



ANALYSE DES RISQUES DE DÉFAILLANCE NOTE DE CADRAGE

Ce guide a été réalisé par le groupe de travail
Astee Analyse des risques de défaillance,
rattaché à la commission Assainissement de l'Astee





AUTEURS ET CONTRIBUTEURS

La coordination de la rédaction du guide a été assurée par **Hilde LUCAS** et par **Christelle PAGOTTO**, animatrices du groupe de travail.

Ont directement contribué à sa rédaction et à sa relecture :

Gédéon ALRIC (Gedeau Conseil)
Fouad BELHAJ (Seureca - Veolia)
Laurent BRIXON (SIAAP)
Julien CHROBACK (DDT du Lot-et-Garonne)
Stève CRESSON (Agence de l'eau Seine Normandie)
Sandra FUENTES (Veolia Eau)
Lilian GOUINEAU (DDTM de l'Eure)
Hilde LUCAS (SUEZ Consulting)
Christelle PAGOTTO (Veolia Eau)
Christian ROUX (SIAAP)
Laure SEMBLAT (FNCCR)
Denis SNIDARO (SUEZ Eau France)
Thomas VITIS (Bertin Technologies)

Remerciements aux personnes suivantes, qui ont participé à la relecture et/ou ont contribué à travers leur participation au groupe de travail :

Fabrice AJAVON (SIAAP), Christian BARBIER (Département du Finistère), Eric BOURNEAUD (Communauté d'Agglomération Pays Basque), Muriel FLORIAT (AMORCE), Pierre-Jean GUIDÉ (Artelia), Estelle JAMIN (Eurométropole de Strasbourg), Benoît MARDUEL (Altereo), Thierry PICHARD (IRH Ingénieur Conseil), Franck PERRU (SDEA), Albane PETER (Eurométropole de Strasbourg), Odile SOULIGNAC (Tours Métropole), Fabienne SCOTET (Société Publique Locale Eau du Ponant), Christophe VENTURINI (MTES/DEB)

Remerciements aux permanents de l'équipe Astee ayant assuré le suivi du groupe de travail

Céleste CHARBONNIER
Adeline CLIFFORD

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AE : Agence de l'eau
AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité
API : Automate programmable industriel
ARD : Analyse des risques de défaillance
BA : Boues activées
CCTG : Cahiers des clauses techniques générales
CH₄ : Méthane
DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours
DSP : Délégation de service public
EB : Eaux Brutes, Effluent(s) Brut(s)
EH : Équivalent habitant
ER : Événement redouté
EPNAC : Évaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités (groupe de travail national)
FNDAE : Fonds national pour le développement des adductions d'eau potable
GRAIE : Groupe de recherche, animation technique et information sur l'eau
H₂S : Hydrogène sulfuré
HAZOP : HAZard OPerability
HT/BT : Haute tension / Basse tension
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
INRS : Institut national de recherche et de sécurité
JDB : Jeux de barres
MES : Matières en suspension
MS : Matière sèche
NH₄, NO₃, NK, NGL : Ammonium, Nitrates, Azote Kjeldhal, Azote Global
O₂ : Oxygène dissous
P, PO₄, Ptotal : Phosphore, orthophosphates, phosphore total
PLC : Programmable Logic Controller
PPRN : Plan de prévention des risques naturels
REX : Retour d'expérience
SATESE : Service d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration
SCC : Système de contrôle commande
SPE : Service de police de l'eau
SIAAP : Syndicat intercommunal d'assainissement de l'agglomération parisienne
STEP/STEU : Station d'épuration / Station de traitement des eaux usées. Dans cette note, par commodité, le terme « station d'épuration » vient parfois remplacer la terminologie issue de la réglementation « Station de traitement des eaux usées ».
TOR : Tout ou rien

SOMMAIRE

1

Éléments de cadrage 06

1.1	Introduction	06
1.2	Définitions et objectifs	07
1.3	Périmètre à considérer	09
1.4	Modalités de réalisation	11
1.4.1	Qui doit réaliser l'étude ?	11
1.4.2	Quelle méthode doit être utilisée ?	11
1.4.3	Quels sont les modes de défaillance à considérer ?	14
1.4.4	Quels sont les types de recommandations à retenir à l'issue des études ?	14
1.4.5	Que doit contenir le livrable ?	15
1.5	Modalités d'utilisation du rendu	16
1.5.1	Du point de vue des services instructeurs	16
1.5.2	Du point de vue du maître d'œuvre / d'ouvrage :	17
1.5.2.1	Améliorer la sécurisation du système d'assainissement	17
1.5.2.2	Initier une démarche d'amélioration continue	17

2

Fiches par ouvrage/poste 18

Fiche 1	Poste de pompage	20
Fiche 2	Bassin de stockage / restitution	22
Fiche 3	Dégrilleur	24
Fiche 4	Poste de réception des graisses, matières de vidange, produits de curage et boues	26
Fiche 5	Dessableur - dégraisseur	28
Fiche 6	Décanteur Primaire	30
Fiche 7	Boues activées	32
Fiche 8	Épaississement des boues	36
Fiche 9	Déshydratation des boues	38
Fiche 10	Poste de production d'air	42
Fiche 11	Poste de dépotage, stockage, préparation et injection de réactifs	44
Fiche 12	Réseau d'alimentation électrique HT/BT	46
Fiche 13	Système de contrôle commande	50
Annexes		54
Annexe 1	Méthodologies des analyses de risques de défaillance	54
Annexe 2	Exemples de grilles de cotation	61
Résumé		64

ÉLÉMENTS DE CADRAGE



1.1 Introduction

L'arrêté du 21 juillet 2015¹ impose aux maîtres d'ouvrage de stations d'épuration de capacité nominale supérieure à 200 équivalents habitants² (EH) de réaliser avant leur mise en service « une analyse des risques de défaillance (ARD), de leurs effets ainsi que des mesures prévues pour remédier aux pannes éventuelles » sur le périmètre de la station.

Pour les stations en service au 1^{er} juillet 2015, d'une capacité supérieure ou égale à 2 000 EH n'ayant pas réalisé une telle analyse, les maîtres d'ouvrage doivent se conformer et réaliser l'étude au plus tard dans les deux ans suivant la date d'entrée en vigueur de l'arrêté, soit en 2017.

L'analyse est à transmettre au service en charge du contrôle et à l'Agence de l'eau ou l'Office de l'eau. En fonction des résultats, le préfet peut imposer des prescriptions techniques complémentaires.

De telles analyses étaient également requises par l'arrêté du 22 juin 2007 et l'arrêté du 22 décembre 1994 mais, uniquement sur les nouvelles stations, et sans transmission aux autorités.

Ces analyses étant souvent rares ou obsolètes, de nombreuses collectivités ont dû/doivent les réaliser. Elles sont également à réaliser pour les nouvelles installations avant leur mise en service.

De nombreuses questions se sont posées et se posent toujours quant :

- aux objectifs à retenir pour cette étude ;
- au périmètre à considérer ;
- aux modalités pratiques à retenir pour la réalisation de l'étude ;
- à l'utilisation qui peut être faite de cette étude.

Dans ce contexte, cette note rédigée par l'Astee, avec le soutien financier du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) vise à apporter un certain nombre de précisions pour aider d'une part, les maîtres d'ouvrage ou les maîtres d'œuvre à cerner les attendus (via des réponses pragmatiques) et d'autre part, les services instructeurs à évaluer les études qui leur sont transmises.

¹ Complété par le commentaire technique de l'arrêté du 21 juillet 2015 – Partie 1 Conception et exploitation des systèmes d'assainissement – Fiche n°10 : analyse des risques de défaillances

² Pour rappel, un EH correspond à 60g de DBO₅ par jour

La note de cadrage est constituée par :

- une première partie générale fournissant des **éléments de cadrage** ;
- une série de **fiches** pour orienter la réflexion pour les différents ouvrages/postes : équipements à considérer *a minima*, comprenant des exemples de défaillances possibles, la nature et des exemples de recommandations envisageables...

Il est à noter que ces fiches présentent sur la base des retours d'expérience les principaux risques identifiés et solutions à mettre en œuvre, à titre d'exemples. Elles n'ont pas vocation à être exhaustives et ne doivent pas amener à s'affranchir d'une étude spécifique des ouvrages/postes qui pourrait conduire à identifier selon les configurations locales d'autres risques ou recommandations.

Par ailleurs, seuls sont traités les ouvrages/postes les plus fréquemment rencontrés sur les stations d'épuration.

Les autres ouvrages/postes et notamment ceux susceptibles de présenter des niveaux de risques élevés (digesteur, méthaniseur...) devront faire l'objet d'une étude approfondie au cas par cas.

Bien que l'obligation réglementaire ne s'applique pas aujourd'hui aux réseaux d'assainissement, on notera que cette note de cadrage pourra utilement fournir des éléments pour les analyses de défaillance des réseaux.

Certaines fiches pourront s'appliquer aux ouvrages et équipements du réseau.

Ce guide n'a pas vocation à remettre en cause le contenu des études déjà finalisées, mais il vise à apporter un cadre plus précis de façon à permettre, à terme, une meilleure homogénéité des études, face au constat fait aujourd'hui de livrables très hétérogènes.

1.2

Définitions et objectifs

Il est important de définir les différents termes de l'Analyse des risques de défaillance afin d'en clarifier les objectifs.

Analyse

Étude minutieuse, précise faite pour dégager les éléments qui constituent un ensemble, pour l'expliquer, l'éclairer.

Ainsi, l'analyse de risque de défaillance doit consister à identifier les potentiels risques de défaillance en fonction du système étudié sachant que chaque système est unique. L'objectif est la protection du milieu récepteur. Il s'agit donc d'éviter les rejets hors norme (non-respect des niveaux de performance fixés par l'arrêté préfectoral). L'analyse peut par ailleurs, permettre d'optimiser le fonctionnement du système d'assainissement (station et réseau).

Risque

Possibilité, probabilité d'un fait, d'un événement considéré comme un mal ou un dommage.

Le risque doit être évalué à partir d'une **cotation gravité/fréquence** et la prise en compte de la « **déteçtabilité** ». La définition de la fréquence s'appuiera sur le retour d'expérience (REX) de l'exploitant, si disponible. Une échelle commune est proposée par ce présent guide afin d'homogénéiser la cotation avec pour postulat qu'un déversement vers le milieu naturel avec une fréquence élevée n'est pas acceptable.

Défaillance

Fait pour un mécanisme, un appareil, de cesser de fonctionner correctement.

La défaillance peut concerner un élément mécanique, électrique, électromécanique et électromagnétique, voire chimique du système analysé.



En conclusion, cette étude vise à étudier la fiabilité d'une station d'épuration vis-à-vis du respect de ses objectifs de traitement épuratoire.

Elle permet donc de repérer les équipements à risque pouvant impacter la qualité du rejet en cas de dysfonctionnement (et par conséquent la qualité du milieu et les usages à l'aval) et de proposer des mesures pertinentes pour maîtriser ces risques. Elle est l'occasion d'un échange constructif entre le maître d'ouvrage, l'exploitant, les Services de police de l'eau (SPE) et l'Agence de l'Eau.

Pour les installations existantes, elle est l'occasion de faire un point sur l'historique des défaillances rencontrées et de faire émerger les recommandations à prendre en compte pour éviter qu'elles ne se reproduisent. Pour les

nouvelles installations, elle permet dès la conception et la construction d'inclure les préoccupations de fiabilité et de les introduire dans le champ de l'exploitation.

Le contenu de cette analyse doit naturellement être adapté au système et être proportionné aux éventuelles conséquences d'une défaillance, en intégrant ainsi les enjeux et la vulnérabilité du milieu récepteur. C'est en particulier le cas pour les petites stations d'épuration (<2 000 EH) pour lesquelles l'étude devra rester proportionnée pour éviter des coûts excessifs au regard des enjeux. Pour les petites stations d'épuration, il pourra être envisagé d'optimiser tant la commande que l'étude via un regroupement de plusieurs stations.

L'analyse des risques de défaillance doit *in fine* contenir *a minima* :

- pour chaque fonction de la chaîne de collecte et de traitement des effluents, un inventaire des défaillances possibles, matérielles ou humaines, de leurs effets et une identification de celles pouvant porter atteinte de façon notable à l'intégrité de la collecte ou du traitement et donc au milieu récepteur ;
- une identification des équipements et interventions sensibles susceptibles d'entraîner l'apparition de ces défaillances ;
- une analyse de l'incidence des périodes d'entretien et des grosses réparations ;
- des propositions d'actions correctives, adaptées à chaque cas, en termes :
 - ▶ d'architecture fonctionnelle ;
 - ▶ de spécifications particulières d'équipements ;
 - ▶ de moyens de détection et d'alerte ;
 - ▶ de liste de pièces dont il faut disposer et dans le cas inverse de disponibilité des pièces de rechange en dehors du site ;
 - ▶ d'organisation intégrant procédures d'intervention et délais ;
 - ▶ d'orientation de la politique de maintenance...

À l'issue de cette étude, les préconisations d'amélioration doivent être hiérarchisées, programmées, puis mises en œuvre par le maître d'ouvrage.

Elles pourront le cas échéant faire l'objet de prescriptions par le préfet, via un arrêté préfectoral complémentaire.

1.3

Périmètre à considérer

L'arrêté du 21 juillet 2015 modifié fixe, des règles applicables aux systèmes d'assainissement collectifs de toutes tailles.

Sur le sujet de l'analyse des risques de défaillance, l'article 7 de l'arrêté précise que les stations de traitement des eaux usées de capacité nominale supérieure ou égale à 12 kg/j de DBO₅ (200 EH) doivent faire l'objet d'une analyse des risques de défaillance, de leurs effets ainsi que des mesures prévues pour remédier aux pannes éventuelles.

Cette analyse est à réaliser avant la mise en service des stations d'épuration ou, pour les stations d'épuration de capacité supérieure ou égale à 2000 EH en service au 1^{er} juillet 2015 n'en disposant pas, dans les deux ans suivant la publication de l'arrêté (soit en 2017). L'analyse concerne ainsi **la station de traitement des eaux usées**.

Toutefois, étant donné qu'il y a un intérêt à avoir une vision globale du système d'assainissement dans son ensemble, **le système de collecte** peut aussi faire l'objet d'une analyse des risques de défaillance.

Le risque à considérer est le **risque interne** au système analysé. Aussi, l'analyse des risques de défaillance doit a priori exclure les risques externes (tels que les risques inondation, perte d'approvisionnement électrique, en produit chimique (lié à une rupture du stock uniquement), risque intrusion...). Toutefois, certains risques externes récurrents peuvent avoir un réel impact. Il conviendra alors de les considérer.

La récurrence de la problématique en sera le paramètre déclencheur. C'est notamment le cas pour les risques liés au climat (inondation, orage) étant donné que le changement climatique pourrait conduire à leur aggravation. Dans le cadre de l'analyse des risques, on veillera par ailleurs à ne considérer que les risques pour lesquels des recommandations pourront être retenues pour améliorer la situation (voir tableau ci-après). L'analyse de risque aura alors pour vocation de rappeler les réglementations ou bonnes pratiques applicables mais n'ira pas nécessairement jusqu'à détailler de façon précise les recommandations dans la mesure où une étude spécifique pourrait s'avérer nécessaire.

Risque externe	Recommandations possibles	Documents ou données de référence
Inondation	Remontée des côtes de certains équipements Mise en place de protections spécifiques du site ou de certains ouvrages	Réglementation des ICPE relative au risque d'inondation (cf. <i>Rapport Ineris N° DRA-14-141515-03596A « DRADRS81 - Opération A Référentiel méthodologique concernant la maîtrise du risque inondation dans les installations classées »</i>) Données disponibles sur : www.georisques.gouv.fr/ et PPRN associé Arrêté du 21 juillet 2015 : conditions de conception des équipements électriques pour un protection contre les crues centennales.
Intrusion / actes de malveillance	Mise en place d'un système de détection anti-intrusion	Arrêté préfectoral : éventuelles prescriptions sur des obligations en matière de clôture voire de surveillance.
Foudre	Mise en place de protections contre la foudre	Données foudre communales disponibles sur : www.meteorage.com/fr/ressources/carte-interactive-gratuite Réglementation des ICPE relative au risque foudre (cf. <i>Rapport Ineris Ω3 DRA - 11-111777-04213A « Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement »</i>)
Autres risques naturels (séisme...)		Données disponibles sur : www.georisques.gouv.fr/ et PPRN associé
Incident de livraison ou d'approvisionnement (logistique, grève, accident...)	Procédure à suivre en cas d'incident Autonomie des capacités de stockage des réactifs	
Nature des effluents pouvant conduire à une défaillance (ex. Rejet de pollution toxique et atteinte de la biomasse, rejet de lingettes et bouchage des pompes...)	Démarche de maîtrise de la nature et qualité des eaux collectées à la source (à adapter selon la nature de la pollution en question : régularisation des autorisations de raccordements non domestiques, sensibilisation de la population aux bonnes pratiques...)	Code de la santé publique - Article L1331-1

Concernant plus spécifiquement les risques machine, noyade, électrique... qui relèvent de dispositions du Code du travail, ils sont traités par ailleurs via leur réglementation dédiée : document unique, habilitation et formation du personnel, marquage CE des équipements... (liste d'exemples non exhaustive). Ils ne sont donc pas considérés dans l'analyse des risques de défaillance. Cependant, si un risque immédiat apparaît lors de l'étude, il conviendra de le mentionner dans le plan d'actions (par exemple : la réparation d'un caillebotis, le capotage d'une machine tournante dangereuse, la remise en place des sécurités de fin de course, capotage sur un dégrilleur...).

En revanche, bien que l'ARD soit avant tout orientée sur les risques liés aux défauts de la station (perte de traitement), les risques

d'exposition des personnels résultant de ces défauts (par exemple : perte d'extraction de l'air vicié) sont à analyser dans le détail.

Enfin, concernant les problèmes de dimensionnement et/ou de conception, lorsqu'ils conduisent à des dysfonctionnements, l'étude devra les relever et aboutir à une recommandation telle que la réalisation d'une étude adéquate pour définir les solutions appropriées.

Par ailleurs, les défaillances en cascade ne seront pas considérées systématiquement pour ne pas alourdir l'étude et le programme d'actions correctives à retenir à l'issue de l'analyse. Toutefois, dans les cas où leur impact serait notable (selon l'avis de l'expert chargé de l'étude), elles pourront être prises en compte.

1.4

Modalités de réalisation

Pour réaliser l'analyse de risque de défaillance, les recommandations face aux questions qui se posent concrètement sont les suivantes.

1.4.1 Qui doit réaliser l'étude ?

L'étude relève de la responsabilité du maître d'ouvrage de la station de traitement des eaux usées.

Dans le cas d'une installation nouvelle, le maître d'ouvrage inclura les préoccupations de fiabilité dès la rédaction des cahiers des charges de l'appel d'offres. L'analyse peut être réalisée par le maître d'œuvre (ou un prestataire auquel il aura confié cette tâche) qui établira une liste de questions à poser aux constructeurs. Le constructeur devra justifier les mesures prises pour éviter l'apparition des défauts et aider à la rédaction de cette étude de fiabilité. En tout état de cause, l'analyse sera réalisée avant la mise en service de l'installation, conformément à la réglementation.

L'étude peut cependant être produite directement par le concepteur, lequel maîtrise (normalement) les faiblesses de son dispositif et se trouve le plus à même d'accompagner son offre des sécurités nécessaires.

Dans le cas d'une installation existante, l'étude (ou sa mise à jour) pourra être

réalisée par le maître d'ouvrage lui-même ou déléguée à l'exploitant (dans le cas d'une DSP ou d'une prestation de service) ou encore, à un bureau d'étude spécialisé.

Toutefois :

- Il est préférable de faire réaliser l'ARD par un tiers (bureau d'étude externe, personnel d'une autre entité) pour pouvoir bénéficier d'un regard neuf sur la station de traitement des eaux usées (le système d'assainissement le cas échéant) et les risques présents.
- Un certain niveau d'expertise et de connaissance des méthodes d'analyse de risque est requis : l'auditeur ou la personne en charge de sa réalisation devra avoir une bonne connaissance et pratique de ces méthodes.
- Enfin, l'exploitant devra nécessairement être impliqué pour apporter sa connaissance du process, fournir les éléments utiles à l'étude. Il s'agira de le mobiliser, et l'impliquer dès le départ pour la mise en œuvre par la suite du plan d'actions en découlant.

1.4.2 Quelle méthode doit être utilisée ?

L'épuration des eaux usées urbaines consiste essentiellement en un enchaînement d'actions physiques, biologiques et chimiques réalisées au fil de l'eau pour transporter les effluents jusqu'à la station d'épuration puis pour éliminer/réduire la pollution présente.

Il s'agit ainsi d'assurer successivement certaines fonctions agissant sur un flux entrant et produisant un ou plusieurs flux sortants.

Relever les effluents	Stocker / restituer les effluents	Dégriller les effluents	Dessabler les effluents	Dégraissier les effluents
Décantier les matières en suspension	Éliminer la pollution carbonée	Éliminer l'azote	Éliminer le phosphore	

En complément, de cette filière 'Eau', il est aussi nécessaire de mettre en œuvre.

- Une filière 'Boues' destinée à traiter / valoriser les boues produites lors du traitement des effluents, et de :
 - ▶ Épaissir les boues
 - ▶ Déshydrater les boues
 - ▶ Sécher les boues
 - ▶ Stocker les boues produites
- Une filière 'Refus' pour gérer les sous-produits extraits des effluents (autre que les boues) à savoir : les graisses, les macros-débris, les sables...
- Éventuellement, une filière 'Air' pour traiter l'air vicié émanant des effluents et des boues (méthane, hydrogène sulfuré...)
- Un ensemble de moyens techniques (Utilités): pour l'ajout de réactifs améliorant les performances des traitements des effluents et des boues produites et pour assurer les fonctions 'support' : énergie, automatisme de conduite, supervision, contrôle/commande...

La nature des effluents détermine les traitements nécessaires, d'abord en termes fonctionnels puis en termes techniques. Pour chaque fonction de traitement, plusieurs solutions techniques sont possibles.

Déterminer quelles sont les défaillances susceptibles d'advenir et de provoquer le rejet d'effluents non conformes dans le milieu naturel peut ainsi être réalisé en étudiant le système d'assainissement sous l'aspect fonctionnel ou bien en étudiant le système d'assainissement en considérant les ouvrages et équipements présents nécessaires pour assurer les fonctions. Plusieurs méthodes sont ainsi envisageables.

La méthode retenue doit s'appuyer sur les méthodes d'analyses de risque reconnues par les experts du domaine (INERIS). Elle peut ainsi s'inspirer de méthodes telles que l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) ou l'HAZOP (HAZard OPerability).

■ **Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets, et de leur Criticité :**

une méthode inductive d'analyse des défaillances, qui part des modes de défaillance possibles sur un équipement³, pour en identifier les causes, et par la suite, les conséquences qui en résultent. Elle est couramment utilisée dans les secteurs d'activité où une forte mécanisation existe. Elle est définie dans la norme NF EN 16602-30-02 (voir Annexe 1 pour plus d'informations).

■ **HAZard and OPerability study :**

également une méthode inductive d'analyse des défaillances, qui part de dérives générées hypothétiquement sur les paramètres d'exploitation, pour en identifier les causes, et par la suite les conséquences qui en résultent. Elle a été conçue et est couramment utilisée dans les secteurs d'activité qui exploitent des systèmes thermohydrauliques complexes. Elle est définie dans la norme IEC 61882 : 2016 (voir Annexe 1 pour plus d'informations).

Toutefois, ce n'est pas nécessairement une AMDEC ou une HAZOP (d'autres méthodes notamment plus « simples » peuvent être retenues et cela d'autant plus que conformément au commentaire technique, l'étude doit être proportionnée aux éventuelles conséquences d'une défaillance de la station).

Des méthodes basées sur des approches purement fonctionnelles qui ne descendraient pas systématiquement au niveau de l'équipement mais seulement à l'échelle des ateliers déterminés comme critiques vis-à-vis des rejets dans le milieu naturel, peuvent à cet effet convenir également (voir Annexe 1 pour plus d'informations).

En tous cas, on retiendra que :

- il est préférable d'**éviter les grilles types à renseigner** (qui impliquent peu l'exploitant et peuvent conduire à un survol rapide puis à des omissions) ;
- il est indispensable de **s'appuyer sur la documentation existante** : Piping Instrumentation Diagram (PID),

³L'AMDEC est appelée "AMDEC Équipement" par opposition à l'AMDEC fonctionnelle où les équipements ne sont pas connus. La nature de l'équipement permet d'affecter à chacun des modes de défaillance : une Gravité mais aussi une Fréquence d'occurrence. Ces deux paramètres permettent d'affecter une criticité technique à chacun des modes étudiés.

synoptique de la filière, analyses fonctionnelles, etc.) et d'**intégrer une visite de site (voire plusieurs) et un échange avec l'exploitant** (pour vérifier sur place les informations relevées) ;

- *a minima* l'étude devra comporter une **cotation gravité/fréquence** afin de permettre une hiérarchisation des risques puis des recommandations et aider les services instructeurs à définir ce qui pourrait donner lieu à un arrêté préfectoral complémentaire. Dans l'idéal, une première cotation du risque est réalisée avant la mise en œuvre des recommandations puis une seconde en considérant les préconisations sera réalisée. La détectabilité si elle se présente, pourra être utilisée en tant que mesure de prévention permettant de diminuer le niveau de risque initial (avant la prise en compte des recommandations). Par contre, la maintenance préventive ne peut être considérée comme un moyen de prévention mais comme un prérequis.

Cette étude qui engage la responsabilité de la personne ou de la structure qui en a la charge est à faire avec sérieux, impliquant

un certain temps à y consacrer (de l'ordre de quelques jours à quelques dizaines de jours, selon la taille de la station et les étapes/process de traitement présents).

Le contenu de l'étude et le niveau de l'analyse devront être adaptés à la filière de traitement et au degré de risque inhérent aux process présents (notamment tout process impliquant une température ou une pression élevée ou impliquant des produits chimiques dangereux - hors produit habituel : chlorure ferrique... - sera considéré à risque) et proportionné aux éventuelles conséquences d'une défaillance. À ce titre, la sensibilité du milieu récepteur sera intégrée. L'étude doit retracer le fil de l'eau sur l'installation et permettre d'identifier les risques de défaillance et les recommandations à mettre en œuvre pour les maîtriser.

Enfin la meilleure méthode sera celle que le maître d'ouvrage aura sélectionnée au regard de la compréhension qu'il en a et des objectifs qu'il se fixe, ainsi ce choix ne relève ni de la police de l'eau ni d'organismes financeurs.

FOCUS SUR LA COTATION ET LES GRILLES DE COTATION

Le principe de la cotation est de permettre une hiérarchisation des niveaux de risque en tenant compte à la fois de :

- ▶ la **fréquence** de l'évènement qui est redouté ;
- ▶ la **gravité** de l'évènement redouté (ou de ses conséquences).

Aussi, chaque défaillance doit être analysée au regard de ces deux critères (fréquence, gravité).

La détectabilité de l'évènement peut également être intégrée dans la cotation. Cela n'est pas obligatoire. Toutefois, si la détection n'est pas considérée de façon directe via la cotation, elle devra être prise en compte au travers de la démarche d'ensemble d'évaluation des risques.

Afin de coter de façon homogène les évènements redoutés, des grilles de cotation sont souvent utilisées.

Dans le cadre des analyses de risque de défaillance requises par l'arrêté du 21 juillet 2015 modifié, aucune grille n'est imposée. Toutefois, les principes suivants sont à retenir :

- ▶ tout déversement à une fréquence élevée (à définir selon la sensibilité du milieu

récepteur et en concertation avec le service de police de l'eau) doit conduire à une cotation inacceptable ;

- ▶ la grille doit comporter plusieurs niveaux, pour évaluer à la fois la gravité et la fréquence. Ainsi, le croisement des deux informations permet d'obtenir une graduation fine du risque sur une échelle large permettant de bien différencier les évènements redoutés selon leur niveau de risque (pas d'effet d'écrasement/nivellement).

La définition de la fréquence s'appuiera sur le retour d'expérience de l'exploitant et sur l'analyse de l'ensemble des informations disponibles : journaux d'exploitation, registres des pannes, enregistrements de la supervision, etc.

Quelques exemples de grilles de cotation sont donnés en Annexe 2 à titre indicatif (d'autres grilles peuvent être utilisées dans le respect des grands principes définis ci-dessus).

Quelle que soit la grille retenue, il sera important d'utiliser la même grille sur un système d'assainissement et de la maintenir dans le temps de façon à pouvoir prioriser et suivre les évolutions au fil du temps.

1.4.3 Quelles sont les défaillances à considérer ?

Plusieurs types de défaillance pourront être considérés sous réserve qu'ils restent crédibles. À titre d'exemple, il est possible de considérer.

Pour les équipements électromécaniques :
défaut moteur, défaut mécanique (réducteur, courroie, roue d'entraînement, bouchage...

Pour les instruments analogiques :
ne marche pas, est hors gamme, déviation vers le haut, déviation vers le bas...

Pour les instruments Tout Ou Rien (TOR) :
ne détecte pas le seuil, détecte le seuil à tort...

Pour les vannes :
bloquée fermée/ fermée à tort, bloquée ouverte/ ouverte à tort...

La prise en compte de deux pannes en cascade n'est pas à systématiser pour ne pas alourdir les études : on considérera ainsi généralement une défaillance unique. Toutefois, les défaillances survenant en mode dégradé pourront être considérées, si, sur avis de l'expert en charge de l'étude, elles sont considérées comme étant préjudiciables.

1.4.4 Quels sont les types de recommandations à retenir à l'issue des études ?

L'étude devra permettre, après hiérarchisation des risques, d'aboutir à des recommandations de différentes natures.

INSTRUMENTATION / AUTOMATISME

Ajout de capteurs ou consignes telles que l'ajout de poires de sécurité, ajout d'alarme seuil bas/haut... Notamment, tout ce qui relève de l'instrumentation permettant une bonne surveillance/ télésurveillance du système d'assainissement pourra faire l'objet de recommandations.

ÉQUIPEMENT

Changement/modification d'un équipement tel que le dédoublement de pompe, mise en place d'une surverse, mise en stock d'un équipement de secours (pompe, etc.).

PROCÉDURE / CONSIGNE D'EXPLOITATION

Définition de procédures internes : procédure de location d'un équipement en urgence, procédure de gestion de crise, procédure de contrôle thermographique...

L'exploitant sera associé à la définition des recommandations à retenir.

En revanche, la maintenance préventive ne devra être considérée ni comme un moyen de prévention, ni comme une recommandation à la fin de l'étude mais comme un prérequis indispensable. Toutefois, si cela s'avère nécessaire, elle pourra être revue (par exemple, fréquences et natures des interventions). Les tests des sécurités pourront également être inclus en mesure de base dans les procédures des diverses études.

1.4.5 Que doit contenir le livrable ?

Le livrable devra *a minima* comporter les éléments suivants :

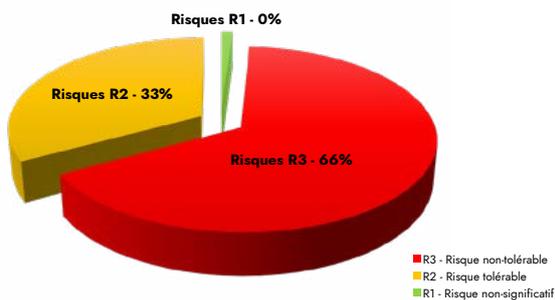
- description de la méthodologie retenue pour l'étude (méthode, grille de cotation...);
- périmètre étudié (station/réseau) et éventuelles exclusions ;
- personnes impliquées dans sa réalisation et documentation utilisée ;
- synthèse des risques identifiés (avec hiérarchisation sur la base de la cotation) et notamment mise en exergue des points de fragilité : équipements ou installations les plus critiques (poste de relèvement, prétraitement, traitement biologique, etc.) ;
- synthèse des recommandations à l'issue de l'étude (avec priorisation au regard du risque présenté) relatives aux dispositifs et dispositions, techniques, humains ou organisationnels, concourant à la maîtrise des risques de défaillance ;
- **annexe** : tableau détaillé de l'analyse (Figure 1).

Les résultats et enseignements de cette étude peuvent également être présentés de manière visuelle (sous forme de cartographies, schémas, graphes...) (Figure 2).

N°	File	Fonction	Cause identifiée	Evènement redouté	C1	Détection ou redondance ou barrière de sécurité ou mesure compensatoire existants	C2	Recommandations	C3
9	File eau	Relever les eaux brutes	Pas de transmission de la mesure (transmetteur défaillant)	Inondation totale ou partielle des installations ou détérioration significatives des équipements	R3	Ronde opérateur. Transmetteur en stock	R2	Prévoir une poire de niveau haut en secours de la pompe	R1
14	File eau	Relever les eaux brutes	Non fonctionnement Pompe relevage (défaillance moteur)	Inondation totale ou partielle des installations ou détérioration significatives des équipements	R3	Alarme en astreinte nuit. Utilisation d'une autre pompe et mise en route des pompes vers le bassin d'orage sur niveau très haut du poste de relevage	R2		R2
512	File eau	Traiter les effluents dans le BIOSTYR	Ouverture à tort / bloquée ouverte Vanne motorisée	Inondation totale ou partielle des installations ou détérioration significatives des équipements	R3	Vanne en stock avec arrêt de l'installation si le déblocage de la vanne est impossible à temps	R2	Prévoir un mode opératoire pour le changement de cette vanne avec également un plan d'action préventif	R1
1121	File boue	Stocker les boues en sortie d'Actiflo - Bâche à boues	Perte du blocage Clapet aval pompe	Inondation totale ou partielle des installations ou détérioration significatives des équipements	R3	Ronde opérateur	R3	Mise en place d'une poire de niveau très haut avec remontée d'alarme en astreinte	R2

Figure 1 : Exemple de tableau listant les recommandations à l'issue de l'étude
Source : extrait étude Bertin - Veolia

Avant recommandations



Après recommandations

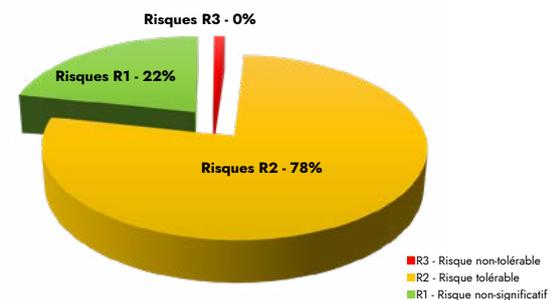


Figure 2 : Exemple de graphe de synthèse des risques identifiés avant et après prise en compte des recommandations
Source : extrait étude Seureca - Veolia

Le livrable de l'étude est à transmettre au service en charge du contrôle.

L'ARD peut également être annexée au cahier de vie (station de moins de 2000 EH), à la demande des services instructeurs et prise en compte dans le manuel d'autosurveillance du système d'assainissement.

1.5

Modalités d'utilisation du rendu

1.5.1 Du point de vue des services instructeurs

L'analyse de risques de défaillance s'inscrit dans un contexte réglementaire. Elle sera donc soumise à un examen par les services de l'État (Services de la Police de l'eau en particulier). Le cas échéant, en fonction des conclusions, le préfet pourra, sur recommandation de ses services déconcentrés, ensuite imposer des prescriptions techniques supplémentaires, appropriées et proportionnées aux risques identifiés (pour les installations nouvelles ou existantes) visant notamment à mettre en œuvre certaines des recommandations issues de l'étude.

Il est à noter que l'objectif n'est pas de traduire l'ensemble des recommandations en prescriptions. Seules les principales visant à éliminer les risques inacceptables seront retenues à ce titre (*se reporter à la démarche d'hiérarchisation et de priorisation décrite dans l'encart ci-joint*).

Cependant, cette exigence réglementaire n'est pas une fin en soi et ne doit pas masquer d'autres intérêts et bénéfices pour le système d'assainissement étudié visant à améliorer la situation vis-à-vis des risques de défaillance présents.

DÉMARCHE DE HIÉRARCHISATION / PRIORISATION

Généralement, la hiérarchisation des recommandations peut être réalisée en suivant les principes suivants :

1. Poids de la recommandation sur la réduction du risque

Certaines recommandations sont de nature à diminuer la fréquence / probabilité des scénarios accidentels ou leurs conséquences. De ce fait, l'évolution apportée est visible sur la grille de cotation et présente donc un bénéfice important pour la réduction du risque.

Il est préconisé d'attribuer une priorité aux recommandations associées aux risques les plus critiques dans le plan d'action défini.

2. Efficacité des mesures de prévention et de protection

Il est courant de classer le degré d'efficacité d'une mesure en considérant la hiérarchie suivante (dans l'ordre décroissant) :

Type de mesure	Exemple
Éliminer le danger	Supprimer l'utilisation d'un produit, ou d'un équipement...
Substituer un danger par un autre plus faible	Remplacer un produit chimique dangereux par une substance moins dangereuse, employer un équipement présentant des caractéristiques moins dangereuses...
Réduire les risques à la source / par conception	Modifier la conception d'un procédé ou les paramètres d'exploitation, adapter les équipements à l'homme (et non le contraire), installer des protections collectives (barrières, ventilation)...
Mesures organisationnelles et humaines	Sensibilisation, formation, changement des méthodes de travail et de supervision, planification et organisation des tâches, signalisation...
Équipements de protection individuelle	Limiter les dommages via le recours aux EPI

3. Coût proportionné par rapport aux bénéfices attendus

Il est mentionné, concernant l'analyse des risques de défaillance, dans le Commentaire technique de l'arrêté du 21 juillet 2015⁴ :

« Cette analyse ne vise pas à mettre en place des dispositifs dont le coût serait disproportionné par rapport à l'utilité, mais de faire en sorte que les principaux facteurs de défaillance constatés sur les stations fassent l'objet de réponses appropriées. »

Cette approche doit permettre de prioriser les recommandations en considérant les moyens et les ressources disponibles ainsi que les facteurs économiques (budget, ratio coût/efficacité de la mesure au regard des retours d'expérience...).

⁴Commentaire technique de l'arrêté du 21 juillet 2015 – Partie 1 Conception – Fiche 10 : Analyse des risques de défaillance

1.5.2 Du point de vue du maître d'œuvre / d'ouvrage

1.5.2.1 | AMÉLIORER LA SÉCURISATION DU SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT

Pour une nouvelle installation, l'étude permettra de valider ou adapter certains choix de conception, d'identifier les barrières à mettre en place (alarmes...)

Pour les installations existantes, l'analyse des risques de défaillance doit aboutir à la définition d'un plan d'action pour améliorer la situation, avec les objectifs suivants :

- s'assurer que l'analyse est pertinente et fiable (données manquantes ou à justifier, études complémentaires...);
- améliorer le niveau de maîtrise des risques : choix de conception, modifications d'équipement, protections supplémentaires, etc.

Le plan d'action ainsi obtenu doit être discuté en termes de priorités (*cf. encart hiérarchisation/priorisation*).

Aussi, une fois la priorisation effectuée, le plan d'action doit être mis en œuvre avec un triple objectif en termes de progrès :

- traiter les écarts et points sensibles propres au système d'assainissement ;
- tirer profit des enseignements de l'étude et renforcer l'amélioration continue des autres systèmes d'assainissement (existants ou pour la conception de futures unités) ;
- extraire le cas échéant de ce travail des modalités d'exploitation adaptées ou corrigées en conséquence.

1.5.2.2 | INITIER UNE DÉMARCHE D'AMÉLIORATION CONTINUE

L'analyse des risques de défaillance doit être représentative des conditions réelles de fonctionnement et d'exploitation du système d'assainissement.

Durant la vie d'un système, des changements techniques et/ou organisationnels sont susceptibles d'impacter l'analyse et ses conclusions.

De telles évolutions peuvent résulter...

De la réalisation d'une modification ou d'un projet

- ▶ Modification d'un équipement, ou d'un procédé
- ▶ Installation d'un nouvel équipement
- ▶ Extension ou réhabilitation d'une installation
- ▶ Changement impactant les méthodes de travail ou de conduite d'une installation (ressources, modes opératoires, procédures de contrôles, valeurs consignes, automatisation, report d'alarme...)

Du retour d'expérience et de la veille scientifique et technologique

- ▶ Évolution des données relatives aux fréquences / probabilité de pannes, défaillances...
- ▶ Nouvelles données concernant les causes d'accident
- ▶ Évolution des seuils réglementaires de rejet
- ▶ Évolution de la sensibilité du milieu récepteur
- ▶ Évolution des standards et des bonnes pratiques du secteur d'activité...

Une attention particulière sera donc apportée à ces éléments, et toute évolution significative impliquera une mise à jour de l'analyse des risques de défaillance.

Il s'agit là d'en faire un outil vivant pour accompagner la vie du système d'assainissement et être à même de s'assurer au fil du temps que les actions nécessaires pour la sécurisation du système sont régulièrement revues et mises en œuvre dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue.



FICHES PAR OUVRAGE/POSTE

Pour rappel, les fiches par ouvrage/poste ont pour vocation d'orienter la réflexion : équipements à considérer *a minima*, comprenant des exemples de défaillances possibles, la nature et des exemples de recommandations envisageables... En particulier, sont identifiées les défaillances susceptibles de se traduire par un impact sur l'environnement prioritairement.

Il est à noter que ces fiches présentent, sur la base de retours d'expérience, les principaux risques identifiés et solutions à mettre en œuvre, à titre d'exemples. **Elles n'ont pas vocation à être exhaustives et ne doivent pas amener à s'affranchir d'une étude spécifique des ouvrages/postes qui pourrait conduire à identifier selon les configurations locales d'autres risques ou recommandations.**

Par ailleurs, seuls sont traités les ouvrages/postes les plus fréquemment rencontrés sur les stations d'épuration. Les autres ouvrages/postes et notamment ceux susceptibles de présenter des niveaux de risques élevés (digesteur, méthaniseur...) devront faire l'objet d'une étude approfondie au cas par cas. Toutefois, la lecture des différentes fiches pourra aider à identifier les types de défaillances à considérer. À titre d'exemple, dans le cas des filtres plantés de roseaux on pourra « s'inspirer » des fiches dégrillage, poste de relèvement...

Fiche 1 : Poste de pompage

Fiche 2 : Bassin de stockage / restitution

Fiche 3 : Dégrilleur

Fiche 4 : Poste de réception des graisses, matières de vidange, produits de curage et boues

Fiche 5 : Dessableur - dégraisseur

Fiche 6 : Décanteur Primaire

Fiche 7 : Boues activées

Fiche 8 : Épaississement des boues

Fiche 9 : Déshydratation des boues

Fiche 10 : Poste de production d'air

Fiche 11 : Poste de dépotage, stockage, préparation et injection de réactifs

Fiche 12 : Réseau d'alimentation électrique HT/BT

Fiche 13 : Système de contrôle commande

Le schéma (Figure 3) ci-dessous permet d'identifier les fiches disponibles et leur localisation dans le cycle d'épuration des eaux usées.

Les fiches peuvent concerner le réseau de collecte et/ou la station d'épuration. Un pictogramme en tête de fiche permet d'identifier si la fiche ne concerne que la station, ou si elle peut aussi s'appliquer au réseau.

En complément des fiches par ouvrage/poste, quatre fiches relatives à la fourniture d'utilités nécessaires au bon fonctionnement des ouvrages (alimentation en produits chimiques, en électricité, en air process) et au système de contrôle commande sont proposées (Fiches 10 à 13).

On notera également que la fiche boues activées concerne deux ouvrages, le bassin d'aération et le clarificateur, dans la mesure où ces deux ouvrages ont un fonctionnement très lié. La fiche décanteur traite donc uniquement du décanteur primaire.

RÉSEAU DE COLLECTE
STATION D'ÉPURATION



Figure 3 : Localisation des ouvrages/postes faisant l'objet d'une fiche

POSTE DE POMPAGE

1. Fonction de l'ouvrage

Le **poste de pompage** permet de relever les eaux et d'assurer la continuité de l'assainissement (collecte/traitement) lorsque l'écoulement des eaux usées n'est pas envisageable par la seule gravité, à cause d'une configuration problématique. C'est notamment le cas lorsque le relief ne permet pas d'avoir une pente suffisante ou lorsque le réseau est enterré trop en profondeur par rapport au dispositif d'évacuation des eaux usées.

Les principaux types de postes rencontrés :

POSTES DE RELEVAGE

Ils servent à relever les eaux usées pour permettre à un réseau devenu trop profond de retrouver un fonctionnement en gravitaire.

POSTES DE REFOULEMENT

Ils servent à relever les eaux usées et les renvoyer vers une conduite en charge sous pression, pour franchir un obstacle (rivière, relief) ou atteindre une station d'épuration éloignée.

RÉSEAU DE COLLECTE STATION D'ÉPURATION

2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Le poste de pompage est d'abord un ouvrage de génie civil répondant aux règles de l'art en termes de conception et de dimensionnement (cf. *références bibliographiques*) : la bache de reprise dans laquelle vont être installés les principaux équipements de dégrillage et de relèvement.

Selon la fonction du poste, plusieurs équipements sont généralement présents

- Dégrillage manuel / automatique ou broyage
- Pompes de restitution / reprise des eaux, soit immergées, soit en cale sèche
- Trop plein permettant de diriger les eaux excédentaires vers le milieu naturel
- Contacteurs de niveau : sondes ou poires de niveau (déclenchement des pompes) ou capteurs nécessaires pour l'autosurveillance
- Dispositif de contrôle commande et de télégestion (cf. fiche 13 « Système de contrôle commande »)
- Clapet antiretour et/ou vannes d'isolement

On trouve également parfois

- Un dispositif anti H₂S (insufflation d'air, injection de sels métalliques...)

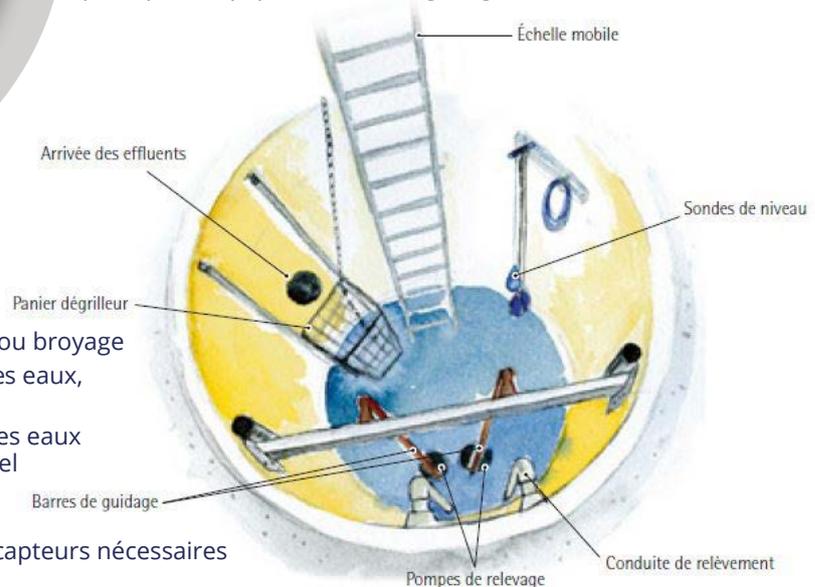


Schéma type d'un poste de refoulement/relèvement
Source : INRS

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Débordement du poste	Pompe de refoulement/ relevage défaillante (HS, colmatée...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Installer une pompe de secours permettant d'assurer la continuité des fonctions de pompage ▶ Mettre en œuvre un système d'alarme pour prévenir en cas de défaillance de la pompe ▶ Protéger les pompes contre les risques de colmatage par l'installation d'un système de dégrillage en amont du poste (si non existant)
	Défaillance / dérive de la mesure de niveau (fictif bas)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doubler la mesure du niveau dans le poste par des systèmes différents (mécanique et ultrason/ radar) ▶ Mettre en œuvre un système d'alarme pour prévenir en cas d'une différence notable entre les deux systèmes
	Panne moteur liée à une rupture d'alimentation en électricité (cf. fiche 13- Réseau d'alimentation électrique HT/BT)	
Colmatage du dégrilleur	Mauvaise exploitation de l'ouvrage (système manuel)	▶ S'assurer via la fiche de vie de l'ouvrage d'un nettoyage régulier du dégrilleur par l'exploitant de l'ouvrage
	Défaillance du système de nettoyage (automatique)	▶ Mettre en œuvre un système d'alarme pour prévenir du colmatage du système de dégrillage
Dégagement de H₂S / biogaz (toxique, inflammable) avec risque d'explosion	Temps de séjour important ou défaut de curage	▶ Ventilation du poste
	Défaut de ventilation du poste	
	Effluent refoulé/relevé chargé en H ₂ S	▶ Mettre en place un dispositif anti H ₂ S (insufflation d'air, injection de sels métalliques...)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

CCTG – Fascicule 81 – Titre 1^{er} (2020) : Construction d'installations de pompage pour le relèvement ou le refoulement des eaux usées domestiques, d'effluents industriels ou d'eaux de ruissellement ou de surface.

INRS (2010) : Postes de relèvement sur les réseaux d'assainissement - Conception et aménagement des situations de travail. Guide 54 p.

Norme NF EN 752 (2017) : Partie 1 à 7 - Installation de pompage d'eaux usées.

BASSIN DE STOCKAGE / RESTITUTION

RÉSEAU DE COLLECTE
STATION D'ÉPURATION

1. Fonction de l'ouvrage

Un bassin de stockage/restitution peut être implanté en amont (réseau de collecte) ou au sein d'une station de traitement des eaux usées afin de stocker temporairement des eaux avant de les restituer vers le réseau d'assainissement ou la station d'épuration ou bien encore vers le milieu récepteur.

Les principaux types de bassins rencontrés sont les suivants :

Le bassin d'orage ou stockage/restitution

Le bassin d'orage ou stockage/restitution est situé soit sur le réseau de collecte, soit en tête de station et a pour fonction de stocker les eaux de temps de pluie sur un réseau unitaire puis de les restituer vers la station pour un traitement futur. Un bassin d'orage a, en premier lieu, un rôle hydraulique, dans la mesure où il permet de stocker les effluents supplémentaires apportés par temps de pluie, et ainsi d'éviter les débordements des réseaux ou les déversements en tête de station. Il a par ailleurs un rôle de dépollution puisqu'il permet une décantation complémentaire des matières solides et en suspension pendant le temps de stockage, et/ou donne la possibilité de « lisser » le traitement des eaux d'orage les plus chargées.

Le bassin tampon et d'homogénéisation

Selon le flux et la qualité des eaux à traiter, un bassin tampon et d'homogénéisation peut être installé sur la station d'épuration, notamment :

- dans le cas d'un traitement spécifique : dégrillage, dessablage-dégraissage, réception d'effluents par dépotage, ajout de réactif...
- s'il est utile de réguler le débit et la pollution à traiter, d'effectuer des prélèvements et analyses ;
- lorsque plusieurs flux (centrâts, égouttures, eaux de rinçage ou de lavage...) sont collectés, puis recyclés en tête de station ou d'une étape de traitement.

Le bassin d'urgence ou de confinement

De tels bassins ont un intérêt sur des sites où des rejets non conformes (eaux d'extinction incendie, rejet exceptionnel d'un procédé industriel...) ou des pollutions accidentelles (déversement sur aire de dépotage, fuite...) sont susceptibles de se produire. Il peut se situer en entrée ou sortie de station d'épuration. Il peut être vidangé vers la station à débit contrôlé après analyses confirmant la possibilité de le faire sans endommager le(s) traitement(s) aval.

2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Le bassin de stockage/restitution est d'abord un ouvrage de génie civil répondant aux règles de l'art en termes de conception et de dimensionnement.

Selon la fonction du bassin, plusieurs équipements sont généralement présents

- Pompe(s) de vidange / restitution / reprise des eaux
- Déversoir d'orage ou surverse / trop-plein permettant de diriger les eaux excédentaires
- Vannes, batardeaux
- Instruments de mesure : débit, niveau, température
- Dispositif d'agitation ou d'aération
- Système de rinçage du radier (par chasses...)

Se reporter à la fiche n°13 pour les systèmes de contrôle-commande et de télégestion.



Photographie d'un bassin d'orage
Source : FNDAE

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Débordement du bassin	Vanne / batardeau en mauvaise position en amont	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verrouillage mécanique (cadenas, volant retiré...) des vannes ▶ Fin de course et report de position de vanne en supervision
	Pompe de reprise défaillante et difficulté d'accès pour intervention avec pompe(s) mobile(s)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pompe de reprise en secours installée, avec démarrage automatique en cas défaut de la pompe principale ▶ Alarme de défaut de pompe reportée en supervision ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si absence anormale de débit, ou débit intempestif) ou à défaut contrôle des temps de marche des pompes ▶ Détection de niveau très haut et alarme de discordance reportée en supervision, en cas de pompe à l'arrêt
	Défaillance / dérive de la mesure de niveau (niveau fictif bas)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Capteur ou poire de niveau redondant ▶ Alarme de discordance en cas d'écart entre 2 mesures de niveau
	Vanne en mauvaise position (ouverte) sur l'injection d'eau de dilution	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fin de course et report de position de vanne en supervision ▶ Relevé et contrôle régulier des compteurs d'eau de dilution
Flux intempestif d'effluent vers l'aval (Surcharge de la station d'épuration)	Marche intempestive d'une pompe de reprise	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si débit intempestif anormal)
	Dérive de la mesure de niveau (niveau fictif haut)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Capteur ou poire de niveau redondant ▶ Alarme de discordance en cas d'écart entre 2 mesures de niveau + arrêt forcé de la pompe en cas de niveau très bas
Dégagement de H₂S / biogaz (toxique, inflammable)	Dépôts en fond de bassin et temps de séjour important	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Procédure de lavage / contrôles réguliers ▶ Alarme de défaut du système d'injection de réactif, reportée en supervision ▶ Détection H₂S / CH₄ ▶ Ventilation naturelle ou artificielle contrôlée
Qualité de l'effluent hors spécification / non conforme (Risque de difficulté de traitabilité en station)	Défaillance de l'aération	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Amélioration de l'exploitabilité ▶ Alarme de défaut reportée en supervision, pour les équipements électromécaniques (pompe, agitateur, compresseur / suppresseur d'air...)
	Défaillance de l'agitation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fin de course et report de position de vanne en supervision ▶ Prélèvement et analyse de l'effluent

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

Astee - Mémento technique (2017) : Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées.

FNDAE (1988) : Documentation technique - Les bassins d'orage sur les réseaux d'assainissement.

Norme NF EN 752 (2017) : Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Gestion du réseau d'assainissement.

Techniques de l'ingénieur (2014) : Assainissement des agglomérations - Réf : C4200 v4.

DÉGRILLEUR

1. Fonction de l'ouvrage

Le dégrillage assure une double fonction

- apporter une protection des équipements en aval contre le passage d'éléments grossiers : ces derniers sont susceptibles d'endommager mécaniquement les équipements (pompes...) ou de créer des bouchages ;
- séparer les dépôts et filasses afin de limiter leur présence dans les ouvrages à l'aval : ces matières peuvent nuire à l'efficacité des traitements d'eau et de boues et compliquer leur exploitation.

Selon l'écartement entre les barreaux de grille, il est possible de distinguer :

- le prédégrillage : écartement supérieur à 40 mm ;
- le dégrillage moyen : écartement de 40 à 10 mm ;
- le dégrillage fin : écartement de 10 à 6 mm ;
- le tamisage : écartement de 6 à 0,5 mm.

Par ailleurs, en fonction de la qualité et du débit des eaux traitées, le dimensionnement de l'ouvrage et un dispositif de récupération des refus de dégrillage doivent permettre d'éviter le colmatage des grilles.

Le dégrillage constitue le premier poste de traitement en entrée de la station d'épuration. Des dégrilleurs peuvent également être rencontrés ailleurs (réseau de collecte).

RÉSEAU DE
COLLECTE
STATION
D'ÉPURATION

2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Différentes technologies de dégrilleur sont proposées par les fabricants.

Le schéma ci-après présente les caractéristiques générales d'un type de dégrilleur couramment utilisé dans les stations de traitement des eaux usées urbaines.

Le nettoyage de la grille est généralement mécanique. Il permet d'évacuer les déchets au moyen d'un système de raclage (peignes ou brosses), qui remonte les déchets le long de la grille et les rejette par une goulotte d'évacuation.

Le fonctionnement du dispositif de nettoyage peut être commandé par une temporisation (mode horloge) ou/et à partir d'un indicateur de perte de charge différentiel.

En cas de colmatage, une surverse permet généralement de bypasser le dégrilleur motorisé vers un dégrilleur fixe (à nettoyage manuel).

Le traitement annexe des refus de dégrillage consiste le plus souvent en un essorage et compactage.

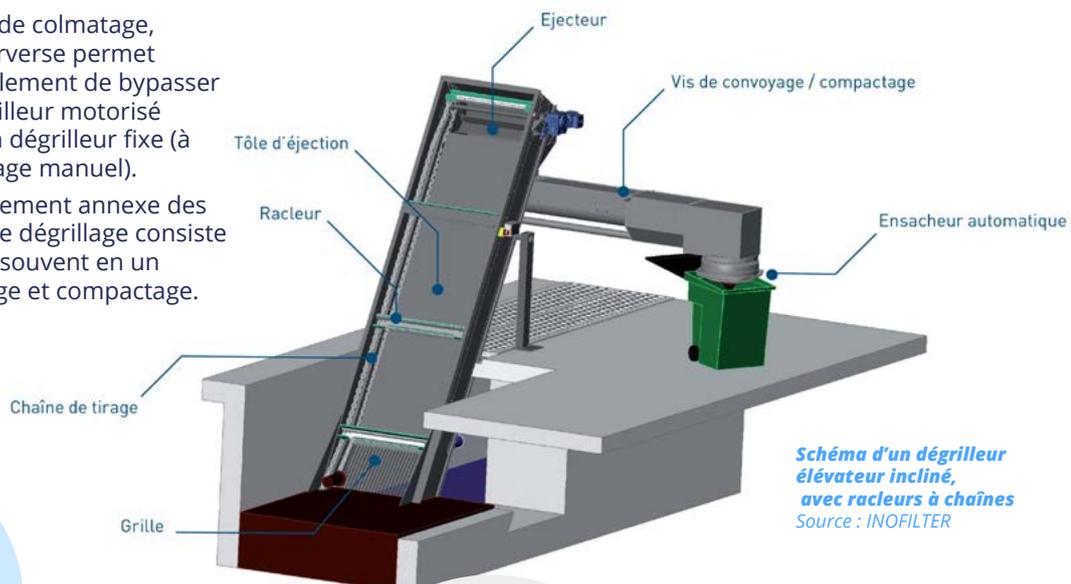


Schéma d'un dégrilleur élévateur incliné, avec racleurs à chaînes
Source : INOFILTER

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Risque de débordement dû au dysfonctionnement du système de nettoyage, entraînant un colmatage	Défaillance électromécanique du racleur (panne de motoréducteur, casse d'une chaîne, vérin, blocage...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme en cas de dépassement du seuil haut de perte de charge, reportée en supervision ▶ Alarme de seuil haut de couple (si résistance et effort trop important) ▶ Alarme de niveau très haut du poste, reportée en supervision ▶ Bypass vers un dégrillage manuel ou basculement automatique sur un dégrilleur redondant / secours
	Dysfonctionnement des cycles de nettoyage : défaillance de régulation du mode horloge, ou des capteurs de perte de charge	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de niveau très haut du poste, reportée en supervision ▶ Basculement automatique en mode horloge (si fonctionnement normal sur capteurs de perte de charge) ▶ Bypass vers un dégrillage manuel
Risque de débordement lié au dysfonctionnement du système d'évacuation des refus de dégrillage, entraînant un bourrage puis un colmatage	Défaillance électromécanique de la ligne de convoyage des refus (vis de transfert...) Ou Bourrage lié à un flux important de déchets Ou Benne d'évacuation indisponible (pleine)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de détection de bourrage dans la ligne de convoyage (capteur de niveau dans une trémie intermédiaire...) ▶ Alarme de seuil haut de couple (si résistance et effort trop important) ▶ Mise en place de bennes d'évacuation adaptées

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

EPNAC, Onema (2015) : Ouvrages de traitement par boues activées.
Guide d'exploitation. 85 p.

FNDAE n°22 bis (2002) : Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Fiche n°3, p. 15.

POSTE DE RÉCEPTION DES GRAISSES, MATIÈRES DE VIDANGE, PRODUITS DE CURAGE ET BOUES

1. Fonction de l'ouvrage

Sous l'appellation matières de vidange, on regroupe les liquides et les boues extraites des filières d'assainissement « autonome » (non collectif), c'est à dire de fosses septiques, de fosses fixes, de fosses toutes eaux...

Les déchets graisseux acheminés en stations d'épuration peuvent être extraits de bacs à graisses qui sont installés soit en amont de systèmes d'assainissement autonomes, soit au droit de branchements d'établissements de restauration ou bien sur des branchements d'industries agro-alimentaires ou d'autres stations d'épuration ne disposant pas d'un traitement spécifique.

Les produits de curage quant à eux proviennent des réseaux d'assainissement et de leurs ouvrages associés (chambres à sables, regards, avaloirs, postes de relèvement, etc.), qu'ils soient unitaires ou pluviaux.

Enfin, des boues liquides de station issues de stations de petites capacités n'ayant pas de filière de traitement des boues peuvent également être réceptionnées.

Ces sous-produits de l'assainissement sont transportés sur les stations d'épuration par des camions hydrocureurs ou parfois par des bennes.

Les postes de réception ont pour vocation de réceptionner les sous-produits et de les stocker, puis de les transférer vers les unités de traitement (file eau ou boues, selon les cas).

STATION D'ÉPURATION

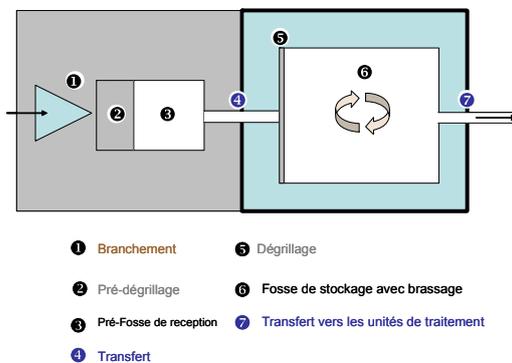
2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Les ouvrages rencontrés sont généralement constitués par les équipements suivants.

- Piège à cailloux et d'un broyeur ou dégrilleur (cf. fiche n°3 « dégrilleur »)
- Fosse de stockage avec agitateur : elle permet le mélange, l'homogénéisation et donc le lissage de la charge envoyée sur les filières de traitement
- Système de pompage à débit maîtrisé pour le transfert vers la filière de traitement

Ils comportent également un détecteur de niveau (sonde ou poire).

Il peut également y avoir un pré-dégrillage et une pré-fosse de réception pour permettre le contrôle des produits dépotés (et le cas échéant un repompage en cas de produit non conforme).



Configuration recommandée des ouvrages de dépotage
Source : GRAIE

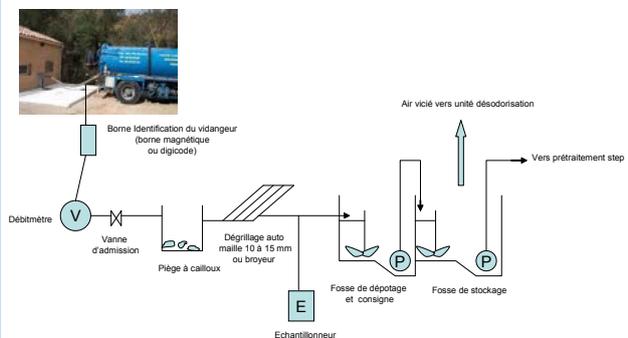


Schéma simplifié d'une unité de réception des matières de vidange
Source : Agence de l'eau RMC

Plusieurs équipements annexes peuvent compléter l'ouvrage

- Détecteurs de méthane et H₂S
- Ventilation / désodorisation
- Rampes de rinçage des fosses

Se reporter à la fiche n°13 pour les systèmes de contrôle-commande et de télégestion.

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Débordement de la bêche de stockage	Dépotage non surveillé	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Présence de personnel, contrôle d'entrée ▶ Cadenassage des vannes
	Pompe de reprise défaillante	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pompe de reprise en secours en stock ▶ Alarme de défaut de pompe reportée en supervision ▶ Détection de niveau très haut et alarme en supervision
	Défaillance / dérive de la mesure de niveau	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Consigne d'exploitation pour vérification du niveau avant dépotage <p>Ou</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Capteur ou poire de niveau redondant avec alarme de discordance en cas d'écart entre deux mesures de niveau
Dégagement de H₂S / biogaz (toxique, inflammable) (Risque de bactéries filamenteuses de par la nature du produit)	Défaillance de l'agitateur	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut de l'agitateur
	Dépôts en fond de bêche et temps de séjour important	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Procédure de lavage / contrôles réguliers ▶ Vidanges régulières de la bêche ▶ Détection H₂S / CH₄
	Dépotage de produits indésirables	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ventilation naturelle ou artificielle contrôlée ▶ Procédure de contrôle des camions à leur arrivée

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

Agence de l'eau RMC, Cemagref (2009) : Guide technique sur les Matières de Vidange issues de l'assainissement non collectif – Caractérisation, collecte et traitements envisageables. 69 p.

Graie (2007) : Guide de la réception et de la valorisation des sous-produits de l'assainissement. 52 p.

DESSABLEUR - DÉGRAISSEUR

STATION D'ÉPURATION

1. Fonction de l'ouvrage

Les fonctions dessablage et dégraissage/déshuilage sont fréquemment associées dans un même ouvrage.

Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les équipements en aval et à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion.

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 µm, avec une vitesse d'écoulement au-dessus de 0,30 à 0,20 m/s (limitant le dépôt de matières organiques, qui génèrent des nuisances lors du stockage et de l'évacuation des sables).

Les sables repris subissent généralement un traitement particulier (hydrocyclone, classificateur, laveur de sables).

Dégraissage

Les graisses peuvent générer divers problèmes d'exploitation et dégrader les étapes de traitements en aval : bouchage, flottation des matières en suspension en surface, perturbation de l'aération, décantation difficile, anomalies de fonctionnement des poires, moussage...

Les fonctions de dégraissage et de déshuilage consistent à séparer des produits de densité inférieure à l'eau, par effet de flottation, naturelle ou assistée.

Les matières grasses, flottantes, sont donc récupérées en surface et évacuées vers un traitement spécifique.

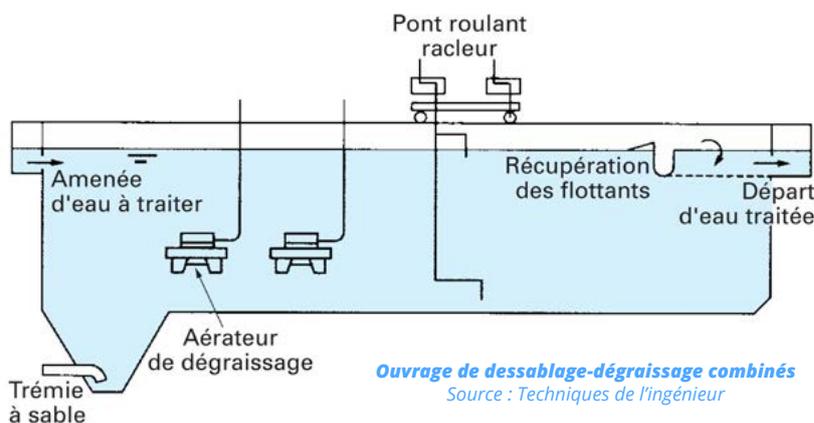
Le terme « déshuilage » est habituellement réservé à l'élimination des produits liquides non miscibles à l'eau, tels que des huiles végétales, des huiles minérales, des hydrocarbures...).

2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Le schéma ci-après présente les caractéristiques générales d'un type de dessableur/dégraisseur couramment utilisé dans les stations de traitement des eaux usées urbaines.

Une première zone comporte un système de brassage et d'aération, afin de générer des turbulences ponctuelles favorisant la séparation des graisses et des matières agglutinées.

Le dimensionnement du bassin permet ensuite aux sables de se déposer au fond durant l'écoulement, tandis que les graisses se concentrent et remontent en surface.



Un pont racleur mobile assure de manière combinée, selon une séquence programmée :

- un raclage des graisses flottées vers l'extrémité de l'ouvrage, où elles sont récupérées dans une bêche ou vers un ouvrage de séparation annexe ;
- et une extraction des sables décantés : par pompe ou par air-lift.

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Dysfonctionnement de l'extraction des sables (Risque pour les équipements à l'aval (pompes...) et de dysfonctionnement sur la filière biologique)	Défaillance électromécanique des moteurs du pont racleur (mouvement vertical ou transversal)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du moteur, reportée en supervision ▶ Alarme de discordance via les fins de course : position / butée non atteinte, durée de course temporisée
	Ou	
	Blocage mécanique des racleurs	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de seuil haut de couple (si résistance et effort trop important)
	Dysfonctionnement de la séquence programmée de raclage	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de discordance via les fins de course : position / butée non atteinte, durée de course temporisée
	Défaillance électromécanique du système d'extraction des sables (pompe, air-lift)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du système (pompe, air-lift), reportée en supervision
	Colmatage de la canalisation d'extraction des sables	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Injection d'eau pour fluidiser les sables (automatique ou ponctuelle)
Dégradation de la flottation des graisses (Risque de dysfonctionnement sur la filière biologique)	Défaillance électromécanique du système de brassage et d'aération	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du système de brassage et d'aération, reportée en supervision
Dysfonctionnement de l'extraction des graisses (Risque de dysfonctionnement sur la filière biologique)	Défaillance électromécanique des moteurs du pont racleur (mouvement vertical ou transversal)	<i>Cf. Plus haut</i>
	Ou	
	Blocage mécanique des racleurs	
	Dysfonctionnement de la séquence programmée de raclage	<i>Cf. Plus haut</i>
	Colmatage de la goulotte / trémie / canalisation de récupération des graisses	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Injection d'eau pour fluidiser les graisses collectées (automatique ou ponctuelle) ▶ Chauffage du local, en particulier en période hivernale (figeage des graisses)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

EPNAC, Onema (2015) : Ouvrages de traitement par boues activées. Guide d'exploitation. 85 p.

FNDAE n°22 bis (2002) : Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Fiche n°3, p. 15.

DÉCANTEUR PRIMAIRE

1. Fonction de l'ouvrage

Un décanteur primaire permet d'assurer la décantation des particules minérales et organiques en suspension. C'est un procédé physique qui consiste à séparer les particules de densité plus élevée que l'eau, du liquide dans lequel elles se trouvent.

Pour améliorer les rendements de la décantation primaire, une injection de réactif coagulant tel que le chlorure ferrique peut être prévue. Le traitement primaire est alors de type physico-chimique.

Les principaux types de postes rencontrés :

LES DÉCANTEURS STATIQUES SIMPLE (cylindro-conique, rectangulaire à flux horizontal, raclé et raclé/aspiré) : la décantation s'effectue selon un processus continu et non par bûchées.

LES DÉCANTEURS STATIQUES LAMELLAIRES

La décantation s'effectue à contre-courant à travers des plaques inclinées ce qui améliore nettement le rendement de la décantation.

Les décanteurs secondaires, encore appelés clarificateurs, sont traités dans la fiche 7 : Boues activées.

Les décanteurs fonctionnant en épaisseurs de boues sont considérés dans la fiche 8 : Épaississement des boues.

STATION D'ÉPURATION

2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

Le schéma suivant présente un exemple de décanteur statique.

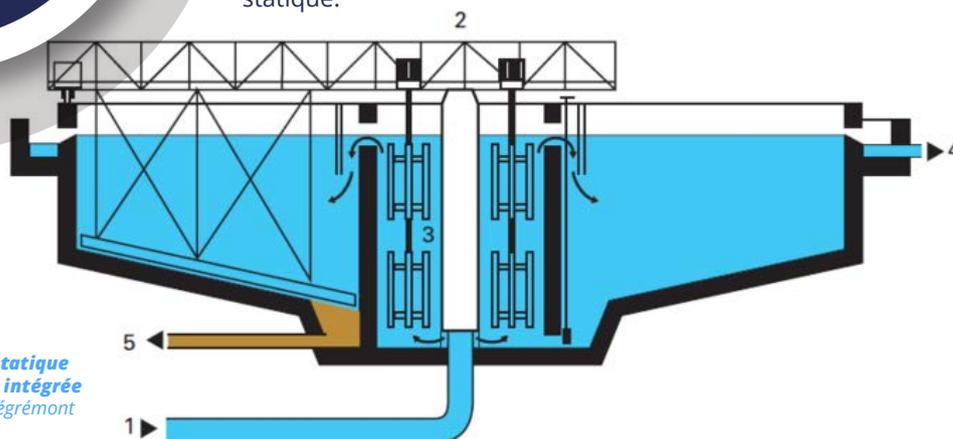


Schéma de décanteur statique
avec zone de floculation intégrée
Source : SUEZ Mémento Dégremont

1. Arrivée d'eau brute
2. Pont raclé
3. Zone de floculation
4. Sortie d'eau décantée
5. Évacuation des boues

Un dispositif essentiel au bon fonctionnement du décanteur est le système de reprise des flottants et des boues décantées. Il s'agit d'un pont raclé (circulaire ou longitudinal) qui permet :

- de reprendre les boues au fond de l'ouvrage (par raclage, ou raclage et aspiration) ;
- assurer la récupération des flottants en surface (dirigés vers une fosse à flottants).

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Absence de reprise des flottants et/ ou des boues du décanneur, entraînant une dégradation du traitement	Défaillance électromécanique du pont racleur Ou Blocage mécanique du pont racleur (obstacle sur le chemin de roulement...) Ou Patinage de la roue d'entraînement du pont racleur (présence de givre...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du pont racleur, reportée en supervision ▶ Détection de rotation de la roue du pont / compte tours ▶ Détection d'obstacle, résistance chauffante et produit antigel sur le chemin de roulement ▶ Alarme de seuil haut de couple (si résistance et effort trop important)
	Défaillance de l'injection de réactifs dans le cas d'un traitement physico chimique	<i>Cf. fiche 11 « Préparation et injection de réactifs »</i>
	Bouchage de la goulotte de récupération des flottants	▶ Injection d'eau pour fluidiser les flottants collectés (automatique ou ponctuelle)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

CCTG – Fascicule 81 – Titre II (2003) : Conception et exécution d'installations d'épuration d'eaux usées.

CCTG – Fascicule 65 (2017) : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint.

FNDAE n°22 bis (2002) : Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Fiche n°3, p. 15.

BOUES ACTIVÉES

FICHE 7

STATION D'ÉPURATION

1. Fonction(s) de l'ouvrage

Le procédé par « boues activées » est le plus commun des procédés de traitement biologique aérobie en « cultures libres ».

Le traitement consiste à dégrader la matière polluante biodégradable contenue dans les eaux usées par l'action de micro-organismes (bactéries), auxquelles doit être fourni l'oxygène nécessaire à leur développement.

Ces bactéries forment une biomasse épuratrice, qui se reproduit et dont il faut gérer l'équilibre, en fonction de différents paramètres

LA CHARGE VOLUMIQUE

LA CHARGE MASSIQUE

L'ÂGE DES BOUES

(Rapport entre la masse de boues présentes dans l'ouvrage et la masse journalière de boues extraites)

2. Composition de l'ouvrage

- Principaux équipements

Différents types de réacteurs de boues activées existent, notamment en fonction des configurations permettant l'élimination de l'azote (nitrification et dénitrification) ou l'élimination combinée de l'azote et du phosphore (avec injection de chlorure ferrique par exemple).

Il est considéré dans la présente fiche un schéma simple de système à boues activées.

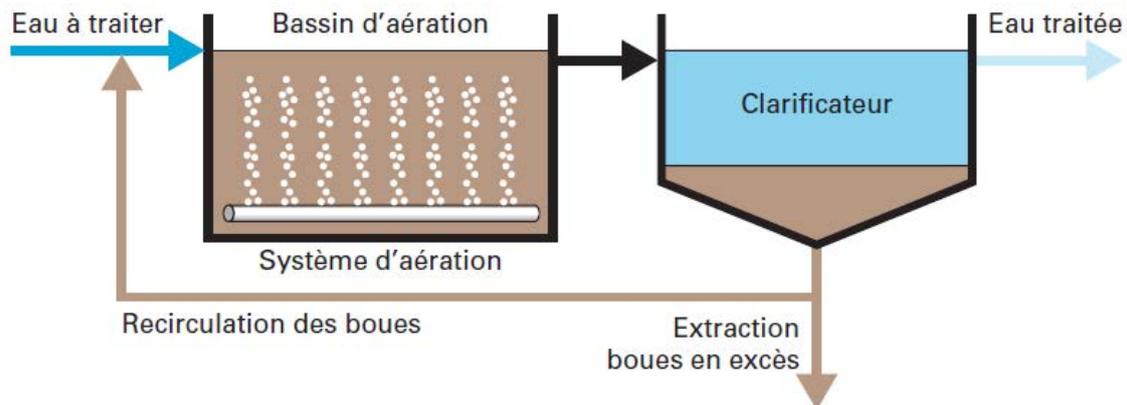


Schéma simplifié d'un système à boues activées
Source : SUEZ Memento degremont®

Les principales composantes de ce système.

- Un bassin d'aération dans lequel les eaux à traiter sont mises en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un dispositif d'aération assure généralement une double fonction :
 - ▶ fournir de l'oxygène aux bactéries,
 - ▶ brasser le bassin afin de mettre en suspension la culture et favoriser au mieux le contact entre les cellules bactériennes et les éléments nutritifs ainsi que la diffusion de l'oxygène.

Les systèmes courants d'aération sont des aérateurs de surface (turbine, brosse) ou des systèmes d'injection d'air (diffuseurs à membrane...).

- Une zone de contact est généralement située en tête du bassin d'aération, et permet un mélange homogène de boues recirculées et d'eaux usées, mises en contact par agitation mécanique. Cette zone vise à contrôler le foisonnement filamentueux et améliorer la décantabilité de la boue.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et la concentration de la culture bactérienne. Il est équipé d'un pont racler qui permet :
 - ▶ de reprendre les boues au fond du clarificateur (par simple raclage vers un puits central, ou par des tubes suceurs, muni d'une pompe à vide) ;
 - ▶ et assure la récupération des flottants en surface (dirigés vers une fosse à flottants).

- Un bassin de dégazage (ou dégazeur) est prévu en amont du clarificateur lorsque la hauteur liquide du bassin d'aération est supérieure à celle du clarificateur afin d'éliminer les gaz dissous (azote et air) et si la hauteur de chute est supérieure à 50 cm. Un système (par raclage ou surverse manuelle) permet de récupérer les flottants qui remontent (dirigés généralement vers la même fosse à flottants que le clarificateur).
- Un dispositif de recirculation, par pompe(s), assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur.
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, par pompe(s), vers la filière de traitement des boues. Les pompes d'extraction peuvent être situées au sein du bassin d'aération ou bien dans la même bache que les pompes de recirculation.

En termes d'automatisation et de régulation :

- l'aération peut être régulée par sonde d'oxygène dissous ou de potentiel redox, ou encore en mode cadence-durée ;
- les séquences de fonctionnement des pompes de recirculation doivent permettre d'établir un taux de recirculation déterminé ;
- l'extraction des boues des bassins peut être générée par sonde de mesure des matières en suspension.

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Absence d'aération ou de brassage entraînant une dégradation du traitement biologique (Risque de rejet non conforme)	Défaillance électromécanique du surpresseur d'air (cf. fiche Poste de production d'air surpressé)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du surpresseur, reportée en supervision (sécurité thermique, sécurité de pression haute...) + Démarrage automatique du surpresseur/compresseur de secours ▶ Maintenance préventive des diffuseurs d'air : décolmatage périodique à l'acide, remplacement si nécessaire.
	et/ou colmatage des diffuseurs d'air	
	Défaillance électromécanique d'un agitateur	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut de l'agitateur, reportée en supervision
	Défaillance électromécanique d'un pont brosse / turbine de surface	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du pont brosse / turbine de surface, reportée en supervision
	Défaillance ou dérive de la sonde O ₂ ou redox ou de la séquence programmée en cadence-durée	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du capteur et régulation automatique au moyen du capteur redondant ou passage automatique sur un mode horloge ▶ Détection de discordance ou surveillance des temps de marche du surpresseur d'air
Absence de reprise des flottants et/ou des boues du clarificateur, entraînant une concentration des boues du clarificateur et une dégradation du traitement biologique (valable également pour la reprise des flottants du dégazeur)	Défaillance électromécanique du pont racleur Ou Blocage mécanique du pont racleur (obstacle sur le chemin de roulement...) Ou Patinage de la roue d'entraînement du pont racleur (présence de givre...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut du pont racleur, reportée en supervision ▶ Détection de rotation de la roue du pont / compte tours ▶ Détection d'obstacle, résistance chauffante et produit antigel sur le chemin de roulement ▶ Alarme de seuil haut de couple (si résistance et effort trop important) ▶ Mesure de voile de boue du clarificateur ▶ Alarme seuil haut du turbidimètre en sortie du clarificateur, reportée en supervision
	Bouchage de la goulotte de récupération des flottants	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Injection d'eau pour fluidiser les flottants collectés (automatique ou ponctuelle)
Absence de recirculation de boues vers le bassin d'aération, entraînant une diminution de la concentration des boues dans l'ouvrage et une dégradation du traitement biologique	Défaillance électromécanique de la pompe d'amorçage du flux des tubes suceurs Ou Perte du vide par conduite percée, filasse...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut de pompe, reportée en supervision ▶ Alarme de niveau très bas dans la bêche de recirculation des boues, reportée en supervision ▶ Mesure de voile de boue du clarificateur, reportée en supervision ▶ Alarme seuil haut du turbidimètre en sortie du clarificateur, reportée en supervision
	Défaillance électromécanique de la pompe de recirculation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut de pompe, reportée en supervision + Démarrage automatique de la pompe de secours ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si débit nul anormal) ▶ Alarme de niveau très haut dans la bêche de recirculation des boues, reportée en supervision ▶ Mesure de voile de boue du clarificateur, reportée en supervision ▶ Alarme seuil haut du turbidimètre en sortie du clarificateur, reportée en supervision
	Dysfonctionnement de la séquence programmée de fonctionnement de la pompe de recirculation (durée de marche, débit...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de niveau très haut dans la bêche de recirculation des boues, reportée en supervision ▶ Mesure de voile de boue du clarificateur, reportée en supervision ▶ Alarme seuil haut du turbidimètre en sortie du clarificateur, reportée en supervision

Risques / événements redoutés (suite)	Causes / défaillances possibles (suite)	Solutions / améliorations (suite)
Débit excessif de recirculation de boues vers le bassin d'aération, entraînant un déséquilibre de la biomasse et une dégradation du traitement biologique	Marche intempestive de la pompe de recirculation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si débit intempestif anormal) ▶ Alarme de niveau très bas dans la bache de recirculation des boues, reportée en supervision ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)
	Dysfonctionnement de la séquence programmée de fonctionnement de la pompe de recirculation (durée de marche, débit...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)
Absence d'extraction de boues, entraînant une concentration des boues du clarificateur et une dégradation du traitement biologique	Défaillance électromécanique de la pompe d'extraction	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme de défaut de pompe, reportée en supervision + Démarrage automatique de la pompe de secours ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si débit nul anormal) ▶ Alarme de niveau très haut dans la bache de recirculation des boues, reportée en supervision ▶ Mesure de voile de boue du clarificateur, reportée en supervision ▶ Alarme seuil haut du turbidimètre en sortie du clarificateur, reportée en supervision ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)
	Indisponibilité de la file Boues à l'aval (voir fiches relatives à la filière de traitement des boues)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)
Débit excessif d'extraction de boues, entraînant un déséquilibre de la biomasse et une dégradation du traitement biologique	Marche intempestive de la pompe d'extraction	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mesure de débit au refoulement de pompe et alarme de discordance reportée en supervision (si débit intempestif anormal) ▶ Alarme de niveau très bas dans la bache de recirculation des boues, reportée en supervision (dans le cas d'une pompe située dans cette bache) ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)
	Dysfonctionnement de la séquence programmée de fonctionnement de la pompe d'extraction (durée de marche, débit...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Surveillance de la concentration en MES du bassin d'aération (par prélèvement et analyse, par sonde de mesure en continue)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

EPNAC, Onema (2015) : Ouvrages de traitement par boues activées.
Guide d'exploitation. 85 p.

Memento degremont® de SUEZ - Memento Technique de l'eau (version numérique).

ÉPAISSISSEMENT DES BOUES

1. Fonction de l'ouvrage

Cet ouvrage permet de concentrer les boues produites (2,5 à 8 %) par le traitement des pollutions avant une étape de digestion anaérobie, de déshydratation des boues ou d'évacuation des boues vers une valorisation agricole ou vers une autre station d'épuration.

Cet ouvrage peut être alimenté depuis le bassin d'aération et/ou depuis le puits de recirculation de la clarification.

Les ouvrages peuvent comprendre un ou plusieurs éléments suivants

- Silo équipé de drain(s)
- Épaississeur statique
- Flottateur
- Table d'égouttage

SILO ÉQUIPÉ DE DRAIN

Les boues extraites sont dirigées vers un ouvrage où il y a une séparation de phase. La phase liquide est évacuée à l'aide de drain (grille Johnson en inox, drain PVC...)

ÉPAISSISSEUR STATIQUE

Les boues sont séparées de l'eau par surverse en surface de l'ouvrage. Une herse permet de faciliter le dégagement de l'eau interstitielle.

STATION D'ÉPURATION

FLOTTATEUR

Le procédé comporte une détente du fluide (boues ou mélange eau+boues), préalablement mis en contact avec l'air comprimé à une pression comprise entre 3 et 6 bars. La pressurisation peut être directe ou indirecte.

TABLE OU GRILLE D'ÉGOUTTAGE

Les boues préalablement floculées sont déposées sur une grille ou une bande filtrante en position horizontale. Les espaces libres des différents supports vont permettre une évacuation des eaux interstitielles. Un système de racles ou la mise en mouvement de la bande permet d'évacuer les boues à l'extrémité de l'équipement.



Vue générale drain inox
Source : ASQEPTECE GROUP SAS



Épaississeur herse
Source : GEDEAU CONSEIL



Table d'égouttage
Source : EMO

2. Composition de l'ouvrage

Les ouvrages sont constitués des équipements suivants.

- Pompe d'extraction
- Débitmètre
- Sondes de mesure du niveau
- Motoréducteur d'entraînement herse
- Circuit air comprimé
- Unité de pressurisation (flottateur)
- Capteur de pression
- Motoréducteur du racleur de surface
- Électrovanne de lavage
- Agitateur

Si l'ouvrage s'accompagne d'une armoire de commande spécifique, on se reportera à la fiche dédiée pour les systèmes de contrôle-commande et de télégestion (cf. fiche n°13).

Si l'épaississement comprend l'injection d'un réactif, on se reportera à la fiche dépotage, stockage, préparation et injection de réactifs (cf. fiche n°11).

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Absence d'alimentation en boues	Défaillance pompe extraction	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Maintenance préventive ▶ Prévoir un équipement de secours en place ou en caisse
Arrêt de l'équipement d'épaississement	Arrêt unité de pressurisation (flottation – surpression) Arrêt raclage des boues : Défaillance motoréducteur ou chaîne...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Prévoir un équipement ou des pièces de rechange de secours en place ou en caisse
Diminution de l'efficacité de l'équipement (diminution de la concentration des boues épaissies diminution du taux de capture, ...)	Arrêt rotation herse (défaillance moteur ou axe de rotation).	▶ Prévoir un équipement des pièces de rechange de secours en place ou en caisse
	Mauvais dosage du polymère	▶ Bilan sur le dosage du polymère à réaliser
Absence de mesure de pilotage de l'ouvrage	Défaillance du débitmètre.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Relève manuelle des compteurs horaires ▶ Prévoir un secours en caisse
	Défaillance sonde de mesure de niveau	▶ Prévoir un secours en caisse
Arrêt production air (compresseur air process)	Défaillance capteur de pression	▶ Prévoir un secours en caisse
	Défaillance alimentation du capteur	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Contrôle alimentation (électrique ou air comprimé)
Arrêt unité de pressurisation (surpresseur air process)	Défaillance équipement	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mise en service de l'unité de secours si existante ▶ Utilisation système de secours en caisse
Milieu non homogène	Défaillance équipement de mélange	▶ Entretien préventif régulier (élimination des filasses)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

EPNAC, Onema (2015) : Ouvrages de traitement par boues activées. Guide d'exploitation. 85 p.

Memento degremont® de SUEZ - Memento Technique de l'eau (version numérique).

FNDAE n°22 bis (2002) : Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Fiche n°8, p. 51.

DÉSHYDRATATION DES BOUES

1. Fonction de l'ouvrage

Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker et/ou à transporter, et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques (amélioration de leur tenue en tas) et arrêter la biodégradation dont elles sont le lieu.

Pour réduire les quantités à stocker, les boues peuvent être déshydratées par

- Centrifugation
- Filtre-presse
- Filtre-à-bandes presseuses
- Presse à vis

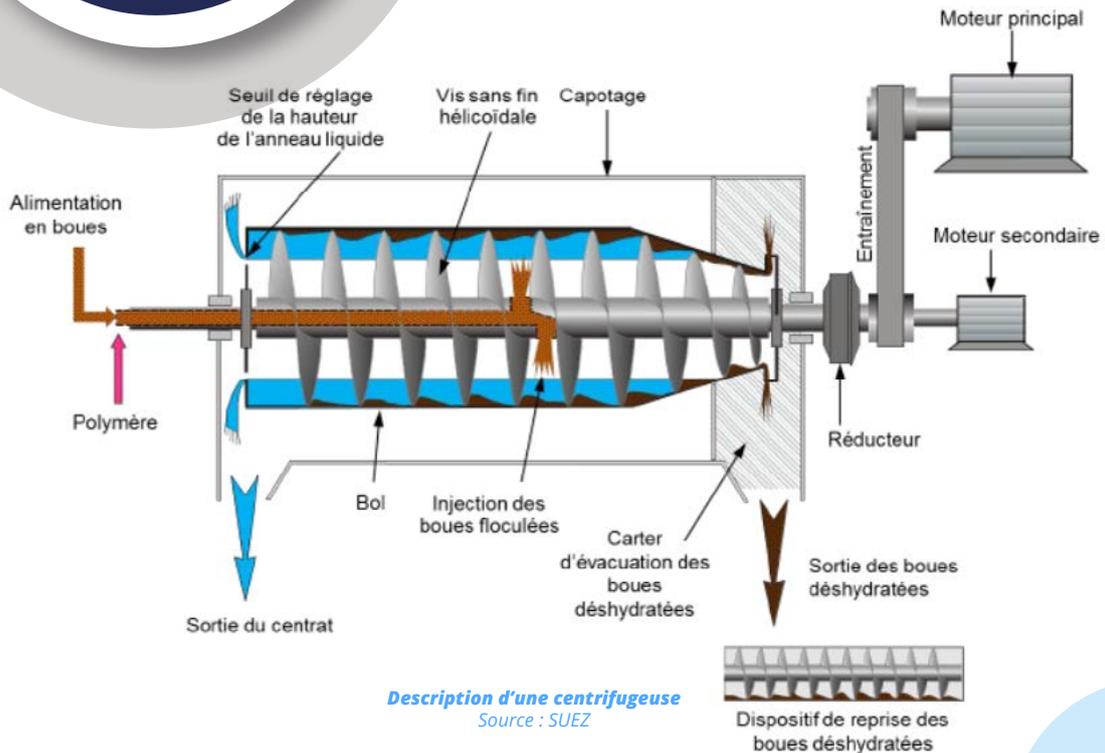
STATION D'ÉPURATION

CENTRIFUGATION

Une centrifugeuse comporte un **bol cylindro-conique** tournant à grande vitesse et **une vis sans fin**, coaxiale, étroitement ajustée à la surface interne du bol. La boue floculée est introduite en continu à l'intérieur du bol.

Elle est soumise au mouvement de rotation et subit ainsi l'**accélération** nécessaire aux fonctions de **clarification** et de déshydratation. Elle se répartit sous la forme d'un **anneau liquide** à l'intérieur du bol et la fraction solide de la boue, plus dense que l'eau, se trouve plaquée sur la surface interne du bol (cf. figure ci-dessous).

C'est ainsi que se produisent la décantation du sédiment et la clarification du surnageant.



Description d'une centrifugeuse
Source : SUEZ

FILTRE-PRESSE

Un filtre-pressé est composé de plateaux recouverts de toiles filtrantes, ils déterminent un volume étanche dans lequel sont injectées les boues préalablement conditionnées (Chlorure ferrique + polymère ou chlorure ferrique + chaux) pour être filtrées sous pression. Sous cette pression, les liquides passent à travers les toiles qui retiennent les particules solides. Les filtrats sont évacués tout au long de la pressée. L'opération de débâtissage libère les gâteaux formés entre les plateaux (cf. figure ci-contre).



Description d'un filtre-pressé
Source : CIRSEE



Description d'un filtre à bandes presseuses
Source : CIRSEE

FILTRE À BANDES PRESSEUSES

Le filtre à bandes presseuses est un équipement composé d'une toile ou bande de filtration circulant entre différents rouleaux de pressage. L'opération se déroule en plusieurs étapes : floculation des boues, égouttage gravitaire, pré-pressage, pressage avec cisaillement. Cet équipement est particulièrement adapté aux stations d'épuration de petite taille (cf. figure ci-contre). Les siccités obtenues sont de l'ordre de l'ordre de 17 % à 25-30 %, en fonction de la qualité des boues entrantes (boues primaires et biologiques et leur taux de matière organique).

PRESSE À VIS

La presse à vis est un tamis en Inox dans lequel tourne très lentement une vis qui pousse les boues « sous pression » à travers ce tamis. Ces boues sont au préalable floculées par ajout de polymère et la réaction se produit dans un réacteur. L'alimentation de la presse en boues floculées est effectuée sous pression provoquant de cette façon une pression intérieure qui chasse l'eau par les mailles fines du tamis. Les boues sont également comprimées par l'effet de pression exercé par la vis de forme conique qui les fait avancer dans le tamis. À la sortie du tamis, les boues sont compactées à nouveau par un cône de contrepression à régulation pneumatique.



Description d'une presse à vis
Source : CIRSEE

2. Composition de l'ouvrage – Principaux équipements

Les ouvrages sont constitués des équipements suivants.

- Pompe d'alimentation boues
- Poste de préparation réactifs (polymère, Chlorure ferrique, lait de chaux), sondes de mesure du niveau, débitmètres
- Équipement de mélange boues et réactif(s)
- Unité de déshydratation
- Unité de lavage d'eau industrielle
- Unité de transfert de boues déshydratées vers zone de stockage ou bennes

3. Risques, causes et améliorations

L'arrêt de l'atelier de déshydratation conduit à l'impossibilité d'extraire et de traiter les boues et donc de maintenir des conditions d'opération optimales pour le traitement biologique (boues activées ou biofiltre). Un arrêt trop long de cet atelier peut conduire à un dysfonctionnement de la station d'épuration, un non-respect des seuils de rejet applicables aux eaux usées traitées et avec un impact significatif sur le milieu récepteur.

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Absence d'alimentation en boues	Défaillance pompe extraction	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive ▶ Prévoir un équipement de secours en place ou en caisse
Absence ou mauvais conditionnement des boues	Défaillance zone stockage de réactifs : Panne dépoussièreur / soupape de sécurité Solidification du polymère	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance ▶ Surveillance de la température du lieu de traitement
	Défaillance système injection réactifs (vis doseuse polymère pompe polymère, vis doseuse chaux éteinte, vis convoyage chaux, électrovanne eau de préparation, pompe lait de chaux...)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive ▶ Prévoir un équipement de secours en place ou en caisse
	Défaillance système de mélange équipements de préparation réactifs (Agitateur)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive ▶ Prévoir un équipement de secours en place ou en caisse
	Défaillance équipement de mesure (débitmètre – sondes de mesures de niveau)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Relève manuelle des compteurs horaires ▶ Prévoir un secours en caisse
Arrêt de l'équipement de déshydratation	Centrifugeuse Panne moteur entrainement défaillance capteur défaillance automatisme pilotage défaut eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive à faire par le fournisseur
	Filtre-presse Panne presse hydraulique défaillance capteur de pression casse plateaux panne moteur chariot débâtisseur panne système de lavage haute pression défaut circuit eau industrielle panne électrovanne purge noyau central	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive ▶ Certaines fonctions peuvent être assurées manuellement (débâtissage) ▶ Pièce de rechange (capteur pression, plateaux, toiles et sous-toiles)
	Filtre à bandes presseuses Panne moteur entrainement casse rouleau entrainement défaillance capteur de pression toile déchirée défaut eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive ▶ Pièce de rechange (capteur pression, toiles)
	Presse à vis Panne moteur entrainement défaut eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision ▶ Adaptation de la maintenance préventive à faire par le fournisseur ▶ Pièce de rechange (capteur pression...)

Risques / événements redoutés (suite)	Causes / défaillances possibles (suite)	Solutions / améliorations (suite)
Diminution de l'efficacité de l'équipement (diminution de la siccité des boues déshydratées, diminution du taux de capture, dégradation de la qualité des retours en tête ...)	Centrifugeuse Dérive des réglages anneaux liquides, et du dosage	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Adaptation de la maintenance préventive à faire par l'exploitant (contrôle, étalonnage, remplacement matériel si nécessaire)
	Filtre-presse Toiles colmatées, Toiles percées Dérive des organes de dosage	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Augmenter la fréquence de nettoyage à l'acide insuffisante – renouvellement des toiles ▶ Remplacement des toiles – Stock à prévoir ▶ Adaptation de la maintenance préventive à faire par l'exploitant (contrôle, étalonnage, remplacement matériel si nécessaire)
	Filtre à bandes presseuses Toiles colmatées Toiles déchirées Dérive des organes de dosage	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Augmenter la fréquence de nettoyage à l'acide insuffisante – renouvellement des toiles ▶ Remplacement des toiles – Stock à prévoir ▶ Maintenance préventive à faire par l'exploitant (contrôle, étalonnage, remplacement matériel si nécessaire)
	Presse à vis Dérive des organes de dosage	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Adaptation de la maintenance préventive à faire par l'exploitant (contrôle, étalonnage, remplacement matériel si nécessaire)
Arrêt système de transfert des boues vers bennes	Panne motoréducteur vis de transfert / Casse vis de transfert	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Secours en caisse

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

Notices constructeur (en particulier, les consignes du constructeur pour la maintenance préventive devront être suivies).

EPNAC, Onema (2015) : Ouvrages de traitement par boues activées. Guide d'exploitation. 85 p.

FNDAE n°22 bis (2002) : Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Fiche n°8, p. 51.

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Défaut d'aération/ oxygénation et dégradation du traitement biologique (cf. fiche 7 « Boues activées »)		
Extraction des sables/ graisses impossible (Dégradation des performances du traitement de l'eau)	Compresseur HS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Installation d'un compresseur de secours permettant d'assurer la continuité de production d'air utilisé
Déshydratation des boues impossible / Extraction des boues déshydratées impossible (Après un certain temps, risque de rejet hors normes)	Fuite d'une canalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Prévoir la location / empreint d'un compresseur en attendant l'approvisionnement d'un nouveau compresseur ▶ Prévoir un contrôle périodique de l'état des canalisations / du ballon
Pilotage / régulation du compresseur indisponible	Déviation / défaillance de l'instrumentation (pressostats ou manomètre)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Prévoir l'instrumentation en stock ▶ Prévoir un mode dégradé manuel permettant le fonctionnement du compresseur sans instrumentation
Perte du pilotage des vannes sur les conduites d'eau principales en entrée de station (Selon la position des vannes en absence d'air, by-pass de la station ou inondation)	Compresseur HS Fuite d'une canalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vérification des positions des vannes en absence d'air ▶ Installation d'un compresseur de secours permettant d'assurer la continuité de production d'air utilisé. Le filière secours doit être testée régulièrement.
Explosion du ballon / d'une canalisation	Non fonctionnement de la soupape de sécurité en cas de surpression dans le circuit Usure ou dégradation du ballon / d'une canalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vérification annuelle du bon fonctionnement de la soupape de sécurité ▶ Prévoir un contrôle périodique de l'état des canalisations / du ballon

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

Directive 2014/68/UE du Parlement européen et du Conseil du 15 mai 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression.

POSTE DE DÉPOTAGE, STOCKAGE, PRÉPARATION ET INJECTION DE RÉACTIFS

1. Fonction de l'ouvrage

Cet ensemble permet la réception, le stockage, la préparation et l'injection d'un réactif dans le réseau de collecte des eaux usées, dans le traitement des eaux ou dans le traitement des boues.

Réseau de collecte des eaux usées : Chlorure ferrique, Nitrate de Calcium, Sulfate d'alumine, Peroxyde hydrogène...

Traitement des eaux : chlorure ferrique, sulfate d'alumine, coagulant et floculant...

*Unité de stockage et d'injection de chlorure ferrique (STEP SYDEC)
Source : GEDEAU CONSEIL*



RÉSEAU DE COLLECTE STATION D'ÉPURATION

*Unité de préparation et d'injection de polymère (STEP Bourg-en-Bresse - CAG3B)
Source : GEDEAU CONSEIL*



2. Composition de l'ouvrage - Principaux équipements

En fonction du type de réactif et de la capacité de la station d'épuration, les principaux équipements sont les suivants :

- Vannes motorisées (autorisation dépotage)
- Équipements de mesure de niveau dans l'ouvrage de stockage
- Pompe ou doseur de réactif concentré
- Système de transfert (vis...)
- Agitateur
- Électrovanne (apport eau de dilution)
- Pompe d'alimentation du procédé
- Débitmètre

Si l'ouvrage s'accompagne d'une armoire de commande spécifique, on se reportera à la fiche dédiée pour les systèmes de contrôle-commande et de télégestion (cf. fiche n°13).

3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste. Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Impossibilité de dépôtage	Défaillance du moteur ou pilotage de la vanne	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision. ▶ Manipulation manuelle de la vanne (secours) par l'agent d'exploitation du site. ▶ Prévoir un équipement ou des pièces détachées de secours en caisse.
Arrêt apport ou injection du réactif	Mauvaise gestion du stock : Dérive de la mesure ou défaillance capteur et/ou transmetteur Dysfonctionnement mécanique du système de dosage Arrêt transfert du réactif : Défaillance mécanique de la pompe ou de la vis Non homogénéisation de la préparation (arrêt agitation) Arrêt des apports d'eau potable de dilution.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alarme et visualisation sur supervision. ▶ Contrôle visuel du bon fonctionnement des capteurs et des niveaux de stock des réactifs. ▶ Mise en place de systèmes de secours (pires...). ▶ Prévoir un équipement ou des pièces détachées de secours en caisse. ▶ Utilisation de l'eau industrielle
Absence de mesure de contrôle des volumes de réactif apportés	Défaillance mécanique de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Relève manuelle des compteurs
Fuite de produit vers le milieu naturel	Rupture de canalisation de transfert avec rejet au réseau pluvial, milieu...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Procédure de gestion de l'incident (avec présence sur site d'adsorbant, vanne de confinement...)

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

INRS (2019) : Dossier Risques chimique.
 Disponible en ligne : www.inrs.fr/risques/chimiques.html

Réglementation ICPE applicable au stockage des produits chimiques.

1. Fonction de l'ouvrage

Le réseau d'alimentation électrique fournit l'énergie à l'ensemble des équipements mis en œuvre dans la station d'épuration.

Un poste de transformation Haute tension/Basse tension (HT/BT) délivre une tension de 400V qui alimente les Tableaux généraux Basse Tension (TGBT).

Selon la puissance nécessaire le réseau HT peut comporter des tensions intermédiaires HT obtenues par des transformateurs HT/HT et des tableaux de répartition.

La répartition de la puissance électrique est effectuée par l'utilisation de jeux de barres sur lesquels sont fixés les équipements de protection électriques qui constituent les départs vers les consommateurs.

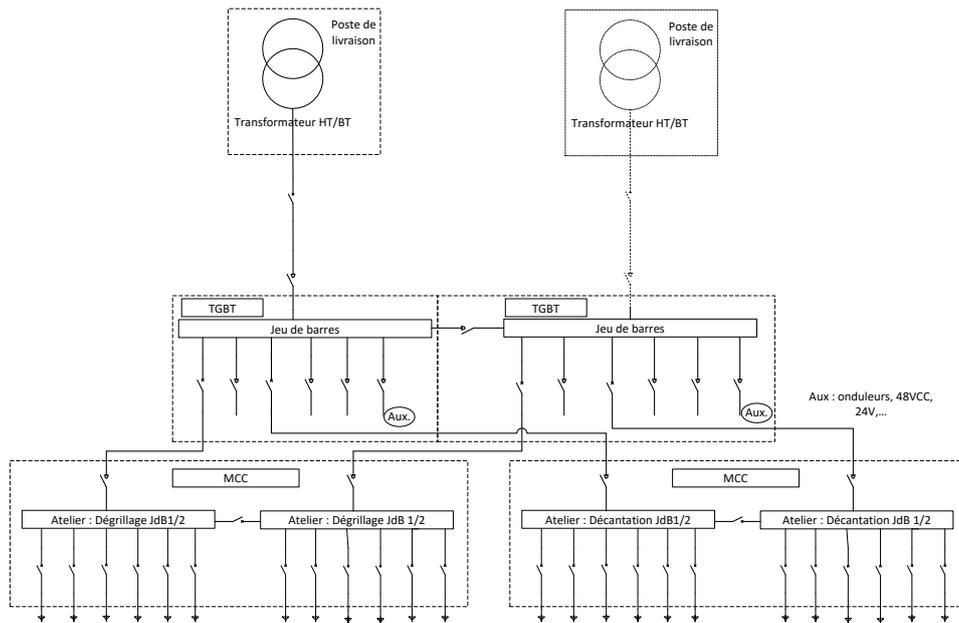
Les tensions nécessaires d'alimentation sont déterminées par les tensions et les puissances nominales des récepteurs (pompes, compresseurs...).

2. Composition de l'ouvrage – Principaux équipements

Le réseau électrique de la station est composé de

- Poste de livraison
- Poste de transformation HT/BT
- Postes d'alimentation auxiliaires
- Équipements de commutation et protection HT
- Tableaux électriques comprenant les jeux de barres, les protections (disjoncteurs), les borniers
- Câbles
- Batteries de condensateurs (cosinus phi)
- Instruments de mesure et de comptage
- Interfaces avec le système de contrôle-commande
- Sources de tension continue : batteries et leur redresseurs/chargeur
- Groupes de secours – groupes électrogènes
- Onduleurs

Un ensemble de règles de conception (normes) permettent de définir les caractéristiques techniques de chaque composant pour assurer la sécurité des installations. (cf. *références bibliographiques*).



Réseau de distribution HT/BT avec deux postes de livraison

Source : SIAAP

Selon la capacité de la station d'épuration, la puissance nécessaire pour la faire fonctionner et la disponibilité souhaitée, le réseau électrique présentera une complexité variable⁵. La mise en œuvre de réseaux redondants assurant la double alimentation de chaque atelier est recommandée.

Ci-dessous sont rassemblées les pratiques usuelles pour limiter les effets des dysfonctionnements des systèmes de distribution électrique.

Barrières techniques	Barrières organisationnelles
<p>Deux demi-jeux de barres reliés par un organe de basculement permettant leur couplage automatique en cas de défaut d'une arrivée et l'alimentation total ou partielle des consommateurs</p>	<p>Alarmes de défaut des équipements reportées systématiquement en supervision</p> <p>Personnel de maintenance Électricité habilité pour intervenir sur l'ensemble des tensions présentes sur le site</p>
<p>Poste de livraison doublé</p>	<p>Alarme de défaut reportée en supervision, pour les équipements électromécaniques (pompe, agitateur, compresseur / supprimeur d'air...)</p>
<p>Générateur de secours</p>	<p>Programmer des essais périodiques du groupe électrogène et de reconfiguration</p>
<p>Redondance des sources des tensions auxiliaires</p>	<p>Contrôle des dispositifs de reconfiguration de la distribution des tensions auxiliaires</p>
<p>Présence d'un onduleur</p>	<p>Tests réguliers de l'onduleur</p>
<p>Ventilation performante pour le maintien de la température des locaux électriques dans la plage de température pour le fonctionnement nominal des équipements</p>	<p>Recherche des points chauds dans l'ensemble des armoires électrique</p>

⁵ Le réseau électrique peut être alimenté par un poste de livraison ou par deux postes de livraisons alimentés par des réseaux HT différents.

3. Risques, causes et améliorations

Les réseaux électriques intègrent des équipements (organes de coupure) qui ont une capacité à répondre à certains défauts. Quand le réseau est mis en cause dans un dysfonctionnement c'est souvent lorsqu'il a mal réagi à un premier défaut (généralement celui d'un consommateur).

De ce fait les défaillances d'un réseau électrique apparaissent souvent dans des cas de doubles défaillances ou d'une mauvaise sélectivité entre la protection du consommateur défaillant et les protections amont.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Qualité de l'effluent hors spécification/ non conforme ou débordement d'ouvrages, suite à la perte d'alimentation en puissance électrique (Baisse des capacités de production)	Panne de ventilation des locaux électrique ou ventilation insuffisante. Température du local électrique très supérieure à la plage de température de fonctionnement des équipements électriques provoquant un déclassement des équipements dans et hors des armoires électriques. Sortie des équipements de la plage de fonctionnement provoquant des dysfonctionnements Apparition de points chauds : risque d'incendie en cas de surcharge prolongée.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Surveillance et contrôle de la température. ▶ Ventilation des locaux électriques dimensionnée pour assurer le maintien de la température dans le local pour l'ensemble des conditions climatiques raisonnablement envisageable ▶ Dimensionnement des équipements avec une marge de sécurité ▶ Surveillance régulière des condensateurs et des commutateurs
	Déclenchement (intempestif) d'une protection (défaillance interne/ cde intempestive du Système de contrôle commande (SCC) > perte d'un consommateur OU Perte d'un jeu de barres (JdB) et des consommateurs alimentés OU Perte d'un atelier totale ou partielle (baisse production) qui de fait ne répond plus au besoin de traitement Déclenchement sur défaut d'un consommateur et interruption d'un ensemble de consommateurs (perte d'un atelier)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reprise des réglages sur modification des modes de fonctionnement ou de capacité ▶ Détection défaut et reconfiguration des jeux de barres ▶ Choix des consommateurs protégés par une même protection en vue de limiter les effets ▶ Un départ par consommateur ▶ Mise en œuvre de filiation entre protections successives
	Déclenchement de l'organe de coupure par perte de la tension de commande (ex : bobine à manque 48V)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Étude approfondie des systèmes de déclenchement (à manque/à émission) ▶ Redondance des circuits d'alimentation des tensions de commande (auxiliaires)
	Déclenchement sur défaut d'un consommateur et perte de la totalité d'une file de traitement	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mise en œuvre de filiation entre protections successives pour isoler au plus près le consommateur en défaut ▶ Dédoublage de l'alimentation d'une même file
Rejet dans le milieu naturel d'eaux usées non-traitées suite à la perte de l'alimentation de la STEP (Si un seul poste de livraison)	Perte du réseau HT Destruction du poste de livraison	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mise en place d'un groupe électrogène de secours ▶ Test régulier du groupe pour s'assurer de sa disponibilité

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

NF C 13-100 (2015) : Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau

NF C 13-200 (2009) : Installations électriques à haute tension – Règles. Installations électriques à haute tension pour les sites de production d'énergie électrique, les sites industriels, tertiaires et agricoles.

NF C 13-205 (1994) : Installations électriques à haute tension - Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection.

NF C 15-100 (2005) : Règles des installations électriques à basse tension (jusqu'à 1000 V).
Remarque : amendements 1 à 5 (01/07/2015).

UTE C 15-103 (2004) : Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes.

UTE C 15-105 (2003) : Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques.

UTE C 15-106 (2003) : Installations électriques à basse tension et à haute tension - Guide pratique - Sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle.

SYSTÈME DE CONTRÔLE COMMANDE

RÉSEAU DE COLLECTE STATION D'ÉPURATION

1. Fonction de l'ouvrage

Le système de contrôle commande assure deux fonctions principales

- Commander de façon coordonnée l'ensemble des équipements de la station d'épuration, surveiller le bon fonctionnement de ces derniers en émettant des alarmes en cas de dysfonctionnement.

Cette fonction repose sur la mise en œuvre d'automates industriels.

- Assurer l'interface homme-machine en transmettant les ordres des opérateurs aux systèmes automatiques et en remontant l'ensemble des données nécessaires à la conduite de la station d'épuration ainsi que les alarmes.

Cette fonction repose sur la mise en œuvre d'un réseau de communication (câbles, fibres, switches...) réunissant les postes d'interfaces IHM aux automates

2. Composition de l'ouvrage – Principaux équipements

Le système de contrôle-commande comporte

Dans les ateliers / zones fonctionnelles

- Des Automates (API = automate programmable industriel ou PLC = Programmable Logic Controller). Ils reçoivent des commandes provenant des serveurs de supervision, qu'ils mettent en œuvre de façon coordonnée en contrôlant les équipements de la station d'épuration.

Ils sont constitués par l'intégration dans un châssis de :

- ▶ carte(s) d'alimentation
- ▶ carte cpu
- ▶ carte(s) d'E/S TOR
- ▶ carte(s) d'E/S Analogique
- ▶ carte(s) de communication
- ▶ carte(s) de connexion de l'automate à des châssis (fond de panier) d'entrée/sorties déportées
- Des châssis équipés de cartes d'entrée/sorties déportées.
- Des switches : Commutateurs du réseau industriel assurant le transfert des données entre automates et réseau industriel ou entre serveur et réseau que les branchements soient de types « en étoile » ou « en boucle ».
- Des antennes wifi et tablettes, outils de supervision nomade (temps de réponse non garanti, à utiliser pour des commandes d'exploitation).

Dans les locaux techniques (« informatique »)

- Des Serveurs de supervision de contrôle commande et d'affichage ; ils centralisent les applications nécessaires à la conduite des installations. Ils déterminent les commandes envoyées vers les automates, via les réseaux pour l'exécution des commandes.
- Un Serveur d'historisation (données d'historisation, alarmes) (l'historisation peut être réalisée par le serveur de supervision selon la taille de la STEP). Il enregistre l'ensemble des commandes émises par la supervision, des données de contrôle/ surveillance des équipements ainsi que les données des mesures réalisées sur le process.

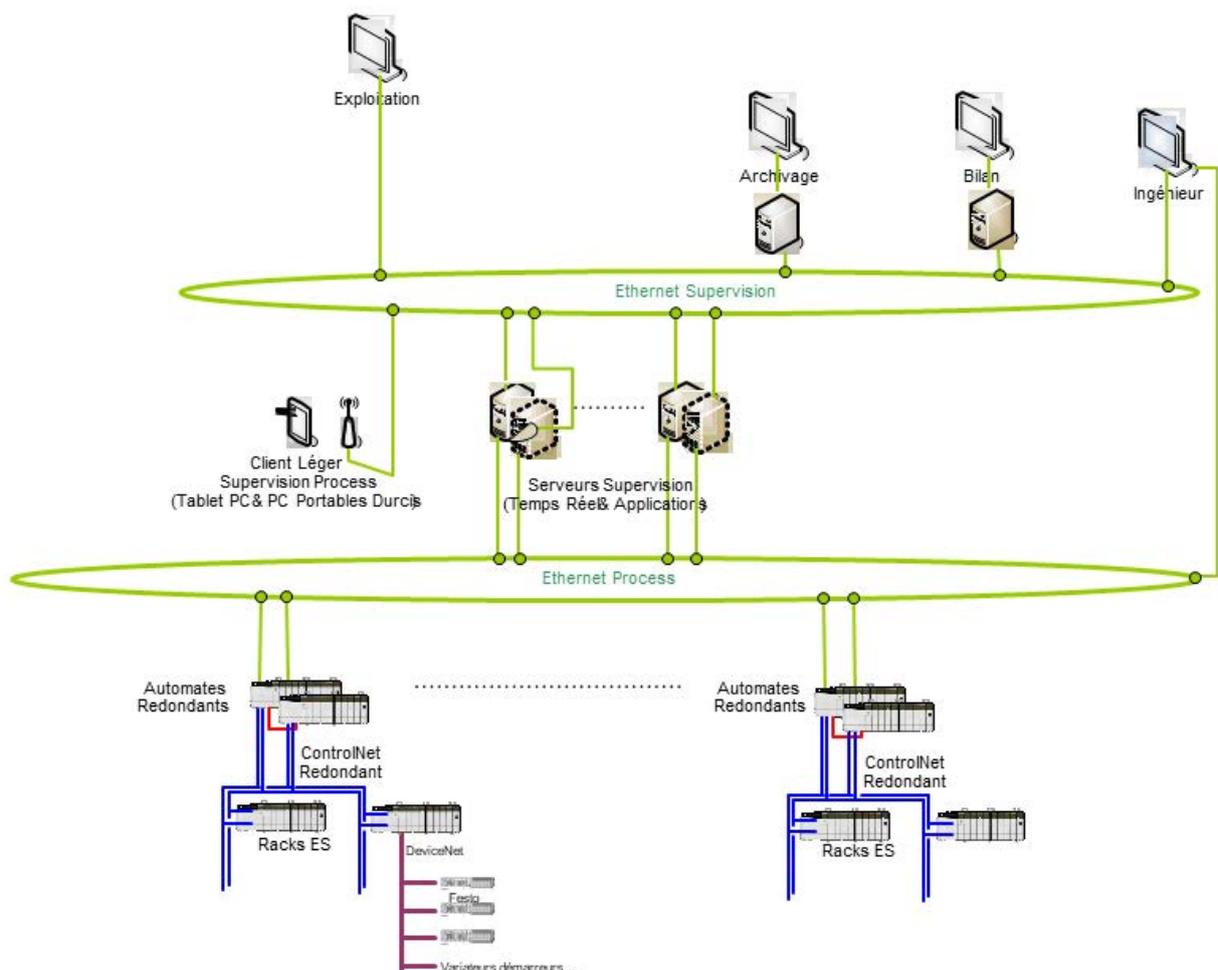
Dans la salle de commande

- Des postes physiques (clients lourds) assurant l'affichage et l'émission de commandes. Ils constituent l'interface homme-machine principale.
- Des écrans (clients légers) assurant le lancement d'applications à distance présentes dans les serveurs de supervision, la présentation graphique.

Un ou plusieurs réseau(x) physique(s)

Les réseaux de communications peuvent avoir deux structures : en étoile ou en anneau.

Le second permet de pallier la rupture d'un lien physique par modification du circuit des échanges entre équipements. Chaque émetteur/récepteur est connecté aux réseaux à travers les switches (figurés par des points à l'intersection de deux éléments filaires)



3. Risques, causes et améliorations

Ce tableau présente quelques principaux événements redoutés pour cet ouvrage/poste.

Il n'est pas exhaustif et ne saurait se substituer à l'analyse des modes de défaillance de l'ouvrage/du poste à proprement parler.

Risques / événements redoutés	Causes / défaillances possibles	Solutions / améliorations
Qualité de l'effluent hors spécification/ non conforme ou débordements d'ouvrage suite à la perte de fonctions sous contrôle du SCC	Pannes d'un serveur supervision (défaillance électronique), défaillance provenant d'un manque de refroidissement dû à une défaillance de la ventilation/ climatisation du local > plus de supervision perte de contrôle du process	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Serveurs redondants dans un local « informatique » (100 % des fonctionnalités en cas de panne d'un serveur mais performances dégradées) ▶ Climatisation du local sous surveillance
	Perte d'alimentation d'un l'automate, d'un switch, d'un serveur > arrêt d'équipements (délais variables)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Double alimentation de chaque automate ▶ Double alimentation de chaque serveur ▶ Une alimentation sur onduleur
	Panne cataleptique d'un automate (CPU, c. alimentation) : perte de fonctions de traitement > arrêt d'équipements	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mettre en œuvre un dispositif d'alarme sur l'état de l'automate ▶ Mettre en œuvre des automates redondants interconnectés
	Panne cataleptique d'une carte d'E/S > arrêt de la remontée d'information provenant des équipements, arrêt des équipements associés	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mettre en œuvre un dispositif d'alarme sur l'état de l'automate et de ses E/S ▶ Pas d'informations (signaux) redondantes sur une même carte E/S
	Panne d'un switch (défaillance électronique) > arrêt de la communication sur une partie du réseau	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mettre en œuvre un dispositif d'alarme sur l'état du switch ▶ Doubler le switch, le connecter aux mêmes équipements
	Perte de contrôle de la STEP due à une panne du poste de supervision	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doubler le poste de supervision
	Perte de contrôle de la STEP due à une panne du serveur de supervision	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doubler le serveur de supervision ▶ Interconnexion directe des deux serveurs

Remarques

Le process d'une STEP est fortement tributaire de la disponibilité du système de contrôle-commande. Il en découle que pour obtenir un haut niveau de disponibilité du SCC il faut conjuguer deux principes : détecter le mauvais fonctionnement d'un équipement quel qu'il soit -pour intervenir avant que les moyens redondants ne tombent eux aussi en panne- et mettre en œuvre, automatiquement si possible, un équipement assurant la redondance de la ou les fonction(s) affectées.

En mettant en œuvre des équipements redondants, les fonctions qui leurs sont associées acquièrent une plus grande disponibilité dès lors que le délai de commutation entre l'équipement principal vers l'équipement de secours est compatible avec la cinétique des traitements effectués sur les effluents et les produits du traitement.

À noter que les dysfonctionnements ayant pour origine une erreur de programmation sont du ressort des opérations de tests et vérifications à la mise en route et à chaque modification des installations.

Pour des stations de petite taille, si la mise en place d'une redondance de l'automate n'est pas possible, il faut a minima prévoir une reprise en manuel (régulation sur table de temps et poire de niveau) des postes critiques de la station avec un mode opératoire clair affiché sur l'armoire de commande.

4. Documents de référence (liste non exhaustive)

IEC 62682 (2014) : Management of Alarm System (Gestion de systèmes d'alarme dans les industries de transformation).

EEMUA 191 (2013) : Alarm Systems: guide to design, management & procurement. Éd. 3.

IEC 62443 (ISO99) (2013) : Cyber sécurité des installations industrielles.

IEC/ISO 27005 (2018) : Gestion des risques liés à la sécurité de l'information. Éd.3.

ISA 101 (2015) : Interfaces Homme Machine.

ISA 18.2 (2013) : Management des alarmes en contrôle de procédé.

IEC 60870 (2007) : Protocoles de transmission.

IEC 15926 (2003) : Systèmes d'automatisation industrielle et intégration (Intégration des données de cycle de vie dans les industries de process).



ANNEXES 1

Méthodologies des analyses de risques de défaillance

1.

Présentation de la méthode d'analyse fonctionnelle

Définition et objectifs

L'approche fonctionnelle consiste à décrire le fonctionnement des installations d'assainissement et à rechercher des dysfonctionnements potentiels sur cette base.

Le but est d'identifier les fonctions les plus critiques afin de les traiter dans des études spécifiques via des AMDEC équipements.

Principe

L'assainissement des effluents consistant principalement en un enchaînement de traitements physiques, biologiques et chimiques réalisés au fil de l'eau, celui-ci sera donc décrit par une succession de fonctions agissant sur un flux entrant et produisant un ou plusieurs flux sortants.

Déterminer quelles sont les défaillances susceptibles d'advenir et de provoquer le rejet d'effluents non conformes dans le milieu naturel peut alors être réalisé en étudiant le système d'assainissement sous l'aspect fonctionnel, sans s'appuyer sur les spécificités des équipements mis en œuvre. L'approche fonctionnelle permet d'avoir une vue globale du système d'assainissement et des interactions entre les fonctions. Des schémas de flux (schémas blocs) complètent la présentation en mettant en valeur les circuits de l'eau, des boues dans la station et leur interdépendance.

Les effets des défaillances sont évalués à l'aide d'indicateurs selon trois domaines

- ▶ Impact sur la Sécurité des personnes (S) et des biens,
- ▶ Impact sur l'environnement (Env)
- ▶ Impact sur l'Exploitation (Exp)

(Voir Annexe 2 : Exemples de grilles de cotation).

Des combinaisons des indicateurs permettent alors de définir des « criticités » fonctionnelles.

Les fonctions sont classées par criticité fonctionnelle globale décroissante.

Une fonction est considérée comme critique lorsque :

- la criticité fonctionnelle liée à la sécurité est supérieure ou égale à 3 ;

ou

- la criticité fonctionnelle liée à l'exploitation/environnement est supérieure ou égale à 4.

Note : ainsi, une fonction ayant une criticité fonctionnelle globale de 4, mais avec une criticité fonctionnelle liée à la sécurité égale 2 et une criticité fonctionnelle liée à l'exploitation/environnement à 2, ne sera pas considérée comme critique.

Modalités pratiques

L'analyse fonctionnelle nécessite un découpage en fonctions puis en sous-fonctions si nécessaire de l'ensemble du process étudié.

L'utilisation des schémas inspirés des schémas IDEF0 permet de décomposer les fonctions tout en faisant figurer les flux reliant les fonctions. Le principe de décompositions successives des blocs fonctionnels permet d'atteindre le niveau de précision souhaité.

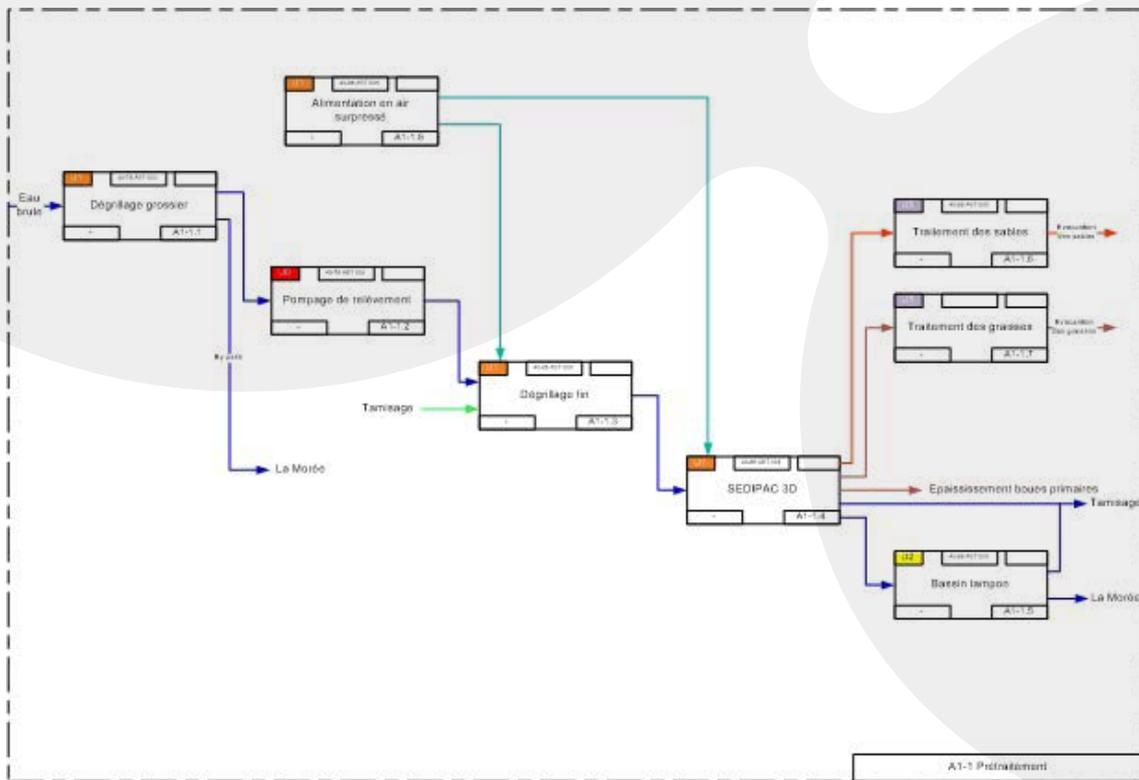


Figure 1 : Décomposition du bloc Prétraitement par la méthode IDEF0

Un tableau rassemble les fonctions et les sous-fonctions selon une décomposition comportant 2 ou 3 niveaux. Pour chaque fonction ou sous-fonction on considère que le dysfonctionnement se traduit par les modes de défaillance : « la fonction ne marche pas » (perte de la fonction), « la fonction est partielle » (fonctionnement dégradé).

En ajoutant des colonnes répétant les fonctions ou sous-fonctions identifiées, on constitue un tableau croisé (« AMDEC fonctionnelle ») qui permet aux intersections de décrire le mode de défaillance potentiel puis d'indiquer l'influence de la défaillance de la fonction (mode de défaillance) sur les fonctions amont et aval voire sur les autres filières de traitement de la station d'épuration.

Le tableau d'AMDEC fonctionnelle est une première étape dans l'analyse dysfonctionnelle, la criticité de chaque mode de défaillance évaluée avec l'exploitant permet de sélectionner les fonctions (ateliers) qui nécessitent une étude approfondie.

Livrables attendus

La classification des criticités fonctionnelles par valeurs décroissantes fait ressortir les fonctions/ateliers les plus critiques et permet donc de limiter les études dysfonctionnelles aux équipements réalisant lesdites fonctions.

Niveau Fonctionnel			Impact sur la	Impact sur	Impact sur	Criticité	Criticité
			sécurité	l'exploitation	l'environnement	fonctionnelle	fonctionnelle globale
			S	EXP	ENV	EXP*ENV	EXP*ENV*S
		N-1					
Arrivée Effluents		Regard de mise en charge				0	0
		Gérer la bache de pompage arrivé effluents	1	3	3	9	9
		Alimenter les échangeurs thermiques	2	4	4	16	32
Refroidissement		Gérer les lignes d'échange thermique	1	2	2	4	4
		Echangeur	2	4	4	16	32
		Gérer la bache d'eau nitrifiée	1	2	2	4	4
Chorure ferrique flottaion		Dépotage Chlorure Ferrique	3	3	3	9	27
		Stockage FeCl3	3	3	3	9	27
		Gérer et doser le FeCl3	2	3	2	6	12
Polymère flottation		Remplir les trémies de polymère en poudre (pala	3	3	2	6	18
		Gérer les lignes de préparation automatique	1	2	2	4	4
		Préparation de la solution de polymère	3	3	2	6	18
		Dosage polymère liquide	2	3	2	6	12
		Dilution en ligne EI	1	1	1	1	1
Anti-mousse		Gérer et doser l'anti-mousse flottation	3	4	3	12	36
		Dilution en ligne EI	3	4	3	12	36
		Dépotage acide P	3	2	1	2	6
		Stockage acide P	3	3	1	3	9
		Gérer et doser acide P	2	2	1	2	4
		Dépotage anti-mousse	3	4	3	12	36
		Stockage anti-mousse	3	3	4	12	36
		Gérer et doser l'anti-mousse	2	3	3	9	18
		Dilution en ligne EI	3	3	3	9	27
		Dépotage soude	3	3	1	3	9
		Stockage soude	3	4	4	16	48
		Gérer et doser	2	3	3	9	18
Acide formique		Dépotage acide formique	3	2	1	2	6

Figure 2 : Exemple de tableau d'évaluation de la Criticité fonctionnelle

Les ateliers dont la criticité est la plus forte sont décrits à travers les listes des équipements contribuant à la réalisation de la fonction. Les PID fournissent les informations : nature, nombre, flux entrants, flux sortants pour chaque équipement. Les notices de fonctionnement précisent les conditions de mise en œuvre des équipements.

Ces ateliers feront alors l'objet d'une étude approfondie pour identifier les matériels qui peuvent être à l'origine des dysfonctionnements aboutissant à des rejets non conformes dans l'environnement.

L'utilisation des **AMDEC Équipements** et de leur formalisme permettra de structurer l'étude dysfonctionnelle et d'enregistrer les informations décrivant les scénarii de rejets non conformes.

Ainsi, *in fine*, les AMDEC Équipements fournissent les arguments pour sélectionner les équipements les plus critiques pour l'environnement et les actions possibles de réduction du risque.

2.

Présentation de la méthode d'analyse des risques de défaillance – AMDEC

Définition et objectifs

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode inductive d'analyse des défaillances, qui part d'une cause d'anomalie, pour identifier les conséquences qui en résultent. Elle a été créée à la fin des années 1940 par l'armée Américaine.

Son objectif est de déterminer la fiabilité d'un équipement ou d'un système à partir de ses modes de défaillances. Elle permet d'identifier quels modes de défaillances peuvent avoir des conséquences importantes vis-à-vis de critères fixés en amont de l'étude (par exemple la sécurité du personnel, l'environnement, la fiabilité du process...), et d'hierarchiser les conséquences associées aux défaillances, pour éventuellement maîtriser tout risque jugé non-tolérable. L'AMDEC est de nos jours couramment utilisée dans les secteurs d'activité où une forte mécanisation existe (dont le traitement des eaux). Elle peut par ailleurs être déployée tout aussi bien au terme de la conception d'une nouvelle installation que sur une installation existante.

Principe

Elle s'appuie sur une analyse fonctionnelle du système (voir Figures 3 et 4). Pour chaque fonction, les composants actifs du système sont identifiés et les cinq modes de défaillance standard sont passés en revue (pas de fonction, perte de fonction, fonction dégradée, fonction intempestive, non arrêt de la fonction) pour identifier les défaillances possibles, leurs causes et leurs impacts (on parle d'évènements redoutés (ER)). La méthode est ainsi centrée sur les composants de l'installation.

Pour chaque évènement redouté, une gravité d'évènement et une fréquence d'occurrence sont associées et permettent de définir en les combinant le potentiel de risque. Les évènements peuvent ainsi être

hierarchisés en fonction du potentiel, et une démarche de réduction du risque sera entreprise pour les évènements redoutés pour lesquels le risque initial n'est pas jugé tolérable.

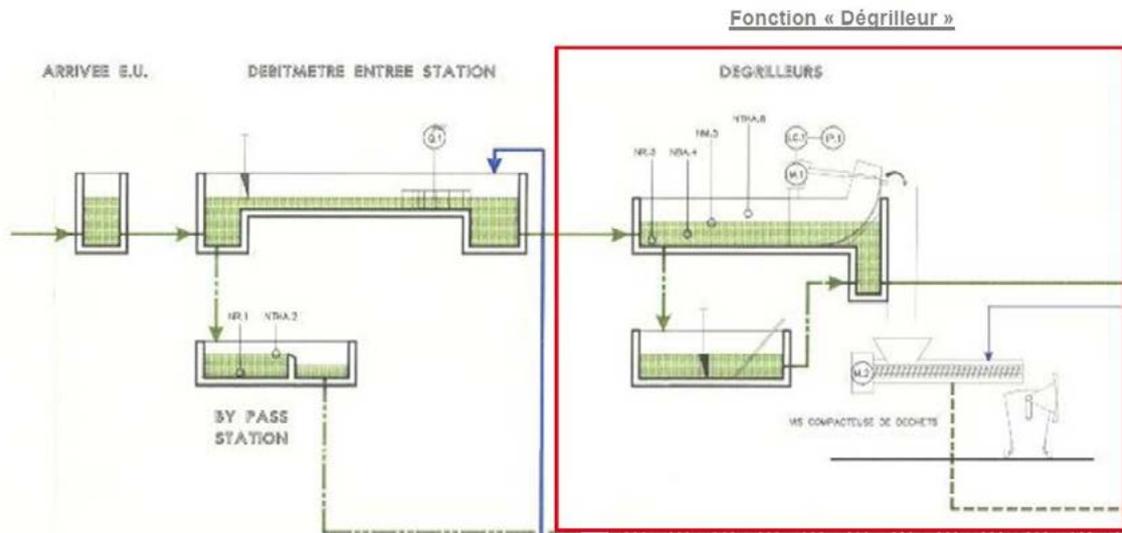
Modalités pratiques

En pratique, les PID sont analysés jusqu'à identifier un composant actif (vanne, pompe...), sa fonction et ses modes de défaillance, puis en recherchant les causes de ces modes de défaillance et les effets induits ainsi que les moyens de protection existants. Pour chaque évènement redouté (ER) identifié, une cotation est alors réalisée. Puis, les recommandations possibles si nécessaire pour diminuer le potentiel risque sont définies.

L'analyse est réalisée par un groupe de travail constitué par un animateur, garant de la méthodologie, un exploitant (sur une exploitation existante), un ingénieur procédé et/ou sécurité en conception (dans le cadre d'un projet), un automaticien et plus ponctuellement un préventeur santé sécurité, 1 ingénieur maintenance, etc. selon les besoins.

Livrables attendus

- L'inventaire exhaustif des défaillances possibles sur les équipements
- La liste des évènements redoutés résultant de ces défaillances
- La hiérarchisation des évènements redoutés par potentiel de risque, avant et après la prise en compte des protections et recommandations
- La Liste des recommandations pour maîtriser tout risque jugé non-tolérable, avec responsable de suivi et échéance de prise en compte pour chaque action



Fonction N	Niveau N-1	Niveau N-2	Niveau N-3	Composant
Assurer le traitement des eaux usées en provenance du CEA	Dégriller l'effluent de ses rejets grossiers	Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Réceptionner et dégriller l'effluent	Bassin du dégrilleur
		Assurer une rétention des refus de dégrillage		Grille du dégrilleur
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Mesurer le niveau de référence dans le bassin du dégrilleur	Sonde de niveau de référence NR.3
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Détecter le niveau bas dans le bassin du dégrilleur	Sonde de niveau bas NBA.4
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Détecter le niveau moyen dans le bassin du dégrilleur	Sonde de niveau moyen NM.5
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Prévenir en cas de niveau haut dans le bassin du dégrilleur	Sonde de niveau très haut NTHA.6
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Transférer les refus de dégrillage vers la vis compacteuse	Bras du dégrilleur
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers la vis compacteuse de déchets	Assurer le fonctionnement du bras de dégrillage	Moteur M.1
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers le container	Compacter les déchets	Vis sans fin
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers le container	Transférer les refus de dégrillage vers le container à déchets	Moteur M.2 (mise en service automatique)
		Évacuer et stocker les rejets de dégrillage vers le container	Contenir les déchets évacués	Container

Figure 3 : Exemple de tableau d'évaluation de la Criticité fonctionnelle

Rep.	Fonction	Niveau N	Modes de défaillance du composant	Causes possibles de la défaillance du composant	Effet de la défaillance (ER) (Conséquence ultime sur le système)	G	F	PR	Barrières (détections / protection existantes)	G'	F'	PR'	Actions	G''	F''	PR''	Commentaires
8	Pré-traitement	Répartition eaux usées	1/ Pas de fonction	1/ Défaillance de la sonde pH / conductivité située dans l'ouvrage de réparation	1/ En cas d'arrivée d'effluents toxiques, il n'est plus possible de diriger automatiquement ces effluents vers le bassin tampon => Suivant la nature des toxiques reçus dans les effluents, ce scénario peut générer un impact environnemental majeur, dans le cas où les équipements aval ne peuvent pas barrer la pollution	3	3		1/ Procédure régionale de gestion de crise en cas de pollution	3	3		1/ RECOMMANDATION AMDEC N°4 : Les paramètres actuels de suivi qualité dans l'ouvrage de réparation par sonde pH / conductivité ne permettent pas à l'heure actuelle de détecter tous les types de pollution à moins de rentrer dans la station d'épuration. Afin d'avoir une palette de détection plus large, il est proposé d'installer une sonde NHA dans l'ouvrage de réparation, qui génère la réparation des effluents sur le même principe que la sonde pH / conductivité.	3	2		1/ Le potentiel de risque résiduel ne sera valable qu'après prise en compte de la recommandation AMDEC ci-contre 2/ La fréquence initiale de défaillance a été prise égale à 3 pour tenir compte du retour d'expérience de l'exploitant.
			2/ Blocage mécanique de la vanne vers le bassin tampon (bogue/ferme) lors d'un épisode de pollution	1/ Ce scénario revient à fermer simultanément les deux vannes motorisées alors que l'alimentation en effluents se poursuit en entrée station => Débordement d'effluents biologiques vers le milieu naturel en provenance du trop-plein de l'ouvrage de réparation => Impact environnemental majeur.					1/ Alarmes pH / conductivité renvoyée en supervision				1/ RECOMMANDATION AMDEC N°6 : Mettre en place une vérification périodique du bon fonctionnement des vannes motorisées qui gèrent la répartition de l'effluent en aval de l'ouvrage de réparation, en profitant des opérations de calibration périodique des sondes de suivi-qualité situées dans l'ouvrage de réparation.				1/ La fréquence initiale de défaillance a été réduite à 2, car cette défaillance n'est problématique que si elle se produit en même temps qu'une pollution (simultanéité de deux défaillances) 2/ Le potentiel de risque résiduel ne sera valable qu'après prise en compte de la recommandation AMDEC ci-contre
				2/ A l'issue de la prise en compte de la recommandation AMDEC n°7, ce scénario va plutôt conduire aux conséquences vues en B13/1/									2) RECOMMANDATION AMDEC N°7 : Dans la mesure où les vannes motorisées situées en aval de l'ouvrage de réparation sont équipées de fils de course, utiliser le prend d'information de ces fils de course pour conditionner l'ouverture d'une vanne à la fermeture de l'autre.				
													3) RECOMMANDATION AMDEC N°8 : Pour éviter tout réajustement non-comptabilisé d'effluents au milieu naturel en cas de débordement de l'ouvrage de réparation, supprimer le trop-plein existant sur l'ouvrage de réparation				

Figure 4 : Exemple de table AMDEC générée à l'issue de l'étude (extrait)

3.

Présentation de la méthode d'analyse des risques de défaillance – HAZOP

Définition et objectifs

L'HAZOP (HAZard and OPerability study) est une méthode inductive d'analyse des défaillances, qui part d'une cause d'anomalie, pour identifier les conséquences qui en résultent. Elle a été développée par la société anglaise ICI au milieu des années 1960 pour identifier l'impact associé à des défaillances d'équipements sur les procédés thermo-hydrauliques conçus et exploités par la société (principalement dans le secteur de la chimie).

Une étude HAZOP consiste à générer hypothétiquement des déviations sur les paramètres (pression, température...) dont le suivi est essentiel pour assurer l'exploitation d'une installation conformément à des critères définis en amont de l'étude (qu'ils soient relatifs à la sécurité du personnel, à l'environnement, à la fiabilité des équipements, etc.). Puis, il s'agit d'hierarchiser ces risques, pour éventuellement maîtriser tout risque jugé non-tolérable.

L'HAZOP est de nos jours couramment utilisée dans les secteurs d'activité qui exploitent des systèmes thermo-hydrauliques complexes pour lesquels la maîtrise de paramètres tels que la

pression, le débit ou la température est essentielle (dont le traitement des eaux). Elle peut par ailleurs être déployée tout aussi bien au terme de la conception d'une nouvelle installation que sur une installation existante.

Principe

Le système est découpé en sous-système : on parle de nœuds ou de mailles. Pour chaque nœud, en associant un mot-clef (parmi les 7 mots clés standard : « pas de », « plus de », « moins de », « en partie », « en plus de », « autre que », « inverse par rapport à ») à un paramètre (pression, température, débit, etc. identifiés selon l'installation étudiée), les dérives possibles sont identifiées. On parle d'évènements redoutés. La méthode est ainsi centrée sur le procédé.

Pour chaque évènement redouté, une gravité d'évènement et une fréquence d'occurrence sont associées et permettent de définir en les combinant le potentiel de risque. Les évènements peuvent ainsi être hiérarchisés en fonction du potentiel de risque, et une démarche de réduction du risque est entreprise pour les évènements redoutés pour lesquels le risque initial n'est pas jugé tolérable.

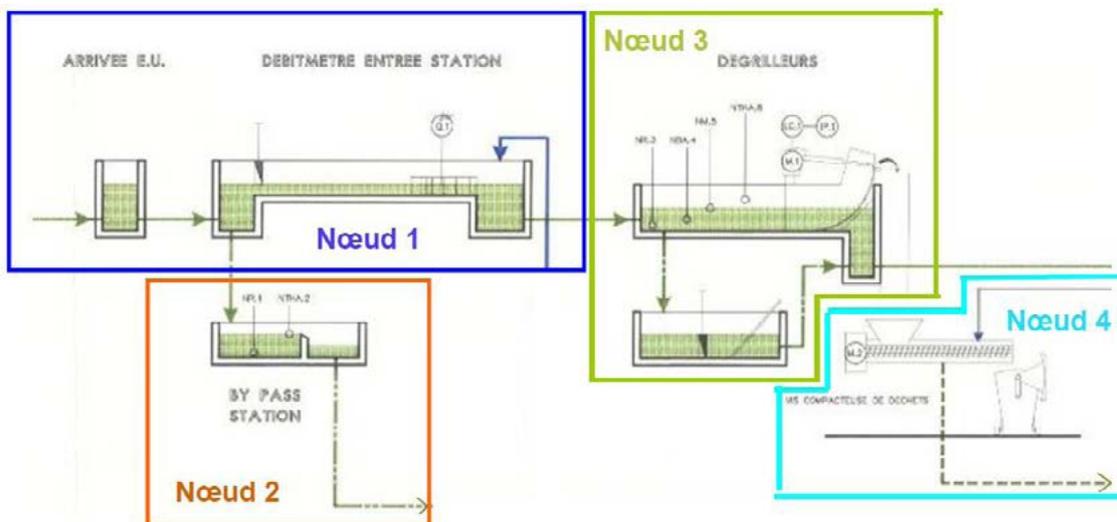


Figure 5 : Exemple de découpage d'un système en sous-systèmes (nœuds)

Modalités pratiques

En pratique, les PID sont analysés pour définir les sous-systèmes et nœuds à considérer puis en associant un mot-clef (« pas de », « plus de », etc.) à un paramètre (pression, température, débit...), les dérives possibles sont identifiées ainsi que leurs causes et conséquences potentielles, et les moyens existants de les détecter (techniques ou non). Pour chaque évènement redouté (ER) identifié, une cotation est alors réalisée. Puis, les recommandations possibles si nécessaire pour diminuer le potentiel risque sont définies.

L'analyse est réalisée par un groupe de travail constitué par un 1 animateur, garant de la méthodologie, un exploitant (sur une exploitation existante), un ingénieur procédé et/ou sécurité en conception (dans le cadre d'un projet), un automaticien et

plus ponctuellement un préventeur santé sécurité, un ingénieur maintenance, etc. selon les besoins.

Livrables attendus

- L'inventaire exhaustif des défaillances possibles sur les équipements
- La liste des évènements redoutés résultant de ces défaillances
- La hiérarchisation des évènements redoutés par potentiel de risque, avant et après la prise en compte des protections et recommandations
- La Liste des recommandations pour maîtriser tout risque jugé non-tolérable, avec responsable de suivi et échéance de prise en compte pour chaque action

Feuille d'identification des déviations - Méthode HAZOP

Nom de l'étude:	Usine EP de xxx	Animateur	xxx
Noeud:	1 - Prise d'eau + regard eau brute + poste de relevage + réserve eau brute + station d'alerte	Membres	xxx
Date:	08 & 09 Novembre 2010 (matin uniquement)		xxx
Ref.:	OTV-MDS-002 (Rev G)		xxx

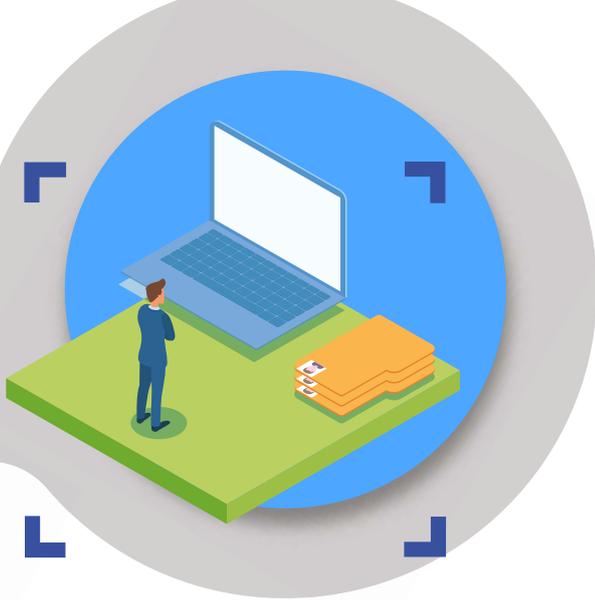
MOTS CLEFS	CAUSES	CONSEQUENCES	NC	PROTECTIONS	NF	PR	RECOMMANDATIONS	NC'	NF'	PR'	COMMENTAIRES
PAS DE DEBIT											
1/ Prise d'eau vers regard d'eau brute, et poste de relevage (incluant réserve d'eau brute & hydrojecteur)	1/ Colmatage de la crèpine sur la prise d'eau existante (AA-VF-1200)	1/ Perte complète du débit d'entrée station de pompage => Perte de la capacité de production d'eau sur la station, limitée à quelques heures le temps de décolmater la crèpine (sans impact sur la distribution d'eau aux consommateurs) => Impact contractuel sérieux	2	1/ Circuit de décolmatage via AA-PC-4200 & AA-PC-4300 2/ Capacité de stockage du réservoir sortie usine (3000 m3) 3/ Circuit de secours par AA-PC-1600 (qui démarre sur LIT0015) 4/ LAL0015 4/ LSL0015 (arrêt station & appel astreinte)	1	Vert	1/ RECOMMANDATION N°10 : L'HAZOP a révélé que les schémas PID fournis lors de la réception de l'usine ne sont pas conformes à la configuration actuelle des installations : de grosses modifications décidées pendant la phase de commissioning n'ont pas été répercutées sur les versions les plus récentes des schémas PID. L'HAZOP a permis de détecter et de corriger ces écarts. Il faut désormais prévoir de remettre à jour les versions numériques des schémas PID, des profils hydrauliques et des isométriques, puis de les communiquer aux exploitants (Responsable du suivi : Jean-Paul Lebourg)				1/ Pour ce scénario, on considère une réserve de 8 heures dans le réservoir sortie usine, qui permet de penser raisonnablement que sur ce type de défaillance, il n'y aura pas d'interruption de distribution aux consommateurs en sortie usine.

Exemple de table HAZOP générée à l'issue de l'étude pour un nœud (extrait)

Liste des recommandations issues de l'HAZOP et de l'audit sécurité sur la station d'eau potable de xxx- Statut arrêté au 23.06.2011

Repère	Provenance	Recommandation	Responsable du suivi	Entité	Statut	Échéance	PR ini.	PR res.
1	Nœud 1 - 3/1/1/	Rédiger une procédure opératoire décrivant la possibilité de procéder au décolmatage des crèpines sur la prise d'eau de l'Born, à l'aide d'eau de service, le temps de réparer une défaillance sur l'une des pompes de décolmatage AA-PC-4200 ou AA-PC-4300.	xxx	Veolia Eau xxx	En cours	30.09.2011 (Risque R2)		R1
8	Nœud 1 - 33/1/1 & audit sécurité VVWS	Déplacer la pompe AA-PC-4300, de sorte à ne plus l'exposer à un risque d'inondation lié au débordement du bac d'échantillonnage de la station d'alerte	xxx	Veolia Eau xxx	En cours	30.06.2011 (Risque R3)		
9	Nœud 1 - 33/1/1	Rajouter une mesure de niveau AA-LIT-XXX sur le bac d'échantillonnage de la station d'alerte, reportée en supervision et munie d'un seuil d'alarme haute avec appel astreinte, afin de prévenir le personnel d'un risque de débordement du bac	xxx	OTV France xxx	En cours	30.06.2011 (Risque R3)		

Figure 6 : Exemple de liste de recommandations obtenue à l'issue de l'étude (extrait)



ANNEXES 2

Exemples de grilles de cotation

Exemple de grille de cotation n°1 : Gedeau Conseil

Fréquence (F)		Gravité (G)	
1	Moins de 1 défaillance pour 3 ans	1	Sans dommage : n'influant pas sur la qualité du traitement
2	1 défaillance maximum par 1 an	2	Moyenne : provoquant un arrêt sans influence grave sur le traitement
3	1 défaillance maximum par semestre	3	Importante : provoquant un arrêt pouvant compromettre la qualité du traitement
4	1 défaillance par trimestre ou plus	4	Catastrophique : provoquant un arrêt impliquant des problèmes graves sur la qualité du traitement

F/G	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

Exemple de grille de cotation n°2 : Veolia

Cotation de la gravité

Cotation	Impact sécurité	Impact environnemental	Impact production / contractuel
1 - Modéré	- Lésion(s) légère(s) n'ayant pas de conséquences durables - Premiers soins infirmier	Rejets polluants (solide, liquide, gaz ou odeur) limités à l'atelier.	Arrêt de quelques heures : - pas de perte de production - pas de pénalité
2 – Sérieux	- Blessure(s) légère(s), avec effets limités et réversibles - Accident sans arrêt de travail	Rejets polluants (solide, liquide, gaz ou odeur) limités au site.	Arrêt de quelques jours : - perte de production limitée - pas de pénalités
3 – Majeur	- Lésion(s) sévère(s), avec atteinte permanente - Accident avec arrêt de travail	Rejets polluants (solide, liquide, gaz ou odeur), hors du site ou non conformes, et dont les effets sont réversibles.	Arrêt supérieur à une semaine : - perte de production significative, - versement de pénalités
4 - Catastrophique	Décès	Rejets polluants (solide, liquide, gaz ou odeur) hors du site ou non-conformes, et dont les effets sont irréversibles	Arrêt de plusieurs mois ou arrêt définitif des installations

Le choix du niveau de gravité d'un évènement redouté se fait sans tenir compte des moyens de détection ou de protection existants : il représente donc la conséquence ultime de l'évènement redouté.

Cotation de la fréquence

Cotation	Définition qualitative	Définition quantitative (à titre indicatif)
1 – Très rare	Evénement possible mais extrêmement peu probable	Fréquence d'occurrence inférieure à une fois tous les 10 ans
2 – Rare	Rare : observé au moins une fois dans des installations similaires	Fréquence d'occurrence comprise entre 5 et 10 ans
3 - Possible	Possible : Evénement déjà rencontré plusieurs fois dans des installations similaires	Fréquence d'occurrence comprise entre 1 et 5 ans
4 - Fréquent	Fréquent : observable périodiquement	Fréquence d'occurrence de une ou plusieurs fois par an

La définition quantitative est donnée à titre indicatif : elle devra s'appuyer si possible sur le retour d'expérience existant. Les valeurs données s'appliqueront à défaut.

Potentiel de risque selon la gravité et la fréquence

G4 – Catastrophique	R2	R3	R3	R3
G3 – Majeur	R1	R2	R3	R3
G2 – Sérieux	R1	R1	R2	R3
G1 - Modéré	R1	R1	R1	R2
G x F	F1 – Très rare	F2 - Rare	F3 - Possible	F4 - Fréquent

Trois classes sont définies en combinant Gravité et Fréquence :

R1 : risque non significatif (pas d'action requise),

R2 : risque tolérable (mise en place d'actions correctives dans des conditions économiquement acceptables),

R3 : risque intolérable (mise en place obligatoire d'actions correctives)

Exemple de grille de cotation n°3 : SIAAP

Ces grilles de cotation sont utilisées lors de la mise en œuvre de l'approche fonctionnelle décrite dans l'annexe précédente.

Les différentes grilles utilisées par le SIAAP sont présentées ci-dessous même si elles ne sont pas spécifiques à l'ARD.

Impact sur la sécurité des personnes et des biens (S)

Note	Impact sur la Sécurité (S)	Signification
1	modéré	pas de blessure
2	sérieux	un (1) blessé léger (effets réversibles) – irritation ou gêne (externe)
3	important	plusieurs blessés légers (effets réversibles)
4	catastrophique	un mort ou plusieurs blessés graves (effets irréversibles) en interne et/ou externe
5	désastreux	plusieurs morts en interne et/ou externe

Impact sur l'exploitation de la fonction pour traiter les volumes d'eau usée, de boue ou d'air vicié (Exp)

Note	Impact sur l'Exploitation (Exp)	Signification
1	modéré	incident de production sans conséquence directe sur le traitement ou le process
2	sérieux	marche dégradée d'une UP ou d'un atelier, inférieure à 6 heures
3	important	marche dégradée d'une UP ou d'un atelier comprise entre 6 et 12 heures
4	catastrophique	arrêt usine, d'une UP ou d'un atelier critique comprise entre 12 et 24 heures
5	désastreux	arrêt usine, d'une UP ou d'un atelier critique supérieur à 24 heures

Impact sur l'environnement en sortie de station dû à la qualité des rejets en eau, en boue et en air (Env)

Note	Impact sur l'Environnement (Env)	Signification
1	modéré	aucune nuisance externe
2	sérieux	durée de rejet inférieure à 6 heures
3	important	durée de rejet comprise entre 6 et 12 heures
4	catastrophique	durée de rejet comprise entre 12 et 24 heures
5	désastreux	durée de rejet supérieure à 24 heures

La criticité fonctionnelle liée à la sécurité est calculée comme étant égale à l'impact sur la sécurité : S. La criticité fonctionnelle liée à l'exploitation /environnement est le produit des 2 indicateurs : Exp x Env.

Afin de classer l'ensemble des fonctions, un calcul de criticité fonctionnelle globale est effectué. Cette criticité est le produit des 3 indicateurs : C = S x Exp x Env.



RÉSUMÉ

Avec pour vocation d'accompagner les maîtres d'ouvrages et les services instructeurs dans la mise en œuvre de la démarche d'analyse des risques de défaillance dans le cadre de l'arrêté du 21 juillet 2015, l'Astee et le Ministère de la transition écologique ont travaillé à la production de la présente Note de cadrage, qui se veut un outil pour guider la réalisation des études.

Dans le respect des valeurs de l'Astee, cet ouvrage a pris sa source dans les retours obtenus de la part des professionnels de l'assainissement, et des services instructeurs, pour orienter les recommandations à retenir pour la réalisation et l'évaluation de ces études (requis réglementairement).

De plus, la rédaction s'est conclue par une phase de relecture élargie ouverte à tous, afin d'assurer la finalisation d'un document aussi consensuel et largement applicable que possible.

Dans cette note, qui n'a pas vocation à remettre en question les études déjà produites, mais qui vise à donner des clés pour orienter celles à venir et les faire vivre par la suite, vous pourrez retrouver :

- Une partie « Éléments de cadrage » qui définit l'étude, le périmètre à considérer, mais aussi les modalités de réalisation et d'utilisation du rendu.
- 13 fiches techniques par ouvrage/poste qui identifient les principaux risques et événements redoutés, les causes de défaillances et les solutions possibles. Ces fiches n'ont pas vocation à être exhaustives mais visent à fournir des exemples illustrés basés sur le retour d'expérience.
- Des annexes avec des exemples de grilles de cotation, des informations sur les méthodologies possibles...