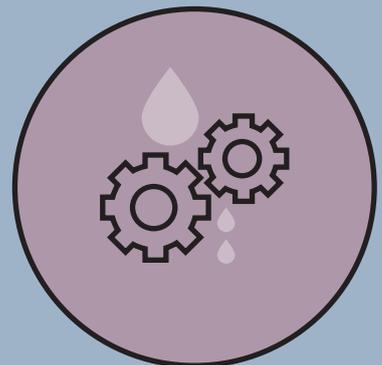
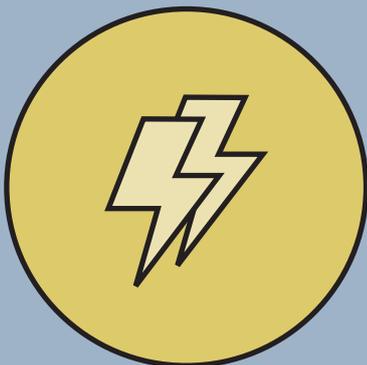
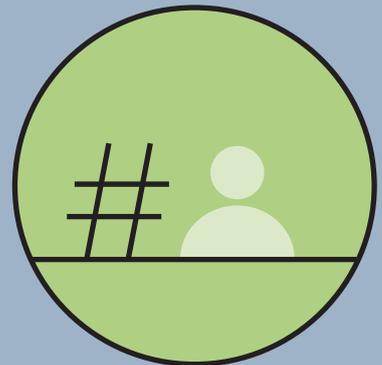
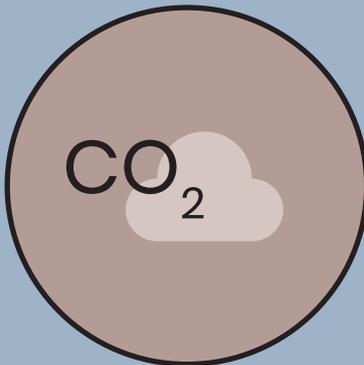
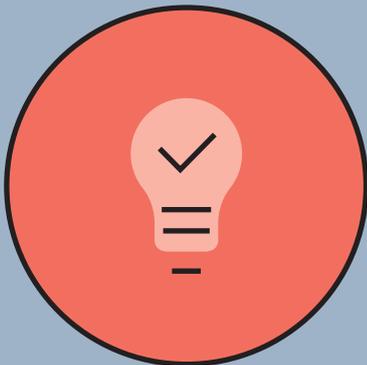
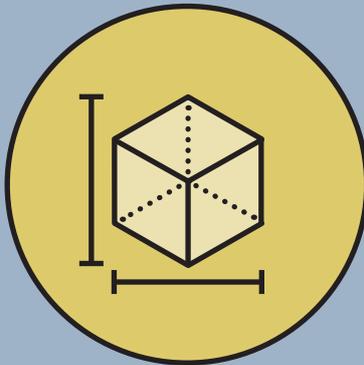
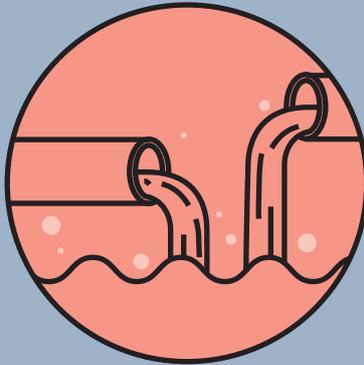


L'Assainissement en Contexte Insulaire





Auteurs

Stéphanie PROST-BOUCLE (*pilotage du groupe*)

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE)

Nicolas WEPIERRE (*pilotage du groupe*)

Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement (ARBE PACA)

Christian BARBIER

Conseil départemental du Finistère

Vivien DUBOIS

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE)

Marta FERRETTI

Small Islands Organisation (SMILO)

Cyrille FONTENEAU

Nicolas QUERVAREC

Conseil départemental des Côtes d'Armor

Nathalie GENIN

Syndicat d'Assainissement de l'Agglomération Granvillaise (SMAAG)

Florence MACAUD

Conseil départemental de la Vendée

Améline MILLET

Aix-Marseille-Provence Métropole

Éric MINO

Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau (SEMIDE), représentant le projet européen HYDROUSA

Relecteurs

Sylvie GILLOT

Rémi LOMBARD-LATUNE

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE)

Habib Ben Moussa

Expert et membre de la Commission d'Evaluation du label Ile Durable

Domitille LE HUEDE

Small Islands Organisation (SMILO)

Frère Vincent

Abbaye de Lérins



Table des matières

Mots clés, Acronymes, Glossaire → 4

01 → 8

Introduction

02 → 11

Facteurs à prendre en compte pour choisir un système d'assainissement

03 → 18

Critères décisionnels pour l'assainissement collectif

04 → 37

Critères décisionnels pour le très petit collectif et l'assainissement individuel

05 → 42

Les toilettes sèches : une solution à plébisciter ?

06 → 48

Aspects complémentaires liés au développement durable et à l'économie circulaire

07 → 50

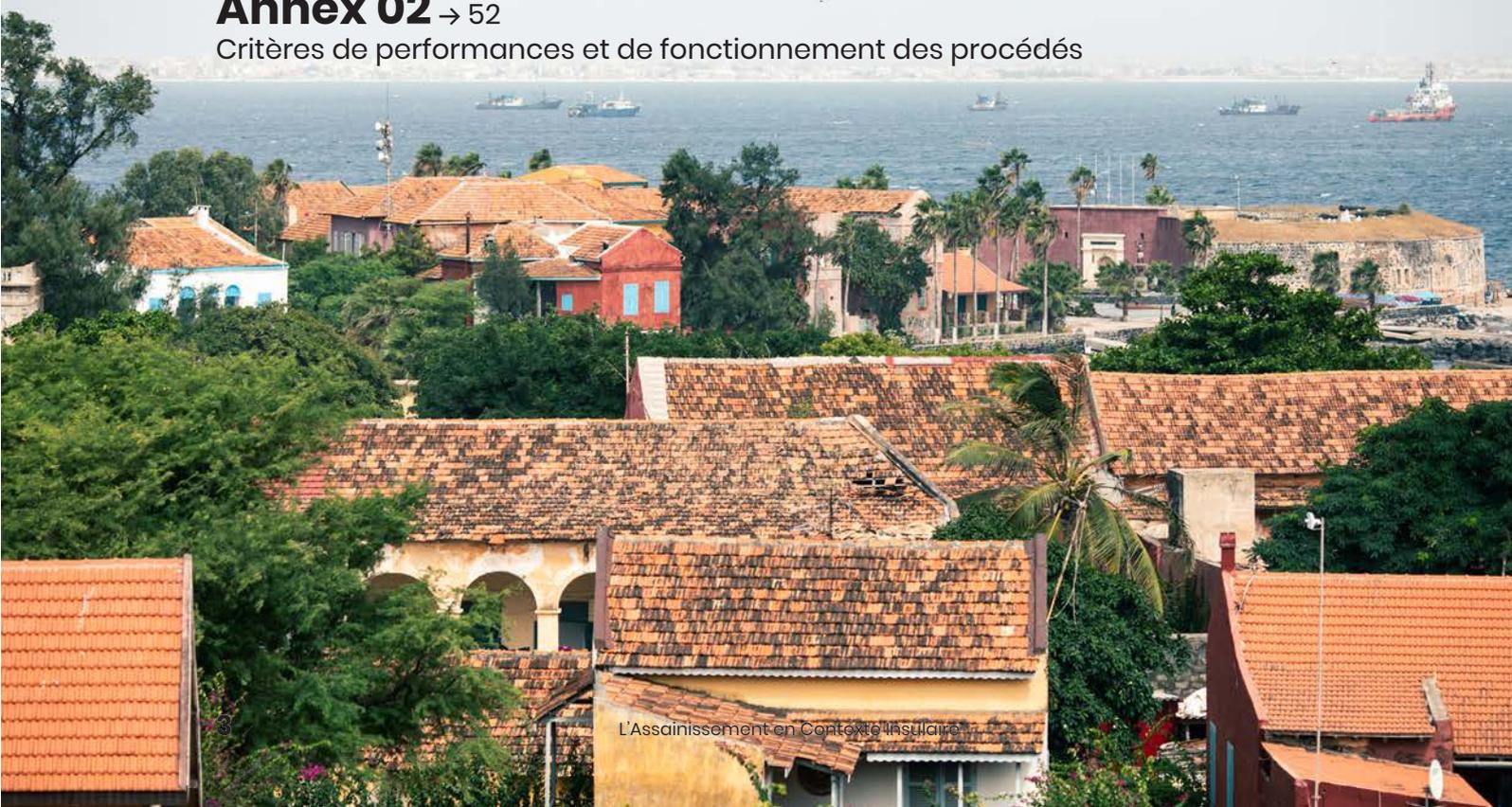
Conclusion

Annex 01 → 51

L'hydrogène sulfuré (H₂S), une problématique à ne pas négliger !

Annex 02 → 52

Critères de performances et de fonctionnement des procédés



Mots clés

Approche technico-économique, assainissement, filières de traitement, gestion durable, petites îles, réutilisation, usages de l'eau, valorisation

Acronymes

AC	Assainissement Collectif
ANC	Assainissement Non Collectif
CAPEX	Capital expenditure
EH	Equivalent-Habitant
FEAMP	Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche
MES	Matières En Suspension
OPEX	Operating expenses
REUT	Réutilisation des Eaux Usées Traitées
SMILO	Small Islands Organisation
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (réacteur à lit de boues anaérobie à flux ascendant)

Glossaire

Assainissement :

ensemble des dispositifs de collecte, traitement (dépollution) et évacuation des eaux usées vers le milieu naturel.

Assainissement collectif – AC :

désigne tout système d'assainissement permettant la collecte, le traitement (dépollution) et l'évacuation des eaux usées mis en place à l'échelle d'un hameau, village ou ville. Les eaux usées sont collectées par un réseaux collectif et acheminées vers une station de traitement collective pour y être traitées.

Assainissement non collectif – ANC (ou individuel, ou autonome) :

désigne tout système d'assainissement permettant la collecte, le traitement (dépollution) et l'évacuation des eaux usées mis en place à l'échelle d'une habitation individuelle. Ces dispositifs ne sont pas connectés à un réseau public de collecte des eaux usées.

Bassin tampon (ou bassin d'orage) :

réservoir utilisé pour stocker temporairement le surplus d'eaux usées en entrée de station d'épuration (en cas de débits très importants), pour ensuite restituer ces eaux à traiter sur les ouvrages de traitement lorsque le débit en entrée de station est plus faible et permet l'acceptation de ces eaux usées.

Boues d'épuration :

principaux sous-produits générés par une station d'épuration collective, matières de vidange stockées dans une fosse septique en amont d'une filière de traitement. On distingue plusieurs types de boues : plus ou moins sèches, pâteuses ou liquides, solides, chargées en matières organiques ou plutôt minérales, fermentescibles, etc. Voir aussi **Sous-produit de l'assainissement**.

Charge organique :

quantité de pollution entrante sur la station d'épuration, généralement exprimée en kg/j pour chaque polluant analysé.

Charge hydraulique :

quantité d'effluents en entrée de station d'épuration, généralement exprimée en m³/j.

Dégrillage :

ouvrage permettant d'enlever les déchets les plus grossiers contenus dans les eaux usées, afin de protéger les ouvrages de traitement. Il peut s'agir d'un dégrillage grossier (plusieurs centimètres entre les grilles) ou fin (millimètres).

Désinfection :

étape complémentaire de traitement permettant de détruire des germes infectieux (virus, bactéries...), dans des eaux ou des boues, afin d'éviter la contamination de l'environnement et des humains. Il existe différentes technologies de désinfection, physiques (filtration, UV...) ou chimiques (chloration...). Le niveau de désinfection à atteindre dépend de la sensibilité du milieu récepteur et des activités locales.

Eaux claires parasites – ECP :

eaux qui transitent en permanence ou temporairement dans un réseau d'assainissement alors qu'elles ne devraient pas y être. Il s'agit d'eaux d'origine naturelle (drainage de nappes, inondation de réseaux, captage de sources...) ou artificielle (fontaines, fuite d'eau potable, vidange de piscine...). Ces eaux parasites augmentent la charge hydraulique en entrée de station de traitement des eaux usées, augmentent les dépenses énergétiques, et perturbent le fonctionnement de la station. Les volumes d'eau claires parasites sont estimés par comparaison des volumes d'eau transitant dans le réseau en périodes pluvieuse/sèches et diurne/nocturne. Des solutions doivent être investiguées pour réduire leurs arrivées dans les réseaux d'assainissement.

Eaux grises (ou eaux ménagères, ou eaux domestiques) :

eaux usées produites par une habitation qui sont faiblement polluées (issues des bains, douches, éviers et machines à laver le linge ou la vaisselle). Elles n'incluent pas les eaux des toilettes (eaux vannes) qui sont contaminées par des pathogènes.

Eaux usées (ou eaux résiduaires) :

voir **Effluent**.

Eaux vannes (ou eaux noires) :

eaux usées issues exclusivement des chasses d'eau des toilettes. Elles sont composées de matières fécales (fèces) et d'urine ; elles sont donc contaminées par des pathogènes (et éventuellement des résidus de médicaments).

Effluent :

ensemble des eaux devant être acheminées par le biais d'un réseau d'égouts vers une station de traitement des eaux usées. Un effluent peut être d'origine domestique, industrielle, agroalimentaire, etc. Ainsi, un effluent urbain est composé d'un mélange d'eaux usées, eaux pluviales, eaux parasites, eaux industrielles autorisées à rejeter dans le réseaux d'assainissement, etc. Il constitue un déchet liquide à traiter pour le dépolluer avant de le rejeter au milieu naturel.

Equivalent-habitant – EH :

La définition de l'EH en Europe est une notion réglementaire permettant de caractériser la taille d'une installation de traitement ou d'une agglomération. Par définition, 1 EH produit une charge de pollution théorique de 60 g DBO₅/j. Toutefois, la pollution générée par un résident est moindre : elle est proche de 40 g DBO₅/j par personne dans les petites communes sans activité industrielle raccordée (c'est-à-dire, dans un petit village, 1 habitant = 0.7 EH). La population estivale dite « de passage » (peu d'hébergements, visites à la journée), sera encore réduite (c'est-à-dire, par exemple, 1 touriste de passage = 0.05 à 0.3 EH).

A titre d'exemple, en France, la circulaire du 22 mai 1997 indique les correspondances en nombre d'EH et les volumes d'eaux usées générées par types d'activités (à adapter en fonction des réalités locales !):

Désignation de l'activité	Equivalent en nombre d'EH	Volumes générés en Litres/jour
Usager permanent	0.7* à 1	80* à 150
Ecole (pensionnat), caserne, maison de repos	0.7* à 1	80* à 150
Ecole (demi-pension), ou similaire	0.5	75
Ecole (externat), ou similaire	0.3	50
Hôpitaux, clinique, etc. (par lit) (y compris personnel soignant et d'exploitation)	3	400 à 500
Personnel d'usine (par poste de 8 heures)	0.5	75
Personnel de bureaux, de magasin	0.5	75
Hôtel-restaurant, pension de famille (par chambre)	2	300
Hôtel, pension de famille (sans restaurant, par chambre)	1	150
Terrain de camping	0.65* à 2	100* à 300
Usager occasionnel (lieux publics)	0.05	5 à 10

* chiffres issus de retours d'expériences récents en France, non indiqués par la circulaire française du 22 mai 1997

Fosse septique (ou fosse toutes eaux) :

ouvrage de type cuve fermée, dimensionné pour recevoir soit uniquement les eaux vannes (fosse septique) soit le mélange eaux vannes et eaux grises (fosse toutes eaux). Cette fosse constitue le prétraitement des dispositifs d'assainissement individuels (ANC) où sont retenus les matières solides et des déchets flottants, et où les matières particulaires y sont partiellement liquéfiées par digestion anaérobie. Les eaux issues de la fosse sont ensuite soit dirigées en continu vers un traitement sur la parcelle (massif filtrant par exemple) soit régulièrement vidangées pour y être traitées sur une station de traitement (on parle alors de matières de vidange).

Matières de vidange :

produits issus du curage des fosses septiques (ou fosses toutes eaux) dans le cas de l'assainissement individuel (ANC). Il s'agit d'un mélange d'eaux, boues et graisses, dont la concentration est très variable d'une habitation à une autre ; ce sont des effluents très concentrés. La vidange est nécessaire dès lors que le volume de matières est proche de 50% du volume utile de la fosse.

Nitrification/dénitrification :

l'élimination de la pollution azotée nécessite un premier processus de nitrification qui consiste à transformer l'azote ammoniacal (notamment produit par les urines) en nitrates, grâce à des bactéries dites « autotrophes » et qui utilisent l'oxygène et les carbonates des eaux usées. Les nitrates générés sont moins toxiques que les nitrates, mais la sensibilité de certains environnements nécessite également l'élimination des nitrates, ces derniers étant co-responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. Le processus de dénitrification aura alors lieu dans un ouvrage de traitement en absence d'oxygène et en présence de carbone, à l'aide de bactéries dites « hétérotrophes », pour décomposer les nitrates en azote gazeux.

Poste de relèvement (ou poste de refoulement) :

ouvrage sur un réseau ou au sein d'une station de traitement des eaux usées, généralement équipé de pompes de relevage, permettant de remonter des eaux pour assurer un écoulement gravitaire par la suite. Par exemple, ce type d'ouvrage est nécessaire lorsque le réseau est situé en contrebas de la station de traitement du fait de la pente du terrain.

Refus de dégrillage :

déchets collectés par les prétraitement (généralement une filtration grossière sur grille). Ils sont assimilés à des ordures ménagères et doivent être évacués comme tels. Un double ensachage avec des sacs poubelle résistants doit être prévu.

Rejet :

eaux usées traitées issue d'une station d'épuration et déversées dans le milieu naturel ou le sol (rivière, mer, infiltration dans le sol...).

Ressources d'eaux non conventionnelles :

eaux pluviales, provenant de la réutilisation d'eaux usées traitées ou issues du dessalement d'eaux de mer. S'oppose aux ressources d'eaux dites « conventionnelles » : prélevées dans des lacs, rivières, ou nappes phréatiques.

Réseau gravitaire :

réseau dont les canalisations permettent un écoulement naturellement continu des eaux usées jusqu'à la station de traitement, du haut vers le bas, sans poste de relèvement, grâce à une topographie (pente de terrain) adaptée. Le réseau gravitaire présente l'avantage de fonctionner sans dépense d'énergie (absence de postes de relèvement).

Système d'assainissement :

ensemble des moyens de collecte et de transport des eaux usées (postes de relèvement et réseaux) et de traitement (station(s) d'épuration), avant leur rejet.

Sous-produit de l'assainissement :

déchets générés par la collecte et le traitement des eaux usées. Il s'agit principalement des boues d'épuration et des refus de dégrillage (prétraitement). Il peut aussi s'agir des déchets de dessablage, dégraissage et déshuilage lorsque des dispositifs spécifiques sont implantés sur le réseau ou la station de traitement.

Variation de population :

indice de l'augmentation (et diminution) de population au cours d'une année, du fait d'un attrait touristique généralement. La variation se calcule de la manière suivante : population lors du pic de la saison touristique (effectif maximal) / population permanente (effectif minimal).

A dragonfly with a yellow and red body and transparent wings is perched on a thin, dark, dry branch. The background is a clear, light blue sky. The dragonfly is facing right, and its legs are gripping the branch.

01

Introduction

SMILO (Small Islands Organisation) est une association qui accompagne les petites îles de moins de 150 km² dans la préservation de leur environnement. Elle s'intéresse aux solutions durables dans les domaines de l'eau et l'assainissement, les déchets, l'énergie, la biodiversité, les paysages et patrimoines. Elle anime une communauté internationale de petites îles afin de renforcer leurs compétences et faciliter l'échange de solutions concrètes et innovantes.

SMILO coordonne le projet « Amélioration des habitats marins des îles de Lérins et développement d'une stratégie insulaire durable » financé par le Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche (FEAMP). Dans ce cadre, elle accompagne l'île de Saint-Honorat (France) dans l'amélioration du traitement de ses eaux usées.

SMILO a créé un groupe d'experts en assainissement sur les petites îles, afin d'orienter les gestionnaires de petites îles dans l'amélioration du traitement des eaux usées. Ce guide technique est le fruit du travail de ce groupe d'experts.

Pourquoi traiter les eaux usées sur les petites îles ?

Le déversement des eaux usées non-traitées dans les océans est un phénomène courant sur les petites îles ne disposant pas de système d'assainissement adéquat. **Ces eaux usées sont souvent polluées** par des agents pathogènes, des polluants chimiques, des produits phytosanitaires, des engrais et autres hydrocarbures ou huiles usagées. Cela **génère des impacts négatifs** aussi bien sur la **santé** des habitants que sur les **milieux d'eau douce et marins**. Il convient de réduire ces impacts en mettant en place un traitement de ces eaux usées afin de les débarrasser des pollutions avant de rejeter l'eau traitée dans le milieu naturel, ou la réutiliser.

L'assainissement en contexte insulaire fait face à de nombreuses contraintes telles que l'espace réduit, des moyens financiers et techniques souvent limités, la dépendance à d'autres territoires pour l'approvisionnement comme pour la fin de vie des sous-produits (import de matériaux, export de déchets, par exemple). Ces critères sont d'autant plus prégnants sur les petites îles non raccordées au continent.

Objectifs du guide

Ce guide s'adresse aux gestionnaires de petites îles souhaitant réduire l'impact des eaux usées sur leur environnement en mettant en place un assainissement adéquat. Il donne des **recommandations simples et pratiques** pour orienter leurs choix de systèmes d'assainissement. Si les préconisations visent principalement la construction de **nouveaux** réseaux et stations d'épuration, elles sont aussi pertinentes pour les **mises à niveau** d'anciens sites.

Il vise à montrer que l'assainissement des eaux usées est un enjeu majeur pour le maintien d'une activité humaine et des usages de l'eau, respectueuse de l'environnement souvent sensible en milieu insulaire. Par ailleurs le traitement des eaux usées produit certaines ressources utiles voire nécessaires à valoriser sur le territoire insulaire ; la notion d'économie circulaire est abordée via la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) et le retour au sol de la matière organique (gestion des boues d'épuration).

Méthodologie

La grande hétérogénéité des contraintes propres à chaque île est un élément majeur : taille de l'île et espace disponible, distance par rapport au continent, ressources en eau et en énergie... autant de critères qui peuvent complexifier le choix d'un procédé durable et adapté. **Ce guide aide à identifier les particularités d'un territoire insulaire qui peuvent impacter ce choix**, et à envisager les solutions qui concilient les besoins et les usages locaux.

Ce guide apporte aussi un appui à la prise de décision quant à la planification de l'assainissement collectif ou individuel.

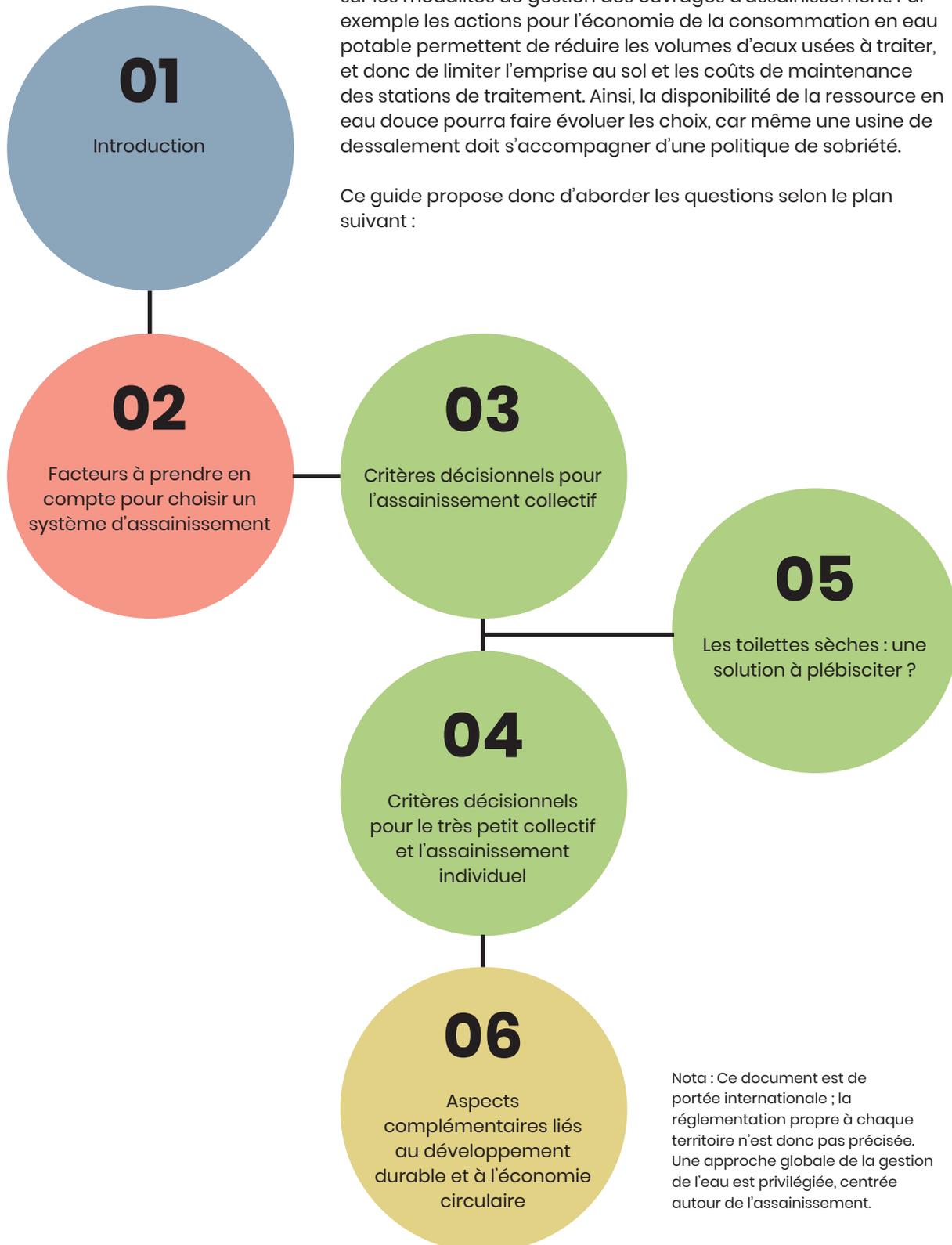
Ce guide s'intéresse principalement aux petites îles (< 150 km²) non raccordées au continent, qui font face à des enjeux énergétiques et de gestion de la ressource en eau.

Les critères décisionnels majeurs dépendent des contraintes propres à chaque territoire. Le coût des projets ne doit pas constituer le seul élément décisionnel, c'est pourquoi une approche technico-économique est proposée.

La problématique de la multiplication des ouvrages de traitement, ou de leur centralisation, est au cœur de la réflexion. Le regroupement d'installations non collectives est également une option à considérer sur les petites îles en raison de contraintes d'implantation des réseaux.

Plusieurs études de cas illustrent l'impact des choix stratégiques sur les modalités de gestion des ouvrages d'assainissement. Par exemple les actions pour l'économie de la consommation en eau potable permettent de réduire les volumes d'eaux usées à traiter, et donc de limiter l'emprise au sol et les coûts de maintenance des stations de traitement. Ainsi, la disponibilité de la ressource en eau douce pourra faire évoluer les choix, car même une usine de dessalement doit s'accompagner d'une politique de sobriété.

Ce guide propose donc d'aborder les questions selon le plan suivant :



Nota : Ce document est de portée internationale ; la réglementation propre à chaque territoire n'est donc pas précisée. Une approche globale de la gestion de l'eau est privilégiée, centrée autour de l'assainissement.

02

Facteurs à prendre en compte pour choisir un système d'assainissement

2.1 En premier lieu : connaître l'existant !

La première étape à tout projet lié à l'eau et l'assainissement est un **état des lieux complet des infrastructures existantes**. Il vous faudra systématiquement considérer :

- › Les sites de prélèvement et traitement d'eau potable ;
- › Les réseaux existants : état des canalisations, longueurs, implantations, raccordements et postes de relèvement... et les zones non raccordées à certains réseaux ;
- › Les ouvrages de stockage et/ou de traitement des eaux usées : filières, capacités, performances ;
- › Les points de rejet au milieu naturel ;
- › Les espaces naturels, urbanisés, protégés...

Des **enquêtes sur le terrain** sont indispensables, et elles permettront également de savoir si certains ménages ou quartiers d'habitations ont déjà investi dans des techniques d'assainissement.

Une **excellente connaissance du territoire** est garante du meilleur appui à la réflexion pour créer ou réviser un zonage d'assainissement.

2.2 Les particularités insulaires à considérer avant de créer un projet

Les éléments à étudier pour orienter un projet d'assainissement insulaire sont listés ci-après, au regard des retours d'expériences connus. Ils permettront d'amorcer la réflexion d'un projet en **première approche autour des questions essentielles** :

Importance haute

- › Quels **risques pour l'environnement** local ? Connaître la sensibilité des milieux marins, paysagers, terrestres. Quel **impact du rejet sur les usages** (baignade, conchyliculture...)?
- › **Variation de population** : connaître la saisonnalité, la fréquence et l'amplitude de variation annuelle. Les ouvrages de traitement des eaux usées doivent pouvoir traiter la totalité des volumes d'eaux usées, toute l'année.
- › **Boues d'épuration** :
 - › quelles sont les possibilités de stockage, valorisation ou évacuation des boues sur l'île ?
 - › une prise en compte spécifique des odeurs doit-elle être considérée ? Etudier les vents dominants.
- › **Aspect touristique** du site : est-ce une zone d'intérêt vis-à-vis du tourisme ou des loisirs ? Considérer l'**intégration paysagère** : esthétique des ouvrages, facilité d'accès, clôture végétalisée du site... Protection du paysage : existe-t-il des restrictions sur le bâti visible ?
- › **Sobriété énergétique** : quelle disponibilité en alimentation électrique ?
- › **Transport d'équipements** et logistique : les surcoûts d'importation sont-ils acceptables ?
- › Le **foncier** disponible est-il limité ?
- › **Proximité d'habitations** : étudier l'acceptabilité du projet par les riverains (aspect paysager, gestion des nuisances olfactives et auditives), notamment pour l'habitat locatif saisonnier. Une carte d'occupation des sols existe-t-elle pour renseigner sur la répartition des habitats ?
- › **Habitudes des populations** : volumes d'eau consommés, type d'accès à l'assainissement, volonté/capacité financière à payer une redevance ?
- › **Service d'assainissement** : est-il préexistant ou faut-il le créer ?

Plus faible importance

- › **Disponibilité** du béton et autres **matériaux de construction** et de terrassement : y a-t-il une possibilité de circuit court sur l'île ou une importation est-elle nécessaire ?
- › **Topographie et faible épaisseur de sol** : les contraintes géotechniques sont fortes pour les ouvrages enterrés (réseaux, postes de relevages, station d'épuration).
- › Intrusion d'eau de mer dans le réseau : quel taux de **salinité des effluents** à traiter ? quel impact sur les procédés de traitement potentiels ?
- › Connaître les **délais** pour faire émerger un projet sur l'île, incluant l'acceptation par la population.
- › Selon les procédés de traitement, une alimentation en **eau potable** peut être nécessaire. La présence d'aquifères pour le pompage d'eau potable est-elle possible ?
- › Quelle main d'œuvre disponible sur site pour la gestion et la maintenance du système d'assainissement ?



Absence de ressource en eau potable : quelles solutions ?

L'île de Chausey (nord-ouest de la France, 0.7 km²) a fait le choix de maintenir un approvisionnement en eau par bateau-citerne afin d'impulser une dynamique d'économie de la consommation en eau potable. Cette action possède un triple avantage :

- › Limiter la quantité d'eaux usées à traiter, et donc réduire l'emprise au sol et les coûts de maintenance de la station de traitement ;
- › Sécuriser l'alimentation en eau potable ;
- › Promouvoir les ressources d'eaux non conventionnelles (eaux pluviales, réutilisation des eaux usées traitées).

L'impact environnemental de cette pratique est très faible car le transport de la citerne par bateau est réalisé conjointement avec le transport de passagers.

Aujourd'hui, les gestionnaires publics cherchent des solutions pour permettre à l'île d'avoir une autonomie totale vis-à-vis de l'eau potable.





Sites en autonomie : quelles solutions alternatives et circulaires ?

Sur l'île de Tinos (île des Cyclades grecques d'environ 8 500 hab.), certains sites isolés ne sont raccordés à aucun réseau d'eau, d'assainissement ni d'électricité. C'est le cas du gîte Tinos Ecolodge composé de plusieurs maisonnettes, pour une capacité de 13 lits et habité en permanence par 2 personnes. L'énergie utilisée est uniquement d'origine solaire.

Ses besoins en eau douce sont couverts d'une part par la collecte des eaux de pluies (usage domestique et irrigation) grâce à des réservoirs bien intégrés dans le paysage qui permettent de collecter annuellement environ 175 m³ (surface de collecte d'environ 500 m² et des réservoirs d'une capacité de 175 m³), et d'autre part par la réutilisation des eaux grises traitées pour l'irrigation de certaines cultures (environ 50 m³/an).

Les eaux usées (eaux grises) sont traitées par un filtre planté de roseaux à flux vertical occupant une surface de 27 m², associé à une désinfection UV. L'ensemble permet d'irriguer un jardin de 2 600 m², produisant annuellement 900 kg de légumes consommés par les hôtes et le personnel, et vendus localement. Une des maisonnettes est équipée de toilettes sèches, les autres d'un séparateur urines/fèces. Les excréments sont utilisés pour la production de compost en association avec des déchets verts.



Toilettes sèches



Filtre planté et réservoir d'eaux pluviales en construction



Filtre planté opérationnel



2.3 Comment composer avec l'assainissement collectif centralisé et décentralisé, l'assainissement non collectif individuel et regroupé

AC

Un **assainissement dit « collectif » (AC)** correspond généralement au modèle « **centralisé** » : un réseau collecte les eaux usées produites par un groupement d'habitations d'une seule ville et d'au moins 20 habitants (seuil et définition variable selon les pays), et les achemine vers une unique station de traitement. Il relève généralement du domaine public. L'assainissement collectif peut également être « **décentralisé** » dès lors qu'une même agglomération comporte plusieurs stations de traitement.

ANC

Par opposition, l'**assainissement dit « non collectif » (ANC)** est inclus dans le modèle « **décentralisé** » et implique la présence de multiples installations de traitement pour des **habitats individuels ou regroupés**. Il s'agit généralement de dispositifs d'assainissement autonomes, qui relèvent du domaine privé.

La question d'acheminer les effluents sur une seule station de traitement des eaux usées (modèle centralisé) ou de réaliser plusieurs ouvrages (modèle décentralisé) doit être posée pour tout projet d'assainissement sur un territoire insulaire.

En effet, créer des linéaires de réseau présente un coût très important et demande des équipements spécifiques. Les îles avec une faible épaisseur de sol et où la roche mère affleure peuvent rencontrer des contraintes géotechniques fortes pour creuser les réseaux. La longueur de ces canalisations augmente le risque d'intrusion d'eau de mer, ou de formation d'hydrogène sulfuré (H₂S, voir **Annexe 1**) pour des îles au climat chaud et à forte variation saisonnière de population. De plus, des problèmes de sismicité sur certaines îles entraînent la détérioration du réseau. Enfin, la qualité de l'entretien et du traitement en cas d'ouvrages multiples pourra être différente et par conséquent impacter le milieu naturel.

La Figure 1 résume les avantages et inconvénients identifiés entre les configurations centralisées (« 1 réseau + 1 station ») ou décentralisées (« des réseaux + des stations », dont l'ANC). Ces éléments de base sont essentiels à la comparaison des deux possibilités selon les particularités de votre île.

Figure 1.

Avantages et inconvénients de la centralisation ou de la décentralisation d'un système d'assainissement

	Avantages	Inconvénients
Assainissement centralisé	<ul style="list-style-type: none"> + Un seul ouvrage de traitement à exploiter + Gestion centralisée des boues produites + L'analyse coûts-bénéfices de la réutilisation des eaux usées (REUT) peut être favorable, pour des usages nécessitant d'importants volumes et situés à proximité de la station de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> * Importante longueur de réseau à créer et exploiter, impliquant parfois la présence de postes de relèvement des eaux (consommateur d'énergie) * Concentration de la pollution en un seul point de l'île * Risque de production d'H₂S (et de problèmes d'odeurs) sur les réseaux longs et en saison estivale (voir Annexe 1) * La recherche d'un point de rejet peut s'avérer délicate (usages sensibles, volumes d'eau importants) * Collecte des redevances auprès des divers usagers
Assainissement décentralisé	<p>Petit collectif ou ANC regroupé</p> <ul style="list-style-type: none"> + Moins de longueur de réseau à exploiter + Réduction des risques d'eaux claires parasites + Des petits débits à traiter + Généralement plus de facilité à trouver un point de rejet local 	<ul style="list-style-type: none"> * Davantage d'ouvrages à exploiter : nécessite une gestion par une structure publique compétente et un exploitant qualifié * Nécessité de disposer d'une certaine emprise au sol pour chaque zone concernée par une station de traitement * Attention à l'adaptabilité du système pour l'intermittence (habitat saisonnier) * Multiplication des possibilités de REUT
ANC	<ul style="list-style-type: none"> + Aucun réseau à exploiter + De petits débits à traiter, qui permettent l'infiltration si les caractéristiques du sol et du sous-sol le permettent (présence d'une nappe phréatique...) + Coûts d'installation et d'entretien supportés par le propriétaire 	<ul style="list-style-type: none"> * Boues (matières de vidange) produites à évacuer et à gérer * Contraintes de mise en œuvre : système individuel nécessairement enterré (pédologie en adéquation) - sauf filtres plantés de végétaux * Attention à l'adaptabilité du système pour l'intermittence (habitat saisonnier)

Un **fonctionnement « hybride »** entre centralisation et décentralisation nécessite aussi être étudié : la création de fosses septiques individuelles (ANC), avec pompage et transfert régulier des matières de vidange vers une station de traitement dédiée, permet de limiter le linéaire de réseau et les postes de relèvement si la topographie n'est pas favorable à un écoulement gravitaire jusqu'à la station. Il convient dans ce cas d'étudier la possibilité des transferts par camions-vidangeurs dès la phase initiale du projet.

2.4 Les critères décisionnels majeurs

Afin de guider les choix, les critères à considérer sont les suivants :



La réglementation nationale et locale

Les échanges avec les services d'état sont très importants, à toutes les étapes des projets. Sont concernés les permis de construire, lois de protection du littoral, réglementation nationale et locale en lien avec la protection de l'environnement, besoins pour l'activité humaine, usages locaux, etc.



Nombre d'habitants (capacité)

La réglementation applicable dépend généralement de la capacité de la station de traitement.



La gestion environnementale des sous-produits

Tout procédé d'épuration génère des sous-produits, notamment des boues, qu'il faut traiter puis valoriser localement autant que possible, ou évacuer. L'établissement d'un plan de gestion des boues et des matières de vidange est un préalable indispensable au développement de l'assainissement dans l'île !



L'intégration paysagère

L'intégration doit être maximisée afin de préserver l'identité paysagère de l'île. Les filières de traitement enterrées et/ou utilisant des végétaux sont à privilégier.



L'exploitation et la maintenance

Un faible niveau de technicité possède de nombreux avantages : faibles coûts d'exploitation, formation réduite du personnel, facilité de maintenance en cas de réparation, etc.



La consommation énergétique

Les procédés peu énergivores sont à promouvoir, et seront gages de simplicité d'exploitation et de réduction des coûts associés.



Les possibilités de valorisation

L'économie circulaire pour la valorisation locale des boues (compostage, méthanisation...) et/ou de l'eau traitée (REUT) doit être étudiée selon les besoins locaux.



L'empreinte carbone des procédés

L'acheminement de matériaux de construction, majoritairement issus du continent, impliquent d'importants coûts financiers et environnementaux liés au transport.

03

Critères décisionnels pour l'assainissement collectif

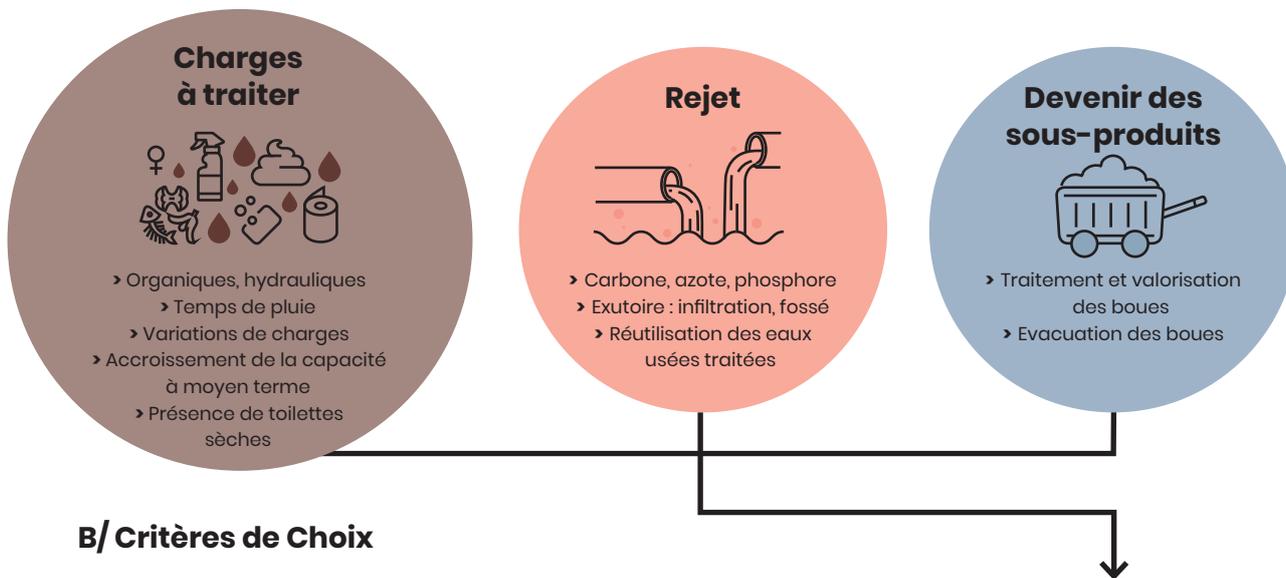
3.1 Méthodologie générale pour le choix des procédés

Afin de guider les décideurs vers les procédés adaptés à un territoire donné, un logigramme d'aide à la prise de décision est proposé en Figure 2. Chaque critère est détaillé en partie 3.2.

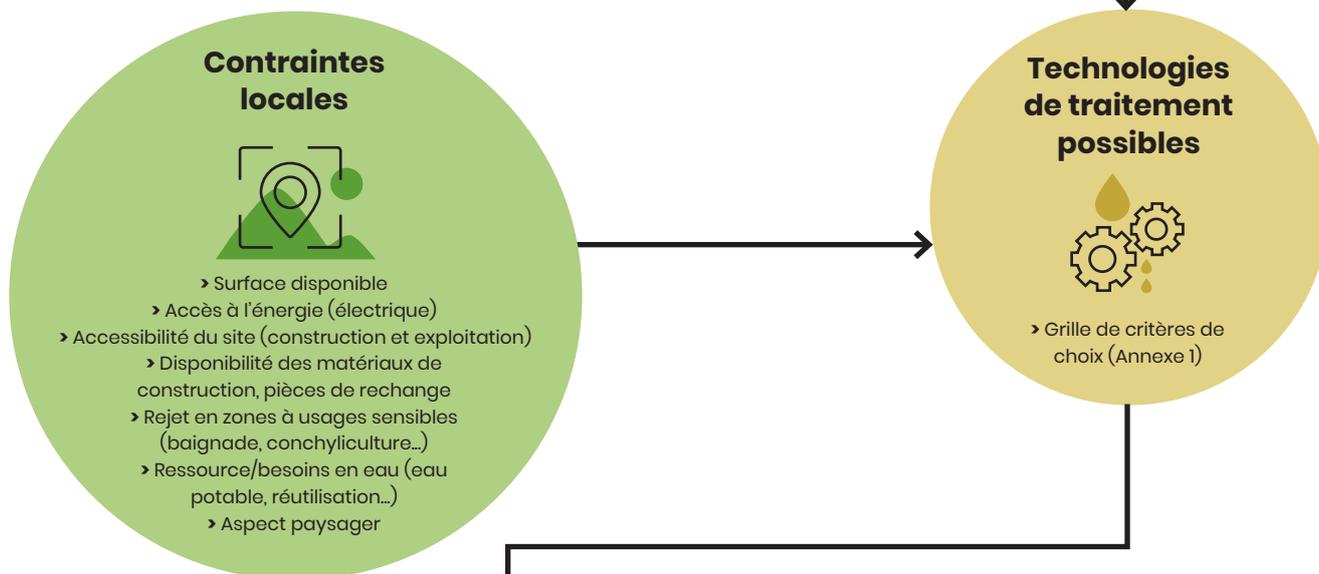
Figure 2.

Méthodologie pour la définition d'un projet d'assainissement collectif en zone insulaire isolée

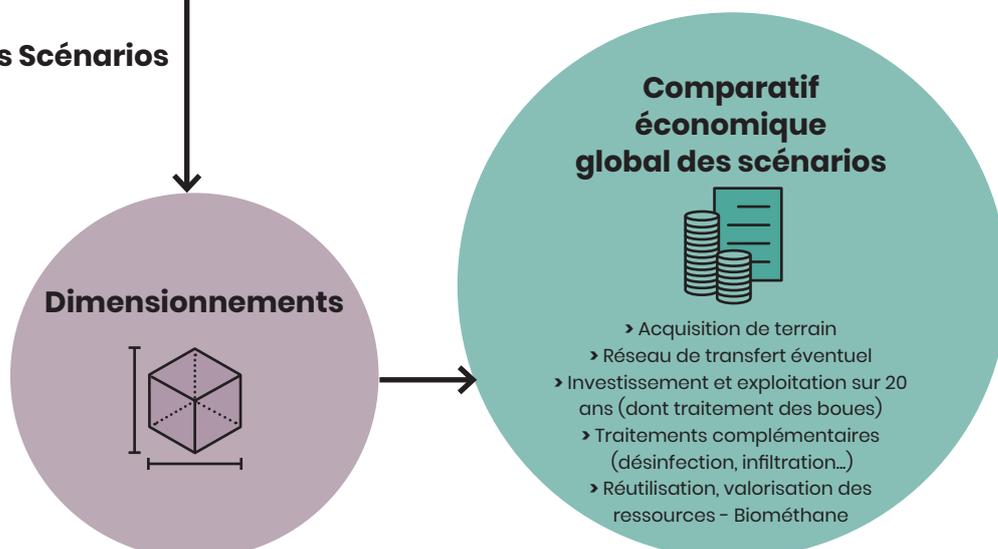
A/ Données d'Entrée



B/ Critères de Choix



C/ Chiffrage des Scénarios



3.2 Description des critères de choix

Les éléments du logigramme de la Figure 2 sont repris en détails ci-après :

A/ Données d'entrée



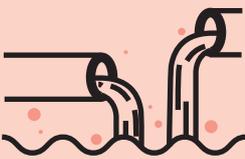
Charges à traiter

Bénéficiant généralement d'un attrait touristique majeur, les petites îles sont soumises à de fortes variations de population au cours de l'année. L'amplitude pourra être à l'échelle de l'année (été vs hiver) mais aussi de la semaine (semaine vs week-end). **Les données chiffrées de populations permanente et au pic de fréquentation doivent être connues avant d'envisager tout projet d'assainissement (amplitude de variation).** En effet, les procédés de traitement des eaux usées ne sont pas tous aptes à recevoir des variations de charges, qu'elles soient organiques (quantité de pollution à traiter) ou hydrauliques (volumes d'effluents).

L'évolution de la population permanente et maximale à moyen terme (5-10 ans) et à long terme (30 ans) est trop souvent surévaluée, ce qui conduit à d'importants surdimensionnement. Par conséquent, des surcoûts sont constatés, notamment énergétiques, de même que des odeurs et des dysfonctionnements sur les installations sous-chargés. **La croissance de la population doit être estimée de manière raisonnable.**

Les apports extérieurs d'effluents ou de boues à traiter (matières de vidanges des installations d'ANC par exemple) sont aussi à prendre en compte. A l'opposé, les charges extraites du réseau liées à la présence de toilettes sèches doivent être estimées.

La gestion des eaux pluviales est également d'importance dans le calcul des charges hydrauliques à traiter ; voir détails en partie 3.3.

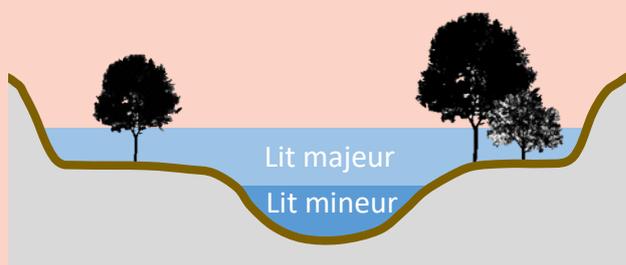


Rejet

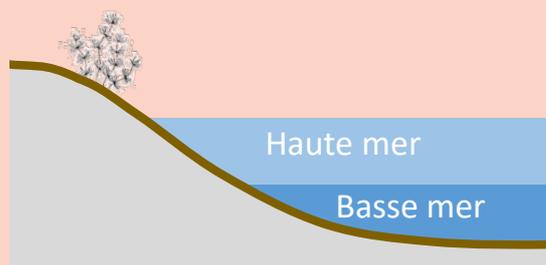
Les niveaux de rejet des effluents traités (concentrations) et performances minimales de traitement (rendements) exigés seront déterminés en phase initiale du projet, en accord avec les services garants de la réglementation sur l'eau. Ils seront notamment fonction de la qualité du milieu récepteur, de sa sensibilité, et du taux de dilution des effluents dans ce milieu. Un traitement poussé de l'azote incluant la nitrification (élimination de l'ammonium NH_4^+) et la dénitrification (élimination des nitrates NO_3^- , pour un traitement de l'azote global NGL), voire le traitement du phosphore (Pt), pourront être exigés en zones sensibles. A proximité des zones de baignade, un traitement additionnel des germes pathogènes est

à prévoir. Les niveaux de rejet en mer dépendent des usages (baignade, conchyliculture...). Une étude courantologique peut être nécessaire pour évaluer l'impact du rejet sur ces usages (notamment la bactériologie).

Le rejet doit avoir lieu prioritairement dans le milieu superficiel (par dilution) :



lit mineur d'un cours d'eau



en dessous de la laisse de basse mer (= à marée basse) via un émissaire localisé selon la courantologie locale

En cas d'impossibilité, l'infiltration des effluents traités peut être mise en œuvre si les études de sol et sous-sol le permettent (vulnérabilité d'aquifère pour l'eau potable, vitesses d'infiltration...).

Par ailleurs, la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) peut être souhaitable selon le contexte local après analyse des besoins et de la conformité réglementaire : déficit d'eau et maintien d'espaces verts, activités agricoles, lutte incendie, etc. Renvoi à la partie dédiée dans « Comparatif économique des scénarios » ci-après

Le rejet au milieu naturel peut également être temporaire (défini au préalable par un calendrier) et suspendu pour certains cas particuliers : REUT une partie de l'année par des marais salants, interdiction de rejet en zone de baignade...



Devenir des sous-produits

Tout procédé d'épuration des eaux usées produit des boues. Ces sous-produits sont plus ou moins stabilisés selon les traitements mis en œuvre (boues liquides, pâteuses, ou solides), et leur évacuation hors du système de traitement sera plus ou moins fréquente (extractions hebdomadaires, mensuelles ou au bout de 10-15 ans).

Leur valorisation est soumise à des contraintes réglementaires strictes. Les boues sont généralement compostées ou épandues localement (valorisation sous forme d'amendement agricole). Le traitement et la valorisation des boues constituent une contrainte majeure à considérer dès la phase d'avant-projet.

En cas de contrainte réglementaire sur le phosphore, la déphosphatation physico-chimique induit une surproduction de boues de 20 à 30%. Dans tous les cas, les volumes produits sont non négligeables.

D'autres déchets (sous-produits) sont générés sur une station d'épuration :

- › refus de dégrillage (à évacuer avec les ordures ménagères),
- › graisses et sables (à gérer par une filière de traitement adaptée),
- › végétaux dans le cas des filières végétalisées de type « filtres plantés », même si ces derniers peuvent être compostés sur place.

B/ Critères de choix



Contraintes locales

Surface disponible

Les zones naturelles d'intérêt écologique constituent généralement une part très importante du domaine insulaire (parcs naturels, aires protégées, réserves de faune sauvage, zones Natura 2000, etc.). De plus, la part des domaines privés est parfois très importante voire majoritaire sur certaines petites îles. Par conséquent, les possibilités de développement fonciers sur le domaine public sont limitées et l'implantation ou l'extension d'une station de traitement des eaux usées pourra s'avérer fortement contrainte (surface disponible et coût au m²). Point d'attention : si certaines filières compactes peuvent être attractives, la plupart présentent des contraintes d'exploitation fortes.

Outre le traitement des eaux usées, la surface nécessaire au traitement des boues sur le territoire doit aussi être étudiée.

Accès à l'énergie (électrique)

Les petites îles non raccordées au réseau électrique du continent doivent produire leur propre énergie (solaire ou éolienne), voire sont dépendantes de cuves de fioul. La disponibilité en électricité représentant un enjeu fort, les procédés de traitement des eaux usées se doivent d'être sobres d'un point de vue énergétique. Certaines filières fonctionnent sans énergie si la topographie le permet.

BONNE PRATIQUE



L'importation des matériaux par « beachage » (échouage sur plage)

Sur l'île de Chausey (nord-ouest de la France, 0.7 km²), le prélèvement de sable local pour la construction de la station (capacité de 175 EH) était interdit. C'est donc l'ensemble des éléments nécessaires à la construction qui a dû être importé depuis le continent. Au total, 1 500 tonnes de matériels et de matériaux ont été transportés par barge. Etant donné l'impossibilité de décharger sur la cale en pierre, la seule solution a été le beachage sur une plage (échouage). Pour une île dont les amplitudes de marées sont très fortes (14 m), les horaires de livraison sont très dépendants des horaires des marées hautes et il n'y a pas eu d'autre choix que de les programmer en pleine nuit !



La part belle aux filières végétalisées... mais le roseau n'est pas endémique partout

Les procédés composés de filtres plantés de roseaux, également nommés « constructed wetlands », sont très largement répandues pour leur facilité d'exploitation, leur capacité à accepter les variations de charges et leurs performances de traitement élevées (voir Annexe 2). Ils sont généralement plantés de roseaux communs (*Phragmites australis*) dont le rôle mécanique est recherché. Toutefois, le roseau est considéré comme une espèce végétale envahissante dans certaines territoires (notamment sur les continents américains et dans la majeure partie de la zone tropicale). Dans ce cas, des plantes locales de substitution, dont les caractéristiques de développement correspondent aux critères exigés, doivent être implantées (*Heliconia*, *Cana*, *Cyperus*...).



Etage de filtres plantés de végétaux en Martinique (crédit photo INRAE)

Contraintes locales

Accessibilité du site (construction et exploitation)

L'accès à la station peut être contraint pour l'exploitant : fréquence réduite des liaisons par bateaux en hiver, disponibilité d'un véhicule sur l'île, accès complexe à la station... **Les filières de traitement qui requièrent une exploitation simple doivent donc être privilégiées : faible technicité et fréquence minimale de passage sur site.**

Il convient aussi d'anticiper les possibilités de livraisons de réactifs, et l'accessibilité des camions hydrocureurs (barges) par exemple.

Disponibilité des matériaux de construction, et des pièces de rechange

Au-delà de l'assainissement individuel ou du tout petit collectif (< 50 habitants), si les caractéristiques du sol le permettent, il est souvent préférable d'effectuer le terrassement en déblais-remblai. Cette méthode réduit le recours aux matériaux de construction en béton notamment. Pour la mise en œuvre de bassins, elle sollicite cependant davantage de place qu'une structure rigide en béton du fait des berges en pente.

Il est fortement conseillé de **favoriser les matériaux présents localement** (graviers, sables), ainsi que du matériel connu des opérateurs locaux, dont la fiabilité et les filières d'approvisionnement en pièces détachées ou consommables ont fait leurs preuves.

Certaines filières de traitement nécessitent une maintenance élevée impliquant le changement de matériels : pompes, tuyaux, membranes, sondes, dispositifs d'aération, etc. La fréquence de changement des pièces doit être indiquée par les constructeurs. Certaines pièces sont parfois difficiles à acheminer rapidement ; il est donc nécessaire d'anticiper leur approvisionnement autant que possible. **Les procédés requérant une faible maintenance sont donc privilégiés.**

Rejet en zones à usages sensibles (baignade, conchyliculture...)

Selon le lieu de rejet (sensibilité du milieu), les contraintes associées au point de rejet (en particulier en zone de baignade) ou la perspective de mettre en œuvre une réutilisation des eaux usées traitées (REUT), des traitements complémentaires de désinfection peuvent être imposés. Les technologies existantes sont multiples :

- › physique avec membranes (nécessitant une forte puissance pour fonctionner donc une forte consommation énergétique, des produits chimiques, des rétrolavages très consommateurs d'eau et d'énergie, et une exploitation contraignante),
- › lampes UV (énergivore, fiabilité limitée en cas de défaut d'exploitation) (renvoi vers encart spécifique ci-après),
- › ozone (très énergivore),
- › autres solutions : lagunage naturel, électro-oxydation, acide peracétique, etc.

Le recours à des produits chimiques n'est pas recommandé. Par exemple, l'eau de javel peut provoquer une réaction au niveau du rejet en mer : les ions chlorures des produits chlorés réagissent avec la matière organique pour produire des composés organohalogénés, et des chloramines se forment en présence d'ammonium. Ces sous-produits sont très toxiques.

Ressource et besoins en eau (eau potable, réutilisation...)

La disponibilité de l'eau potable peut s'avérer très limitée sur certaines îles, notamment lorsqu'elle est importée par bateau depuis le continent. Dans ce cas, les filières ne nécessitant pas de lavage à l'eau claire, ou celles permettant un recyclage de l'eau traitée en sortie de station, présentent un fort intérêt. Renvoi à la partie dédiée dans « Comparatif économique des scénarios » ci-après

Aspects paysagers

Afin de préserver l'identité paysagère et l'attrait touristique des îles, il faut s'assurer de l'insertion architecturale optimale des stations d'épuration dans le paysage insulaire. Certains procédés peuvent être enterrés, d'autres sont végétalisés. Les filières végétalisées peuvent être contraintes par le choix d'espèces locales de plantes (renvoi vers encart spécifique ci-après).

BONNE PRATIQUE



A propos de la désinfection par UV

Ce système de désinfection par rayonnements ultraviolets est largement répandu du fait de sa simplicité d'installation et de fonctionnement. Il n'utilise aucun produit chimique. Son efficacité est élevée, à conditions de respecter scrupuleusement les règles suivantes :

- › le rejet doit être dépourvu d'algues et de matières en suspension (< 15 mg MES /L),
- › le nettoyage de la lampe doit être fréquent (chaque mois, voire chaque semaine),
- › le remplacement des pièces doit être effectué régulièrement (lampe : chaque année, gaine de quartz protectrice : tous les 5 ans, régulateur de puissance : tous les 10 ans).

De plus, la conception et l'installation du dispositif doivent être rigoureux pour éviter la chauffe des lampes (problème rencontré sur les filières à alimentation séquencée telles que les filtres plantés) : système de purge intégré, protection contre les rayonnements solaires directs et la chaleur, etc.



Technologies de traitement possibles

En **Annexe 2**, un tableau général détaille les critères de **dimensionnement** (surface nécessaire) et de **performances** (niveaux de rejet garantis, rendements moyens, abattement bactériologique) des stations collectives. Les critères de **fonctionnement** sont également renseignés : adaptation aux variations de charges, consommation énergétique, estimation du temps de personnel nécessaire pour l'exploitation, capacité évolutive par rapport aux besoins futurs et au cadre réglementaire (par exemple : traitement du phosphore si devenu nécessaire), capacité à stocker les boues produites et à les valoriser sur l'île.

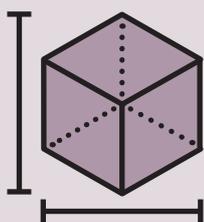
Quant aux technologies pour le **traitement des boues**, les filières extensives végétalisées (lits de séchages plantés) sont à privilégier lorsque cela est possible. L'exploitation est plutôt simple, le traitement est efficace, et l'intérêt paysager est intéressant. Les filières intensives de traitement des boues peuvent présenter des risques d'odeurs non négligeables.

La concertation avec la population locale est essentielle pour le choix des techniques de collecte et de traitement, afin de s'assurer de leur adhésion au projet.



Photo: Stéphane Leboux, Ibo, Mozambique

C/ Chiffrage des Scénarios



Dimensionnements

La définition de la capacité de traitement de la station constitue la première étape du dimensionnement. Les charges à traiter sont définies selon :

La charge hydraulique.

La **quantité d'eau à traiter est très variable** d'un site à l'autre. Par exemple en zone rurale en Europe un volume sanitaire de 80 à 100 L/j par habitant est utilisé pour le dimensionnement, en absence de commerce ou d'industrie rejetant des effluents au réseau. En zone urbaines, les volumes associés aux **activités professionnelles** viennent s'ajouter aux rejets domestiques. Des volumes dus aux **intrusions d'eaux claires** parasites peuvent s'ajouter : remontées de nappe dans les réseaux, mauvais raccordement d'eaux pluviales, etc.

La charge organique.

La définition d'un **équivalent-habitant** (EH) en Europe est une notion réglementaire permettant de caractériser la taille d'une installation de traitement ou d'une agglomération. Ainsi, par définition, 1 EH produit une charge de pollution théorique de 60 g DBO₅/j. Toutefois, la pollution générée par un résident est moindre : elle est proche de 40 g DBO₅/j par personne dans les petites communes sans activité industrielle raccordée. La population estivale dite « de passage » (peu d'hébergements, visites à la journée), sera encore réduite d'au moins 30 %.

L'acceptation de matières de vidange.

Certaines stations d'épuration collectives reçoivent des **matières de vidange issues de zones en ANC (fosses septiques)**. Même si cet apport est généralement lissé sur l'année, cela provoque une charge organique entrante très forte. Il est préférable d'orienter ces matières vers des traitements dédiés (lits de séchage plantés de roseaux par exemple), ou de les épandre si la réglementation le permet.

Lorsque l'amplitude des **variations de charges est très forte** (facteur > 2), la station d'épuration peut être constituée de **plusieurs files** ; une seule est utilisée en saison basse tandis que l'ensemble des files est mis en route en période de pointe. Cette configuration demande généralement une « préparation » à la pointe qu'il faut intégrer dans l'exploitation du système.





Comparatif économique global des scénarios

Acquisition de terrain

Les **terrains constructibles** sont **souvent rares** sur les petites îles. Cette contrainte peut s'avérer forte sur certains sites : coûts d'acquisition prohibitifs, foncier disponible très limité.

Réseau de transfert éventuel

La profondeur de sol est généralement faible en milieu insulaire où la roche mère affleure en majorité des points de l'île. Par conséquent, la création de réseaux de collecte des eaux usées présentera des **contraintes géotechniques fortes** : utilisation de dynamite pour creuser dans la roche, déplacement de matériaux... Dans ce cas, des solutions adaptées pourront être étudiées (réseau sous pression par exemple).

De plus, le relief de l'île sera d'importance majeure puisqu'il déterminera le nombre de postes de relevage nécessaire pour acheminer les eaux usées vers la station et la possibilité d'un fonctionnement gravitaire de la filière de traitement.



Zoom sur des exemples de tarifications

La tarification distincte été/hiver :

Ce dispositif vise à faire payer plus cher le prix de l'eau en été, pendant la saison touristique. Ainsi les résidents secondaires participent plus efficacement aux coûts d'investissement nécessaires pour faire face aux besoins d'approvisionnement en eau potable et en traitement des eaux usées en saison de pointe. La réticence de certaines collectivités à mettre ce dispositif en place est surtout liée au coût de mise en œuvre de la relève des compteurs d'eau.

La facture d'eau pour assurer le paiement de la part assainissement :

Dans certains pays comme la Tunisie, la facture du traitement de l'eau (la part « assainissement ») est incluse dans la facture de l'eau sur la base de 80% de la quantité d'eau potable consommée.

Investissement et exploitation sur 20 ans

Les coûts d'investissement dans un système d'assainissement (réseau + station de traitement) sont généralement bien connus et aisés à planifier sur les 20 ans de la durée de vie minimale théorique de tels ouvrages. Mais l'exploitation du site sur cette même période doit être connue et intégrée dès l'élaboration du projet, incluant tout particulièrement les **coûts de personnel**, de **réactifs**, de **consommables**, de consommation **énergétique** et de gestion des **boues** (traitement, stockage, valorisation).

Etudes et traitements complémentaires (désinfection, odeurs...)

L'environnement naturel des petites îles est généralement sensible à toute forme de pollution. **Une étude d'impact du rejet sur le milieu marin pourra être imposée.**

Selon les activités économiques et touristiques en place (conchyliculture, baignade, pêche...), un **traitement complémentaire des eaux usées traitées est nécessaire** vis-à-vis de la bactériologie. Une étude courantologique peut être nécessaire pour vérifier l'impact du rejet sur les usages existants. Le cas échéant, une étape de désinfection des effluents de sortie peut s'imposer ; ces dispositifs peuvent être gourmands en énergie et ils nécessitent une formation spécifique du personnel d'exploitation ainsi qu'une vigilance accrue de leur part.

Afin de sécuriser la ressource en eau potable prélevée localement, des contraintes d'implantation du lieu de rejet peuvent s'imposer.

En cas **d'odeurs** générées par la filière de traitement des eaux usées et/ou des boues, susceptibles d'engendrer une nuisance pour les riverains et les touristes, un traitement spécifique des odeurs ou une couverture des ouvrages peuvent s'avérer nécessaires. Une **bonne communication** facilite la compréhension par les habitants et visiteurs de l'île.

BONNE PRATIQUE



La centralisation de l'assainissement : une solution pertinente pour les très petites îles ?

La petite île de **Browsea** (3 km², 30 habitants permanents et 130 000 visiteurs/an), située au sud-ouest du Royaume Uni, était équipée de très anciennes infrastructures de traitement des eaux usées principalement en assainissements individuels : fosses septiques, décanteurs digesteurs et lits de séchage de boues. Les débordements des fosses de stockage généraient une pollution des eaux et des sols, ainsi que d'importantes odeurs gênantes pour l'accueil des visiteurs. De plus, le coût du transport des matières de vidanges pour y être traitées sur le continent était très élevé (environ 900 000 €/an).

Un audit des installations existantes et une étude technico-économique ont mis en évidence la pertinence d'augmenter la capacité de traitement et de centraliser la gestion des eaux usées sur une seule station d'épuration (procédé par disques biologiques). Cette opération a nécessité une logistique complexe, du génie civil avec import des ouvrages et des organes électromécaniques depuis le continent, et la création de réseaux d'assainissement. L'exploitation est ainsi centralisée, et la gestion des boues est facilitée par un compostage in-situ.

Les solutions de type filtres plantés de roseaux ont été écartées en raison des rejets non souhaités dans les lagunes autour de la seule zone où il aurait été possible pour les implanter (emprise au sol suffisante).

Réutilisation, valorisation des ressources

Inciter les habitants de l'île à s'équiper de **cuves de récupération d'eau de pluie** permet de réduire la consommation d'eau potable. Le stockage et le recyclage des eaux pluviales est adapté à de nombreux usages et sans risque sanitaire : chasse d'eau des toilettes, lavage du linge, arrosage du jardin.

Eaux non conventionnelles : pluvial, REUT

La **réutilisation des eaux usées traitées** (REUT) doit être étudiée au regard des besoins locaux en eau pour les **activités agricoles** ou **l'arrosage des espaces verts** par exemple. Une **étude de faisabilité** est nécessaire ; elle identifie les contraintes applicables à chaque usage souhaité (stockage, désinfection...), dans le respect de la réglementation qui s'impose à l'île. La REUT est fréquemment utilisée en usage « industriel » sur les stations d'épuration : l'eau de sortie de station peut être simplement filtrée puis utilisée sur le site pour le nettoyage de certains ouvrages.

Boues : biométhane

La **production et la valorisation de biométhane** nécessite des **volumes de boues importants** pour rendre autosuffisant en énergie le digesteur et pour produire un excédent de gaz. Ce dernier peut être valorisé sous forme de **méthane** ou de **cogénération d'électricité**. Les installations à base de réacteur à lit de boues anaérobies à flux ascendant (UASB) demandent une **technicité** particulière et une sécurité accrue en cas de module de production de gaz (risque d'explosion). En outre, le fonctionnement optimal de ces réacteurs demande une **température supérieure à 19°C**. Cette solution permet en parallèle de produire une énergie verte, répondant au principe de l'économie circulaire et diminue la production de boues (renvoi vers encart spécifique ci-après). Les particularités du contexte insulaire peuvent demander une analyse technico-économique associée à la mise en œuvre d'une étape de digestion des boues avec valorisation du biométhane.

Les boues d'épuration peuvent aussi être traitées (**séchage**) et utilisées localement après **compostage**, évitant ainsi un coût important lié au transport et à leur traitement sur le continent. Une telle approche demande aussi une étude d'impact respectant la réglementation en vigueur.

Dès
lors que
des traitements
complémentaires de
désinfection sont mis en place,
par exemple pour une zone de
baignade ou de conchyliculture,
la REUT doit être étudiée. En
effet, sa mise en place est
généralement aisée puisque
les pathogènes sont
traités.



Photo: Sophie Jacquet, Ibo, Mozambique



Réutilisation des eaux usées traitées (REUT) sur l'île de Lesbos (Grèce)

Dans le cadre du projet européen HYDROUSA, action d'innovation financée par le programme de Recherche et Innovation Horizon 2020 (2018-2023), **plusieurs solutions pour le traitement des eaux usées et le renforcement des productions agricoles et énergétiques ont été démontrées en grandeur réelle sur des îles en Grèce**. La réplification de ses solutions a aussi été analysée sur des îles et des zones isolées à travers le monde.

Sur l'**île de Lesbos**, un système d'épuration des eaux usées combine un réacteur USAB et un filtre planté de roseaux. Ce couplage des 2 technologies complémentaires permet la génération d'énergie par le réacteur et de réduire l'emprise au sol du filtre planté (950 m² pour une capacité de 400 EH), le rendant autosuffisant. Pour accepter le surplus de charge pendant la saison touristique (25 à 100 m³/j pendant l'été), deux réacteurs ont été couplés en parallèle.

Le traitement est calibré pour obtenir une eau riche en nutriments (azote, phosphore) et ainsi assurer la fertirrigation d'une zone agro-forestière de 1 hectare, créée dans le cadre du projet. La qualité des eaux usées traitées est suffisante pour l'usage en agriculture, mais un traitement par filtre à sable et UV garantit la désinfection. L'eau obtenue respecte le niveau de qualité A du Règlement européen 2020/741, elle est donc apte à l'irrigation de tout type de culture alimentaire.

Le coût d'investissement est de moins d'un tiers de celui d'un traitement par boues activées, pour un niveau de traitement plus performant. La zone agro-forestière produit plus de 3 tonnes de légumes, fruits, céréales et aromates par an (moyenne sur 2 saisons).



Orge irrigué avec des eaux usées traitées (avril 2022)



Orge irrigué avec de l'eau du robinet (avril 2022)



Implantation du système d'assainissement

3.3 Quelle gestion des eaux de pluie ?

La gestion des eaux pluviales est l'occasion de **concevoir l'eau de ruissellement comme une ressource** et non comme un déchet à évacuer par une canalisation. Il est possible par une réflexion sur l'aménagement de déconnecter les eaux pluviales à la faveur d'espaces verts en creux alimentés par cette ressource en eau gratuite. Même dans les zones fortement urbanisées avec peu d'espace disponible, l'eau pluviale peut être retenue à la parcelle avec des structures réservoirs sous une voirie, une place de village ou un parking.

Les caractéristiques du temps de pluie entrent dans les **critères à considérer** :

- > s'agit-il de petites pluies courantes ?
- > ou d'apports ponctuels forts sous forme d'orages (nécessitant des ouvrages de stockage ou de surverse) ?
- > ou de pluies importantes de type mousson ?

La qualification du réseau est d'importance forte dans la définition des scénarios d'assainissement :

- > un réseau « **unitaire** » transporte les eaux de pluie issues du ruissellement sur les toitures et les voiries dans le même tuyau que les eaux usées, jusqu'à la station d'épuration. L'ouvrage de traitement doit donc être adapté pour traiter une quantité et une qualité d'eau variable selon la pluviométrie au cours de l'année.
- > un réseau « **séparatif** » est un double réseau pour lequel un tuyau collecte les eaux pluviales pour les acheminer directement au milieu récepteur tandis qu'un autre tuyau collecte les eaux usées des habitations pour les traiter sur la station d'épuration. La collectivité doit investir fortement pour créer et entretenir deux réseaux en parallèle, mais le dimensionnement de l'ouvrage de traitement est réduit pour ne traiter que les eaux usées.

Príncipe, São Tomé and Príncipe



Durant la phase d'étude d'un projet, la prise en compte des différentes pluies, de la pluie courante à la pluie exceptionnelle, permet de connecter le tissu urbanisé à la nature environnante. Pour une **pluie exceptionnelle**, identifier les talwegs urbains (points les plus bas en altitude : fonds de vallées, lits de cours d'eau...) est nécessaire dans un premier temps. En effet, cette connaissance du comportement hydraulique des pluies offre la possibilité de **concevoir des aménagements qui favorisent le fait de ne pas faire obstacle au libre écoulement des eaux**.

Photo: Roger Estève, Nosy Hara, Madagascar



La gestion intégrée de l'eau **inclut aussi la biodiversité**. Il s'agit de **favoriser des continuités écologiques** (terrestres et aquatiques) en **milieu urbanisé**. L'ensemble de ces actions contribue à l'amélioration de la qualité de vie des habitants.

Une fois le plan prévisionnel d'actions pour l'assainissement et la gestion des eaux pluviales réalisé, il sera possible de programmer des travaux.

BONNE PRATIQUE



Sur les réseaux unitaires, un by-pass en tête de station est nécessaire. Quelles conséquences et solutions ?

Si le contexte ne permet pas de créer deux tuyaux pour disposer d'un réseau séparatif, le fonctionnement en réseau unitaire implique l'installation d'un by-pass en entrée de la station de traitement. Ce by-pass est obligatoire afin de limiter le débit à traiter en période d'épisodes pluvieux intenses. Il a pour conséquence d'envoyer les eaux usées, très diluées, directement au milieu récepteur.

Pour éviter les by-pass trop fréquents ou trop importants d'eaux usées déversées dans l'environnement, la déconnexion à la source est la meilleure solution. Il s'agit de **déconnecter les eaux pluviales raccordées au réseau** (dé-raccordements de toitures et de fontaines par exemple) et infiltrer ou stocker les eaux de pluie au niveau de la parcelle de chaque habitation. L'intérêt est double :

- › sécurisation du fonctionnement de la station, et protection du milieu récepteur (bénéfices pour le cycle naturel de l'eau) ;
- › récupération des eaux pluviales, et réutilisation dans les habitations (toilettes, machines à laver) et pour les arrosages ou lavage de véhicules par exemple.

3.4 Tableau détaillé des procédés : identifier les solutions adaptées

Chaque île est très différente et présente des contraintes qui lui sont propres : il est donc difficile d'établir une liste des procédés les plus adaptés à un territoire. Les technologies jugées pertinentes pour l'implantation sur une île sont les suivantes :



Filtres plantés de roseaux/végétaux (à écoulement vertical descendant)

Les eaux usées simplement dégrillées sont traitées par filtration à travers des graviers fins et par traitement biologique par les bactéries fixées sur ces granulats. Plusieurs filtres sont en parallèles, alimentés en alternance. Une couche de boues semblable à du compost se forme en surface des filtres. Les végétaux ont un rôle mécanique pour assurer les écoulements dans les filtres. Si la pente du terrain est suffisante, la filière peut fonctionner sans énergie.

Les lits de séchage de boues plantés fonctionnent sur le même principe : les boues sont filtrées, séchées et minéralisées en surface des lits.



Disques biologiques

Les eaux usées sont traitées par des bactéries fixées sur des disques. Ces disques sont mis en rotation dans l'eau de manière permanente (avec consommation d'énergie). Des floccs de boues se forment et une étape de clarification est présente. Deux configurations sont possibles :

- › « Dégrillage grossier → décanteurs-digesteur → disques biologiques → clarificateur ». La séparation entre l'eau traitée et les boues est assurée par un clarificateur placé en aval, et une file spécifique est dédiée au traitement des boues ;
- › « Dégrillage fin → disques biologiques → filtres plantés de roseaux/végétaux ». La séparation entre l'eau traitée et les boues est assurée par un filtre planté.



Lit bactérien

Les eaux usées sont traitées par des bactéries fixées sur des supports grossiers (galets de roches volcaniques ou support alvéolé plastique), avec une aspersion régulière sur le lit bactérien. Une recirculation des effluents sur le lit bactérien est nécessaire (avec consommation d'énergie). Des floccs de boues se forment et une étape de clarification est présente. Deux configurations sont possibles :

- › « Dégrillage grossier → décanteurs-digester → lit bactérien → clarificateur ». La séparation entre l'eau traitée et les boues est assurée par un clarificateur placé en aval, et une file spécifique est dédiée au traitement des boues ;
- › « Dégrillage fin → lit bactérien → filtres plantés de roseaux/végétaux ». La séparation entre l'eau traitée et les boues est assurée par un filtre planté.



Lagunage naturel / Lagunage aéré

Les eaux usées sont traitées par des bactéries et des algues présentes dans les bassins. Plusieurs lagunes successives sont nécessaires pour assurer le traitement. Les boues sont majoritairement retenues dans le premier bassin.

Si la pente du terrain est suffisante, la filière peut fonctionner sans énergie.

L'aération de la lagune de tête permet un apport supplémentaire en oxygène et d'augmenter la capacité de traitement (avec consommation d'énergie).



Boues activées

Les eaux usées sont traitées par des bactéries libres maintenues sous forme de floccs (« boues ») présentes dans un bassin d'aération. Ce bassin est séquentiellement brassé et aéré par un dispositif d'aération (turbines, insufflation...), nécessaire au traitement par les bactéries mais fortement consommateur d'énergie. Une recirculation des boues est nécessaire. Un automate doit être installé pour la gestion des ouvrages. La séparation entre l'eau traitée et les boues est assurée par un clarificateur placé en aval.

La configuration classique est la suivante : « dégrillage → bassin d'aération → clarificateur ». Une file spécifique est dédiée au traitement des boues.



Bioréacteurs à membranes

Les eaux usées sont traitées par un bassin d'aération (« boues activées ») puis par filtration à travers des membranes immergées (absence de clarificateur). Cette technologie très performante est très énergivore et requière une exploitation quotidienne et qualifiée (automatisme). Un bassin tampon est préconisé. Le renouvellement des membranes doit être anticipé. Des produits chimiques sont utilisés pour le lavage régulier des membranes. Le procédé est compact.

La configuration classique est la suivante : « dégrillage-tamissage → bassin d'aération → membranes ». Une file spécifique est dédiée au traitement des boues.



Sequencing batch reactor (SBR)

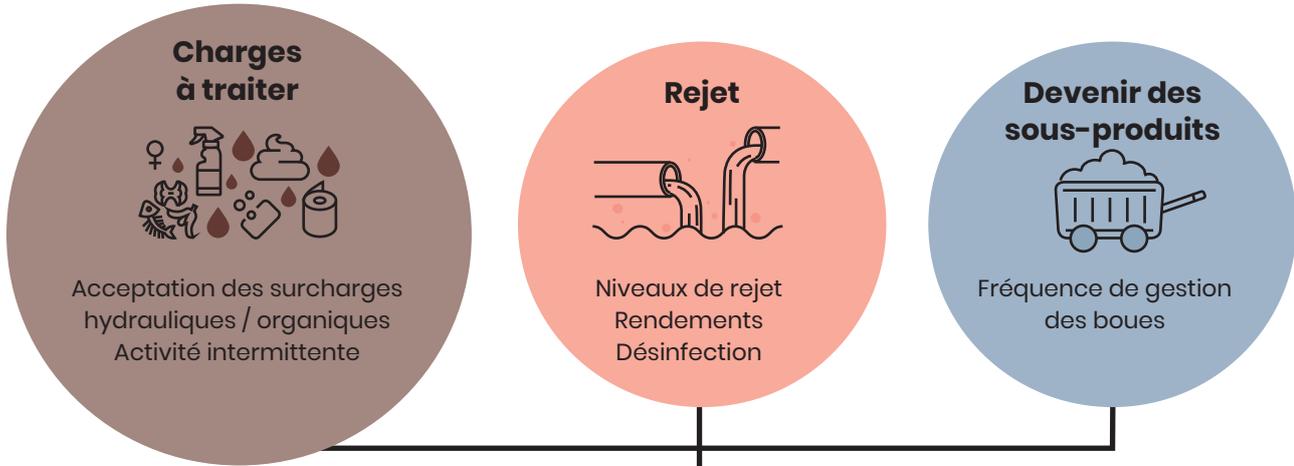
Les eaux usées sont traitées par des bactéries (« boues ») présentes dans un bassin d'aération (« boues activées »). Ce bassin constitue le réacteur SBR ; il fonctionne par cycles incluant chacun 4 phases : remplissage en eaux usées / aération / décantation / vidange des eaux traitées en surface et de boues en fond. Plusieurs réacteurs sont installés en parallèle et il y a absence de clarificateur. Cette technologie est énergivore (aération) et requière une exploitation quotidienne et qualifiée (automatisme).

La configuration classique est la suivante : « dégrillage → bassin tampon → réacteur SBR ». Une file spécifique est dédiée au traitement des boues.

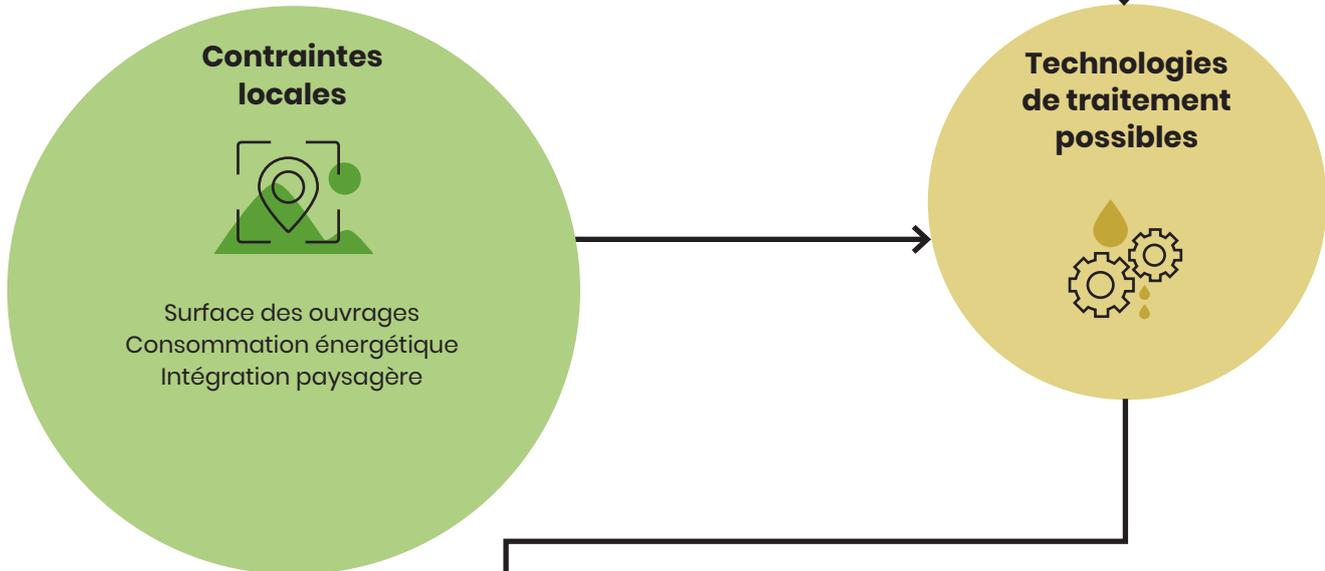
Les filières proposées sont mentionnées dans l'Annexe 2 sous forme de tableaux dont les entrées reprennent les grandes lignes du logigramme (Figure 2). Des indicateurs de CAPEX (« *capital expenditure* » : investissement matériels) et OPEX (« *operating expenses* » : exploitation et maintenance) aident à établir un comparatif technico-économique des scénarios.

Méthodologie pour la définition d'un projet d'assainissement collectif en zone insulaire isolée

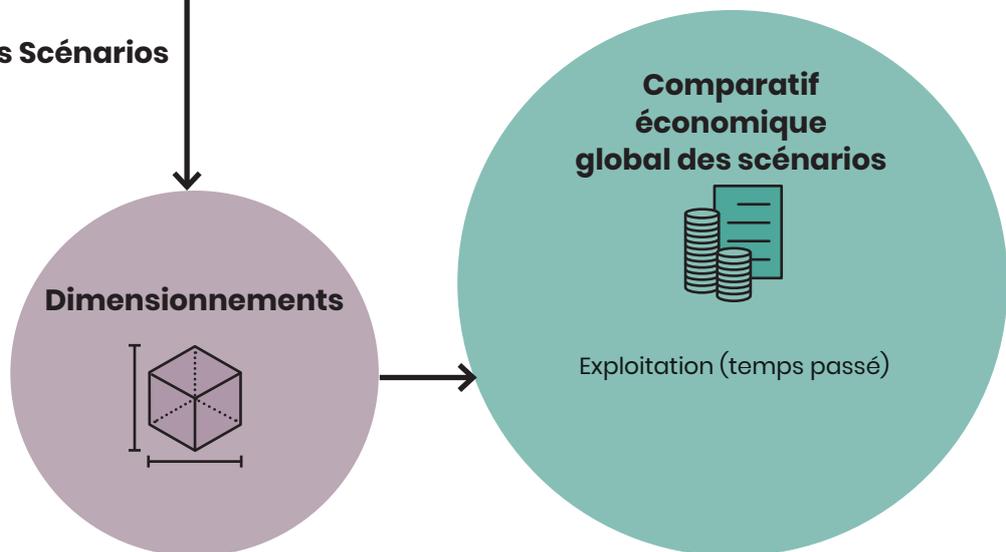
A/ Données d'Entrée



B/ Critères de Choix



C/ Chiffrage des Scénarios



04

Critères décisionnels pour le très petit collectif et l'assainissement individuel

4.1 Les habitations saisonnières

Les habitations secondaires sur une île requièrent un système d'assainissement capable de fonctionner par intermittence. L'alimentation intermittente d'une station de traitement des eaux usées signifie que les ouvrages sont en arrêt pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois du fait de l'absence d'eau à traiter, lorsque les propriétaires des habitations sont absents.

De nombreux ouvrages fonctionnant avec de l'électricité ne sont pas compatibles avec l'usage intermittent d'une résidence secondaire pour les raisons suivantes :

- › risques au redémarrage pour les procédés nécessitant des apports réguliers d'effluents (systèmes fonctionnant par aération forcée : microstations à cultures fixées et microstations à cultures libres) ;
- › sensibilité aux coupures électriques pour les systèmes avec aération forcée, recirculation d'effluents ou extraction de boues (compresseur d'airlifts, pompes, etc.).

Attention, la **notion d'intermittence** que certains constructeurs de stations évoquent n'implique pas que des tests aient été réalisés à ce sujet ! En France, les plateformes (CERIB ou CSTB) qui délivrent les agréments pour les dispositifs de traitement en ANC (selon la norme NF EN 12566-3) ont testé des durées de non-alimentation seulement inférieures à 5 jours...

4.2 Favoriser le regroupement d'habitations

Dans un secteur où l'assainissement collectif élargi n'est pas possible (pour des raisons techniques, financières ou environnementales), **le raccordement d'habitations vers une même station d'épuration est recommandé**. L'assainissement regroupé, que ce soit en AC ou en ANC, présente les **avantages** suivants :

- Diminution des pointes hydrauliques (indicateur de la variabilité du débit au cours d'une journée) : coefficient de pointe < 4 dès que 5 à 6 habitations sont raccordées, contre 8 pour de l'ANC individuel. Un ouvrage tampon en amont de la station sera toutefois à prévoir pour les petits regroupements, afin de lisser les flux entrant sur la station au cours de la journée et éviter les pics hydrauliques.
- Réduction du dimensionnement des filtres plantés de végétaux (1^{er} étage de filtres plantés à écoulement vertical) : en ANC *a minima* 2 m²/EH sont nécessaires, tandis qu'à partir de 5 habitations raccordées la surface requise n'est plus que de 1 à 1.5 m²/EH en climat tempéré (voire 0.6 m² en absence de traitement de l'azote). Toutefois, en climat tropical la surface recommandée est de 0.8 à 1 m²/EH quelle que soit la capacité de l'installation.

Le regroupement d'habitations est généralement intéressant pour le traitement des eaux usées, mais la **question de la gestion des ouvrages** se pose. En ANC regroupé, les **rôles et responsabilités des copropriétaires** de l'installation de traitement doivent être **formalisés**. Pour les installations de plus de 20 EH, c'est en général une structure publique locale (municipalité, communauté de communes...) qui en a la charge.

BONNE PRATIQUE



Rejet de sortie de station de traitement des eaux usées en milieu superficiel (fossé) – Crédit photo INRAE

Zoom sur le rejet : en milieu superficiel, infiltration... Exemple de la France

En ANC, l'infiltration des effluents traités est imposée si la perméabilité du sol est comprise entre 10 et 500 mm/heure (art. 11 de l'arrêté du 7 septembre 2009). Sinon le rejet a lieu dans le milieu hydraulique superficiel (fossé, rivière...) après autorisation du gestionnaire ou propriétaire du milieu récepteur (art.12), ou dans un puits d'infiltration (art.13).

En assainissement collectif ou non collectif supérieur à 20 EH (arrêté du 21 juillet 2015), le rejet a préférentiellement lieu en milieu hydraulique superficiel (art. 8). En cas d'impossibilité, l'infiltration dans le sol pourra être réalisable à condition qu'une étude pédologique, hydrogéologique et environnementale démontre la possibilité et l'acceptabilité de l'infiltration. L'infiltration est aussi envisageable si la pratique présente un intérêt environnemental avéré.

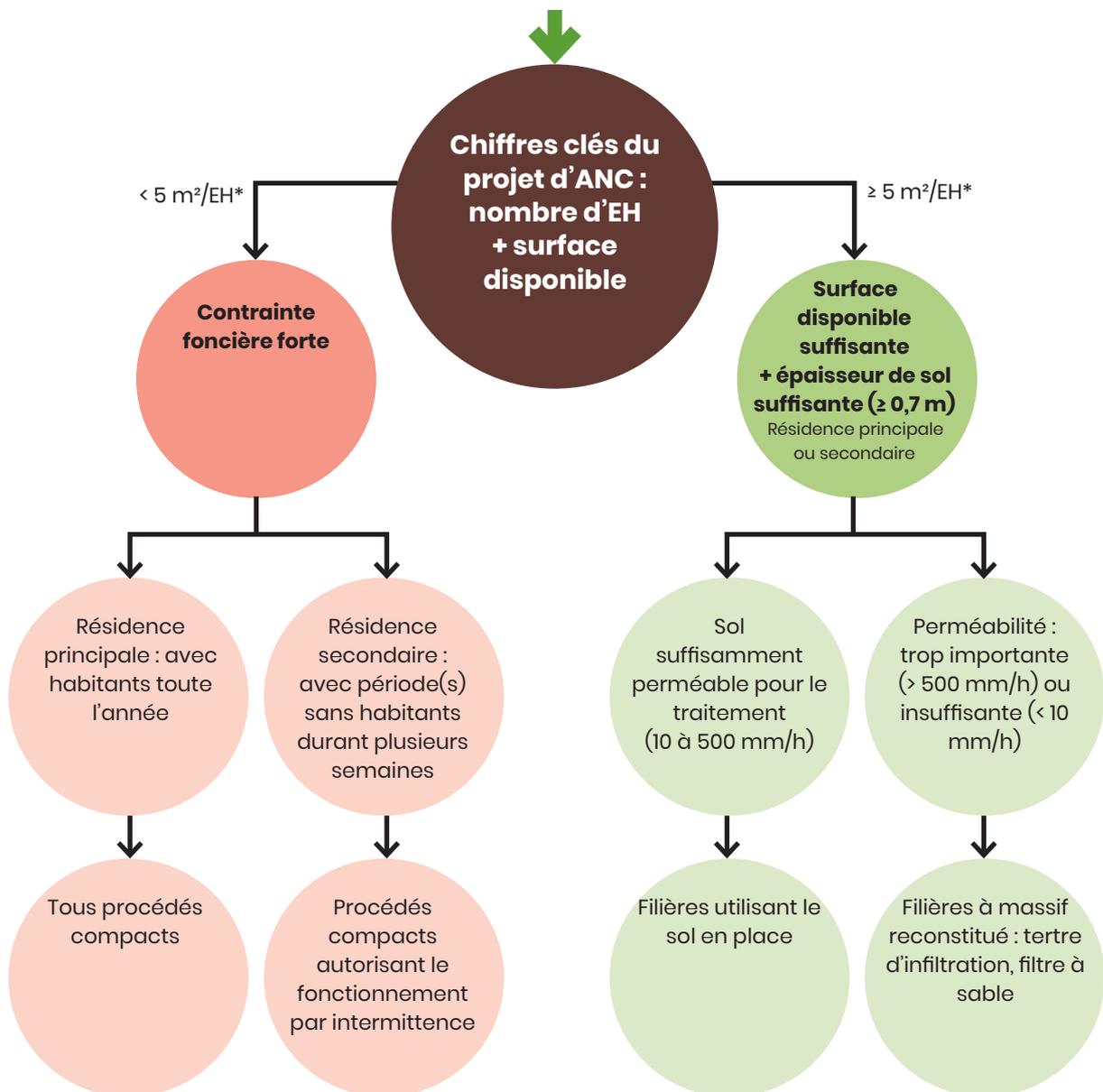
4.3 Méthodologie pour un projet en ANC

La concertation avec la population locale est essentielle pour le choix des techniques de collecte et de traitement, afin de s'assurer de leur adhésion au projet.

Lorsque le choix de l'assainissement décentralisé par ANC est opté, les technologies de traitement adaptées doivent être choisies. Il existe une grande variété de procédés d'assainissement individuel, proposés par un très grand nombre d'entreprises, ce qui complexifie la prise de décision. Le logigramme en Figure 3 propose une démarche simple et pratique basée sur les contraintes de place disponible et de perméabilité du sol.

Figure 3.

Logigramme de sélection d'un procédé d'ANC adapté au contexte local
*emprise au sol des ouvrages uniquement



4.4 Technologies à privilégier en ANC

Les nombreux retours d'expériences collectés permettent de proposer des filières adaptées au contexte insulaire. Ils indiquent que **filières recommandées** et robustes aux fortes variations de charges **sont** :

**Fosse toutes
eaux + filtres à
sable verticaux
drainés**

**Filtres plantés
de végétaux
à écoulement
vertical**

**Fosse toutes
eaux + filtres
à fragments de
coco, coques de
noisettes, xylit...**

Ces procédés sont à privilégier **si la place disponible est suffisante**. De plus, ils sont généralement moins onéreux en exploitation et maintenance que les procédés intensifs (microstations par exemple), car très peu consommateurs d'énergie, et faciles d'exploitation (pris en compte sur une durée de 15 ans).

Concernant le rejet, il aura lieu en mer ou en fossé uniquement si l'infiltration n'est pas possible.

Les avantages et inconvénients des principales filières d'ANC sont détaillées ci-après (Figure 4)

BONNE PRATIQUE



Attention à l'usage des puits d'infiltration ! (ou puisard, ou puits perdus)

Un puits perdu est un trou vertical garni de gros galets, dont les parois sont généralement consolidées par du béton, et destiné à recevoir exclusivement des eaux de pluie afin de les infiltrer dans le sol.

Cette technique est interdite pour l'évacuation des eaux usées **dans de très nombreux pays** car elle présente des **risques de contamination des eaux souterraines** (nappes phréatiques, puits d'eau destinée à la consommation humaine...). Un ouvrage de traitement des eaux usées doit être obligatoirement implanté, puis les eaux traitées peuvent éventuellement être rejetées dans un puits d'infiltration si les caractéristiques du sol et du sous-sol le permettent.

Figure 4.

Avantages et inconvénients des filières d'assainissement non collectives (ANC)

	Avantages	Inconvénients
Filtres à sable	<ul style="list-style-type: none"> + Filière enterrée. + Fonctionnement intermittent possible. 	<ul style="list-style-type: none"> × Nécessite de la place : 5 m²/EH (surface filtrante uniquement). × Boues liquides de fosse toutes eaux à gérer : vidange à 50 % de remplissage (en moyenne tous les 4 ans).
Filtres à fragments de coco, noisettes, xylit...	<ul style="list-style-type: none"> + Filière enterrée. + Filière compacte. + Fonctionnement intermittent possible. 	<ul style="list-style-type: none"> × Boues liquides de fosse toutes eaux à gérer : vidange à 50 % de remplissage (en moyenne tous les 4 ans).
Filtres plantés (avec alimentation directe en eaux usées brutes)	<ul style="list-style-type: none"> + Pas de boues à gérer si les eaux usées brutes sont envoyées sur 1^{er} étage de FPR vertical (stockage et traitement des boues sur le filtre durant 10 à 15 ans). + Intégration paysagère aisée : filière végétalisée. + Fonctionnement intermittent possible. + Fonctionnement gravitaire sans énergie possible. 	<ul style="list-style-type: none"> × Nécessite de la place : 5 m²/EH. × Faucardage des végétaux 1 fois/an (climat tempéré) ou 2-3 fois/an (climat tropical). × Sécurisation nécessaire vis-à-vis des eaux usées brutes si déversées en surface.
Microstations : cultures libres, cultures fixées immergées	<ul style="list-style-type: none"> + Filière enterrée. + Gain de place : < 5 m²/EH. 	<ul style="list-style-type: none"> × Boues liquides de fosse toutes eaux à gérer : vidange tous les 4 mois à 2 ans (ou à 30 % de remplissage). × Problème d'exploitation par des usagers domestiques sans formation sur des outils de traitement biologique. × Pas d'acceptation de variations de charges fortes, ni de fonctionnement intermittent. × Piètre qualité du traitement sur la bactériologie. × Consommation d'énergie électrique.
Séparation à la source : toilettes sèches	<ul style="list-style-type: none"> + Voir partie 5 « Les toilettes sèches, une solution à plébisciter ? » 	

05

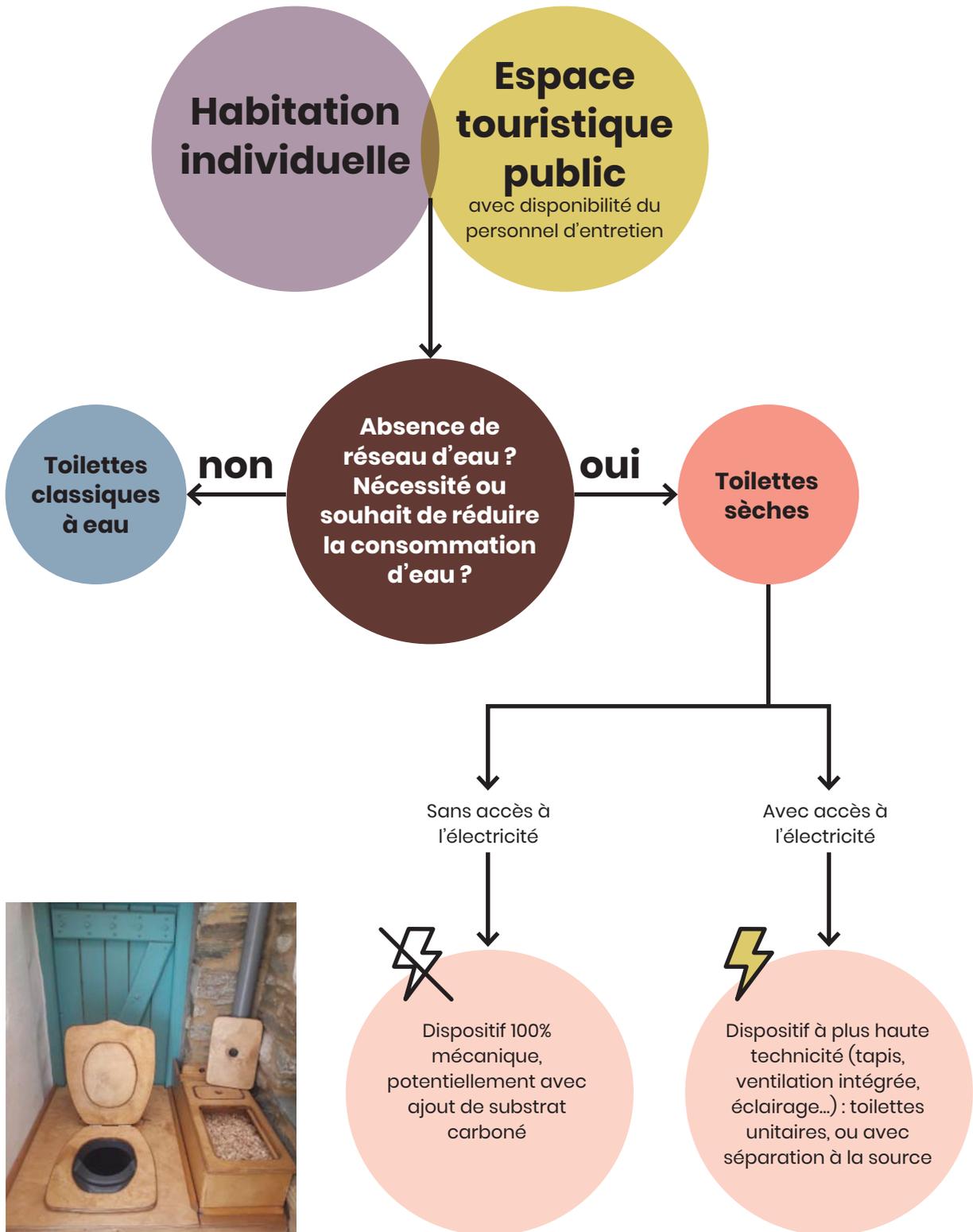
Les toilettes sèches : une solution à plébisciter ?

L'**absence de réseau d'eau** ou le **souhait de réduire la consommation d'eau** sont généralement les premiers arguments pour l'installation de toilettes sèches. Elles peuvent être installées :

- + en zone d'assainissement collectif avec envoi des eaux ménagères (ou eaux grises : douches évier, machines à laver) dans le réseau d'assainissement ;
- + en zone d'ANC avec traitement conjoint des eaux ménagères sur un ouvrage dédié ;
- + dans les zones touristiques pour un usage temporaire lors du pic de fréquentation : espaces de sports et loisirs, festivals, centre-village, plages...

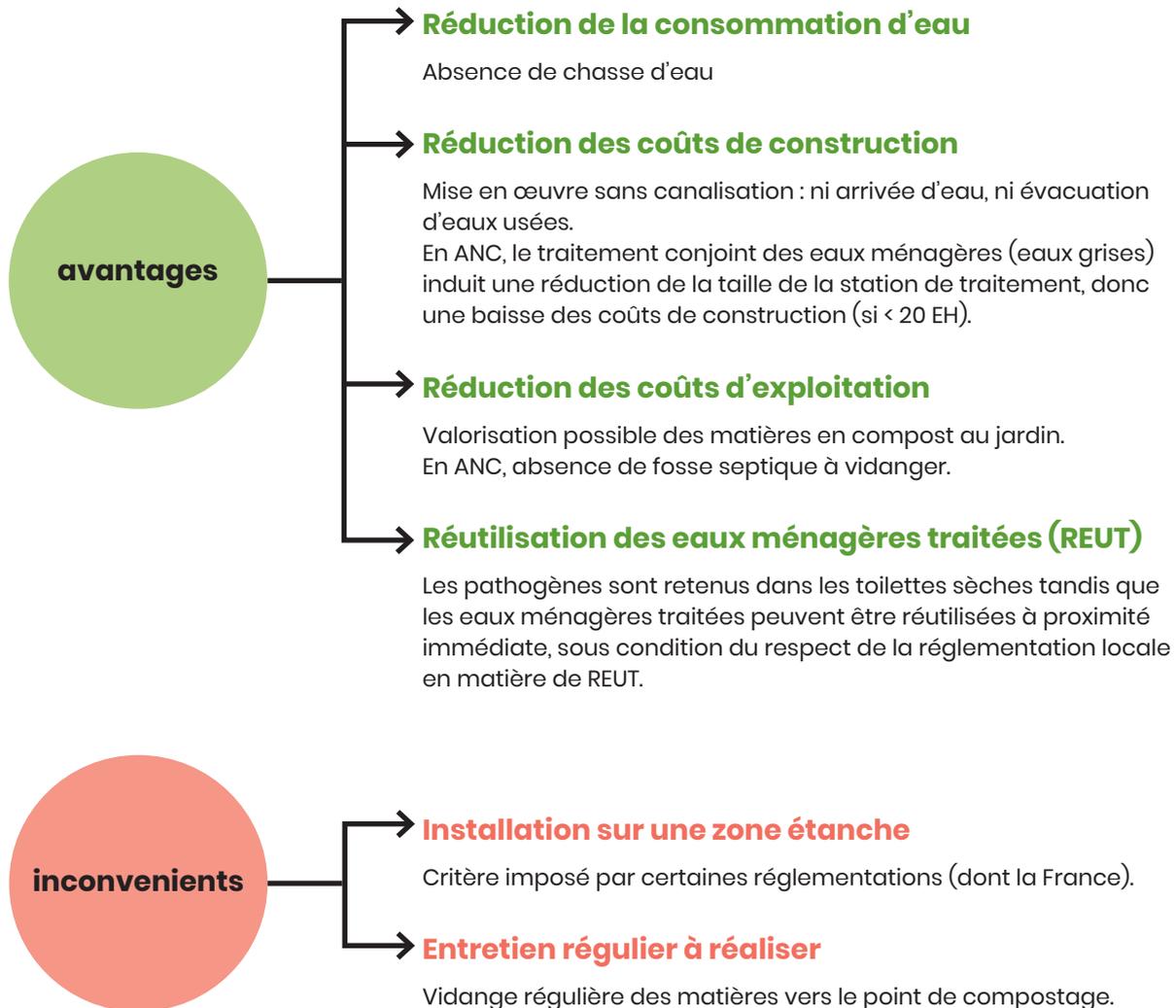
Figure 5.

Logigramme d'implantation de toilettes sèches



Toilettes sèches (photo Eric MINO, HYDROUSA ou SEMIDE, à préciser)

5.1 Avantages et inconvénients des toilettes sèches



5.2 Implantation, dispositions constructives et dimensionnement

La filière est adaptée aux **résidences principales et secondaires** (intermittence possible), et le dimensionnement est adaptable pour **toutes tailles d'habitations**.

Son usage est également largement répandu dans les **espaces touristiques très fréquentés**, où des toilettes sèches sont **implantées temporairement** : plusieurs mois sur des plages ou des centres de villages, plusieurs jours lors de festivals, par exemple.

L'installation est possible en zone à usages sensibles, sauf indication contraire par la réglementation locale.

Schéma de principe et points de vigilance

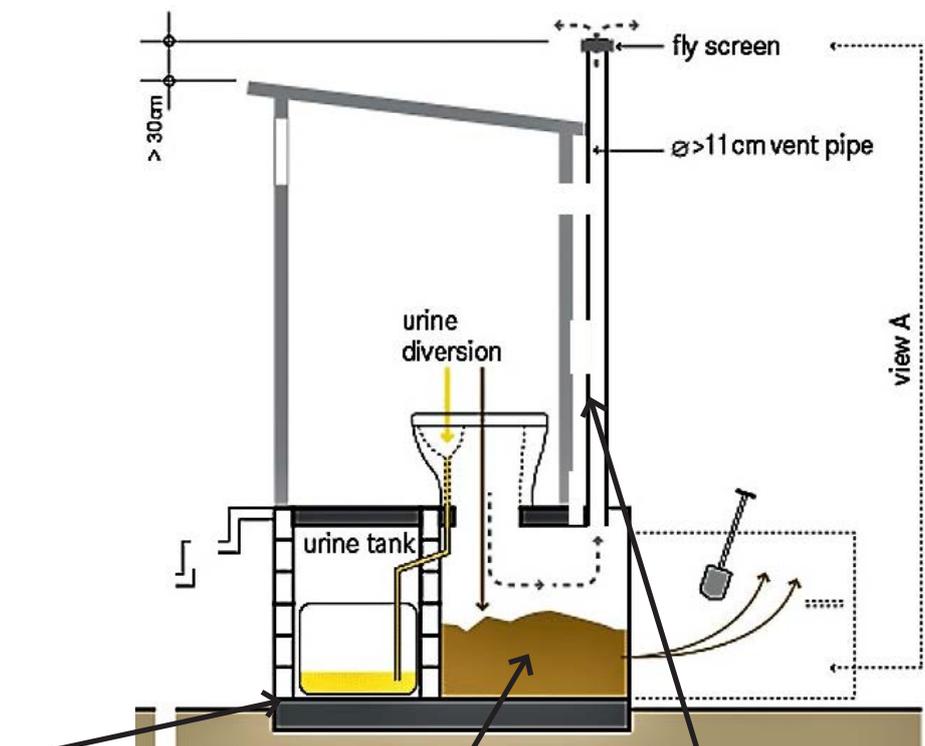
La garantie de l'absence d'odeurs tient à 2 critères très importants :

- + En tout premier lieu, la bonne conception du dispositif de **ventilation naturelle** de l'air (de l'intérieur des toilettes vers le local de compostage), quel que soit le type de toilette sèche.
- + Pour les toilettes sans séparation urine/fèces, l'ajout systématique de **copeaux de bois** (broyat ou sciure) à chaque usage des toilettes. Correctement dosé, ce substrat carboné assèche les matières fécales et empêche ainsi les bactéries responsables des mauvaises odeurs de proliférer.

Figure 6.

Schéma de principe et points de vigilance pour l'implantation de toilettes sèches.

Schéma issu de Tilley et al. (2014) Compendium of Sanitation Systems and Technologies, 2nd Revised Edition, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Switzerland.



La **zone de compostage** des matières fécales doit être **étanche** pour éviter tout contact avec le sol. Les fèces sont très chargées en pathogènes et contaminent l'environnement.

Le dimensionnement doit permettre un **temps de séjour suffisant** pour la maturation (compostage) et l'hygiénisation des matières.

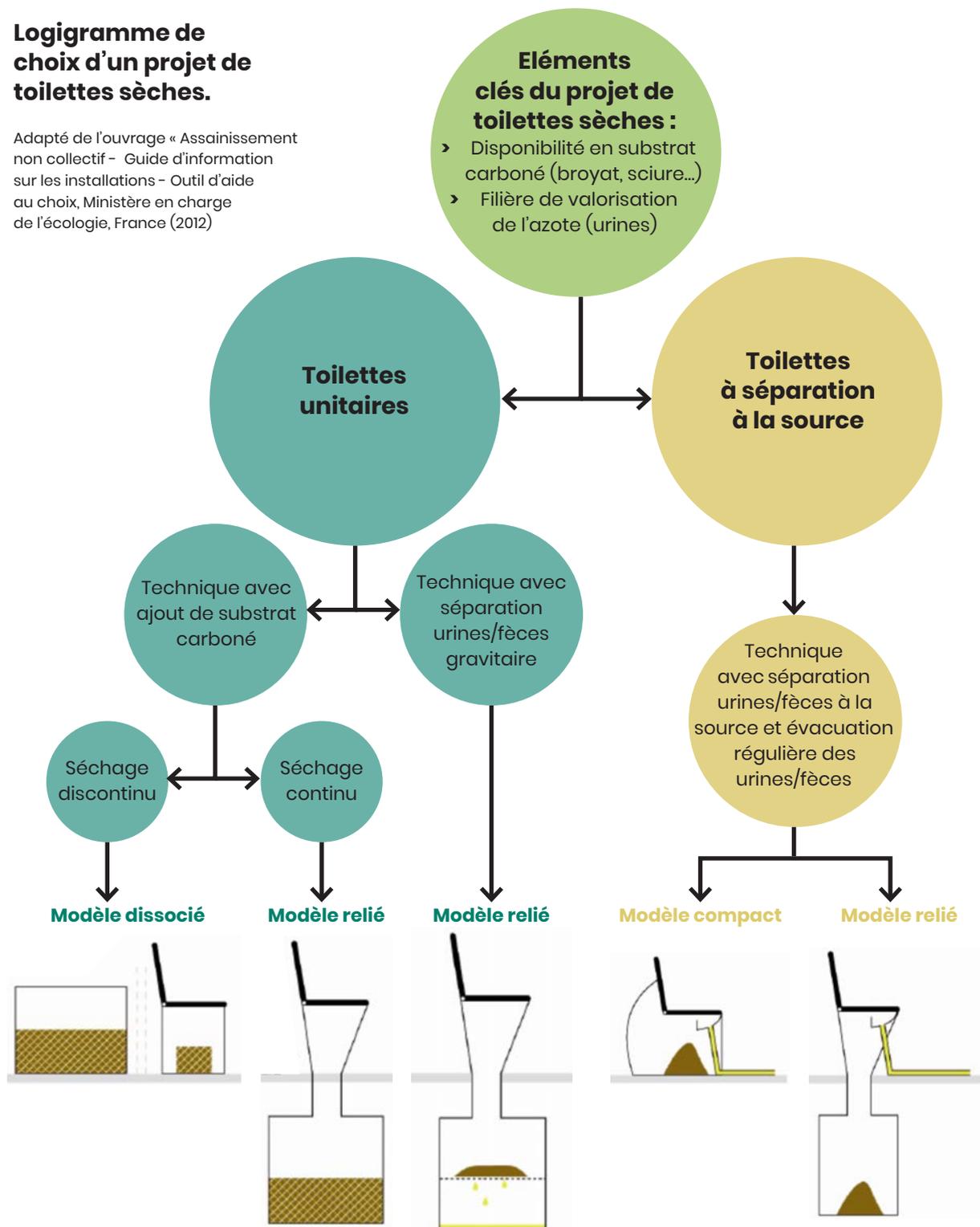
Un **système de ventilation efficace** doit être mis en place. C'est un facteur principal de réussite du projet (acceptation par les usagers).

Choix du modèle

La séparation des urines permet d'améliorer le séchage des excréta (les « matières ») ainsi que la limitation des odeurs (en plus de la possibilité de les valoriser).

Logigramme de choix d'un projet de toilettes sèches.

Adapté de l'ouvrage « Assainissement non collectif - Guide d'information sur les installations - Outil d'aide au choix, Ministère en charge de l'écologie, France (2012)



Recommandations pour l'entretien

Pour les toilettes publiques, l'entretien courant est à réaliser par une équipe municipale locale : hygiène classique des toilettes plusieurs fois par semaine (selon la fréquentation). L'usage de produits chimiques est à proscrire car ils bloqueraient l'activité biologique des microorganismes qui décomposent les matières au sein du compost.

L'entretien des toilettes sèches est faible ; la seule tâche contraignante consiste à évacuer régulièrement les matières vers le point de compostage. Cette tâche est facilitée par une bonne conception de l'installation. Une vidange régulière des toilettes sèches garantit son bon fonctionnement : la fréquence d'évacuation des matières dépend de la taille du réceptacle à matières et de la vitesse de remplissage.

En cas de dispositif fonctionnant avec électricité, un entretien contractuelisé avec le fournisseur de l'installation est conseillé, une fois par an, pour vérifier la pédale du mécanisme et l'état du compost.

Gestion des eaux ménagères

En présence de toilettes sèches, les eaux rejetées par une habitation constituent les « eaux ménagères » (ou eaux grises) : elles sont issues des douches, lavabos, éviers, et du lavage du linge et de la vaisselle. Elles sont généralement dépourvues de pathogènes, mais leur charge polluante impose obligatoirement qu'elles soient dirigées vers une filière de traitement :

- AC : rejet dans le réseau d'eaux usées.
- ANC : traitement par une filière adaptée (filtres à sable, filtres compacts, filtres plantés de végétaux...), généralement sur la parcelle de l'habitation.



06

Aspects complémentaires liés au développement durable et à l'économie circulaire





Energie électrique

- › C'est généralement un très fort enjeu sur une île !
- › Elle est souvent générée par des centrales au fioul, coûteuses, polluantes et dépendantes des apports extérieurs.
- › Il est nécessaire d'encourager le développement de l'énergie renouvelable : solaire, éolienne, hydrolienne...



Qualité des eaux naturelles

- › Une bonne qualité des eaux (littoral, eaux douces de surface et eaux souterraines) est systématiquement favorable à l'économie locale, car elle développe des activités liées à la pêche et au tourisme.
- › La reconquête de la qualité des eaux de baignade implique un traitement bactériologique par les procédés, ce qui peut induire des coûts non négligeables en investissement et exploitation (lampes UV, membranes...).

Photo: Biosfera



Eau potable

L'installation d'une unité de potabilisation par désalinisation peut être tentante en cas de manque d'eau potable, mais sa consommation énergétique est élevée et elle génère des saumures très concentrées à gérer.



Intégration des projets, aspects sociétaux

- › Le développement de stations flottantes de traitement des eaux usées, sur bateau, présente un potentiel intéressant pour des petits ports ou villages en bord de mer enclavés et avec peu de surface disponible. La mise en œuvre, l'importation et l'exploitation d'un tel dispositif pourrait s'avérer économiquement viable. Ce modèle de stations existe et a fait les preuves de son bon fonctionnement, pour la filière de filtres plantés de végétaux.
- › La communication est importante surtout pour les petites îles sur lesquelles les structures de traitement ne pourront pas toujours être cachées et éloignées des habitations. Une meilleure compréhension des enjeux par la population locale et les touristes facilite systématiquement la mise en œuvre des projets d'assainissement.



Photo: Roger Estève, Emerald Sea, Madagascar

07

Conclusion

Le choix d'un système d'assainissement adapté aux petites îles nécessite de prendre en compte de **nombreux aspects autres qu'économiques**. Ce guide propose des recommandations simples et pratiques pour orienter ce choix, pour des systèmes collectifs ou individuels.

Une **concertation** avec la population locale est essentielle dans cette démarche, afin de s'assurer de leur adhésion au projet.

Il est par ailleurs nécessaire de travailler en étroite collaboration avec les **autorités locales compétentes**, pour la détermination des niveaux de rejet exigés, et le partage des frais qui seront engagés. Il est fortement conseillé à la collectivité de faire appel à un **maitre d'œuvre** ou un **expert** en traitement des eaux usées, bien que cela représente un coût supplémentaire, pour que celui-ci :

- › entreprenne un audit des installations de gestion des eaux usées existantes : contrôle de l'état des ouvrages et détermination de l'efficacité du traitement actuel. Cet état des lieux est indispensable pour étudier les possibilités de réutilisation des ouvrages déjà en place ;
- › identifie les technologies les mieux adaptées à une situation donnée, selon des critères à partager.

L'hydrogène sulfuré (H_2S), une problématique à ne pas négliger !

Origine de la formation d' H_2S : sous-charge du réseau, temps de séjour trop long des eaux usées dans les canalisations (> 24h), et/ou températures élevées (> 20°C). Ce composé apparaît surtout dans les postes de relèvement.

Conséquences : mauvaises odeurs (œuf pourri), forte corrosion des ouvrages et du matériel (ciments, bétons, armatures métalliques, pompes...) de par son oxydation en acide sulfurique, danger pour la santé du personnel d'exploitation (gaz mortel), dysfonctionnement des stations de traitement des eaux usées.

Solutions à étudier :

Approche préventive :

- › Privilégier les réseaux gravitaires autant que possible, éviter les postes de relevage.
- › Dimensionnement hydraulique adapté : vidanges de bâchées plus fréquentes dans les postes de refoulement (plus faible marnage de bâchées), postes de relèvement de petite taille.
- › Matériaux renforcés : béton avec revêtement spécifique, plastiques (PVC, polyéthylène), inox renforcé (316L – le 304L est sensible à l' H_2S), résines époxy.
- › Conception particulière des ouvrages pour un double usage été/hiver (risque de surcoûts).
- › Injection d'air dans des petits postes (hydroéjecteurs) ou dans une conduite de refoulement (compresseurs ; procédé relativement bruyant et encombrant).
- › Injection de nitrate de calcium $Ca(NO_3)_2$: en prévention car bloque la formation d' H_2S .

Approche curative :

- › Injection de chlorure ferrique ($FeCl_3$) : efficace et économique, mais fortement déconseillé pour des rejets en eaux saumâtres ou en mer car des réactions avec le sel de l'eau de mer sont possibles.

Annexe 2

Critères de performances et de fonctionnement des procédés

Définition des acronymes

Dénomination des procédés listés :	Dénomination des paramètres analytiques listés :
FPR/FPV : filtre planté de roseaux/végétaux	MES : matières en suspension
DB : disques biologiques	DBO ₅ : demande biologique en oxygène (analyse sur 5 jours)
LB : lit bactérien	DCO : demande chimique en oxygène
BA : boues activées	NK : azote Kjeldahl (NK = azote organique + ammonium N-NH ₄ ⁺)
BRM : bioréacteurs à membranes	NGL : azote global (NGL = NK + nitrites N-NO ₂ ⁻ + nitrates N-NO ₃ ⁻)
SBR : sequencing batch reactor	Pt : phosphore total

Nota : l'aspect écologique des filières n'est pas inclus car cela relève d'études exhaustives (de types analyses du cycle de vie par exemple) et non seulement de simples indicateurs de biodiversité. Ces données sont quasi-inexistantes pour les filières d'assainissement. Également, l'analyse coût-bénéfice est fortement dépendante de la situation locale et donc difficile à généraliser. Les bénéfices des technologies de traitement sont mentionnés dans les critères CAPEX et OPEX, mais les coûts ne sont pas indiqués car ils sont très variables selon les régions du monde.

Légende :

Contraintes fortes

Contraintes à ne pas négliger

Bonne acceptabilité

xx / xx Selon le procédé choisi

* Possible avec un redémarrage progressif (lente montée en charge sur plusieurs semaines). Impossible à l'échelle de la semaine.

** Inspection générale, manœuvre de vannes, nettoyage des postes et ouvrages, relevés de compteurs, faucardage de végétaux (FPR), remplacement de matériel, prélèvements...

Principaux critères utiles de calcul du CAPEX (investissement matériels) et de l'OPEX (exploitation et maintenance)

	CAPEX				OPEX			
	Surface (ouvrages) m ² /EH	Acceptation des surcharges hydrauliques	Intégration paysagère	Activité intermittente	Exploitation (1000 EH) h/an **	Fréquence de gestion des boues	Consommation énergétique (kWh) / kg DBO5 élim. / m ³ traité	
Autres Critères d'Intérêt								
Cultures fixées								
FPR 1 étage	1,2	+	++	+	250	10 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
FPR 1 étage recirculé	1,5	+	++	+	250	10 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
FPR 1 étage, aération forcée	1	+	++	+	250	10 ans	0.3 - 0.6	0.2 - 0.3
FPR 2 étages, filière classique	2	+	++	+	300	10 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
FPR 2 étage, réduit (variations de charges, campings)	1	+	++	+	250	10 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
FPV climat tropical	0,8	+	++	+	250	15 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
DB (8 g DBO5/m ² /j)	0.3 - 0.5	plutôt oui	+	*	250	3 mois / 10 ans	1	0.2 - 0.3
DB (4 g DBO5/m ² /j)	0.5 - 1	plutôt oui	+	*	250	3 mois / 10 ans	1	0.2 - 0.3
DB + FPR 1 étage	0.5 - 1	+	moyenne	*	250	8 ans	1 - 4	0.5 - 1.3
LB (faible charge)	1 - 2	plutôt oui	+	*	350	3 mois / 10 ans	0,6	0.1 - 0.2
LB + FPR 1 étage	0.4 - 0.8	+	+	*	300	8 ans	2 - 4	0,5
LB + FPR 2 étages (partiellement saturés)	1 - 2	+	+	*	350	10 ans	1 - 4	0.2 - 0.9
Filtres à fragments de coco (25 à 300 EH)	0.5 - 1	*	+	+	200-300	3 ans	0 - 0.5	0 - 0.1
Cultures libres								
Lagunage naturel	11	++	plutôt non	*	170	8 ans	0	0
Lagunage aéré	8	++	plutôt non	*	170	8 ans	2 - 3	0,7
BA (faible charge)	0.5 - 1	*	plutôt oui	*	430	Quotid, / 10 ans	2	0.6 - 1
BA (moyenne à forte charge)	0.5 - 2.5	*	plutôt oui	*	>400	Quotidienne	2 - 5	-
BRM	0.5 - 1	*	plutôt non	*	>400	Quotidienne	5 - 8	1 - 2
SBR	0.9	*	+	*	320	Quotidienne	4 - 6	1 - 2
Désinfection								
Lampes UV	<0.01	*	+	+	-	-	-	0.1 - 0.5
Déphosphatation								
Physico-chimique (FeCl3)	<0.01	plutôt oui	+	+	-	Quotidienne	-	0.1 - 0.5
Apatites naturelles (< 5 000 EH)	0.5 - 0.7	*	moyenne	+	0	Aucune	-	0 - 0.1
Dénitrification								
FPR horizontal (< 5 000 EH)	2 - 3	*	++	+	50	-	-	0 - 0.1

Petit et moyen collectif (jusqu'à 5 000 voire 10 000 EH)

Gros collectif (> 10 000 EH)

Traitement complémentaires

Légende :

Faible performance

Performance médiocre

Bonne performance

Performances moyennes observées, variables selon la conception, le climat et la rigueur de l'exploitation

	Concentrations et Rendements					Niveaux de rejet (mg/L)					Rendements (%)					Désinfection				
	MES	DBO	DCO	NK	Pt	MES	DBO	DCO	NK	NGL	Pt	MES	DBO	DCO	NK	NGL	Pt			
	250-300	200-400	600-900	60-80	60-80	10	250-300	200-400	600-900	60-80	60-80	10	MES	DBO	DCO	NK	NGL	Pt	Abattement E.coli	
Cultures fixées																				
FPR 1 étage	35	-	130	30	-	35	-	130	30	-	35	77%	77%	59%	-	-	-	-	-	-
FPR 1 étage recirculé	35	35	<125	30	-	35	35	<125	30	-	35	90%	90%	30%	-	-	-	-	-	-
FPR 1 étage, aération forcée	<20	<20	<90	10	15	<20	<20	<90	10	15	<20	99%	98%	>84%	88%	-	-	-	-	4 Ulog
FPR 2 étages, filière classique	<20	<20	<90	<15	-	<20	<20	<90	<15	-	<20	94%	88%	82%	-	-	-	-	-	-
FPR 2 étage, réduit (variations de charges, campings)	20	15	85	35	-	20	15	85	35	-	20	>90%	>90%	>90%	75%	-	-	-	-	-
FPV climat tropical	<25	-	<125	40	50	<25	-	<125	40	50	<25	90%	85%	85%	60%	50%	-	-	-	-
DB (8 g DBO5/m ² /j)	45	50	150	40	-	45	50	150	40	-	45	80%	80%	70%	30%	-	-	-	-	-
DB (4 g DBO5/m ² /j)	<30	<35	<125	10	-	<30	<35	<125	10	-	<30	>90%	>90%	>90%	80%	-	-	-	-	-
DB + FPR 1 étage	30	-	-	10	-	30	-	-	10	-	30	>90%	>90%	>85%	80%	-	-	-	-	-
LB (faible charge)	<30	<35	<125	<20	-	<30	<35	<125	<20	-	<30	90%	90%	85%	40-70%	-	-	-	-	-
LB + FPR 1 étage	<30	<35	<125	<20	-	<30	<35	<125	<20	-	<30	90%	94%	85%	>70%	-	-	-	-	-
LB + FPR 2 étages (partiellement saturés)	<20	<20	<90	<15	<30	<20	<20	<90	<15	<30	<20	>95%	89%	96%	>90%	92%	-	-	-	-
Filtres à fragments de coco (25 à 300 EH)	<25	<20	<200	<15	-	<25	<20	<200	<15	-	<25	-	-	-	80%	-	-	-	-	-
Cultures libres																				
Lagunage naturel	<150	-	140	20	20	<150	-	140	20	20	<150	-	-	-	70%	70%	60%	-	-	3 - 5 Ulog
Lagunage aéré	30	<35	85	20	20	30	<35	85	20	20	30	85%	90%	80%	60%	60%	30-50%	-	-	3 - 5 Ulog
BA (faible charge)	<25	<20	<90	<10	-	<25	<20	<90	<10	-	<25	-	-	-	>80%	-	-	-	-	2 Ulog
BA (moyenne à forte charge)	<35	<30	<90	<20	<15	<35	<30	<90	<20	<15	<35	-	>90%	-	-	-	-	-	-	2 Ulog
BRM	10	5	25	-	<30	10	5	25	-	<30	10	90%	95%	90%	-	50-80%	-	-	-	6 - 7 Ulog
SBR	10	5	25	2	<30	10	5	25	2	<30	10	90%	95%	90%	95%	50-80%	-	-	-	1 - 3 Ulog
Désinfection																				
Lampes UV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 - 5.5 Ulog
Déphosphatation																				
Physico-chimique (FeCl3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2	-	-	-	-	-	-	-	-	>80%
Apatites naturelles (< 5 000 EH)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	>80%
Dénitrification																				
FPR horizontal (< 5 000 EH)	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60-99%	-	-	-	3 Ulog

Petit et moyen collectif (jusqu'à 5 000 voire 10 000 EH)

Gros collectif (> 10 000 EH)

complémentaires

Traitements



smilo-program.org



arbe-regionsud.org