

➤ Projet Multi-barrières

Vers une gestion intégrée du risque pathogène pour la reuse

Rémi Lombard Latune, Alice-Rose THOMAS,
UR REVERSAAL, Lyon

Doctorante : Alice-Rose THOMAS

Directeur de thèse : Pascal MOLLE (REVERSAAL – INRAE)

Co-encadrants : Rémi LOMBARD-LATUNE (REVERSAAL – INRAE),
Rémi DECLERCQ (Ecofilae), Emeline HASSENFORDER (G-Eau, CIRAD),
Géraldine ABRAMI (G-Eau, INRAE)

Début de thèse : Octobre 2021



➤ Contexte

- Assise de l'Eau (2019), engagement de l'Etat à « tripler d'ici 2025 le recours aux eaux non conventionnelles »
- Règlement Européen (2020/741) « exigences minimales applicables à la réutilisation de l'eau usée traitée en agriculture »



➤ Comparaison des exigences de qualité Fr/EU

Paramètres	A (EU)	B (EU)	A (Fr)	C (EU)	B (Fr)	D (EU)	C (Fr)	D (Fr)
MES (mg/L)	≤ 10	Min. A	< 15	Min. A	Min. A	Min. A	Min. A	Min. A
DCO (mg/L)	-	-	< 60	-	Min. A	-	Min. A	
DBO ₅ (mg/L)	≤ 10	Min. A	-	Min. A	-	Min. A	-	-
Turbidité (NTU)	≤ 5	-	-	-	-	-	-	-
E. coli (UFC/100 mL)	≤ 10 + ≥ 5 log	≤ 100	≤ 250	≤ 1 000	≤ 10 000	≤ 10 000	≤ 100 000	-
Enterocoques fécaux (abattement en log)	-	-	≥ 4	-	≥ 3	-	≥ 2	≥ 2
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 6	-	≥ 4	-	≥ 3	-	≥ 2	≥ 2
Spores bact. anaérobies sulfito-reductrices (abattement en log)	≥ 5	-	≥ 4	-	≥ 3	-	≥ 2	≥ 2
Legionella spp (UFC/1L)	< 1000	< 1000	-	< 1000	-	< 1000	-	-
Œufs d'Helminthes	< 1/L	< 1/L	-	< 1/L	-	< 1/L	-	-

Min. A : minimum de l'arrêté du 21 juillet 2015

Eau de baignade (directive européenne 15/02/2006) : eaux douces < 900 E.coli (CFU/100mL)
eaux de mer < 500 E.coli (CFU/100mL)

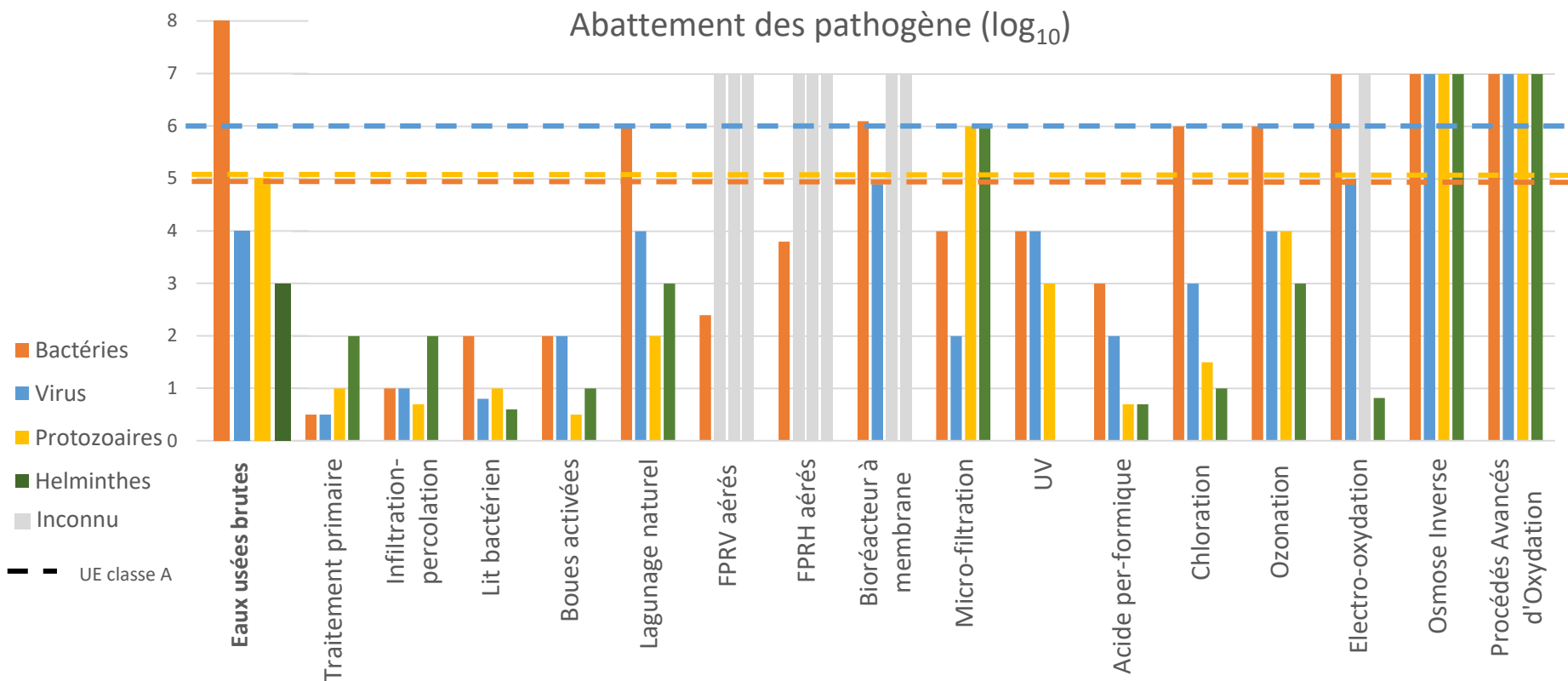


INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Comparaison des performances des principaux procédés de traitement sur les pathogènes



Sources : Asano et al., 1998 ; Boutin et al., 2008 ; Causserand et al., 2017 ; Cedat, 2016 ; Cheng et al., 2020 ; Collivignarelli et al., 2017 ; David-Colley et al., 2005 ; Ferro et al., 2015 ; Gomes et al., 2019 ; Hang et al., 2016 ; Jeong et al., 2009 ; Lazarova et al., 1998 ; Marti et al., 2011 ; Mailler et al., 2020 ; Maïga et al., 2009, Mouchet et al., 2000 ; Nahim Granados et al., 2020 ; Nivala et al., 2019 ; Ragazzo et al., 2013 ; Rodriguez-Chueca et al., 2015 ; Talekar et al., 2018 ; Yang Yang et al., 2019



> Contexte

- Assise de l'Eau (2019), engagement de l'Etat à « tripler d'ici 2025 le recours aux eaux non conventionnelles »
- Règlement Européen (2020/741) « exigences minimales applicables à la réutilisation de l'eau usée traitée en agriculture »
- Exigences de qualité des eaux nettement plus élevées que dans la réglementation Française (arrêté 2 août 2010)
- Introduction de la notion de « barrières » :

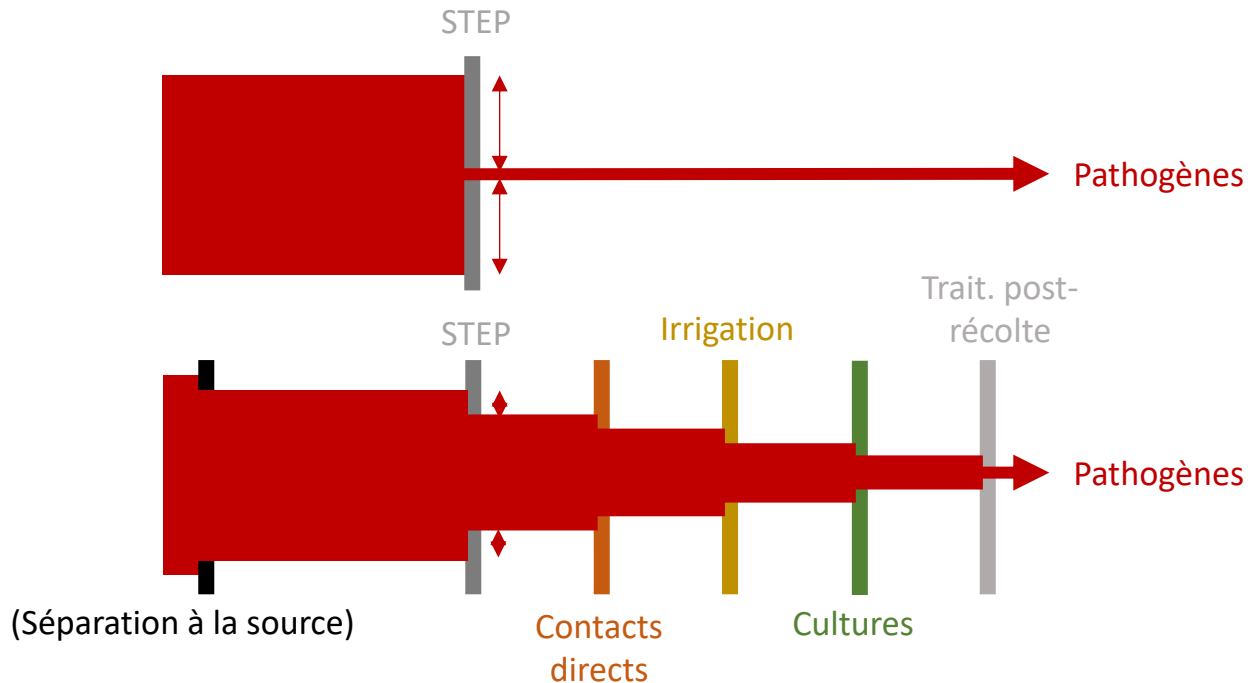
Annexe I - section 2 du règlement européen :

"Les cultures relevant d'une catégorie donnée sont irriguées avec de l'eau de récupération de la classe minimale de qualité de l'eau de récupération correspondante indiquée au tableau 1, **à moins que des barrières supplémentaires appropriées prévues (...) norme ISO 16075-2 (...), ne soient utilisées qui permettent de satisfaire aux exigences de qualité indiquées.** "



> Contexte

Approche par barrières (OMS, 2006 ; norme ISO 16075-2)



Guidelines règlement UE (juillet 2022)

Nouvel arrêté Français (2022-2023 ?) en remplacement de l'arrêté 2010 revu en 2014



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

Tableau 2 — Types suggérés et équivalents barrières attribués (adaptation des directives de l'OMS 2006^[2] et de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis 2012^[3])

Type de barrière	Application	Réduction des agents pathogènes (unités log)	Nombre de barrières
Irrigation des cultures vivrières			
Irrigation par goutte-à-goutte	Irrigation de cultures basses par goutte-à-goutte, par exemple à au moins 25 cm au-dessus du sol	2	1
	Irrigation de cultures hautes par goutte-à-goutte, par exemple à au moins 50 cm au-dessus du sol	4	2
	Irrigation souterraine par goutte-à-goutte, lorsque l'eau ne remonte pas à la surface du sol par capillarité	6	3
Irrigation par aspersion et arrosage	Irrigation de cultures basses par arroseurs et micro-arroseurs, par exemple à au moins 25 cm du jet d'eau	2	1
	Irrigation d'arbres fruitiers par arroseurs et micro-arroseurs, par exemple à au moins 50 cm du jet d'eau	4	2
Désinfection additionnelle dans le champ	Légère désinfection	2	1
	Désinfection poussée	4	2
Bâche résistante aux UV	Dans le cadre de l'irrigation par goutte-à-goutte, lorsque la bâche sépare les eaux d'irrigation des légumes	2 à 4	1
Inactivation naturelle des agents pathogènes	Inactivation naturelle favorisée par l'arrêt ou l'interruption de l'irrigation avant la récolte	0,5 à 2 par jour ^a	1 à 2 ^a
Lavage des produits avant leur vente aux consommateurs	Lavage des salades, des légumes et des fruits à l'eau potable	1	1
Désinfection des produits avant leur vente aux consommateurs	Lavage des salades, des légumes et des fruits avec une solution légèrement désinfectante et rinçage à l'eau potable	2	1
Pelage des produits	Pelage des fruits et des légumes à racines	2	1
Cuisson des produits	Immersion dans de l'eau bouillante ou cuisson à haute température jusqu'à ce que le produit soit cuit	6 à 7	3
Irrigation des cultures fourragères et de semences			
Contrôle de l'accès	Restriction de l'accès au champ irrigué pendant les 24 h qui suivent l'irrigation au minimum, par exemple, accès des animaux aux pâturages ou accès des ouvriers au champ	0,5 à 2	1
	Restriction de l'accès au champ irrigué pendant au moins cinq jours après l'irrigation	2 à 4	2
Séchage au soleil des cultures fourragères	Cultures fourragères et autres cultures séchées au soleil et récoltées avant leur consommation	2 à 4	2
Irrigation des jardins publics			
Contrôle de l'accès	Irrigation de nuit, lorsque le public n'a pas accès aux parcs, terrains de sport et jardins irrigués	0,5 à 1	1
Contrôle de l'irrigation par aspersion	Irrigation par aspersion en respectant des distances supérieures à 70 m par rapport aux zones résidentielles ou lieux accessibles au public	1	1
NOTE La désinfection des EUT ou leur filtration sur des membranes filtrantes appropriées, telles que les membranes MF, UF ou NF, détruit ou élimine les agents pathogènes.			
^a Selon les cultures et les conditions météorologiques.			

➤ **NF ISO 16075-2**
AFNOR

Risque =
Danger x Exposition

➤ Multi-barrières

- Quelle est l'efficacité des différentes barrières ?
- Comment organiser le transfert de responsabilités associées au transfert de la gestion du risque sur les différents maillons de la filière reuse ?
- Dans quel mesure la mobilisation de l'approche multi-barrières a un impact plus faible sur l'équilibre économique et le bilan environnemental des projets de reuse ?



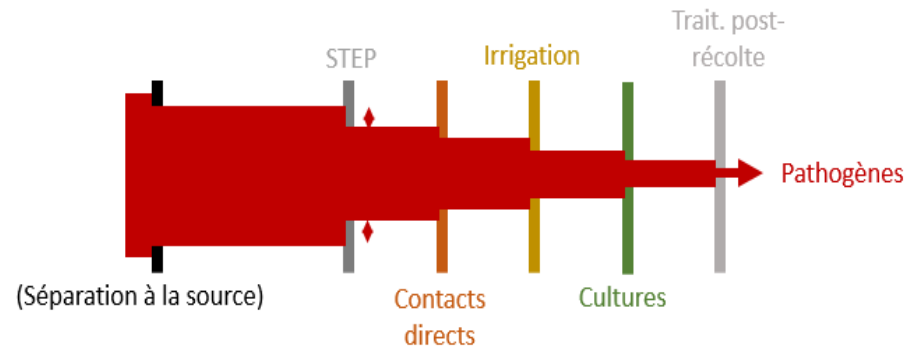
➤ Axe 1 : Etat de l'art sur les différentes barrières

- Mobilisation du réseau reuse d'INRAE
- 2 stages co-encadrés avec le réseau :
 - étude bibliographique sur les mécanismes de transfert des microorganismes pathogènes dans les végétaux et leurs devenir (choix des cultures, traitements post-récoltes)
 - étude bibliographique sur les sur les mécanismes de transfert des microorganismes pathogènes dans les matrices eau, sol et air et sur les modes de prévention à associer (irrigation, protection du personnel agricole et des riverains)
- Modalité de mise en œuvre, efficacité sanitaires des barrières (4 types de pathogènes)
- Proposer d'autres barrières, et des barrières pour d'autres usages non-agricoles ?

Nom Prénom	Département	Unité de Recherche	Équipe	Contribution au projet (disciplines, compétences mobilisées)
MOLLE Pascal	TRANSFORM	REVERSAAL		Génie des procédés
HARMAND Jérôme	AGROECOSYS TEM	LBE	SAMI	Technologie de traitement, modélisation, contrôle des systèmes
AIT MOUHEB Nassim	AQUA	G-EAU	OPTIMIS TE	Génie des procédés, Système d'irrigation
PIVETEAU Pascal	TRANSFORM	OPAAL	SAFIR	Transfert pathogènes des produits résiduaire organiques vers les cultures
WERY Nathalie	MICA	LBE	DIEM	Mécanismes de transfert des pathogènes (microbiologiste)
CARLIN Frédéric	TRANSFORM	SQPOV	SporAlim	Traitement post-récolte / Transformation agro-alimentaire
COURAULT Dominique	AGROECOSYS TEM	EMMAH	DISCOVE	Transfert des pathogènes au champ



➤ Barrières



Catégorisation

Catégorie	Index	Définition	Exemples
QUALITE DE L'EAU	Q	Procédés impactant sur la qualité de l'eau de réutilisation	Contrôle des EB, procédés de traitement, amélioration de la qualité sur site,
EQUIPEMENTS	E	Matériels professionnels, en lien avec l'activité	Stockage, distribution, irrigation, récolte, EPI
PRATIQUES (CULTURALES ET D'EPANDAGE)	C	Techniques de cultures, agricoles, d'épandage des eaux	Choix des cultures, calendrier d'irrigation, calendrier de récolte, préparation des cultures
PROTECTION DU PERIMETRE	P	Techniques, équipements permettant une protection des zones périphériques	Signalisation du réseau, du périmètre, distance vis-à-vis de l'Épot, contrôle de l'accès
SYSTEME	A	Mesures complémentaires	Formation, sensibilisation, suivi médical, coordination

➤ Mesures de protection

Catégorie
QUALITE DE L'EAU

Q.1	Contrôle des eaux usées entrant dans le système de réutilisation
Q.1.1	Séparation à la source
Q.1.2	Protection des sources d'eaux urbaines résiduaires
Q.1.3	Interdiction de réutiliser les eaux brutes (obliger un traitement)
Q.2	Mise en place d'un (de) procédé(s) de traitement collectif des eaux usées brutes
Q.2.1	Mise en place d'un procédé de pré-traitement et d'un procédé de traitement primaire
Q.2.2	Mise en place d'un procédé de traitement secondaire
Q.3	Mise en place d'un (de) procédé(s) de traitement supplémentaire (tertiaire) des eaux usées traitées
Q.3	Amélioration de la qualité de l'eau de réutilisation à la parcelle
Q.4.1	Dilution de l'eau utilisée
Q.4.2	Mise en place d'un traitement à la parcelle
Q.4.3	Désinfection additionnelle des eaux traitées (au champ)
Q.5	Mise en place d'un (de) procédé(s) de traitement non-collectif

Choix des technologies de traitement

- Littérature
- Terrain (données Ecofilae) + experts
- Données enquêtes Margot

Secondaire	BA
Secondaire	FPR
Secondaire	Lagunes
Secondaire	BRM
Filtration / Désinfection	Sable ou microfiltration
Filtration / Désinfection	Membrane : UF
Filtration / Désinfection	Membrane : Nano
Filtration / Désinfection	OI
Filtration / Désinfection	UV
Filtration / Désinfection	Eox
Filtration / Désinfection	Chloration
Filtration / Désinfection	Lagune maturation
Autres	Ozonation
Autres	Charbon actif

Choix des technologies?



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Mesures de protection

Catégorie
EQUIPEMENTS

Technologie de traitement ?

E.1	Assurer la présence d'un système de collecte géré en toute sécurité
E.2	Mise en place et/ou gestion d'un système de stockage des eaux de réutilisation
E.3	Gestion du système de distribution des eaux réutilisées
E.3.1	Gestion du matériel de distribution
E.3.2	Mise en place et gestion d'un réseau de distribution
E.4	Gestion des techniques d'irrigation et du matériel
E.4.1	Gestion de l'irrigation ouverte (gravitaire)
E.4.1.1	<i>Réduction de l'éclaboussure lors de l'irrigation manuelle (écopes, arrosoirs)</i>
E.4.1.2	<i>Gestion de l'irrigation par submersion</i>
E.4.1.3	<i>Mise en place d'une irrigation par sillon, à la raie</i>
E.4.2	Mise en place d'une système d'irrigation fermé - aspersion et microaspersion
E.4.2.1	<i>Gestion de l'irrigation par aspersion</i>
E.4.2.2	<i>Mise en place d'un système de micro-aspersion</i>
-	<i>Cultures basses à 25cm ou + depuis le jet d'eau</i>
-	<i>Cultures hautes à 50cm ou + depuis le jet d'eau</i>
E.4.3	Mise en place d'une système d'irrigation fermé et localisé - goutte à goutte
E.4.3.1	<i>De surface</i>
	<i>De surface - Cultures basses à 25cm ou + au dessus du sol</i>
	<i>De surface - Cultures hautes à 50cm ou + au dessus du sol</i>
E.4.3.2	<i>Goutte à goutte souterrain où l'eau ne remonte pas à la surface par action capillaire</i>
E.5	Mise en place d'une bâche de séparation résistante aux rayons solaires
E.6	Gestion du matériel et des techniques d'entretien et de récolte des cultures
E.6.1	Gestion du matériel agricole d'entretien et de récolte manuels
E.6.2	Utilisation de matériels mécaniques pour l'entretien et/ou la récolte des cultures
E.7	Port d'EPI
E.8	Accès à des installations d'eau potable sur site

Le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) est obligatoire dans toutes les entreprises dès l'embauche du 1^{er} salarié. L'employeur consigne dans ce document le résultat de l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité auxquels peuvent être exposés les salariés



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Mesures de protection

Catégorie
PRATIQUES
(CULTURALES ET
D'EPANDAGE)

Réglementation fr

Avec le paquet hygiène, nouvelle réglementation européenne, tous les acteurs de la chaîne alimentaire (agriculteurs, transformateurs, etc.) doivent démontrer qu'ils ont mis en place des mesures de maîtrise adaptées pour atteindre les objectifs définis par le **Paquet hygiène**.

Implication du consommateur

C.1	Choix des cultures	
C.1.1	Choix de cultures non alimentaire (industr, énergeti, semenciere)	
C.1.2	Choix de cultures non alimentaire destinee a la consomamtion animale (fourrages, paturages)	
C.1.3	Choix de cultures non alimentaire destinee a l'utilisation humaine (cultures ornementales, gazons, pelouses)	
C.1.4	Choix de cultures alimentaires a cuisson obligatoire / transfo (pommes de terre)	
C.1.5	Choix de cultures alimentaires a pelage obligatoire (peau ou coque)	
C.1.6	Choix de cultures alimentaires cultivees en surface dont la partie comestible pousse sans contact avec le sol	
C.1.7	Choix de cultures alimentaires avec sechage obligatoire	
C.2	Contrôle de l'épandage, de la récolte et calendrier d'irrigation	
C.2.1	Contrôle de l'irrigation par aspersion	
-	<i>Arrêt de l'irrigation en cas de fort vent</i>	
-	<i>Spray drift contrôle (microsprinklers, anemometer systems, inward throwing sprinklers etc)</i>	
C.2.2	Irrigation nocturne (lorsque le public n'a pas accès aux chemin et aux parcelles irriguées)	
C.2.3	Interdiction de récolter des produits humides ou tombés à terre	
C.3	Préparation des récoltes avant distribution et/ou vente	
C.3.1	Transformation des récoltes avant distribution	
C.3.2	Cuisson des récoltes avant distribution	
C.3.3	Lavage des récoltes avant distribution	
C.3.3.1	<i>Lavage à l'eau potable</i>	
C.3.3.2	<i>Lavage avec une solution désinfectante et rinçage à l'eau potable</i>	
	<i>Faiblement concentrée</i>	
	<i>Fortement concentrée</i>	
C.3.4	Pelage ou éplucage des récoltes avant distribution (feuilles extérieures, peau)	
C.3.5	Séchage des récoltes avant distribution ou consommation animale	
	<i>Stockage des récoltes avant distribution</i>	
	<i>Séchage des plantes fourragères et autres cultures au soleil et récoltées avant consommation</i>	
C.4	Préparation des produits avant consommation	
C.4.1	Cuisson des produits avant consommation	
C.4.2	Lavage des produits avant consommation	
C.4.2.1	<i>Lavage à l'eau potable</i>	
C.4.2.2	<i>Lavage avec une solution désinfectante et rinçage à l'eau potable</i>	
C.4.3	Pelage ou éplucage des produits avant consommation (feuilles, peau)	

INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Mesures de protection

Catégorie
PROTECTION DU PERIMETRE

P.1	Signalisation du réseau de distribution et du périmètre irrigué
P.2	Mise en place d'une distance vis-à-vis du réseau d'eau potable
P.3	Contrôle de l'accès au périmètre irrigué
P.3.1	En permanence (cloture)
P.3.2	Pendant irrigation
P.3.3	Pendant l'irrigation et après (déperissement)
P.4	Mise en place d'une zone tampon
P.5	Mise en place d'écrans de protection

Mise en place ?

Réglementation fr

Catégorie
SYSTEME

A.1	Sensibilisation des professionnels aux risques et formation aux bonnes pratiques
A.2	Suivi médical des professionnels
A.3	Communication entre les acteurs
A.4	Sensibilisation des non-professionnels aux risques et aux bonnes pratiques
A.5	Suivi médical des consommateurs

MSA → Visite d'Information et de Prévention (VIP)

Mise en place ?



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Mesures de protection

Caractéristiques

- Recherches biblio
- Données terrain
- Synthèse sur procédés de traitement
S.Guillaume

Indicateur ?
Pertinent/ possible pour toutes les mesures ?
Données ?

	CODIFICATION	NOM
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	Description technique	Fonctionnement
	Facteur influençant le fonctionnement	Par quoi la barrière peut être influencée
	Entretien	
CARACTERISTIQUES ECONOMIQUES	Capex	Coûts d'investissement
	Opex	Coûts d'exploitation
CARACTERISTIQUES SANITAIRES	Objectif de la mesure	Prévention ou réduction de l'exposition
	Personne ciblée	Personne dont le risque sera réduit par la mesure
	Impact sanitaire	Abattement permis en log
CARACTERISTIQUES DE GESTION	Partie responsable	Personne en charge du bon fonctionnement
	Maillon	Maillon où la barrière peut potentiellement être mise en place
	Défaillance(s) possible(s)	
	Combinaison obligatoire	Autre barrière devant être ajoutée obligatoirement avant / après
	Combinaison possible	Combinaison avec une autre barrière pour augmenter abattement
	Combinaison impossible	Mesures de protection non réalisables en aval de la mesure
CRITERES DE CHOIX	Avantages	
	Inconvénients	

Impact environnemental ?

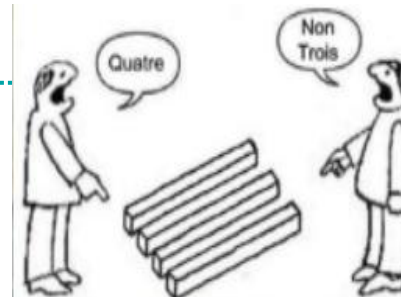
Combinaison ?
Construction des scénarios ?

➤ Axe 2 : Développement d'une démarche d'accompagnement à la mise en place des barrières

- Doctorat, partenariat REVERSAAL (P Molle, R Lombard-Latune) / G-Eau (G Abrami, E Hassenforder)
- Définir - redéfinir les filières de reuse avec les acteurs
- Répartir les rôles et responsabilités entre les acteurs
- Démarche co-construite avec les acteurs sur différents territoires d'étude

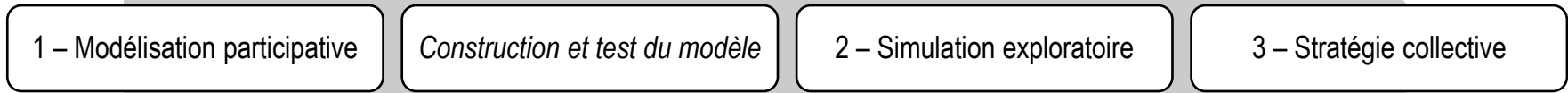
La modélisation d'accompagnement

- Démarche développée depuis fin 90, par des chercheurs provenant de disciplines différentes travaillant sur des questions de gestion environnementale
- Processus ... visant à expliciter les connaissances qu'ont les acteurs de leur situation (= système complexe) et à améliorer les prises de décision collectives
- Co-construction par les acteurs d'une représentation partagée de la situation (=modèle)
- Modèle utilisé comme support pour explorer des solutions (simulation)
- Application à l'assainissement : planification concertée de l'assainissement (Lombard-Latune, 2019)



➤ Modélisation participative

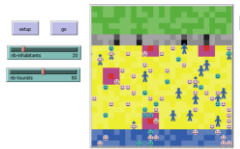
• Construction d'un modèle ?



- Identifier la question clé initiale partagée = **problématique commune**
 - Construire une **représentation** partagée de la question : le schéma conceptuel
- ARDI**
Acteurs – Ressources – Dynamiques – Interactions



Jeu de plateau



Modèle informatisé

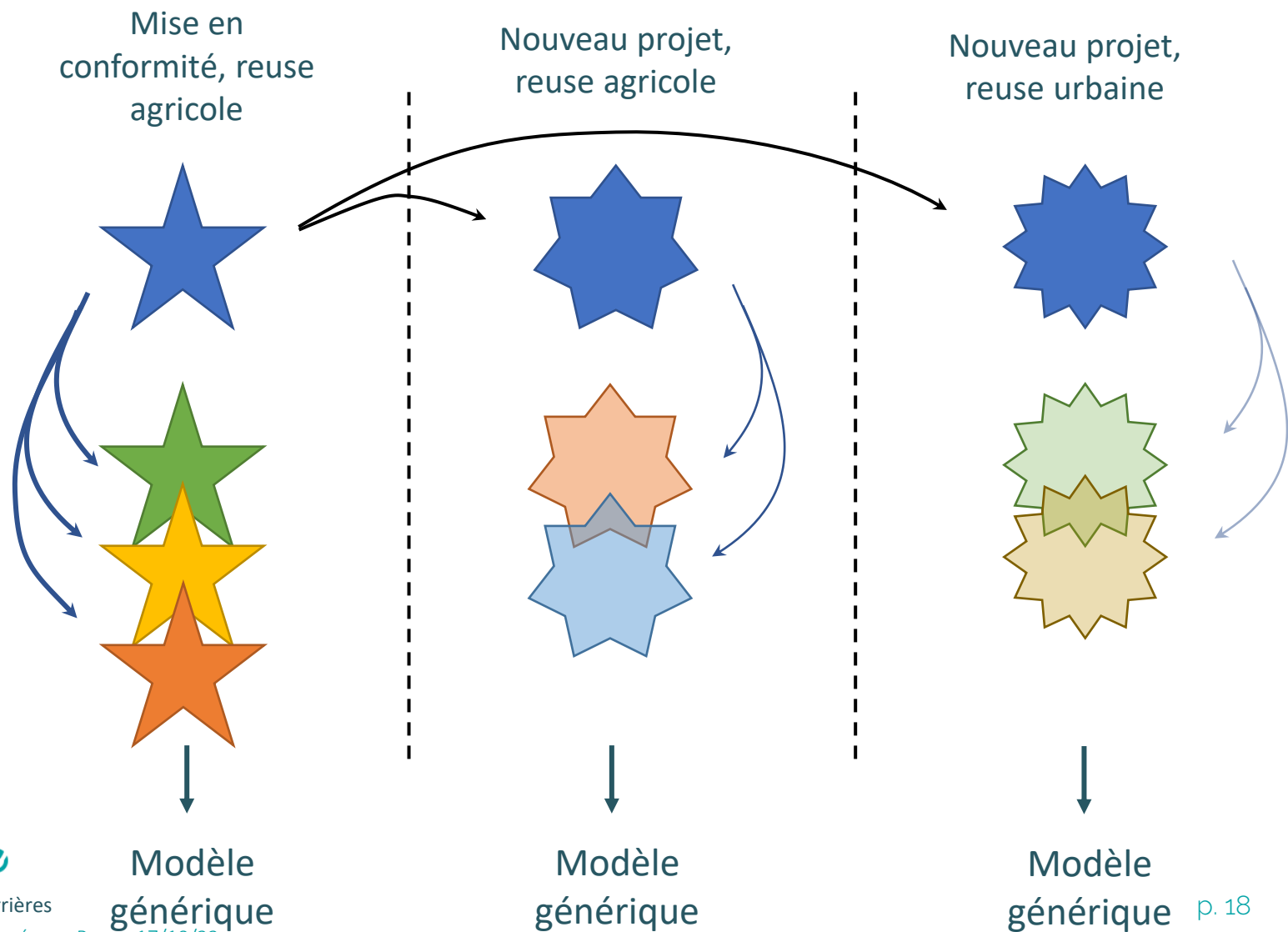
- Explorer et tester différentes options puis construction de **différents scénarios** de gestion du risque pathogènes et voir leurs conséquences sur le modèle (économique, sanitaire et environnemental)

- Mise en discussion collective des scénarios produits et choix d'un scénario « idéal » à intégrer au plan de gestion des risques

➔ Trois typologies de terrain, complexité croissante

➤ Montée en généralité

3 typologies de projets



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

Modèle
générique

Modèle
générique

Modèle
générique

➤ Modélisation participative

TYPOLOGIE 1 - Application sur le projet de REUT de l'ASA Limagne Noire (Clermont-Ferrand)

Utilisation des ERU de Clermont-Ferrand pour irrigation agricole (55 exploitations, 1050ha équipé)

- **Pourquoi ce terrain ?**

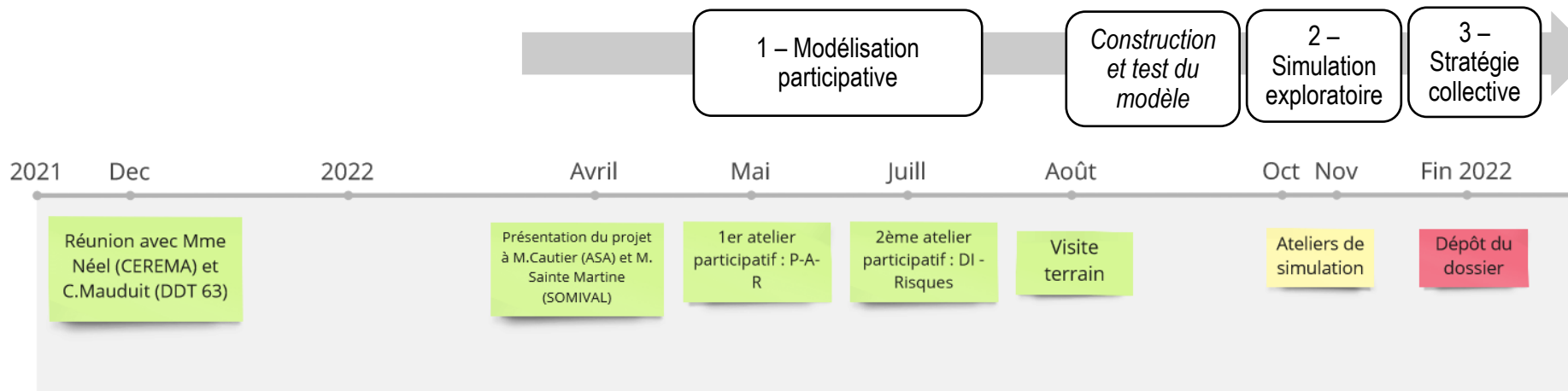
Un projet emblématique de la REUT en France (depuis les années 90)

Projet très étudié = beaucoup de données

- **Objectif :**

Pertinence de l'approche pour les acteurs opérationnels

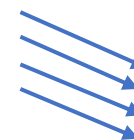
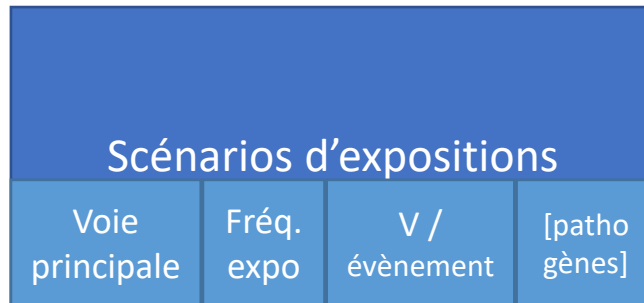
Identification des variables clés



➤ Modèle (en construction)



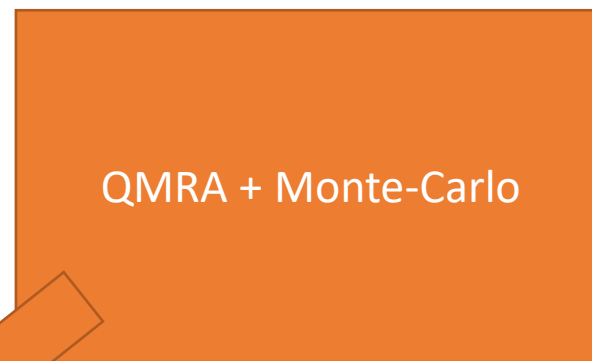
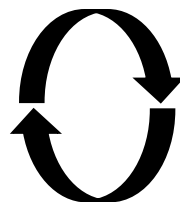
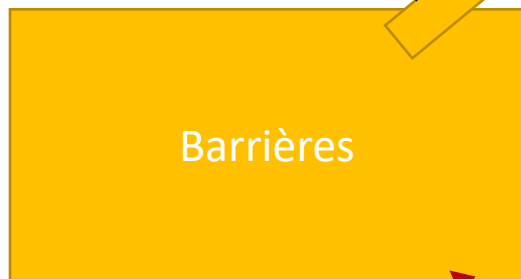
Situation initiale



Modèle dose-réponse

Coûts :

- Economique
- Environnemental



Risque d'infection



Risque tolérable
 10^6 DALY



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Axe 3 : évaluation de la démarche et de ses impacts

Evaluations à 2 niveaux :

- Démarche en elle-même
 - Ses modalités (format, nb d'ateliers, durée, ...) comme dans ses productions scénarios, changements, structuration des acteurs ...)
 - Méthode de suivi-évaluation ComMod (Hassenforder et al, 2020)
- Comparaison des scénarios multi-barrières / conventionnels
 - Dimension économique (ACB ?). Partenariat ?
 - Dimension environnementale. Partenariat ?
- Aperçut des conséquence de la mise en conformité avec le règlement européen (Atelier Technique Reuse EPNAC)



Merci pour votre attention !

remi.lombard-latune@inrae.fr
alice-rose.thomas@inrae.fr



INRAE

Multi-barrières

Séminaire réseau Reuse 17/10/22

➤ Différentes approches d'évaluation et de gestion du risque

	OMS (1973)	OMS (1989)			OMS (2006)
Approche	Approche microbiologique	Approche épidémiologique			Approche multi-barrières
Risque	Potentiel	Effectif ou attribuable			Tolérable
Objectif	Elimination totale des pathogènes	Adapter la qualité selon les usages, dose-réponse			Le risque d'infection dû à la dose exposée ne doit pas dépasser le risque tolérable d'infection correspondant à 10^{-6} DALY (QMRA)
Classes	1 seule	A	B	C	-
Standard de qualité	<100 UFC (100mL)	<=1 000 (Colif) <= 1 (Nem)	- <=1 (Nem)	-	-
Barrières	Traitement	Traitement + restriction sur les cultures + méthodes d'irrigation + limitation exposition (EPI)			Traitement + restriction sur les cultures + méthodes d'irrigation + limitation exposition (distance) + traitements post récolte + formation + suivi médical
Restrictions sur l'irrigation	Non	Oui selon la qualité microbiologique atteinte			Possible (si choix comme mesure de protection)
Gestion du risque	Station de traitement	Station de traitement + champs			Tout au long de la filière
INRAE Limites	Technologies de traitement	Technologies de traitement			Partage des responsabilités, défaillances possibles