

Le Directeur général

Maisons-Alfort, le 17 avril 2020

NOTE
d'appui scientifique et technique
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relative aux risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration industrielles
durant l'épidémie de COVID-19

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie en urgence le 13 avril 2020 par le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (Direction Générale de l'Alimentation) et le Ministère de la Transition écologique et solidaire (Direction générale de la prévention des risques) pour une demande d'appui scientifique et technique portant sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration industrielles durant l'épidémie de COVID-19.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Dans l'avis de l'Anses du 27 mars 2020 relatif à l'épandage des boues des stations de traitement des eaux usées urbaines (Anses 2020), il est indiqué que les boues d'épuration urbaines obtenues pendant la période épidémique peuvent être épandues uniquement après un traitement considéré hygiénisant au sens de l'arrêté du 8 janvier 1998 du fait de la détection du génome viral SARS-CoV-2 (agent de la maladie COVID-19) dans les selles humaines et du manque de connaissance sur le comportement du virus et du risque de sa propagation.

Sur la base de cet avis du 27 mars 2020 portant sur les stations d'épuration urbaines, les ministères ont considéré que les recommandations proposées s'appliquaient également aux stations d'épuration mixte relevant de la rubrique 2752 de la nomenclature des ICPE¹, lesquelles reçoivent à la fois des eaux résiduaires industrielles et des eaux résiduaires domestiques.

Certaines industries (abattoirs, industries agro-alimentaires, papeterie, etc.) possèdent leur

¹ ICPE = installations classées pour l'environnement

propre station d'épuration d'eaux résiduaires industrielles et relèvent de la rubrique 2750 de la nomenclature des ICPE. Dans la plupart de celles-ci, il n'existe pas de système séparant les eaux usées industrielles, les pluviales et les eaux-vannes issues de l'usine, qui sont traitées dans une station de traitement commune. Ces eaux-vannes représentant un flux proportionnellement très faible. Dans la majorité des cas, les boues biologiques produites sont épandues sans hygiénisation.

Par ailleurs, certains industriels mentionnent l'existence de traitements (primaire, secondaire et tertiaire) des effluents industriels et des eaux-vannes, notamment à la soude, permettant d'atteindre des pH élevés, avant de faire l'objet de traitement à l'acide afin de tamponner ces boues.

Dans ce contexte, il est demandé à l'Anses, sur la base des données disponibles :

1. de déterminer, si possible, une proportion du volume d'eaux usées par rapport au volume d'eaux industrielles en dessous de laquelle les boues issues de la station d'épuration industrielle pourraient être épandues sans hygiénisation ;
2. d'identifier, au regard de l'expérience acquise par l'agence s'agissant du traitement des fumiers et lisiers (notamment dans le cadre des derniers épisodes d'influenza aviaire) pour éviter la propagation des virus par l'épandage des boues, les différents traitements possibles permettant de réduire la charge virale à un niveau compatible avec l'épandage de ces boues.

Sur demande du Ministère de la Transition écologique et solidaire, différents procédés de traitement des effluents industriels ont été soumis par les industriels à l'Anses dans le cadre de l'instruction de la saisine.

Quatre configurations d'installations de traitement des effluents sont identifiées dans les industries alimentaires :

1. Les sites disposant d'installations traitant *in situ* uniquement l'effluent industriel, l'évacuation des eaux-vannes étant raccordées au réseau urbain.
2. Les sites disposant d'installations traitant *in situ* et conjointement les effluents industriels et leurs eaux-vannes.
3. Les sites ou installations mixtes traitant des effluents industriels ainsi que des eaux usées urbaines.
4. Les sites qui rejettent sous convention, avec ou sans prétraitement, leurs eaux usées industrielles dans le réseau urbain.

Seuls les sites 2 et 3 entrent dans le cadre de cette saisine. Les autres sites pour lesquels les eaux issues des toilettes ou des lavabos sont séparées et traitées par des stations d'épuration des eaux usées (STEU) urbaines ne rentrent pas dans le cadre de cette saisine. La problématique de ces boues (site type 1 et 4) a été traitée dans le cadre de la saisine 2020-SA-0043 (Anses, 2020).

L'analyse conduite dans le présent avis porte uniquement sur l'instruction des questions présentées ci-dessus.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise - Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise a été coordonnée par la Direction d'évaluation des produits réglementé (DEPR) avec la collaboration, d'experts rapporteurs, d'experts du Pôle Recherche et Référence de

l'Anses (laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort et laboratoire de sécurité des aliments) et en collaboration avec la Direction de l'évaluation des risques de l'Anses (DER).

Une audition des principales filières industrielles potentiellement concernées par cette saisine a été réalisée par l'Anses le 15 avril. Les filières de l'industrie du lait, de la viande, de la chimie, de la conserverie, de la papèterie et le Syndicat des Professionnels du Recyclage En Agriculture (SYPREA) ont ainsi été auditionnés. Suite à cette audition des documents écrits ont été adressés par ces filières. Ces documents se trouvent en annexe.

Les experts, la DEPR, la DER et le Pôle Recherche et Référence (laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort et laboratoire de sécurité des aliments) se sont réunis par visioconférence les 16 et 17 avril 2020 et ont échangé par voie électronique. Sur la base de ces échanges, un projet d'analyse et de conclusions a été rédigé par la coordination scientifique de la DEPR. Ce projet a été relu par les experts par voie télématique le 17 avril 2020 et le présent avis a été transmis à la Direction Générale de l'Anses le même jour.

L'expertise s'est appuyée sur :

- les informations utilisées lors de l'expertise conduite dans le cadre de la saisine liée 2020-SA-0043 (Anses 2020) ;
- la littérature scientifique (accessible dans les conditions d'une expertise en urgence et dans l'état des connaissances au 17 avril 2020, sans pouvoir faire de revue de la littérature exhaustive) ;
- les documents transmis après auditions des filières concernés figurant en annexe.

Sur la base de ces éléments et des réunions avec les experts, un projet d'avis a été rédigé par la coordination scientifique, puis transmis aux experts pour relecture par voie télématique le 17 avril 2020.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Un expert présentant un lien d'intérêt avec la filière viande, n'a pas participé pas aux discussions relatives à cette filière.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

3. ANALYSE - ETAT DES CONNAISSANCES

L'état des connaissances résumé ci-dessous est issu de l'avis de l'Anses du 27 avril 2020 (Anses 2020). Deux publications pertinentes identifiées depuis la parution de cet avis (Chin *et al*, 2020 et Wurtzer *et al*, 2020 (pré-print)) ont été pris en compte dans le cadre du présent avis.

3.1. FILIERES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS et BOUES INDUSTRIELS

Les éléments présentés ci-dessous (3.1.1. à 3.1.4.) résument de façon factuelle les informations transmises par les filières industrielles ou recueillies lors de l'audition de celles-ci. Les documents détaillés figurent en annexe. Il ne s'agit pas d'une analyse de l'Anses.

3.1.1. Industrie chimique

Selon les industriels du secteur, la très grande majorité des sites chimiques possède leur propre station de traitement des effluents ou utilisent une station d'épuration de plateforme industrielle relevant de la catégorie 2750.

Les effluents et les boues issus de ces industries ne rentrent donc pas dans le cadre de cette saisine.

3.1.2. Industrie papetière

Selon les industriels du secteur, dans la plupart des sites papetiers, les circuits des eaux-vannes sont séparés du circuit des eaux de procédé et les eaux-vannes sont raccordées au réseau d'assainissement et traitées dans une STEU.

Les effluents et les boues issus de ces industries ne rentrent donc pas dans le cadre de cette saisine.

Pour quelques sites, situés en zone rurale, et non raccordables à un réseau collectif de traitement des eaux urbaines, les eaux-vannes sont mélangées avec les eaux de procédé en amont des bassins de collecte qui alimentent la station d'épuration spécifique au site papetier. Dans ce cas, la proportion d'eaux-vannes sur le débit global est estimée par les industriels à moins de 0,1 %, soit une dilution d'au moins 4 log des matières fécales et des urines présentes dans les eaux-vannes.

Les boues produites sont déshydratées (siccité moyenne de l'ordre de 40 %). La teneur en matière minérale est importante en moyenne 50 %, dont une majorité de carbonate de calcium. Le pH des boues se situe entre 7,5 et 8,5.

Le stockage est effectué en extérieur en tas sur plusieurs mois pour les boues produites hors période d'épandage, sans élévation de température. En période d'épandage, le stockage peut être limité à quelques jours. Les différents lots sont identifiés et les boues les plus récentes sont stockées dans une zone dédiée.

3.1.3. Industrie laitière

Selon les industriels du secteur, des effluents laitiers sont générés lors du nettoyage pluriquotidien des différents ateliers. Le nettoyage fait appel à des solutions basiques contenant de la soude. Ces lavages sont complétés par des lavages acides (détartrage). Des produits lessiviels ou désinfectants peuvent également être utilisés. La part des eaux-vannes représente environ 0,5% du volume total des eaux qui seront traitées, soit une dilution d'au moins 3,6 log des matières fécales et des urines présentes dans les eaux-vannes.

De ce fait, le pH des effluents à traiter, mélange des effluents laitiers et d'eaux-vannes (0,5%), est majoritairement basique, que ce soit au niveau des canalisations qui centralisent les effluents, ou en entrée ou sortie de station. Le suivi du pH est généralement réalisé en entrée et en sortie de station. Certains sites suivent également les températures en plus du pH.

En entrée de station, des relevés de pH (journaliers ou mensuels) ont été effectués par l'industrie pour 21 sites (5 sites suivent également les températures en plus du pH). Ces suivis montrent qu'en entrée de station le pH moyen est d'environ 11,5 avec des chutes journalières de pH (jusqu'à pH 2) en période de lavage acide (cf relevés soumis en annexe).

Les boues produites possèdent un pH de 8,5 identique à celui du rejet.

Les températures relevées en entrée de station se situent en moyenne entre 20°C et 25°C (valeur maximale relevée 50 °C).

La durée moyenne des temps de séjour des effluents dans les installations de traitement est de 3 à 5 jours. Le stockage des boues peut varier d'une à deux semaines voire davantage (selon les entreprises).

Les boues issues de ces STEP sont majoritairement épanchées *via* des pendillards ou par injection directe.

3.1.4. Industrie de la viande

Selon les industriels du secteur, plus de 65 % des entreprises sont dotées de leurs propres stations de traitement des eaux usées. Les boues qui en sont extraites sont épanchées à 95%. Il est estimé que seulement 10% d'entre elles sont hygiénisées à la chaux ou par compostage avant épanchage.

La part que représentent les eaux-vannes dans la charge totale traitée par les stations industrielles est estimée à 0,5%, soit une dilution d'au moins 3,6 log des matières fécales et des urines présentes dans les eaux-vannes.

Les effluents sont constitués des eaux de lavage, de process et de désinfection. Ils peuvent contenir des produits lessiviels acides et basiques. Des variations de pH et de températures sont observées en entrée de station, pouvant atteindre 58°C pour la température. Par ailleurs le temps de séjour global jusqu'au silo de stockage des boues est au minimum de 8 jours.

Il est également précisé que les boues extraites de ces eaux, lorsqu'elles ne sont pas hygiénisées, sont au moins clarifiées, égouttées, voire centrifugées.

Les boues liquides sont généralement épanchées par pendillard ou par enfouissement direct dans le sol et parfois à l'aide de rampe à buses. Les boues déshydratées, sont épanchées à l'aide de tracteurs à plateaux équipés de herse.

3.2. Efficacité du traitement de STEU vis-à-vis de SARS-CoV-2

Il est important de noter que les STEU ont été conçues et optimisées pour réduire la matière organique et non pour éliminer les micro-organismes pathogènes tels que les virus. La persistance du SARS-CoV-2 dans les eaux usées pourrait être plus ou moins affectée par certains des facteurs physico-chimiques et environnementaux (présence de particules, de matière organique, température, etc.).

La persistance du SARS-CoV-2 vis-à-vis de tels milieux et/ou traitements utilisés par les STEU n'a pas été étudiée à ce jour. Une pré-publication récente indique que le SARS-CoV-2 présenterait une plus grande résistance aux pH extrêmes (de 3 à 10), par rapport à ce qui a été observé pour les autres coronavirus (Chin *et al.* 2020).

On peut également souligner que la chaleur, la lumière du soleil et les désinfectants usuellement mis en œuvre dans le traitement des eaux destinées à la consommation humaine (comme le chlore) sont supposés efficaces sur le SARS-CoV-2 (Anses 2020, World Health Organization 2020).

Par ailleurs, Pagat *et al.* (2007) ont montré une réduction décimale de quasiment 5 log des titres viraux du virus SARS-CoV après un traitement de 30 min à 50°C dans des surnageants de culture cellulaires.

Pour mesurer la persistance d'un virus soumis aux conditions environnementales ou à des traitements d'inactivation, il est indispensable de disposer de méthodes permettant la quantification des virus infectieux. La persistance du SARS-CoV-2 a été démontrée dans les aérosols et sur différentes surfaces (plastique, carton, etc.) et dans différentes conditions environnementales à l'aide d'un modèle de culture cellulaire (Chin *et al.* 2020, van Doremalen *et al.* 2020), mais pas à ce jour dans les eaux usées.

L'Anses (2012a) a effectué une revue de la littérature en 2011 rapportant des concentrations dans les eaux usées brutes jusqu'à 10⁶ UFP² d'astrovirus/L et jusqu'à 10⁶ copies génomes d'entérovirus/L. Dans les eaux usées traitées, le niveau de contamination en entérovirus par litre était rapporté de 10³ UFP/L lors d'un traitement par boues activées et de 10² UFP/L lors d'un traitement tertiaire.

De plus, l'Anses (2012b) rapporte, sans préciser s'il s'agit d'analyse moléculaire ou de culture cellulaire, que :

- le traitement primaire conduit à un abattement pour les virus de 0 à 1 log ;
- le traitement secondaire (traitement biologique) à un abattement de 0 à 3 log ;
- le traitement tertiaire et/ou de désinfection de 0,5 à 6 log suivant la nature du traitement (le maximum de 6 étant observé pour les procédés membranaires avec un seuil de coupure adapté - ultrafiltration) et le virus étudié ;
- le stockage prolongé des eaux usées épurées permettrait également un abattement en virus entre 1 et 4 log.

Très récemment, une recherche du génome viral du SARS-CoV-2 a été effectuée par RT-qPCR dans les eaux usées brutes et épurées en février et mars 2020 dans différentes STEU d'agglomérations de plusieurs millions d'habitants en France (24 échantillons) (Wurtzer *et al.* 2020). En moyenne, dans la situation épidémique telle que relevée en France mi-mars 2020, 10⁴ à 10⁵ copies génomes de SARS-CoV-2 par litre ont été retrouvés dans les eaux usées brutes, avec un accroissement entre les deux semaines de prélèvements. Sur les eaux usées épurées, environ 1 à 2 log d'abattement est observé après des STEU avec une filière classique de boues activées (dégrillage, dessablage, décantation, traitement biologique par boues activées, clarification). Cette réduction est l'abattement classique retrouvé pour les autres virus.

L'ensemble de ces données montrent la présence de génomes du SARS-CoV-2 dans les eaux usées brutes et épurées sans pouvoir conclure sur le caractère infectieux du virus, même si l'intégrité du virus a été testé par utilisation d'agent azuré (PMAxx) (communication personnelle, laboratoire R&D Eau de Paris).

En résumé, l'abattement de la charge virale des STEU classique est inférieur à 2 log copies génomes pour les virus entériques. Lors du traitement par boues activées, l'abattement en virus est corrélé à leur adsorption sur les solides qui se déposent dans les clarificateurs secondaires (boues). L'étape finale de traitement tertiaire est essentielle pour réduire le nombre de virus infectieux dans les effluents, mais il faut noter que même les effluents désinfectés à l'aide de lampe à rayonnement ultraviolet (UV) peuvent contenir des virus infectieux (par exemple des adénovirus d'après Eischeid, Meyer et Linden (2009)).

² UFP : unité formant plaque

En conclusion, la présence de génomes du SARS-CoV-2 a été mise en évidence dans des eaux usées brutes et épurées, sans pouvoir statuer sur le risque infectieux associé. La présence de virus infectieux dans les eaux usées brutes et épurées a été décrite pour d'autres virus enveloppés infectieux.

En absence de données supplémentaires, il n'est pas possible d'exclure la présence du virus SARS-CoV-2 infectieux dans les eaux usées brutes ou épurées.

3.3. Présence du SARS-CoV-2 dans boues issues du traitement des eaux usées (effluents)

Aucune donnée n'est disponible concernant la proportion/quantité de virus pouvant être retrouvée dans les boues issues du traitement appliqués aux eaux usées/effluents.

CONCLUSIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a été saisie le 13 avril 2020 par le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (Direction Générale de l'Alimentation) et le Ministère de la Transition écologique et solidaire (Direction générale de la prévention des risques) pour évaluer en urgence les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration industrielles durant l'épidémie de COVID-19.

Dans ce contexte, il est demandé à l'Anses, sur la base des données disponibles :

1. de déterminer, si possible, une proportion du volume d'eaux usées par rapport au volume d'eaux industrielles en dessous de laquelle les boues issues de la station d'épuration industrielle pourraient être épandues sans hygiénisation ;
2. d'identifier au regard de l'expérience acquise par l'agence s'agissant du traitement des fumiers et lisiers (notamment dans le cadre des derniers épisodes d'influenza aviaire) pour éviter la propagation des virus par l'épandage des boues, les différents traitements possibles permettant de réduire la charge virale à un niveau compatible avec l'épandage de ces boues.

Il était plus précisément demandé à l'Agence de déterminer, si possible, une proportion du volume d'eaux usées par rapport au volume d'eaux industrielles en dessous de laquelle les boues issues de la station d'épuration industrielle pourraient être épandues sans hygiénisation et d'identifier au regard de l'expérience acquise par l'agence s'agissant du traitement des fumiers et lisiers (notamment dans le cadre des derniers épisodes d'influenza aviaire) pour éviter la propagation des virus par l'épandage des boues, les différents traitements possibles permettant de réduire la charge virale à un niveau compatible avec l'épandage de ces boues.

L'analyse conduite dans le présent avis porte uniquement sur l'instruction des questions présentées ci-dessus.

Les éléments bibliographiques utilisés constituent une synthèse à date (17 avril 2020) des connaissances disponibles.

Des génomes du SARS-CoV-2 ont été détectés dans des eaux usées. Cependant, la détection de génome viral ne permet pas de renseigner sur son caractère infectieux.

Aucune donnée ne permet aujourd'hui de quantifier la présence et d'estimer la dose infectieuse du virus SARS-CoV-2 dans les boues non hygiénisées issues des stations de traitements des effluents industriels. Le niveau d'incertitude global quant à la présence

potentielle du virus SARS-CoV-2 infectieux dans les boues non hygiénisées issues des stations de traitements des effluents industriels est donc élevé.

Les données disponibles montrent que le virus SARS Cov2 présente une certaine résistance pour des pH compris entre 3 et 10 pendant 1 heure (Chin *et al*, 2020), pH assez proches de ceux retrouvés en moyenne en entrée des stations de traitements des effluents industriels.

Considérant ces incertitudes, il n'est pas possible de définir une proportion du volume d'eaux usées par rapport au volume d'eaux industrielles en dessous de laquelle les boues issues de stations d'épuration industrielles pourraient être épandues sans hygiénisation préalable, ni de définir avec certitude les différents traitements possibles permettant de réduire la charge virale à un niveau compatible avec l'épandage de ces boues autres que ceux proposés dans l'avis de l'Agence du 27 mars 2020 (Anses 2020) et permettant de considérer une boue comme hygiénisée.

Toutefois, considérant d'une part la très faible proportion d'eaux-vannes (estimée à moins de 1 % par les industries auditionnées) par rapport aux effluents industriels (eaux de lavage, de désinfection pour les industriels agro-alimentaires ou de process) et, d'autre part, considérant que les traitements primaires et secondaires appliqués aux eaux et les traitements (non hygiénisants) appliqués aux boues issues de ces eaux, il est possible d'estimer que la charge virale dans ce type de boues serait très inférieure à celles des boues urbaines. De plus des traitements des effluents, telles une élévation du pH (>11) et/ou de la température (>50°C), même si l'on ne peut les considérer comme des traitements hygiénisants au sens de l'avis Anses du 27 mars 2020 (Anses, 2020), peuvent aboutir à une réduction significative de la charge virale.

Par ailleurs, la durée de stockage des boues et le temps de séjour des effluents dans la station sont également des paramètres qui entraînent un abattement de la charge virale.

En ce qui concerne les méthodes d'épandage des boues, l'injection directe des boues dans le sol (Anses 2018 et Arrêté du 27 décembre 2013) et, dans une moindre mesure, l'utilisation de pendillards (lorsque la présence de sol empierrés ne permet pas l'injection directe), en complément des dispositions réglementaires intégrant des distances³, peut permettre de limiter la production d'aérosol pendant et après l'épandage et donc de rendre négligeable l'exposition des opérateurs et des riverains susceptibles d'être présents au moment de l'épandage et de limiter ainsi le risque d'exposition à une présence potentielle de SARS Cov2 dans ces boues. Il est à noter que le niveau actuel des connaissances sur devenir du SARS Cov2 dans les sols demeure faible.

En tout état de cause, une séparation des eaux-vannes des eaux industrielles permettrait une meilleure gestion des effluents potentiellement contaminés.

Dr Roger GENET

³ Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n° 2101, 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. J.O.R.F. du 31 décembre 2013.

MOTS-CLES

SARS-CoV-2, COVID-19, coronavirus, assainissement, hygiénisation, station d'épuration, eaux usées, eaux-vannes, STEU, boues industrielles, transmission, épandage.

BIBLIOGRAPHIE

- Anses. 2012a. "Note de l'Anses relative à la détermination de valeurs guides pour les paramètres microbiologiques dans les rejets des systèmes d'assainissement collectifs et non collectifs à l'amont d'usages sensibles. 16p." .
- Anses. 2012b. "Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. 2009-SA-0329. 137 p." <http://www.anses.fr/sites/default/files/files/EAUX2009sa0329Ra.pdf>
- Anses. 2018. « Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation du risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction, à partir d'élevages de volailles, de lisiers ou de fumiers situés ou épandus à proximité. Saisine 2017-SA-0246.
- Anses. 2020. "Avis relatif à une demande en urgence d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19 - saisine 2020-SA-0043."
- Chin, Alex W. H., Julie T. S. Chu, Mahen R. A. Perera, Kenrie P. Y. Hui, Hui-Ling Yen, Michael C. W. Chan, Malik Peiris, et Leo L. M. Poon. 2020. "Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions." *The Lancet Microbe*. doi: 10.1016/s2666-5247(20)30003-3.
- Eischeid, A. C., J. N. Meyer et K. G. Linden. 2009. "UV disinfection of adenoviruses: Molecular indications of DNA damage efficiency." *Applied and Environmental Microbiology* 75 (1):23-28. doi: 10.1128/AEM.02199-08.
- Pagat, Anne-Marie, Seux-Goepfert, Raphaëlle, Lutsch, Charles, et al. Evaluation of SARS-Coronavirus Decontamination Procedures. *Applied Biosafety*, 2007, vol. 12, no 2, p. 100-108.
- Van Doremalen, Neeltje, Trenton Bushmaker, Dylan H. Morris, Myndi G. Holbrook, Amandine Gamble, Brandi N. Williamson, Azaibi Tamin, Jennifer L. Harcourt, Natalie J. Thornburg, Susan I. Gerber, James O. Lloyd-Smith, Emmie de Wit et Vincent J. Munster. 2020. "Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1." *New England Journal of Medicine*. doi: 10.1056/NEJMc2004973.
- World Health Organization. 2020. "Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance, 19 March 2020." Geneva: World Health Organization; Contract No.: WHO/2019-nCoV/IPC_WASH/2020.2.
- Wurtzer, Sebastien, Vincent Marechal, Jean-Marie Mouchel, et Laurent Moulin. 2020. "Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in Parisian wastewaters correlates with COVID-19 confirmed cases." *medRxiv*:2020.04.12.20062679. doi: 10.1101/2020.04.12.20062679.

Sources réglementaires :

- Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n° 2101, 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. J.O.R.F. du 31 décembre 2013.

ANNEXE 1

Présentation des intervenants

PÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae* et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

EXPERTS RAPPORTEURS

M. DAGOT Christophe – Enseignant Chercheur – ENSIL – ESTER – expert filière STEP – traitement des boues

Mme DEPORTES Isabelle – Ingénieure impacts sanitaires et environnementaux de la gestion des déchets à l'ADEME – spécialiste traitements des déchets – membre du CES Matières Fertilisantes et supports de cultures de l'Anses

M. MOULIN Laurent – Responsable R&D – Eau de Paris – Microbiologie, Virologie, Amibes, microbiome, méthode de l'analyse.

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique – DEPR - UCIV

M. DUMENIL Jean-Rémi - Coordinateur scientifique - Pôle Matières Fertilisantes et Supports de Cultures - Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses

Mme MERIGOUT Patricia - Coordinatrice scientifique - Pôle Matières Fertilisantes et Supports de Cultures - Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses.

M. PINTE Jérémy - Cheffe de l'Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses.

Contribution scientifique Pole Recherche et Référence

M. SALVAT Gilles - Directeur Général Délégué Recherche et Référence - Directeur de la santé animale et du bien-être des animaux.

M. ETERRADOSSI Nicolas - Directeur du Laboratoire de Ploufragan-Plouzané (Anses). Laboratoire spécialisé dans la santé des volailles, du lapin, des porcs, des ruminants et des poissons d'élevage.

Mme MARTIN-LATIL Sandra – Chargée de projets scientifiques – Anses, Laboratoire de sécurité des aliments – virologie alimentaire, culture cellulaire, outils de diagnostic et de détection, hygiène des aliments.

Contribution scientifique DER - UERE

Mme WESTERBERG Estelle - Chef de projets scientifiques – Unité Evaluation des risques liés à l'eau – Anses.

Mme PANETIER Pascale - Cheffe de l'unité Evaluation des risques liés à l'eau – Anses.

AUDITION

Une audition des filières de l'industrie du lait, de la viande, de la chimie, de la conserverie, de la papèterie et le Syndicat des Professionnels du Recyclage En Agriculture (SYPREA).

ANNEXE 2 LETTRE DE SAISINE



2020-SA-0056

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Direction générale
de l'alimentation

MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Direction générale
de la prévention des risques

Paris, le **13 AVR. 2020**

Le directeur général de l'alimentation

Le directeur général
de la prévention des risques

à

Monsieur le directeur général
Agence nationale de sécurité sanitaire de
l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex

Objet : Demande d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration industrielles durant l'épidémie de COVID-19.

Par courrier du 20 mars 2020, nous avons saisi l'Anses sur les risques éventuels liés à l'épandage des boues d'épuration urbaines dans un contexte de leur contamination possible par le virus SARS-CoV-2 (agent de la maladie COVID-19). Dans son avis du 27 mars 2020 (saisine n°2020-SA-0043), qui ne porte que sur les stations d'épuration urbaines, l'Anses recommande de n'épandre les boues obtenues pendant la période épidémique qu'après un traitement considéré hygiénisant au sens de l'arrêté du 8 janvier 1998.

Même si l'avis ne se focalisait que sur les stations urbaines, nous considérons que les recommandations faites s'appliquent également aux stations d'épuration mixte relevant de la rubrique 2752 de la nomenclature des ICPE, lesquelles recevant à la fois des eaux résiduaires industrielles et des eaux résiduaires domestiques.

Certaines industries (abattoirs, industries agro-alimentaires, papeterie, etc) possèdent leur propre station d'épuration d'eaux résiduaires industrielles et relèvent de la rubrique 2750 de la nomenclature des ICPE. Dans la plupart de celles-ci, il n'existe pas de système séparatif 3 voies des eaux (pluviale, vannes et résiduaires), ainsi les eaux-vannes de l'usine, représentant un flux proportionnellement très faible, sont traitées dans la même station d'épuration que les eaux industrielles. Dans la majorité des cas, ces boues sont épandues sans hygiénisation.

Dans ce contexte, nous souhaiterions que l'Agence puisse déterminer, si possible, une proportion du volume d'eaux usées par rapport au volume d'eaux industrielles en dessous de laquelle les boues issues de la station d'épuration industrielle pourraient être épandues sans hygiénisation.

Par ailleurs, certains industriels ont mentionné l'existence de traitements à la soude des effluents industriels et des eaux vannes dans le cadre de la production des boues, permettant d'atteindre des pH élevés, avant de faire l'objet de traitement à l'acide afin de tamponner ces boues. Au regard de l'expérience acquise par l'agence s'agissant du traitement des fumiers et lisiers (notamment dans le cadre des derniers épisodes d'influenza aviaire) pour éviter la propagation des virus par l'épandage des boues, il est attendu que l'Anses puisse identifier les différents traitements possibles permettant de réduire la charge virale à un niveau compatible avec l'épandage de ces boues.

Nous souhaitons recueillir votre avis dans un délai de 3 jours.

Le directeur général
de l'alimentation



Bruno FERREIRA

Le directeur général
de la prévention des risques-



Cédric BOURILLET

ANNEXE 3 DOCUMENTS SOUMIS PAR L'INDUSTRIE

Covid 19 – Epandage des boues provenant des stations d'épuration des industries alimentaires

10/04/2020

1. CONTEXTE

Le 27 mars 2020, l'ANSES a publié un avis relatif à l'épandage des boues des stations de traitement des eaux usées urbaines¹, recommandant de les épandre uniquement après hygiénisation du fait de la présence du Covid 19 dans les selles humaines et du manque de connaissance sur le comportement du virus et du risque de sa propagation.

A la suite de cet avis, une circulaire du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation ainsi que du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a été émise le 2 avril à l'attention des préfets de département concernant la gestion des boues des stations de traitement des eaux usées (STEU) dans le cadre de la continuité des services d'assainissement pendant la crise Covid-19.

Depuis, plusieurs préfetures et DDPP ont contacté certains opérateurs agroalimentaires pour les informer que les épandages de boues non hygiénisées de station d'épuration étaient suspendues sans discernement.

2. TYPOLOGIES DES SITES INDUSTRIELS AGROALIMENTAIRES

Trois configurations d'installations de traitement des effluents existent dans les industries alimentaires :

1. Les sites disposant d'installations traitant uniquement l'effluent industriel

➔ **Ces sites ne traitant pas d'eaux assimilables aux eaux usées urbaines, ils ne sont pas concernés**

2. Les sites disposant d'installations traitant les effluents industriels ainsi que leurs eaux-vannes

Ce cas des sites pour lesquels le flux d'eaux-vannes parmi le flux total d'effluent traité est extrêmement faible.

On l'évalue à 1% en moyenne et 0,5% en proportion de la charge.

3. Les sites disposant d'installations traitant les effluents industriels ainsi que des eaux usées urbaines de la localité.

Selon les données dont nous disposons aujourd'hui, cette typologie correspond à 12 sites pour le secteur laitier et 3 sites pour le secteur de la viande, pour lequel le flux d'eaux usées urbaines représente **un volume d'environ 10% par entreprise**.

Aujourd'hui, pour le secteur de la viande, on estime à 150 000 tonnes restantes à épandre sur la période qui a débuté cette semaine pour 15 jours.

Le secteur laitier produit environ 312 000 m³ de boues. Plus de 90% des sites traitent leurs eaux vannes (soit 260 000 m³). Une petite partie (seulement 12 stations mixtes) traite également les eaux usées de collectivités pour une production de boues de 24 000 m³. Seules 28 000 m³ de boues sont issues de stations traitant uniquement les effluents d'IAA.

¹ ANSES, Saisine n° 2020-SA-0043 relatif à une demande en urgence d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19

3. EVALUATION DES RISQUES

Dans les eaux-vannes des sites agroalimentaires concernés, le risque de présence du virus SRAS-CoV2 est négligeable pour les raisons suivantes :

- **Les mesures préventives sont effectives** sur les sites de transformation : les salariés sont acceptés sur sites si et seulement s'ils ne présentent aucun signe d'infection (déclaration individuelle, prise de température, toux), selon les recommandations de la DGT² et de Santé Publique France. Il en résulte que la population présente ne correspond pas du tout à la population moyenne et que le risque de retrouver le virus dans les eaux-vannes comparativement aux eaux urbaines (hôpitaux...) est extrêmement faible.
- **Les mesures barrière sont en place** sur tous les sites agroalimentaires dans le cadre de leurs plans de continuité d'activité.
- **Le pourcentage d'eaux-vannes** dans les effluents traités est extrêmement faible (moins de 1% en moyenne du volume total des effluents).
- Les effluents industriels agroalimentaire sont composés essentiellement d'eaux de lavage issues des opérations de nettoyage et désinfection dont la variabilité du pH est importante (choc acide / soude – pH de 2 à 12) et les températures élevées (allant jusqu'à 60°C) avant traitement en station. Ils contiennent **des résidus tensio-actifs et des désinfectants** (produits lessiviels, biocides). Ces conditions sont défavorables à la survie ou persistance du virus.

De plus, les boues extraites de ces effluents sont épandues loin des tiers, et, en ce qui concerne le secteur de la viande sur des cultures céréalières et prairies, qui ne sont pas exploitées pendant au moins 3 semaines avant la reprise des activités.

4. LIMITES DES SOLUTIONS PROPOSEES ET ALTERNATIVES

Enjeu de disponibilité pour la mise en œuvre des solutions proposées dans l'avis de l'ANSES :

- Les pratiques d'hygiénisation nécessitent du temps (environ 1 mois) alors que les capacités de stockage des industriels arrivent déjà à saturation
- Les unités mobiles d'hygiénisation sont mobilisées par d'autres sites et nécessitent un temps de réservation (environ 3 mois)
- Pour le chaulage, la disponibilité des équipements de mélange n'est pas assurée
- Le procédé de compostage nécessite l'apport de déchets verts aujourd'hui peu disponible

Des solutions alternatives peuvent être envisagées, notamment par l'adaptation des pratiques d'épandage pour limiter le risque d'exposition :

- Pour réduire ou éliminer toute formation d'aérosol : utiliser des pendillards ou pratiquer l'enfouissement direct ;
- Adapter les horaires d'épandage (tard le soir) pour réduire d'exposition éventuelle de promeneurs à proximité des champs (déjà faible en période de confinement) ;
- Augmenter les distances entre les zones d'épandage et les limites de propriété / habitation (50 à 100 mètres) ;

² Coronavirus-COVID19 - Quelles mesures l'employeur doit-il prendre pour protéger la santé de ses salariés ? <https://travail-emploi.gouv.fr/>

- Le stockage de 15 jours minimum des boues avant l'épandage peut être également une solution à envisager, (cf. publication scientifique sur le virus COVID-19 [Wang 2020](#))

De : [REDACTED]

Envoyé : mercredi 15 avril 2020 18:25

À : [REDACTED]

Objet : épandage de boues de step : retour de France Chimie

Bonjour,

Voici les quelques informations que je peux vous transmettre

Les sites de la chimie les plus importants exploitent eux-mêmes une station d'épuration industrielle ou utilisent une station d'épuration de plateforme industrielle qui ne procèdent pas à l'épandage des boues mais à leur enfouissement ou à leur incinération.

Les sites de la chimie les moins importants bénéficient d'un raccordement à une station urbaine.

Les sites qui exploitent une station industrielle dont les boues sont épandues sont issus du secteur de la nutrition animale ou de l'agroalimentaire : nous avons plusieurs adhérents en commun avec l'Ania. Pour la plupart de ces sites, les eaux vannes sont séparées des eaux de process. Les stations industrielles ne reçoivent donc pas d'eaux sanitaires susceptibles d'être contaminées au covid19.

J'ai toutefois identifié un site qui envisage de séparer ses eaux vannes mais qui procède jusqu'à maintenant, pour ses eaux « en mélange », à l'épandage agricole des boues de sa STEP industrielle après hygiénisation, par chaux vive pour obtenir un pH > à 12.

L'exploitant n'envisage donc pas de traitement supplémentaire pour palier au problème d'une possible contamination au covid19, mais prévoit le retrait des eaux vannes du flux de sa STEP pour les réorienter vers une STEP urbaine.

Il s'agit bien d'une initiative de l'exploitant, afin de pallier au risque de blocage de ses boues sur site qui représentent un tonnage important (le risque étant ainsi considéré par l'exploitant comme important).

Bien à vous,

[REDACTED]

1. Données relatives aux conditions pH des effluents traités par les stations industrielles du secteur laitier

- Les effluents laitiers sont générés lors des étapes de nettoyage. La part des Eaux vannes représentent environ 0,5% (cela dépend du raisonnement soit en volume (un peu supérieur) soit en charge DB05 ou DCO), quant aux coproduits tels que le lactosérum, les quantités qui sont dirigées vers la station d'épuration sont minimales voire nulles car il existe plusieurs filières de valorisation économiques de tels coproduits.
- La matière première laitière se caractérise par sa composition en matière grasse et en protéines. De ce fait, lors du nettoyage des installations, le pouvoir dégraissant est recherché et obtenu grâce à l'utilisation de solutions basiques contenant de la soude. Plusieurs lavages quotidiens sont réalisés dans les différents ateliers. Des lavages acides sont également effectués (détartrage), ce qui génèrent des pics de pH acides mais ils sont beaucoup moins nombreux que les lavages basiques.
- De ce fait, le pH des effluents laitiers, dans lesquels se retrouvent environ 0,5 % d'eaux-vannes, est majoritairement basique. A la fois au niveau des canalisations qui centralisent les effluents, mais aussi en entrée station (cf. donnée A) et également en sortie, même si à un niveau moins élevé (cf. données B). Des précisions sur les quantités de soude et d'acide consommées par des sites laitiers représentatifs du secteur sont également précisées (Données C).

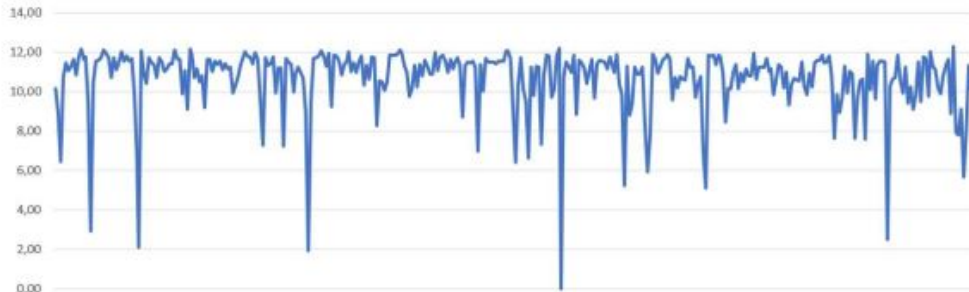
Données A : valeurs de pH en amont de la station et à l'entrée des stations d'épuration

- Les enregistrements de pH présents dans les courbes ci-dessous représentent des suivis réalisés sur des périodes différentes qui sont précisées à chaque fois.

On constate que les pH sont basiques avec des valeurs moyennes relevées généralement supérieures à pH >9, En dehors des courtes périodes de lavages acides, le pH moyen est de 11,5 environ. Plus de détails dans les éléments ci-dessous.

En plus des courbes ci-dessous, des valeurs moyennes mensuelles de pH ont été transmises par d'autres sites laitiers. Elles sont présentées dans les tableaux suivants.

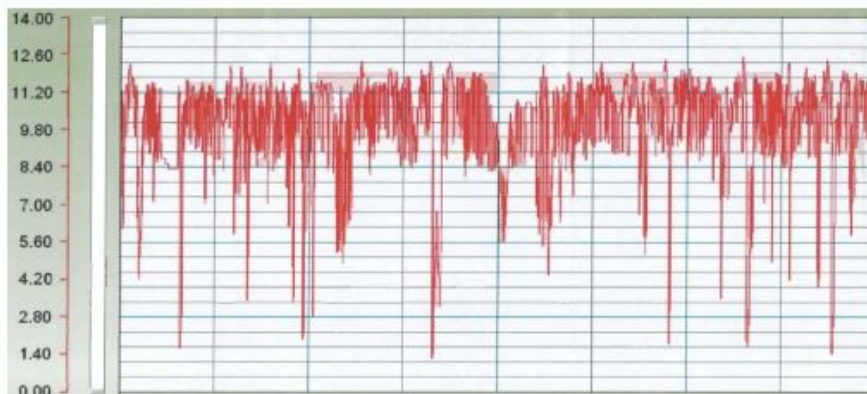
Station du site n° A.1



Relevé journalier pH sortie usine janv-déc 2019

pH moyen 10,7

Station du site n° A.2



Relevé journalier pH entrée step
5 jours consécutifs en mars 2020

Station du site n° A.3

pH entrée step

Moyenne cumulée mensuelle 4 mois 2020 :

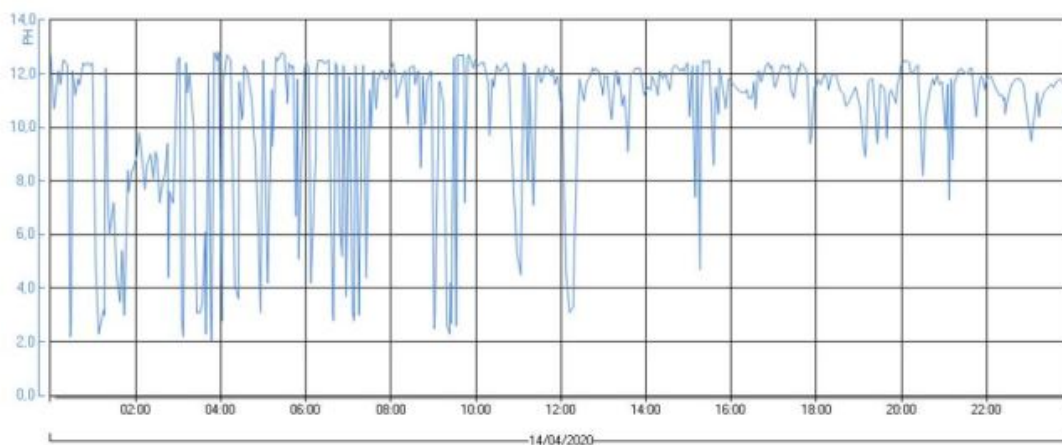
| | |
|----------------|-------------|
| Janvier | 11.8 |
| Février | 11.5 |
| Mars | 11.9 |
| Avril (à date) | 11.5 |

Station du site n° A.4

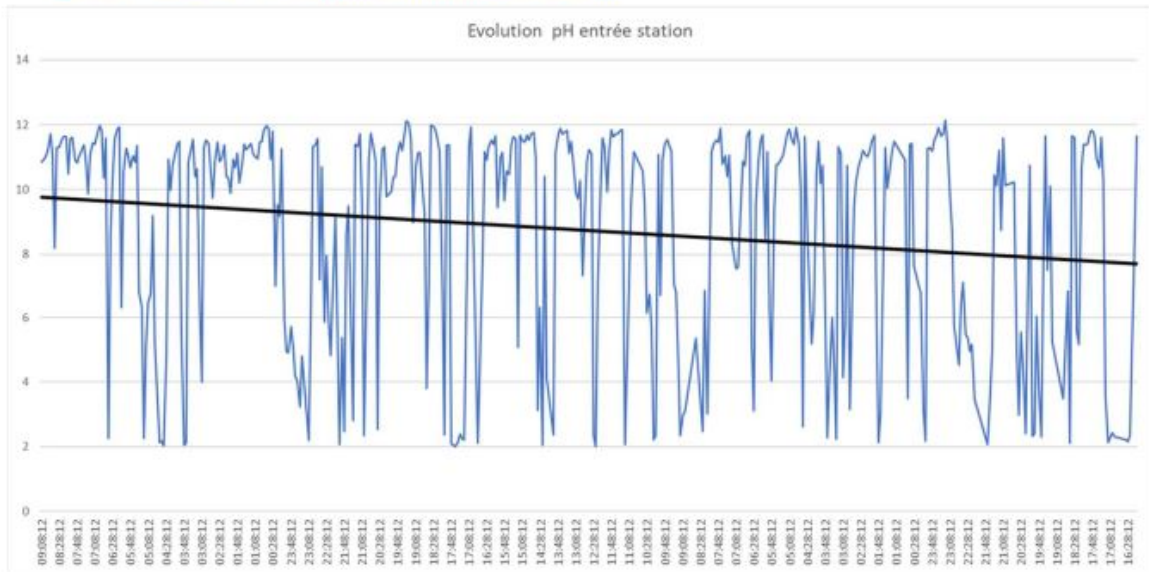
Journée du 14 avril 2020

Valeurs mesurées / tendance
Nom de l'appareil: STATION EPURATION PH (Unit 1) (Numéro de série P2047504428)
Période: 14/04/2020 00:00:00 à 15/04/2020 00:00:00

15/04/2020 09:53:43



Station du site n° A.5 (déjà transmis vendredi)



Station du site n° A.6



Suivi journalier pH entrée STEP (échantillon moyen 24h) janv-avril 2020

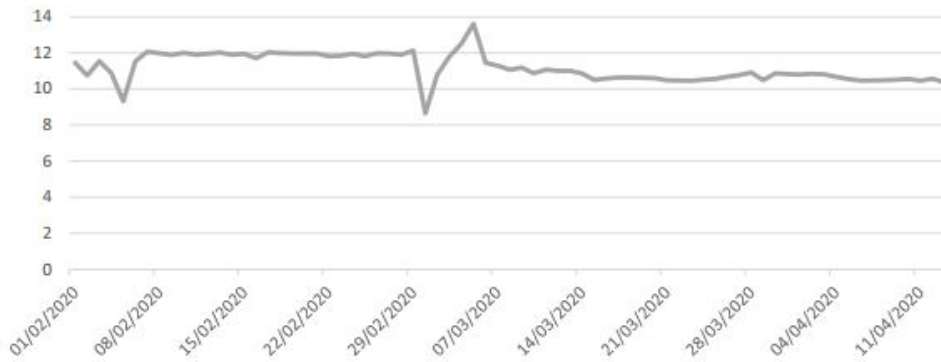
pH moyen 10,2

Station du site n° A.7

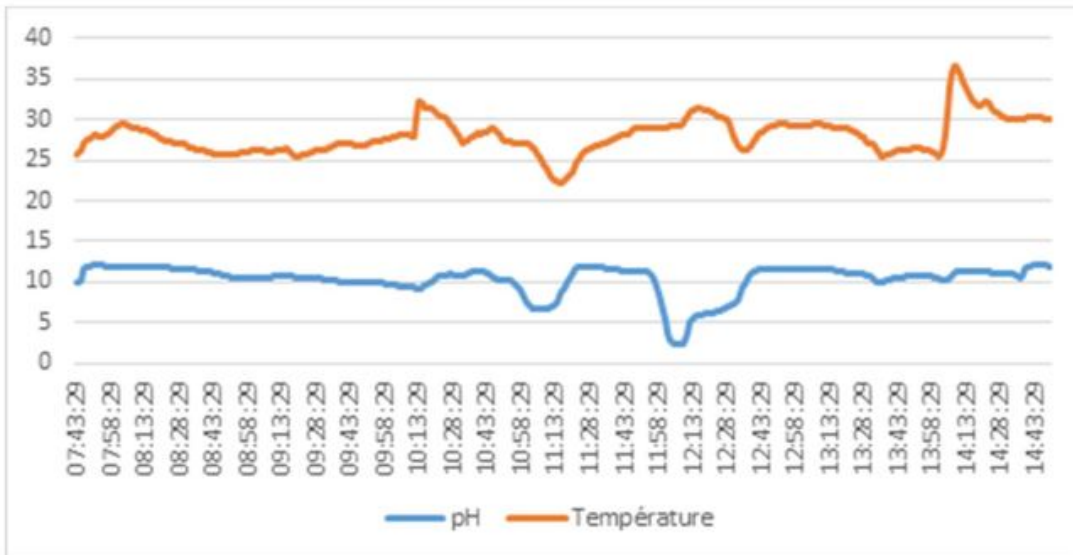


Relevé journalier pH effluents sortie usine janv-avril2020
pH moyen 9,7

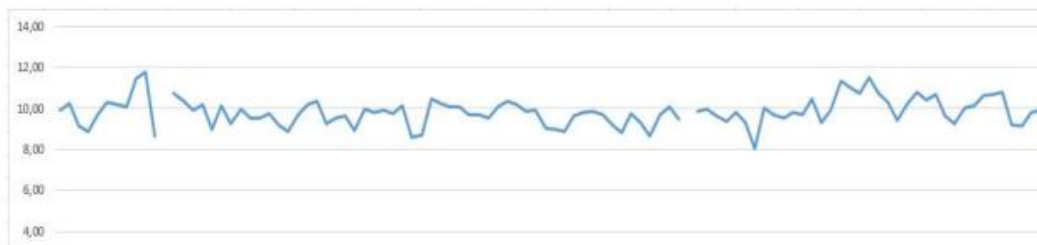
Station du site n° A.8 : pH sortie bassin tampon = entrée station d'épuration



Station du site n° A.9



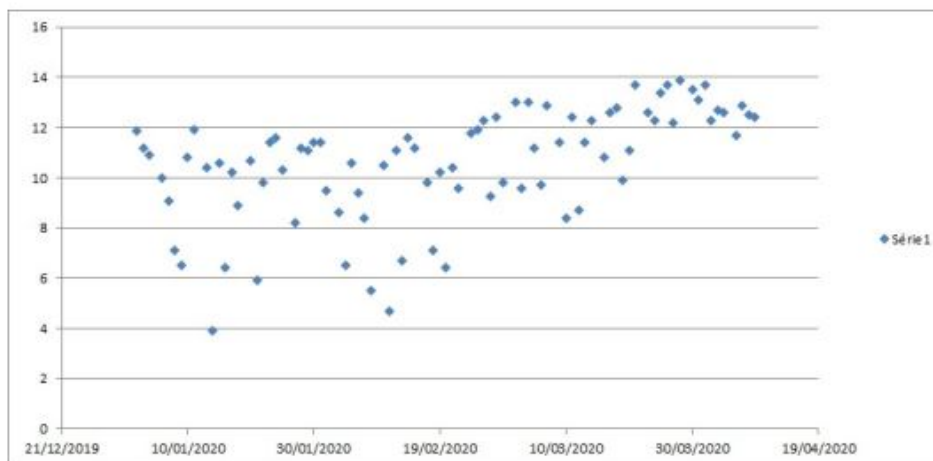
Station du site n° A.10



Relevé journalier pH entrée STEP (échantillon moyen) janv-avril 2020

pH moyen 9,8

Station du site n° A.11



Station du site n° A.12, 13 et 14

| Moyennes | Mois | Ph entrée STEP | Température | Epandage | | |
|----------|----------------------------|----------------|------------------------------------|----------------------------|-------------|---|
| | | | Entrée STEP | Enfouissement | Pendillard | Pulvérisation |
| site 1 | Janv | 12 | 27.4 | | | |
| | FEV | 11.8 | 24.4 | | | |
| | MARS | 11.8 | 27.4 | | | |
| | AVR | 11.7 | 27.8 | | | |
| site 2 | Depuis le début de l'année | 9,6 | 30,5 | 95% | 5% | |
| site 3 | Depuis le début de l'année | 11 | de 20 à 50 *, pas d'enregistrement | non pratiqué mais possible | Majoritaire | lorsque les boues sont trop concentrées |

Station du site n° A.15 valeurs journalières, entrée STEP sur 3 ans

| PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE |
|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|
| 12.23 | 08/06/2019 | 11.9 | 11/07/2019 | 12.11 | 15/08/2019 | 12.15 | 18/09/2019 | 12.13 | 24/10/2019 | 12.07 | 28/11/2019 | 12.09 | 02/01/2020 | 12.09 | 02/01/2020 | 12.09 | 02/01/2020 |
| 12.06 | 07/06/2019 | 12.07 | 13/07/2019 | 12.23 | 16/08/2019 | 12.17 | 20/09/2019 | 12.36 | 26/10/2019 | 9.72 | 29/11/2019 | 12.02 | 03/01/2020 | 12.43 | 03/01/2020 | 12.43 | 03/01/2020 |
| 12.01 | 06/06/2019 | 12.3 | 13/07/2019 | 12.14 | 17/08/2019 | 12.16 | 21/09/2019 | 12.28 | 26/10/2019 | 11.97 | 30/11/2019 | 12.07 | 04/01/2020 | 12.24 | 04/01/2020 | 12.24 | 04/01/2020 |
| 12.12 | 08/06/2019 | 11.94 | 14/07/2019 | 12.29 | 18/08/2019 | 12.14 | 22/09/2019 | 12.3 | 27/10/2019 | 12.21 | 01/12/2019 | 12.15 | 05/01/2020 | 12.49 | 05/01/2020 | 12.49 | 05/01/2020 |
| 12.17 | 10/06/2019 | 12.24 | 16/07/2019 | 12.16 | 19/08/2019 | 12.13 | 23/09/2019 | 12.3 | 28/10/2019 | 12.17 | 02/12/2019 | 12.36 | 06/01/2020 | 12.92 | 06/01/2020 | 12.92 | 06/01/2020 |
| 11.97 | 11/06/2019 | 12.42 | 16/07/2019 | 12.02 | 20/08/2019 | 12.1 | 24/09/2019 | 12.19 | 29/10/2019 | 12.09 | 03/12/2019 | 12.11 | 07/01/2020 | 12.47 | 07/01/2020 | 12.47 | 07/01/2020 |
| 11.96 | 12/06/2019 | 12.16 | 17/07/2019 | 12.34 | 21/08/2019 | 12.23 | 25/09/2019 | 12.26 | 30/10/2019 | 12.26 | 04/12/2019 | 12.07 | 08/01/2020 | 12.47 | 08/01/2020 | 12.47 | 08/01/2020 |
| 12.26 | 13/06/2019 | 12.3 | 18/07/2019 | 8.64 | 22/08/2019 | 12.21 | 26/09/2019 | 12.19 | 31/10/2019 | 12.18 | 05/12/2019 | 12.17 | 09/01/2020 | 12.27 | 09/01/2020 | 12.27 | 09/01/2020 |
| 12.03 | 14/06/2019 | 12.49 | 19/07/2019 | 0 | 23/08/2019 | 12.05 | 27/09/2019 | 12.11 | 01/11/2019 | 12.35 | 06/12/2019 | 12.27 | 10/01/2020 | 12.33 | 10/01/2020 | 12.33 | 10/01/2020 |
| 11.73 | 15/06/2019 | 12.46 | 20/07/2019 | 0 | 24/08/2019 | 12.17 | 28/09/2019 | 12.23 | 02/11/2019 | 12.07 | 07/12/2019 | 12.36 | 11/01/2020 | 14.4 | 11/01/2020 | 14.4 | 11/01/2020 |
| 11.72 | 16/06/2019 | 12.36 | 21/07/2019 | 0 | 25/08/2019 | 12.19 | 29/09/2019 | 12.3 | 03/11/2019 | 12.33 | 08/12/2019 | 11.91 | 13/01/2020 | 12.3 | 13/01/2020 | 12.3 | 13/01/2020 |
| 12.11 | 17/06/2019 | 11.9 | 22/07/2019 | 0 | 26/08/2019 | 12.36 | 30/09/2019 | 12.15 | 04/11/2019 | 12.35 | 09/12/2019 | 12.39 | 14/01/2020 | 12.1 | 14/01/2020 | 12.1 | 14/01/2020 |
| 12.12 | 18/06/2019 | 12.09 | 23/07/2019 | 0 | 27/08/2019 | 12.07 | 02/10/2019 | 12.1 | 05/11/2019 | 11.89 | 11/12/2019 | 12.13 | 15/01/2020 | 12.13 | 15/01/2020 | 12.13 | 15/01/2020 |
| 12.01 | 19/06/2019 | 12.49 | 24/07/2019 | 12.1 | 28/08/2019 | 12.06 | 01/09/2019 | 12.11 | 07/11/2019 | 11.96 | 11/12/2019 | 12.07 | 15/01/2020 | 12.1 | 15/01/2020 | 12.1 | 15/01/2020 |
| 12.01 | 20/06/2019 | 11.9 | 25/07/2019 | 11.9 | 29/08/2019 | 12.06 | 02/09/2019 | 12.05 | 08/11/2019 | 12.07 | 13/12/2019 | 12.07 | 17/01/2020 | 12.1 | 17/01/2020 | 12.1 | 17/01/2020 |
| 12 | 21/06/2019 | 12.35 | 26/07/2019 | 12.17 | 30/08/2019 | 12.43 | 04/10/2019 | 12.43 | 09/11/2019 | 11.99 | 14/12/2019 | 12.35 | 18/01/2020 | 12.35 | 18/01/2020 | 12.35 | 18/01/2020 |
| 11.7 | 22/06/2019 | 12.39 | 27/07/2019 | 12.12 | 31/08/2019 | 12.34 | 05/10/2019 | 12.02 | 09/11/2019 | 12.02 | 14/12/2019 | 12.02 | 19/01/2020 | 12.02 | 19/01/2020 | 12.02 | 19/01/2020 |
| 12.11 | 23/06/2019 | 12.27 | 28/07/2019 | 12.13 | 01/09/2019 | 12.33 | 06/10/2019 | 12.44 | 10/11/2019 | 12.43 | 15/12/2019 | 12.36 | 20/01/2020 | 12.36 | 20/01/2020 | 12.36 | 20/01/2020 |
| 12.06 | 24/06/2019 | 12.1 | 29/07/2019 | 12.23 | 02/09/2019 | 12.45 | 07/10/2019 | 12.53 | 11/11/2019 | 12.53 | 16/12/2019 | 12.56 | 21/01/2020 | 12.56 | 21/01/2020 | 12.56 | 21/01/2020 |
| 12.16 | 25/06/2019 | 12.12 | 30/07/2019 | 12.08 | 03/09/2019 | 12.17 | 08/10/2019 | 12.12 | 12/11/2019 | 12.49 | 17/12/2019 | 12.16 | 22/01/2020 | 12.16 | 22/01/2020 | 12.16 | 22/01/2020 |
| 12.16 | 26/06/2019 | 12.09 | 31/07/2019 | 12.41 | 04/09/2019 | 12.13 | 09/10/2019 | 12.12 | 13/11/2019 | 12.42 | 18/12/2019 | 12.03 | 23/01/2020 | 12.03 | 23/01/2020 | 12.03 | 23/01/2020 |
| 8.95 | 27/06/2019 | 11.86 | 01/08/2019 | 12.46 | 05/09/2019 | 11.89 | 10/10/2019 | 12.28 | 14/11/2019 | 12.35 | 19/12/2019 | 12.22 | 24/01/2020 | 12.12 | 24/01/2020 | 12.12 | 24/01/2020 |
| 12.2 | 28/06/2019 | 12.35 | 02/08/2019 | 12 | 06/09/2019 | 12.36 | 11/10/2019 | 12.27 | 15/11/2019 | 12.22 | 20/12/2019 | 12.16 | 25/01/2020 | 12.16 | 25/01/2020 | 12.16 | 25/01/2020 |
| 12.04 | 29/06/2019 | 12.21 | 03/08/2019 | 0 | 07/09/2019 | 12.01 | 14/10/2019 | 12.24 | 18/11/2019 | 12.12 | 23/12/2019 | 12.17 | 26/01/2020 | 12.17 | 26/01/2020 | 12.17 | 26/01/2020 |
| 11.32 | 30/06/2019 | 12.33 | 04/08/2019 | 12.26 | 08/09/2019 | 12.45 | 13/10/2019 | 12.35 | 17/11/2019 | 12.22 | 21/12/2019 | 12.03 | 27/01/2020 | 12.03 | 27/01/2020 | 12.03 | 27/01/2020 |
| 11.99 | 01/07/2019 | 12.04 | 05/08/2019 | 12.01 | 09/09/2019 | 12.01 | 14/10/2019 | 12.02 | 18/11/2019 | 12.12 | 23/12/2019 | 12.16 | 28/01/2020 | 12.16 | 28/01/2020 | 12.16 | 28/01/2020 |
| 11.86 | 02/07/2019 | 12.01 | 06/08/2019 | 12.12 | 10/09/2019 | 12.16 | 15/10/2019 | 12.02 | 19/11/2019 | 12.19 | 24/12/2019 | 11.96 | 29/01/2020 | 11.96 | 29/01/2020 | 11.96 | 29/01/2020 |
| 11.99 | 03/07/2019 | 12.29 | 07/08/2019 | 12.01 | 11/09/2019 | 12.09 | 16/10/2019 | 12.37 | 20/11/2019 | 12.15 | 25/12/2019 | 12.26 | 30/01/2020 | 12.26 | 30/01/2020 | 12.26 | 30/01/2020 |
| 11.87 | 04/07/2019 | 12.59 | 08/09/2019 | 11.67 | 12/09/2019 | 12.21 | 17/10/2019 | 12.57 | 21/11/2019 | 12.16 | 26/12/2019 | 12.16 | 31/01/2020 | 12.16 | 31/01/2020 | 12.16 | 31/01/2020 |
| 12.35 | 05/07/2019 | 10.84 | 09/08/2019 | 12.11 | 13/09/2019 | 12.24 | 18/10/2019 | 11.25 | 22/11/2019 | 12.09 | 27/12/2019 | 12.05 | 31/01/2020 | 12.05 | 31/01/2020 | 12.05 | 31/01/2020 |
| 12.25 | 07/07/2019 | 9.82 | 10/08/2019 | 12.32 | 14/09/2019 | 12.28 | 19/10/2019 | 11.86 | 23/11/2019 | 12.06 | 28/12/2019 | 12.05 | 30/01/2020 | 12.05 | 30/01/2020 | 12.05 | 30/01/2020 |
| 12.34 | 08/07/2019 | 12.53 | 11/08/2019 | 12.53 | 15/09/2019 | 12.29 | 20/10/2019 | 12.89 | 24/11/2019 | 11.95 | 29/12/2019 | 12.73 | 29/01/2020 | 12.73 | 29/01/2020 | 12.73 | 29/01/2020 |
| 12.06 | 09/07/2019 | 11.86 | 12/08/2019 | 12.22 | 16/09/2019 | 12.13 | 21/10/2019 | 12.38 | 25/11/2019 | 12.03 | 30/12/2019 | 12.53 | 30/01/2020 | 12.53 | 30/01/2020 | 12.53 | 30/01/2020 |
| 12.06 | 10/07/2019 | 12.16 | 13/08/2019 | 12.11 | 17/09/2019 | 12.3 | 22/10/2019 | 12.7 | 26/11/2019 | 12.05 | 31/12/2019 | 11.83 | 31/01/2020 | 11.83 | 31/01/2020 | 11.83 | 31/01/2020 |
| 12.86 | 10/07/2019 | 12.03 | 14/08/2019 | 11.86 | 18/09/2019 | 12.26 | 23/10/2019 | 12.15 | 27/11/2019 | 12.2 | 01/01/2020 | 12.5 | 01/01/2020 | 12.5 | 01/01/2020 | 12.5 | 01/01/2020 |

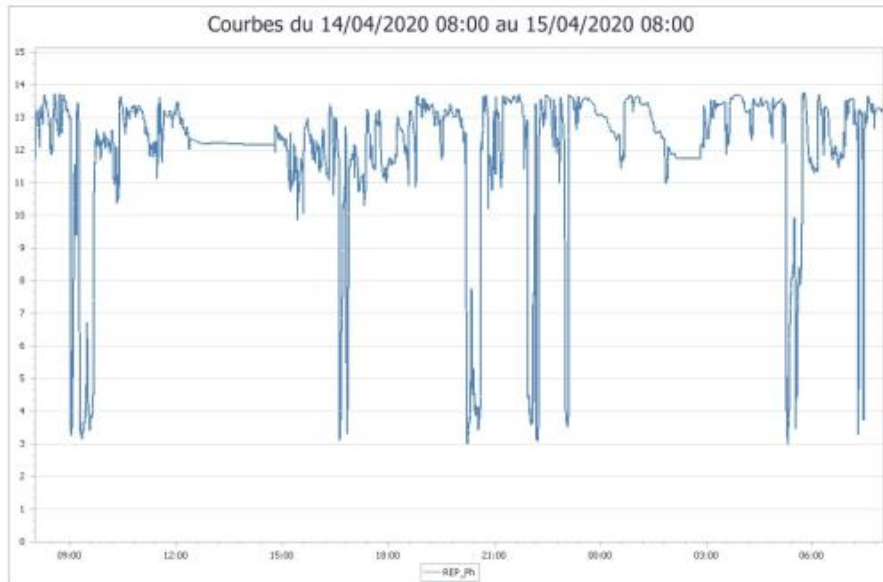
Station du site n° A.15 valeurs journalières, entrée STEP sur 3 ans

| DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------|----|------|----|
| 14/09/2017 | 12,35 | 19/10/2017 | 12,38 | 23/11/2017 | 12,07 | 29/12/2017 | 12,02 | 01/02/2018 | 11,58 | 09/03/2018 | 12,15 | 12/04/2018 | 12,05 | 17/05/2018 | 12,28 | | | | |
| 15/09/2017 | 12,13 | 20/10/2017 | 12,17 | 29/11/2017 | 12,15 | 29/12/2017 | 11,59 | 02/02/2018 | 12,57 | 09/03/2018 | 11,95 | 13/04/2018 | 11,85 | 18/05/2018 | 12,1 | | | | |
| 16/09/2017 | 11,73 | 21/10/2017 | 12,15 | 29/11/2017 | 12,13 | 30/12/2017 | 11,78 | 03/02/2018 | 12,16 | 10/03/2018 | 11,81 | 14/04/2018 | 12,25 | 19/05/2018 | 11,91 | | | | |
| 17/09/2017 | 0 | 22/10/2017 | 12,05 | 29/11/2017 | 12,11 | 31/12/2017 | 11,85 | 04/02/2018 | 12,32 | 13/03/2018 | 12,05 | 15/04/2018 | 11,82 | 20/05/2018 | 11,81 | | | | |
| 18/09/2017 | 12,23 | 23/10/2017 | 11,02 | 27/11/2017 | 11,91 | 01/01/2018 | 11,78 | 06/02/2018 | 12,09 | 13/03/2018 | 11,95 | 17/04/2018 | 11,67 | 21/05/2018 | 11,82 | | | | |
| 19/09/2017 | 12,53 | 24/10/2017 | 11,61 | 28/11/2017 | 12,27 | 02/01/2018 | 0 | 08/02/2018 | 12,09 | 13/03/2018 | 11,95 | 17/04/2018 | 11,67 | 21/05/2018 | 11,82 | | | | |
| 20/09/2017 | 11,46 | 25/10/2017 | 11,92 | 29/11/2017 | 11,91 | 03/01/2018 | 0 | 07/02/2018 | 12,09 | 14/03/2018 | 12,39 | 18/04/2018 | 12 | 22/05/2018 | 11,85 | | | | |
| 21/09/2017 | 12,07 | 29/10/2017 | 11,89 | 30/11/2017 | 11,89 | 04/01/2018 | 11,7 | 08/02/2018 | 11,86 | 19/03/2018 | 12,05 | 20/04/2018 | 12,14 | 24/05/2018 | 11,91 | | | | |
| 22/09/2017 | 12,01 | 27/10/2017 | 12,5 | 01/12/2017 | 12,24 | 05/01/2018 | 0 | 09/02/2018 | 11,86 | 19/03/2018 | 12,05 | 20/04/2018 | 12,14 | 24/05/2018 | 11,91 | | | | |
| 23/09/2017 | 12,17 | 29/10/2017 | 12,24 | 02/12/2017 | 12,18 | 06/01/2018 | 0 | 10/02/2018 | 12,15 | 17/03/2018 | 11,82 | 21/04/2018 | 12,13 | 24/05/2018 | 11,89 | | | | |
| 24/09/2017 | 12,26 | 29/10/2017 | 11,87 | 04/12/2017 | 11,8 | 07/01/2018 | 0 | 11/02/2018 | 11,95 | 19/03/2018 | 12,15 | 22/04/2018 | 11,74 | 27/05/2018 | 12 | | | | |
| 25/09/2017 | 12,07 | 30/10/2017 | 12,35 | 04/12/2017 | 12,23 | 08/01/2018 | 0 | 12/02/2018 | 12,53 | 19/03/2018 | 12,05 | 23/04/2018 | 12,02 | 28/05/2018 | 12,01 | | | | |
| 26/09/2017 | 12,1 | 31/10/2017 | 11,88 | 06/12/2017 | 11,79 | 09/01/2018 | 0 | 13/02/2018 | 12,56 | 20/03/2018 | 11,9 | 24/04/2018 | 12,07 | 29/05/2018 | 12,28 | | | | |
| 27/09/2017 | 12,26 | 01/11/2017 | 11,89 | 06/12/2017 | 12,18 | 10/01/2018 | 0 | 14/02/2018 | 12,0 | 21/03/2018 | 11,83 | 25/04/2018 | 12,29 | 30/05/2018 | 12,39 | | | | |
| 28/09/2017 | 12,01 | 03/11/2017 | 12,2 | 07/12/2017 | 11,92 | 11/01/2018 | 0 | 15/02/2018 | 12 | 22/03/2018 | 12,17 | 26/04/2018 | 12,01 | 31/05/2018 | 12,2 | | | | |
| 29/09/2017 | 11,88 | 03/11/2017 | 12,01 | 08/12/2017 | 12,66 | 12/01/2018 | 11,99 | 16/02/2018 | 11,89 | 23/03/2018 | 11,99 | 27/04/2018 | 11,95 | 01/06/2018 | 12,05 | | | | |
| 30/09/2017 | 12,21 | 04/11/2017 | 12,76 | 09/12/2017 | 12,76 | 13/01/2018 | 11,91 | 17/02/2018 | 12,04 | 24/03/2018 | 12,26 | 28/04/2018 | 12,09 | 02/06/2018 | 12,07 | | | | |
| 01/10/2017 | 12,36 | 05/11/2017 | 12,19 | 10/12/2017 | 12,1 | 14/01/2018 | 11,85 | 18/02/2018 | 12,07 | 25/03/2018 | 12,31 | 29/04/2018 | 12,07 | 03/06/2018 | 12,15 | | | | |
| 02/10/2017 | 12,19 | 09/11/2017 | 12,5 | 11/12/2017 | 11,97 | 15/01/2018 | 11,85 | 19/02/2018 | 11,92 | 29/03/2018 | 11,91 | 30/04/2018 | 11,81 | 04/06/2018 | 12,05 | | | | |
| 03/10/2017 | 12,17 | 07/11/2017 | 12,1 | 12/12/2017 | 11,99 | 16/01/2018 | 12,08 | 20/02/2018 | 11,79 | 27/03/2018 | 12,14 | 01/05/2018 | 11,88 | 05/06/2018 | 11,98 | | | | |
| 04/10/2017 | 11,99 | 08/11/2017 | 11,81 | 13/12/2017 | 11,8 | 17/01/2018 | 12,08 | 21/02/2018 | 12,82 | 28/03/2018 | 12,21 | 02/05/2018 | 11,88 | 06/06/2018 | 11,98 | | | | |
| 05/10/2017 | 11,61 | 09/11/2017 | 11,87 | 14/12/2017 | 12,39 | 18/01/2018 | 12,08 | 22/02/2018 | 12,15 | 29/03/2018 | 12,21 | 03/05/2018 | 12,04 | 07/06/2018 | 12,29 | | | | |
| 06/10/2017 | 11,96 | 10/11/2017 | 12,1 | 15/12/2017 | 11,85 | 19/01/2018 | 12,2 | 23/02/2018 | 12,15 | 30/03/2018 | 12,14 | 04/05/2018 | 12,16 | 08/06/2018 | 11,96 | | | | |
| 07/10/2017 | 11,91 | 11/11/2017 | 12,19 | 16/12/2017 | 12,05 | 20/01/2018 | 11,85 | 24/02/2018 | 12,19 | 31/03/2018 | 12,32 | 05/05/2018 | 11,97 | 09/06/2018 | 12,17 | | | | |
| 08/10/2017 | 12,43 | 12/11/2017 | 12,27 | 17/12/2017 | 12,14 | 21/01/2018 | 11,89 | 25/02/2018 | 12,1 | 01/04/2018 | 12,21 | 06/05/2018 | 12,08 | 10/06/2018 | 12,11 | | | | |
| 09/10/2017 | 12,22 | 13/11/2017 | 11,18 | 18/12/2017 | 12 | 22/01/2018 | 11,89 | 26/02/2018 | 11,76 | 02/04/2018 | 12,29 | 07/05/2018 | 11,77 | 11/06/2018 | 12,11 | | | | |
| 10/10/2017 | 12,44 | 14/11/2017 | 12,13 | 19/12/2017 | 11,76 | 23/01/2018 | 11,81 | 27/02/2018 | 12,27 | 03/04/2018 | 12,45 | 08/05/2018 | 11,54 | 12/06/2018 | 12,03 | | | | |
| 11/10/2017 | 12,32 | 15/11/2017 | 11,81 | 20/12/2017 | 12,14 | 24/01/2018 | 11,92 | 28/02/2018 | 12,16 | 04/04/2018 | 12,21 | 09/05/2018 | 12,21 | 13/06/2018 | 12,03 | | | | |
| 12/10/2017 | 12,13 | 16/11/2017 | 11,82 | 21/12/2017 | 12,09 | 25/01/2018 | 12,16 | 01/03/2018 | 12,17 | 05/04/2018 | 12,17 | 10/05/2018 | 12,23 | 14/06/2018 | 12,17 | | | | |
| 13/10/2017 | 12,02 | 17/11/2017 | 12,42 | 22/12/2017 | 11,54 | 26/01/2018 | 11,91 | 02/03/2018 | 12,29 | 07/04/2018 | 12,05 | 12/05/2018 | 11,87 | 15/06/2018 | 11,98 | | | | |
| 14/10/2017 | 11,51 | 18/11/2017 | 12,34 | 23/12/2017 | 11,54 | 27/01/2018 | 12,22 | 03/03/2018 | 12,01 | 08/04/2018 | 12,05 | 13/05/2018 | 12,04 | 16/06/2018 | 12,14 | | | | |
| 15/10/2017 | 11,88 | 19/11/2017 | 12,58 | 24/12/2017 | 11,85 | 28/01/2018 | 12,01 | 04/03/2018 | 12,05 | 09/04/2018 | 12,1 | 14/05/2018 | 11,73 | 17/06/2018 | 12,23 | | | | |
| 16/10/2017 | 11,25 | 20/11/2017 | 11,96 | 25/12/2017 | 11,68 | 29/01/2018 | 12,38 | 05/03/2018 | 12,08 | 10/04/2018 | 12,31 | 15/05/2018 | 12,06 | 18/06/2018 | 12,01 | | | | |
| 17/10/2017 | 12,11 | 21/11/2017 | 12,51 | 26/12/2017 | 11,64 | 30/01/2018 | 12,05 | 06/03/2018 | 12,01 | 11/04/2018 | 12,07 | 16/05/2018 | 12,23 | 19/06/2018 | 11,95 | | | | |
| 18/10/2017 | 12,5 | 22/11/2017 | 12,05 | 27/12/2017 | 12,05 | 31/01/2018 | 12,21 | 07/03/2018 | 12,01 | 12/04/2018 | 12,07 | 16/05/2018 | 12,23 | 20/06/2018 | 11,95 | | | | |

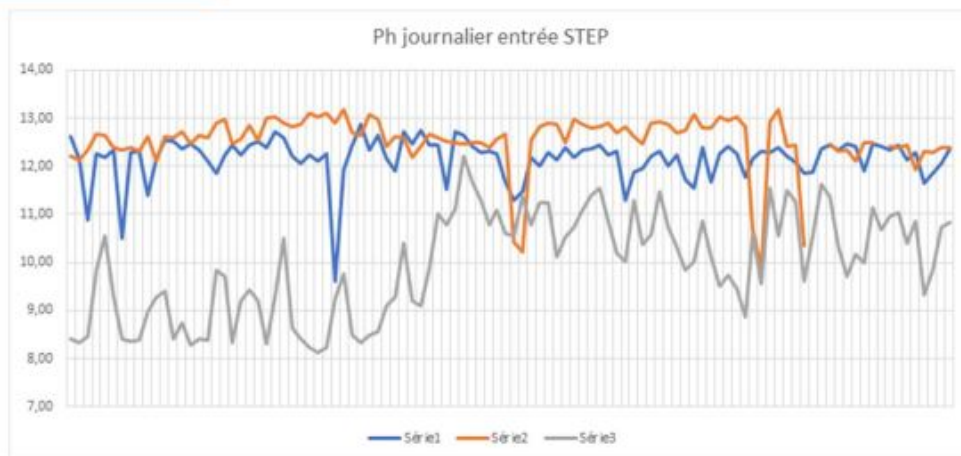
Station du site n° A.15 valeurs journalières, entrée STEP sur 3 ans

| DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH | DATE | PH |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| 01/01/2017 | 12,2 | 06/02/2017 | 0 | 23/03/2017 | 12,05 | 27/04/2017 | 12,45 | 01/06/2017 | 11,35 | 06/07/2017 | 11,97 | 10/08/2017 | 11,76 |
| 02/01/2017 | 12,32 | 06/02/2017 | 11,75 | 24/03/2017 | 12,02 | 28/04/2017 | 12,07 | 02/06/2017 | 12,29 | 07/07/2017 | 11,93 | 11/08/2017 | 11,95 |
| 03/01/2017 | 11,95 | 07/02/2017 | 11,95 | 25/03/2017 | 12,29 | 29/04/2017 | 12,02 | 03/06/2017 | 12,49 | 08/07/2017 | 12,23 | 12/08/2017 | 12,08 |
| 04/01/2017 | 11,98 | 08/02/2017 | 12,12 | 26/03/2017 | 12,05 | 30/04/2017 | 11,87 | 04/06/2017 | 12,37 | 09/07/2017 | 12,44 | 13/08/2017 | 12,04 |
| 05/01/2017 | 12,38 | 09/02/2017 | 11,47 | 27/03/2017 | 11,88 | 01/05/2017 | 11,75 | 05/06/2017 | 12,16 | 10/07/2017 | 11,6 | 14/08/2017 | 11,83 |
| 06/01/2017 | 12,23 | 10/02/2017 | 12,24 | 28/03/2017 | 11,99 | 02/05/2017 | 11,92 | 06/06/2017 | 11,87 | 11/07/2017 | 12,14 | 15/08/2017 | 12,01 |
| 07/01/2017 | 12,44 | 11/02/2017 | 12,05 | 29/03/2017 | 11,83 | 03/05/2017 | 11,94 | 07/06/2017 | 11,35 | 12/07/2017 | 11,54 | 16/08/2017 | 12,44 |
| 08/01/2017 | 12,47 | 12/02/2017 | 11,71 | 30/03/2017 | 12,19 | 04/05/2017 | 11,82 | 08/06/2017 | 11,68 | 13/07/2017 | 11,78 | 17/08/2017 | 12,07 |
| 09/01/2017 | 12,14 | 13/02/2017 | 12,41 | 31/03/2017 | 12,3 | 05/05/2017 | 12,44 | 09/06/2017 | 12,32 | 14/07/2017 | 12,18 | 18/08/2017 | 11,8 |
| 10/01/2017 | 12,3 | 14/02/2017 | 12,67 | 01/04/2017 | 12,3 | 06/05/2017 | 11,73 | 10/06/2017 | 12,21 | 15/07/2017 | 12,12 | 19/08/2017 | 11,99 |
| 11/01/2017 | 12,45 | 15/02/2017 | 12,18 | 02/04/2017 | 12,27 | 07/05/2017 | 12,87 | 11/06/2017 | 12,05 | 16/07/2017 | 11,89 | 20/08/2017 | 11,6 |
| 12/01/2017 | 12 | 16/02/2017 | 12,06 | 03/04/2017 | 12,03 | 08/05/2017 | 0 | 12/06/2017 | 12,08 | 17/07/2017 | 11,96 | 21/08/2017 | 11,89 |
| 13/01/2017 | 12,7 | 17/02/2017 | 12,22 | 04/04/2017 | 12,11 | 09/05/2017 | 11,31 | 13/06/2017 | 12,61 | 18/07/2017 | 12,06 | 22/08/2017 | 11,82 |
| 14/01/2017 | 12,41 | 18/02/2017 | 11,48 | 05/04/2017 | 11,74 | 10/05/2017 | 12,17 | 14/06/2017 | 12,26 | 19/07/2017 | 11,87 | 23/08/2017 | 11,83 |
| 15/01/2017 | 12,03 | 19/02/2017 | 12,22 | 06/04/2017 | 11,95 | 11/05/2017 | 12,57 | 15/06/2017 | 12,04 | 20/07/2017 | 12,29 | 24/08/2017 | 12,36 |
| 16/01/2017 | 12,06 | 20/02/2017 | 12,3 | 07/04/2017 | 12,16 | 12/05/2017 | 11,99 | 16/06/2017 | 12,16 | 21/07/2017 | 12,2 | 25/08/2017 | 12,05 |
| 17/01/2017 | 12,11 | 21/02/2017 | 12,06 | 08/04/2017 | 12,19 | 13/05/2017 | 12,6 | 17/06/2017 | 12 | 22/07/2017 | 12,34 | 26/08/2017 | 12,07 |
| 18/01/2017 | 12,13 | 22/02/2017 | 12,02 | 09/04/2017 | 11,95 | 14/05/2017 | 12,06 | 18/06/2017 | 12,04 | 23/07/2017 | 12,38 | 27/08/2017 | 12,06 |
| 19/01/2017 | 12,25 | 23/02/2017 | 12,2 | 10/04/2017 | 12,32 | 15/05/2017 | 12,41 | 19/06/2017 | 12,09 | 24/07/2017 | 11,99 | 28/08/2017 | 0 |
| 20/01/2017 | 12,08 | 24/02/2017 | 11,99 | 11/04/2017 | 11,94 | 16/05/2017 | 11,79 | 20/06/2017 | 12,23 | 25/07/2017 | 12,17 | 29/08/2017 | 12,09 |
| 21/01/2017 | 11,36 | 25/02/2017 | 12,22 | 12/04/2017 | 12,08 | 17/05/2017 | 11,24 | 21/06/2017 | 12,16 | 26/07/2017 | 12,08 | 30/08/2017 | 12,15 |
| 22/01/2017 | 12,1 | 26/02/2017 | 12,26 | 13/04/2017 | 11,84 | 18/05/2017 | 12,15 | 22/06/2017 | 11,87 | 27/07/2017 | 11,65 | 31/08/2017 | 12,01 |
| 23/01/2017 | 12,24 | 27/02/2017 | 12,18 | 14/04/2017 | 12,61 | 19/05/2017 | 12,65 | 23/06/2017 | 11,72 | 28/07/2017 | 12,02 | 01/09/2017 | 12,03 |
| 24/01/2017 | 12,55 | 28/02/2017 | 11,88 | 15/04/2017 | 12,43 | 20/05/2017 | 12,24 | 24/06/2017 | 12,16 | 29/07/2017 | 12,39 | 02/09/2017 | 12,06 |
| 25/01/2017 | 11,8 | 01/03/2017 | 11,42 | 16/04/2017 | 12,34 | 21/05/2017 | 12,22 | 25/06/2017 | 11,65 | 30/07/2017 | 11,48 | 03/09/2017 | 11,97 |
| 26/01/2017 | 12,3 | 02/03/2017 | 12,1 | 17/04/2017 | 12,14 | 22/05/2017 | 11,79 | 26/06/2017 | 12,04 | 31/07/2017 | 11,82 | 04/09/2017 | 12,12 |
| 27/01/2017 | 12,1 | 03/03/2017 | 12,17 | 18/04/2017 | 12,37 | 23/05/2017 | 11,98 | 27/06/2017 | 12,14 | 01/08/2017 | 11,81 | 05/09/2017 | 11,47 |
| 28/01/2017 | 12,02 | 04/03/2017 | 12,46 | 19/04/2017 | 12,47 | 24/05/2017 | 11,98 | 28/06/2017 | 11,86 | 02/08/2017 | 12,1 | 06/09/2017 | 12,01 |
| 29/01/2017 | 12,14 | 05/03/2017 | 12,2 | 20/04/2017 | 11,64 | 25/05/2017 | 11,86 | 29/06/2017 | 11,85 | 03/08/2017 | 12,21 | 07/09/2017 | 11,65 |
| 30/01/2017 | 12,42 | 06/03/2017 | 12,38 | 21/04/2017 | 12,72 | 26/05/2017 | 12,01 | 30/06/2017 | 11,93 | 04/08/2017 | 12,59 | 08/09/2017 | 11,91 |
| 31/01/2017 | 11,61 | 07/03/2017 | 12,33 | 22/04/2017 | 13,06 | 27/05/2017 | 12,09 | 01/07/2017 | 12,27 | 05/08/2017 | 12,97 | 09/09/2017 | 12,29 |
| 01/02/2017 | 12,1 | 08/03/2017 | 12,13 | 23/04/2017 | 12,33 | 28/05/2017 | 12,36 | 02/07/2017 | 12,08 | 06/08/2017 | 12,22 | 10/09/2017 | 12,1 |
| 02/02/2017 | 10,6 | 09/03/2017 | 11,97 | 24/04/2017 | 11,82 | 29/05/2017 | 12,24 | 03/07/2017 | 11,86 | 07/08/2017 | 11,67 | 11/09/2017 | 12,14 |
| 03/02/2017 | 12,19 | 10/03/2017 | 12,44 | 25/04/2017 | 12,65 | 30/05/2017 | 12,06 | 04/07/2017 | 11,71 | 08/08/2017 | 12,01 | 12/09/2017 | 11,71 |
| 04/02/2017 | 10,64 | 11/03/2017 | 1,78 | 26/04/2017 | 12,58 | 31/05/2017 | 11,64 | 05/07/2017 | 11,95 | 09/08/2017 | 11,81 | 13/09/2017 | 12,09 |
| | | 12/03/2017 | 12,43 | | | | | | | | | | |
| | | 13/03/2017 | 12,28 | | | | | | | | | | |
| | | 14/03/2017 | 12 | | | | | | | | | | |
| | | 15/03/2017 | 2,24 | | | | | | | | | | |
| | | 16/03/2017 | 12,07 | | | | | | | | | | |
| | | 17/03/2017 | 12,4 | | | | | | | | | | |
| | | 18/03/2017 | 12,26 | | | | | | | | | | |
| | | 19/03/2017 | 0 | | | | | | | | | | |
| | | 20/03/2017 | 12,17 | | | | | | | | | | |
| | | 21/03/2017 | 12,26 | | | | | | | | | | |
| | | 22/03/2017 | 12,04 | | | | | | | | | | |

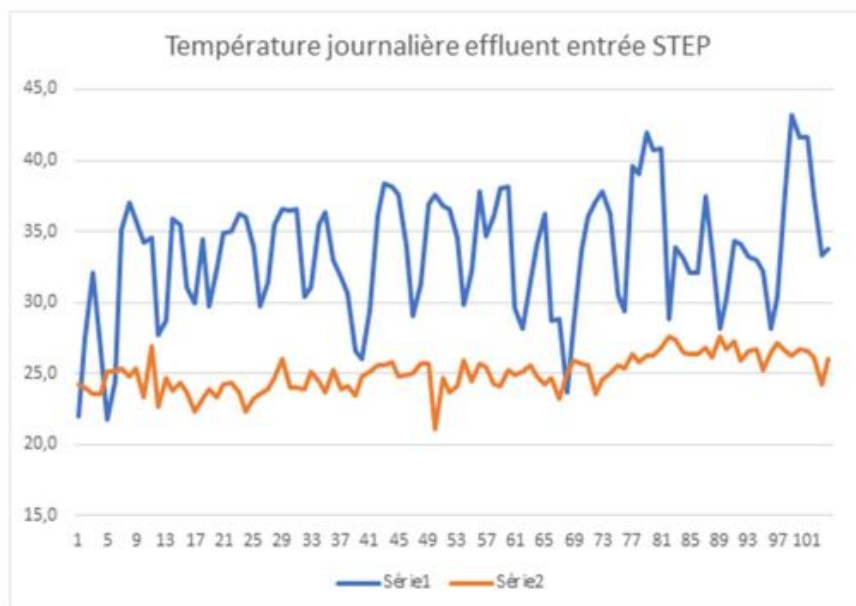
Station du site n° A.16



Station du site n° A.17



Station du site n° A.18



Station du site n° A.19

| | PH journalier entrée station | | | T° effluent journalier entrée station | | |
|-----------|------------------------------|------|-------|---------------------------------------|------|------|
| | Moyenne | Min | Max | Moyenne | Min | Max |
| Station 1 | 12,2 | 9,61 | 12,87 | 33,4 | 21,7 | 43,1 |
| Station 2 | 12,5 | 9,88 | 13,2 | 25 | 21 | 26,6 |
| Station 3 | 12 | 11 | | Non suivi | | |
| Station 4 | 9,95 | 8,13 | 12,2 | Non suivi | | |
| Station 5 | | | | | | |

Station du site n° A.20

| Norme maxi : | | | | | | |
|--------------------|-----|------|----------|--------------|----------|----------------|
| | | 5300 | 30 | 12,35 | | |
| Norme moyenne : | | | | | | |
| | | 4300 | | | | |
| Tolérance erreur : | | | | | | |
| | | 2 | | | | |
| Rejets | | | | | | |
| Mois | Sem | Jour | Date | Volume m3 | T° °C | pH unité pH |
| Déc | 50 | 3 | 11/12/19 | 4541 | | 11,5 |
| Déc | 50 | 4 | 12/12/19 | 4374 | | 11,5 |
| Déc | 50 | 5 | 13/12/19 | 4093 | | 11,1 |
| Déc | 50 | 6 | 14/12/19 | 3688 | | 11,2 |
| Déc | 50 | 7 | 15/12/19 | 2406 | | 12,2 |
| Déc | 51 | 1 | 16/12/19 | 4407 | | 11,1 |
| Déc | 51 | 2 | 17/12/19 | 4368 | | 11,7 |
| Déc | 51 | 3 | 18/12/19 | 4284 | | 11,2 |
| Déc | 51 | 4 | 19/12/19 | 4628 | | 11,2 |
| Déc | 51 | 5 | 20/12/19 | 4509 | | 10,1 |
| Déc | 51 | 6 | 21/12/19 | 2672 | | 11,7 |
| Déc | 51 | 7 | 22/12/19 | 2524 | | 11,8 |
| Déc | 52 | 1 | 23/12/19 | 3722 | | 11,3 |
| Déc | 52 | 2 | 24/12/19 | 2389 | | 10,7 |
| Déc | 52 | 3 | 25/12/19 | 1875 | | 12,0 |
| Déc | 52 | 4 | 26/12/19 | 3560 | | 11,8 |
| Déc | 52 | 5 | 27/12/19 | 3710 | | 11,2 |
| Déc | 52 | 6 | 28/12/19 | 2719 | | 11,6 |
| Déc | 52 | 7 | 29/12/19 | 2318 | | 11,4 |
| Déc | 01 | 1 | 30/12/19 | 3447 | | 12,0 |
| Déc | 01 | 2 | 31/12/19 | 2336 | | 10,4 |

| Tolérance erreur : | | | | | | |
|--------------------|-----|------|----------|--------------|----------|----------------|
| | | 2 | | | | |
| Rejets | | | | | | |
| Mois | Sem | Jour | Date | Volume m3 | T° °C | pH unité pH |
| Nov | 47 | 1 | 18/11/19 | 3717 | | 12,0 |
| Nov | 47 | 2 | 19/11/19 | 4177 | | 11,3 |
| Nov | 47 | 3 | 20/11/19 | 4035 | | 11,3 |
| Nov | 47 | 4 | 21/11/19 | 4544 | | 11,6 |
| Nov | 47 | 5 | 22/11/19 | 3917 | | 11,5 |
| Nov | 47 | 6 | 23/11/19 | 3098 | | 11,9 |
| Nov | 47 | 7 | 24/11/19 | 2134 | | 11,6 |
| Nov | 48 | 1 | 25/11/19 | 3671 | | 10,5 |
| Nov | 48 | 2 | 26/11/19 | 4971 | | 10,8 |
| Nov | 48 | 3 | 27/11/19 | 4744 | | 10,4 |
| Nov | 48 | 4 | 28/11/19 | 3811 | | 11,1 |
| Nov | 48 | 5 | 29/11/19 | 3445 | | 10,0 |
| Nov | 48 | 6 | 30/11/19 | 3032 | | 10,9 |
| Déc | 48 | 7 | 01/12/19 | 2144 | | 11,3 |
| Déc | 49 | 1 | 02/12/19 | 3459 | | 11,3 |
| Déc | 49 | 2 | 03/12/19 | 3791 | | 11,2 |
| Déc | 49 | 3 | 04/12/19 | 3273 | | 10,7 |
| Déc | 49 | 4 | 05/12/19 | 3701 | | 11,8 |
| Déc | 49 | 5 | 06/12/19 | 3797 | | 10,7 |
| Déc | 49 | 6 | 07/12/19 | 2139 | | 11,5 |
| Déc | 49 | 7 | 08/12/19 | 2151 | | 12,2 |
| Déc | 50 | 1 | 09/12/19 | 3973 | | 12,0 |
| Déc | 50 | 2 | 10/12/19 | 4046 | | 11,4 |

| Rejets | | | | | | |
|--------|-----|------|----------|--------------|----------|----------------|
| Mois | Sem | Jour | Date | Volume m3 | T° °C | pH unité pH |
| Oct | 43 | 6 | 26/10/19 | 3152 | | 11,7 |
| Oct | 43 | 7 | 27/10/19 | 2091 | | 11,1 |
| Oct | 44 | 1 | 28/10/19 | 4228 | | 11,9 |
| Oct | 44 | 2 | 29/10/19 | 4449 | | 11,8 |
| Oct | 44 | 3 | 30/10/19 | 4372 | | 11,2 |
| Oct | 44 | 4 | 31/10/19 | 4528 | | 10,8 |
| Nov | 44 | 5 | 01/11/19 | 3547 | | 11,8 |
| Nov | 44 | 6 | 02/11/19 | 4272 | | 11,3 |
| Nov | 44 | 7 | 03/11/19 | 2459 | | 12,0 |
| Nov | 45 | 1 | 04/11/19 | 3852 | | 11,7 |
| Nov | 45 | 2 | 05/11/19 | 3914 | | 11,4 |
| Nov | 45 | 3 | 06/11/19 | 4102 | | 11,1 |
| Nov | 45 | 4 | 07/11/19 | 4843 | | 11,0 |
| Nov | 45 | 5 | 08/11/19 | 4205 | | 11,9 |
| Nov | 45 | 6 | 09/11/19 | 4434 | | 10,5 |
| Nov | 45 | 7 | 10/11/19 | 2490 | | 11,8 |
| Nov | 46 | 1 | 11/11/19 | 3401 | | 12,0 |
| Nov | 46 | 2 | 12/11/19 | 4506 | | 11,7 |
| Nov | 46 | 3 | 13/11/19 | 4402 | | 10,7 |
| Nov | 46 | 4 | 14/11/19 | 3930 | | 11,3 |
| Nov | 46 | 5 | 15/11/19 | 4136 | | 10,6 |
| Nov | 46 | 6 | 16/11/19 | 2489 | | 10,8 |
| Nov | 46 | 7 | 17/11/19 | 1559 | | 11,4 |

| Tolérance erreur : | | | | | | |
|--------------------|-----|------|----------|--------------|----------|----------------|
| | | 2 | | | | |
| Rejets | | | | | | |
| Mois | Sem | Jour | Date | Volume m3 | T° °C | pH unité pH |
| Sept | 39 | 4 | 26/09/19 | 4187 | | 10,7 |
| Sept | 39 | 5 | 27/09/19 | 4174 | | 11,4 |
| Sept | 39 | 6 | 28/09/19 | 3080 | | 11,4 |
| Sept | 39 | 7 | 29/09/19 | 2361 | | 11,4 |
| Sept | 40 | 1 | 30/09/19 | 4117 | | 11,3 |
| Oct | 40 | 2 | 01/10/19 | 4349 | | 11,7 |
| Oct | 40 | 3 | 02/10/19 | 4235 | | 10,9 |
| Oct | 40 | 4 | 03/10/19 | 3533 | | 11,4 |
| Oct | 40 | 5 | 04/10/19 | 3568 | | 11,2 |
| Oct | 40 | 6 | 05/10/19 | 1934 | | 11,3 |
| Oct | 40 | 7 | 06/10/19 | 1223 | | 11,3 |
| Oct | 41 | 1 | 07/10/19 | 3644 | | 11,1 |
| Oct | 41 | 2 | 08/10/19 | 4738 | | 11,4 |
| Oct | 41 | 3 | 09/10/19 | 4050 | | 11,1 |
| Oct | 41 | 4 | 10/10/19 | 3804 | | 11,3 |
| Oct | 41 | 5 | 11/10/19 | 4368 | | 11,6 |
| Oct | 41 | 6 | 12/10/19 | 2654 | | 11,7 |
| Oct | 41 | 7 | 13/10/19 | 1895 | | 10,0 |
| Oct | 42 | 1 | 14/10/19 | 4411 | | 11,0 |
| Oct | 42 | 2 | 15/10/19 | 4218 | | 11,7 |
| Oct | 42 | 3 | 16/10/19 | 4585 | | 11,1 |
| Oct | 42 | 4 | 17/10/19 | 4137 | | 11,1 |
| Oct | 42 | 5 | 18/10/19 | 4512 | | 10,8 |

Station du site n° A.21

| | Jour | Production : Fabrication (l/pour) | UVC produits fins | Neutralisation | pH | |
|------|------------|-----------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | STEP Acrotique | STEP Acrotique |
| S.48 | 27/12/2019 | F.ab • Démoulage | 430600 | Non | 11,57 | 11,61 |
| | 28/12/2019 | F.ab • Démoulage | 430600 | Non | 11,82 | 11,65 |
| | 29/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,33 | 11,25 |
| | 30/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 10,25 | 9,66 |
| S.49 | 01/12/2019 | / | 0 | Non | 11,49 | 11,66 |
| | 02/12/2019 | F.abrication | 430700 | Non | 11,92 | 11,72 |
| | 03/12/2019 | F.ab • Démoulage | 432000 | Non | 11,62 | 11,56 |
| | 04/12/2019 | F.ab • Démoulage | 430700 | Non | 9,79 | 10,21 |
| | 05/12/2019 | F.ab • Démoulage | 484700 | Non | 7,88 | 8,35 |
| | 06/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 6,61 | 6,71 |
| | 07/12/2019 | / | 0 | Non | 11,34 | 11,68 |
| | 08/12/2019 | / | 0 | Non | 12,17 | 11,82 |
| S.50 | 09/12/2019 | F.abrication | 0 | Non | 11,77 | 11,83 |
| | 10/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,61 | 10,62 |
| | 11/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 9,57 | 9,93 |
| | 12/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,19 | 10,11 |
| | 13/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 8,8 | 10,95 |
| | 14/12/2019 | / | 0 | Non | 11,71 | 11,8 |
| | 15/12/2019 | / | 0 | Non | 12,17 | 11,78 |
| | 16/12/2019 | / | 0 | Non | 12,23 | 12,2 |
| | 17/12/2019 | / | 0 | Non | 11,89 | 11,89 |
| | 18/12/2019 | F.abrication | 0 | Non | 11,6 | 11,72 |
| S.51 | 19/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 8,22 | 9,82 |
| | 20/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 11,65 | 11,56 |
| | 21/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 10,7 | 10,73 |
| | 22/12/2019 | / | 0 | Non | 10,55 | 10,11 |
| | 23/12/2019 | F.abrication | 0 | Non | 9,66 | 9,64 |
| S.52 | 24/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 10,29 | 10,24 |
| | 25/12/2019 | / | 0 | Non | 11,82 | 11,83 |
| | 26/12/2019 | F.abrication | 0 | Non | 8,72 | 8,76 |
| | 27/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 9,46 | 10,83 |
| S.01 | 28/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 7,25 | 6,88 |
| | 29/12/2019 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 7,98 | 8,5 |
| | 30/12/2019 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 11,53 | 11,49 |
| | 31/12/2019 | / | 0 | Non | 11,78 | 11,95 |
| | 01/01/2020 | / | 0 | Non | 11,58 | 11,83 |
| | 02/01/2020 | F.abrication | 0 | Non | 7,62 | 6,85 |
| | 03/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 11,37 | 11,3 |
| | 04/01/2020 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 11,63 | 11,9 |
| | 05/01/2020 | / | 0 | Non | 11,02 | 11,22 |
| | 06/01/2020 | F.abrication | 0 | Non | 10,28 | 7,85 |
| S.02 | 07/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,38 | 7,85 |
| | 08/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 7,01 | 7,04 |
| | 09/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,48 | 7,24 |
| | 10/01/2020 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 10,95 | 8,61 |
| | 11/01/2020 | / | 0 | Non | 11,35 | 10,65 |
| | 12/01/2020 | / | 0 | Non | 11,72 | 11,13 |
| | 13/01/2020 | Derni F.ab | 0 | Non | 11,71 | 11,38 |
| | 14/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 9,72 | 8,42 |
| | 15/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,6 | 10,03 |
| | 16/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 10,69 | 6,69 |
| S.03 | 17/01/2020 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 11,28 | 6,34 |
| | 18/01/2020 | / | 0 | Non | 11,63 | 11,68 |
| | 19/01/2020 | / | 0 | Non | 11,54 | 11,61 |
| | 20/01/2020 | F.abrication | 0 | Non | 11,61 | 11,51 |
| | 21/01/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 6,61 | 5,03 |
| S.04 | 18/02/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 6,74 | 7,25 |
| | 19/02/2020 | Démoulage sans F.ab | 0 | Non | 11,45 | 10,43 |
| | 20/02/2020 | / | 0 | Non | 11,62 | 11,64 |
| | 21/02/2020 | / | 0 | Non | 10,38 | 9,25 |
| S.08 | 16/02/2020 | / | 0 | Non | 11,86 | 12,03 |
| | 17/02/2020 | F.abrication (derni) | 0 | Non | 11,72 | 11,79 |
| | 18/02/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 11,64 | 11,56 |
| | 19/02/2020 | F.ab • Démoulage | 0 | Non | 11,39 | 10,68 |

Données B : valeurs de pH en sortie des station d'épuration

Les valeurs en sortie de station sont proches de la valeur à respecter à savoir 8,5.

Etant donné que le pH entrée est souvent autour de 11 voire au dessus, des ajouts d'acide sont parfois réalisés pour abaisser le pH avant la sortie du site des eaux traitées.

Les valeurs de pH sont déclarées dans une base de données de l'administration, et elle est accessible (GIDAF). D'ailleurs, les % de dépassement (non-conformité) des 8,5 pH entre 5 et 20 % parfois selon les sites, montrent bien qu'il est difficile de descendre sous le pH 8,5.

Données C : quantités de soude et d'acide consommées par les opérations de nettoyage des sites laitiers

Site laitier n° C.1

| | oct-19 | nov-19 | déc-19 | janv-20 | févr-20 | mars-20 |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| soude 30% (kg) brut | 32 104 kg | 28 030 kg | 20 780 kg | 26 554 kg | 39 170 kg | 30 244 kg |
| soude 50% (kg) brut | 118 881 kg | 97 981 kg | 104 315 kg | 116 744 kg | 96 892 kg | 94 656 kg |
| soude pure (kg) | 68 994 kg | 57 333 kg | 58 332 kg | 66 265 kg | 59 949 kg | 56 322 kg |
| acide nitrique pur (kg) | 27 370 kg | 27 063 kg | 31 632 kg | 28 613 kg | 27 120 kg | 27 439 kg |
| acide nitrique brut (kg) | 54 739 kg | 54 125 kg | 63 264 kg | 57 225 kg | 54 240 kg | 54 877 kg |

Site laitier n° C.2 à C 13

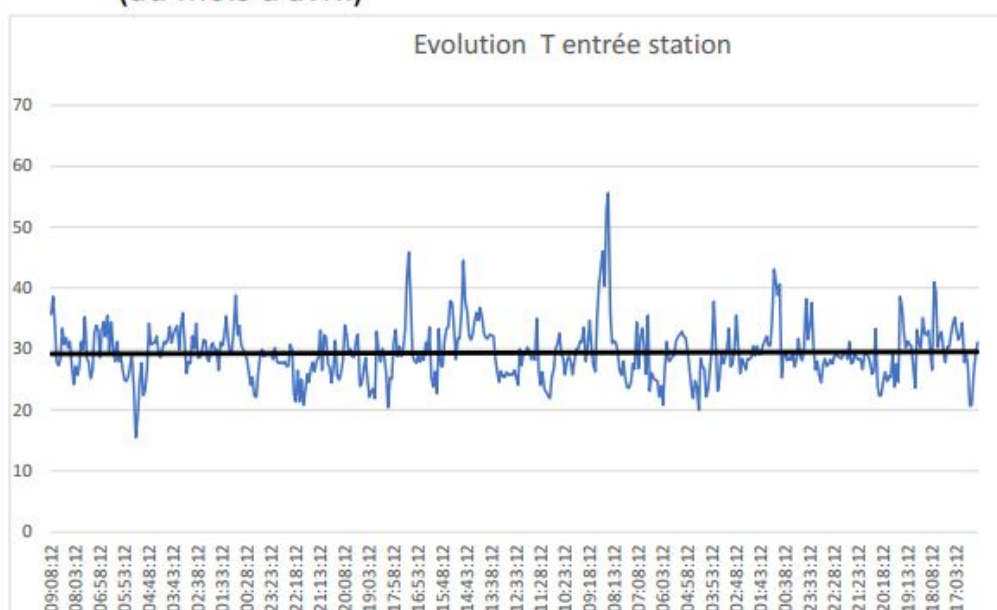
| | CONSOMMATION ANNUELLE DE SOUDE (T/an) | |
|--------|---------------------------------------|--------------------------|
| SITE A | 320 T/an | Soude 30,5% |
| SITE B | 600 T/an | Soude 30,5% |
| SITE C | 129 T/an | Soude 30,5% |
| SITE D | 540 T/an | Soude 30,5% |
| SITE E | 360 T/an | Soude 30,5% |
| SITE F | 490 T/an | En équivalent soude pure |
| SITE G | 247 T/an | Soude 30,5% |
| SITE H | 210 T/an | Soude 30,5% |
| SITE I | 540 T/an | Soude 30,5% |
| SITE J | 940 T/an | Soude 30,5% |
| SITE K | 402 T/an | Soude 30,5% |
| SITE L | 315 T/an | Soude 30,5% |

Les sites peuvent consommer jusqu'à 1 000 Tonnes de soude concentrée par an et 2 ou 3 fois moins d'acide. D'autres données (tonnages) sont disponibles si besoin.

2. Données relatives aux conditions T°C des effluents traités par les stations industrielles du secteur laitier

Station du site n° A.22

(au mois d'avril)



D'autres données Températures sont parfois présentes dans les tableaux / courbes pH (voir plus haut). : **sites A9, 12, 13, 14 et 19**

En moyenne, on se situe au-dessus de 20°C voire de 25°C en entrée et de même en sortie de station. Surtout dans la saison qui commence depuis mi-mars.

3. Données relatives aux pratiques d'épandage

% approximatif d'utilisation de pendillards et enfouissement dans le secteur laitier:

Variable selon les entreprises et les régions : 20 à 60 %

Cela nécessite davantage de temps, mais, pour certaines entreprises, la mise en œuvre est davantage faisable que le chaulage et le compostage.

Freins éventuels aux déploiements de ces techniques:

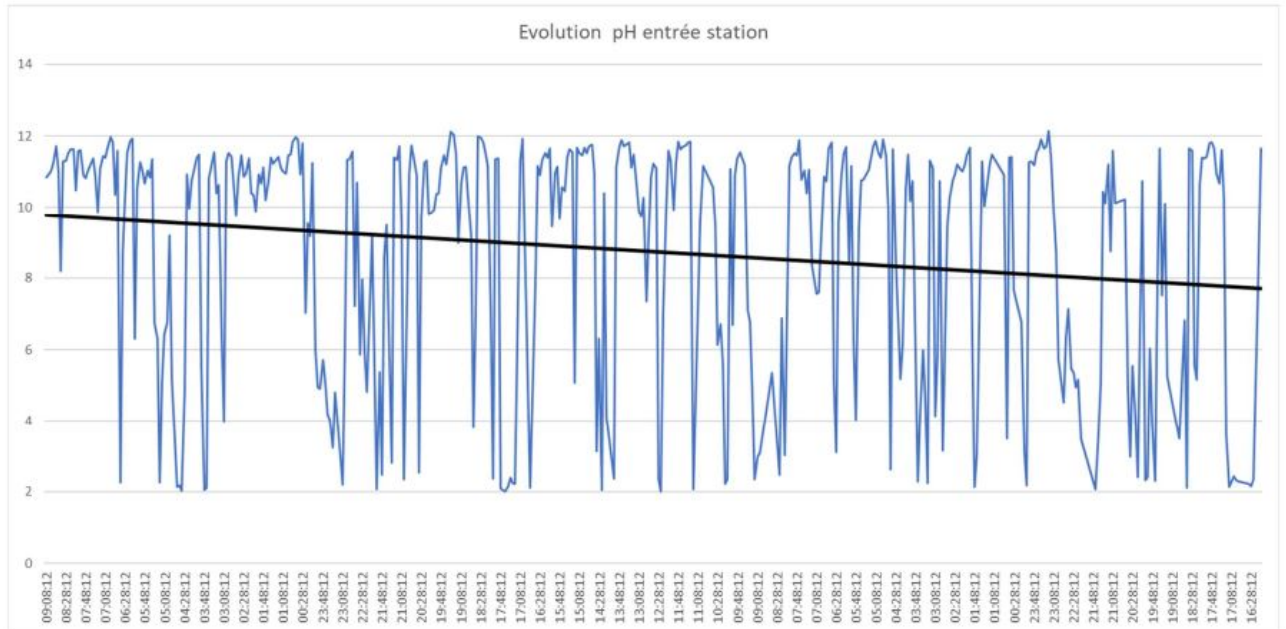
- Pas de freins
- Le coût moyen supplémentaire de 40 % au m³ épandu

3. Données relatives au temps de séjour et de stockage

La durée moyenne des temps de séjour des effluents dans les installations de traitement est de 3 à 5 jours.

Le stockage des boues peut varier d'une à deux semaines voire davantage mais à nouveau cela dépend des capacités actuelles de stockage des sites, variables selon les entreprises, mais ponctuellement évolutives.

Exemples de mesure de pH d'effluents qui se retrouvent en entrée des stations industrielles laitières (variation de 2 à 12 : choc pH)

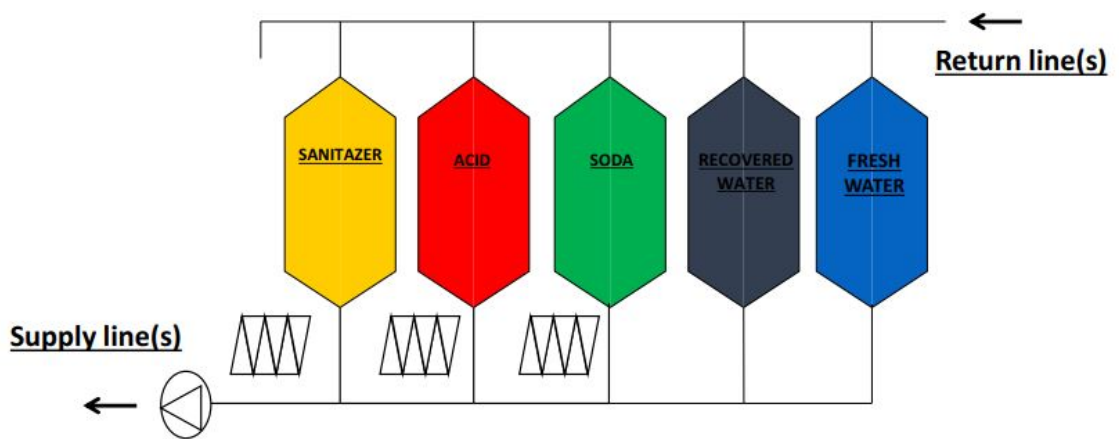


Température moyenne : 32°C, avec des effluents de lavage qui montent à 85°C (diapositives suivantes)

NETTOYAGE EN PLACE

NEP definitions

CIP STATION:



NETTOYAGE EN PLACE

Maîtrise des paramètres TACT



Temperature

* Contrôle de la température en retour NEP

| | | | |
|---|------------------|----------------|-------------|
| Avant dernier traitement thermique | | Caustic | Acid |
| | tank | 70°C | 65°C |
| | Ligne retour NEP | 65°C | 60°C |
| Après dernier traitement thermique | | Caustic | Acid |
| | tank | 85°C | 70°C |
| | Ligne retour NEP | 80°C | 65°C |

Concernant les pratiques d'épandage proposées (pendillards et enfouissement)

La pratique de l'épandage avec un enfouisseur évite toute formation d'aérosol, le liquide étant déposé dans le sol directement et immédiatement, sans aucun risque de transfert dans l'atmosphère.

De même, avec une rampe à pendillard, la boue liquide s'écoule gravitairement jusqu'au sol, sans aucune projection dans l'air.

Les pressions mises en jeu pour ces deux pratiques sont inférieures ou égales à la pression atmosphérique ; aucune gouttelette, ni aérosols ne peuvent être émis.

Avec ces deux techniques, il n'y a aucun risque de projection de gouttelettes chargées du virus indésirable, et donc la contamination du personnel pratiquant l'épandage ou de tiers est impossible.



Note sur les boues de l'industrie papetière

L'industrie papetière s'est engagée depuis de nombreuses années dans une démarche de développement durable et maîtrise ses matières premières (bois, pâte, papiers récupérés), son processus de fabrication et ses installations de traitement des effluents avant rejet à l'environnement.

Le procédé papetier est basé sur la mise en suspension dans l'eau de fibres de celluloses, de matières minérales, en particulier carbonate de calcium, et de différents adjuvants et produits de traitement des eaux du procédé (biocides).

Les sites papetiers sont en fonctionnement continu 24 heures par jour sur l'ensemble de l'année hormis quelques jours d'arrêt annuel.

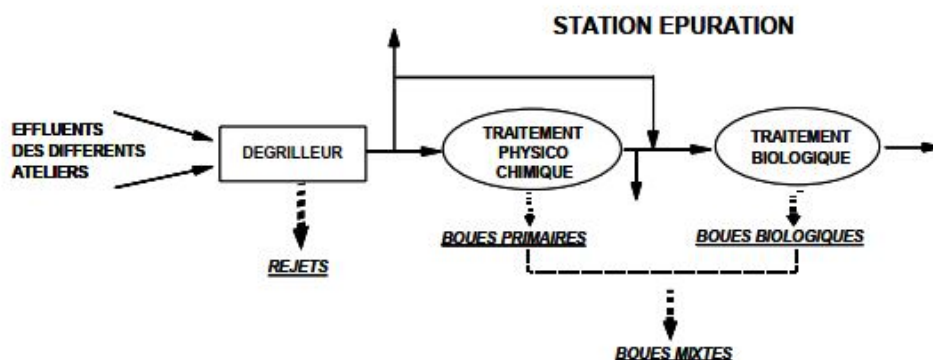
Traitement des eaux en papeteries

Les eaux issues du procédé sont traitées dans la station d'épuration industrielle puis rejetées en respectant les valeurs limites concernant leur qualité (DCO, MeS,...) et leur température (maximum 30 °C au point de rejet).

Afin d'éliminer, avant rejet au milieu naturel, les fibres et les matières minérales en suspension présentes dans les effluents, un traitement de décantation ou physico-chimique est effectué sur les effluents. Ce traitement aboutit à la production de boues primaires appelées aussi boues cellulosiques.

Des boues biologiques ou boues secondaires sont produites lors du traitement biologique des effluents et sont constituées essentiellement par les micro-organismes qui se développent dans l'installation et assurent la dégradation des matières organiques contenues dans les effluents.

Dans certains cas, les boues primaires et secondaires sont mélangées avant leur introduction dans les systèmes de déshydratation. On obtient alors des boues mixtes.



Pourcentage d'eaux vannes traitées dans la station industrielle

Dans la plupart des sites papetiers, les circuits des eaux vannes sont séparés du circuit des eaux de procédé et sont évacués vers le réseau urbain de collecte et de traitement des eaux usées.

Pour quelques sites, situés en zone rurale, et non raccordables à un réseau collectif de traitement des eaux urbaines, les eaux vannes sont mélangées avec les eaux de procédé en amont des bassins de collecte qui alimentent la station d'épuration spécifique au site papetier.

Les industriels papetiers ont fortement réduit les quantités d'eau utilisée pour limiter leur impact sur l'environnement et les débits de rejets sont de l'ordre de 10 m³ par tonne de papier fabriqué. A l'échelle d'un site de taille moyenne produisant 150 000 tonnes par an, la quantité d'eau utilisée est, sur une base de fonctionnement en continu sur 350 jours par an, de l'ordre de 4300 m³ par jour.

En ce qui concerne, les eaux vannes, sur la base d'une présence de 80 personnes sur une période de 8 heures (20 personnes à la journée et 3 équipes de 20 personnes par équipe postée en continu) et une utilisation d'eau de 50 litres par personnes, le débit journalier serait de 4 m³.

La proportion d'eaux vannes sur le débit global est donc de moins de 0,1 %.

Caractéristiques des boues de papeteries

Les boues extraites de la station d'épuration sont introduites dans des systèmes de déshydratation (presses à vis, presses à bandes) qui permettent de produire des boues solides dont la teneur en matières sèches est en moyenne de 40 %.

La teneur en matière minérale est importante en moyenne 50 %, dont une majorité de carbonate de calcium (d'où leur intérêt en tant qu'amendement basique, cf. ci-après). Le pH des boues se situe entre 7,5 et 8,5.

Par ailleurs, leur innocuité a été démontrée par de nombreuses analyses et est très largement reconnue par les partenaires de la filière d'épandage agricole. Les données sur les teneurs en éléments traces métalliques et organiques lourds sont nettement inférieures aux valeurs limites pour l'épandage prévues par la réglementation.

Stockage des boues de papeteries

Le stockage est effectué en extérieur en tas sur plusieurs mois pour les boues produites hors période d'épandage. Il est constaté peu de fermentation et peu d'odeurs au cours du stockage car les conditions ne sont pas favorables avec un C/N élevé, peu d'oxygène disponible car tas compacts et donc pas d'élévation notable de température en cours de stockage.

En période d'épandage, le stockage peut être limité à quelques jours. Les différents lots sont identifiés et les boues les plus récentes sont stockées dans une zone dédiée.

Epandage des boues de papeterie

Les épandages des boues des sites papetiers sont effectués conformément à la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement avec un suivi au niveau de la parcelle.

Toutes les prescriptions réglementaires sont notifiées par le Préfet dans le cadre d'un arrêté épandage complémentaire à l'arrêté d'autorisation d'exploiter.

Ces produits sont largement utilisés en épandage agricole et l'intérêt du retour à la terre de ces produits d'origine naturelle est démontré. Ces produits sont utilisés par les agriculteurs en tant qu'amendement calcique grâce à leur teneur en carbonate de calcium et/ou en tant qu'amendement organique grâce à leur teneur en matière organique (biomasse constituée de fragments de fibres de bois et des microorganismes d'épuration biologique des eaux).

Compte-tenu que les boues sont des produits solides, elles sont épandues par des systèmes d'épandeurs qui assurent la répartition sur le sol sans risques de dispersion dans l'atmosphère de gouttelettes qui pourraient être porteuses du virus.

Données relatives à l'absence d'entérovirus dans les eaux traitées

Dans sa saisine n°2020-SA-0043 l'ANSES indique en page 8 que « Par extension, les virus enveloppés sont considérés moins résistants que les entérovirus, il peut être considéré que les traitements efficaces sur les entérovirus permettent un abattement significatif de la charge potentielle en SARS-CoV-2 dans les boues hygiénisées, voire, sous réserve d'une contamination initiale faible, rendent possible une élimination. »

Par conséquent, nous comprenons que le risque de présence de coronavirus dans nos boues est exclu s'il est avéré l'absence d'entérovirus dans celles-ci. C'est pourquoi, nous vous transmettons également des analyses, réalisées sur un site pour lequel les eaux vannes ne sont pas séparées, qui montrent l'absence d'entérovirus.

Selon la capacité de production des sites papetiers, la production de boues représente quelques centaines de tonnes par an à quelques milliers de tonnes, voire dizaine de milliers de tonnes pour les sites les plus importants.

La pérennité de la filière d'épandage est donc un élément crucial pour les industriels papetiers d'autant que la période actuelle correspond à celle au cours de laquelle la majorité des épandages est réalisé.

De :

Envoyé : mercredi 15 avril 2020 18:18

À :

Cc :

Objet : COPACEL/ procédé d'hygiénisation des boues sur le cas particulier d'un site papetier

Messieurs,

En complément de la note que nous vous avons adressée concernant les sites papetiers dont les eaux vannes sont traitées dans la station d'épuration des eaux industrielles, nous vous adressons ci-après une proposition de traitement d'hygiénisation des boues d'un site dont la configuration est différente car, en plus du traitement des eaux de l'usine de production de pâte, le site traite les eaux résiduaires urbaine de la commune où il est situé.

Dans ce cas particulier, que nous n'avons pas inclus dans la note car il est unique et donc non représentatif des boues papetières, le site dispose d'une autorisation d'épandage d'un mélange boues/cendres de chaudière biomasse/fines issues du parc à bois. Ce procédé, mis en œuvre par Suez Organique, pourrait être une solution d'hygiénisation des boues alternative au chaulage à la chaux.

Le principe est le suivant : le procédé de mélange s'appuyant sur l'incorporation de cendres de biomasse à pH 13 (cf. dernier résultats d'analyses ci-joint) permet d'obtenir un effet chaulage des boues.

Afin de renforcer cet effet, il est proposé une méthodologie de mélange spécifique reposant sur le mélange de boues et de cendres suivi d'une mesure de pH (cible >12) validant l'incorporation de fines dans un second temps. Il est proposé l'ajout de carbonates afin de garantir une montée de pH dessus de 12.

Ce suivi de production et de pH est proposé sur une fréquence quotidienne à laquelle seront couplées des analyses bactériologiques complémentaires telles que recommandées dans la circulaire du 2 avril 2020 relative à la gestion des boues de STEU à savoir 2 analyses bactériologiques de caractérisation avec E.coli plus une analyse E.coli toutes les semaines en période d'épandage.

Il nous semble que la méthodologie proposée devrait permettre de valider le caractère hygiénisant du procédé et de pouvoir maintenir l'épandage de ces boues.

Nous sommes à l'écoute de vos commentaires et restons à votre disposition pour tout complément d'information,

Bien cordialement,


Union Française des Industries des Cartons, Papiers et Emballages

De : [REDACTED]

Envoyé : mercredi 15 avril 2020 17:23

À : [REDACTED]

Cc : [REDACTED]

Objet : COPACEL/notes

Messieurs,

Je fais suite à la réunion téléphonique de ce matin au sujet de l'épandage des boues des stations d'épuration des eaux industrielles et vous adresse ci-joint la note relative aux boues de l'industrie papetière ainsi que les résultats d'analyses réalisées sur un site papetier, pour lequel les eaux vannes ne sont pas séparées, qui montrent l'absence d'entérovirus.

Restant à votre disposition pour tout complément d'information.

Bien cordialement,

[REDACTED]

Union Française des Industries des Cotonnes, Papiers et Celluloses



L'EPANDAGE DES BOUES INDUSTRIELLES DANS LE CONTEXTE COVID-19 dans le secteur de la production de viande

1. Contexte

Le 27 mars 2020 l'ANSES publie un avis¹ concernant l'épandage des boues des stations d'épuration urbaines, recommandant de les épandre uniquement après hygiénisation faute de connaissance précise sur le comportement du virus dans l'environnement.

Le 2 avril, une instruction ministérielle a mis en application les recommandations de l'ANSES sur les boues urbaines, mais semble faire l'amalgame avec les boues industrielles par cette phrase « *l'activité d'épandage du fumier ou lisier et des engrais minéraux ou organiques, ainsi que des boues (dans les conditions précisées ci-dessus) peuvent se poursuivre.* ».

A la suite de cette publication, les entreprises d'abattage et de préparation de viande ont reçu une interdiction préfectorale d'épandre les boues dans l'attente d'un nouvel avis de l'ANSES.

2. L'enjeu

Les entreprises à forte activité sont généralement dotées de leurs propres stations de traitement des eaux usées, si bien que 65% des effluents des entreprises d'animaux de boucherie et 76% des entreprises de volaille traitent leurs eaux usées dans leur propre station. Les boues qui en sont extraites sont épandues à 95%.

On peut considérer que 10% d'entre elles sont hygiénisées à la chaux ou par **compostage avant épandage**.

Les données statistiques que nous possédons montrent que la production de boue correspond à 10% du tonnage carcasse traité (voir annexe 1).

Les épandages se pratiquent deux fois dans l'année au printemps et à l'automne. Les épandages de printemps ont pris du retard du fait d'une météo peu clémente. On considère que seuls 10% des épandages de printemps ont été réalisés.

Il ressort de ces hypothèses que pour notre secteur, 150 000t de boues non hygiénisées restent à épandre au niveau national (voir figure 1).

Selon la SEDE les moyens de compostage ou de chaulage des boues, qui ne pourraient plus être épandues, ne sont pas disponibles pour traiter l'intégralité des boues produites en France.

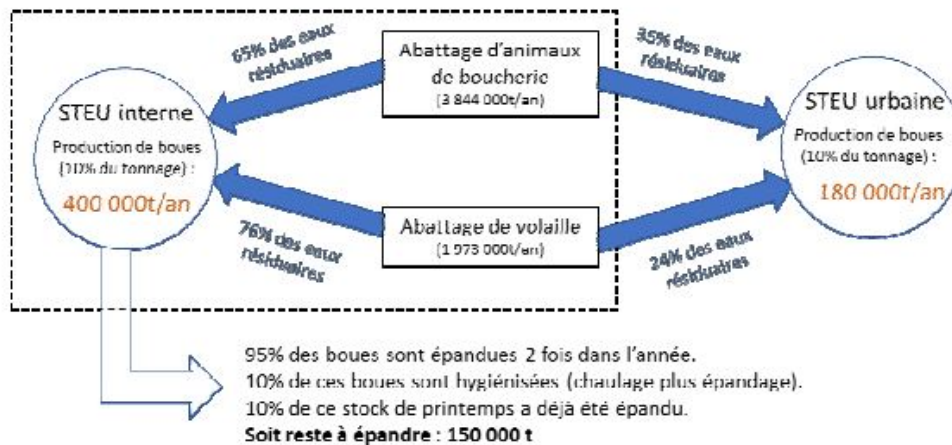
Les moyens disponibles seraient mobilisés en priorité pour traiter les boues urbaines.

De plus même si le compostage était possible, le processus de compostage prenant au moins 4 mois, ces boues ne seraient pas disponibles pour l'actuelle saison d'épandage.

Il faut noter en effet que les boues répondent à un besoin en fertilisation des agriculteurs qui sans elles devraient se tourner vers des fertilisant minéraux, dont aujourd'hui on ne connaît pas la disponibilité.

¹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/MFSC2020SA0043.pdf>

Figure 1 : estimation du volume de boues à épandre par les entreprises de production de viande



3. Discussion

Etant donné que l'ANSES mentionne dans son avis « une présence possible d'agent de la maladie COVID-19 dans les selles des sujets infectés », sur les bases des différents échanges sur le sujet, le risque associé aux boues industrielles apparaîtrait lorsque :

- les stations des entreprises sont mixtes (rubrique ICPE 2752) et reçoivent des effluents urbains,
- les eaux vannes de l'entreprise sont traitées avec les eaux résiduaires

3.1. S'agissant des stations mixtes :

Nous n'avons recensé dans notre secteur que 3 stations industrielles recevant des effluents urbains. A noter cependant que l'une d'entre elle hygiénise ses boues. 2 sites sont donc concernés. Il s'agit bien souvent d'un service rendu par l'industriel à une petite collectivité dépourvue de STEU. Le volume en question ne dépasse guère 10% du volume total d'eau traité par l'entreprise.
 ⇒ Ces situations relèvent d'un traitement au cas par cas

3.2. S'agissant des eaux vannes :

(des données individuelles d'entreprises ont été données en annexe 2 à titre d'illustration)

Lorsqu'une entreprise a une station d'épuration autonome c'est qu'il n'existe pas à sa proximité de système de traitement des eaux collectif. Les eaux vannes de ces entreprises sont donc pratiquement toujours traitées par la station d'épuration autonome de l'entreprise. Dans la plupart des cas les eaux vannes rejoignent le réseau de eaux usées en amont du dispositif de prétraitement.

3.2.1. Quel proportion ces eaux vannes représentent-elles ?

Cette proportion n'étant pas connue, elle a donc été estimée en comparant la charge en matières organiques d'un salarié à la charge totale en matières organiques reçue par la station.

Notre estimons à 0,5% la part que représentent les eaux vannes dans la charge totale traitée par les stations industrielles (voir détail du calcul en annexe 2).

3.2.2. Quelle charge infectieuse ?

Il faut noter cependant que cette évaluation part, par défaut, du principe que l'ensemble des salariés serait à risque alors que les dernières estimations montrent que seul 0,15 % de la population française est estimé être atteinte du COVID-19², on peut considérer par extrapolation que 0,15% de ces 0,5% peut potentiellement porter une charge virale.

Parmi ces personnes atteintes, il faudrait également soustraire celles qui ont déclaré la maladie et qui ne peuvent se présenter sur le lieu de travail.

Nous insistons par ailleurs sur le fait que la plupart des gestes barrières (lavage des mains, port du masque) ont des pratiques quotidiennes dans les entreprises du secteur de la viande, qui en complément ont mis en place et renforcé les mesures de distanciation sociale.

3.3. S'agissant du traitement des eaux

Au-delà du fait que les eaux vannes représentent un flux largement minoritaire, nous précisons que :

- les effluents sont soumis à des traitements mécaniques et chimiques, et à une compétition microbiologique très importante,
- l'emploi et donc le rejet dans les eaux usées de produits lessiviels acides et basiques, ainsi que le rejet d'eaux chaudes, peuvent générer des variations de pH et de températures dans les effluents, peu propices à la survie des virus,
- la température de l'eau en entrée de station est variable et peut atteindre des pics à 58°C dans le puit de relevage,
- la température de l'eau en sortie de station varie entre 20 et 30°C ;
- le temps de séjour dans d'une particule dans la file de traitement des eaux est très variable. Le temps de séjour global cumule le temps passé dans le réseau, dans le bassin tampon, dans le bassin d'aération et dans le silo de stockage des boues. Il est au minimum de 8 jours, mais il peut s'écouler entre 8 jours et 6 mois entre la chasse d'eau et le moment de l'épandage des boues.

S'agissant particulièrement de la température de l'eau, l'entreprise utilise de l'eau à différentes températures selon les usages. La part de l'usage de ces différentes eaux est relativement homogène d'une entreprise à l'autre. Nous en déduisons la caractéristique suivante :

- eau de process à 15°C (température du réseau) : 10 % à 25% du total d'eau consommée
- eau de nettoyage à 40-50°C : 25% à 40% (40 % en cours de production)
- eau de désinfection à 82°C : 30 à 50%

S'agissant des boues extraites de ces eaux :

- lorsqu'elles ne sont pas hygiénisées, elles sont au moins clarifiées, égouttées, voire centrifugées.
- Elles sont épandues loin des tiers, surtout en période de confinement
- Elles sont épandues sur des cultures céréalières et des prairies (et non pas sur des cultures maraichères)

3.4. S'agissant des boues

3.4.1. L'innocuité des boues

Les analyses de boues que nous avons pu récupérer sur un seul site montre une innocuité des boues sur le critère entérovirus (voir figure 2).

² <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/articles/infection-au-nouveau-coronavirus-sars-cov-2-covid-19-france-et-monde#block-242818>

Figure 2 : Analyses de boues sur les boues d'une station de 130 000eq hab sur les 3 dernières années au regard des entérovirus

| Date de prélèvement | Référence de l'analyse | Date d'analyse | Laboratoire | Entérovirus |
|----------------------------|------------------------|----------------|-------------|-------------------------------|
| | | | | NPPUC / 10 g MS |
| 15-02-2017 | PORL17002887 | 17-02-2017 | AUREA | 0 |
| 06-06-2017 | PORL17013791 | 14-06-2017 | AUREA | 0 |
| 09-01-2018 | PORL18000932 | 18-01-2018 | AUREA | 0 |
| 05-06-2018 | PORL18014094 | 06-06-2018 | AUREA | 0 |
| 15-01-2019 | PORL19001005 | 17-01-2019 | AUREA | 0 |
| 27-05-2019 | PORL19015665 | 11-06-2019 | AUREA | 0 |
| Nombre | | | | 6 |
| Valeurs limites (1) | | | | < 3 NPPUC / 10 g MS |
| Moyenne | | | | 0 |

3.4.2. Epandage des boues

Le mode d'épandage des boues varie en fonction de la siccité des boues :

- Quand la boue est liquide. Elle est généralement épandue par pendillard et par enfouissement direct dans le sol (figure 3). Elle peut parfois être encore épandue à l'aide de rampe à buses, mais ce moyen tend à disparaître
- Quand la boue est déshydratée de manière à atteindre des taux de siccité inférieurs à 20%, elle devient difficilement pompable et ne pourrait être épandues par pendillard. Elle est alors épandue à l'aide de tracteurs à plateaux équipés de herses. Ce type d'épandage ne peut générer d'aérosols.

La part de boues pompables ou non pompables n'a pas pu être établies dans le temps imparti pour rédiger la présente note.

Figure 3 : Types d'épandage par pendillard ou enfouissement direct



Rampe à pendillards (application directe sur le sol)



Enfouisseur pour injection directe dans le sol

Crédit : GES (2020)

ANNEXE 1 : Détail des calculs

Estimation du ratio de boues produites par tonne de carcasse traitée

Estimation sur la base d'un échantillon représentatif de 9 entreprises d'abattage d'animaux de boucherie

| Entreprise | Tonnage annuel traité en 2018 | Production de boue biologiques | Ratio t de boue/tec | Destination |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|
| 1 | 23 824 | 2127 | 9% | Methanisation |
| 2 | 60 544 | 970 | 2% | Epandage |
| 3 | 26 845 | 8942 | 33% | Épandage |
| 4 | 35 407 | 12010 | 34% | Épandage |
| 5 | 19 303 | 1344,2 | 7% | Epandage |
| 6 | 113 233 | 10623 | 9% | Epandage |
| 7 | 230 084 | 17855,66 | 8% | Epandage |
| 8 | 30 459 | 4000 | 13% | Epandage |
| 9 | 45 362 | 500 | 1% | Compostage |
| Total | 585 062 | 58 372 | 10% | |

Estimation de la proportion d'eaux vannes dans les stations industrielles

Pour estimer cette proportion, il a été considéré :

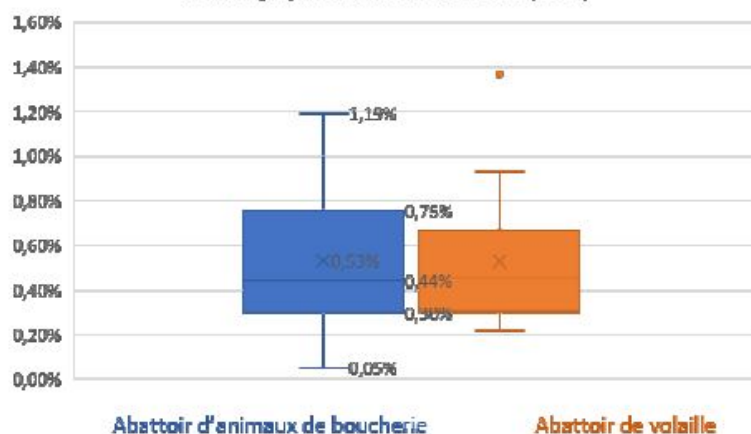
- la matière organique est représentée par la DBO5 pour les entreprises d'animaux de boucherie et par la DCO pour la volaille
- 1 eq ha correspond à 60g de DBO5 et 120g de DCO
- Cependant le temps de présence quotidienne d'un salarié sur le site est de 7/24h, l'équivalent salarié sera donc de 17,5g de DBO5 et 35g de DCO
- L'effectif total présent sur le site en ETP

Les proportions ainsi calculées site par site dans le secteur des animaux de boucherie d'une part et de la volaille d'autre part sont données dans le tableau et le graphique suivant :

La moyenne de cette proportion est de 0,53% et la dispersion autour de cette moyenne reste faible puisque 50% de l'échantillon autour de la moyenne se situe entre 0,3 et 0,7%.

| Entreprise de production de viande | | | |
|------------------------------------|----------------------|----------|----------------------|
| Animaux de boucherie | | Volaille | |
| ref | part des eaux vannes | ref | part des eaux vannes |
| 1 | 0,69% | 1 | 0,50% |
| 2 | 0,38% | 2 | 0,52% |
| 3 | 0,29% | 3 | 0,52% |
| 4 | 0,39% | 4 | 0,79% |
| 5 | 0,29% | 5 | 0,32% |
| 6 | 0,30% | 6 | 0,30% |
| 7 | 0,98% | 7 | 0,33% |
| 8 | 0,15% | 8 | 0,93% |
| 9 | 0,29% | 9 | 0,68% |
| 10 | 1,19% | 10 | 0,35% |
| 11 | 0,38% | 11 | 0,41% |
| 12 | 0,36% | 12 | 0,22% |
| 13 | 0,81% | 13 | 1,37% |
| 14 | 0,61% | 14 | 0,29% |
| 15 | 0,82% | 15 | 0,34% |
| 16 | 0,71% | 16 | 0,29% |
| 17 | 0,77% | 17 | 0,92% |
| 18 | 0,43% | 18 | 0,55% |
| 19 | 0,28% | 19 | 0,61% |
| 20 | 0,05% | 20 | 0,25% |
| 21 | 0,70% | | |
| 22 | 0,83% | | |

Proportion de la charge des eaux vannes dans les entreprises d'abattage et de transformation des viandes (en % de la DBO5 total reçu par la station de l'entreprise)



Annexe 2 : Exemple de caractérisation du traitement des eaux et épandage des boues

Groupe 1 (8 sites industriels)

- Le taux de risque de présence du Covid des eaux vannes des industriels est très inférieur à la moyenne des eaux domestiques et de collectivité (Ehpad, hôpitaux, ...) => taux de pollution des eaux vannes sur les sites << aux effluents de collectivités
- Les eaux vannes (WC) = 0.5 à 1% du volume global des effluents d'un site => dilution entre 1/100 et 1/200
- Les eaux vannes sont mélangées avec les effluents industriels dans les réseaux EU au niveau des ateliers => mélange avec des eaux chaudes ou à pH pouvant être extrêmes.
- Impact du pH
 - o Dans les effluents en mélange :
 - dans les réseaux de collecte : entre 3.0 et 12.0 notamment en fonction des cycles de nettoyage : NEP, opérations manuelles après production.
 - entrée STEP : pointes entre 4.0 et 11.0, moyenne entre 5.0 et 7.5
 - bassin tampon amont STEP : pointes entre 5.0 et 9.0, moyenne entre 5.5 et 7.0
 - o Filière STEP :
 - Flottation physicochimique : impact injection du chlorure ferrique modéré, pH entre 5.5 et 6.0
 - Step biologique : pH à la neutralité globalement de par le process bio : entre 7.0 et 8.0 qu'il y ait injection de chlorure ferrique ou non (déphosphatation ou aide à la floculation des boues)
 - Lagunage aéré : pH à la neutralité entre 7.0 et 8.0
- Suivi du pH des effluents :
 - o En production : parfois sur des NEP utilisant des acides et bases forts. Les effluents rejetés à chaque phase ont le pH correspondant à la phase basique ou acide. Enregistrement en fonction des équipements en place (supervisions).
 - o entrée STEP : pas de mesure en continue sur les sites en épandage
 - o mesure sur l'effluent moyen 24 h entrée STEP dans le cadre de l'autosurveillance : moyenne entre 5.0 et 7.5
 - o process STEP : peu de STEP équipées selon enjeu du suivi de ce paramètre
- Impact et suivi de la température :
 - o En production :
 - NEP utilisant eau chaude : 70 à 90°C, suivi : sur certaines NEP, enregistrement en fonction des équipements en place (supervision)
 - Quantités d'eau chaude utilisée et donc rejetée : 90°C
 - moyenne 10% ; 80°C
 - moyenne 40% ; 60°C - moyenne 20% ; froide à 30°C
 - moyenne 30% : volumes connus en fonction du parc de sous-compteurs en place.
 - Ces eaux se mélangent avec les eaux vannes, ont un pouvoir stérilisant.
 - o Dans les réseaux de collecte et le poste de relevage : entre 25 et 60°C - mélanges des eaux vannes avec les eaux chaudes, temps de contact compris entre 10 et 15 minutes.
 - o entrée STEP - bassin tampon :
 - impact modéré, le mélange eaux froides + eaux chaude neutralise l'impact.
 - pas de mesure en continue
 - o process STEP : peu de STEP équipées, suivi manuel sur les STEP bio (en hiver notamment)
- Détergents :
 - o bactéricides forts utilisés dans de nombreuses applications (NEP, nettoyages des installations), impact sur les effluents frais dans les réseaux de collecte, relevage et dans les bassins tampon amont STEP

- Pas d'impact en aval sur la step (fort heureusement)
- Temps de séjour :
 - Effluent :
 - Bassin tampon + STEP : 8 à 15 j
 - Lagunage aéré : 15 à 30 j
 - Boues :
 - STEP : âge de boues = 20 à 25 J
 - + Stockage boues : 30 à 120 j
 - Total : 50 à 155 J
 - Lagunage aéré : 15 à 30 j
 - + stockage boues : 60 à 120 J
 - Total : 75 à 150 j
- Suivi bactériologique produits épandus
 - Coliformes thermotolérants : ne sont plus suivis depuis plusieurs années

| | |
|---|------------------------|
| Salmonelle /25 g | Présence très rare |
| Dénombrement entérovirus /10 g M. S. | Non détectés = absence |
| Oeufs d'helminthes absence systématique | |

- Epandages :
 - majorité en pendillard, enfouissement façon superficielle ou labour selon délai d'implantation de la culture
 - ponctuellement en injecteur enfouisseur
 - il est demandé que la tonne vide ne soit pas purgée de son air de surpression par les rampes distributrices de boues mais par le purgeur du compresseur (pas d'aérosols).

Entreprise 2

Dans nos usines :

- **réseaux** d'eaux : réseaux en "arêtes de poisson" avec un nombre limité d'interconnexion intra-usine pour les eaux vannes (sanitaires / industriels)
- **température** de l'eau utilisée :
 - proportion eau chaude 58 °C (retour boucle ballon d'eau chaude 55°C) : 35 % de la consommation d'eau journalière, utilisée essentiellement pendant la phase de nettoyage (environ 8h/jour)
 - dont 40 % consommés en cours de production (la journée : hygiène des personnes et lavages divers matériels et contenants) et 60 % en phase de nettoyage (la nuit)
- **produits lessiviels** :
 - produits lessiviels utilisés : détergents, acides, alcalins chlorés, biocides/virucides (notamment pour la biosécurité -> Force 7, Deterquat, Agavox)
 - consommation de produits lessiviels (selon les sites) : allant de 30 à 100 tonnes par an de produits purs (utilisés dilués de 2 à 10 %) + quasi autant par les prestataires de nettoyage
- **proportion** des eaux vannes : cette proportion, en partant du postulat qu'un salarié correspond à 1 eq-hab, est évaluée à moins de 0,7%. A cette proportion, il faudrait appliquer un taux de risque Covid-19 puisque nos salariés ne sont bien sûr pas tous porteurs du virus (sachant que toute personne ressentant le moindre symptôme de la maladie est appelée à ne pas se rendre à l'usine).

Dans nos stations d'épuration :

- **température** des effluents : 25 à 30 °C en moyenne journalière / mais 40 à 55 °C pendant les phases de nettoyages (plusieurs heures)
- **pH** : en moyenne de 5,5 à 8,5 avec des pointes pouvant descendre à 4 ou monter à 12 pendant les phases de nettoyage
- **temps de séjour** moyen dans la file "eau" : en STEP "classique" = 2 à 8 jours ; beaucoup plus long en station lagunaire = 20 à 30 jours
- **durée de stockage** des boues : 6 mois à 12 mois car en générale 1 à 2 campagnes d'épandage par an (printemps / été) -> les boues produites en ce moment étant mises en stockage (arrêt de l'épandage), elles auront au moins 1,5 mois au 11 mai (et ainsi de suite en juin etc...)

Les boues et leur épandage :

- **innocuité** des boues : d'après les analyses effectuées sur 3 STEP du Groupe le suivi indique 0 entérovirus sur les 3 dernières années -> exemple ci-dessous pour la STEP de 130 000 eq-hab :

| Date de prélèvement | Référence de l'analyse | Date d'analyse | Laboratoire | Entérovirus NPPUC / 10 g MS |
|----------------------------|------------------------|----------------|-------------|--------------------------------|
| 15-02-2017 | PORL17002887 | 17-02-2017 | AUREA | 0 |
| 06-06-2017 | PORL17013791 | 14-06-2017 | AUREA | 0 |
| 09-01-2018 | PORL18000932 | 18-01-2018 | AUREA | 0 |
| 05-06-2018 | PORL18014094 | 06-06-2018 | AUREA | 0 |
| 15-01-2019 | PORL19001005 | 17-01-2019 | AUREA | 0 |
| 27-05-2019 | PORL19015665 | 11-06-2019 | AUREA | 0 |
| Nombre | | | | 6 |
| Valeurs limites (1) | | | | < 3 NPPUC / 10 g MS |
| Moyenne | | | | 0 |

- la **mise en oeuvre** des épandages : ils sont réalisés au majoritairement avec des matériels permettant l'enfouissement (ou injection) immédiat, ainsi qu'avec des pendillards.

L'enfouissement, lorsqu'il n'est pas immédiat, est effectué au maximum dans les 24h. Les boues étant liquides, elles ne sont pas stockées en bout de champs comme pourraient l'être les boues solides (ou pâteuses).

Entreprise 3

| ELEMENTS | DONNEES |
|---|---|
| Type de station | Station biologique |
| Suivi de la température lors du traitement des eaux | Entrée station : 17,6°C (au 15/04/20) Bassins biologique : 16°C (au 15/04/20) Sortie Station : 10-25 °C (en moyenne) |
| Suivi du pH lors du traitement des eaux | Entrée station : 7,5 - 9 (en moyenne) Bassins biologique : 7,3 (au 15/04/20) Sortie Station : 6,5 - 7,5 (en moyenne) |
| Temps de séjours de l'eau lors du traitement | Au minimum 10 jours |
| Temps de stockage des boues avant épandage | 3 semaines |
| Produits de détergents lors du nettoyage | En 2019, 27 t de produit de détergence dont : 12,35 t d'alcalin chloré (dilution à 5%) 0,84 t de produit neutre 14,4 t de javel |
| Mode d'épandage | Pendillard ou rampe à buse |
| Quantité d'effluents traité/jours | En moyenne 600 m3 |
| Traitement des eaux de vannes | Envoyé directement dans les bassins biologiques |
| Part des eaux de vannes | 0,36% |
| Fréquence/temps de soutirage (extraction) des boues | Tous les jours en moyenne entre 1 à 5 h. |

Groupe 4 (12 sites)

Utilisation de détergents

| SOCIÉTÉS DU GROUPE | Détergent t/an | Désinfectant (t/an) | Volume entrée step ou sortie usine m3/an 2019 | Détergent en % | Désinfectant en % |
|--------------------|-------------------|------------------------|---|-------------------|----------------------|
| Ent 1 | | | 174 907 | | |
| Ent 2 | 243,80 | 69,77 | 703 611 | 0,035% | 0,010% |
| Ent 3 | | | 235 909 | | |
| Ent 4 | | | 257 865 | | |
| Ent 5 | 34,30 | 4,25 | 279 821 | 0,012% | 0,002% |
| Ent 6 | | | 136 943 | | |
| Ent 7 | 9,05 | 5,70 | 262 753 | 0,003% | 0,002% |
| Ent 8 | | | 193 660 | | |
| Ent 9 | | | 426 324 | | |
| Ent 10 | | | 87 771 | | |
| Ent 11 | 1,69 | 0,76 | | | |
| Ent 12 | | | 265 302 | | |

Temps de séjour – Siccité

| Sites | Volume prétraitement | Volume tampon | Volume aération | volume clarification | sommes des volumes | Volume correspondant m3/an | Volume correspondant m3/j | Temps de séjour total (en nb j) | Temps de séjour aération (en nb j) | Siccité (en %) des boues Produites/Epandues |
|--------|----------------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| ent 1 | | | 5 800 | | 5 800,00 | 174 907 | 697 | 8,3 | 8,3 | Sortie centrifugeuses: 19 à 20 % Après chaulage 26 % |
| Ent 2 | 250 | 1 500 | 20 250 | 1 700,00 | 23 700,00 | 703 611 | 2 803 | 8,5 | 7,2 | Sortie presse à bandes: 13% Epandage en direct: 13% Après stockage en silo: 7 % |
| ent 3 | | 325 | 3 340 | 500,00 | 4 165,00 | 235 909 | 940 | 4,4 | 3,6 | Mélange des boues, matières stercoraires, refus de tamisage, déchets verts sur plateforme couverte. 25 % |
| ent 4 | | | 6 400 | | | 257 865 | 1 027 | | 6,2 | Sortie table d'égouttage 6-7 % Epandage après stockage en silo ou lagune: 6-7 % |
| ent 5 | | | | | | 279 821 | 1 115 | | | Epandage après stockage en lagune: 6-7 % |
| ent 6 | | 700 | 1 200 | | 1 900,00 | 136 943 | 546 | 3,5 | 2,2 | Prétraitement physico-chimique Sortie presse à vis 18-20 % Transfert en méthanisation |
| ent 7 | | | | | | 262 753 | | | | Sortie presse à bandes 14-15 % Transfert en méthanisation ou compostage |
| ent 8 | | | | | | 193 660 | | | | Sortie table d'égouttage 7 % Epandage après stockage en silo: 6-7 % |
| ent 9 | | | | | | 426 324 | | | | Sortie table d'égouttage 6-7 % Epandage après stockage en poches souple: 6-7 % |
| ent 10 | | 600 | 2 800 | 300,00 | 3 700,00 | 87 771 | 350 | 10,6 | 8,0 | Sortie presse à bandes: 14% Mélange des boues, matières stercoraires, refus de tamisage, déchets verts sur plateforme couverte. |
| ent 11 | | | | | | | 0 | | | Mélange des boues, matières stercoraires, refus de tamisage, déchets verts sur plateforme couverte. |
| ent 12 | | 1 400 | 2 870 | | 4 270,00 | 265 302 | 1 057 | 4,0 | 2,7 | Sortie table d'égouttage 6-7 % Epandage après stockage en silo: 6-7 % |

CONSULTATION ANSES SUR LE RISQUE COVID DANS LE TRAITEMENT ET LE RETOUR AU SOL DES BOUES URBAINES ET INDUSTRIELLES

Contribution SYPREA
Mercredi 15 avril 2020 - 19h

I. Avant propos

Cette note fait suite à la réunion téléphonique du 15/04 matin en présence des experts de l'ANSES et de représentants du SYPREA, d'industriels (filières papetières, agro-alimentaires, chimie) et coopératives agricoles.

A la demande de l'ANSES, le SYPREA a établi un document explicitant les conditions de retour au sol des boues urbaines abordant 3 thématiques que sont : les risques, les traitements, la mise en œuvre du retour au sol des boues.

Ce document fait état des solutions de traitement, de leurs avantages et de leurs limites de même que des moyens & indicateurs de contrôles de l'hygiénisation. Nous complétons le propos par des références à des travaux scientifiques notamment sur la question de la propagation des aérosols qui est la voie majeure de dispersions des agents pathogènes dans l'environnement lors des opérations d'épandage..

II. Risques liés au SARS-VOC-2 et aux pathogènes

Les modes de transmission du SARS-CoV2

Comme rappelé dans toutes les communications et avis des scientifiques, du HCSP, de l'ANSES, le mode de transmission avéré du SARS-CoV2 est la **transmission directe** (par inhalation de gouttelettes lors de toux ou d'éternuement par le patient), et la **transmission par contact** (contact avec la bouche, le nez, ou les muqueuses des yeux). Le virus a pu être détecté sur différents supports, mais toutes les études et avis s'accordent pour indiquer que la présence du virus ne donne pas d'indication de son caractère infectieux, et que les autres modes de transmission, s'ils ne peuvent être totalement écartés, sont des voies très minoritaires de contagiosité possible.

En référence synthétique, l'extrait de l'avis du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) du 17 mars 2020 :

« Comme la plupart des micro-organismes, le SARS-CoV-2 n'a pas une unique voie de transmission. Les principales modalités de transmission du SARS-CoV-2 sont les suivantes : - transmission directe (par inhalation de gouttelettes lors de toux ou d'éternuement par le patient), - et transmission par contact (contact avec la bouche, le nez, ou les muqueuses des yeux). Certaines études suggèrent toutefois que la transmission du SARS-CoV-2 n'est pas limitée aux voies respiratoires. Par exemple pour l'œil, une étude a mis en évidence de l'ARN viral dépisté par RT-PCR (voire du virus cultivable) sans qu'il n'y ait à ce jour de transmission décrite par cette voie. Il en est de même pour la salive. Une étude suggère une transmission du SARS-CoV-2 par contact avec des patients asymptomatiques.

Certaines publications mentionnent que, comme tout micro-organisme, le SARS-CoV-2 pourrait être diffusé par des aérosols formés lors de procédures médicales ou d'aérosols expérimentaux. Le SARSCoV-2 a été détecté par RT-PCR en divers endroits d'une chambre accueillant un patient infecté, suggérant une émission dans l'air de la chambre. **Toutefois la présence d'un virus dans l'air ne signifie pas qu'il est infectieux ni qu'il y a une transmission respiratoire de type « air ». Il n'existe pas d'études prouvant une transmission interhumaine du virus par des aérosols sur de longues distances. Néanmoins, s'il existe, ce mode de transmission n'est pas le mode de transmission majoritaire. La transmission des coronavirus des surfaces contaminées vers les mains n'a pas été prouvée. Cependant, elle ne peut être exclue, notamment à partir de surfaces fraîchement contaminées par les sécrétions. Par ailleurs, les coronavirus survivent probablement jusqu'à 3 heures sur des surfaces inertes sèches et jusqu'à 6 jours en milieu humide. Ainsi, la transmission manu-portée à partir de l'environnement est possible. L'ARN du SARS-CoV-2 a pu être détecté dans les selles (au 7ème jour de la maladie). Toutefois, le caractère infectieux du virus détecté dans les selles n'a été évoqué qu'en une seule occasion chez un patient prélevé 15 jours après le début des symptômes, ce qui laisse supposer que la transmission par les selles est moins importante que la transmission par les gouttelettes respiratoires ou manu-portée. En particulier, le risque de transmission fécale du virus SARS-CoV2 n'a pas été documenté. L'excrétion du virus a pu être mise en évidence chez certains patients après la disparition des symptômes. Les voies de transmission préférentielles sont donc via les gouttelettes et le manu-portage.**

»

Protection des personnes

En cohérence avec ces constatations, les recommandations faites par les différentes instances et les avis du HCSP et de l'ANSES pour les métiers du traitement des eaux et de la gestion des déchets sont exclusivement de continuer à porter les EPI habituels. L'Anses établi également dans sa note d'appui scientifique et technique un classement des expositions en 4 catégories de risque. La gestion des eaux usées et des sous-produits de l'assainissement appartenant à la catégorie la moins risquée « 4.4 Risque d'exposition plus faible - Les emplois à risque d'exposition plus faible sont ceux qui ne nécessitent pas de contact avec des personnes dont l'infection par le SRAS-CoV-2 est connue ou suspectée , ni des contacts étroits (c'est-à-dire à moins de 1 mètre) et fréquents avec du grand public. Les travailleurs de cette catégorie ont un contact professionnel minimal avec le public et les autres collègues. »

Références :

- avis de l'HSCP relatif à la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par la ventilation et à la gestion des effluents des patients COVID-19 du 17 mars 2020 (https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200317_cosacorddurillav_eetgedeef.pdf)
- avis de l'HSCP relatif à la protection des personnels de collecte de déchets au cours de l'épidémie de Covid-19 du 31 mars 2020 (https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200331_corsarcovprodes_perdecoldedch.pdf)

- avis de l'HSCP du 19 mars 2020 relatif à la gestion des déchets d'activités de soins (DAS) produits au cours de l'épidémie de Covid-19, en particulier en milieu diffus (https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200319_corsarcovgesdesdchdactdesoi.pdf)
- note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0046.pdf>)

La survie des coronavirus dans les eaux usées

Peu d'études se focalisent sur l'analyse spécifique de la survie des virus dans les eaux usées. Ces quelques études sur le SARS-CoV et les autres coronavirus indiquent toutefois des durées de survie très limitées dans les eaux usées, ne dépassant pas quelques jours :

- Gundy et al (2009) : les coronavirus humain HCoV-229E ou félin FIPV (utilisés comme substituts du virus SRAS) perdent 99,9 % de leur titre viral en **2 à 3 jours** dans les eaux usées à température ambiante.
- Wang et al (2005) : Le SARS-CoV-1 n'est plus détectable après **2 jours** dans les eaux usées à température ambiante
- Casanova et al (2009) : Dans des eaux usées pasteurisées, l'abattement de 90 % (99%) de la charge virale est obtenue respectivement en **4 jours (9 jours)** pour le coronavirus porcin et **3 jours (7 jours)** pour le murin

Il est essentiel d'indiquer ici que ces études sont faites sur **des eaux usées qui sont inoculées avec des coronavirus et non dans des boues.**

Dans l'étude de Casanova et al (2009), les eaux usées ont été pasteurisées, ce qui peut expliquer une survie plus longue des coronavirus inoculés.

Dans l'étude de Wang et al (2005), **aucune charge virale initiale n'a pu être détectée sur les eaux usées prélevées sur l'hôpital dans lequel des malades étaient soignés, ou sur les eaux domestiques prélevées pendant la phase épidémique.**

L'étude de Xiao et al (2020), qui n'est pas encore publiée (et est controversée quant à sa représentativité) indique que **le SARS-CoV2 ne peut être détecté que dans la moitié (53%) des selles des 73 malades du COVID-19 testés.**

Cette étude, comme d'autres, ne s'attache qu'à identifier la présence, sans étudier la survie du virus après excrétion des selles.

En complément, quelques études recherchent la présence possible de SARS-CoV2 dans les selles (Xiao et al. 2020), mais aucune ne permet de conclure à un mode de transmission passant par les selles (ou les systèmes d'assainissements). De façon intéressante ceci a mené à la publication d'un article de Mallapaty dans Nature « HOW SEWAGE COULD REVEAL TRUE SCALE OF CORONAVIRUS OUTBREAK » qui, **loin de considérer la présence de SARS-CoV2 dans les eaux comme un vecteur de contamination, se pose**

plutôt la question d'un recours à l'analyse des eaux usées comme marqueur précoce de la contamination de la population.

La survie des virus dans les sols après épandage

Outre la question de la présence du virus dans les selles ou dans les eaux usées, il est nécessaire de s'intéresser à la survie du virus au cours des procédés de traitement des eaux usées (développé ci-après) et de sa survie dans les sols après épandage.

Concernant la survie dans les sols, outre que les pratiques de retour au sol des sous-produits de l'assainissement n'ont jamais généré de problème sanitaire, quelques études ont cherché à comprendre et estimer la survie des pathogènes, et des virus dans les sols.

L'équipe de Pourcher et al. (2017) a démontré que les entérovirus, qui sont analysés comme marqueurs sanitaire, ne sont plus détectables dans les sols 2 semaines après l'épandage de boues de station d'épuration.

Références :

Gundy P et al., 2009. Survival of coronaviruses in water and wastewater. *Food environ Virol* (2019) 1:10-14.
(https://west.arizona.edu/sites/default/files/data/Gundy2008_Article_SurvivalOfCoronavir_usesInWater.pdf)

Wang et al., 2005. Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *Journal of Virological Methods* 126 (2005) 171-177
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166093405000649/pdf?isDTMRedir=true&download=true>)

Casanova et al. (2009). Survival of surrogate coronaviruses in water. *Water Research*. Volume 43, Issue 7, April 2009, Pages 1893-1898
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135409000785/pdf?md5=d5779a61047734df2eda89ea78b0dbfe&pid=1-s2.0-S0043135409000785-main.pdf>)

Xiao et al. 2020. Evidence for Gastrointestinal Infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology* Available online 3 March 2020 In Press, Uncorrected Proof
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508520302821>)

Mallapaty, 2020. How sewage could reveal true scale of coronavirus outbreak.
<https://www.nature.com/articles/d41586-020-00973-x>

Pourcher et al., 2017. Survival of faecal indicators and enteroviruses in soil after land-spreading of municipal sewage sludge. *Applied Soil Ecology*. Volume 35, Issue 3, March 2007, Pages 473-479
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139306002228?via%3Dihub>

III. Les dispositifs de traitement : avantages et limites

III.1 Les solutions de traitement appliquées aux boues

Nous reprenons dans le tableau ci-dessous les solutions de traitement d'hygiénisation des boues les plus fréquemment appliquées à deux types de boues : boues liquides et boues pâteuses.

| Type de traitement | Boues liquides | Boues déshydratées pâteuses |
|-----------------------|---|--|
| Stockage longue durée | Applicables aux stations d'épuration de petite capacité | Non approprié aux boues non stabilisées du fait de leur caractère fermentescible |
| Méthanisation | Adapté aux boues liquides épaisses | Adapté aux boues pâteuses après dilution éventuelle avec digestat en recirculation ou autres matières liquides |
| Séparation de phase | Solution possible selon station d'épuration | Non applicable |
| Chaulage | Solution possible avec apport de lait de chaux | Solution possible avec apport de chaux vive ou de chaux éteinte |
| Compostage | Solution inappropriée dans la plupart des cas | Solution appropriée en mélange avec des coproduits végétaux (déchets verts principalement) |
| Séchage thermique | Solution inappropriée | Solution applicable |

Le tableau ci-dessous reprend les avantages et limites de chacune des solutions d'hygiénisation en l'état actuel de nos connaissances

| Solutions d'hygiénisation | Avantages | Limites |
|---------------------------|--|--|
| Stockage longue durée | Stabilisation & hygiénisation partielle | · Volume de stockage potentiellement important Hygiénisation à évaluer à documenter |
| Méthanisation mésophile | · Stabilisation des boues par dégradation de la température · Maintien d'un couple temps/température générant des abattements en pathogènes | · Hygiénisation partielle variable selon mode d'exploitation |
| Chaulage | · Stabilisation & Hygiénisation Intérêt agronomique pour les sols nécessitant un entretien calcique et/ou redressement du pH | · Application non recommandée & non adaptée en sols calcaires · Ressources en chaux potentiellement limitantes par endroit ou accès contraint |
| Compostage | · Stabilisation & hygiénisation · Intérêt agronomique pour sols nécessitant un entretien organique | - Ressources en co-produits carbonés parfois limitantes |
| Séchage thermique | · Hygiénisation des boues · Amélioration des conditions de manutention du produit final | · Émissions de poussières · Risques d'auto-combustion |

III.2 Compostage des boues:

Le compostage des boues est réalisé dans le cadre d'arrêtés préfectoraux reprenant et précisant les arrêtés ministériels (autorisation, enregistrement, déclaration). Les installations de compostage de boues répondent à la rubrique 2780-2 (Compostage de fraction

fermentescible de déchets triés à la source ou sur site, de boues de station d'épuration des eaux urbaines, de papeteries, d'industries agroalimentaires, seuls ou en mélange avec des déchets admis dans une installation relevant de la rubrique 2780-1)

Les arrêtés précisent les couples temps-températures permettant d'atteindre les niveaux d'hygiénisation attendus.

| PROCÉDÉ | PROCESS |
|---|--|
| Compostage avec aération par retournements. | Trois semaines de fermentation aérobie au minimum. Au moins trois retournements. Trois jours au moins entre chaque retournement. 55 °C au moins pendant une durée minimale totale de soixante-douze heures. |
| Compostage par aération forcée. | Deux semaines de fermentation aérobie au minimum. Au moins un retournement (opération de retournement après fermentation aérobie suivie d'une remontée de température à 50 °C pendant vingt-quatre heures). 55 °C au moins pendant une durée minimale totale de soixante-douze heures. |

La combinaison des phases de fermentation et de maturation permet d'atteindre les niveaux requis en hygiénisation selon la norme 44095 (voir ci-après).

La mesure des températures se fait, pour chaque lot, conformément aux bonnes pratiques en vigueur (par exemple par sondes disposées tous les 5 à 10 mètres à des profondeurs situées entre 0,7 et 1,5 mètre) et à une fréquence d'au moins trois mesures par semaine pendant le début de la phase de fermentation aérobie.

Lorsque la ventilation du mélange en fermentation est réalisée par aspiration à travers l'andain, la température enregistrée est la température moyenne de l'air extrait sous l'andain.

La fabrication et la mise sur le marché des composts de MIATE (Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux) sont encadrées par la norme 44095 rendue d'application obligatoire par un arrêté ministériel.

La norme 44095 précise notamment les paramètres à suivre par lot de fabrication (extrait tableau 6 ci-dessous). Deux types d'indicateurs sont suivis : les agents indicateurs de traitement et les agents pathogènes.

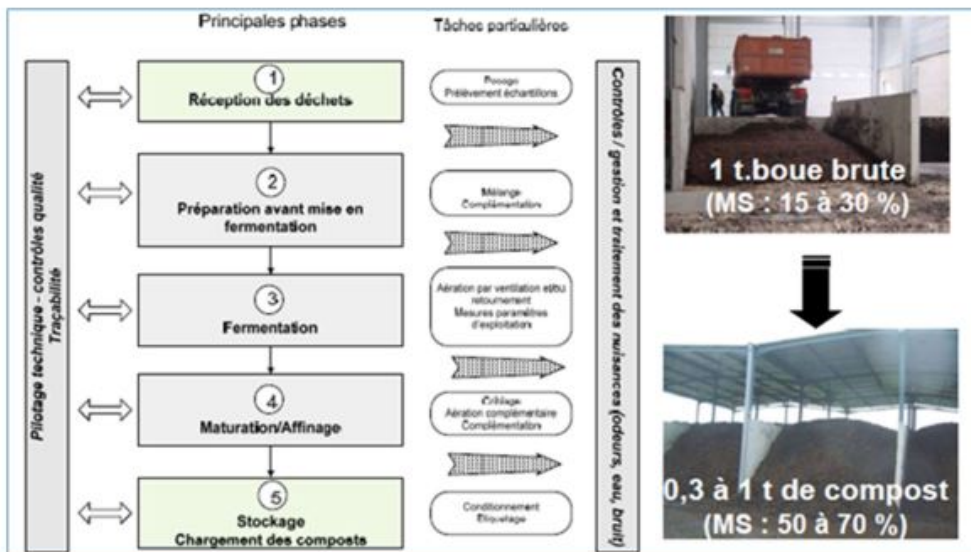
Tableau 6 — Valeurs limites en micro-organismes d'intérêt sanitaire

| | Toutes cultures sauf cultures maraichères | Cultures maraichères | Méthodes d'analyses normalisée |
|---|--|--------------------------|--|
| Agents indicateurs de traitement : | | | |
| <i>Escherichia coli</i> | 10 ⁴ /g M.B | 10 ³ /g M.B | NF V 08-053 (1993) |
| <i>Clostridium perfringens</i> | 10 ³ /g M.B | 10 ² /g M.B | NF V 08-056 (1994) |
| Entérocoques | 10 ⁵ /g M.B | 10 ⁵ /g M.B | NF T 90-432 (1997) |
| Agents pathogènes : | | | |
| Œufs d'helminthes viables | Absence dans 1 g de M.B | Absence dans 25 g de M.B | En cours |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Absence dans 1 g de M.B | Absence dans 25 g de M.B | NF V 08-055 (1997) |
| Salmonelles | Absence dans 1 g de M.B | Absence dans 25 g de M.B | NF ISO 6579 (1990) NF V 08-052 (1993) |

Dans cette norme ne figurent pas les virus mais les paramètres les plus contraignants à détruire (œufs d'helminthes viables) sont détruits par l'application de couples Temps/températures, selon les analyses réalisées auprès des laboratoires agréés certifiés COFRAC. Par ailleurs les températures atteintes sont suffisantes pour dégrader les pathogènes tels que les virus (cf. réglementation établie par la DGAL pour traiter les sous-produits animaux, réglementation issue du Règlement Européen « Sous-produits animaux » établi pendant la période encéphalopathies subaiguës spongiformes transmissibles (ESST) et la maladie de Creutzfeldt-Jakob (MJC) pour garantir les conditions d'hygiénisation des sous-produits carnés .

Le suivi des coliphages comme indicateurs de traitement en complément des autres paramètres indiqués ci-dessus pourrait être étudié. Une investigation serait à mener avec des laboratoires accrédités.

PRINCIPE DE COMPOSTAGE ET TECHNOLOGIES - Les principales phases/étapes



PRINCIPE DE COMPOSTAGE ET TECHNOLOGIES - Les principales technologies



II.4 Chaulage des boues urbaines :

Le chaulage des boues urbaines est réalisé selon deux modes principaux :

- Pré-chaulage (par lait de chaux éteinte) en amont de la déshydratation des boues liquides
- Post-chaulage (chaux vive en général) en aval de la déshydratation.

Des doses d'apport de 30 % en équivalent CaO / matière sèche sont généralement recommandées. Ces traitements permettent généralement d'atteindre des pH de 12 ou plus.

Les augmentations de températures associées aux réactions exothermiques ne sont toutefois observées que lors des apports de chaux vive.

Ce mode de traitement par chaulage est particulièrement efficace sur les entérovirus. 100 % des échantillons analysés révèlent l'absence d'entérovirus même à pH à partir de 9. (source : Base analyses laboratoire AUREA à partir du 01/01/2014 (5 années complètes).

III.3 Références scientifiques récentes

Plusieurs articles scientifiques ont été analysés en particulier :

Emerging investigators series: the source and fate of pandemic viruses in the urban water cycle - K. R. Wigginton,* Y. Ye and R. M. Ellenberg

Environmental Engineers and Scientists Have Important Roles to Play in Stemming Outbreaks and Pandemics Caused by Enveloped Viruses - Krista R. Wigginton* and Alexandria B. Boehm

Citons également l'article « Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions » et publié par la School of Public Health, LKS Faculty of Medicine, The University of Hong Kong, Hong Kong Special Administrative Region, China. (à l'état de pre-print donc non encore évaluée par des reviewers).

A 70°C, le virus (viable) n'était plus détectable à 5 minutes. A 56°C, pas de détection à 30 minutes.

| Time | Virus titre (Log TCID ₅₀ /mL) | | | | | | | | | |
|---------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 4°C | | 22°C | | 37°C | | 56°C | | 70°C | |
| | Mean | ±SD | Mean | ±SD | Mean | ±SD | Mean | ±SD | Mean | ±SD |
| 1 min | N.D. | N.D. | 6.51 | 0.27 | N.D. | N.D. | 6.65 | 0.1 | 5.34 | 0.17 |
| 5 mins | N.D. | N.D. | 6.7 | 0.15 | N.D. | N.D. | 4.62 | 0.44 | U | - |
| 10 mins | N.D. | N.D. | 6.63 | 0.07 | N.D. | N.D. | 3.84 | 0.32 | U | - |
| 30 mins | 6.51 | 0.27 | 6.52 | 0.28 | 6.57 | 0.17 | U | - | U | - |
| 1 hr | 6.57 | 0.32 | 6.33 | 0.21 | 6.76 | 0.05 | U | - | U | - |
| 3 hrs | 6.66 | 0.16 | 6.68 | 0.46 | 6.36 | 0.19 | U | - | U | - |
| 6 hrs | 6.67 | 0.04 | 6.54 | 0.32 | 5.99 | 0.26 | U | - | U | - |
| 12 hrs | 6.58 | 0.21 | 6.23 | 0.05 | 5.28 | 0.23 | U | - | U | - |
| 1 day | 6.72 | 0.13 | 6.26 | 0.05 | 3.23 | 0.05 | U | - | U | - |
| 2 days | 6.42 | 0.37 | 5.83 | 0.28 | U | - | U | - | U | - |
| 4 days | 6.32 | 0.27 | 4.99 | 0.18 | U | - | U | - | U | - |
| 7 days | 6.65 | 0.05 | 3.48 | 0.24 | U | - | U | - | U | - |
| 14 days | 6.04 | 0.18 | U | - | U | - | U | - | U | - |

A) Temperature*

S'agissant du chaulage, nous joignons une extraction de la base de donnée du principal laboratoire auquel les adhérents du SYPREA confient leurs analyses et qui démontre que sur une base de plus de 70 résultats que l'hygiénisation est atteinte dès les Ph supérieurs à 9

excepté pour les oeufs d'helminthes viables qui résistent à des Ph supérieurs à 12,5 vraisemblablement sous forme enkystée.

Il nous semble important de rappeler ici qu'au vu des quantités de boues industrielles produites (3 à 4 Mt de produit brut) et des capacités de chaulage ou de compostage disponibles, seule une petite partie de ces quantités est susceptible d'être hygiénisée.

IV. Conditions de mise en œuvre de stockage, transport et d'épandage et la problématique des aérosols liée à ces mises en œuvre

IV.1 Description des techniques d'épandage

Dans l'instruction ministérielle et l'avis de l'ANSES, ce n'est pas le principe de l'épandage des boues qui est remis en cause, mais uniquement le risque de propagation du virus consécutive à l'émission de gouttelettes ou d'aérosols potentiellement chargés en virus, lors des opérations d'épandage. L'important pouvoir épurateur des sols, dû à leur microflore annihilant toute prolifération virale, après épandage des boues, n'est pas remis en cause.

Les solutions alternatives à l'épandage des boues étant difficiles à mettre en oeuvre vu l'ampleur des volumes de boues concernés, le SYPREA recommande des mesures évitant tout risque de dispersion d'aérosols, lors des opérations d'épandage.

La protection du personnel assurant la collecte, le transport et l'épandage des boues est assurée par le port d'EPI appropriés et grâce au respect des consignes portant sur les gestes barrières et les mesures de distanciation entre personnes.

L'utilisation de matériel adapté est un point clé pour garantir l'absence d'aérosols lors des épandages à ce titre le SYPREA préconise l'utilisation de rampe à pendillards (application directe sur le sol) ou l'injection directe dans le sol (matériel à disques ou à dents).

Aujourd'hui la technique la plus répandue d'épandage des boues liquides est la technique de la buse-palette, qui diffuse la matière « en parapluie » dans l'atmosphère.

Epandage par buse – palette :

Principe citerne sur châssis étanche, compresseur à air, dispositif d'épandage : buse – palette

Avantages simplicité, coût moindre

Limites performance de répartition, émission d'aérosols



Dans le contexte Covid19, le SYPREA propose de systématiser les techniques d'épandage de boues liquides évitant la dispersion d'aérosols.

Les dispositifs d'enfouissement des boues liquides adaptés permettant d'éviter la production d'aérosols lors de l'épandage (coutes incisant la surface du sol) sont présentés ci après.



Epandage avec enfouisseurs (à disques ou à dents) :

Principe citerne sur châssis étanche, dispositif d'épandage : injection de la boue
 dans le sol sous faible pression

Avantages: pas d'émission d'aérosols

Limites: effort de traction important qui limite le débit de chantier, non adapté aux sols très superficiels, coût élevé

Il en est de même lors d'épandage pratiqué par pendillards. Ces équipements déposent les boues à la surface du sol. Ils permettent une bonne répartition des boues et éliminent tout risque de dispersion dans l'atmosphère par aérosols.



Ex de video d'épandage au pendillard : <https://www.youtube.com/watch?v=RqK3S8Sdlkc>

Epandage par pendillards :

Principe citerne sur châssis, dispositif d'épandage : pendillards qui déposent la boue sur le sol

Avantages **pas d'émission d'aérosols, débit d'épandage supérieur à l'enfouisseur**

Limites effort de traction important qui limite le débit de chantier, coût intermédiaire entre buse-palette et enfouisseur à disque

Les boues solides sont elles épandues à l'aide d'épandeurs. Par nature, les boues sont déshydratées préalablement et n'émettent pas d'aérosols lors des épandages.

Epandage par épandeur à hérissons verticaux :

Principe caisse à fond mouvant, hérissons verticaux (2 ou 4)

Avantages bonne qualité d'épandage

Limites coût

Epandage par épandeur à table d'épandage :

Principe caisse à fond mouvant, hérissons horizontaux+hotte+plateaux

Avantages travail à faible dose d'épandage, bonne répartition

Limites prix d'achat



IV.2 Références scientifiques sur les aérosols

Les principales conclusions des publications scientifiques relatives à la propagation des aérosols en fonction des techniques d'épandage utilisées sont reprises ci-après :

IMPACTS OF MANURE SPREADING TECHNIQUES ON DOWNWIND AIR QUALITY: PARTICLES, AMMONIA, AND BIOAEROSOLS

<https://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/0220870-impacts-of-manure-spreading-techniques-on-downwind-air-quality-particles-ammonia-and-bioaerosols.html>

- *Consistent with other studies, injection of manure was an effective means to reduce emissions and transport of ammonia, nitrous oxides, and bioaerosols and associated environmental and public health impacts.*

BOARD-INVITED REVIEW: FATE AND TRANSPORT OF BIOAEROSOLS ASSOCIATED WITH LIVESTOCK OPERATIONS AND MANURES

- *During the land application of liquid and dewatered domestic sewage sludge (biosolids) via spray tanker and spreader/slinger, respectively, indicator organisms (coliforms, Clostridium perfringens, E. coli) were not detected at distances greater than 30 m (Brooks et al., 2005b).*

ESTIMATED OCCUPATIONAL RISK FROM BIOAEROSOLS GENERATED DURING LAND APPLICATION OF CLASS B BIOSOLIDS

In this study, bioaerosols were not detected immediately downwind of biosolids piles (20% solids or more and less than 24 h old), which suggests that piles of biosolids are a negligible source of bioaerosols containing pathogens. For this reason, they were excluded as a source of exposure from the risk analysis. In addition, bioaerosols from biosolids were undetectable in air samples collected days after land application of biosolids (Tanner, 2004). For this reason, we do not believe that secondary aerosolization of microorganisms after biosolids application is a significant source of risk to a biosolids worker

Overall, risks from bioaerosols to workers at land application sites appear to be lower than risks to workers at sewage treatment plants.

ESTIMATION OF BIOAEROSOL RISK OF INFECTION TO RESIDENTS ADJACENT TO A LAND APPLIED BIOSOLIDS SITE USING AN EMPIRICALLY DERIVED TRANSPORT MODEL

Overall, the viral risk to residences adjacent to land application sites appears to be low, both for one time and annual probabilities of infection.

MICROBIOLOGICAL AEROSOLS FROM THE APPLICATION OF LIQUID SLUDGE TO LAND

No human enteric viruses were detected (less than 0.0016 pfu/m³) at a distance of 40 m downwind from the spray gun. The inability to detect enteric viruses in the air was most likely the result of low concentration in the sludge and adsorption into the solid matter in the sludge which is not readily aerosolized.



TRAITEMENT DES BOUES LIQUIDES DANS LE CADRE DE LA PANDÉMIE CORONAVIRUS BOUES INDUSTRIELLES

Saisine Anses 27 mars 2020 relatif à une demande en urgence d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19

Contexte : Suite à la présence d'eaux vannes dans les boues des industries agroalimentaires, exigence possible d'hygiénisation afin d'éliminer le coronavirus.

Constats de l'Anses sur l'utilisation de la chaux :

Le chaulage (ajout de chaux vive ou éteinte) est un traitement de stabilisation et/ou d'hygiénisation des boues selon la dose de chaux appliquée. L'ajout de chaux nécessaire à une augmentation du pH jusqu'à 12 provoque également une augmentation de la température pouvant aller jusqu'à 60°C avec l'utilisation de chaux vive. Le temps de contact entre la chaux et les boues pour assurer l'hygiénisation de la boue est de l'ordre de 10 jours à pH 12 (Saisine page 6).

Pour des pH supérieurs à 12, il est donc possible d'envisager des abattements des coronavirus de plus de 4 unités logarithmiques en 1 heure, surtout si la température peut atteindre les 40°C (saisine p11).

Méthode de contrôle : enregistrement journalier du pH, de la température + contrôle pathogènes (p12).

Pour mémoire, la chaux vive est sous forme pulvérulente et la chaux éteinte est sous forme pulvérulente ou lait de chaux. L'élévation de température ne peut être associée qu'à la chaux vive.

Réponses de l'Industrie de la Chaux :

Analyse de situation : d'après les remontées d'informations du ministère, sur 865 IAA déjà analysées, il existerait entre 365 à 500 IAA avec des productions de boues industrielles dont 160 actuellement concernées par le mélange avec des eaux vannes. **Ceci représenterait environ 130 à 160 000 m3 de boues à épandre.**

L'épandage d'automne a été très limité par la mauvaise saison, et l'épandage de printemps pourrait se terminer vers le 10-15 mai en fonction des régions, des cultures et de la météo.

Pourquoi un traitement à la chaux est-il dans le contexte une solution facile à utiliser :

- agir vite, très efficacement, avec des industriels non réellement aguerris aux traitements des boues, ni à l'utilisation de la chaux,
- répondre à la nécessité de mettre à disposition des boues parfaitement hygiénisées pendant la période cruciale d'épandage.

Nous rejoignons donc la proposition de l'ANSES (page 6) et du Syprea (annexe saisine) qui prône l'utilisation de chaux à un taux de traitement supérieur ou égal à 30% de MS, qui élèvera le pH à 12. Concernant les boues liquides des IAA, ce résultat sera obtenu de manière fiable et performante en utilisant un lait de chaux à 300g/litre (action pH uniquement) qui sera facilement incorporé dans les silos de stockage par la citerne de livraison : l'agitation dans le silo devra être reprise 2h avant l'incorporation du lait de chaux et maintenue en permanence pendant toute la durée du traitement soit 10 jours.

Le principal avantage de ce traitement au lait de chaux est qu'il s'adapte au cas par cas, après échange entre le site industriel et les experts de l'industrie de la chaux.

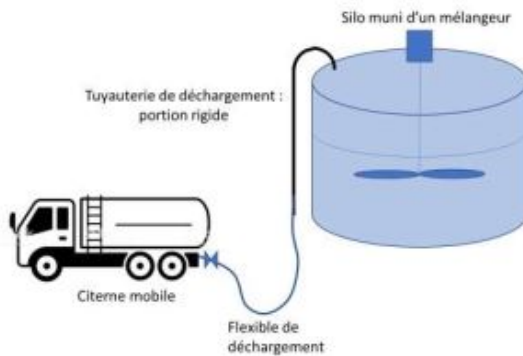
Un autre avantage est que les boues sont traitées in situ et disponibles pour les agriculteurs après 10 jours. Le contrôle journalier du pH peut être réalisé par le laboratoire de l'IAA voire la recherche des marqueurs de l'hygiénisation.

Le facteur limitant, quelle que soit la méthode choisie, ne pourrait être que le temps nécessaire à l'obtention des résultats d'analyses (vérifier la faisabilité des analyses en labo IAA).

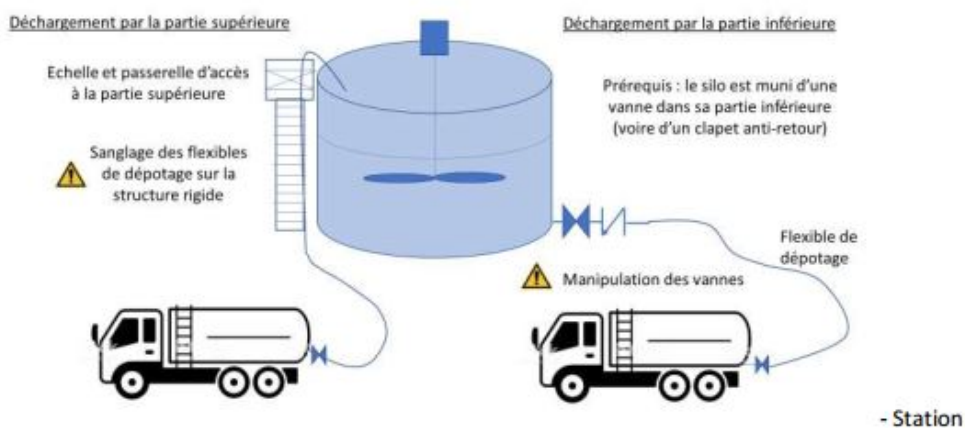
Efficacité connue du traitement : L'utilisation du lait de chaux pour traiter les boues liquides est une pratique courante largement développée dans les stations d'épuration et connue de tous les services de traitement des boues : pour rappel, il existe une norme concernant le traitement des boues urbaines NU44-003 : traitement des MIATES à la chaux (lait de chaux).

Livraison et dépotage simplifiés : Les schémas ci-dessous présentent les méthodes d'incorporation du lait de chaux dans la cadre du traitement en silos. Elles ne nécessitent ni intervention particulière et évite le contact avec le réactif :

Déchargement de lait de chaux dans un silo de stockage liquide



Alternatives en cas d'absence de tuyauterie de dépotage rigide



Cette méthode évite des investissements lourds ou l'intervention d'unités mobiles de déshydratation qu'elles soient pour faire du post chaulage ou une étape préalable aux transports des boues déshydratées vers le compostage ou séchage-incinération.

Après contrôle journalier du pH et évaluation de l'hygiénisation finale, les boues liquides chaulées peuvent être envoyées sur les zones d'épandage habituelles ou nouvelles ; elles sont généralement épandues par une société de travaux agricoles.

Cette méthode élimine rapidement tout un stockage de boues liquides sans investissements lourds, avec la perspective d'une hygiénisation forte et efficace avec un service rendu à l'agriculteur.

Adaptation possible de ce schéma :

En fonction des informations délivrées par les IAA, utilisation ou non de soude dans les eaux de lavage, pH des boues, température, analyses antérieures des taux de pathogènes suivant l'arrêté de 98, il pourrait s'avérer qu'il ne subsiste qu'une suspicion liée au pourcentage d'eaux vannes incorporées. Alors, toujours en accord avec la saisine, un traitement au lait de chaux pourrait être mis en place sur des durées plus courtes, par exemple d'environ 3 à 5 jours en fonction de l'évaluation de l'Anses.

Disponibilité de la chaux pour ces traitements :

Si on estime qu'il y a effectivement 150 000 m³ de boues à traiter, avec une hypothèse de boues à 40g/l de MS, et un chaulage à 30% de MS, les besoins en chaux seront de l'ordre 8000 m³ de lait de chaux à 300g/l. Nous n'avons donc aucun problème de disponibilité de produit.

Avantages par rapport à d'autres méthodes dans ces temps très particuliers :

L'hygiénisation des boues liquides par chaulage avec un lait de chaux directement incorporé dans le silo de boues est la méthode la plus performante en facilité de mise en œuvre, en sécurité et en termes de maîtrise des coûts. Elle permet aussi un retour quasi immédiat des boues chaulées au sol, en exploitant les solutions locales.

Le compostage et l'incinération demanderont une déshydratation préalable des boues au moyen d'unités mobiles coûteuses. En outre, le compostage imposera également la disponibilité de déchets verts et un traitement de 3 mois avant d'imaginer le retour au sol.