

Réseau régional des exploitants de stations d'épuration

Réunion d'Échanges N°43 – 28 avril 2016 Belleville (69)

La station d'épuration du futur

Le traitement des micropolluants en station de petite taille Echanges et retours d'expériences sur l'utilisation et l'exploitation des pompes à chaleur







1. LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS EN STATION DE PETITE TAILLE

Thèse sur le traitement des micropolluants en petite station d'épuration – Bruno Cédat, INSA Lyon

Bruno Cédat présente les objectifs et résultats de sa thèse menée au sein de l'INSA Lyon, en partenariat avec la société COMAP.

Voici quelques éléments de méthodologie et de résultats de cette étude :

- o La technologie de traitement testée dans ce cadre est un procédé d'oxydation avancée UV /H2O2.
- Objectifs:
 - Abattre la concentration des perturbateurs endocriniens
 - Optimiser les coûts énergétiques
 - Développer une technologie permettant de traiter des petits et moyens volumes, et donc adaptée aux petites et moyennes STEPs.
- o Le projet s'est déroulé en deux temps :
 - Un premier pilote en laboratoire
 - Un essai grandeur nature sur la STEP de Vercia, station à lit planté de roseaux : installation du pilote en janvier 2016, ajustement de la dose d'UV et d'H2O2 en fonction du débit (automate), tests en conditions réelles sur 2 mois
- Des campagnes de mesures avec analyses de paramètres chimiques (paramètres classiques, micropolluants, quelques médicaments...) et biologiques (bactéries et test YES): de bons abattements sont constatés mais les mesures doivent être poursuivies sur un plus grand nombre de paramètres et de campagnes.
- Cette technologie de traitement peut avoir d'autres applications : recyclage de l'eau, traitement de l'eau de process industriels, etc.
- o Il est important de toujours repositionner la technologie employée et le niveau de traitement par rapport à l'enjeu milieu.

Le diaporama présenté est consultable en annexe 1.

2. ÉCHANGES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES SUR LES POMPES À CHALEUR

Retour d'expérience du CITEAU sur la récupération de l'énergie des effluents - Frédéric Pronchéry

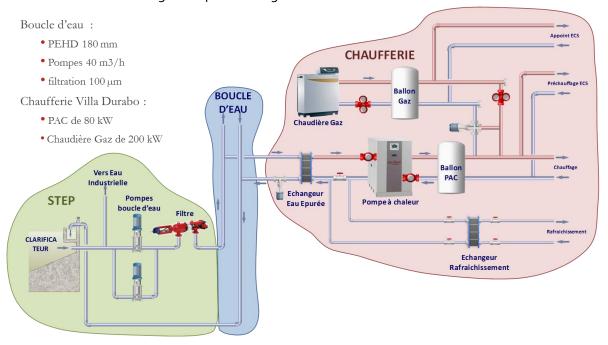
Frédéric Pronchéry, président du Centre Intercommunal du Traitement de l'Eau Saône Beaujolais (CITEAU) présente le projet « CITEAU chaleur » dont l'objectif est de récupérer l'énergie contenue dans les effluents de la station d'épuration mise en eau en 2011.

L'ambition était avant tout de réduire l'empreinte environnementale de la station, assez énergivore du fait de l'unité de désodorisation mise en place pour éviter tout désagrément du voisinage (proximité du centre-ville).

Une étude de faisabilité a tout d'abord été menée en 2012 par le cabinet Merlin, démontrant la pertinence du concept envisagé : valoriser l'énergie dite fatale des effluents pour chauffer 9 000 m² de plancher d'un ensemble neuf de logements et de locaux d'activités. Suite à cela, une étude économique fine a été réalisée (prise en compte du niveau de subventions, amortissement, exploitation), qui a également démontré un intérêt financier. Le projet a finalement vu le jour en 2014, après 5 mois de travaux dont le montant s'élève à 500 k€ environ. Un travail juridique a également dû être entrepris afin que le syndicat devienne producteur et fournisseur d'énergie.

Voici les éléments principaux de ce réseau de chaleur :

- o une prise d'effluents traités;
- o <u>un échangeur de chaleur</u> en dérivation sur le circuit d'eaux traitées ;
- o <u>un circuit primaire</u> reliant l'échangeur à la pompe à chaleur, composé d'une circulation de fluide caloporteur et d'une pompe de circulation ;
- une pompe à chaleur (PAC) fonctionnant en production de chaleur (rendement optimum avec COP 4). La PAC transfère l'énergie des eaux d'un niveau à basse température, par refroidissement sur l'évaporateur, vers un niveau de température plus élevé de 35 à 55°C, par récupération sur le condenseur;
- Une chaudière gaz à condensation assurant un secours total et un appoint notamment pour pouvoir élever la température de l'eau chaude sanitaire (ECS) à 60°C;
- Des dispositifs d'émetteurs basse température de type plancher-chauffant (option rafraîchissement) assurant un confort optimal;
- Objectifs: couvrir 70% des besoins totaux des bâtiments (habitations et locaux d'activités) avec 80 % des besoins en chauffage et le préchauffage des eaux chaudes sanitaires.

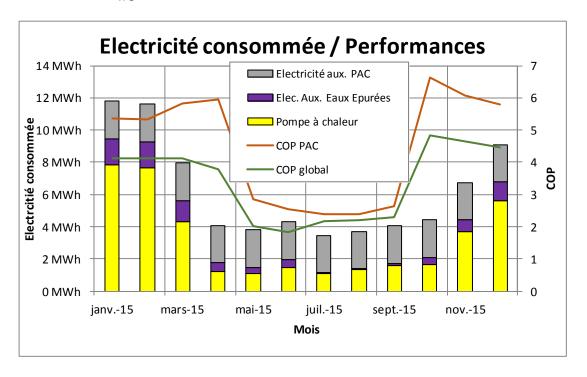


CITEAU chaleur : principe de fonctionnement

Quelques éléments du retour d'expérience du fonctionnement du dispositif sur l'année 2015 :

o Bilan énergétique :

- Taux de couverture PAC : 75 % (avec des besoins réels inférieurs au prévisionnel)
- Performance annuelle PAC : Coefficient de performance (COP) de 5,1 (objectif 4,15)
- Performance annuelle géothermie : COP de 3,92 (objectif 3,5)
- En été, la boucle permet également le rafraichissement
- Raccordement bouclage eau chaude sanitaire mi-septembre 2015: couverture de 75 % et COP de 2,75



o Autres vertus du projet :

- Synergie du territoire et des partenaires et économie durable pour l'usager (10€/m² de surface de plancher pour chauffage + eau chaude sanitaire + rafraichissement).
- Vertu environnementale : énergie 100 % renouvelable, maîtrise de l'énergie avec économie d'énergie fossile, rabaissement de quelques degrés du rejet dans la rivière Saône, valorisation d'énergie fatale perdue en Saône sans le projet.
- Vertu pédagogique et d'exemplarité avec équipements rendus visitables et plan de communication afférent (éducation, sensibilisation).

Autres aspects:

- Importance de l'exploitation et des réglages (ex: lavage automatique de l'échangeur par l'injection de javel en contre-courant pour enlever les algues), calage des lignes d'eau, réactivité, choix du filtre amont (passage de 300 μm à 100 μm pour éviter les colmatages)...
- Retour sur investissement : entre 8 et 12 ans mais reste à affiner

Le diaporama présenté est consultable en annexe 2.

Retour d'expérience sur l'étude de faisabilité du Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Vanoise (SIAV) – Christophe Planeta :

Christophe Planeta présente l'étude de faisabilité menée au sein du SIAV, pour l'installation d'une pompe à chaleur sur la station d'épuration. Cette station est dimensionnée pour 65 000 équivalents habitants et subit de fortes variations de charges dues aux activités touristiques.

L'objectif de l'installation de cette PAC est de réduire fortement la consommation de fuel de la STEP (50000 litres de fuel en 2013 et 30 000 L en 2014 et 2015, utilisés pour la production de chaleur).

Les régimes de température des centrales de traitement de l'air (CTA) et radiateurs sont plus élevés que les régimes de température classiques d'une PAC basse température.

Le syndicat pouvait alors s'orienter vers deux solutions :

- Solution non retenue : l'installation d'une PAC haute température, plus coûteuse et dont le COP est moins élevé que celui d'une pompe à chaleur basse température (donc retour sur investissement peu intéressant).
- 2. Solution retenue : la mise en place d'une batterie de préchauffe au niveau des centrales de traitement de l'air, qui permet de s'affranchir de la problématique de régime de température imposé par les circuits de chauffage existants.

Suite à l'analyse des différentes données et contraintes, le choix technologique s'est finalement porté sur une pompe à chaleur de 109 kW.

Quelques aspects financiers:

- o les investissements nécessaires (études, prestations et travaux) sont estimés à 140 k€ environ (avec des financements de l'Agence de l'eau, de l'ADEME et du Département de Savoie) ;
- o la mise en place de la pompe à chaleur permettra une réduction de 74 % de la consommation de fioul (hors arrêt PAC pour maintenance ou réparation), ce qui représente un gain annuel brute de 16 000 €;
- o à cela doit être déduit le coût électrique de fonctionnement de la PAC, qui s'élève à 3 700 €/an (59 MWh/an) mais également la maintenance des équipements, qui s'élève à 2 000 €/an ;
- o au final, le gain net attendu est de l'ordre de 10 600 € /an soit un temps de retour sur investissement estimé à 13,4 ans hors subventions.

Les travaux dureront environ 2 mois et demi et seront suivis d'une mise en observation sur 1 an.

L'étude de faisabilité est consultable sur le site du Graie : lien

<u>Autres retours d'expérience des membres du ré</u>seau :

- -La Métropole de Lyon a également installé des PACs sur certaines de ses stations d'épuration, et notamment celle de Neuville. A noter qu'ils sont régulièrement confrontés à des problèmes de colmatage des filtres de l'échangeur.
- -Le Syndicat Mixte du Lac d'Annecy (SILA) dispose d'une PAC depuis 1997, qui permet de chauffer l'ensemble des locaux process de l'usine via une centrale de traitement de l'air. Deux nouvelles PACs d'une puissance globale de 400 kW seront mises en service début 2017 pour chauffer les digesteurs de l'usine.
- -Des PACs sont également mises en place par Véolia, à Aix-les-Bains (centre nautique) et à Saint-Chamond.

3. ACTUALITÉ DES DEPARTEMENTS ET STATIONS D'EPURATION DE RHÔNE-ALPES

Présentation de la station d'épuration du CITEAU

Sylvain Morel présente la station du CITEAU, gérée en partenariat avec la SAUR, et qui reçoit les effluents des villes de Belleville sur Saône, Taponas et Saint Jean d'Ardières :

- o Généralités:
 - Capacité de 26 000 EH; 11 600 personnes raccordées
 - 1 400 T/an de boues d'épuration valorisées en compostage agricole
 - 100 % de conformité des rejets en Saône
- o Types de traitement :
 - Traitement biologique DBO5
 - Boues activées faible charge aération prolongée
 - Nitrification NK
 - Dénitrification NGL
 - Déphosphatation Pt
- o Pour éviter toutes nuisances olfactives (proximité du centre-ville), la station est équipée d'un système de désodorisation très performant.

A l'occasion du tour de table, plusieurs sujets ont fait l'objet d'une discussion, mettant en avant des problématiques émergentes ou informations importantes pour les exploitants de stations d'épuration de la région.

Département du Rhône (69)

La Métropole de Lyon :

-La station d'épuration de Jonage teste actuellement des sondes NH4-NO3 sur une de ses deux files, dans l'objectif est pouvoir asservir le traitement à la charge entrante, et réduire ainsi les consommations énergétiques :

- o les mesures des sondes sont comparées à des analyses de laboratoires sur des prélèvements d'eau ;
- o points positifs: les écarts semblent assez faibles et les sondes sont faciles d'utilisation;
- o point négatif : en revanche, le coût est assez élevé (environ 1k€ par sonde) et J.P. Canler (IRSTEA) estime leur durée de vie à 6 mois environ.
- o la comparaison des consommations énergétiques au sein des deux files (une équipée de sondes, l'autre pas) permettra d'établir si ce coût élevé est compensé par le gain énergétique.

=> L'IRSTEA mène actuellement, avec l'INSA de Toulouse, une étude de sondes O2 et pourra en faire une restitution au groupe lors d'une prochaine rencontre.

-Les STEPs de Fontaine, St Germain et Meyzieu ont constaté des problèmes de septicité des boues : pour y remédier, elles ont mis en place des capteurs de voile de boues pour réguler le biologique, qui permettent notamment d'ajuster le chaulage. J.P. Canler rappelle qu'un temps de séjour des boues inférieur à 1 jour permet d'éviter tout problème.

Département de la Haute-Savoie (74)

Megève-Pras sur Arly:

-la remise en état de la station est prévue pour 2020 mais la collectivité réfléchit dès à présent au cahier des charges et à l'intégration de technologies innovantes et évolutives

-la station a pour projet d'installer un digesteur pour diminuer la quantité des boues (environ 40% de diminution de volume) et ainsi réduire les coûts de transport associés. Cet équipement ne fonctionnera que 4 mois dans l'année en raison des fortes variations de charges. Ce dernier point ne semble pas problématique, si l'on en croit le retour d'expérience du Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Vanoise qui a installé un digesteur qui fonctionne avec un temps de séjour long et connait les mêmes phénomènes de variation de charges.

- -un variateur de vitesse a été installé en amont de la STEP, permettant d'alimenter les filtres à une vitesse régulière : la collectivité espère ainsi limiter le colmatage des filtres et de ne plus faire de lavage de soude préventif (environ 800 L/bloc de biofiltre chaque année).
- la désodorisation est en cours de réparation

Exploitants privés :

Nantaise des Eaux

- -La société est progressivement intégrée au groupe Suez.
- -La principale actualité est l'application du nouvel arrêté du 21/07/2015 sur l'autosurveillance du système et son application dans les stations d'épuration dont elle gère l'exploitation.

Véolia Eau

- -De nombreuses réponses à des appels d'offre sont en cours pour des changements de délégation de service public.
- -La société propose à ses clients des projets « innovants », financés à 50 % par l'Agence de l'Eau RMC.

Actualités de l'Agence de l'Eau RMC

- -Appel à projets pour le regroupement des compétences: la loi NOTRE impose qu'au 1^{er} janvier 2020, les communes aient transférer leurs compétences eau/assainissement. Pour accélérer et organiser ce transfert et éviter que « rien ne se passe » d'ici là au sein des communes, l'Agence de l'Eau RMC lancera en juin 2016, un appel à projet proposant des aides au financement de 80% pour la réalisation d'études de transfert de ces compétences (structuration, impact sur le personnel, sur le prix de l'eau, etc.)
- <u>-Financements de projets innovants:</u> dans le cadre de sa stratégie « station d'épuration du futur », l'Agence de l'Eau RMC finance à un taux de 50 % tous « travaux innovants » jusqu'à 2018 (récupération de ressources, optimisation énergétique, etc.)
- -Méthanisation : l'Agence de l'Eau RMC n'apporte des aides que pour des STEPs supérieures à 50 000 EH (car elle juge les installations non rentables en dessous de ce seuil).
- <u>- le compostage des boues :</u> la filière est en croissance régulière et fonctionne bien désormais (aucunes nonconformités constatées récemment sauf en Corse).

-Deux journées organisées par l'Agence de l'Eau RMC :

- O Journée technique sur la réutilisation de l'eau usée traitée : « une deuxième vie pour les eaux usées traitées, c'est possible ! », le 11 mai 2016 à Montpellier en savoir plus
- o Colloque « station d'épuration du futur », le 17 octobre 2016, Lyon
- <u>-Révision des zones sensibles</u>: elle sera lancée fin 2016 avec une proposition de scenarios sur 6 ans ; la volonté politique est de ne pas généraliser les zones sensibles, mais d'investir raisonnablement sur les zones prioritaires
- -Projet de circulaire du Ministère de l'Environnement, sur la surveillance des micropolluants RSDE STEU, prévue pour juin 2016; tendances :
 - o reprise des campagnes RSDE STEU à partir de 2018 (pas de campagnes en 2017);
 - o 4 à 6 campagnes/an;
 - o une liste unique de molécules : avec la suppression de certaines et l'apparition de nouvelles (dont des médicaments) ;
 - o mesure en entrée et sortie de STEU (pas de mesures dans les boues);
 - o en complément, obligation de faire des « diagnostics » pour rechercher la source des micropolluants (contenu à préciser), à partir de 2017.

Actualités de l'IRSTEA

-Une thèse sur « le colmatage des biofiltres » a été lancée au sein de l'IRSTEA, avec un objectif de compréhension des mécanismes.

- => Dans ce cadre, J.P. Canler est très intéressé pour recenser les retours d'expérience des membres du réseau : ce sujet pourrait être à l'ordre du jour d'une prochaine rencontre.
- -Le rapport sur l'étude de « bilan énergétique des stations d'épuration à boues activées » présentée lors de la dernière rencontre, paraîtra courant 2016.
- -Un autre projet intitulé « Eco-stations », mené actuellement par l'IRSTEA avec le soutien de l'Agence de l'Eau, a pour objectif de modéliser l'impact environnemental global d'une station d'épuration (abattements, énergie, gaz à effet de serre, valorisation énergétique...) et d'en déduire les actions nécessaires.

Actualités du Graie

- -Journée d'échanges régionale sur l'autosurveillance des réseaux d'assainissement, 7 avril 2016 à Lyon supports d'intervention en ligne.
- -Formations pratiques "Autosurveillance des réseaux d'assainissement" validation et utilisation des données », le 19 mai 2016, Villeurbanne— en savoir plus; Pratique du traçage en réseau Outil de vérification des débitmètres **24 novembre 201**6 <u>LIEN FORMATION 9675</u> (Formations en partenariat avec INSAVALOR, le laboratoire DEEP de l'INSA Lyon et l'OTHU).
- -9^{ème} conférence internationale NOVATECH Stratégies et solutions pour une gestion durable de l'eau dans la ville, du 28 juin au 1^{er} juillet 2016 à Villeurbanne <u>en savoir plus.</u>
- -Conférence régionale sur la gestion des effluents non domestiques, jeudi 17 novembre 2016, Lyon (organisée en partenariat avec la FNCCR)

Autres informations

- -Journée technique sur la codigestion sur station d'épuration et la gestion du digestat, 31 mars 2016, sur le site industriel du SIVOM de Morillon (Haute Savoie).
- RISPO (Réseau Interprofessionnel des Sous-Produits Organiques) avec le cluster spécialisé Biogaz Vallée® <u>actes en ligne sur le site de RISPO</u>
- Publication du rapport du CGEDD et du CGAAER (180 pages, Juillet 2015) sur « les épandages sur terres agricoles des matières fertilisantes d'origine résiduaire : mission prospective sur les modalités d'encadrement et de suivi réglementaire » lien vers le rapport

ANNEXE 1 : DIAPORAMA DE BRUNO CÉDAT, INSA Lyon





- > Filiale de COMAP, groupe industriel français spécialiste du raccordement, de la régulation et du traitement de l'eau
- > Un savoir-faire de **plus de 30 ans** dans la conception, la fabrication et la commercialisation de solutions de traitement de l'eau :
 - Filtration
 - Adoucissement
 - Protection antitartre
 - Solutions UVC de désinfection et déchloramination
- > Un site industriel à Montélier (26), certifié ISO 9001
- > Une gamme complète de solutions répondant aux utilisations industrielles, tertiaires et résidentielles















2







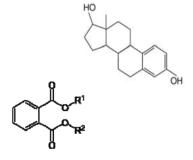




Pourquoi s'attaquer aux micropolluants?



- > Une problématique qui prend de l'ampleur au niveau européen
- > De nombreux micropolluants présents en sortie de STEP
- > Des risques potentiels pour le milieu naturel et pour l'homme
- > Les stations d'épuration n'ont pas été conçus pour les traiter







Une introduction aux micropolluants

Micropolluants: qui sont-ils?



Des substances organiques ou minérales dont les propriétés toxiques. bioaccumulatives ou de persistence sont susceptibles d'impacter négativement l'environnement ou les organismes vivants à des concentrations infimes.

- > Plus de 100 000 molécules chimiques sur le marché en Europe
- > Différentes « familles » de micropolluants, par exemple :
 - Produits pharmaceutiques : Antibiotiques, β bloquants, hormones
 - Produits de soin corporel : Nanoparticules, phtalates...
 - Produits industriels: Plastifiants (BPA), HAP, solvants...
 - Biocides : Pesticides, fongicides, insecticides...
 - Retardateurs de flammes

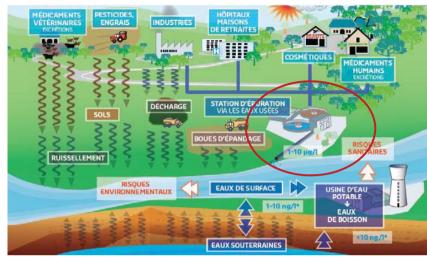






Micropolluants : d'où viennent-ils ?



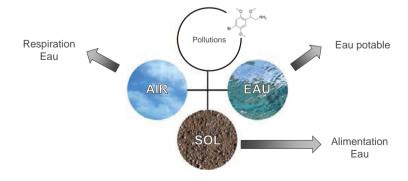


Magazine eauservice, nov 2011

Nous sommes tous exposés aux micropolluants



- > Surtout via l'air et l'alimentation
- > Présence avérée de micropolluants dans l'eau à des concentrations infimes
- > Exposition quotidienne des êtres vivants, dont l'homme
 - Principaux organismes impactés aujourd'hui : les espèces aquatiques



Des effets biologiques variés



- > Perturbation du système endocrinien : maladies neurodégénératives, problèmes de fertilité ...
 - BPA
 - Phtalates
 - Pesticides (Atrazine)
- > Cancérigènes / Mutagènes / Reprotoxiques
 - Nitrosamines (NDMA)
 - HAP (Benzo(a)pyrène)
 - Solvants (THFA)
- > Toxiques : vieillissement cellulaire précoce, allergies ...
 - POPs (PCB, Dioxines)
 - Métaux lourds (Cadmium, chromes...)







Quelle règlementation en France ?

- > Pas de réglementation spécifique sur la limite des rejets des micropolluants par les STEP en France
- > Pas de traitement obligatoire
- > Mais réglementation sur le suivi de certains micropolluants
 - Campagne RSDE : diagnostique
 - Directive cadre sur l'eau (DCE) → atteindre un bon état chimique et biologique de l'eau
 - Liste prioritaire et de vigilance européenne
 - Plan National de Résidus Médicamenteux
 - Plan micropolluants
- > Un cadre réglementaire qui sera sans doute amené à évoluer dans les prochaines années

CONAP solutions ros erricizier

Traiter les micropolluants en station d'épuration

Certaines STEP traitent déjà les micropolluants



> En France :

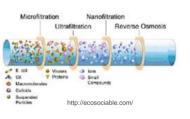


- > En Suisse :
 - 100 stations équipées pour traiter les micropolluants
 - Technologie : combinée ozone / charbon actif
 - Choix de traiter 5 « molécules sentinelles »

Types de traitement : La nanofiltration ou l'osmose inverse



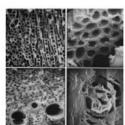
- > Principe
 - Séparation physique
- > Avantages
 - Très bonne retenue des micropolluants, dont les métaux lourds
 - Désinfection
- > Inconvénients
 - Colmatage des membranes
 - Coût énergétique
 - Pas d'élimination de la pollution



Types de traitement : Les charbons actifs



- > Principe
 - Adsorption des micropolluants à la surface et dans les pores du charbon actif
- > Avantage
 - Très bonne retenue des micropolluants si bon dosage
 - Traitement des métaux lourd
- > Inconvénient
 - Pas d'élimination de la pollution
 - Coût du recyclage du charbon actif



Les procédés d'oxydation avancée (AOPs)

> Principe

- Oxydation des molécules organiques
- > Différents procédés possibles :
 - UV / H₂O₂

Types de traitement :

- UV / TiO₂
- Ozone / UV
- Ozone / H₂O₂



- Elimination des polluants (pas de déchets secondaires)
- Système autonome
- > Inconvénients
 - Formation potentielle de sous-produits de dégradation
 - Coûts énergétiques variables



Le procédé d'oxydation avancée UV / H₂O₂



> Principe:

- Production de radicaux hydroxyles OH très réactifs non sélectifs par photolyse UV
- Oxydation des polluants organiques
- > Avantages
 - Facile à mettre en place et à entretenir
 - Dégradation rapide d' H₂O₂ en eau + oxygène (Baig et Mouchet, 2010)
 - Efficace sur de nombreux micropolluants (Yang et al., 2014)
- > Inconvénients
 - Formation potentielle de sous-produits (en cours de vérification sur le prototype)
 - Coût énergétique

Objectifs:

- Abattre la concentration des perturbateurs endocriniens
- Optimiser les coûts énergétiques
- Développer une technologie adaptée aux petites et moyennes STEP





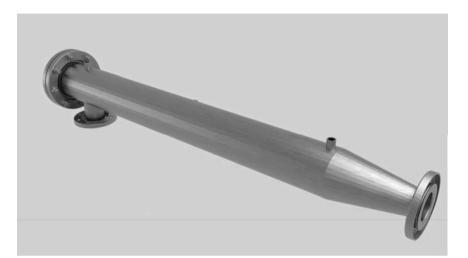






La technologie mise au point par COMAP WT





Un premier pilote en laboratoire



- > Campagne de prélèvements en région lyonnaise
 - Concentrations en hormones très élevées (dopages)
 - Mauvaise qualité d'eau (transmittance faible < 70%)
- > Suivi des performances de désinfection et d'abattement des micropolluants estrogéniques
- > Suivi des sous-produits de dégradation (test YES + Microtox)



Dimensionnement du prototype pour la STEP de Vercia

- > Collaborations
 - INSA Lyon (LGCIE, équipe DEEP)
 - IRSTEA (Unité de recherche MALY)



17

Résultats pilote : bons taux d'abattement sur les hormones E1, E2 et EE2



Procédé UV/H₂O₂

Mélanges hormones

H₂O₂

Pompe

Régulation

Température

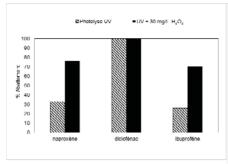
(20°C)

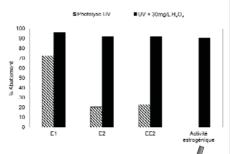
L'efficacité du traitement dépend de la qualité de l'eau et de la concentration en H₂O₂

20

Résultats pilote : bons taux d'abattement sur les premiers produits pharmaceutiques







- Abattement obtenu à 1000 mJ/cm² et 30 mg/L d'H $_2O_2$ sur des concentrations de micropolluants ~ 1 mg/L
- Effet notoire de l'ajout du peroxyde d'hydrogène



Essai grandeur nature sur la STEP de Vercia





- Proximité de Lyon
- Intérêt du Syndicat des eaux de Beaufort
- Peu d'étude sur l'occurrence des micropolluants en sortie de station à lit planté de roseaux
- Présence de micropolluants dont E1, E2, EE2, diclofénac, ibuprofène, naproxène...

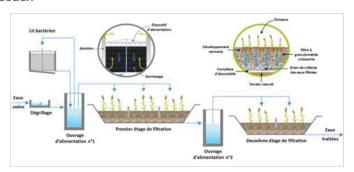


22

La station d'épuration de Vercia



- > Date de mise en service : septembre 2004
- > Capacité de traitement : 1 100 équivalents habitants (EH)
- > Débit annuel moyen : 6 m³ / h
- > Procédé AZOE® basé sur des filtres plantés de roseaux



Essai grandeur nature sur la STEP de Vercia



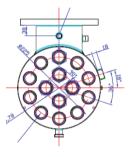
- > Installation du pilote en janvier 2016
 - 14 lampes UVC de 325 W
 - Dimensionnement pour 10 m³/h et T%=50 (< 600 mJ/cm²)
 - Premiers tests avec 15 mg/L d'H₂O₂ (T%=80)
 - Ajustement de la dose UV et d' H₂O₂ en fonction du débit (automate)
 - Tests en conditions réelles sur 2 mois (11 prélèvements ponctuels)
 - > Suivi microbiologique, physico-chimique + micropolluants (~30)
 - Prélèvement sur 24 heures → équipements spéciaux





Optimisation hydraulique et optique de l'installation

- COMAP
- > Optimisation de la lame d'eau et de la géométrie
- > Optimisation de la puissance germicide des lampes
- > Suivi en temps réel de l'irradiance de la lampe grâce à une sonde reliée à un automate
- > Régulation de la concentration en H₂O₂ en fonction du débit





Validation du pilote de laboratoire à échelle réelle

COMAP

1. Propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau

		Avuit	Apres		
		traitement	traitement		
	pH	7.4	7.4		
	Conductivité 25 °C	680	685		
	Conductivité 20 °C	613	618		
	Turbidité	0.7	0.7		
	Carbone Organique Totale (mg/L)	5.7	5.4		
	TAC	21.4	21.6		
	bicarbonates (mg/L)	261	262.9		
nes	Calcium (mg/L)	89.8	89.8		
himid	Dureté (degrés français)	23.7	23.7		
Paramètres physico-chimiques	Sodium (mg/L)	31	31		
	Potassium (mg/L)	11	11		
	Ammonium (mg/L)	7.21	6.01		
	Chlorure (mg/L)	50	50		
	Nitrate mg(NO3)/ L	34	34		
	Nitrate mg(N)/L	7.6	7.6		
	Nitrite mg(NO2)/L	0.087	0.062		
	Nitrite mg(N)/L	0.026	0.019		
	Sulfates (mg/L)	21	22		
	MES (mg/L)	< 1	< 1		
	DCO (mg/L)	15	19		

- Pas de modification physico-chimique de l'eau (baisse nitrite à vérifier)
- Désinfection : toutes les bactéries modèles sont éliminées

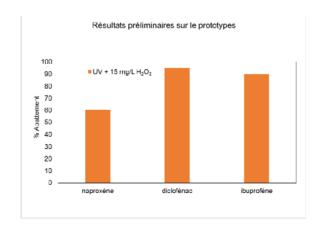
Coliformes Totaux UFC/ 100mL	>201	0
Escherichia coli UFC/ 100mL 0	>201	0
Entérocoques Intestinaux UFC/ 100mL	>201	0

Validation du pilote de laboratoire à échelle réelle



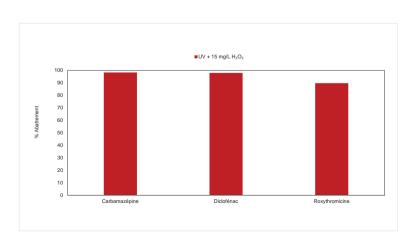
2. Traitement des produits pharmaceutiques

 Abattements similaires à ceux obtenus sur le pilote en laboratoire pour les 3 premières molécules testées



Validation du pilote de laboratoire à échelle réelle





Validation du pilote de laboratoire à échelle réelle



3. Traitement des hormones estrogéniques

- > Analyses chimiques + biologiques (test YES) en cours
- > En perspective : résultats sur plus de 30 molécules en fin de phase de test

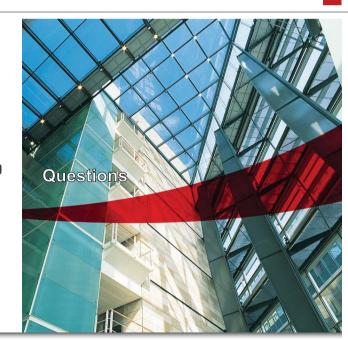
Conclusion



- > Une technologie adaptée pour les petites et moyennes STEP
- > Applicable aussi pour les petits débits dans d'autres domaines ex. effluents industriels
- > Une approche transposable à différentes problématiques, selon :
 - La qualité d'eau initiale
 - La ou les molécules à éliminer
 - La concentration des molécules
 - Le débit
 - L'objectif à atteindre

:







ANNEXE 2 : DIAPORAMA DE FRÉDÉRIC PRONCHÉRY, CITEAU



Journée GRAIE du 28 avril 2016 CITEAU à Belleville

Syndicat de Traitement des eaux usées Saône Beaujolais Belleville - Saint Iean d'Ardières - Taponas Récupération de l'énergie des effluents





CITEAU CHALEUR : étude de faisabilité Merlin

Au-delà des premiers doutes intellectuels des partenaires et des bureaux d'études, l'étude de faisabilité (Merlin, Juillet 2012) démontre la pertinence du concept





Villa Durabo, programme immobilier mixte (BBC EFFINERGIE RT 2005) de cinq immeubles (A/B/C/D/F):

Immeuble A: 19 logements + 5 commerces

Immeuble B: 4 logements + 8 bureaux + 2 commerces

Immeuble C: 32 logements + 2 commerces

Immeuble D: 23 logements

Immeuble F: 1000 m2 de locaux d'activités et 1 000 m2 de bureaux

Un phasage est prévu: A B et C 2014 D et F ultérieurement

L'idée « bonsensuelle » est de valoriser l'énergie dite fatale des effluents pour chauffer 9 000 m² de plancher de «La Villa Durabo», ensemble de logements et de locaux d'activités alliant mixité sociale et construction durable.

CITEAU CHALEUR: convaincre pour 1 idée

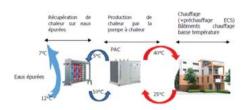
- La Construction du CITEAU (25 650 EH), station d'épuration avec un parti pris résolument environnemental, qui traite les effluents de Belleville, Saint Jean d'Ardières et Taponas
- La Mise en eau en Mai 2011
- L'idée a alors germé d'aller encore plus loin dans l'exemplarité avec pour objectif d'utiliser l'énergie fatale contenue dans les effluents : opération « réseau de chaleur »

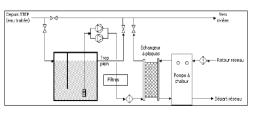
- Le tour des partenaires

- collectivités: CITEAU (M Pronchéry) et la Ville de Belleville (M Fialaire)
- administrations: Préfecture, services de l'état
- promoteur immobilier: SCI TOURVEON (MM Révillon) et son ingéniérie
- bailleurs sociaux acquéreurs de logements: SAEMIB et OPAC Rhône
- conseils juridiques : Itinéraires Droit Public (M Cadoz) et Maître Morizot.
- ingéniérie: Cabinet Merlin
- partenaires financiers (tour de table en cours) : Région Rhône Alpes, ADEME, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Département du Rhône

CITEAU CHALEUR : étude de faisabilité Merlin

- Nécessité d'une ressource continue
- Débit minimum : 25 m3/h
- 50 m3/h 90% du temps (sur la période hivernale)
- Dimensionnement sur le O minimal nocturne
- En fonction évolution des besoins optimisation entre Q min et Volume tampon disponible
- Potentiel: Au minimum 200 kW; 90% du temps > 300 kW





Principe de l'échangeur déporté sur eaux traitées

Budget travaux ≈ 500 k€

Etude économique fine (prise en compte du niveau de subventions, amortissement, exploitation) montre l'intérêt économique

Décision de poursuivre et d'aller chercher les aides nécessaires pour un tel projet

CITEAU CHALEUR: consolidation juridique, réglementaire, technique

- Modification des statuts : « ... Création et gestion d'un réseau de chaleur utilisant l'énergie produite à partir des ouvrages et des résidus des effluents de la station d'épuration CITEAU… »
- Travail juridique sur les projets de contrat de vente de chaleur (protocole d'accord avant signature devant notaires)
- Budget annexe nécessaire à compter exercice budgétaire 2014
- Négociation avec les partenaires pour le prix de vente (< 5% à la solution de référence Gaz au démarrage) et des besoins techniques (émetteurs basse température, plancher chauffant-rafraichissant,...)
- Recherche des aides financières et montage des dossiers (objectif de 70 à 80% d'aides): ADEME, Agence de l'eau, Région Rhône-Alpes, Département du Rhône







- Volet communication et valorisation du projet (+ assistance cabinet spécialisé)
 - Marianne d'Or de la République du développement durable
 - Acteur et Territoire du Développement Durable RhônAlpEnergie Environnement (RAEE)
 - Trophée des Maires du Rhône
 - Les Assises de l'énergie, Dunkerque
 - Présentation au Congrès ASTEE
 - Plus de 100 références presses (locales, nationales, techniques)



CITEAU CHALEUR : réalisation du réseau de chaleur

• Maîtrise d'œuvre confiée à Merlin



- Consultation procédure adaptée en REM (Réalisation Exploitation Maintenance)
- Choix de l'entreprise: Mars 2014



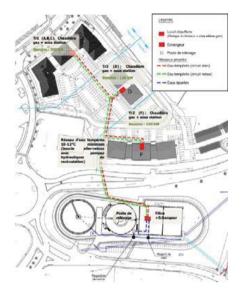






- Démarrage des travaux : avril 2014
- Réception des travaux: août 2014
- Exploitation via le REM jusqu'au 31/12/2015 avec monitoring type ADEME
 - 1 comptage sur l'alimentation de la PAC
 - 1 comptage sur le circuit d'ECS
 - 1 comptage sur le circuit de chauffage
 - 1 ensemble de capteurs de t° et une mesure de débit sur le circuit d'eau glycolée entre l'échangeur et la PAC
 - 1 ensemble de capteurs de t° sur la boucle d'eau chaude
- Evolution du périmètre (bâtiments D et F, autres..)?

CITEAU CHALEUR : réalisation du réseau de chaleur



Une prise d'effluents traités

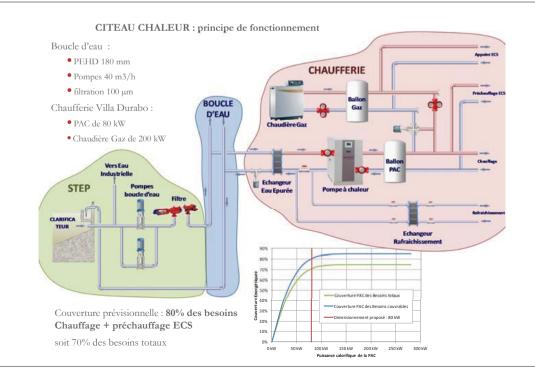
<u>Un échangeur de chaleur</u> en dérivation sur le circuit d'eaux traitées

<u>Un circuit primaire</u> reliant l'échangeur à la pompe à chaleur, composé d'une circulation de fluide caloporteur et d'une pompe de circulation

<u>Une pompe à chaleur (PAC)</u> fonctionnant en production de chaleur (rendement optimum avec COP 4). La PAC transfère l'énergie des eaux d'un niveau à basse température, par refroidissement sur l'évaporateur, vers un niveau de température plus élevé de 35 à 55°C, par récupération sur le condenseur.

<u>Une chaudière gaz à condensation</u> qui assure secours total et appoint notamment pour pouvoir élever la température de l'eau chaude sanitaire (ECS) à 60°C

Des dispositifs d'émetteurs basse température de type plancher-chauffant (option rafraîchissement) assurant un confort optimal



CITEAU CHALEUR: bilan énergétique 2015

Besoins réels 2015

Besoins prévisionnels

Mois	DJU	Besoins				
IVIOIS	DJO	Chauffage	TOTAL			
janv-15	375	44,8 MWh	7,8 MWh	61,6 m ³	52,6 MWh	
févr-15	354	41,3 MWh	7,5 MWh	62,4 m ³	48,7 MWh	
mars-15	232	24,1 MWh	7,9 MWh	68,3 m ³	31,9 MWh	
avr-15	106	6,4 MWh	7,4 MWh	70,4 m ³	13,8 MWh	
mai-15	28	0,1 MWh	7,0 MWh	73,7 m³	7,0 MWh	
juin-15	0	0,0 MWh	5,9 MWh	60,3 m ³	5,9 MWh	
juil-15	0	0,0 MWh	5,2 MWh	51,0 m ³	5,2 MWh	
août-15	0	0,0 MWh	5,6 MWh	53,0 m ³	5,6 MWh	
sept-15	23	0,0 MWh	6,2 MWh	57,8 m ³	6,2 MWh	
oct-15	153	10,6 MWh	7,3 MWh	68,2 m ³	17,9 MWh	
nov-15	215	21,3 MWh	7,6 MWh	70,4 m ³	28,9 MWh	
déc-15	299	31,1 MWh	8,3 MWh	74,6 m³	39,5 MWh	
TOTAL	1784	179,7 MWh	83,7 MWh	771,7 m³	263,4 MWh	

Mois	DJU		Besoins		Total	
IVIOIS	סנם	Chauffage	ECS		Total	
janv	435	51,3 MWh	18,0 MWh	237,0 m3	69,3 MWh	
févr	358	42,0 MWh	15,6 MWh	205,5 m3	57,6 MWh	
mars	266	29,6 MWh	15,6 MWh	208,6 m3	45,2 MWh	
avr	200	20,9 MWh	14,3 MWh	192,6 m3	35,2 MWh	
mai	75	5,7 MWh	13,9 MWh	189,6 m3	19,6 MWh	
juin	27	0,0 MWh	11,1 MWh	146,8 m3	11,1 MWh	
juil	12	0,0 MWh	8,5 MWh	94,8 m3	8,5 MWh	
août	13	0,0 MWh	9,4 MWh	113,8 m3	9,4 MWh	
sept	60	0,0 MWh	12,2 MWh	165,1 m3	12,2 MWh	
oct	134	14,7 MWh	14,7 MWh	199,1 m3	29,4 MWh	
nov	319	36,8 MWh	15,9 MWh	211,0 m3	52,7 MWh	
déc	414	47,9 MWh	19,6 MWh	265,4 m3	67,5 MWh	
Total	2313	248,9 MWh	168,8 MWh	2229,2 m3	417,7 MWh	

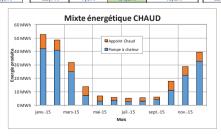
Réel 2015	Réel 2015 1784		83,7 MWh	771,7 m3	263,4 MWh
ECAPTC.	-529	-69,2 MWh	-85,1 MWh	-1457,5 m3	-154,3 MWh
ECARTS	-22,9%	-27,8%	-50,4%	-65,4%	-36,9%

Besoins de chauffage inférieurs de 28% (principalement dû aux conditions climatiques)

Besoins d'eau chaude sanitaire inférieurs de 50% (taux d'occupation en début d'année et destination des bâtiments)

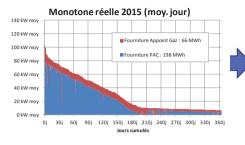
CITEAU CHALEUR: bilan énergétique 2015

Mois	Besoins		Pompe à chaleur					Auxilaires géothermie	
IVIOIS	totaux	Co	Couverture Chaud		COP PAC	Electricité comp.	Ppe boucle	Ppes PAC	GLOBAL
janv-15	52,6 MWh	42,1	MWh	80,1%	5,36	7,9 MWh	1,6 MWh	0,7 MWh	4,13
févr-15	48,7 MWh	41,0	VIWh	84,2%	5,34	7,7 MWh	1,6 MWh	0,7 MWh	4,12
mars-15	31,9 MWh	25,0	ИWh	78,2%	5,82	4,3 MWh	1,3 MWh	0,4 MWh	4,13
avr-15	13,8 MWh	7,11	ЛWh	51,2%	5,95	1,2 MWh	0,6 MWh	0,1 MWh	3,79
mai-15	7,0 MWh	3,01	ЛWh	43,4%	2,84	1,1 MWh	0,4 MWh	0,1 MWh	2,01
juin-15	5,9 MWh	3,71	ЛWh	62,3%	2,53	1,5 MWh	0,5 MWh	0,1 MWh	1,82
juil-15	5,2 MWh	2,5 1	ЛWh	48,8%	2,39	1,1 MWh	0,1 MWh	0,0 MWh	2,17
août-15	5,6 MWh	3,21	ЛWh	56,1%	2,39	1,3 MWh	0,1 MWh	0,1 MWh	2,21
sept-15	6,2 MWh	4,11	ЛWh	65,9%	2,62	1,6 MWh	0,2 MWh	0,1 MWh	2,29
oct-15	17,9 MWh	11,0	ИWh	61,2%	6,64	1,7 MWh	0,4 MWh	0,2 MWh	4,83
nov-15	28,9 MWh	22,3	WWh	77,0%	6,07	3,7 MWh	0,7 MWh	0,4 MWh	4,65
déc-15	39,5 MWh	32,7	MWh	82,8%	5,80	5,6 MWh	1,1 MWh	0,6 MWh	4,46
TOTAL	263,4 MWh	197,7	MWh	75,0%	5,14	38,5 MWh	8,5 MWh	3,4 MWh	3,92
PREVIS	381,1 MWh	265,9	MWh	69,8%	4,13	64,3 MWh	6,8 MWh	5,0 MWh	3,49
ECARTS	-117,7 MWh	-68,2	MWh	5,3%	1,00	-25,8 MWh	1,7 MWh	-1,6 MWh	0,43
ECARIS	-30,9%	-25	7%	7,6%	24,3%	-40,2%	25,4%	-31,8%	12,2%



CITEAU CHALEUR: bilan énergétique 2015

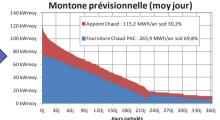
Besoins réels 2015

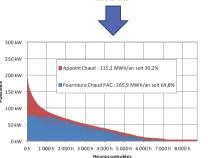


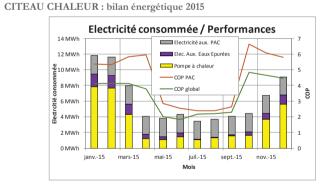
Besoins réels inférieurs au prévisionnel mais avec un comportement similaire

=> Principes de dimensionnement et de fonctionnement confirmés

Besoins prévisionnels







Taux de couverture PAC: 75% (obj. 70%) => baisse des besoins / intégration du bouclage (fin d'été)

Performance annuelle PAC: COP de 5,1 (obj. 4,15) => optimisation des régimes de températures

Performance annuelle géothermie : COP de 3,92 (obj. 3,5) => auxiliaires PAC à débit variable

Performances en été:

la boucle permet également le rafraichissement (conso mutualisées) raccordement bouclage ECS (mi-septembre) => couverture 75% et COP 2,75

CITEAU CHALEUR: les vertus du projet

- · Le projet de réseau de chaleur, vu comme « farfelu » au départ, a su mobiliser et convaincre les différents acteurs
- Solution concrète répondant aux grands principes du développement durable
 - énergie 100% renouvelable
 - maîtrise de l'énergie avec économie d'énergie fossile
 - 1 proposition de transition énergétique
 - Rabaissement de quelques degrés du rejet dans la rivière Saône
- Caractère innovant, exemplaire, ambitieux et duplicable du projet
- Station d'épuration devenant fournisseur d'énergie
- Valorisation d'énergie fatale perdue en Saône sans le projet
- Synergies du territoire et des partenaires (planning, proximité, ambitions réciproques, citoyenneté, solidarité) mais aussi économie durable pour l'usager (moins cher que l'énergie fossile) avec un confort exceptionnel (émetteurs bassetempérature) tout en étant au coeur d'un dispositif vertueux
- Vertu pédagogique et d'exemplarité avec équipements rendus visitables et plan de communication afférent (éducation, sensibilisation)
- Solution de référence gaz: émissions 41 t équivalent carbone | Projet récupération de calorie: émissions 12 t équivalent carbone → Réduction de 70% des GES



Questions / Réponses Merci de votre attention



Plus d'infos

citeau@ccsb-saonebeaujolais.fr frederic.pronchery@gmail.com

CITEAU CHALEUR: retours suite à la 1ère année d'exploitation

- Energie et leadership pour convaincre et mobiliser les partenaires pour une opération « atypique » (volet financier) > intérêt des appels à projets des Financeurs
- Intérêt d'une communication spécifique (basse température, plancher chauffant)
- Usagers très satisfaits, y compris rafraichissement
- Pour les usagers coût global : ≈ 10 € / m2 de surface de plancher (chauffage + ecs + rafraichissement)
- Coût énergie fossile nécessaire (électricité et gaz) pour 1 an d'exploitation 2015 : < 18 000 €
- Retour sur investissement: entre 8 et 12 ans mais à affiner (déploiement à 100%, nouveau contrat,..), consolidation fin 2016 / 2017
- Importance de l'exploitation et des réglages, calage des lignes d'eau, réactivité, choix du filtre amont (300 μ pour notre effluent)
- Mode rafraichissement:
 - Manipulation simple au niveau du réseau de chaleur (jeu de vanne) en début de saison fraîche
 - Importance de la température de l'effluent avec difficultés de réglage si > 23°C et qualité de l'eau (si Fe et/ou Mn risque d'encrassement)
 - Essai complémentaire avec une eau plus stable en température (puits)
 - Optimisation en projet
- Nécessite coordination fine entre « primaire » et « secondaire » | réglages | exploitation
- Performances: au-delà des performances garanties par le constructeur