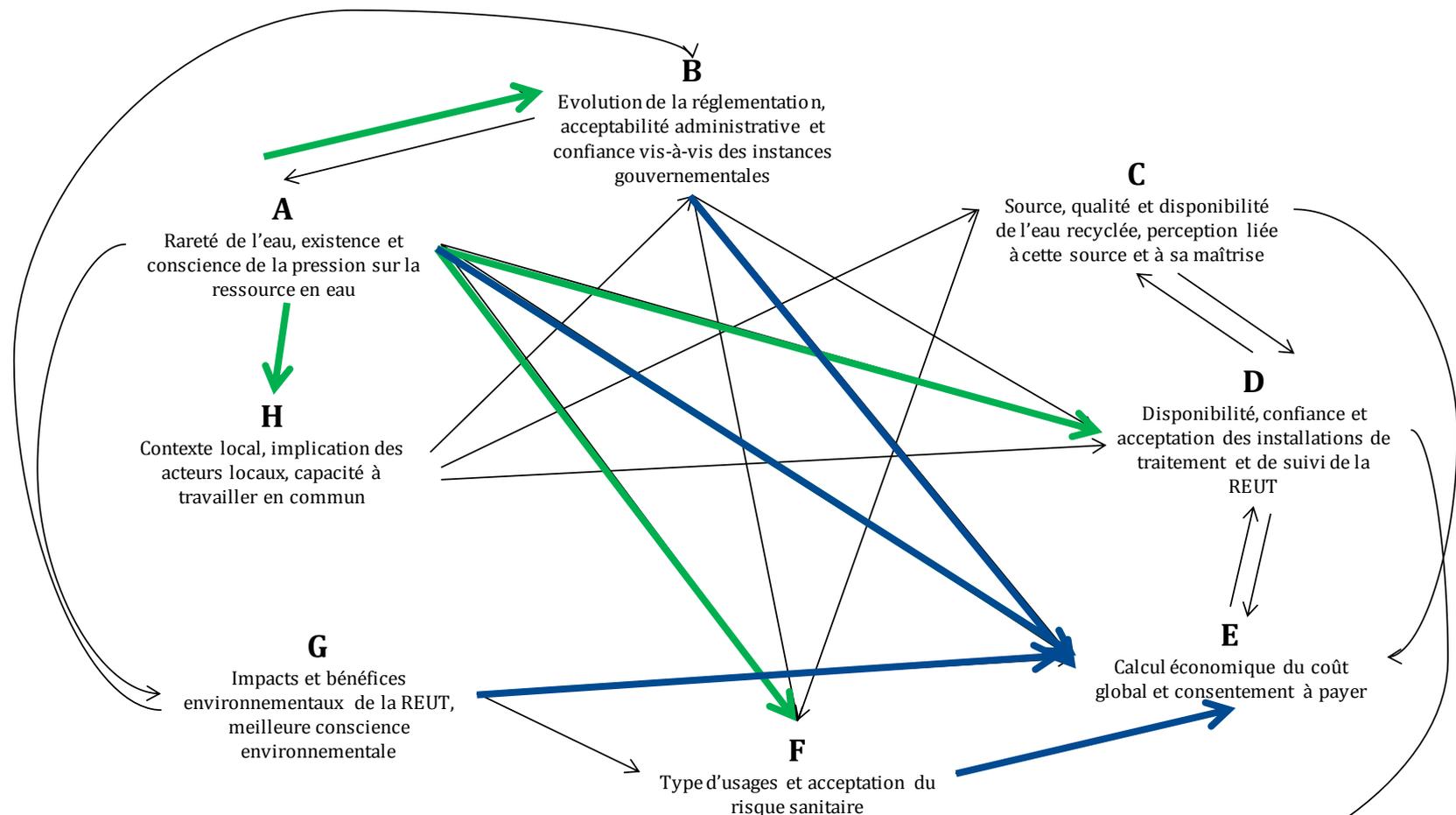
# Acceptabilité sociale de la REUT

## Résultats : Analyse des classements

Importance	Variable
Majeure	Rareté de la ressource Conscience de la pression sur le ressource
Moyenne	Calcul économique et consentement à payer Perception du risque sanitaire Perception de la maîtrise technique Réglementation Conscience environnementale
Mineure	Disponibilité, confiance et acceptation des installations

# Acceptabilité sociale de la REUT

## Résultats : Analyse structurel, Interactions croisées

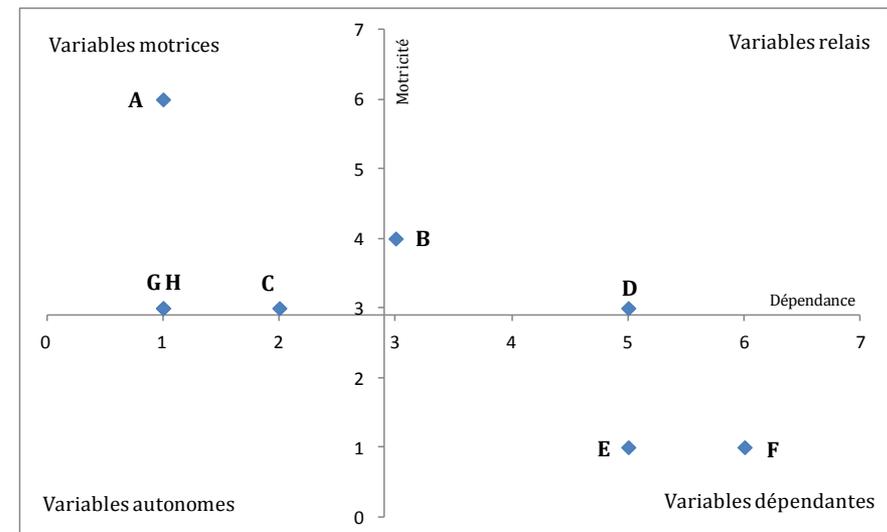


# Acceptabilité sociale de la REUT

## Résultats : Analyse structurel, dépendance et motricité

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	1	0	1	1	1	1	1
B	1	0	0	1	1	1	0	0
C	0	0	0	1	1	1	0	0
D	0	0	1	0	1	1	0	0
E	0	0	0	1	0	0	0	0
F	0	0	0	0	1	0	0	0
G	0	1	0	0	1	1	0	0
H	0	1	1	1	0	0	0	0

	Dépendance	Motricité
	1	6
	3	4
	2	3
	5	3
	6	1
	5	1
	1	3
	1	3
Total	24	24
Moyenne	3,0	3,0



# Acceptabilité sociale de la REUT

## ► Interactions croisées entre les différentes variables

	Facteurs d'acceptabilité sociale	Motricité / Dépendance
<b>A</b>	Rareté de l'eau, existence et conscience de la pression sur la ressource en eau	Moteur
<b>B</b>	Evolution de la réglementation, acceptabilité administrative et confiance vis-à-vis des instances gouvernementales	Relais
<b>C</b>	Source, qualité et disponibilité de l'eau recyclée, perception liée à cette source et à sa maîtrise	Moteur
<b>D</b>	Disponibilité, confiance et acceptation des installations de traitement et de suivi de la REUT	Relais
<b>E</b>	Calcul économique du coût global et consentement à payer	Dépendant
<b>F</b>	Type d'usages et acceptation du risque sanitaire	Dépendant
<b>G</b>	Impacts et bénéfices environnementaux de la REUT, meilleure conscience environnementale	Moteur
<b>H</b>	Contexte local, implication des acteurs locaux, capacité à travailler en commun	Moteur

Elle oriente et explique le processus d'acceptabilité sociale.

Elle joue un rôle central dans la dynamique d'acceptabilité sociale de la REUT.

Son évolution dépend d'autres variables telles que la réglementation, la rareté de la ressource, etc.

Ils influencent moins le processus global mais ne doivent pas être négligés.

# Acceptabilité sociale de la REUT

## Interactions **positives** et **néglatives** entre les variables

	Facteurs d'acceptabilité sociale	Types de facteurs	
<b>A</b>	Rareté de l'eau, existence et conscience de la pression sur la ressource en eau	Variable d'amplification ou de freinage	
<b>B</b>	Evolution de la réglementation, acceptabilité administrative et confiance vis-à-vis des instances gouvernementales	Variable de freinage acceptée	Frein majeur à l'acceptabilité sociale de la REUT
<b>C</b>	Source, qualité et disponibilité de l'eau recyclée, perception liée à cette source et à sa maîtrise	Variable de freinage acceptée	
<b>D</b>	Disponibilité, confiance et acceptation des installations de traitement et de suivi de la REUT	Variable à enjeux	
<b>E</b>	Calcul économique du coût global et consentement à payer	Variable freinée	A convertir en levier pour l'acceptabilité sociale de la REUT
<b>F</b>	Type d'usages et acceptation du risque sanitaire	Variable à enjeux	
<b>G</b>	Impacts et bénéfices environnementaux de la REUT, meilleure conscience environnementale	Variable d'amplification	Leviers pour l'acceptabilité sociale liée à la mise en œuvre de projets de REUT
<b>H</b>	Contexte local, implication des acteurs locaux, capacité à travailler en commun	Variable d'amplification	



# Acceptabilité sociale de la REUT

## Recommandations

- > Renforcer les leviers d'acceptabilité
  - Identifier et évaluer (notamment économiquement) les bénéfices environnementaux
  - Communiquer auprès des utilisateurs finaux sur les enjeux de la ressource et les bénéfices économiques et environnementaux
  - Communiquer auprès des élus sur les enjeux liés à la gestion de l'eau
  - Générer une plus grande transversalité à tous les niveaux de la gestion de l'eau (amont/aval; agriculture/santé/environnement; administration local/régional/national)



# Acceptabilité sociale de la REUT

## Recommandations

### > Atténuer les freins d'acceptabilité

- Impliquer les instances représentatives de l'Etat en amont des projets de REUT (éviter des blocages administratifs)
- Assoupir la réglementation pour des projets innovants et juger sur les résultats (dérogations temporaires)
- Promouvoir les démonstrateurs de R&D pour ajuster la réglementation



# Acceptabilité sociale de la REUT

## Recommandations

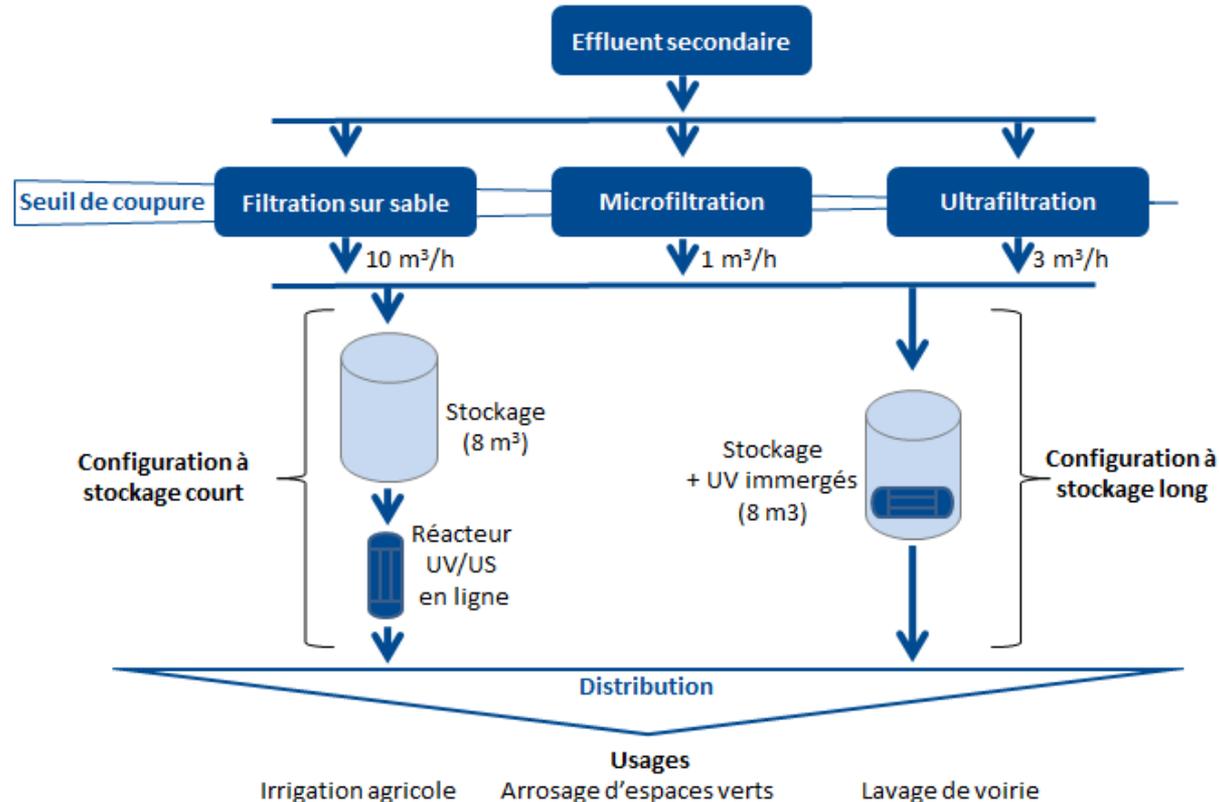
- > Il convient enfin d'agir sur l'ensemble des variables qui expliquent et entraînent le fait que le calcul économique global reste en faveur du prélèvement dans les ressources naturelles plutôt qu'en faveur de la REUT
  - Soutenir et mettre en place des programmes de recherche qui permettent de prendre en compte, dans le calcul économique du différentiel entre coût du prélèvement et coût de réutilisation
  - Lutter contre les effets de dépendance de sentier (tendance à rester sur les mêmes sentiers technologiques) par le recours aux subventions pour développer des technologies de REUT coût-efficace.



## Impact environnemental de la REUT

- ▶ L'impact environnemental de la filière a été modélisé en utilisant la méthode d'Analyse du Cycle de Vie
- ▶ Les objets d'étude analysés ont été les « filières de traitement » (et pas chaque procédé individualisé)
- ▶ L'Unité Fonctionnelle considéré a été la production d'1 m<sup>3</sup> d'eau de qualité « A » (selon l'arrêté REUT) à partir d'une eau de sortie de STEP type Mauguio
- > La fiabilité du système (risque de pannes, conséquence des dysfonctionnements) n'a pas été considéré dans cette analyse d'impact environnemental

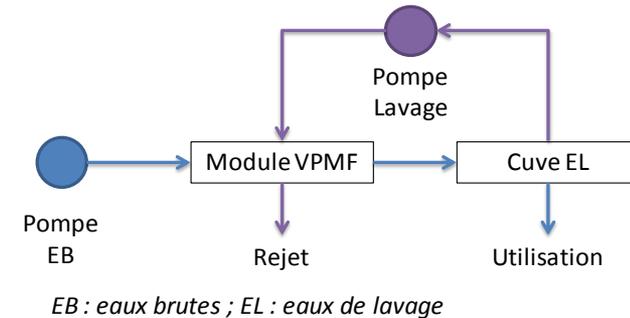
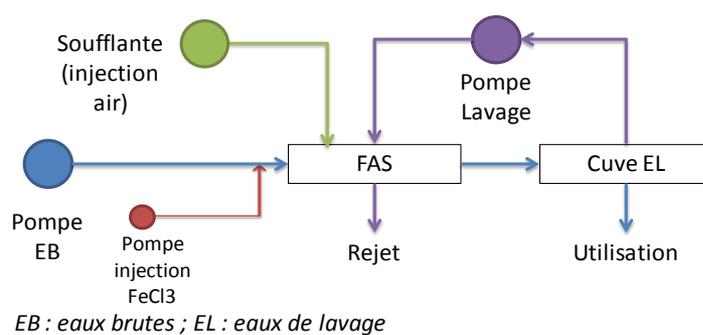
# Impact environnemental de la REUT



Descriptions des filières de traitement tertiaire pour la réutilisation des eaux usées traitées développées dans le cadre du projet NOWMMA (d'après Jauzein et Carré, 2015)

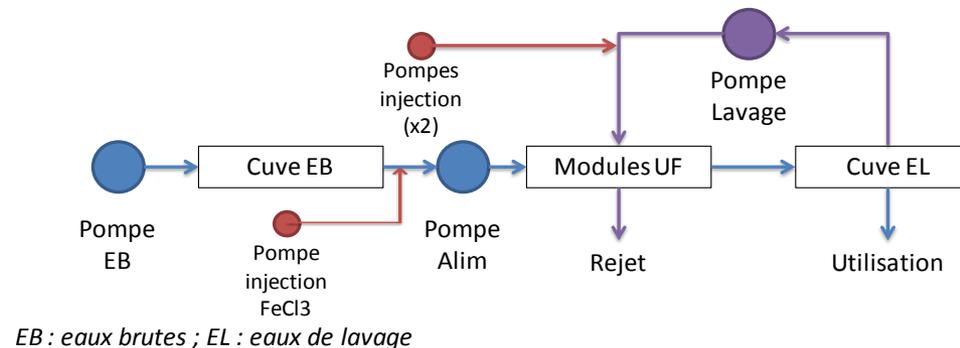
# Impact environnemental de la REUT

## Schéma des systèmes de filtration



### Principe de fonctionnement du filtre à sable

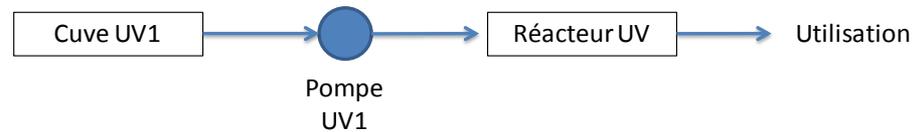
### Principe de fonctionnement du pilote VPMF



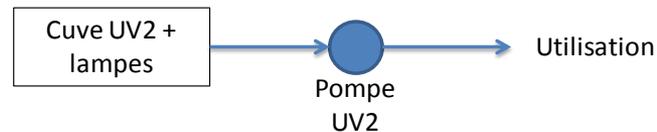
### Principe de fonctionnement du procédé d'ultrafiltration (UF)

# Impact environnemental de la REUT

## Schéma des traitements UV



### Principe de fonctionnement du pilote UV en ligne (UV1)



### Principe de fonctionnement du pilote UV statique (UV2)



# Impact environnemental de la REUT

## Scénarios analysés

Cinq scénarios sont envisagés, la plupart couplant deux technologies en série :

Scénario 1: FAS + UV1

Scénario 2: FAS + UV2

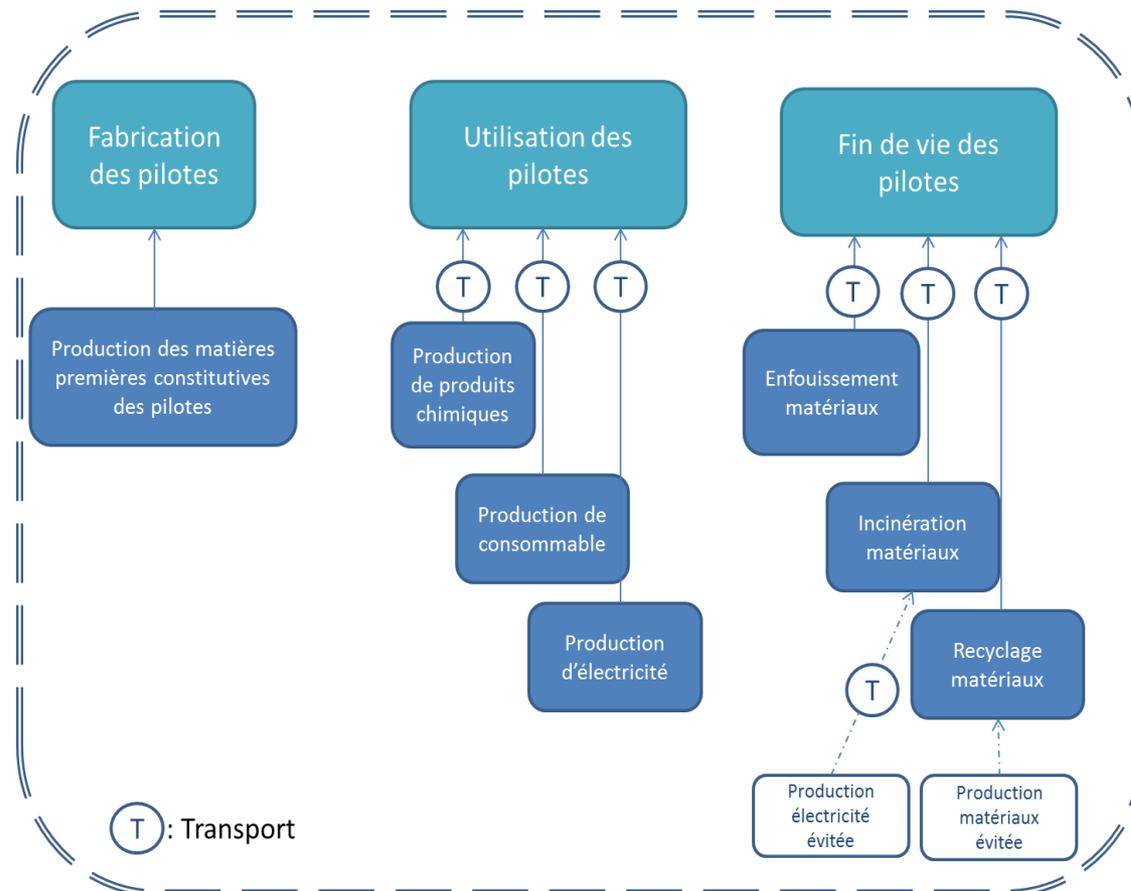
Scénario 3: UF

Scénario 4: UF + UV2

Scénario 5: VPMF + UV1

# Impact environnemental de la REUT

## Périmètre du système étudié pour l'Inventaire du Cycle de Vie





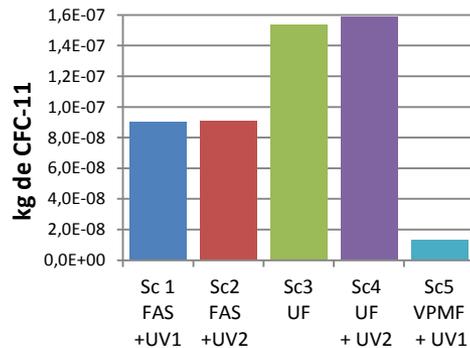
# Impact environnemental de la REUT

## Inventaire des flux

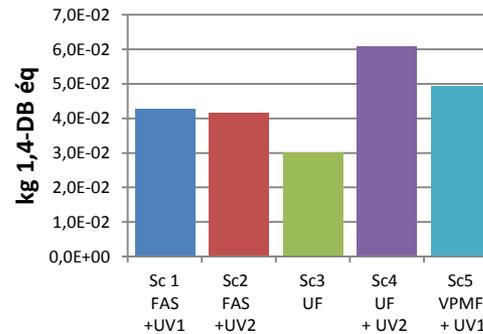
- la consommation de matières premières (eau, minerais ...),
- la consommation énergétique
- les émissions atmosphériques ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ , COV, poussières ...),
- les rejets liquides (DCO, métaux lourds ...),
- les émissions dans les sols (métaux lourds...)
- la production de déchets solides.

# Impact environnemental de la REUT

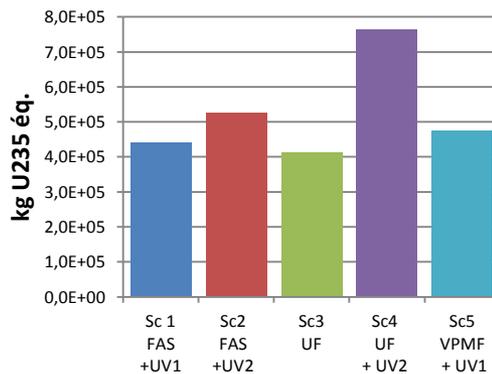
## Dépletion de la couche d'ozone



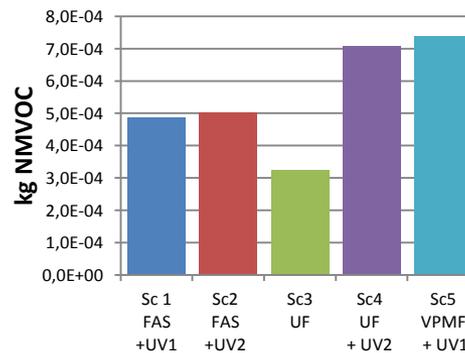
## Toxicité humaine



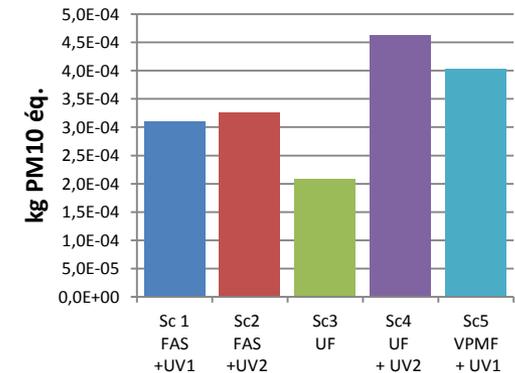
## Radiations ionisantes



## Formation d'oxydant photochimique



## Formation de particules



# Impact environnemental de la REUT

	FAS + UV1	FAS + UV2	UF	UF + UV2	VPMF + UV1
Diminution de la couche d'ozone	Orange	Orange	Red	Red	Green
Toxicité humaine	Orange	Orange	Green	Red	Orange
Radiations ionisantes	Green	Green	Green	Red	Green
Formation d'oxydant photochimique	Orange	Orange	Green	Red	Red
Formation de particules	Orange	Orange	Green	Red	Red
Changement climatique	Orange	Orange	Green	Red	Red
Ecotoxicité terrestre	Orange	Green	Green	Orange	Red
Acidification terrestre	Orange	Orange	Green	Red	Red
Occupation des sols agricoles	Green	Green	Green	Red	Green
Occupation des sols urbains	Green	Green	Green	Red	Green
Transformation des terres naturelles	Green	Green	Green	Orange	Red
Eutrophisation d'eau de mer	Green	Green	Orange	Orange	Red
Eutrophisation d'eau douce	Green	Green	Green	Orange	Red
Ecotoxicité marine	Orange	Orange	Green	Red	Orange
Ecotoxicité d'eau douce	Orange	Orange	Green	Red	Orange
Diminution des ressources fossiles	Orange	Orange	Green	Red	Red
Diminution des ressources métalliques	Orange	Green	Green	Orange	Red
Diminution de l'eau	Green	Green	Green	Red	Green

Contribution importante des composants des cuves de stockage (PET)



## Impact environnemental de la REUT

- ▶ La phase de fonctionnement est celle responsable de la majorité des impacts potentiels (comparée aux phases de fabrication et de fin de vie)
- ▶ Les scénarios combinés incluant le Filtre à Sable (FaS+UV1 et FaS+UV2) sont ceux induisant les impacts environnementaux les plus faibles
- ▶ Il n'y a pas une différence importante entre les impacts de l'UV1 et de l'UV2 dans les conditions étudiées
  - > La consommation électrique des UV est le facteur induisant les impacts les plus importants (=> possibilités d'optimisation)
  - > La cuve en Polyéthylène a des impacts non négligeables sur la performance environnementale de l'UV2 (=> utilisation d'autres matériaux)