

Rapport révision C : Micropolluants Nouvelle Station d'Epuración Ville du Locle

Date: 05.01.2017

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2 : Micropollunats	Micropolluants Nouvelle Step Ville du Locle	C
<small>© Ville du Locle</small> Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
1.1	INTRODUCTION	4
1.2	NOTIONS.....	4
1.3	RAPPEL NORMATIF.....	5
1.4	OBJECTIFS.....	7
2	SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION	8
3	SITUATION FUTURE DE LA STATION D'EPURATION	9
4	DONNEES DE BASE : HYDRAULIQUE	13
5	CHARGES ET CONCENTRATIONS À METTRE EN OEUVRE.....	15
6	ANALYSES DES MICROPOLLUANTS SUR LA STEP DU LOCLE	18
7	AUTRES PARAMÈTRES	25
8	GARANTIES DE TRAITEMENT / NORMES DE REJET	27
9	SCHEMA DES FLUX A CONSIDERER DANS LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX	30
10	PROCEDE ET TRAITEMENT POSSIBLES DES MICROPOLLUANTS	32
10.1	IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ÉLIMINATION DES MICROPOLLUANTS	35
10.2	CONTRAINTES OPERATIONNELLES	36
10.3	OXYDATION PAR OZONATION	38
10.4	ADSORPTION PAR CHARBON ACTIF	41
10.5	TRAITEMENT COMBINÉ ET DEVELOPPEMENTS.....	43
10.6	CONCLUSIONS.....	45
11	FILIERES DE TRAITEMENT ENVISAGEES POUR LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS ...	46
12	SOLUTION A : DOSAGE SIMULTANE DU CAP DANS LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE.....	49
13	SOLUTION B : DOSAGE DU CAP AVEC CUVE DE CONTACT PUIS SEDIMENTATION ET FILTRATION A SABLES : PROCEDE « ULMER »	56
14	SOLUTION C : DOSAGE DIRECT DU CAP SUR FILTRE A SABLES.....	67

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



15	SOLUTION D : FILTRATION SUR FILTRE EN CHARBON ACTIF EN GRAIN.....	74
16	SOLUTION E : FILTRATION SUR FILTRE EN CHARBON ACTIF EN GRAIN AVEC FILTRATION PREALABLE.....	81
17	SOLUTION F : OZONATION SUIVIE D'UNE FILTRATION A SABLES.....	87
18	SOLUTION G : OZONATION SUIVIE D'UNE FILTRATION CHARBON ACTIF EN GRAIN.....	98
19	SOLUTION H : PROCEDES DEVELOPPES PAR LES CONSTRUCTEURS	105
	19.1 PROCEDES ISSUS DE LA DECANTATION	105
	19.2 PROCEDES PAR LIT FLUIDISE CHARBON ACTIF EN GRAIN	110
20	TABLEAU RESUME DES VARIANTES ENVISAGEES.....	115
21	ANALYSE MULTI CRITERE DES SOLUTIONS	116
22	EVALUATION DES VARIANTES / COÛT.....	117
23	CONCLUSIONS	120

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



1 PREAMBULE

1.1 INTRODUCTION

Dans le cadre de la nouvelle ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998 (état 2 février 2016), la STEP du Locle va devoir entreprendre une réhabilitation pour se mettre aux normes. Dans le cadre de ce projet le traitement des micropolluants devra être intégré à la nouvelle STEP du Locle.

Cette étude a pour but d'aider la Ville du Locle à choisir le procédé le mieux adapté au cas spécifique de la STEP du Locle et d'envisager les travaux à réaliser dans le but de traiter les micropolluants.

1.2 NOTIONS

Le terme de micropolluants désigne l'ensemble des substances organiques de synthèse dont la concentration dans l'eau ou dans les eaux usées se situe dans le domaine de nanogrammes à milligrammes. La sensibilité accrue des technologies d'analyse s'est développée ces dernières décennies et a permis de détecter des concentrations infimes, ce qui a attiré l'attention du grand public de plus en plus sur les micropolluants.

Les micropolluants sont des substances organiques de synthèse appartenant au groupe des médicaments à usage humain, des anticorrosifs, des substances de contraste radiographique, des agents ignifuges ou des pesticides qui pénètrent dans l'environnement aquatique par des voies urbaines, des voies industrielles ou l'agriculture. La présence de micropolluants est attestée dans tous les environnements aquatiques :

- dans les eaux usées
- les eaux de surface
- dans la nappe phréatique
- dans l'eau potable.

Dans certains cours d'eau, on a pu constater des concentrations supérieures à 0,05 µg/l de l'antalgique Diclofenac et de l'antiépileptique Carbamazépin.

Les effluents en sortie des stations d'épuration constituent la source principale de micropolluants dans les eaux. Les concentrations à l'entrée et à la sortie des stations d'épuration dépendent de plusieurs facteurs. Il y a des variations spécifiques en fonction du secteur et du temps qui dépendent entre autres de la production, de l'utilisation, du métabolisme humain, de la consommation d'eau, du comportement des micropolluants dans l'environnement aquatique ainsi que de la taille et de la capacité d'élimination de la station d'épuration.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



1.3 RAPPEL NORMATIF

La nouvelle ordonnance sur la protection des eaux L'OEaux du 28 octobre 1998 (état 2 février 2016) est en vigueur depuis le 2 février 2016.

Par ailleurs une première version de l'ordonnance du DETEC concernant la vérification du taux d'épuration atteint avec les mesures prises pour éliminer les composés traces organiques dans les installations d'épuration a été émise ainsi qu'un rapport explicatif pour sa mise en œuvre.

Dans le cadre de cette étude, les points suivants ont été pris comme base :

- La STEP du Locle devra traiter les micropolluants. Ce point est confirmé par les autorités cantonales
- Le rendement global attendu sur les micropolluants entre l'entrée de la STEP et sa sortie est de 80%.
- Les substances indicatrices sont définies dans l'extrait ci-dessous.

a. **Catégorie 1**

- Amisulpride (n° CAS 71675-85-9) ;
- Carbamazépine (n° CAS 298-46-4) ;
- Citalopram (n° CAS 59729-33-8) ;
- Clarithromycine (n° CAS 81103-11-9) ;
- Diclofénac (n° CAS 15307-86-5) ;
- Hydrochlorothiazide (n° CAS 58-93-5) ;
- Métoprolol (n° CAS 37350-58-6) ;
- Venlafaxine (n° CAS 93413-69-5).

b. **Catégorie 2**

- Benzotriazole (n° CAS 95-14-7) ;
- Candésartan (n° CAS 139481-59-7) ;
- Irbésartan (n° CAS 138402-11-6) ;
- Mélange de 4-Méthylbenzotriazole (n° CAS 29878-31-7) et 5-Méthylbenzotriazole (n° CAS 136-85-62).

Sur les 12 substances choisies par la Confédération, 6 doivent être définies par le canton pour chacune des STEP concernées.

- Sur ces 6 substances, 4 font parties de la catégorie 1 et 2 de la catégorie 2.
- Sur l'ensemble de ces 6 substances, une élimination moyenne de 80% est attendue.
- Le choix des substances peut être modifié par le canton dans le temps

Certains cantons, comme celui de Zurich, ont fait savoir qu'ils choisiraient les 12 substances pour l'ensemble des STEP. Le canton de Neuchâtel doit confirmer sa stratégie sur ce point.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Le tableau ci-dessous présente les différentes substances indicatrices et leur comportement vis-à-vis des différents traitements : ozone et charbon actif

Catégorie	Substance	Type de substance	Elimination biologique	Elimination ozone	Elimination charbon
Catégorie 1 Substances très bien éliminées	Amisulpride	Médicament			
	Carbamazépine	Médicament			
	Citalopram	Médicament			
	Clarithromycine	Médicament			
	Diclofénac	Médicament			
	Hydrochlorothiazide	Médicament			
	Métoprolol	Médicament			
	Venlafaxine	Médicament			
Catégorie 2 Substances bien éliminées	Benzotriazole	Produit anticorrosion			
	Candésartan	Médicament			
	Irbésartan	Médicament			
	Mélange de 4-Méthylbenzotriazole et de 5-Méthylbenzotriazole	Biocide			

	< 50% d'élimination
	Entre 50 et 80% d'élimination
	> 80% d'élimination

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



1.4 OBJECTIFS

Cette étude a pour but d'aider la STEP du Locle à planifier les travaux à réaliser dans le but de traiter les micropolluants de manière à respecter les nouvelles normes.

Cet objectif global peut se décomposer en plusieurs parties, qui vont faire l'objet de cette étude et permettre d'établir la méthodologie pour les atteindre :

1. Etablir si un procédé est mieux adapté aux substances présentes sur la STEP du Locle.
2. Etablir une préconisation de la filière susceptible d'être mise en place sur la STEP du Locle pour le traitement des micropolluants
3. Etablir un budget d'investissement et d'exploitation à + ou – 20% pour la filière susceptible d'être mise en place sur la STEP du Locle pour le traitement des micropolluants

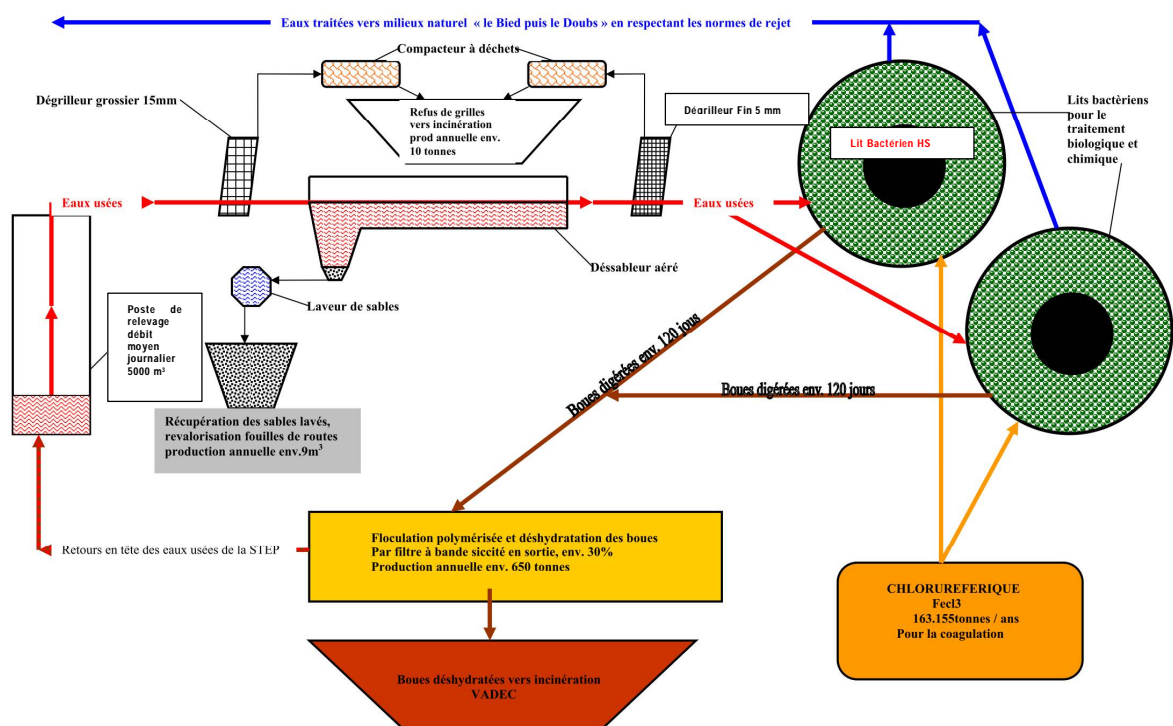
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



2 SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION

La filière de la station actuelle réalisée en 1971 est la suivante :

SYNOPTIQUE DE LA STEP DU LOCLE



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



3 SITUATION FUTURE DE LA STATION D'EPURATION

Une première étude d'avant-projet de la nouvelle Station d'épuration de la Ville du Locle a été réalisée en 2015 et lors de cette étude trois solutions ont été retenues :

- Boues activées rectangulaires
- Lit Fluidisé / MBBR
- Biofiltration

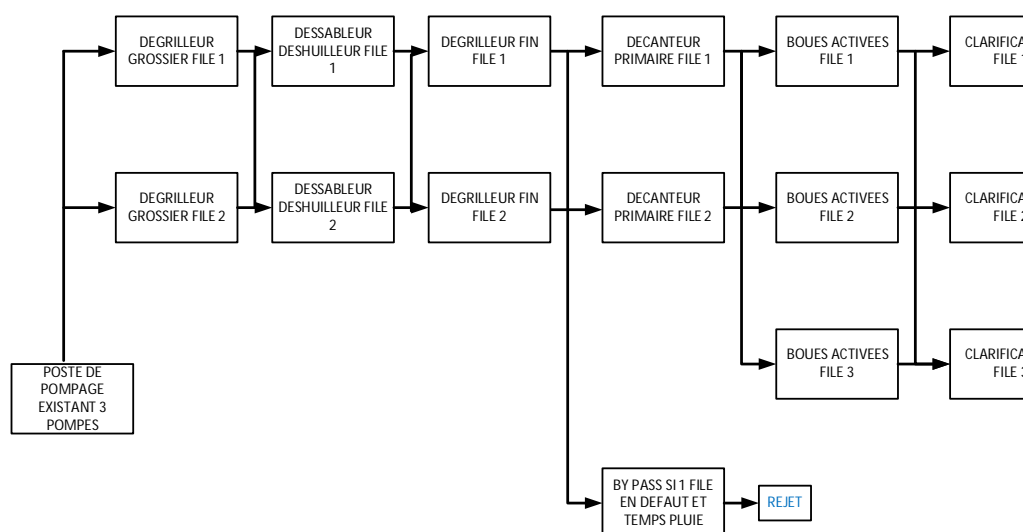
La première solution 1 D est composée d'une décantation primaire lamellaire puis de bassins boues activées rectangulaires et de clarificateurs rectangulaires.

Le schéma et l'implantation de la solution 1D sont présentés ci-dessous :

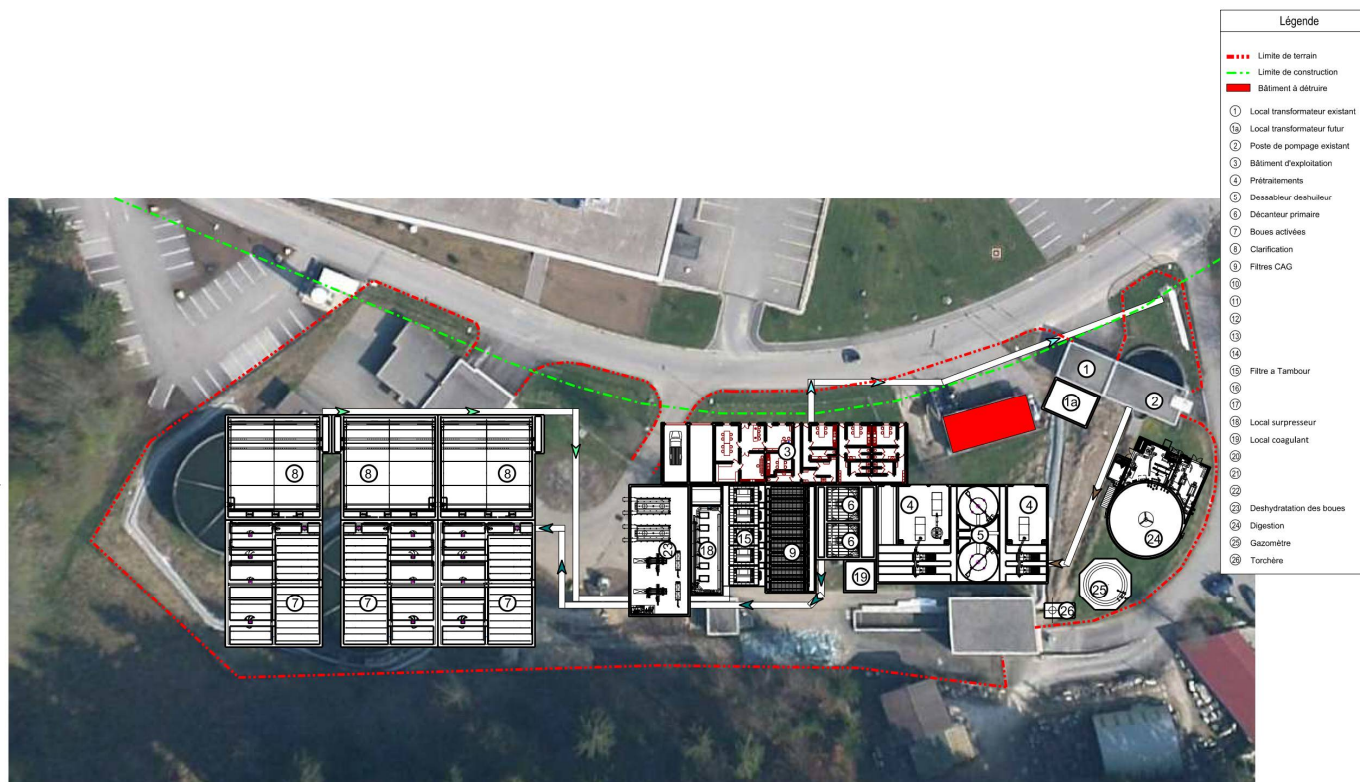
SCHEMA FILIERE N°1
BOUES ACTIVEES

configuration : bassins circulaires

configuration : bassins rectangulaires



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

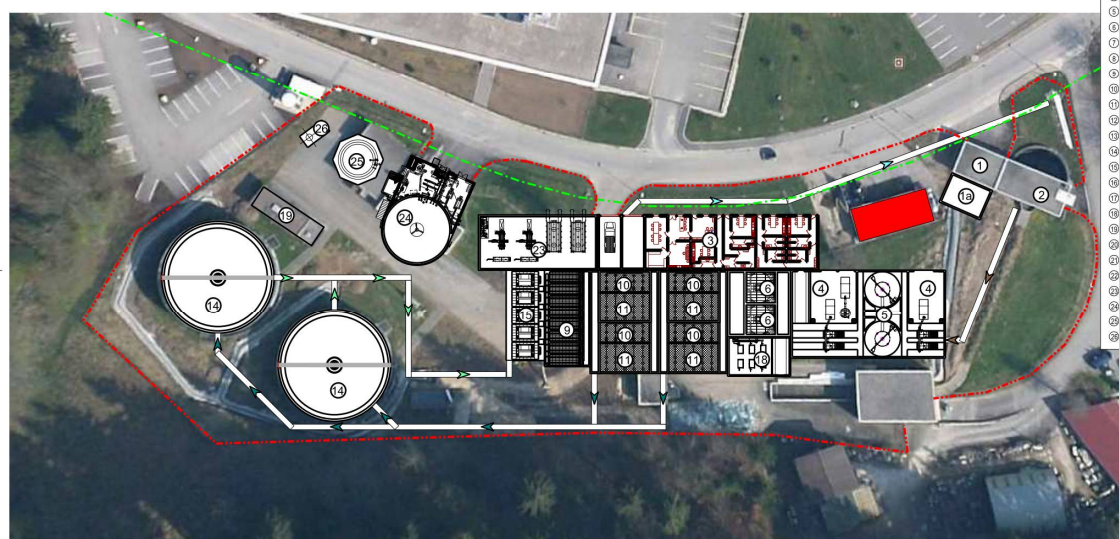
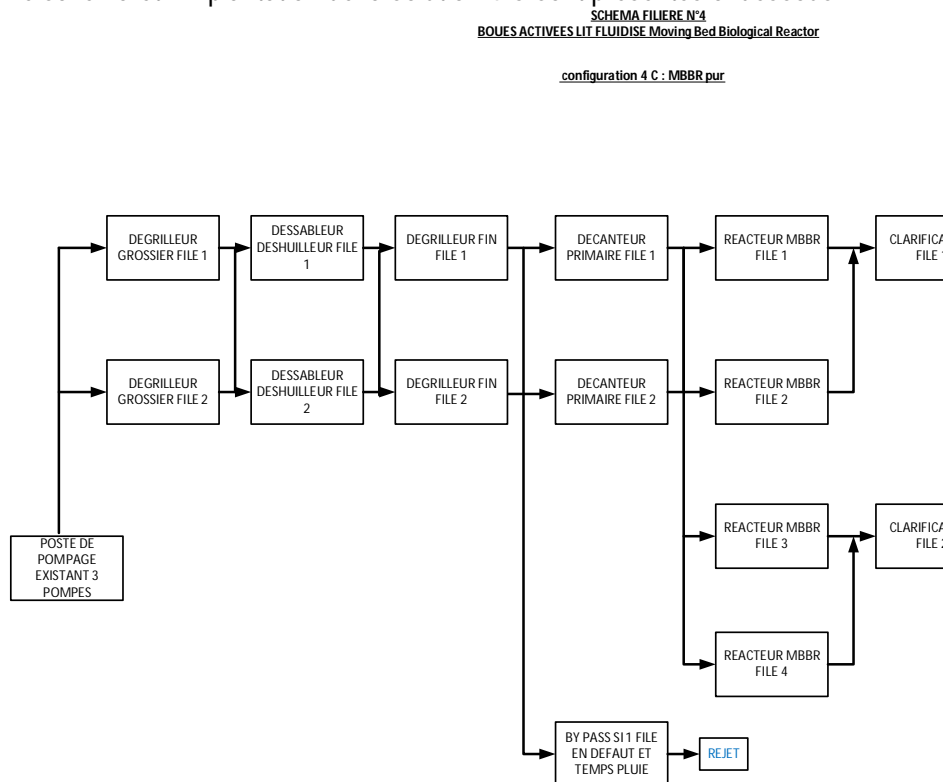


Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



La seconde solution 4 C est composée d'une décantation primaire lamellaire puis d'un procédé biologique compact sur support Moving Bed Biological Reactor / Lit Fluidisé avec clarification.

Le schéma et l'implantation de la solution 4 C sont présentés ci-dessous :



Légende	
---	Limite de terrain
---	Limite de construction
■	Bâtiment à démolir
①	Local transformateur existant
②	Local transformateur futur
③	Poste de pompage existant
④	Bâtiment d'exploitation
⑤	Prétraitements
⑥	Dessableur deshuilleur
⑦	Décanteur primaire
⑧	⑦
⑨	⑧
⑩	Pilons CAQ
⑪	Reacteur MBBR zone C
⑫	Reacteur MBBR zone N
⑬	⑫
⑭	⑬
⑮	Clarification MBBR
⑯	Filtre à Tambour
⑰	⑯
⑱	Local suppressor
⑲	Local coagulant existant
⑳	⑲
㉑	⑳
㉒	㉑
㉓	㉒
㉔	㉓
㉕	㉔
㉖	㉕
㉗	㉖
㉘	㉗
㉙	㉘
㉚	㉙
㉛	㉚
㉜	㉛
㉝	㉜
㉞	㉝
㉟	㉞
㊱	㊱
㊲	㊲
㊳	㊳
㊴	㊴
㊵	㊵
㊶	㊶
㊷	㊷
㊸	㊸
㊹	㊹
㊺	㊺
㊻	㊻
㊼	㊼
㊽	㊽
㊾	㊾
㊿	㊿

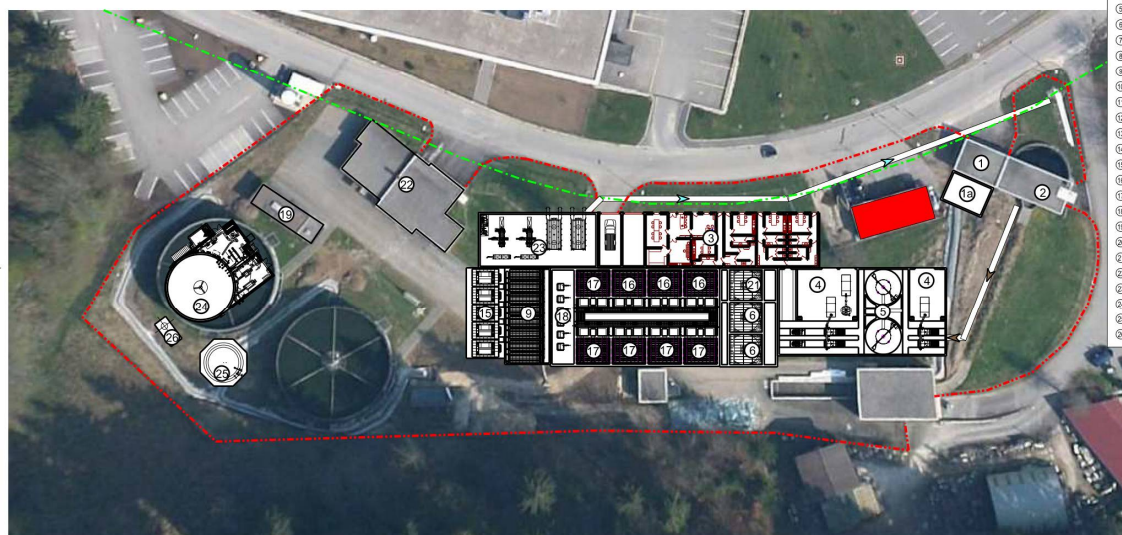
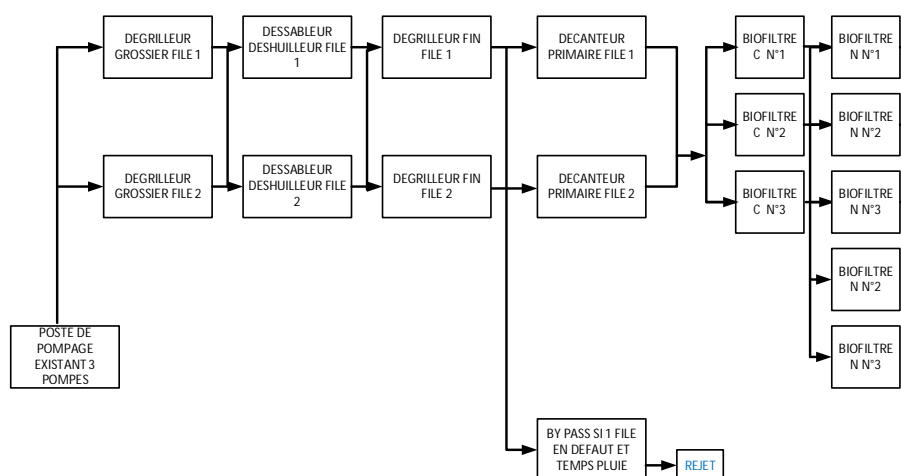
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



La troisième solution 5 B est composée d'une décantation primaire lamellaire puis d'une Biofiltration en deux étages.

Le schéma et l'implantation de la solution 5 B sont présentés ci-dessous :

SCHEMA FILIERE N°5 b
Biofiltration 2 étages



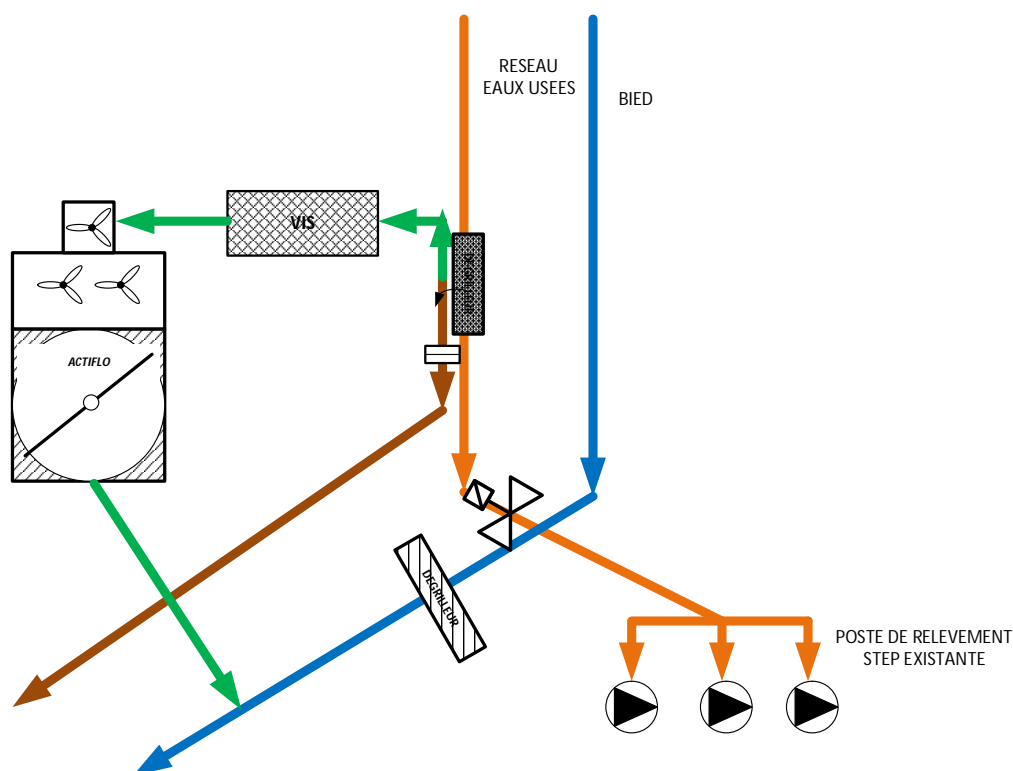
Légende	
---	Limite de terrain
---	Limite de construction
■	Bâtiment à détruire
①	Local transformateur existant
②	Local transformateur futur
③	Poste de pompage existant
④	Bâtiment d'exploitation
⑤	Prétraitements
⑥	Dessableur deshUILLEUR
⑦	Decanqueur primaire
⑧	⑦
⑨	⑧
⑩	⑨
⑪	⑩
⑫	⑪
⑬	⑫
⑭	⑬
⑮	⑭
⑯	⑮
⑰	⑯
⑱	⑰
⑲	⑲
⑳	⑳
㉑	㉑
㉒	㉒
㉓	㉓
㉔	㉔
㉕	㉕
㉖	㉖
㉗	㉗
㉘	㉘
㉙	㉙
㉚	㉚
㉛	㉛
㉜	㉜
㉝	㉝
㉞	㉞
㉟	㉟
㊱	㊱
㊲	㊲
㊳	㊳
㊴	㊴
㊵	㊵
㊶	㊶
㊷	㊷
㊸	㊸
㊹	㊹
㊺	㊺
㊻	㊻
㊼	㊼
㊽	㊽
㊾	㊾
㊿	㊿

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



4 DONNEES DE BASE : HYDRAULIQUE

Nous avons pris les hypothèses suivantes pour les débits à considérer et à traiter sur la nouvelle station d'épuration de la ville du Locle :



Débit maximum admis sur la STEP

Aujourd'hui, le débit accepté sur la STEP est de maximum 720 m³/h.

Dans le futur, après les travaux d'adaptation, **le débit à traiter sur la STEP pris en compte sera de 680 m³/h.**

Sur la base d'un dimensionnement de la STEP à 20'000 EH correspondant à la population actuelle du Locle (10'500 habitants), des travailleurs frontaliers (3'000 personnes), de l'industrie (3'000 équivalent habitants) et d'une réserve (3'500 équivalent habitants), la charge hydraulique admissible sur la STEP est calculée ci-dessous :

Charge hydraulique : 20'000 x 250 = 5000 m³/j

$Q_{ts14} : (5000 \times 0.8)/14 = 285 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{ts \text{ min}} (5000 \times 0.2)/10 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{\text{max}} = 2,4 \times Q_{ts14} = 684 \text{ m}^3/\text{h}$ arrondi à 680 m³/h.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Débit maximum reçu par le réseau des eaux usées (Amont STEP, Actiflo et By-Pass)

Le deuxième point important pour le dimensionnement des équipements et le calcul hydraulique du système est le débit maximum reçu par le réseau des eaux usées à prendre en compte.

Le débit maximum pris en considération est celui mesuré par le service d'exploitation lors d'un épisode orageux maximum à savoir :

Débit actuel entrant sur la STEP : 0 m³/h

+ Surverse sur la lame déversante du By-Pass actuel : 4'600 m³/h (hauteur moyenne de 17 cm sur une lame déversante de 10.3 m de long).

Soit un total de 0 + 4'600 = 4'600 m³/h

Ce débit est pris comme débit maximum pour le dimensionnement du dégrilleur d'orage (Alimentation Actiflo et By-Pass) sachant que lors de l'épisode orageux survenu le 22.07.2015, le niveau des eaux dans le canal d'arrivée était largement supérieur. Il est considéré que lors d'événements exceptionnels de cette nature, l'eau passera par-dessus le dégrilleur d'orage (Alimentation Actiflo et By-Pass).

Débit maximum traité par l'Actiflo

Le troisième point critique est le débit maximum qui sera traité par l'Actiflo en eaux pluviales.

Le débit traité sur l'Actiflo sera de 1 800 m³/h.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



5 CHARGES ET CONCENTRATIONS À METTRE EN OEUVRE

Nous avons pris en compte les hypothèses suivantes pour les débits, les charges et les concentrations à considérer et à traiter sur la nouvelle station d'épuration de la ville du Locle :

Nota : Situation actuelle : elle correspond à la situation à la suite des travaux : Horizon 2020

Situation future : elle correspond à la situation dans 25 ans : Horizon 2040

Hypothèses :

Pour la situation actuelle : les débits pris en compte ont été estimés sur la base des débits traités sur la station d'épuration existante entre 2011 et 2015. Ils ont été corrigés avec les débits traités par l'Actiflo au cours de cette période.

Les concentrations prises en compte ont été élaborées à partir des moyennes des concentrations mesurées par le laboratoire de la station d'épuration entre 2011 et 2015 pour les paramètres :

- DCO
- DBO₅
- P Tot
- P-PO₄

Pour les paramètres liés à l'azote les concentrations ont été élaborées à partir de ratios usuels.

Pour la situation future : les débits pris en compte ont été estimés sur la base d'un débit d'eaux usées par équivalent habitant par jour et d'un nombre d'équivalent habitant raccordés à la future station.

Pour les charges en pollution nous les avons estimées sur base de charge en g par équivalent habitant par jour et d'un nombre d'équivalent habitant raccordés à la future station.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



ESTIMATION DES CHARGES STEP LE LOCLE		Situation Actuelle	Situation future	
<u>Débit annuel</u>				
Débts Périodes PLUVIEUSES IMPORTANTES	m ³ /j	14 500		
Part pluvial traité sur l'ACTIFLO	%	40%		
Part pluvial traité sur la STEP	%	26%		
Part Eaux claires PARASITES en Temps de Pluie (Périodes pluvieuses importantes)	%	16%		
Part Eaux claires PARASITES en Temps Sec	%	46%		
Part Eaux USEES	%	21%		
Débit en eaux pluviales ACTIFLO	m ³ /j	5 800		
Débit en eaux pluviales STEP	m ³ /j	3 700		
Débit en eaux claires PARASITES	m ³ /j	2 300		
Débit eaux USEES	m ³ /j	2 700		
Débit eau usée calculé si 180 l/hab (vérification)		2 670		
Débit moyen sur la step 2016 (depuis janv 2016)	m ³ /j	8 607		
Débit eaux usées + Eaux claires + Eaux pluviales STEP	m ³ /j	8 700		
<u>Nombre équivalent habitant</u>			Augmentation de la population	
Population	eq Ha	10 500	13 200	26%
Frontaliers	eq Ha	1 500	1 500	
Industriel	eq Ha	3 000	3 000	
Réserve 1 (Raccordement Les Brenets)	eq Ha		1 500	
Réserve 2	eq Ha	1 500	800	
% de réserve		9%	12%	
Nombre equivalent habitant	eq Ha	16 500	20 000	
<u>Estimation débit journalier</u>				
Charge hydraulique par eq Ha	l/eq Ha/j	527	250	
Débit eaux usées SANS les eaux pluviales envoyées sur l'actiflo	m ³ /j	8 700	5 000	
Débit horaire moyen journalier	m ³ /h	363	208	
Débit Pointe horaire TS (14)	m ³ /h	497	286	
Débit horaire minimum	m ³ /h	174	100	
Débit de pointe Temps de Pluie	m ³ /h	680	680	

NOTA : pour la situation future nous avons prévu la possibilité d'un raccordement de la commune des Brenets.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



		Situation Actuelle	Situation Future
Estimation charge pollution EAUX BRUTES			
Ratio DCO	g DCO /eq Ha/j		150
Charge DCO	kg/j	1549	3000
Charge DCO avec retour centrats et raccordements	kg/j	1 858	3 150
Prise en compte augmentation retour centrats et raccordements (Comadur+Col des Roches+Eroges)	%	20%	5%
Concentration en DCO	mg/l	178	600
Concentration en DCO avec retour centrats et raccordements	mg/l	214	630
Ratio DBO ₅	g DBO ₅ /eq Ha/j		75
Prise en compte augmentation retour centrats et raccordements (Comadur+Col des Roches+Eroges)	%	20%	5%
Charge DBO ₅	kg/j	957	1500
Charge en DBO ₅ avec retour centrats et raccordements	kg/j	1 148	1 575
Concentration en DBO ₅	mg/l	110	300
Concentration en DBO ₅ avec retour centrats et raccordements	mg/l	132	315
Ratio MEST	g MEST /eq Ha/j		90
Charge MEST	kg/j	1 053	1 800
Concentration en MEST	mg/l	121	360
Ratio N	g N /eq Ha/j		14
Charge NTK	kg/j	132	280
Charge en NTK avec retour centrats et raccordements	kg/j	162	308
Concentration en NTK	mg/l	15,2	56
Concentration en NTK avec retour centrats et raccordements	mg/l	18,7	61,6
Ratio N-NH ₄	g N NH ₄ /eq Ha/j		7
Prise en compte augmentation retour centrats et raccordements (Comadur+Col des Roches+Eroges)	%	35%	20%
Charge N-NH ₄	kg/j	87	140
Charge en N-NH ₄ avec retour centrats et raccordements	kg/j	117	168
Concentration en N-NH ₄	mg/l	10	28
Concentration en N-NH ₄ avec retour centrats et raccordements	mg/l	13,5	33,6
Ratio PT	g PT /eq Ha/j		2
Charge PT	kg/j	20	44,0
Charge PT avec retour centrats et raccordements	kg/j	21,8	45,0
Concentration en PT	mg/l	2,3	8,8
Concentration en PT avec retour centrats et raccordements	mg/l	2,5	9,0
Ratio P PO ₄	g P PO ₄ /eq Ha/j		1
Prise en compte augmentation retour centrats et raccordements (Comadur+Col des Roches+Eroges)	%	20%	5%
Charge P PO ₄	kg/j	9	20,0
Charge P PO ₄ avec retour centrats et raccordements	kg/j	10,4	21,0
Concentration en P PO ₄	mg/l	1	4,0
Concentration en P PO ₄ avec retour centrats et raccordements	mg/l	1,2	4,2

Nota Important : Nous avons pris en compte dans les charges en pollution Azotée et en Pollution carbonée les retours liés à l'étape de digestion. Si cette étape de traitement des boues ne devait pas être retenue alors les charges à considérer devrait être celles sans les retours des centrats ou jus de digestion.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



6 ANALYSES DES MICROPOLLUANTS SUR LA STEP DU LOCLE

Au cours de l'étude « traitement des micropolluants par dosage de CAP dans la boue activée d'un MBR » du bureau Ribl (décembre 2014) les concentrations en micropolluants en entrée de la STEP du Locle ont été mesurées. Nous avons joint l'extrait du rapport qui présente les résultats des valeurs mesurées.

2.1. Micropolluants en entrée

Sur 38 substances analysées, 29 ont été détectées et quantifiées au moins 5 fois et 26 ont été régulièrement détectées. Le graphique suivant indique les 29 micropolluants détectés et quantifiés dans les eaux d'entrée des pilotes installés au Locle.

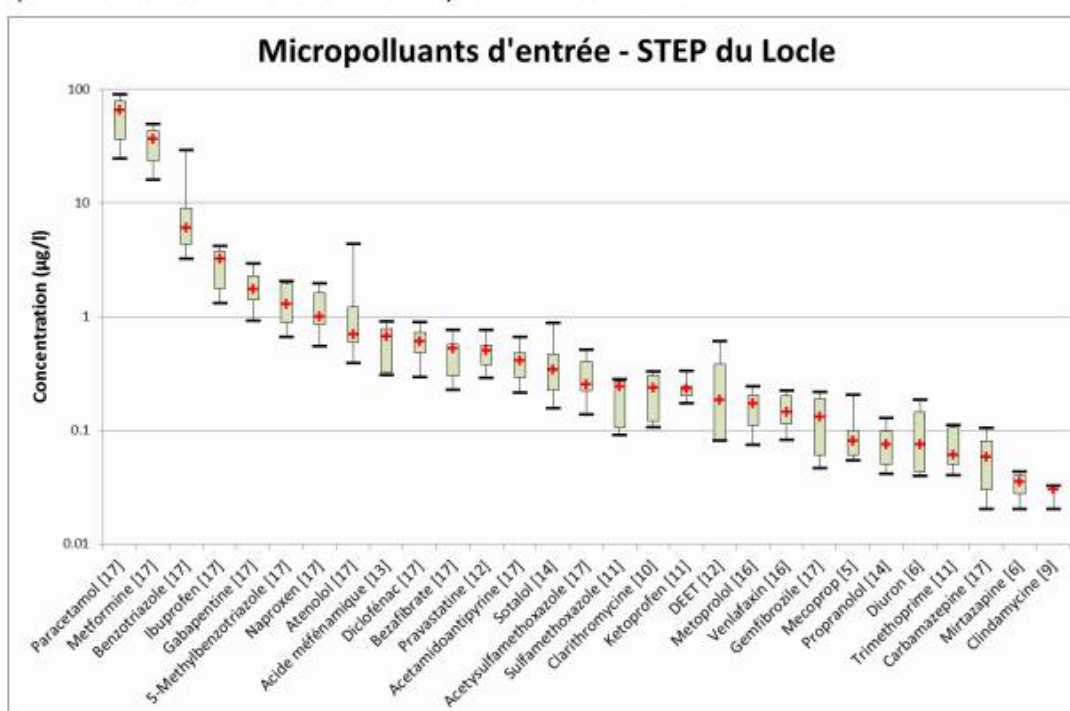


Figure 19: Concentrations des eaux usées en entrée des pilotes des 29 substances détectées (échelle logarithmique). Représentation avec les quartiles (25 - 75%), les valeurs limites (centiles 10 et 90%), la médiane ainsi que le [nombre d'analyses quantifiables].

Le contexte local du Locle fait qu'il y a peu de pesticides / biocides qui se retrouvent dans les eaux usées. Les micropolluants les plus représentés sont le Paracetamol (analgésique), la Metformine (antidiabétique) ou le Benzotriazole (anticorrosif).

Etant donné que le séparatif n'est pas complet sur le réseau du Locle, une des interrogations concernait la dilution des eaux. En effet, avec des eaux très diluées, la détection des micropolluants en entrée aurait pu être délicate. Le graphique ci-dessous indique les moyennes des concentrations pour certains micropolluants qui avaient également été analysés lors des essais pilotes à Lausanne (source des données : Micropolluants dans les eaux usées urbaines, OFEV, 2012).

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



A la lecture de ces analyses nous constatons que 7 substances considérées comme indicateurs pour la vérification du taux d'épuration des micropolluants ont été mesurées et détectées en entrée de la STEP du Locle :

- 5 en catégorie 1
- 2 en catégorie 2

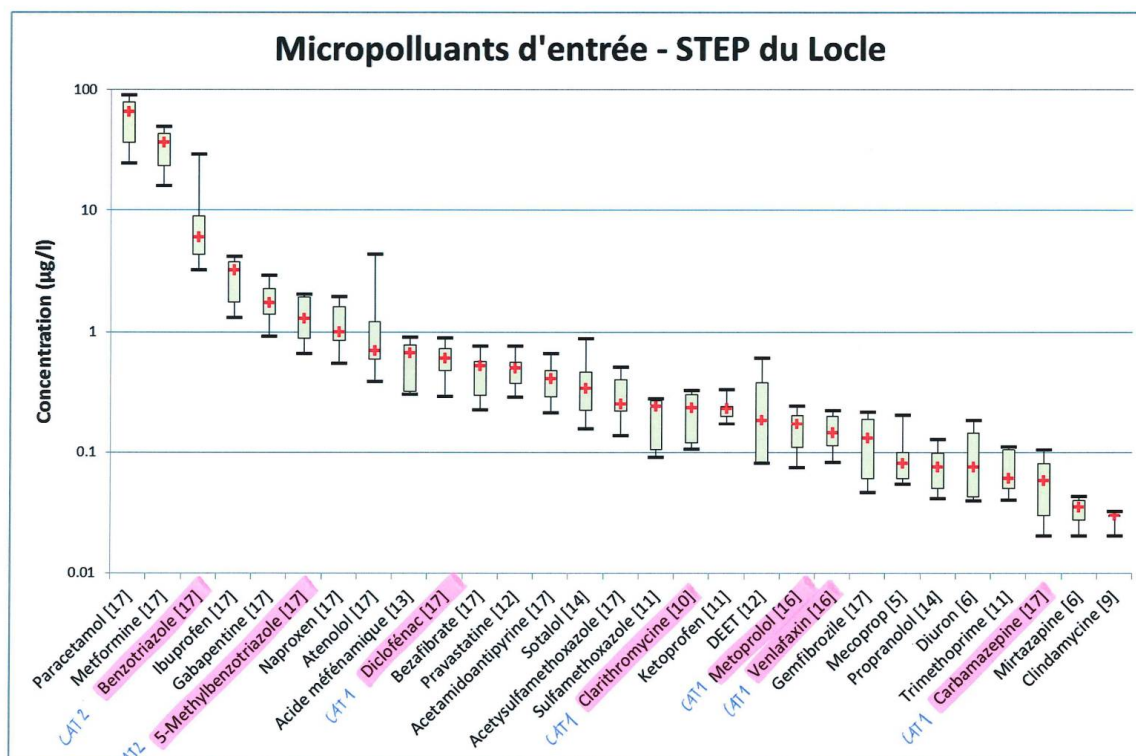


Figure 19: Concentrations des eaux usées en entrée des pilotes des 29 substances détectées (échelle logarithmique). Représentation avec les quartiles (25 - 75%), les valeurs limites (centiles 10 et 90%), la médiane ainsi que le [nombre d'analyses quantifiables].

Les valeurs mesurées sont supérieures aux seuils de détection analytiques de ces micropolluants :

- 0,02 µg/l: Carbamazépine (CMZ), Clarithromycine, Diclofénac (DCF), Sulfaméthoxazole und Acétylsulfaméthoxazole (SMX und A-SMX), Metoprolol, Diuron
- 0,05 µg/l: Benzotriazole (BZT), Méthylbenzotriazole (M-BZT), Mecoprop (MCP)

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Nous avons également ajouté les mesures sur les micropolluants réalisées par le canton sur la station d'épuration existante.

Nota : étant donné que les valeurs mesurées sont plus élevées en sortie de station qu'en entrée de station, il est envisageable que les échantillons aient été intervertis entre l'entrée et la sortie. (A confirmer)



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DEPARTEMENT du développement territorial et de l'environnement

SERVICE DE L'ÉNERGIE ET DE

L'ENVIRONNEMENT

Résultats de la STEP du Locle

	Unités				normes Oeaux
Date		00.01.1900	06.05.2015	14.04.2016	
Débit entrée		8260	13540	13950	
4-Acetamidoantipyrine					
entrée	µg/L	0	0	0.396	
sortie	µg/L	0	0.196	0.668	
5-Methylbenzotriazole					
entrée	µg/L	0	0	1.072	
sortie	µg/L	0	0.359	1.654	
Acide méfénamique					
entrée	µg/L	0	0	0.262	
sortie	µg/L	0	<0.629	0.306	
Amisulpride					
entrée	µg/L	0	0	<0.027	
sortie	µg/L	0	n.a.	0.012	
Atenolol					
entrée	µg/L	0	0	0.256	
sortie	µg/L	0	0.023	0.234	
Benzotriazole					
entrée	µg/L	0	0	2.23	
sortie	µg/L	0	1.333	5.805	
Bezafibrate					
entrée	µg/L	0	0	0.207	
sortie	µg/L	0	0.158	0.318	
Candesartan					
entrée	µg/L	0	0	0.135	
sortie	µg/L	0	n.a.	0.214	
Carbamazepine					
entrée	µg/L	0	0	0.027	
sortie	µg/L	0	0.025	0.069	
Carbendazime					
entrée	µg/L	0	0	nd	
sortie	µg/L	0	n.d.	0.015	
Citalopram					
entrée	µg/L	0	0	0.046	
sortie	µg/L	0	n.a.	0.074	

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Clarithromycine

entrée	µg/L	0	0	0.09
sortie	µg/L	0	<0.028	0.157

Clindamycine

entrée	µg/L	0	0	0.018
sortie	µg/L	0	0.006	0.025

DEET

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	0.075	0.09

Diazinon

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	0.004	nd

Diclofénac

entrée	µg/L	0	0	0.44
sortie	µg/L	0	0.356	0.744

Dimethoate

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Diuron

entrée	µg/L	0	0	<0.027
sortie	µg/L	0	n.d.	0.016

Gabapentine

entrée	µg/L	0	0	1.056
sortie	µg/L	0	0.969	1.88

Gemfibrozile

entrée	µg/L	0	0	0.069
sortie	µg/L	0	0.036	0.09

Hydrochlorothiazide

entrée	µg/L	0	0	0.488
sortie	µg/L	0	n.a.	0.626

Ibesartan

entrée	µg/L	0	0	0.172
sortie	µg/L	0	n.a.	0.219

Ibuprofen

entrée	µg/L	0	0	1.58
sortie	µg/L	0	0.393	1.614

Irgarol

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Isoproturon

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	0.007	0.001

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Ketoprofen

entrée	µg/L	0	0	0.164
sortie	µg/L	0	0.06	0.207

MCPA

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Mecoprop

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	0.046

Metformine

entrée	µg/L	0	0	21.746
sortie	µg/L	0	10.976	26.328

Metoprolol

entrée	µg/L	0	0	0.108
sortie	µg/L	0	0.067	0.174

Mirtazapine

entrée	µg/L	0	0	0.022
sortie	µg/L	0	0.019	0.018

N4-Acetylsulfamethoxazole

entrée	µg/L	0	0	0.244
sortie	µg/L	0	<0.008	0.244

Naproxen

entrée	µg/L	0	0	0.457
sortie	µg/L	0	0.553	0.698

Paracetamol

entrée	µg/L	0	0	35.117
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Pravastatine

entrée	µg/L	0	0	<0.262
sortie	µg/L	0	0.104	0.294

Primidone

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Propranolol

entrée	µg/L	0	0	0.024
sortie	µg/L	0	0.035	0.031

Sotalol

entrée	µg/L	0	0	0.113
sortie	µg/L	0	0.076	0.151

Sulfamethazine

entrée	µg/L	0	0	nd
sortie	µg/L	0	n.d.	nd

Sulfamethoxazole

entrée	µg/L	0	0	0.1
sortie	µg/L	0	0.028	0.154

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Sulfapyridine

entrée	µg/L	0	0	nd	
sortie	µg/L	0	n.d.	nd	

Trimethoprim

entrée	µg/L	0	0	0.067	
sortie	µg/L	0	0.024	0.071	

Venlafaxin

entrée	µg/L	0	0	0.086	
sortie	µg/L	0	0.091	0.15	

n.a non analysé
n.d non détecté

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Traitement des micropolluants par Charbon Actif :

Au cours de l'étude « traitement des micropolluants par dosage de CAP dans la boue activée d'un MBR » il a été vérifié que ces 7 substances considérées comme indicateurs pouvaient être traitées par un traitement par charbon actif.

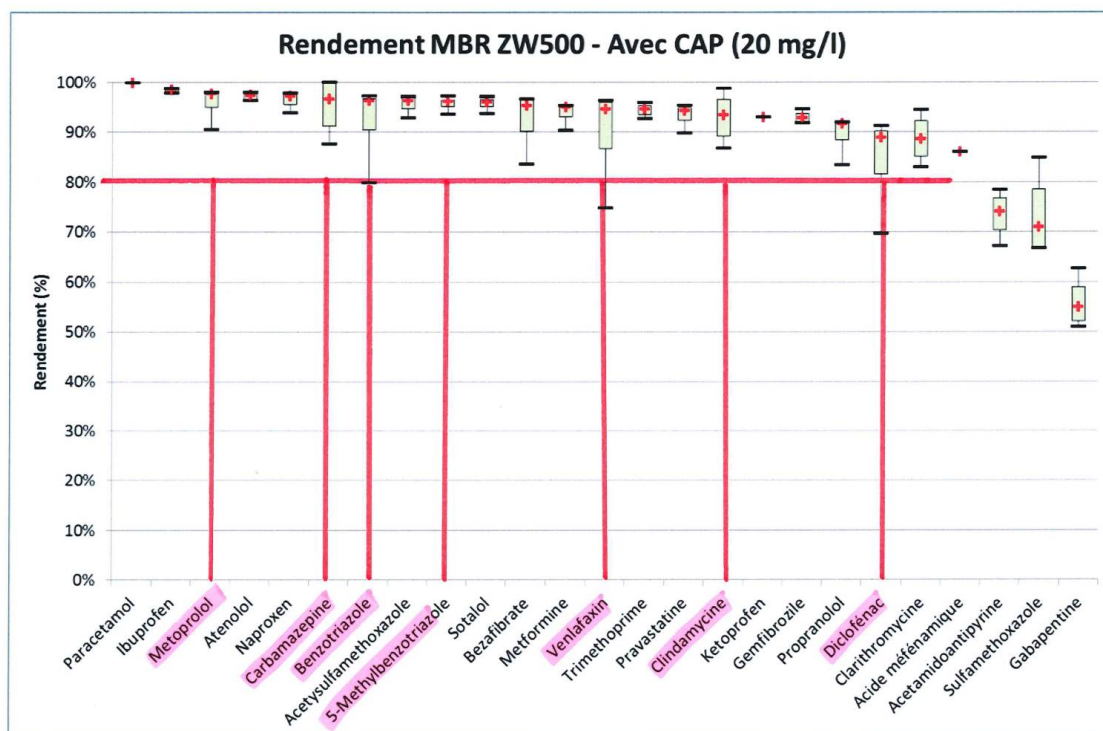


Figure 27: Rendement MBR ZW500 durant la période 2 avec dosage de 20 mg/l de CAP. Représentation avec les quartiles (25 - 75%), les valeurs limites (centiles 10 et 90%) et la médiane.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		

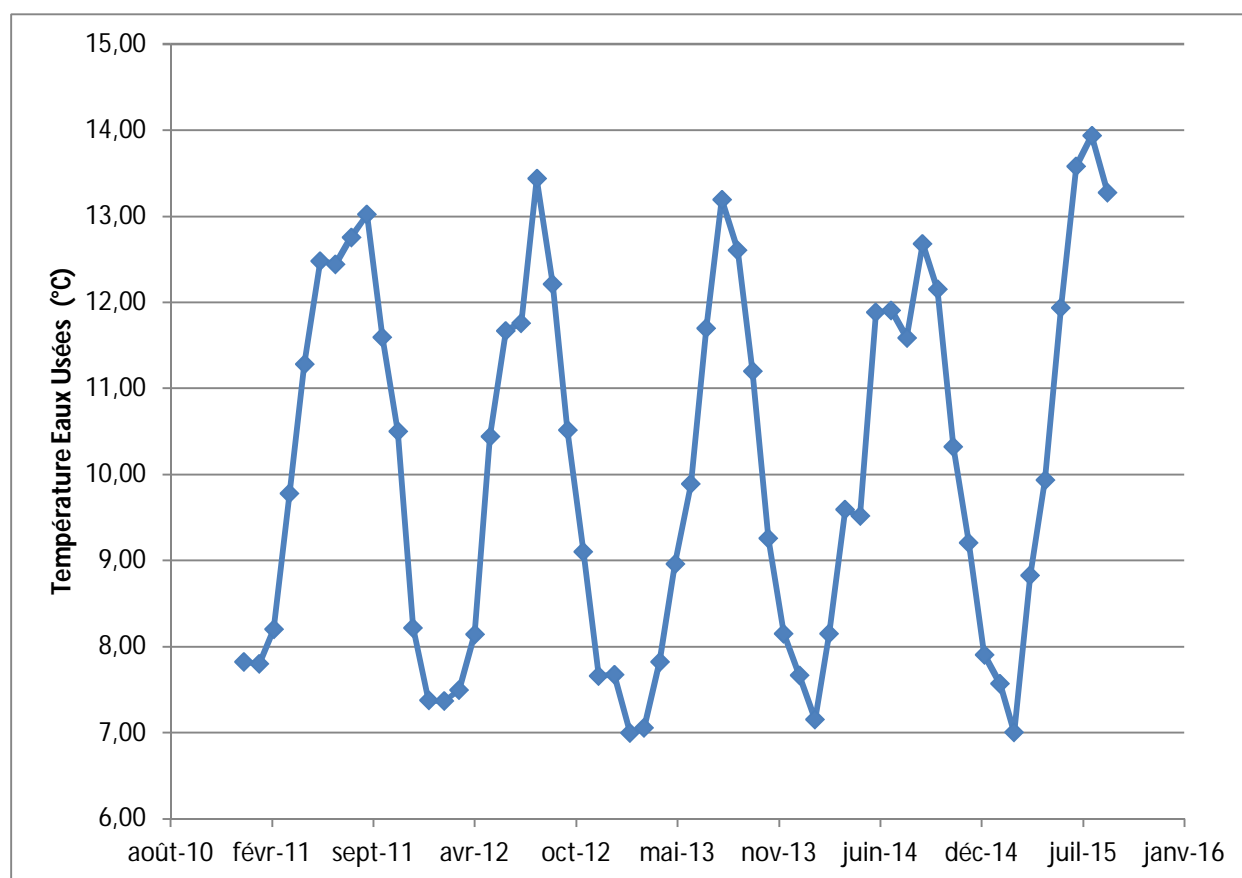


7 AUTRES PARAMÈTRES

Température

Dans le cadre d'une nitrification poussée, la question de la température est essentielle. En effet, les performances de la biomasse nitrifiante diminuent de façon logarithmique lorsque la température chute et surtout en dessous de 12°C.

Nous avons, après l'étude du graphe d'évolution ci-dessous de la température des eaux usées depuis août 2010 jusqu'en septembre 2015 considéré que la **température des eaux usées à prendre en compte était au minimum de 8°C et en moyenne de 10°C.**



Remarque : Les valeurs de température observées sont basses en comparaison de la moyenne des stations d'épuration ou la valeur moyenne de température des eaux usées est plutôt de l'ordre de 12°C.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Les valeurs de température des eaux usées sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	Valeur de température
Minimum	7,00
Maximum	13,94
Moyenne	10,06
Centile 10%	7,45
Centile 50%	9,89
Centile 52%	10,01
Centile 90%	12,86

Nota Important : L'ordonnance fédérale considère que les valeurs de rejet en ammonium sont à respecter pour une température des eaux usées supérieure à 10°C.

Etant donné que pour la step du Locle la température est inférieure à 10°C la moitié de l'année, il a été envisagé avec les autorités cantonales que pour les températures d'eaux usées comprises entre 8 et 10 °C une norme de rejet spécifique pour le paramètre N-NH₄ serait définie.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



8 GARANTIES DE TRAITEMENT / NORMES DE REJET

Pour les garanties de rejet le document à prendre en compte est l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux de 1998 Etat le 2 février 2016.

Nous avons stabilisé les exigences qui concernent la nouvelle step du Locle.

Protection des eaux. O 814.201

2 Exigences générales

No	Paramètres	Exigences
1	Substances non dissoutes totales	Pour les installations de moins de 10 000 EH: – concentration dans les eaux déversées: 20 mg/l Pour les installations de 10 000 EH et plus: – concentration dans les eaux déversées: 15 mg/l
2	Demande chimique en oxygène (DCO)	Pour les installations de moins de 10 000 EH: – concentration dans les eaux déversées: 60 mg/l O ₂ et – taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes: 80 % Pour les installations de 10 000 EH et plus: – concentration dans les eaux déversées: 45 mg/l O ₂ et – taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes: 85 %
3	Carbone organique dissous (COD)	Pour les installations de 2000 EH et plus: – concentration dans les eaux déversées: 10 mg/l et – taux d'épuration: 85 %, exprimé comme il suit: $100 \cdot \left(1 - \frac{\text{mg COD dans les eaux épurées}}{\text{mg carbone organique total dans les eaux polluées brutes}}\right)$ Si les valeurs ne sont pas respectées, l'autorité identifiera les substances impliquées, évaluera leur provenance et fixera le cas échéant les exigences à poser conformément aux annexes 3.2 et 3.3.
4	Transparence (d'après la méthode de Snellen)	30 cm
5	Ammonium (somme de N-NH ₄ ⁺ et N-NH ₃)	Si les concentrations d'ammonium dans les eaux polluées peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité d'un cours d'eau, les valeurs suivantes sont applicables si la température des eaux polluées est supérieure à 10° C: – concentration dans les eaux déversées: 2 mg/l N et – taux d'efficacité du traitement: 90 %, exprimé comme il suit: $100 \cdot \left(1 - \frac{\text{mg N- ammonium dans les eaux épurées}}{\text{mg N- Kjeldahl dans les eaux polluées brutes}}\right)$ Dans ces cas, on procédera à une nitrification durant toute l'année. <i>Remarque: l'azote obtenu par la méthode de Kjeldahl est la somme de l'azote contenu dans l'ammonium, l'ammoniac et les substances azotées organiques.</i>
6	Nitrite (N-NO ₂ ⁻)	0,3 mg/l N (valeur indicative)
7	Composés organiques halogénés adsorbables (AOX)	0,08 mg/l X Si la valeur n'est pas respectée, l'autorité identifiera les substances impliquées, évaluera leur provenance et fixera le cas échéant les exigences à poser conformément aux annexes 3.2 et 3.3.

47

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



814.201

Protection de l'équilibre écologique

No	Paramètres	Exigences
8	Substances organiques qui peuvent polluer les eaux même en faible concentration (<i>composés traces organiques</i>)	<p>Le taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes, mesuré à partir d'une sélection de substances doit atteindre 80 % pour les eaux usées provenant des installations suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> installations auxquelles sont raccordés 80 000 habitants ou plus; installations auxquelles sont raccordés 24 000 habitants ou plus dans le bassin versant de lacs; le canton peut accorder des dérogations si le bénéfice d'une épuration est faible pour l'environnement et pour l'approvisionnement en eau potable; installations auxquelles sont raccordés 8000 habitants ou plus, qui déversent leur effluent dans un cours d'eau contenant plus de 10 % d'eaux usées non épurées des composés traces organiques; le canton désigne, dans le cadre d'une planification dans le bassin versant, les installations qui doivent prendre des mesures; autres installations auxquelles sont raccordés 8000 habitants ou plus si une épuration est indispensable en raison de conditions hydrogéologiques spéciales; <p>Le Département précise dans une ordonnance les substances avec lesquelles le taux d'épuration sera mesuré et le mode de calcul qui sera appliqué.</p>
9	Demande biochimique en oxygène (<i>DBO₅, avec blocage de la nitrification</i>)	<p>Pour les installations de moins de 10 000 EH, où les concentrations de DBO₅ dans les eaux polluées peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau d'un cours d'eau, les valeurs fixées sont les suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> concentration dans les eaux déversées: 20 mg/l O₂ et taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes: 90 % <p>Pour les installations de 10 000 EH et plus, où les concentrations de DBO₅ dans les eaux polluées peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau d'un cours d'eau, les valeurs fixées sont les suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> concentration dans les eaux déversées: 15 mg/l O₂ et taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes: 90 %

3 Exigences supplémentaires pour les eaux polluées qui sont déversées dans des eaux sensibles

No	Paramètres	Exigences
1	Phosphore total (<i>après minéralisation</i>)	<p>Pour les eaux polluées provenant des installations</p> <ul style="list-style-type: none"> situées dans le bassin versant des lacs, déversant leurs eaux dans des cours d'eau en aval des lacs, lorsque ces mesures sont nécessaires pour assurer la protection du cours d'eau concerné et de 10 000 EH et plus, déversant leurs eaux dans des cours d'eau qui appartiennent au bassin versant du Rhin en aval des lacs, les valeurs suivantes sont applicables: concentration dans les eaux déversées: 0,8 mg/l P et taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes: 80 %

¹⁰⁶ En vigueur depuis le 1^{er} janv. 2021 (RO 2015 4791).

48

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Le tableau ci-dessous présente un résumé des normes de rejet qui devraient être prévues pour la construction de la nouvelle station d'épuration du Locle.

Paramètres	Concentration (mg/l)		Rendement
Matières en Suspension Totales MEST	15	-	-
Demande Chimique en Oxygène DCO	45	Et	85 %
Demande Biologique en Oxygène DBO ₅	15	Et	90 %
Carbone Organique Dissous	10	Et	85 %
Transparence	30 cm		
Ammonium N-NH ₄ ⁺ et N-NH ₃ <i>Pour une température des eaux usées est supérieure à 10°C</i>	2	Et	90 %
NOTA 1 : Ammonium N-NH ₄ ⁺ et N-NH ₃ <i>Pour une température des eaux usées est comprise entre 8 et 10°C</i>	5 à 10		
Nitrite N-NO ₂ ⁻	0,3		
Composés organiques halogénés adsorbables	0,08 mg/l X		
Phosphore total	0,8	Et	80 %
Substances organiques qui peuvent polluer les eaux même en faible concentration (composés traces organiques)			80 %

NOTA 1 : Ce point doit être validé par les autorités cantonales (Mr Wyrsh) suite à la réunion du 11 février 2016.

NOTA 2 : Application l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux de 1998 Etat le 2 février 2016 dans le cas de la nouvelle STEP du Locle : la nouvelle STEP du Locle est éligible pour le traitement des micropolluants car elle rentre sous la condition suivante :

- installations auxquelles sont raccordés 8 000 habitants ou plus, qui déversent leur effluent dans un cours d'eau contenant plus de 10 % d'eaux usées non épurées des composés traces organiques ; le canton désigne, dans le cadre d'une planification dans le bassin versant, les installations qui doivent prendre des mesures ;

Les autorités cantonales ont répondu oralement lors d'une réunion avec la ville du Locle mais ce point doit être encore validé par écrit par les autorités cantonales.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



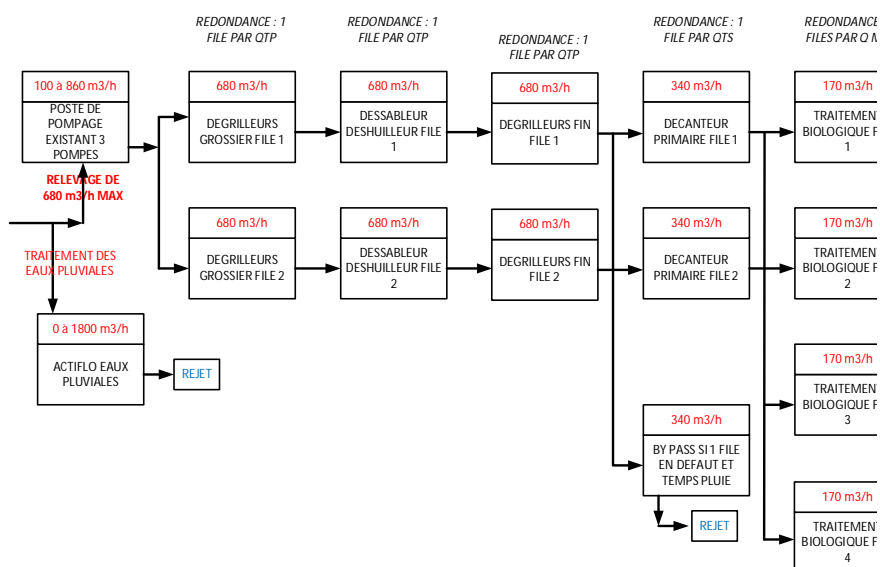
9 SCHEMA DES FLUX A CONSIDERER DANS LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX

Le graphique ci-dessous représente les flux hydrauliques et les redondances prévues pour chaque étape de traitement de la filière de traitement des eaux usées.

AVANT PROJET NOUVELLE STEP DU LOCLE REV G

SCHEMA FLUX ET REDONDANCE

Estimation débit journalier			
Charge hydraulique par eq Ha	l/eq Ha/j	333	250
Débit eaux usées	m³/j	5 500	5 000
Débit horaire moyen journalier	m³/h	229	208
Débit Pointe horaire TS (14)	m³/h	314	286
Débit horaire minimum	m³/h	110	100
Débit de pointe Temps de Pluie : 2,4 x QTS	m³/h	680	680



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



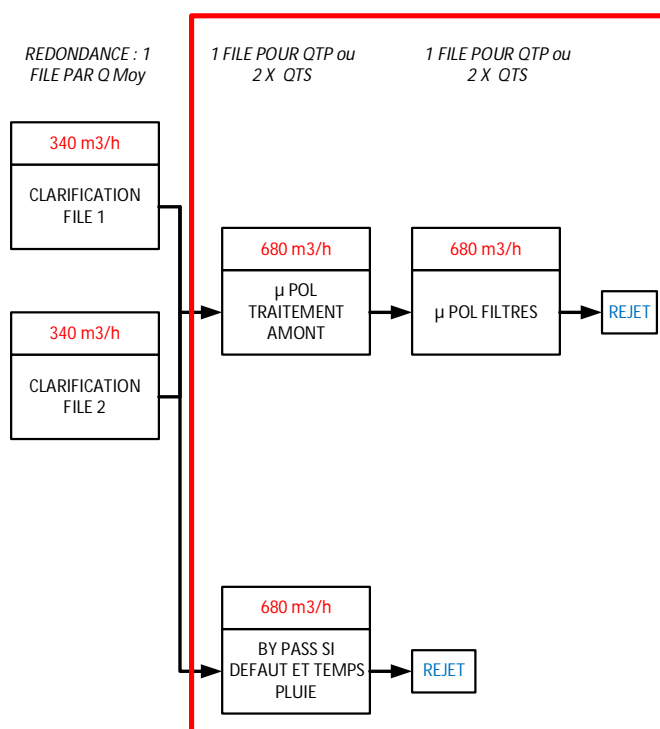
Plus spécifiquement pour le traitement des micropolluants le tableau et le graphique ci-dessous représentent les flux hydrauliques et les redondances prévues pour cette étape.

Nous avons prévu de traiter les débits suivants :

Estimation débit journalier			
Charge hydraulique par eq Ha	l/eq Ha/j	333	250
Débit eaux usées	m ³ /j	5 500	5 000
Débit horaire moyen journalier	m ³ /h	229	208
Débit Pointe horaire TS (14)	m ³ /h	314	286
Débit horaire minimum	m ³ /h	110	100
Débit de pointe Temps de Pluie : 2,4 x QTS	m ³ /h	680	680

Nous avons prévu au niveau des redondances des différentes étapes de traitement des micropolluants :

- Traitement amont : pas de redondance pour les ouvrages par contre cette étape sera composée de plusieurs unités (minimum 3 unités)
- Filtration : pas de redondance pour les ouvrages par contre cette étape sera composée de plusieurs unités (minimum 4 unités)



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



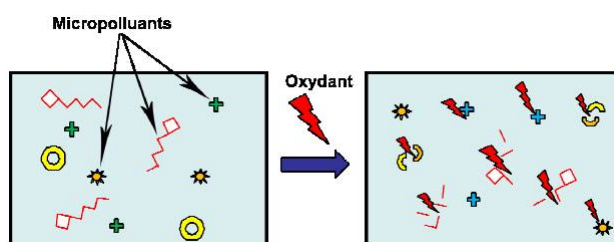
10 PROCEDE ET TRAITEMENT POSSIBLES DES MICROPOLLUANTS

De nombreuses études réalisées jusqu'à ce jour ont démontré qu'il est possible de détruire les micropolluants par oxydation ou de les éliminer par adsorption suivie par l'incinération ou la régénération du charbon. Aucune technologie à elle seule n'est à même d'éliminer toutes les substances avec la même efficacité. Une combinaison des deux technologies semble la meilleure solution en ce qui concerne l'efficacité globale réalisable, elle occasionne cependant des coûts d'investissements et d'exploitation plus importants.

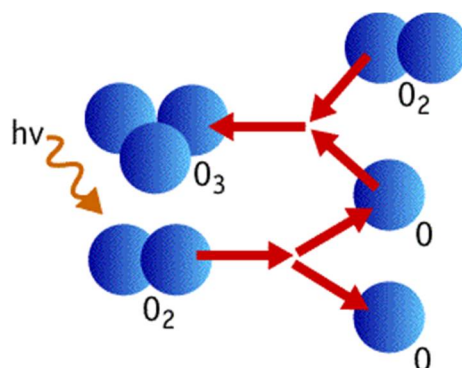
Indépendamment du procédé mis en œuvre, la solution la plus favorable en ce qui concerne l'efficacité et le coût est d'effectuer le traitement avec un effluent issu d'un traitement tertiaire. En effet l'influence de la charge organique sur l'élimination de micropolluants est importante lors de l'utilisation de charbon actif en poudre ou de la mise en œuvre de l'ozone.

Oxydation

L'oxydation à l'aide d'ozone provoque l'oxydation chimique des micropolluants et leur destruction.



Deux réactions sont mises en œuvre : une réaction sélective, directe et une réaction non-spécifique, indirecte par la formation de radicaux hydroxyles (radicaux OH \cdot). Outre l'oxydation, l'ozone assure également la désinfection et la décoloration de l'effluent. L'ozone (O $_3$) est généré sur le site à l'aide d'énergie électrique à partir de l'air ou de l'oxygène pur (O $_2$), elle est ensuite introduite dans l'effluent dans une cuve de contact.



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



A la sortie de la cuve de contact, l'effluent doit subir un post-traitement dans un filtre biologiquement actif ou dans une lagune de finition. Les installations de filtre à sable rapide qu'on utilise souvent dans les stations d'épuration pour l'élimination poussée de substances en suspension et du phosphore sont toujours biologiquement actives et peuvent être utilisées après l'ozonation. Le dosage en ozone est adapté aux variations de charges de l'effluent.

Adsorption

Lors de l'adsorption physique, des substances sont enrichies au contact d'une surface voisine, sans que leur structure soit modifiée. Cet effet est obtenu, lors que l'on ajoute du charbon actif en poudre (CAP) à l'effluent ou lorsque l'on dirige l'effluent sur du charbon actif granulé (CAG) ou charbon actif micro grain (μ CAG).

Le charbon actif se présente sous plusieurs formes :

CAP ou Charbon actif en Poudre. La taille des grains est comprise en 10 et 50 μ m.



CAG ou Charbon actif en Grain. La taille des grains est comprise en 200 et 5 000 μ m (ou 0,2 mm à 5 mm).

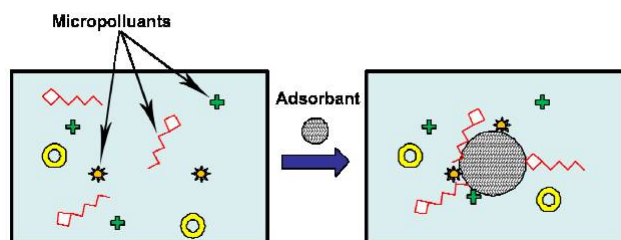


μ CAG ou Charbon actif en micro Grain. La taille des grains est comprise en 300 et 800 μ m.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Le charbon actif est une substance non polaire qui adsorbe donc de préférence des substances non polaires ayant une faible solubilité dans l'eau (hydrophobe) et un poids moléculaire élevé.



Les groupes de substances polaires ou hydrophiles s'adsorbent mal. On travaille actuellement sur le développement de nouveaux adsorbants pour ces substances. Le charbon actif en poudre est très fin et dispose d'une grande surface, il doit cependant être éliminé ultérieurement de l'effluent par addition de précipitants chimiques (Al, Fe) et d'adjuvants de floculation (PE ou polymère). Pour cette séparation, on peut utiliser par exemple des procédés de sédimentation (décantation secondaire) ou de filtration (filtres). Lorsque l'on utilise du charbon actif granulé sous forme d'un filtre à lit fixe, on réalise en principe un filtre de sable rapide et, au lieu du sable, on utilise du charbon actif granulé. On peut également utiliser des filtres sous pression remplis de charbon actif granulé et fonctionnant en série ; ceci nécessite cependant au préalable l'élimination des substances filtrables contenues dans l'effluent (préfiltration).

Le dosage continu en charbon en poudre garantit un effet d'élimination homogène, parce que l'on ajoute en permanence du charbon frais et qu'on peut adapter sa concentration aux charges de l'effluent. Le charbon est évacué du système, acheminé vers les boues activées ou vers le traitement primaire et ensuite évacué avec les boues d'épuration. Ce n'est qu'à l'incinération que les micropolluants sont détruits. Le charbon en poudre sera régulièrement remplacé par du charbon neuf. Le charbon granulé par contre n'est remplacé que lors qu'il est chargé et ne peut plus assurer l'élimination nécessaire. Le charbon granulé chargé est régénéré à haute température, ce qui détruit les micropolluants. Une perte par combustion de 10 – 20% doit être compensée par du charbon neuf.

Rendements

Concernant l'élimination de micropolluant dans les STEP existants, on peut résumer tous les résultats obtenus jusqu'à ce jour en constatant que l'on obtient dans les phases mécaniques et biologiques d'une STEP communale une élimination moyenne d'env. 40% par rapport à l'entrée de la station. Les fourchettes observées dépendent de la qualité de l'effluent, de la technique des installations existantes et de leur fonctionnement (N/DN, âge des boues, type d'élimination du phosphore).

L'utilisation d'ozone ou du charbon actif ou bien une combinaison des deux peut augmenter l'élimination totale et la faire dépasser en moyenne les 80%. Lorsque l'on considère l'efficacité de la quatrième phase à elle seule, une efficacité d'épuration entre 65% et 85% est réaliste.

Ozonation

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



L'utilisation d'ozone peut provoquer lors de la phase d'ozonisation la formation de produits de transformation. Du point de vue écotoxologique, ceux-ci peuvent être considérés comme plus nocifs que la substance cible destinée à être éliminée de l'effluent. En pratique, on complète l'ozonisation toujours par un filtre biologiquement actif. En Suisse, cette technologie lors de la réalisation parce que les contrôles écotoxologiques n'ont jusqu'à ce jour relevé aucun effet négatif dans l'écoulement de cette phase de traitement.

Selon l'état de connaissances actuel, l'utilisation d'ozone en combinaison avec un filtre biologiquement actif en aval ne représente aucun danger.

10.1 IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ÉLIMINATION DES MICROPOLLUANTS

Lorsque l'on compare les procédés possibles en ce qui concerne leur impact environnemental, on peut se limiter à l'évaluation des substances utilisées. Les différences dues à la construction, aux technologies ou au transport n'ont pas d'importance décisive. En ce qui concerne les substances utilisées, la consommation de ressources et la charge environnementale en CO₂ constituent les critères décisifs.

Pour la comparaison, on se base sur un dosage moyen en ozone de 0,2 mg O₃/mg DCO. La charge résiduelle en DCO est évaluée à 25 mg/l. Le charbon actif en poudre est dosé en moyenne à 10 mg/l, pour la consommation en charbon actif granulé on se base sur le double de cette valeur, donc 20 mg/l. La quantité d'effluent prise en compte s'élève à 120 m³/EH. Elle se compose de 40 m³/H d'eau usée et de la même quantité pour l'eau parasite et la quote-part d'eau de pluie traitée.

Pour la production d'**ozone** à partir d'oxygène pur on consomme env. 13 kWh/kg O₃ en tenant compte de tous les consommateurs nécessaires. Il en ressort donc des besoins énergétiques de 7,8 kWh/EH. Ceci augmenterait la consommation moyenne en électricité d'une STEP communale d'env. 25%. L'électricité génère en moyenne une charge en CO₂ d'env. 0,55 kg/kWh. Ceci constitue pour l'utilisation d'ozone destinée à l'élimination de micropolluants un impact négatif sur le climat de 4,3 kg CO₂/EH.

Pour la **production de charbon actif**, il faut, selon les indications des fabricants, entre 2 kg de matière première (houille) et env. 5 kg de matière première (bois). On utilise la houille, qui est très dure, pour la production de charbon actif en poudre et de charbon actif granulé. Ce dernier ne peut être produit à partir de bois parce que celui-ci n'est pas assez dur. Cependant, le charbon actif granulé peut être régénéré et réutilisé, ce qui signifie cinq réutilisations du charbon utilisé. C'est pour cette raison que les bilans concernant la charge en CO₂ des produits commercialisables diffèrent. Un fabricant indique la charge en CO₂ pour le CAP à 7 kg CO₂/kg et pour le CAG régénéré à env. 2 kg CO₂/kg.

De ces indications ressort que un besoin en **CAP** de 1,2 kg/EH un impact environnemental en CO₂ d'env. 8,4 kg CO₂/EH lors de la production. La consommation en ressources s'élève pour la houille à env. 2,4 kg de houille/EH. Pour le **CAG**, dont la consommation est avec 2,4 kg/EH deux fois plus élevée, l'impact environnemental occasionné lors la production et la régénération est avec 4,8 kg CO₂/EH nettement plus faible. Vu la réutilisation, la consommation en ressources s'élève à env. 2 kg de houille/EH.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Lorsque l'on compare les résultats concernant la charge en CO₂ et la consommation de ressources calculés approximativement, on ne constate pas de différence majeure entre l'ozone et le charbon actif en poudre. Globalement l'ozone occasionne un impact environnemental de 7,8 kg CO₂/EH avec une consommation de 2 kg de houille/EH. Pour le charbon actif en poudre, les valeurs s'élèvent à 8,4 kg CO₂/EH et 2,4 kg de houille/EH. Si l'énergie nécessaire à la production d'ozone était produite exclusivement par des installations éoliennes et hydrauliques, ceci constituerait un net avantage pour les charges en CO₂ et la consommation en ressources et donnerait une nette préférence à ce type d'élimination de micropolluants. Si le charbon actif en poudre était produit exclusivement à partir de bois, le bilan énergétique s'améliorerait aussi nettement. Pour l'évaluation, les différents procédés d'activation (vapeur d'eau pour la houille, activation chimique à l'aide d'acide phosphorique ou chlorure de zinc pour le bois) joueraient un rôle plus important.

L'évaluation comparative est plutôt favorable pour le charbon actif granulé à cause des valeurs faibles aussi bien concernant la charge en CO₂ (4,8 kg CO₂/EH) que concernant la consommation en charbon (2 kg/EH). Technologiquement, le CAG doit être assez dur, son remplacement par d'autres matières premières est donc limité. Le bois ne peut être utilisé. La noix de coco serait théoriquement possible mais présente d'autres inconvénients (résidus de la production d'huile de palme, déboisement de la forêt tropicale,...) et n'élimine les micropolluants pas de manière optimale.

En Suisse, l'émission en CO₂ par habitant s'est élevée à env. 5 tonnes / habitant en 2013. La charge en CO₂ par habitant résultant de l'élimination de micropolluants est donc relativement faible par rapport à l'émission globale en CO₂.

En ce qui concerne les réactifs, l'ozone et CAG présentent des avantages. Aucun produit supplémentaire n'est nécessaire (précipitants, floculants). Donc cela n'engendre pas de consommation en ressources pour la production et pas de charges polluantes pour les eaux.

10.2 CONTRAINTES OPERATIONNELLES

La concentration de micropolluants dans les eaux usées dépend de très nombreux facteurs et présente des variations non seulement tout le long de la journée mais dans certains bassins hydrologiques également en fonction des saisons. Elle dépend d'ailleurs également de la dilution lors d'épisodes pluviaux.

Dans ce contexte, les procédés permettant de réagir aux variations à l'aide de dosages adaptés présentent des avantages. L'ozone et le charbon actif en poudre permettent ceci. Au moins théoriquement, une consigne d'élimination peut être respectée grâce à un dosage adapté aux concentrations. En pratique cependant, un dosage en fonction des concentrations ne peut être réalisé faute d'analyse en ligne des micropolluants dans leur globalité ou en fonction de paramètres indicatifs sélectionnés. Le COD ou l'absorbance ou CAS à 254 nm pourraient servir de paramètres auxiliaires. On pourrait les utiliser comme paramètres indicatifs pour l'évaluation du processus. Dans les stations industrielles déjà existantes, un dosage en fonction du débit s'est avéré raisonnable et approprié. L'ozone et le charbon actif en poudre sont

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



dosés en mg/l, le débit sert de paramètre principal. On détermine le rapport entre le débit et la quantité de dosage spécifiquement pour la station. L'effet d'élimination qui doit être obtenu est déterminant. Par principe, la quantité de dosage est limitée lorsque la dilution spécifique nécessiterait une utilisation disproportionnée d'ozone ou de charbon actif en poudre.

Pour le charbon actif granulé, il n'est pas possible d'adapter directement de manière conventionnelle la quantité de charbon à la composition de l'effluent pour un volume donné. L'adaptation s'effectue quasi-automatiquement par les contraintes technologiques données. La vitesse de filtration dans les cellules atteindra la valeur maximale lors de temps de pluie et avec le débit de la totalité des effluents, lors de temps sec, elle diminuera de moitié. Le temps de séjour dans le média est donc minimal lors de temps de pluie et maximal lors de temps sec. Si la charge en micropolluants dans l'effluent entrant était identique dans les deux cas de figure, ceci serait également le cas pour la charge spécifique du charbon granulé. C'est le temps disponible pour l'adsorption qui ferait la différence. Ce temps serait deux fois plus long lors de temps sec, ce qui constituerait une réaction indirecte par rapport aux concentrations plus importantes de l'arrivée. Le charbon élimine une fois plus, une fois moins de micropolluants, mais atteint en moyenne l'effet d'élimination désiré et exigé. L'enclenchement ou le déclenchement de certaines unités de filtration pourrait permettre de réagir aux variations des contraintes opérationnelles dans l'arrivée, mais ceci impliquerait que la vitesse de filtration soit la même lors de temps de pluie et de temps sec, ce qui rendrait caduc l'avantage d'un temps de séjour prolongé lors de concentrations plus élevées.

De façon générale il est nécessaire d'avoir un opérateur dédié à ce nouveau poste de traitement pour le suivi du fonctionnement mécanique et opérationnel du procédé.

Et il est nécessaire de sous-traiter le poste analyse des micropolluants qui ne peut pas être réalisé directement sur la station d'épuration.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

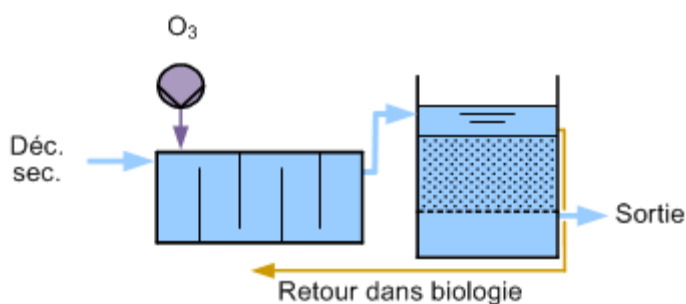


10.3 OXYDATION PAR OZONATION

L'oxydation des micropolluants par ozonation permet de casser les chaînes moléculaires de ces composés et de les décomposer en substances qui peuvent ensuite être dégradées biologiquement sur une étape en aval.

Les études menées en Suisse ont montré que l'association de l'ozonation avec une étape de traitement biologique (filtre à sables, lit fluidisé,...) permet d'éliminer les micropolluants en diminuant l'impact écotoxique de l'eau usée sur le milieu naturel.

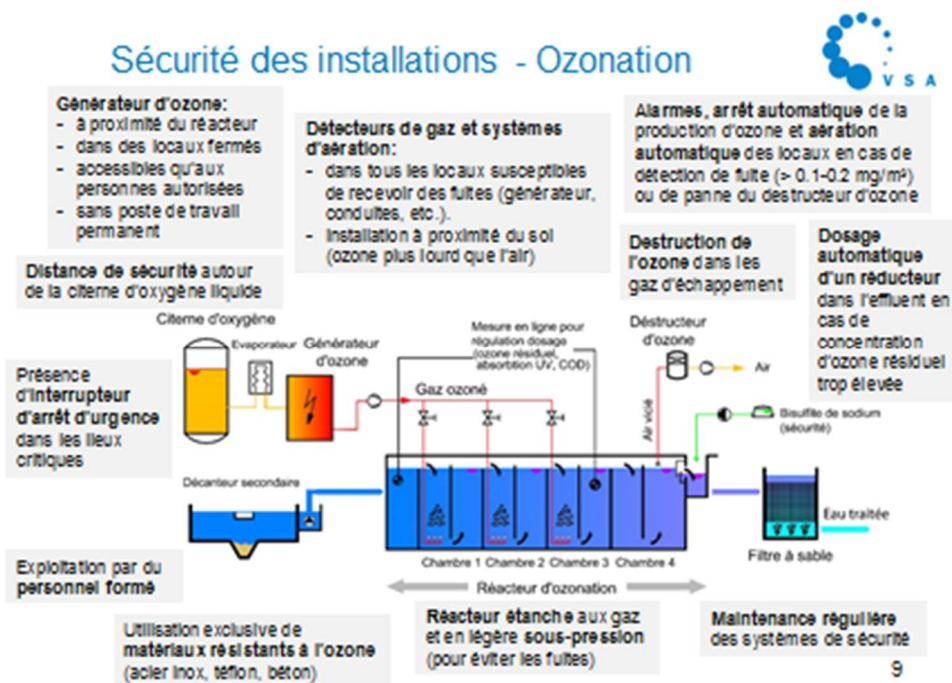
Le procédé est mis en place de manière assez classique avec un réacteur d'ozonation suivi d'une filtration sur sable.



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

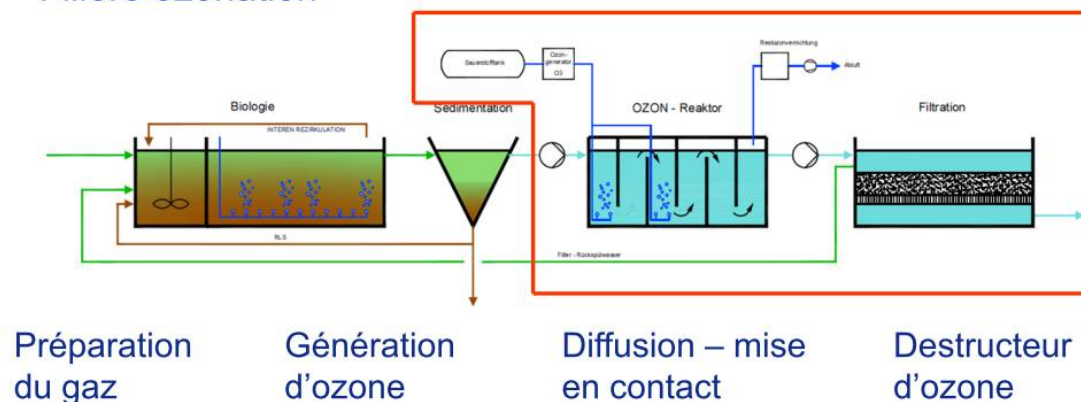


Ces procédés sont maîtrisés mais apportent un certain nombre de problématiques liées à la sécurité des installations et des personnes. Ces points sont résumés sur le schéma suivant.



La filière d'une installation d'ozonation avec ses principaux équipements est présentée ci-dessous :

• Filière ozonation



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Traitabilité des effluents à l'ozone

Diverses études sur les stations d'épuration des eaux usées (STEP) communales ont démontré que l'ozonation en tant qu'étape de purification supplémentaire mène à une diminution significative des micropolluants mesurables en sortie de STEP. Ainsi, de nombreux effets néfastes causés par ces substances sur les cours d'eau peuvent être réduits. Cependant, en cas de charges spéciales, par exemple en raison de rejets importants d'eaux usées industrielles ou commerciales, de nouvelles substances potentiellement néfastes peuvent être formées par ozonation. **Par conséquent, il convient d'examiner au cas par cas si des eaux usées spécifiques conviennent à un traitement à l'ozone.** Une méthode d'essai consistant en cinq modules a été mise au point pour déterminer si les effluents sont adaptés au traitement à l'ozone.

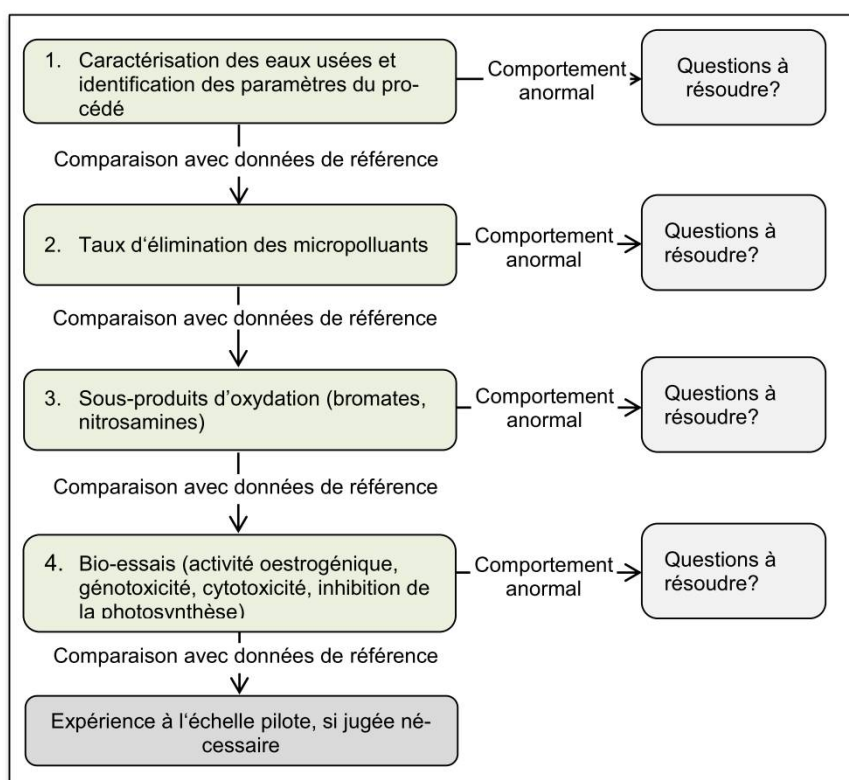


Image 1: Vue d'ensemble des quatre modules de la méthode d'essai réalisés en laboratoire.

NOTA IMPORTANT : Dans le cadre de l'avant-projet « micropolluants pour la nouvelle Step du Locle » il a été décidé de ne pas conduire les essais de traitabilité des effluents à l'ozone.

La part d'effluents industriels issus de l'industrie horlogère dans les eaux usées de la step du Locle et le risque de présence de bromures en découlant nous ont incités à ne pas conduire ces essais.

Si un tel procédé devait être mis en place à la STEP du Locle, les essais de traitabilité de l'effluent à l'Ozone devront être **impérativement** réalisés au préalable.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



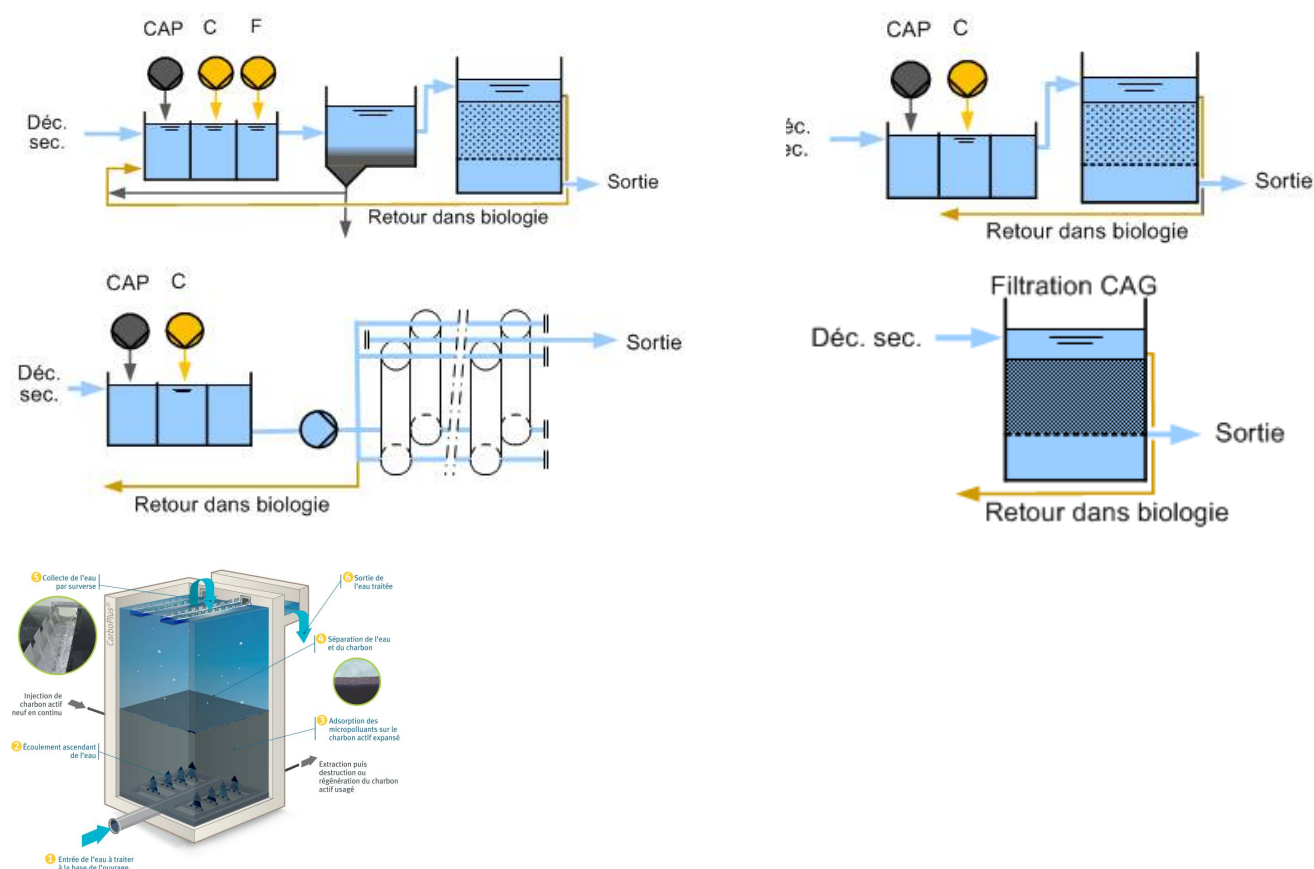
10.4 ADSORPTION PAR CHARBON ACTIF

Le processus d'adsorption permet un transfert des micropolluants de l'eau usée vers le charbon actif et donc leur élimination pure. Le charbon ainsi « chargé » est ensuite dirigé vers le traitement des boues pour y être traité de manière conventionnelle.

Ce procédé apporte donc un certain nombre d'interactions avec les traitements de la STEP, notamment le traitement des boues.

La mise en place du système d'adsorption par charbon actif peut se faire de multiples façons.

Les procédés peuvent varier du classique (« Ulmer Verfahren »), à une solution d'injection directe dans le filtre, en passant par une solution membranaire. Ces différentes possibilités sont illustrées ci-dessous :



Légende :

CAP : Charbon Actif en Poudre

C : Coagulant

F : Flocculant

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



L'utilisation de CAP implique également des questions de sécurité au niveau des installations et des personnes qui sont résumés dans le schéma ci-dessous :

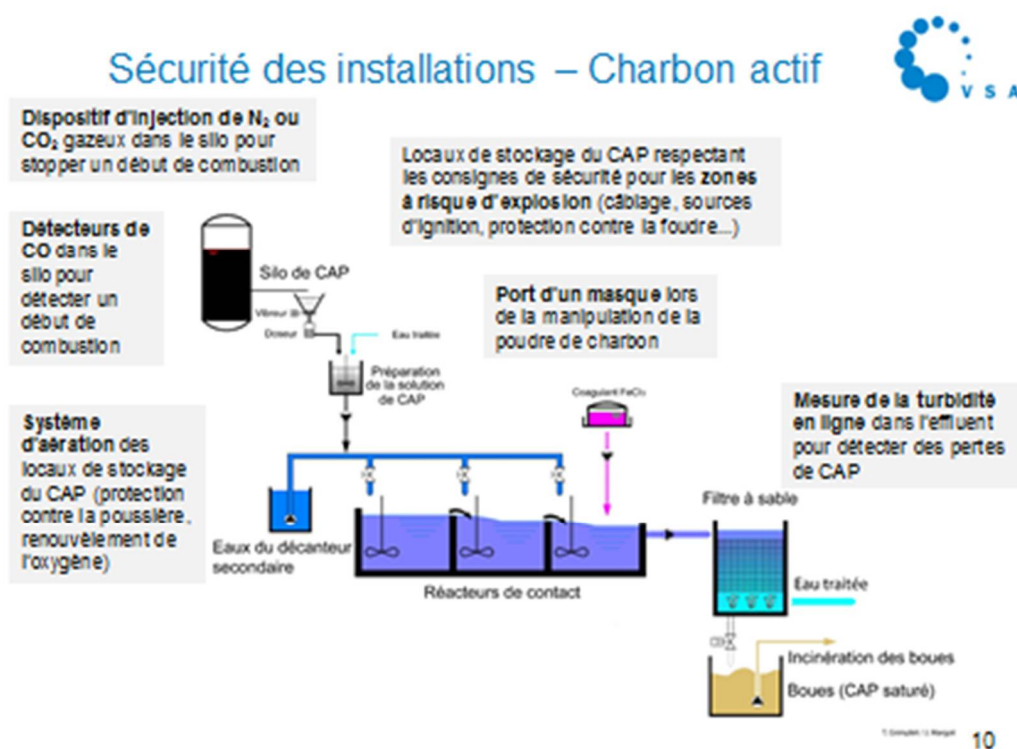


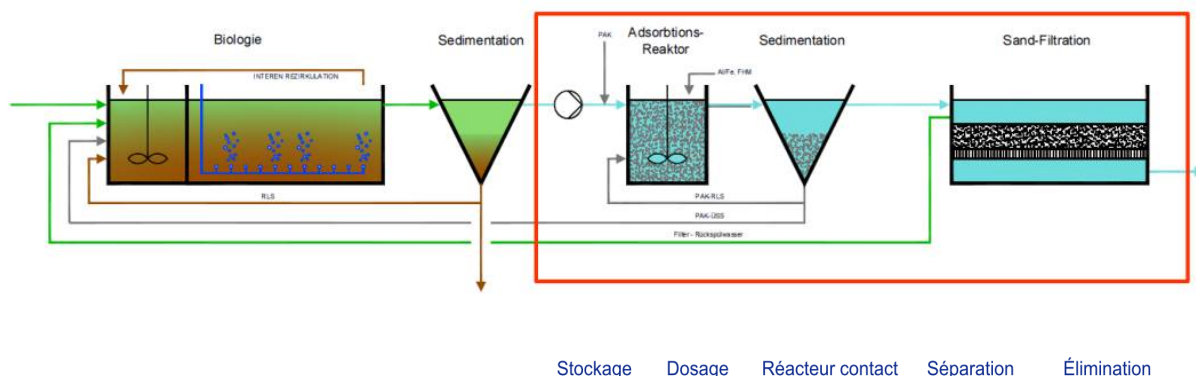
Figure 1: Résumé des problématiques de sécurité pour le charbon actif en poudre

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		

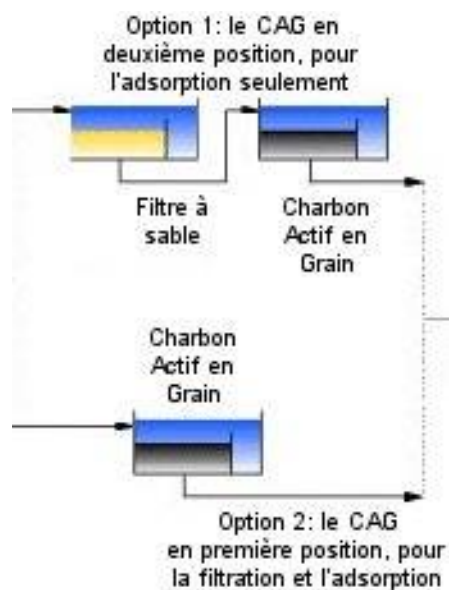


La filière d'une installation de dosage de CAP avec ses principaux équipements est présentée ci-dessous :

- Filière charbon actif en poudre (CAP)



La filière d'une installation de traitement par Charbon Actif en Granulé CAG avec ses principaux équipements est présentée ci-dessous :



10.5 TRAITEMENT COMBINÉ ET DEVELOPPEMENTS

Le traitement des micropolluants se développe et avec lui l'émergence de nouvelles possibilités de traitement, soit au travers de procédés brevetés, soit en combinant plusieurs procédés classiques. Parmi ces

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



développements, nous noterons l'émergence d'une solution combinée associant l'ozonation et le charbon actif, que ce soit en poudre ou en grains. Les avantages de cette solution sont qu'elle permet de :

- Diminuer les risques liés à l'ozone.
- Diminuer les coûts d'exploitation dus au charbon actif.
- Permettre une élimination plus importante des substances.

Le désavantage principal est sa complexité et son coût.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



10.6 CONCLUSIONS

D'une manière générale, toutes les filières sont envisageables sur la STEP du Locle. Le choix d'une filière dépend généralement de(s) :

- La qualité de l'eau brute. En fonction d'eaux d'origine industrielles, des problématiques sur le traitement à l'ozone peuvent apparaître, notamment au niveau des bromates ou de sous-produits nocifs.
- La place disponible. En fonction des procédés choisis, la place disponible peut être un critère de choix et ceci est notamment particulièrement important sur le site de la STEP du Locle.
- Critères de coûts. Le traitement des micropolluants a un coût, notamment au niveau de l'exploitation et les différentes filières ont des coûts variant et d'origines divers (électricité, charbon...).
- La problématique de sécurité liée aux installations.
- La préférence de l'exploitant lié à la simplicité d'exploitation.

Nous proposons donc d'évaluer un certain nombre de filières de manière rapide pour permettre d'établir une matrice décisionnelle. Ceci est traité dans le chapitre suivant.

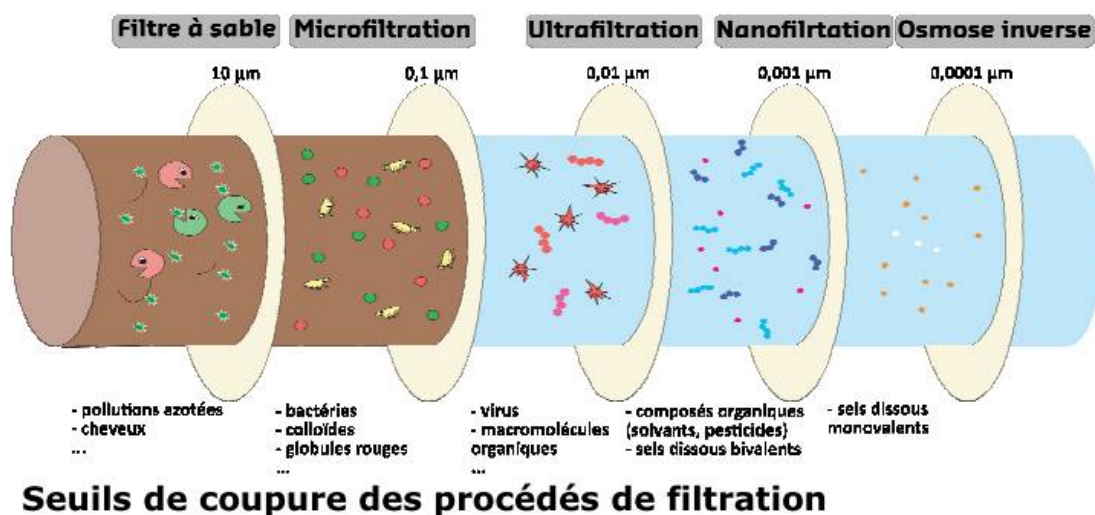
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



11 FILIERES DE TRAITEMENT ENVISAGEES POUR LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS

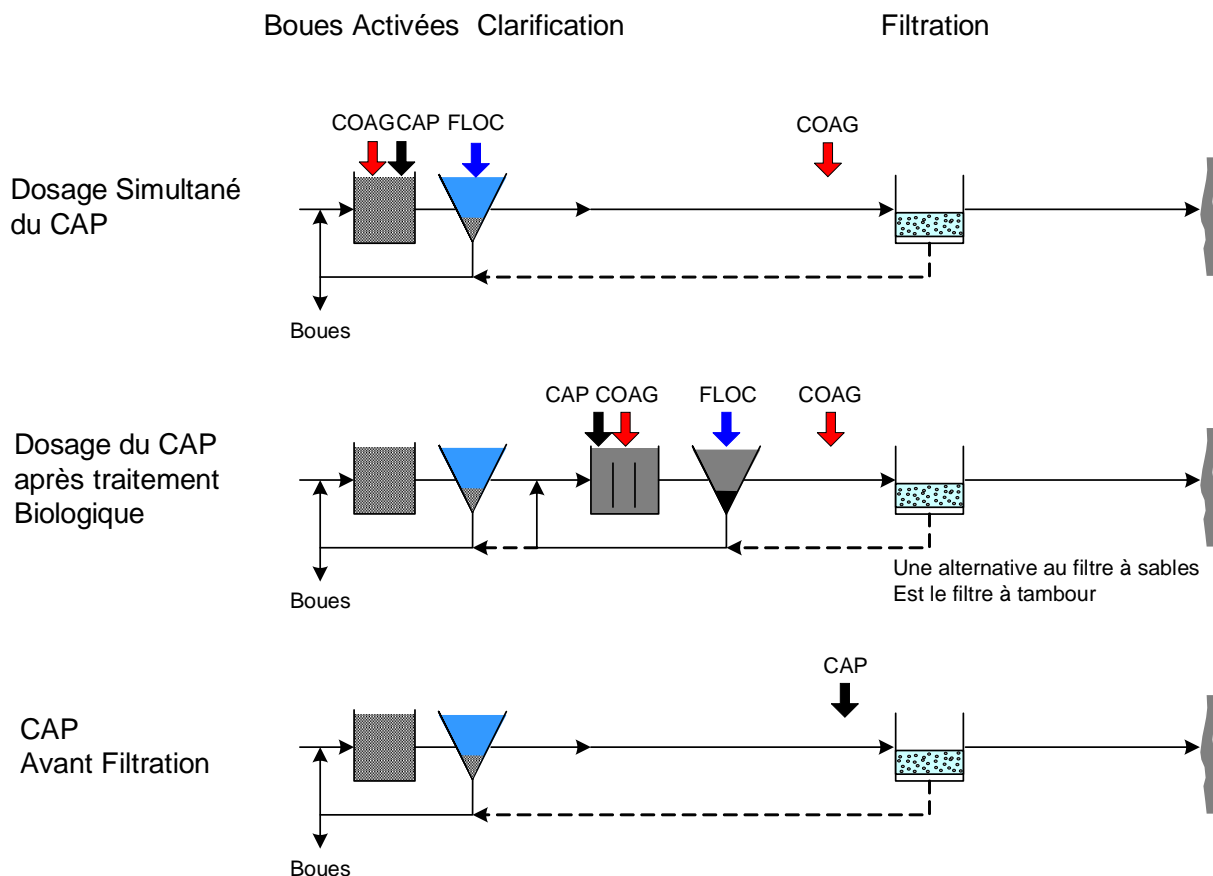
D'après les connaissances actuelles, le traitement biologique assure un effet d'élimination des micropolluants mais présente des variations importantes selon les substances. Une phase de filtration en aval de la biologie permet l'élimination supplémentaire de micropolluants. Pour tous les procédés, l'élimination maximale de substances organiques (DCO, COD) décharge toujours les phases de traitement spécifique des micropolluants.

L'utilisation de membranes sous forme d'installations d'ultrafiltration comme celles utilisées dans les domaines des eaux usées, n'est pas adaptée à l'élimination de micropolluants parce que la taille des mailles ne permet pas de les retenir. D'autres procédés, comme la nanofiltration et l'osmose inverse ne peuvent être utilisés pour les volumes d'effluents traités dans les stations communales. En effet leur coût serait trop élevé parce que la pression de service élevée (> 10 bar) de ces systèmes occasionne un coût énergétique beaucoup trop important.

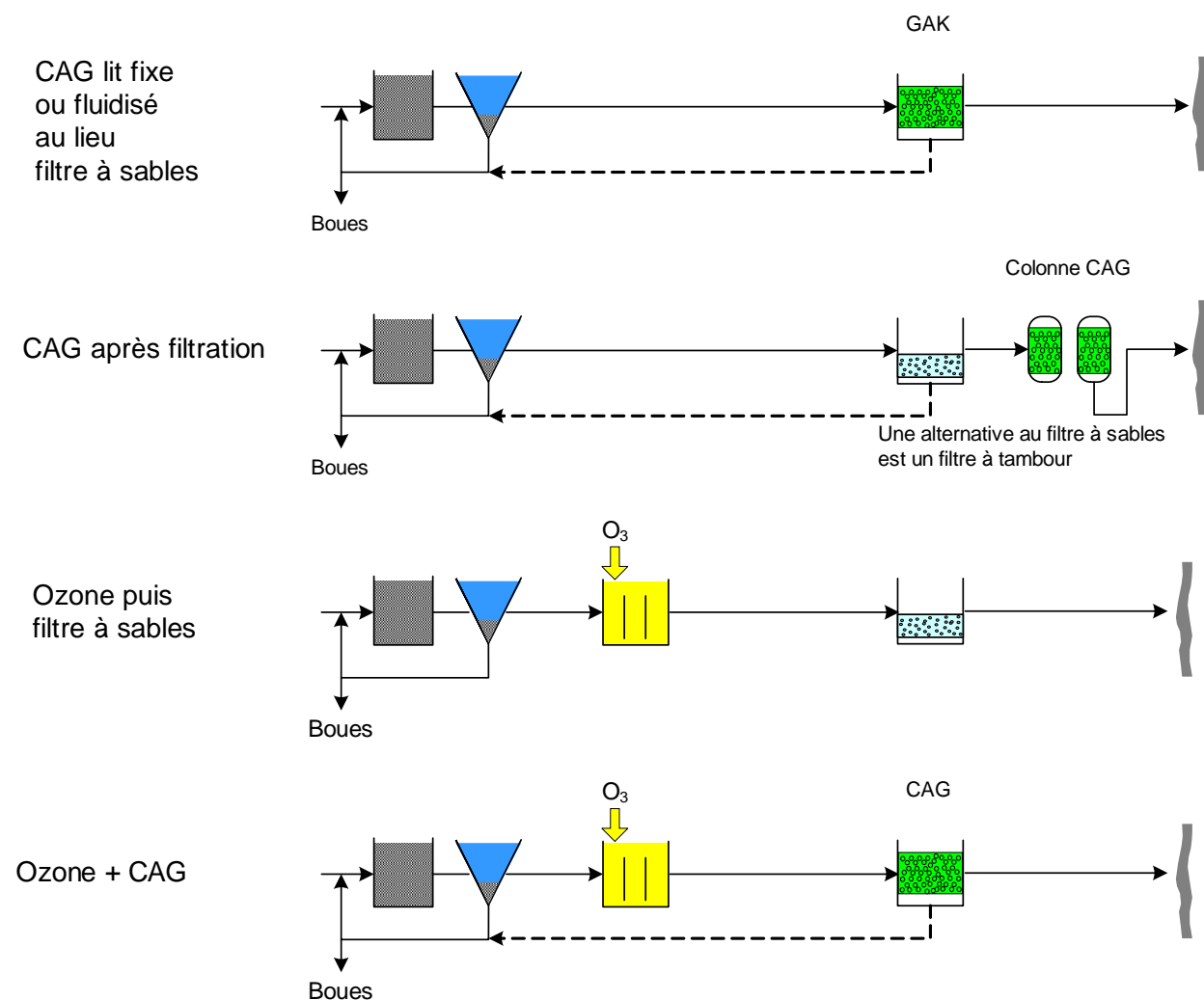


Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		

Nous avons envisagé les différentes configurations de filière pour le traitement des micropolluants sur la STEP du LOCLE :



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



NOTA IMPORTANT : C'est la charge hydraulique qui est déterminante pour tous les procédés d'élimination de micropolluants en aval. Elle détermine les dimensions principales et donc la surface et le volume de l'ouvrage. La base du dimensionnement est le débit d'effluent maximal en m³/h qui dépend de la quantité à traiter lors de temps de pluie ou de la quantité totale à traiter par an.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



12 SOLUTION A : DOSAGE SIMULTANE DU CAP DANS LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Principe du traitement par dosage simultané du CAP dans le traitement biologique :

La méthode la plus simple pour l'élimination de micropolluants consiste dans le dosage du charbon actif en poudre directement dans le bassin de boues activées. Le charbon se dépose sur les floccs de boues activées et est aussi intégré dans les floccs chimiques générés par précipitation simultanée. L'addition d'un adjuvant de floculation dans l'alimentation de la décantation secondaire peut être nécessaire pour retenir les particules fines. Leur rétention s'effectue normalement dans le filtre à sable qui se trouve en aval lorsqu'on ajoute une faible dose de coagulant sur l'alimentation du filtre.

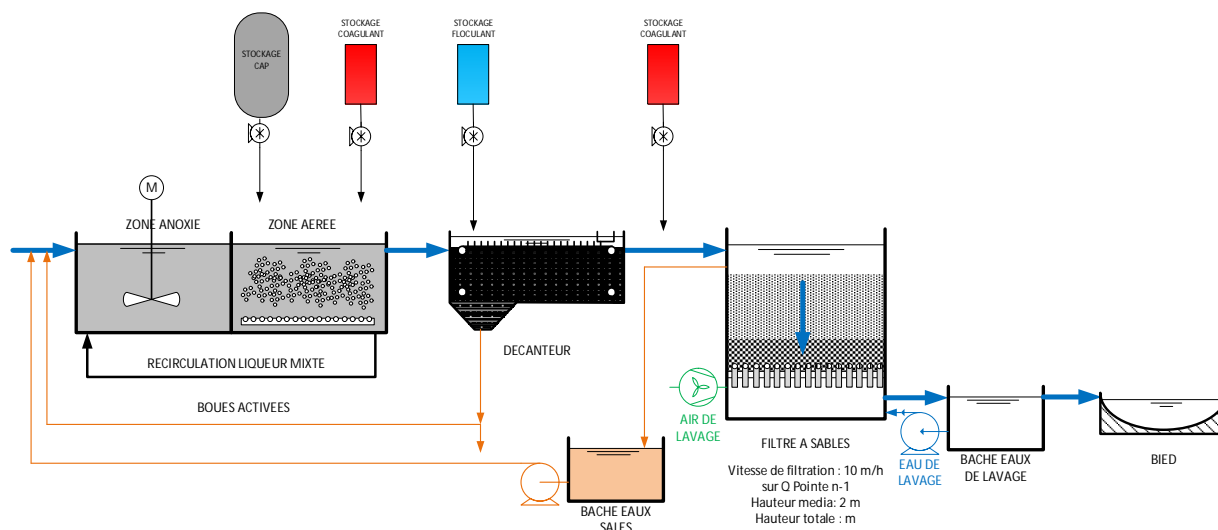
Ce procédé a été testé uniquement à ce jour avec le procédé de traitement biologique par boues activées. **Il n'a pas été mis en œuvre pour les procédés par lit fluidisé MBBR et par Biofiltration.**

Ce procédé nécessite **la mise en place d'une barrière physique** (par exemple filtre à sables) en aval de la décantation secondaire afin de piéger les particules fines liées au dosage du Charbon Actif en Poudre.

Schéma de traitement :

Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière par dosage simultané du CAP dans le traitement biologique :

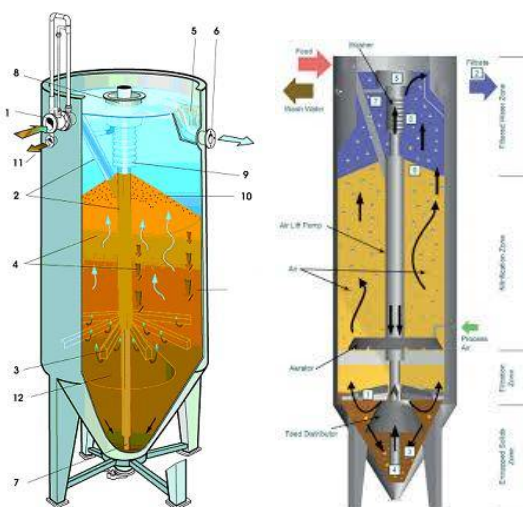
SOLUTION N° A : DOSAGE DIRECT DU CHARBON ACTIF DANS LA BOUE ACTIVEE ET FILTRATION A SABLES



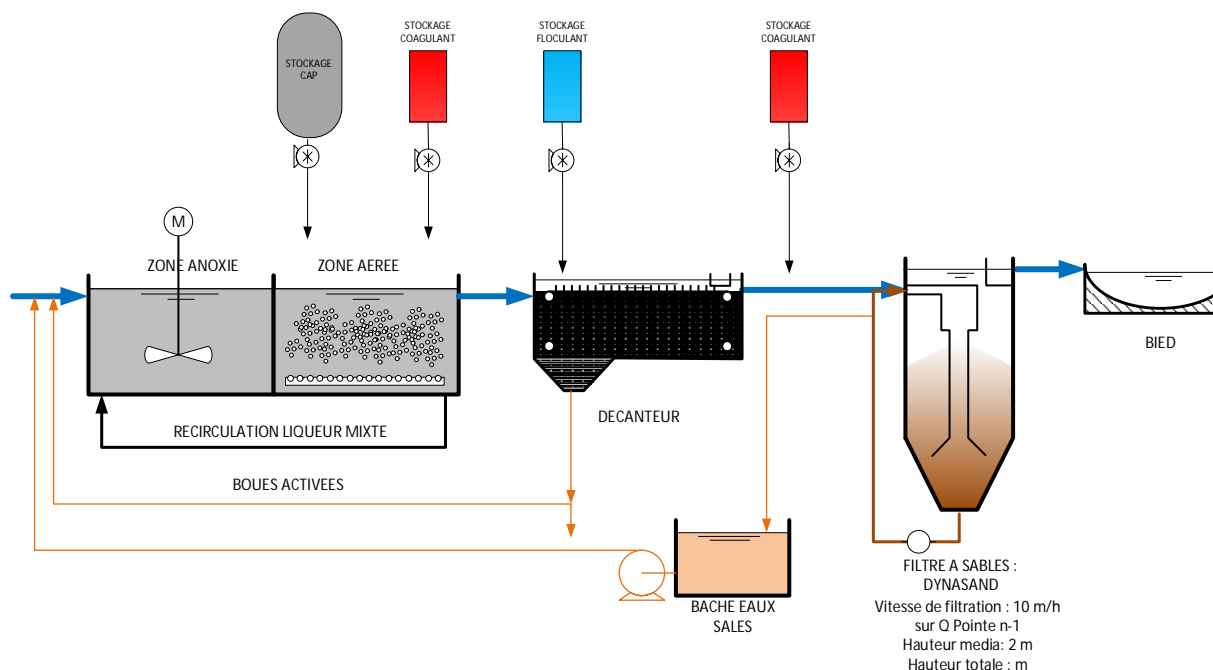
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



NOTA IMPORTANT : plusieurs techniques de filtration peuvent être mises en œuvre, par exemple la filtration à sables peut être également réalisée par filtre à sables continu (Type : Dynasand) :



**SOLUTION N° A bis : DOSAGE DIRECT DU CHARBON ACTIF DANS LA BOUE
ACTIVEE ET FILTRATION A SABLES : DYNASAND**



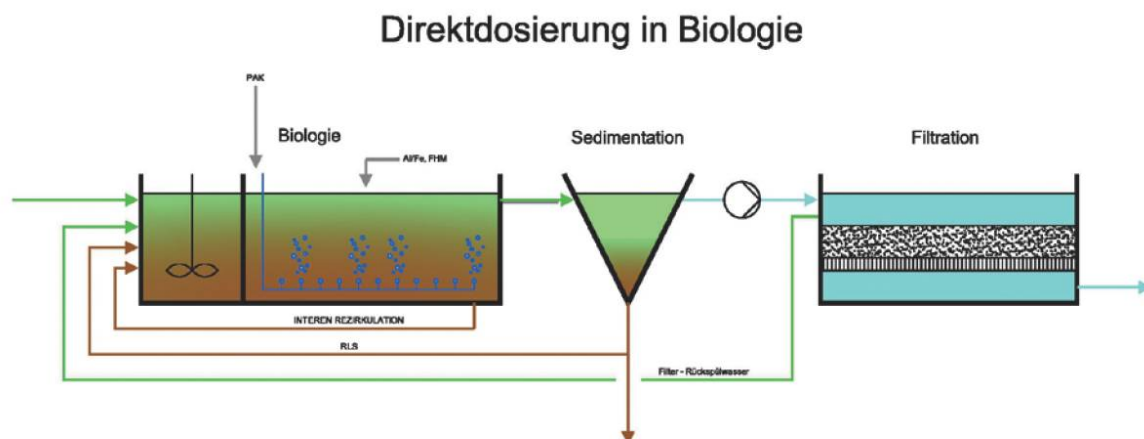
Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



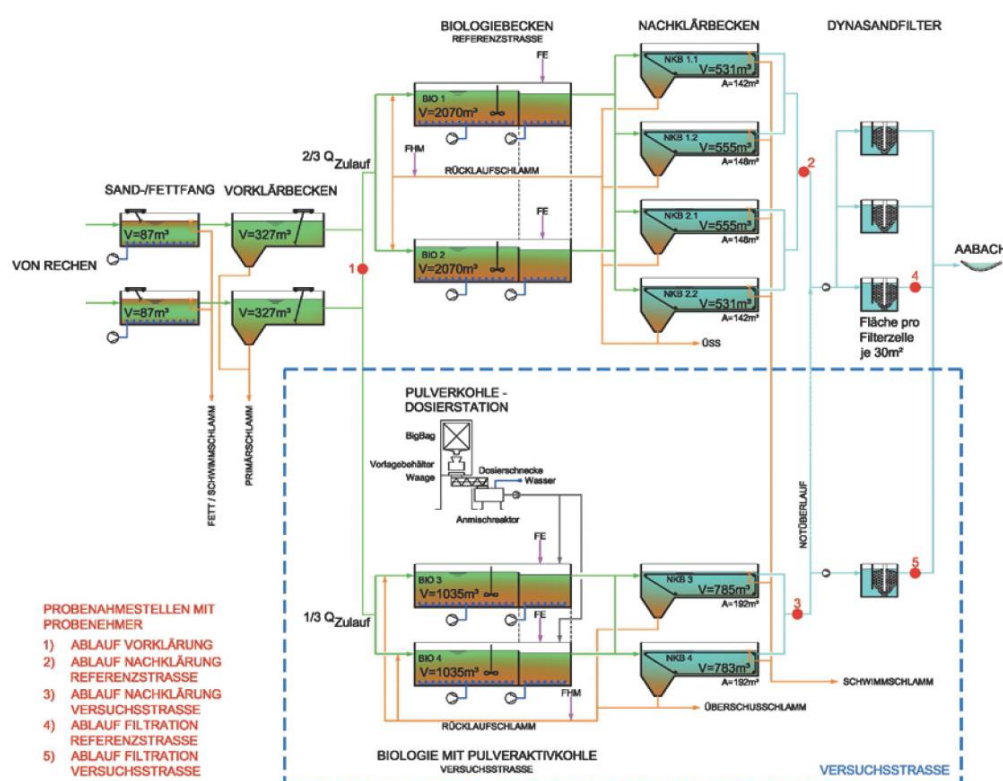
Expérience et essais

Ce procédé a fait l'objet d'essais sur la STEP **Flos** de **Wetzikon**. Le dosage du CAP a été réalisé directement dans l'étape biologique.

Le schéma de principe des essais est présenté ci-dessous :



Le schéma de l'installation où les essais ont été conduits est présenté ci-dessous :



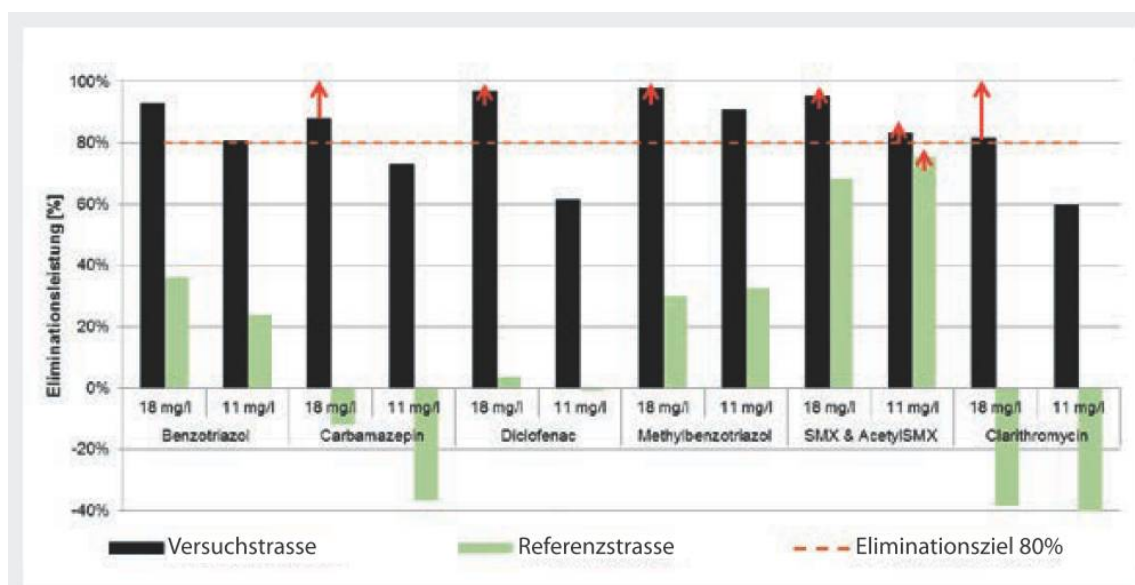
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Les photos ci-dessous présentent l'installation de dosage ainsi que le bassin biologique dans lequel le Charbon Actif en Poudre a été dosé.



Un abattement des micropolluants de 80% a été atteint en mettant en œuvre un taux de traitement en CAP de 11 à 18 mg/l.



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il n'existe pas d'installation au stade industriel réalisée suivant ce procédé. Les essais réalisés sur la station Flos de Wetzikon ont été concluants et le procédé testé pendant 2 ans devrait être mis en œuvre sur cette STEP dans les prochaines années.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé ne peut être mis en œuvre (en l'état actuel des connaissances) que sur un procédé de type boues activées. Dans ce cadre il oblige à augmenter le dimensionnement de l'étape biologique de 10% pour prendre en compte le charbon actif dans la liqueur mixte du bassin de boues activées.

Ce procédé n'a pas été testé avec le procédé MBBR ou lit fluidisé. Cela apparaît possible mais il serait nécessaire de réaliser des essais pilote au préalable.

En ce qui concerne la biofiltration ce procédé ne peut être mis en œuvre car il entraînerait un colmatage supplémentaire important du Biofiltre.

Ce procédé pour l'instant est intéressant à mettre en œuvre dans le cadre d'une station de traitement par boues activées qui possède une réserve conséquente en termes de capacité de traitement.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est simple à mettre en œuvre et apparaît comme relativement stable, à la suite des essais réalisés sur la station Flos de Wetzikon même par période de temps de pluie. En ajustant le taux de traitement en CAP il permet d'ajuster les performances du procédé.

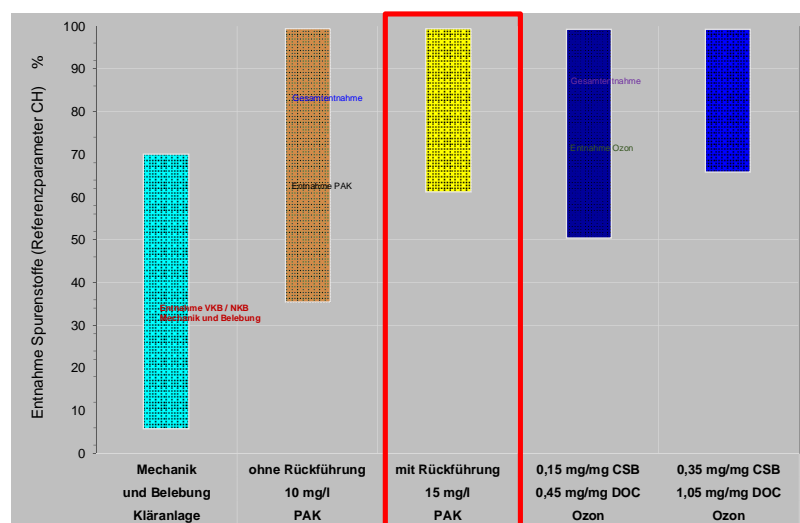
Maintenance et exploitation :

Les limites de ce procédé sont liées au fait que les zones liées au dosage de CAP sont classés en zone explosive (Zone ATEX) et que le dosage du CAP est souvent délicat en terme de propreté.

Le CAP demande un investissement important de l'exploitant en termes de nettoyage des installations de dosage de CAP.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues et en particulier en mettant en œuvre une recirculation des boues avec le charbon actif en poudre ce qui permet d'optimiser l'utilisation du CAP.



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Consommation de réactifs et d'énergie:

Dans ce procédé la consommation en CAP est de l'ordre de 15 à 20 mg/l ce qui est de 50 à 100 % supérieur au procédé qui mettent en œuvre une cuve de contact et une sédimentation spécifique.

Dans ce procédé les consommations en CAP ne sont pas optimisées.

Dimensionnement de la filière de dosage simultané du CAP dans le traitement biologique :

Dimensionnement de la partie boues activées :

Il faut prévoir une augmentation de 10% des volumes des bassins de boues activées.

Dimensionnement de la partie filtration :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 10 m/h

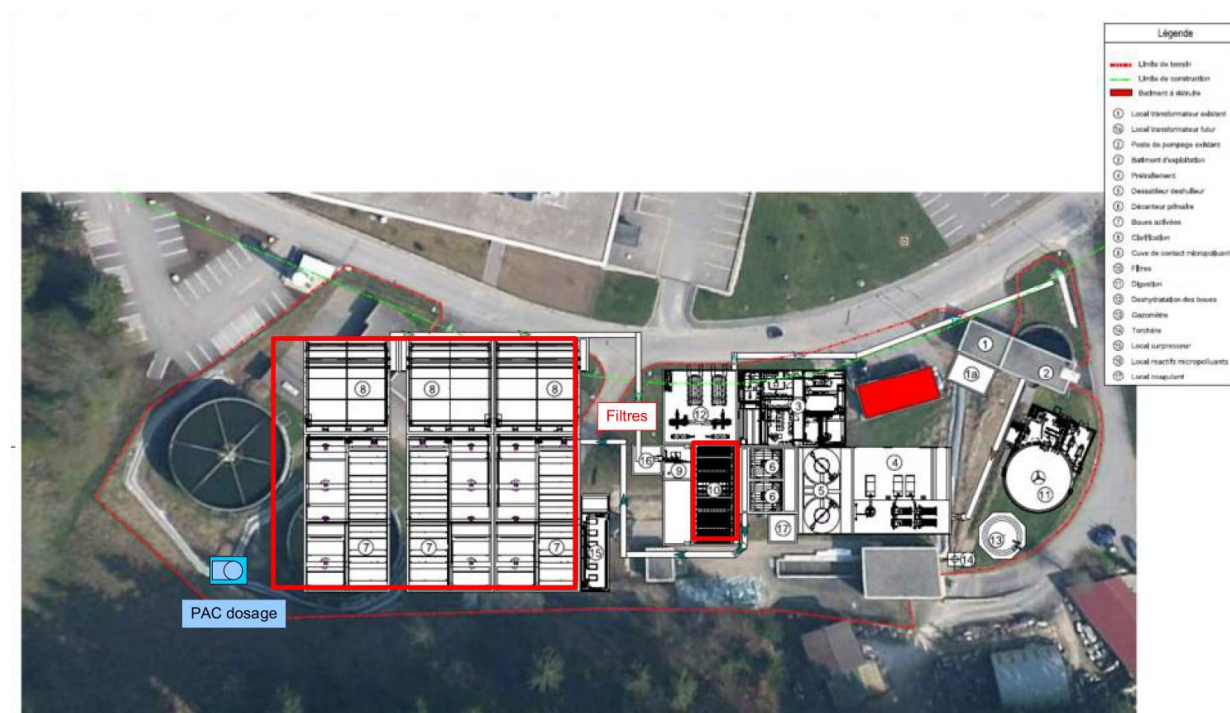
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m3/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m3/h	680	680
Vitesse Pointe horaire par file	m/h	10	10
Surface	m2	68	68
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m2	85	85
Choix surface	m2	90	90
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	15	15

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution A : boues activées augmentée, Silo et dosage de CAP et Filtres à sables



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique **n'est pas réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **aucune place n'est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il n'est pas possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **n'est pas compact et n'est pas intégré dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il n'est pas possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



13 SOLUTION B : DOSAGE DU CAP AVEC CUVE DE CONTACT PUIS SEDIMENTATION ET FILTRATION A SABLES : PROCEDE « ULMER »

Principe du traitement par dosage du CAP par procédé par cuve de contact, décantation et filtration dit « ulmer »:

Ce procédé consiste à doser le charbon actif dans des cuves de contact spécifiquement prévues à cet effet puis une décantation ou la boue extraite chargée de CAP est recirculée en tête de cuve contact.

Ce procédé est dénommé Ulmer car il a été mis en œuvre et développé en premier sur la station d'épuration de Ulm (Bade Wurtemberg, Allemagne).

Lors de l'addition de charbon en poudre, l'adsorption, la précipitation et la floculation nécessitent un espace de réaction pour une durée de séjour d'au moins 30 minutes. L'unité de sédimentation nécessaire à la rétention et à la séparation du charbon actif correspond à un bassin de décantation secondaire classique qui peut être dimensionné pour une vitesse ascensionnelle de 2 m/h. Des turbidités résiduelles et des colorations grises dans la surverse de l'unité de sédimentation ne peuvent être évitées complètement, des particules fines peuvent donc être entraînées. Un filtre à sable rapide en aval retient la totalité de ces particules en y ajoutant un coagulant à base d'aluminium ou de fer.

Ce procédé nécessite la mise en place d'une barrière physique (par exemple filtre à sables) en aval de la décantation secondaire afin de piéger les particules fines liées au dosage du Charbon Actif en Poudre.

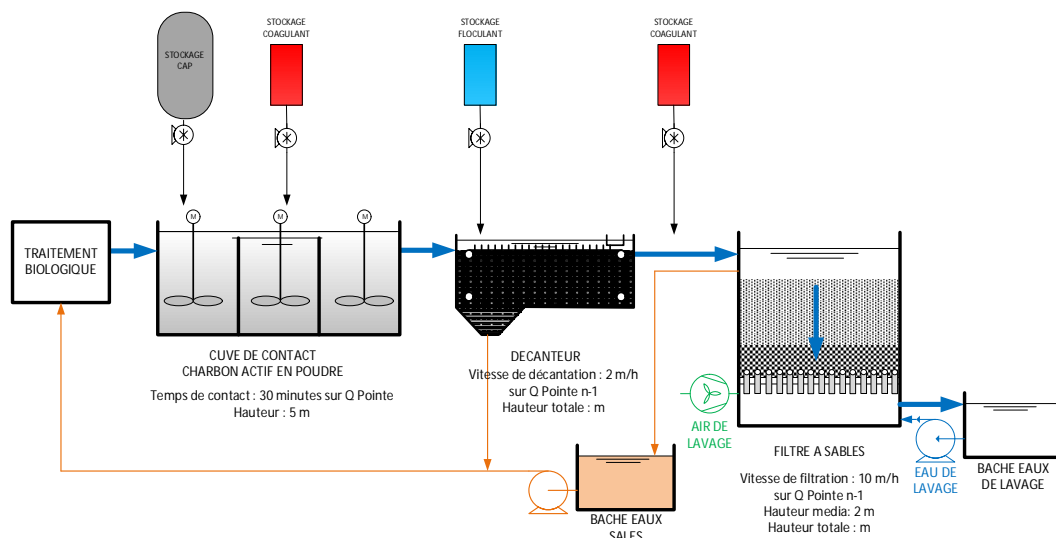
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Schéma de traitement :

Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière par dosage simultané du CAP dans le traitement biologique :

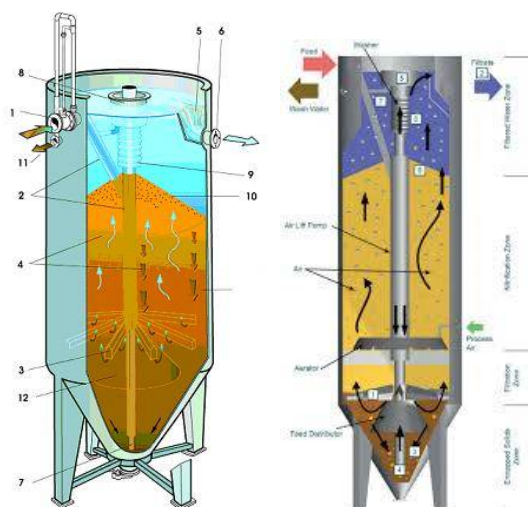
SOLUTION N° B : CHARBON ACTIF ET DECANTATION ET FILTRATION A SABLES : **PROCEDE ULMER**



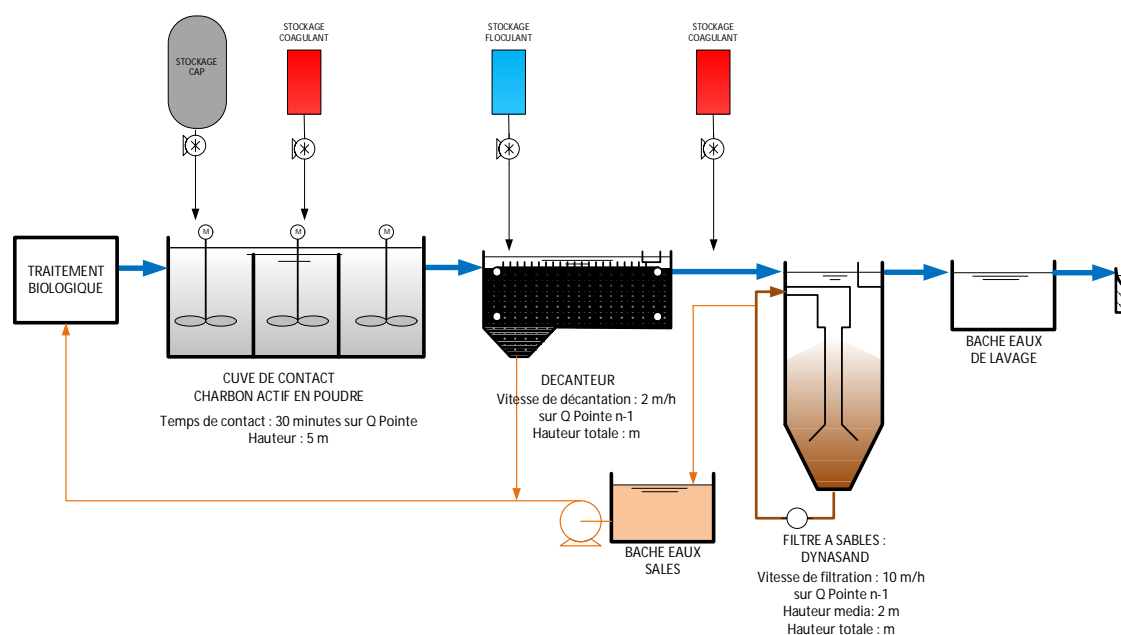
Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



NOTA IMPORTANT : plusieurs techniques de filtration peuvent être mises en œuvre, par exemple la filtration à sables peut être également réalisée par filtre à sables continu (Type : Dynasand) :



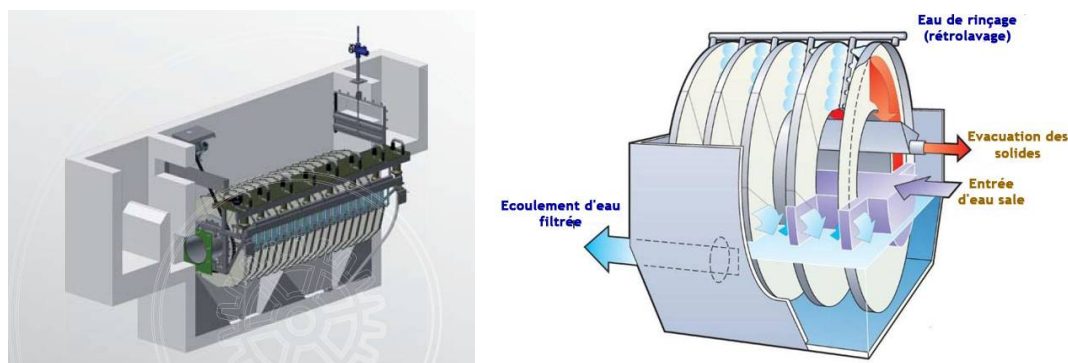
SOLUTION N° B bis : CHARBON ACTIF ET DECONTAMINATION ET FILTRATION A SABLES : PROCEDE ULMER



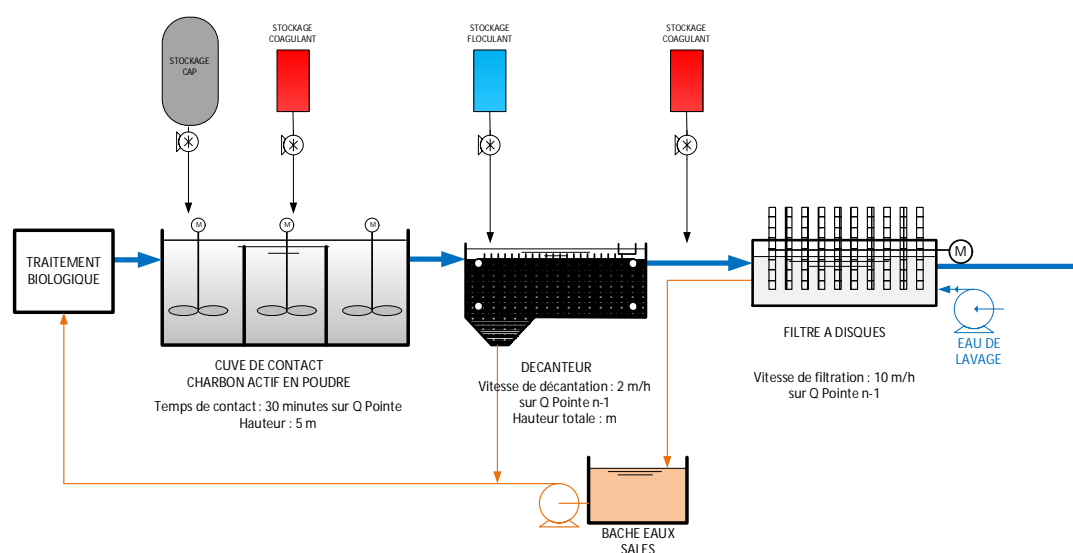
Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



NOTA IMPORTANT : plusieurs techniques de filtration peuvent être mises en œuvre, par exemple la filtration peut être également réalisée par filtre à tambour à toiles ou à tissu (Type : Filtre Mecana ou Hydrotech) :



SOLUTION N° B ter : CHARBON ACTIF ET DECANTATION ET FILTRE A DISQUES



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Expérience et essais

Ce procédé a été testé et mis en œuvre sur de nombreuses STEP en Allemagne et en Suisse depuis 1992.

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des installations réalisées :

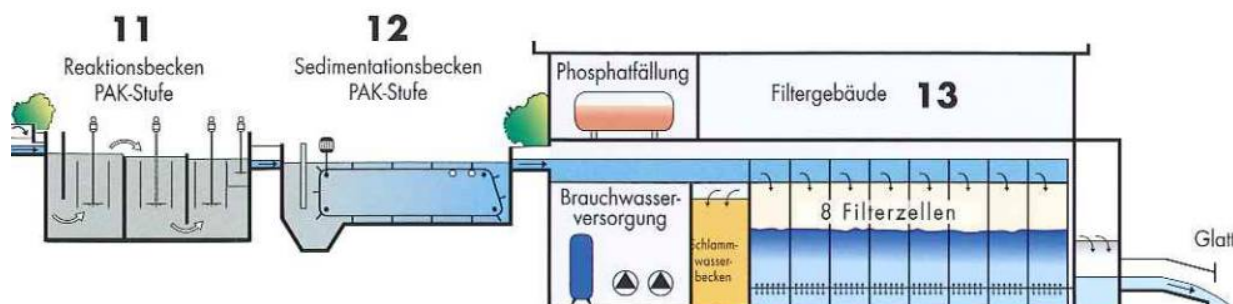
Tab. 2 **Stand realisierter Pulveraktivkohleanlagen**

Kläranlage		separate Adsorptionsstufe							Nach- behandlung
Name, Land	Ausbau- größe als EW	Zustand	Jahr der Inbetrieb- nahme	Voll-/ Teilstrom	behand- bare Zulauf- wasser- menge	Kontakt- becken minimale Aufent- haltszeit	Sedimentations- becken		Filtertyp
							minimale Aufenthalts- zeit	maximale Oberflächen- beschickung	
Albstadt-Ebingen, D	125.000	in Betrieb	1992	Vollstrom	980 l/s	78 min	0,6 h	6,7 m/h	Sandfilter
Lautlingen, D	36.000	in Betrieb	1992	Vollstrom	225 l/s	27 min	0,4 h**	k. A.	Sandfilter
Hechingen, D	57.200	in Betrieb	1999	Vollstrom	400 l/s	27 min	0,3 h**	1,5 m/h	Sandfilter
Kressbronn- Langenargen, D	24.000	in Betrieb	2011	Vollstrom	250 l/s	35 min	2,6 h	1,6 m/h	Sandfilter
Stockacher Aach, D	43.000	in Betrieb	2011	Teilstrom	250 l/s	57 min	1,0 h**	0,8 m/h	Sandfilter
Sindelfingen, D	250.000	in Betrieb	2011	Teilstrom	1.000 l/s	30 min	2,0 h	2,0 m/h	Sandfilter
Langwiese, D	184.000	in Betrieb	2013	Vollstrom	1.100 l/s	57 min	2,1 h	1,9 m/h	Sandfilter
Steinhäule, D	440.000	in Betrieb	2014	Teilstrom*	1.600 l/s	42 min	2,5 h	1,7 m/h	Sandfilter
Lahr, D	100.000	in Betrieb	2015	Teilstrom	350 l/s	47 min	2,8 h	1,4 m/h	Tuchfilter
Dülmen, D	55.000	in Betrieb	2015	Teilstrom	200 l/s	22 min	k. A.	2,0 m/h	Sandfilter
Herisau Bachwis, CH	34.000	in Betrieb	2015	Teilstrom	170 l/s	30 min	2,0 h	2,0 m/h	Sandfilter
Laichingen, D	35.000	in Bau	2015	Teilstrom	150 l/s	30 min	1,4 h**	1,7 m/h	Tuchfilter
Mannheim, D	725.000	in Bau	2016	Teilstrom	1.500 l/s	41 min	2,2 h	1,1 m/h	Sandfilter

A ce jour il s'agit du procédé le plus souvent mis en œuvre et particulièrement en Allemagne dans le Land du Bade Wurtemberg.

A ce jour une installation industrielle a été réalisée et est en service en suisse : ARA Bachwis (Herisau) et plusieurs sont en cours de réalisation (ARA Thun,...).

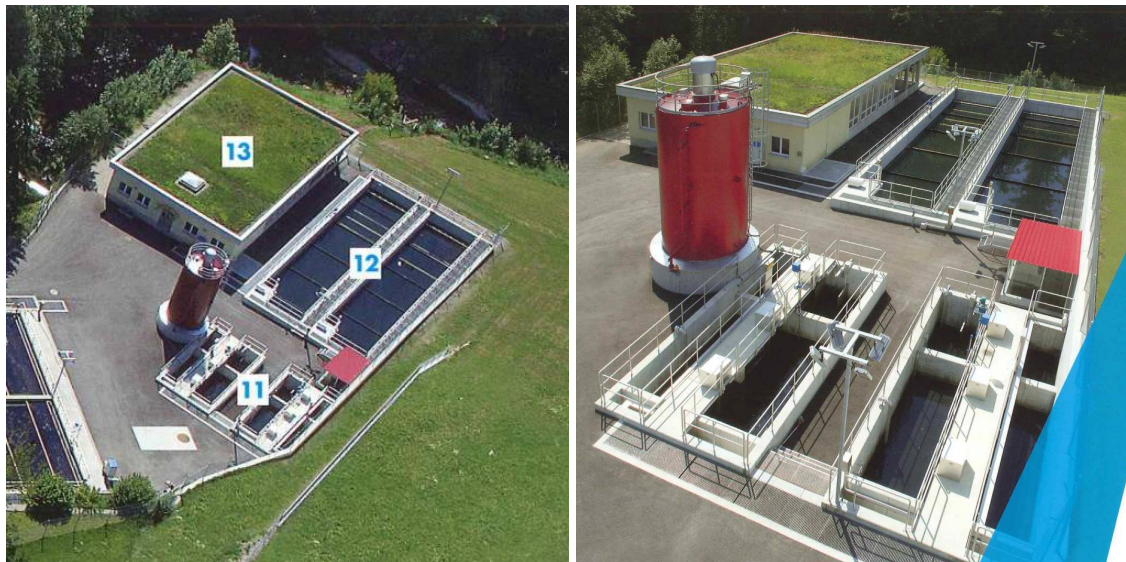
Le schéma de l'installation de la step de Bachwis est présenté ci-dessous :



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

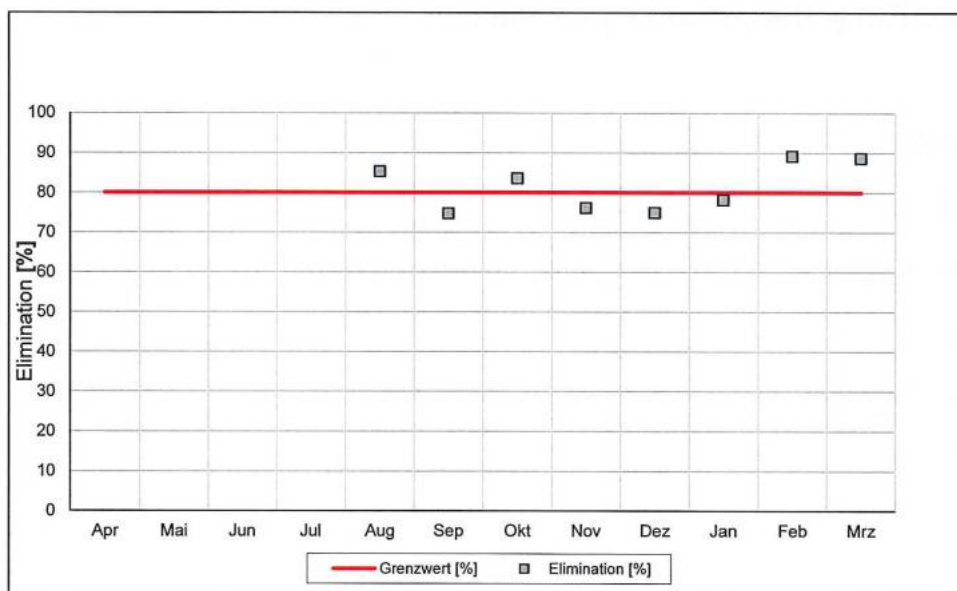


Les photos ci-dessous présentent l'installation de la Step de Bachwis (Herisau).



Un abattement des micropolluants de 80% a été atteint en mettant en œuvre des taux de traitement en CAP de 10, 15 et 20 mg/l.

Elimination organische Spurenstoffe; Mittelwerte aller 12 Indikatorstoffe



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il existe un nombre important d'installations avec ce procédé réalisées au stade industriel. Ce procédé est bien connu et technologiquement maîtrisé.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres. Par contre ce procédé nécessite une emprise au sol importante en raison de la place nécessaire pour la partie sédimentation.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est simple à mettre en œuvre et apparaît comme relativement stable. En ajustant le taux de traitement en CAP il permet d'ajuster les performances du procédé.

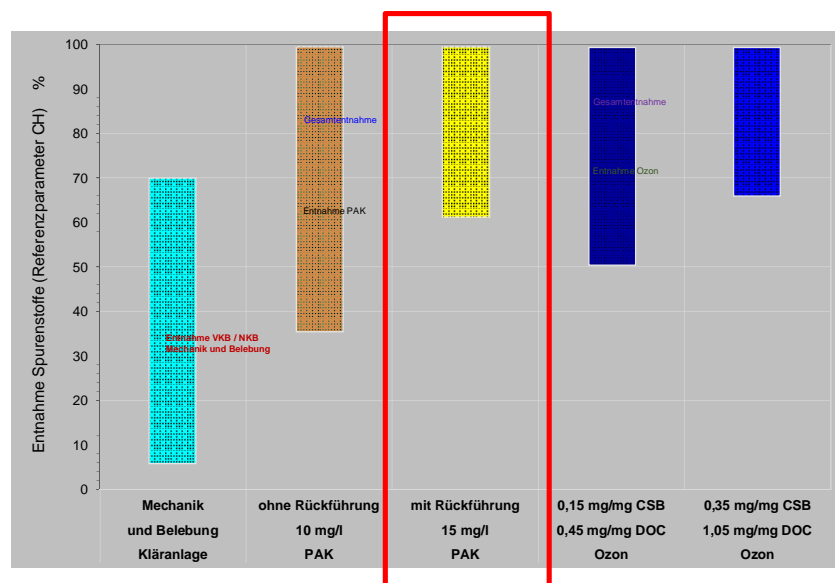
Maintenance et exploitation :

Les limites de ce procédé sont liées au fait que les zones liées au dosage de CAP sont classés en zone explosive (Zone ATEX) et que le dosage du CAP est souvent délicat en terme de propreté.

Le CAP demande un investissement important de l'exploitant en termes de nettoyage des installations de dosage de CAP.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues et en particulier en mettant en œuvre une recirculation des boues avec le charbon actif en poudre ce qui permet d'optimiser l'utilisation du CAP.



Consommation de réactifs et d'énergie:

Dans ce procédé la consommation en CAP est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. Ce procédé permet d'optimiser les consommations de CAP mis en œuvre.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la filière du dosage du CAP avec cuve de contact puis sédimentation et filtration à sables : procédé ULMER

Dimensionnement de la partie cuve de contact :

Nous avons pris en compte le temps de contact de 30 min

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m ³ /h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m ³ /h	680	680
Temps de contact	min	30	30
Volume cuve	m ³	340	340
Profondeur	m	6	6
Surface	m ²	57	57
Choix surface	m²	60	60
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	10	10

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie sédimentation :

Nous avons pris en compte une vitesse maximum de sédimentation de 2 m/h

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	2	2
Débit horaire moyen journalier par file	m3/h	115	104
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m3/h	157	143
Débit horaire minimum par file	m3/h	55	50
Débit de pointe Temps de Pluie : 2,4 x QTS par file	m3/h	340	340
Vitesse moyenne	m/h	0,7	0,7
Vitesse Pointe horaire TS (14)	m/h	1	1
Vitesse minimum	m/h	0,4	0,4
Vitesse Pointe Temps de Pluie	m/h	2	2
Surface sur Vitesse moyenne par file	m2	164	149
Surface sur Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m2	157	143
Surface sur Vitesse minimum par file	m2	138	125
Surface sur Vitesse Pointe Temps de Pluie par file	m2	170	170
Choix surface	m2	170	170
Profondeur	m	3,5	3,5
Surface totale pour toutes les files	m2	340	340
Volume total pour toutes les files	m3	1190	1190
<i>Circulaire</i>			
Diamètre	m	14,7	14,7
Diamètre arrondi	m	15	15
<i>Longitudinal</i>			
Largeur	m	15	15
Longueur	m	11	11

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie filtration :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 10 m/h

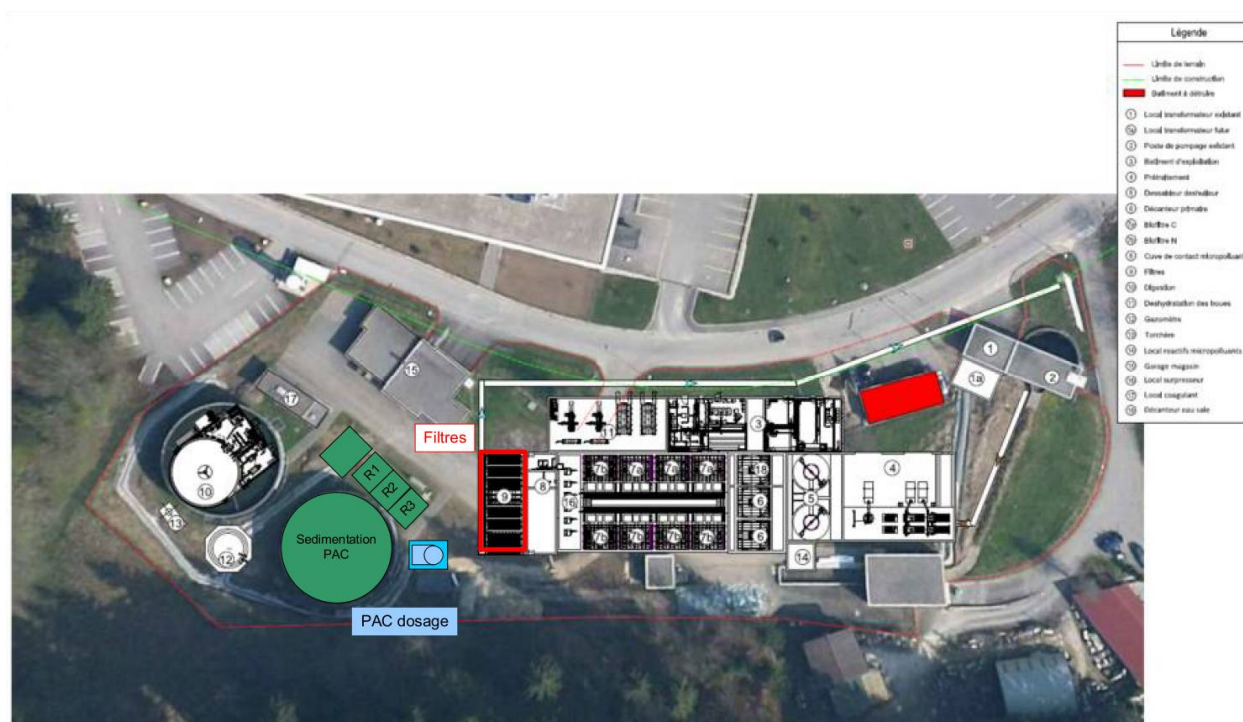
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m3/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m3/h	680	680
Vitesse Pointe horaire par file	m/h	10	10
Surface	m ²	68	68
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m ²	85	85
Choix surface	m ²	90	90
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	15	15

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution B : Biofiltres, Silo et dosage de CAP, sédimentation et Filtres à sables



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique par Biofiltres **est réalisable mais très délicate en raison du manque de place sur le site existant** (uniquement pour la solution Biofiltration).

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **il n'y pas de la place disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution nous avons prévu de réutiliser le poste de pompage existant et le bâtiment de stockage et dosage du chlorure ferrique existant.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions la station d'épuration le traitement des micropolluants **n'est pas compact et n'est pas intégré dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il n'est pas possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



14 SOLUTION C : DOSAGE DIRECT DU CAP SUR FILTRE A SABLES

Principe du traitement du dosage direct du CAP avant filtre à sables

Le principe de ce traitement consiste à doser directement le charbon actif dans une cuve de contact et de passer ensuite sur un filtre à sables.

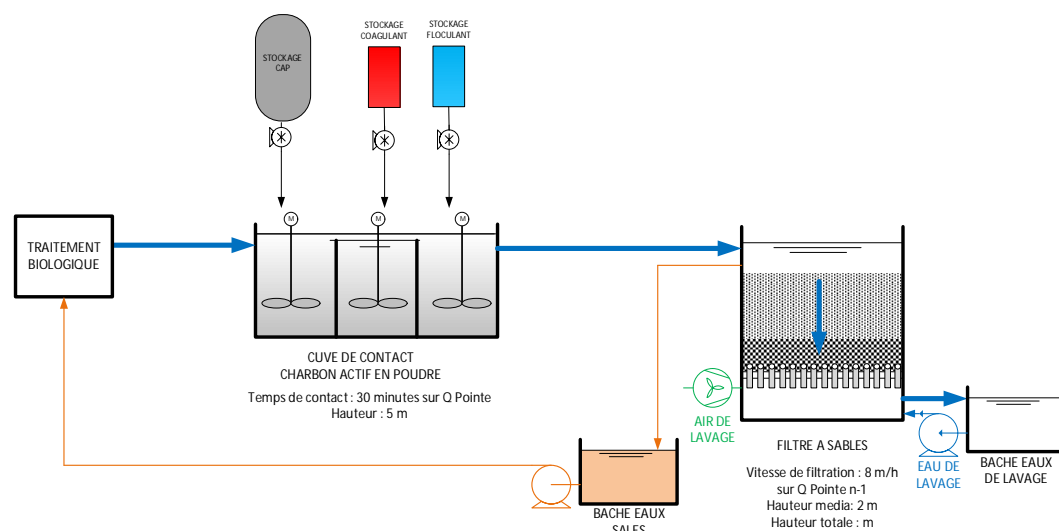
La partie submergée du filtre fait fonction de bassin de contact complémentaire, la séparation du CAP s'effectue sur le lit filtrant. Des dépôts de CAP résultent d'ailleurs un effet d'adsorption supplémentaire dans le lit filtrant. Afin d'épuiser pleinement le potentiel du CAP, la recirculation de l'eau de lavage vers le traitement biologique est recommandée.

Ce procédé est particulièrement indiqué pour des STEP qui disposent déjà d'une installation de filtration. Ce procédé est dénommé AKTIFILT.

Schéma de traitement :

Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière par dosage direct du CAP avant filtration à sables :

SOLUTION N° C : CHARBON ACTIF ET FILTRATION A SABLES **: PROCEDE AKTIFILT**



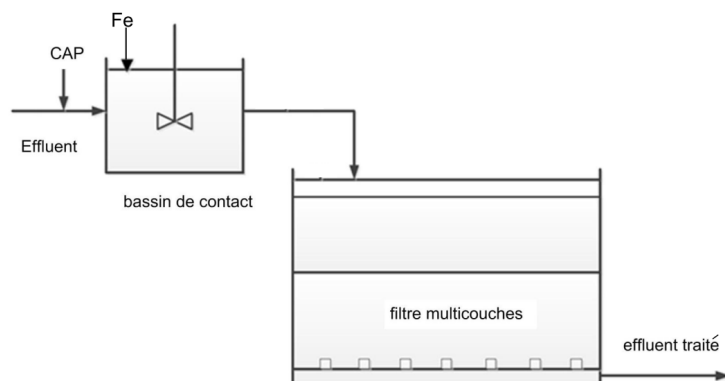
Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Expérience et essais

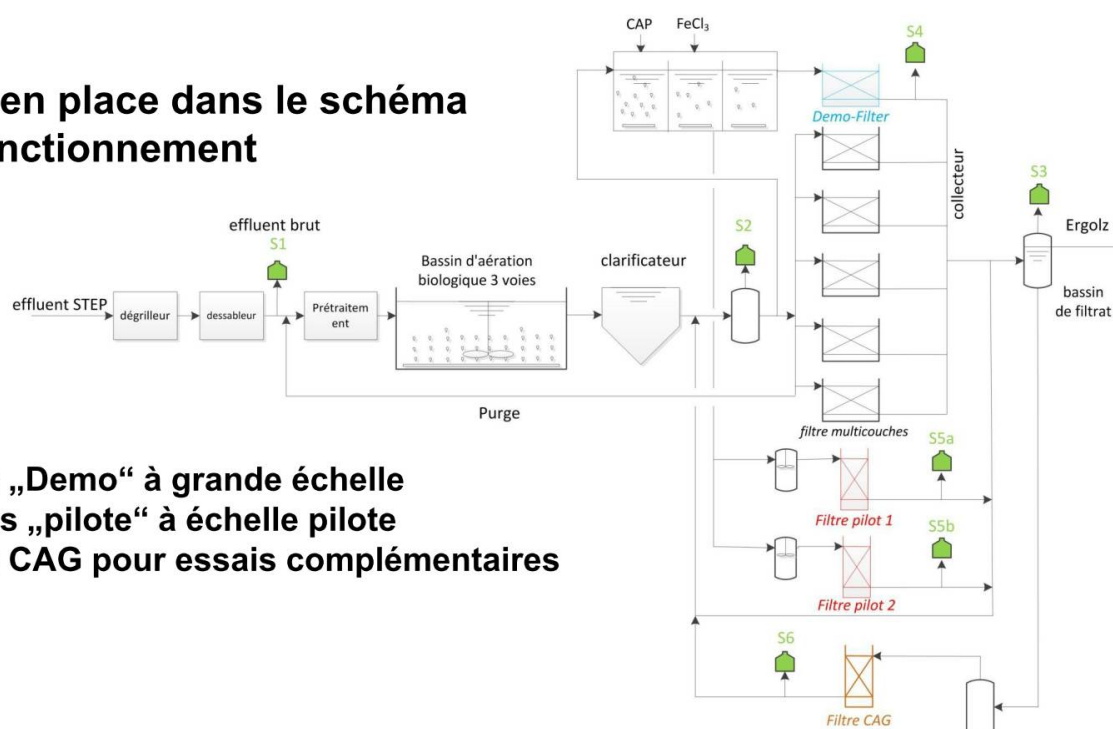
Ce procédé a fait l'objet d'essais sur la STEP d'Ergolz à Sissach.

Le schéma de principe des essais est présenté ci-dessous :



Le schéma de l'installation où les essais ont été conduits est présenté ci-dessous :

Mise en place dans le schéma de fonctionnement



1 filtre „Demo“ à grande échelle
2 filtres „pilote“ à échelle pilote
1 filtre CAG pour essais complémentaires

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Les photos ci-dessous présentent l'installation de dosage ainsi que le filtre à sables dans lequel le Charbon Actif en Poudre a été dosé.



Système de dosage du CAP



Bassin de contact

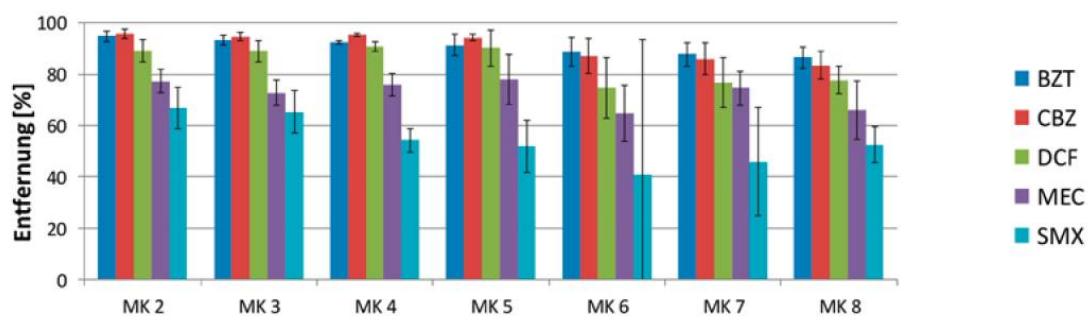


Filtre „Demo“



Filtres pilotes

Un abattement des micropolluants de 80% a été atteint en mettant en œuvre un taux de traitement en CAP de 15 à 20 mg/l.



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il n'existe pas d'installation au stade industriel réalisée suivant ce procédé. Les essais réalisés sur la station Ergolz ont été concluants et le procédé testé pendant un an et devrait être mis en œuvre sur cette STEP dans les prochaines années.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres. Par contre ce procédé nécessite une emprise au sol importante en raison de la place nécessaire pour la partie sédimentation.

Ce procédé pour l'instant est intéressant à mettre en œuvre dans le cadre d'une station de traitement qui est déjà équipée de filtre à sables dimensionnés avec de la réserve.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est simple à mettre en œuvre et apparaît comme relativement stable, à la suite des essais réalisés sur la station de Ergolz. En ajustant le taux de traitement en CAP il permet d'ajuster les performances du procédé.

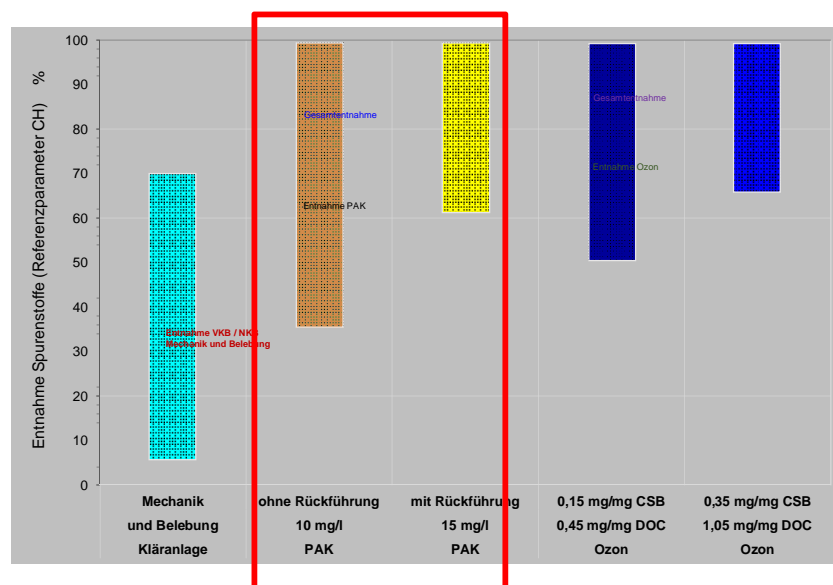
Maintenance et exploitation :

Les limites de ce procédé sont liées au fait que les zones liées au dosage de CAP sont classés en zone explosive (Zone ATEX) et que le dosage du CAP est souvent délicat en terme de propreté.

Le CAP demande un investissement important de l'exploitant en termes de nettoyage des installations de dosage de CAP.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues et en particulier en mettant en œuvre une recirculation des boues avec le charbon actif en poudre ce qui permet d'optimiser l'utilisation du CAP.



Consommation de réactifs et d'énergie:

Dans ce procédé la consommation en CAP est de l'ordre de 15 à 20 mg/l ce qui est de 50 à 100 % supérieure au procédé qui mettent en œuvre une cuve de contact et une sédimentation spécifique.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dans ce procédé les consommations en CAP ne sont pas optimisées.

Dimensionnement de la filière de dosage simultané du CAP dans le traitement biologique :

Dimensionnement de la partie cuve de contact :

Nous avons pris en compte le temps de contact de 30 min

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Temps de contact	min	30	30
Volume cuve	m³	340	340
Profondeur	m	6	6
Surface	m²	57	57
Choix surface	m²	60	60
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	10	10

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie filtration :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 8 m/h

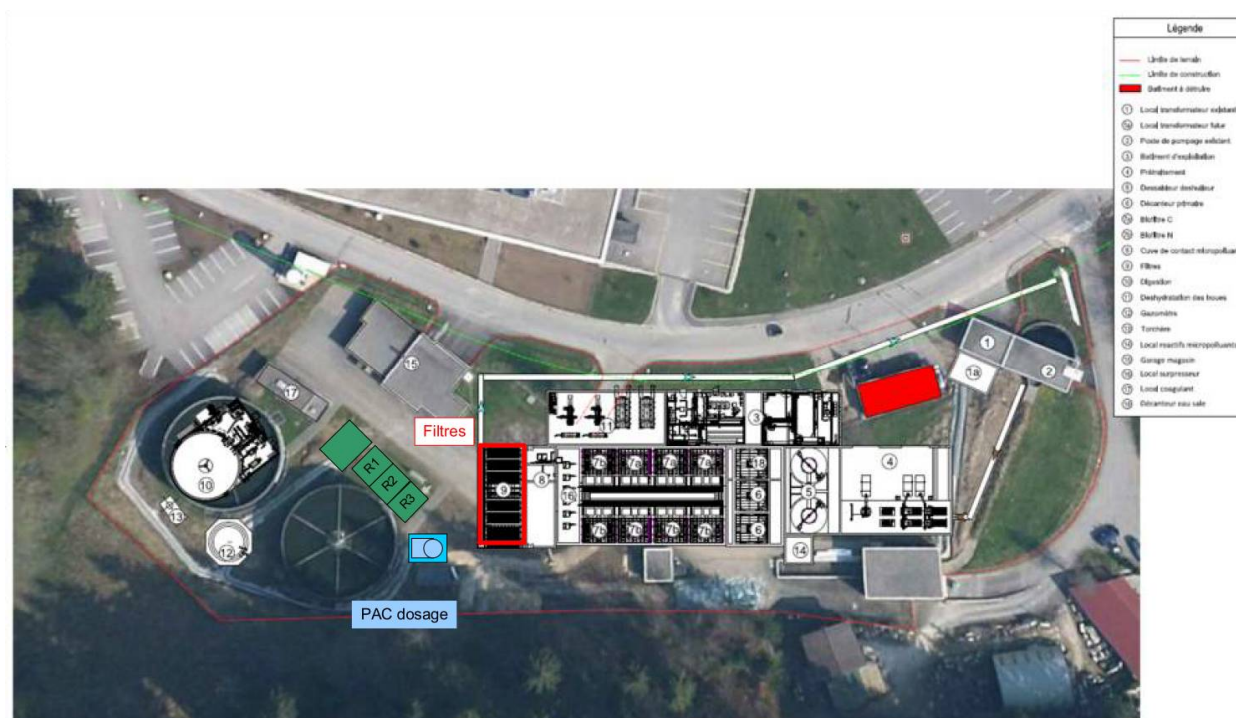
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	8	8
Surface	m²	85	85
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	106	106
Choix surface	m²	110	110
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	18	18

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution C : Biofiltres, Silo et dosage de CAP, Cuves de contact et Filtres à sables



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place de réserve est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il est possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est intégré dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

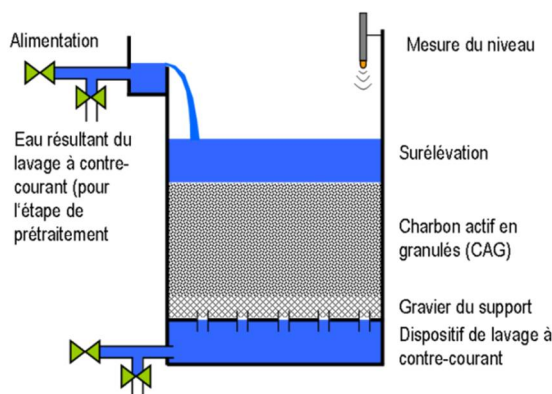
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



15 SOLUTION D : FILTRATION SUR FILTRE EN CHARBON ACTIF EN GRAIN

Principe du traitement de la filtration sur filtre cahrbon actif en grain CAG

Le principe de ce traitement consiste à laisser filtrer les effluents directement au travers un filtre Charbon Actif en Grain.



Ce procédé est mis de façon courante en œuvre en traitement d'eau potable (traitement des pesticides par exemple).

Lors de l'utilisation du CAG, ni coagulants, ni adjuvants de floculation ne sont nécessaires. Il n'y a aucune production de boues excédentaires. Lorsque le charbon est chargé, il est évacué et remplacé. En général, le charbon neuf est un produit régénéré issu du traitement externe centralisé du charbon actif chargé provenant du traitement des eaux usées.

Les lavages réguliers du lit filtrant permettent de mettre le contenu du filtre en mouvement et de le brasser. Au sein du lit traversé du haut vers le bas, il n'y a plus de gradation qui fait que le charbon le moins chargé se trouve toujours dans la couche la plus basse. Ceci serait le cas pour les filtres à pression en aval, dans lesquels le filtre rempli de charbon frais constitue toujours la dernière unité et celui rempli de charbon chargé la première. L'arrivée de ces systèmes doit être autant que possible exempt de matières solides.

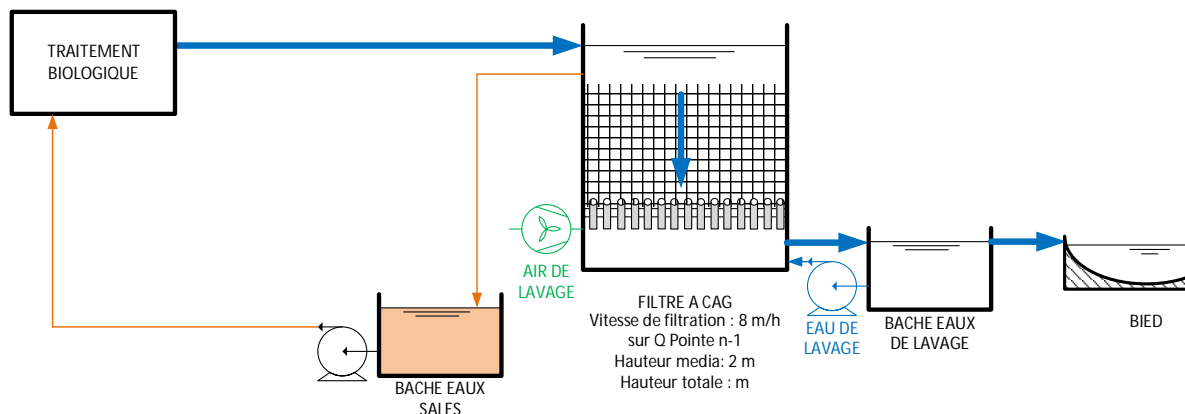
Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Schéma de traitement :

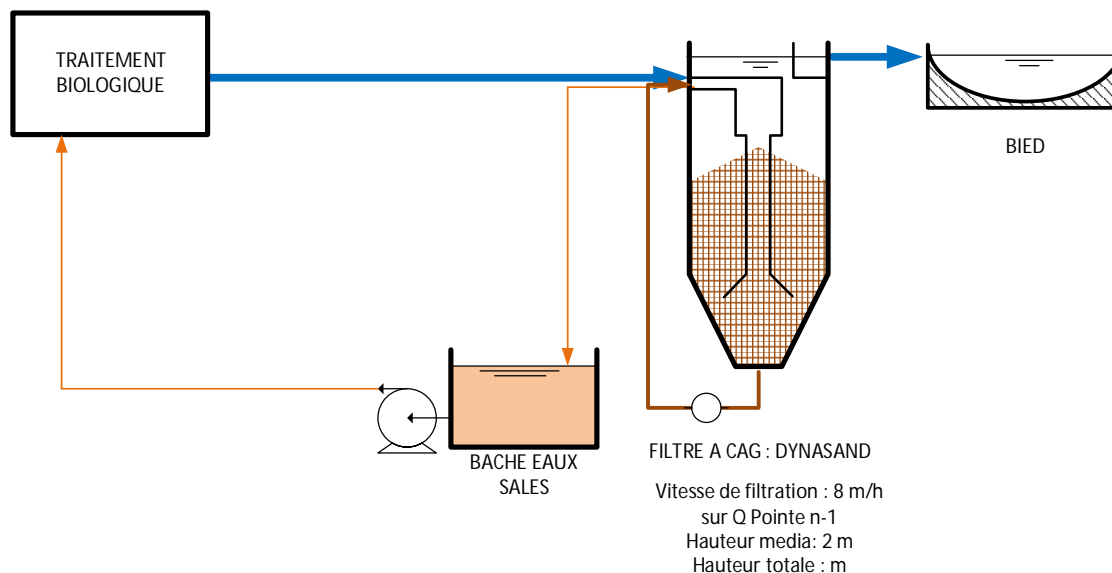
Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière de filtration par filtre CAG :

SOLUTION N°D : FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN



Nota : cette solution peut aussi être mise en œuvre avec un filtre de type Dynasand.

SOLUTION N°D bis : FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN



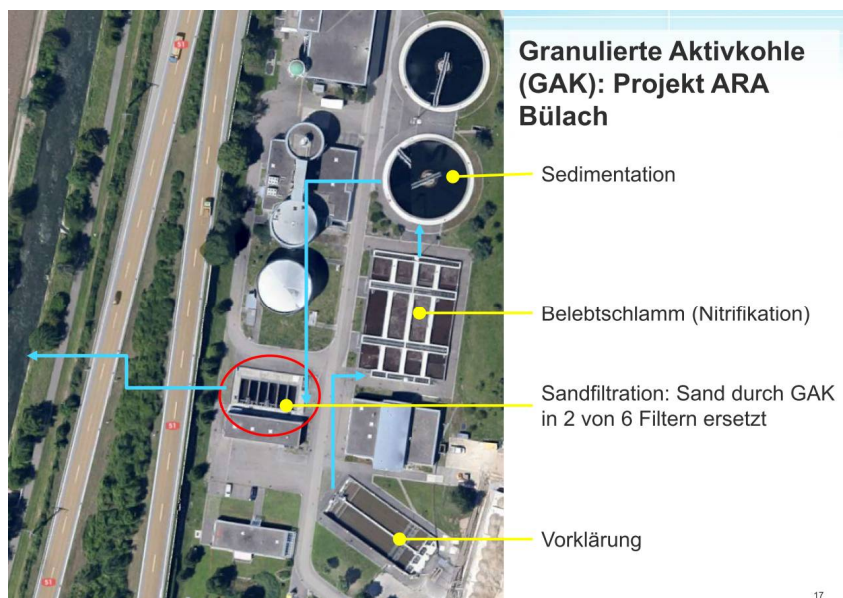
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Expérience et essais

Ce procédé a fait l'objet d'essais sur la STEP de Bülach et actuellement plusieurs installations ont fait l'objet d'essais et sont en cours de réalisation en Allemagne Rietberg, Gütersloh,...).

Le schéma de l'installation de Bülach où les essais ont été conduits est présenté ci-dessous :



17

Les photos ci-dessous présentent l'installation de filtration CAG pour les essais pilote de Ara Bülach

Granulierte Aktivkohle (GAK): Projekt ARA Bülach



Speicher bei der Sedimentation

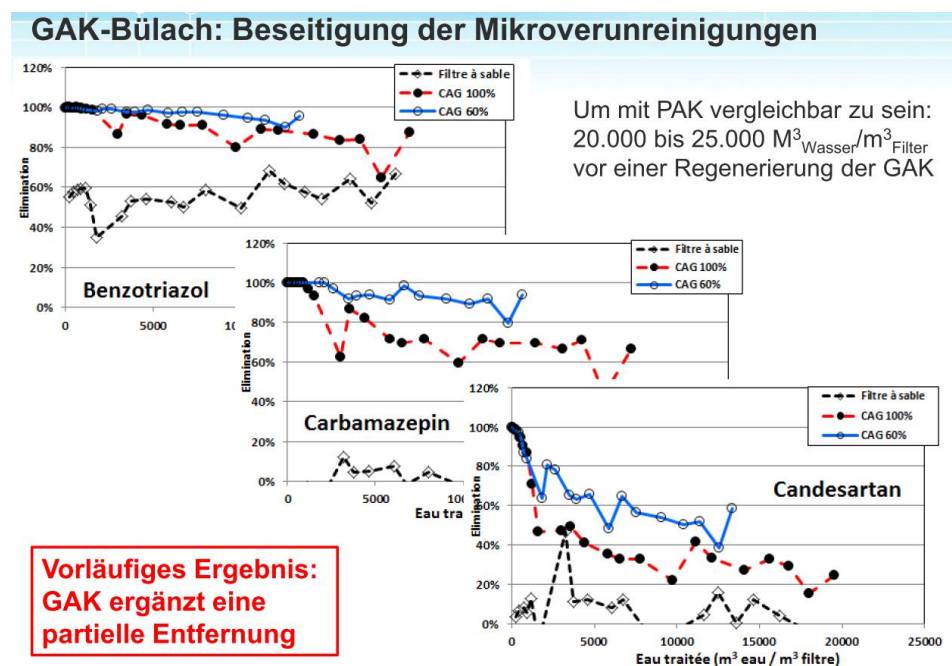


(Korngrösse: 1,2 bis 2,3 mm)

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Les graphiques ci-dessous présentent l'abattement des micropolluants en fonction des quantités d'eaux usées filtrées



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il existe quelques d'installations au stade industriel réalisées suivant ce procédé. Les essais réalisés sur la station de Bülach semblent être concluants mais cela reste à confirmer.

Par contre ce procédé issu du traitement de l'eau potable est bien connu.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est **très simple à mettre en œuvre** et apparait comme stable.

Par contre il est important de ne pas avoir de survitesse lors des épisodes pluvieux afin de garantir un temps de séjour conséquent dans le filtre.

Ce procédé par contre ne permet pas d'ajuster les taux de traitement.

Maintenance et exploitation :

Ce procédé n'est pas soumis aux normes ATEX et aux questions de sécurité liée à la mise en œuvre de l'Ozone.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues.

Consommation de réactifs et d'énergie:

Par contre il est nécessaire de renouveler le matériau tous les 2 ans approximativement en fonction du « chargement du média en micropolluants ».

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la filière de filtration CAG :

Dimensionnement de la partie filtration :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 8 m/h

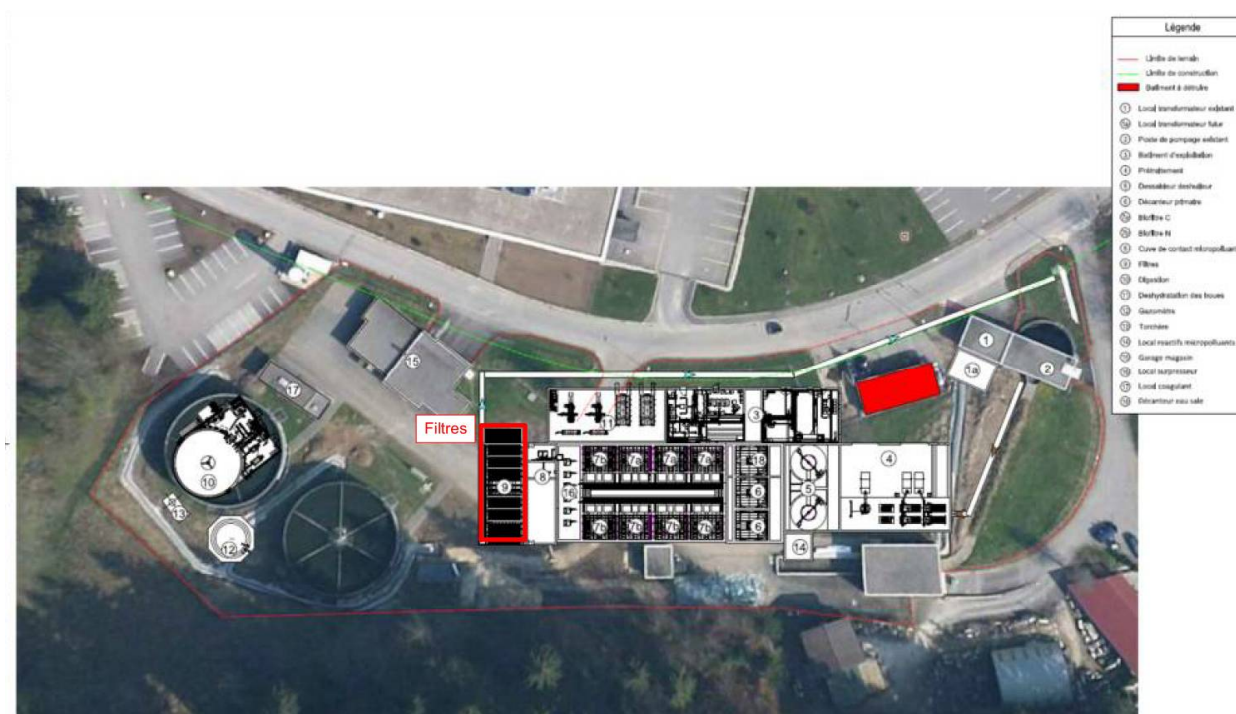
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	8	8
Surface	m²	85	85
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	106	106
Choix surface	m²	110	110
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	18	18
Hauteur de matériau	m	2	2
Empty Bed Contact Time	min	20	20
Hauteur de matériau	m	2,7	2,7
Volume de matériau	m³	293	293
Nombre de Volume de Lit traités	u	15 000	15 000
Volume traité	m³	4 400 000	4 400 000
Durée de vie	j	800	880
Durée de vie	an	2,2	2,4

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution D : Biofiltration puis Filtres CAG



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il est possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est totalement intégrée dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



16 SOLUTION E : FILTRATION SUR FILTRE EN CHARBON ACTIF EN GRAIN AVEC FILTRATION PREALABLE

Principe du traitement de la filtration sur filtre charbon actif en grain CAG

Le principe de ce traitement consiste à laisser filtrer les effluents directement au travers un filtre Charbon Actif en Grain et est **identique à la solution présentée dans le chapitre précédent**.

Par contre dans cette solution il est prévu de réaliser une filtration préalable avant le passage sur filtre CAG.

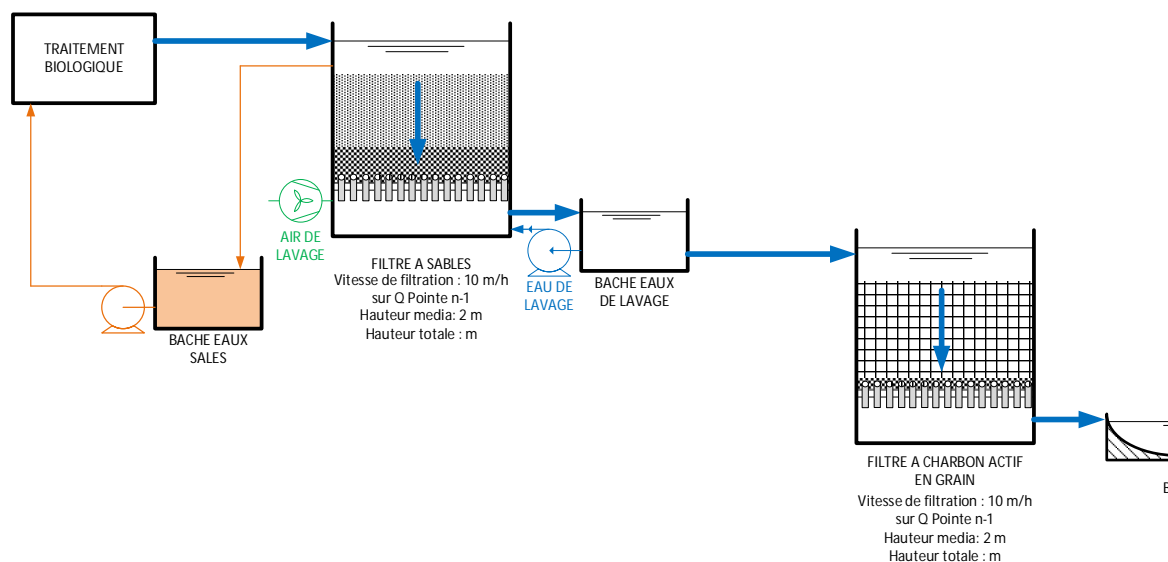
L'avantage de ce procédé est que le filtre CAG **ne nécessite plus de mettre en œuvre un lavage régulier des filtres CAG** et une récupération des eaux sales générées par le lavage des filtres CAG.

Par conséquent la durée de vie des filtres CAG est allongée et on peut travailler à des vitesses plus élevées sur le filtre CAG.

Schéma de traitement :

Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière de filtration par filtre CAG :

SOLUTION N°E : FILTRATION A SABLES PUIS FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN

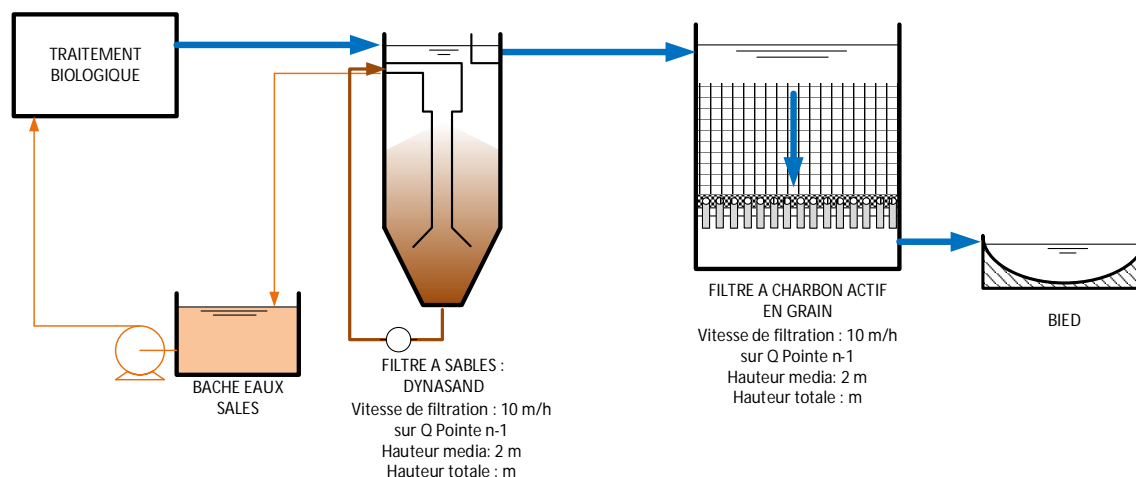


Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



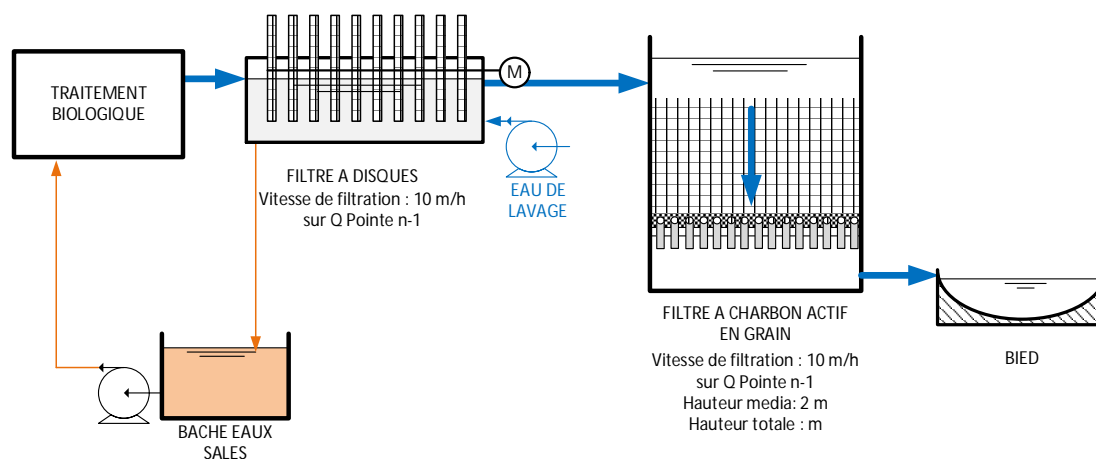
Nota : cette solution peut aussi être mise en œuvre avec un filtre de type Dynasand.

SOLUTION N°E bis : FILTRATION A SABLES PUIS FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN



Nota : cette solution peut aussi être mise en œuvre avec un filtre de type à disque (type Hydrotech ou Mecana).

SOLUTION N°E ter : SOLUTION PRECONISEE : FILTRE A DISQUES PUIS FILTRE A CHARBON ACTIF EN GRAIN



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Expérience et essais

Ce procédé a fait d'une réalisation en Allemagne sur la station d'épuration de Westerheim avec une filtration à sables avant une filtration sur filtre CAG.

Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il existe quelques d'installations au stade industriel réalisées suivant ce procédé. Les essais réalisés sur la station de Bülach semblent être concluants.

Ce procédé issu du traitement de l'eau potable est bien connu.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est **très simple à mettre en œuvre** et apparait comme stable.

Par contre il est important de ne pas avoir de survitesse lors des épisodes pluvieux afin de garantir un temps de séjour conséquent dans le filtre.

Ce procédé par contre ne permet pas d'ajuster les taux de traitement.

Maintenance et exploitation :

Ce procédé n'est pas soumis aux normes ATEX et aux questions de sécurité liée à la mise en œuvre de l'ozone et du CAP.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues.

Consommation de réactifs et d'énergie:

Par contre il est nécessaire de renouveler le matériau environ tous les 2 ans en fonction de la saturation du média en micropolluants.

Dans cette configuration d'installation CAG la durée de vie du Charbon Actif en Grain est augmentée du fait que le filtre CAG est lavé peu souvent (env. une fois par semaine).

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la filière de filtration CAG :

Dimensionnement de la partie filtration à sables en amont

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 10 m/h

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m ³ /h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m ³ /h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	10	10
Surface	m ²	68	68
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m ²	85	85
Choix surface	m²	90	90
Longitudinal			
Largeur	m	7,5	7,5
Longueur	m	12	12

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie filtration CAG :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 10 m/h

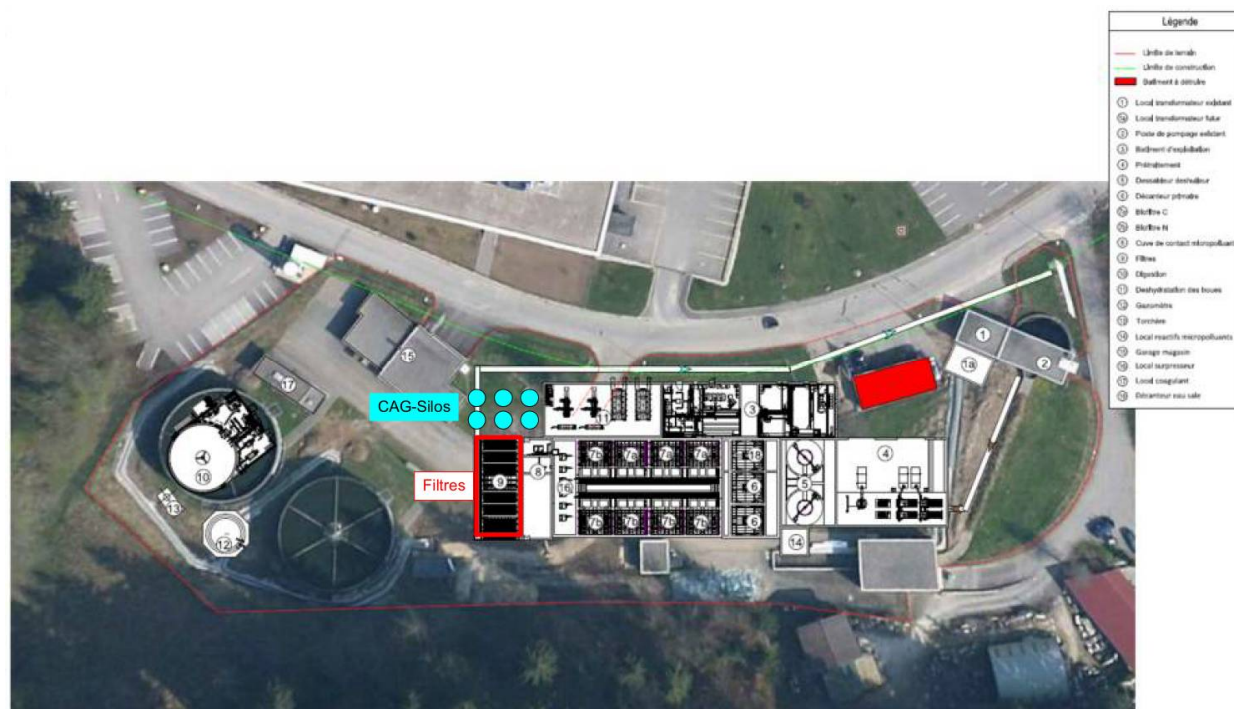
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	314
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	10	10
Surface	m²	68	68
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	85	85
Choix surface	m²	90	90
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	15	15
Empty Bed Contact Time	min	20	20
Hauteur de matériau	m	3,3	3,3
Volume de matériau	m³	300	300
Nombre de Volume de Lit	u	20 000	20 000
Volume traité	m³	6 000 000	6 000 000
Durée de vie	j	1 091	1 200
Durée de vie	an	3,0	3,3

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution E : Biofiltration et Filtres à sables puis Filtres CAG



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il est possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est totalement intégrée dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



17 SOLUTION F : OZONATION SUIVIE D'UNE FILTRATION A SABLES

Principe du traitement de l'oxydation par l'ozone puis filtration à sables

L'ozone est un oxydant puissant, qui s'attaque à certaines doubles liaisons et à certains groupes fonctionnels au niveau des molécules. L'ozone parvient à oxyder un grand nombre de micropolluants renfermant de telles liaisons et des groupes fonctionnels. L'ozone est utilisé depuis des décennies comme désinfectant et agent d'élimination des composants organiques dans la production d'eau potable, le conditionnement d'eau de baignade et le traitement d'eaux industrielles.

L'ozone ne réagit toutefois pas seulement avec les micropolluants, mais aussi avec la charge organique (COD) et certains autres composants inorganiques des eaux usées (nitrites,...). Pour maintenir les besoins en ozone à un niveau aussi faible que possible, l'ozonation doit être appliquée qu'après un traitement biologique poussé (nitrification tout au long de l'année).

L'ozone doit être produit sur place dans un générateur d'ozone, pour être ensuite injecté sous forme gazeuse dans les eaux à traiter. Comme gaz initial, on utilise en général de l'oxygène, livré sous forme liquide. L'ozone est un gaz très irritant. Pour protéger le personnel d'exploitation, il faut veiller à ce qu'il ne soit pas libéré au cours de la réaction et que l'ozone résiduel soit détruit avant rejet dans l'atmosphère.

Pour l'utilisation de l'ozone, celui-ci est introduit dans un espace réactionnel fermé. Le temps de séjour nécessaire s'élève à environ 20 minutes. L'air sortant de cet espace doit être traité (destruction de l'ozone résiduel).

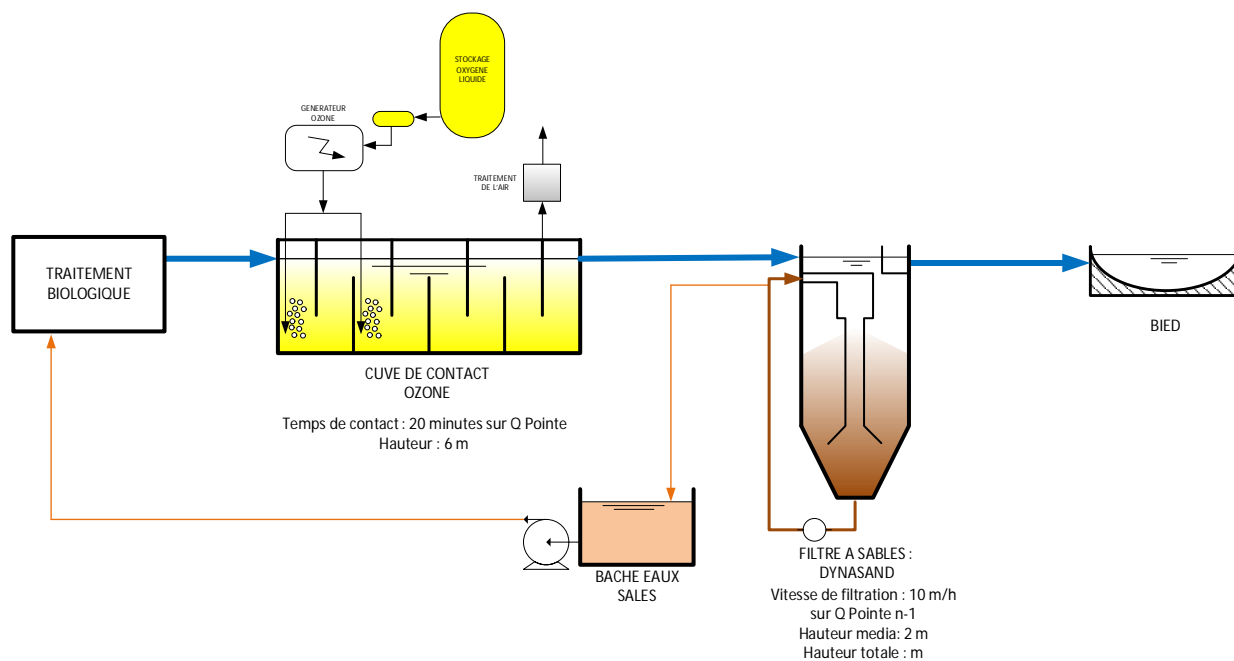
L'oxydation des micropolluants par **ozonation** permet de casser les chaînes moléculaires de ces composés et de les décomposer en substances qui peuvent ensuite être dégradées biologiquement sur une étape en aval : filtration ou lagune.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Nota : cette solution peut aussi être mise en œuvre avec un filtre de type Dynasand.

SOLUTION N° F bis : OZONATION ET FILTRATION A SABLES CONTINUU
TYPE DYNASAND



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		

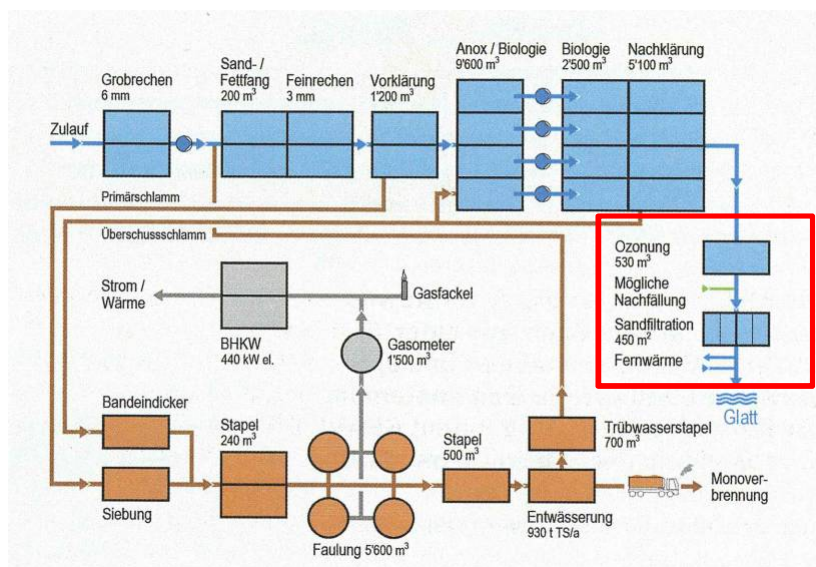


Expérience et essais

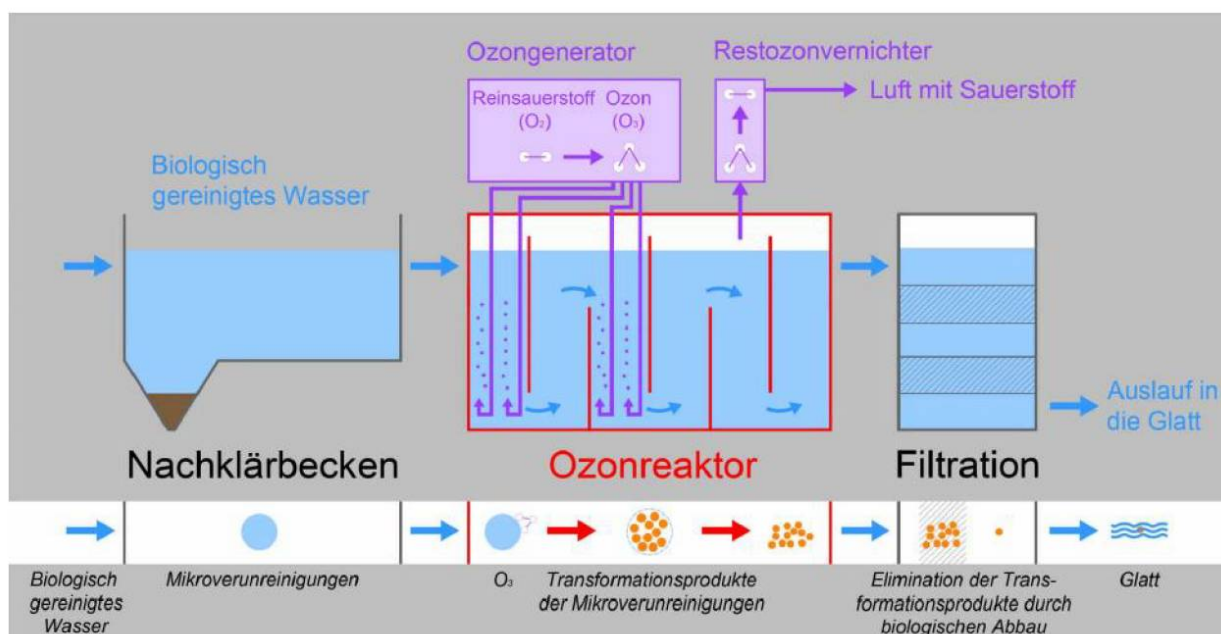
Ce procédé a fait l'objet de très nombreuses réalisations en Allemagne, en Suisse et en France.

Actuellement la station d'épuration Neugut (Dübendorf) en suisse est équipée de ce procédé et est en service depuis 2014.

Le schéma général de l'installation de Neugut (Dübendorf) est présenté ci-dessous :



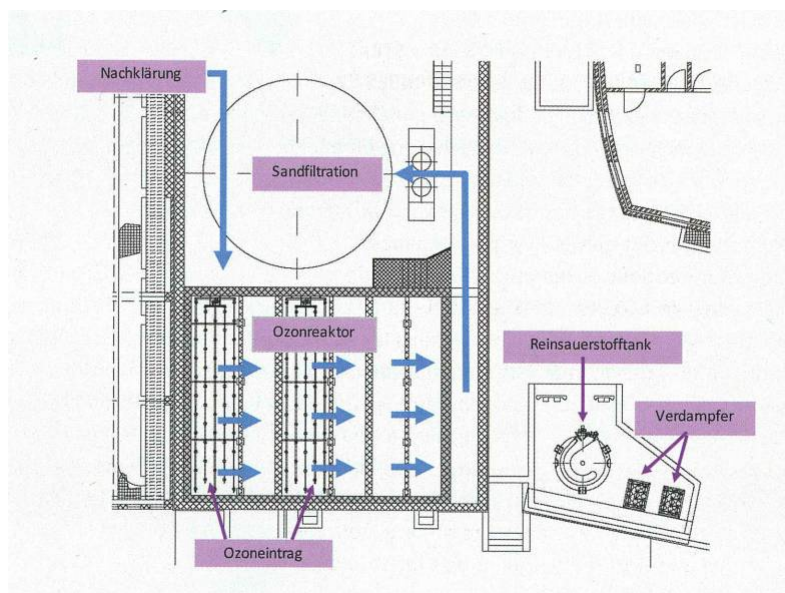
Le schéma de la partie ozonation de l'installation de Neugut (Dubendorf) est présenté ci-dessous :



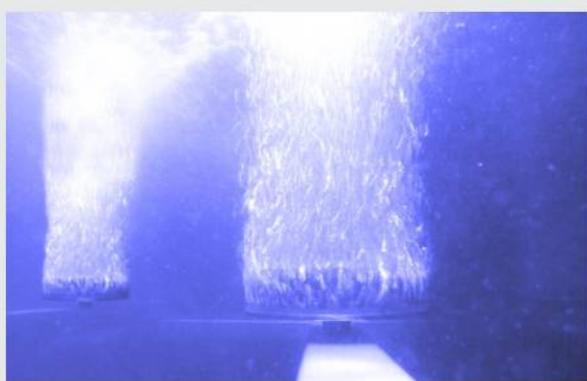
Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Le plan de la partie ozonation de l'installation de Neugut (Dubendorf) est présenté ci-dessous :



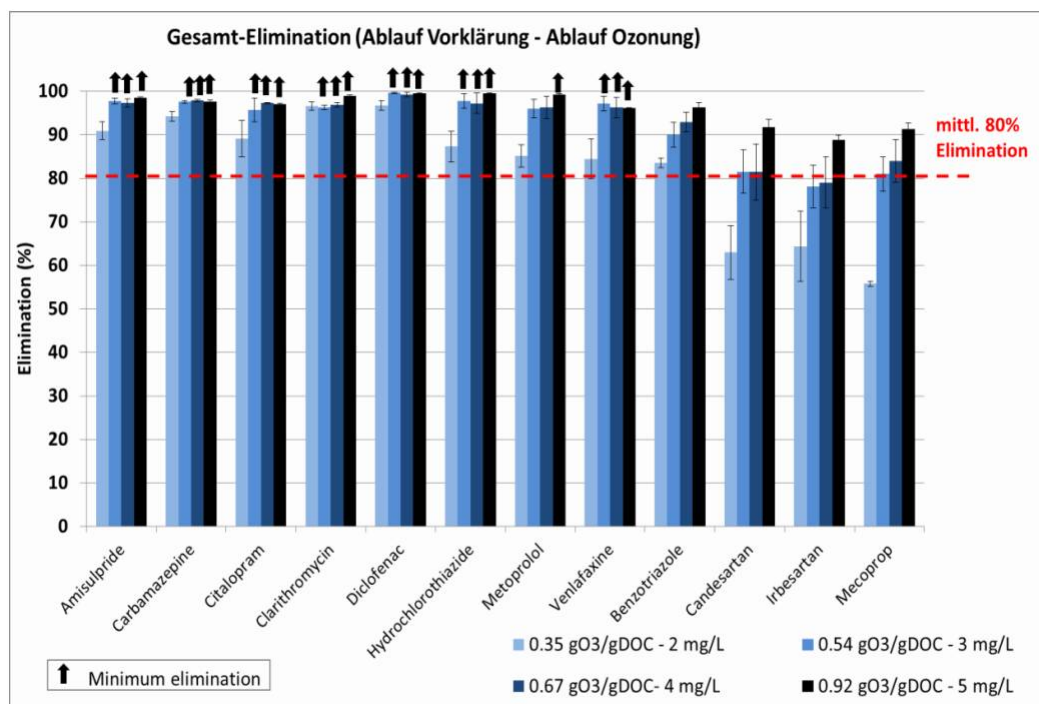
Les photos ci-dessous présentent l'installation de filtration d'ozonation et filtration à sables.



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Les graphiques ci-dessous présentent l'abattement des micropolluants en fonction des quantités d'eaux usées filtrées



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il existe de très nombreuses d'installations au stade industriel réalisées suivant ce procédé. Ce procédé dans le cadre du traitement des micropolluants est bien connu et a été déjà mis en œuvre sur une dizaine d'installations.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

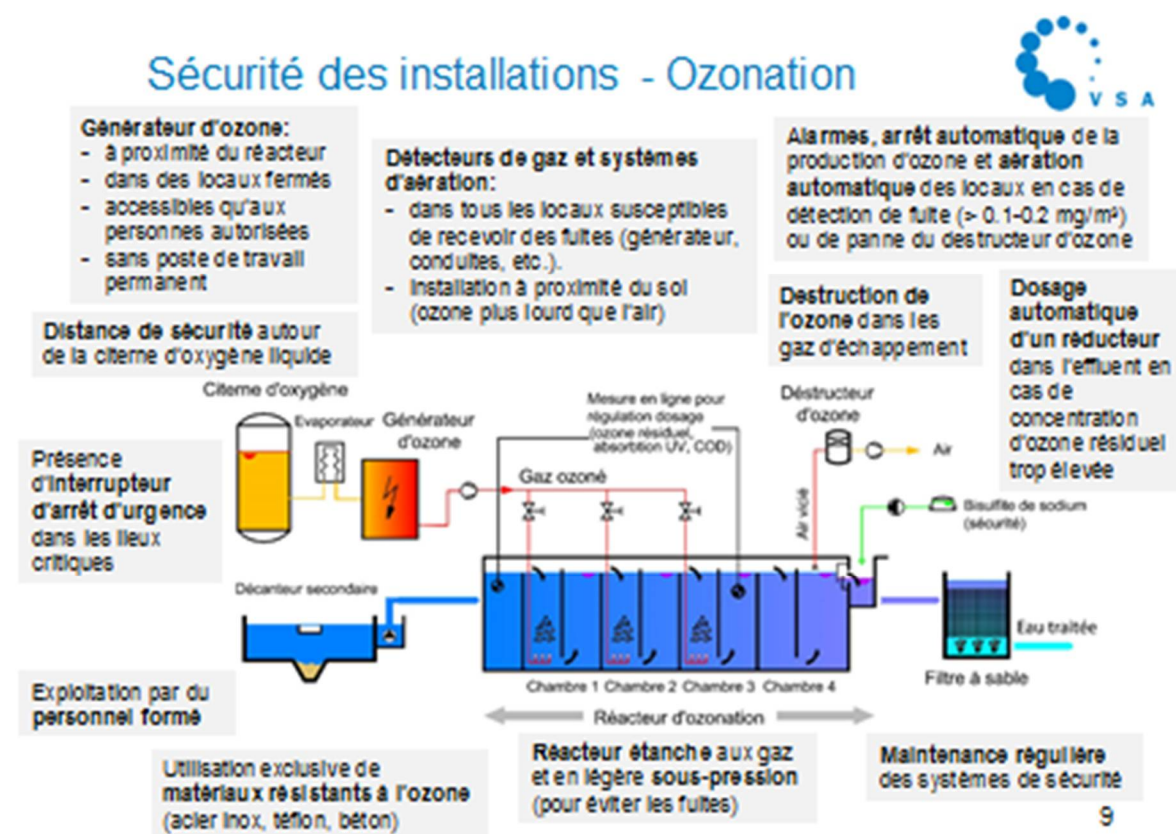
Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est **simple à mettre en œuvre** et apparait comme relativement stable.

Par contre il nécessite une régulation fine du taux de traitement de la dose d'ozone.

Maintenance et exploitation :

Ce procédé nécessite la mise en place de mesures de sécurité importantes et qui sont présentées dans le schéma ci-dessous :

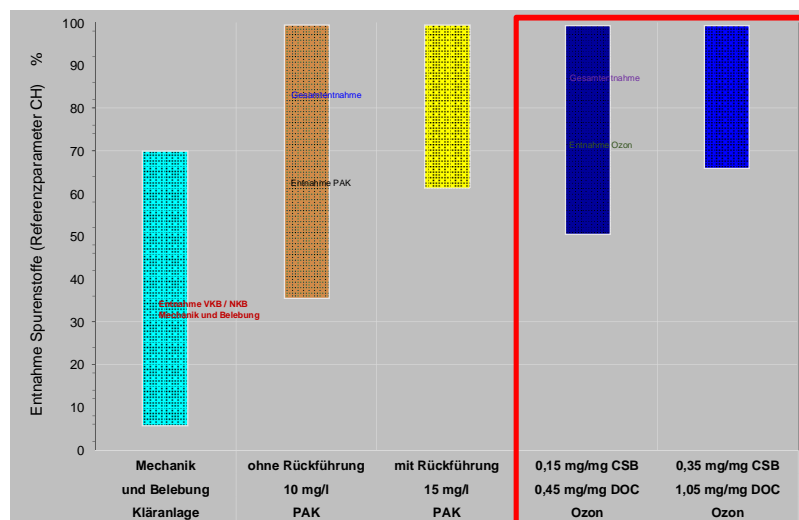


Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues. Des abattements supérieurs à 80 % ont été obtenus sur de nombreuses installations.



Consommation de réactifs et d'énergie:

La consommation de ce procédé est uniquement électrique et est liée à la production d'ozone.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Dimensionnement de la filière ozone et filtration à sables :

Dimensionnement de la partie cuve de contact ozonation :

Nous avons pris en compte le temps de contact de 20 min

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,4 x QTS	m³/h	680	680
Temps de contact	min	20	20
Volume cuve	m³	227	227
Profondeur	m	6	6
Surface	m²	38	38
Choix surface	m²	40	40
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	7	7

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie filtration à sables en amont

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 12 m/h

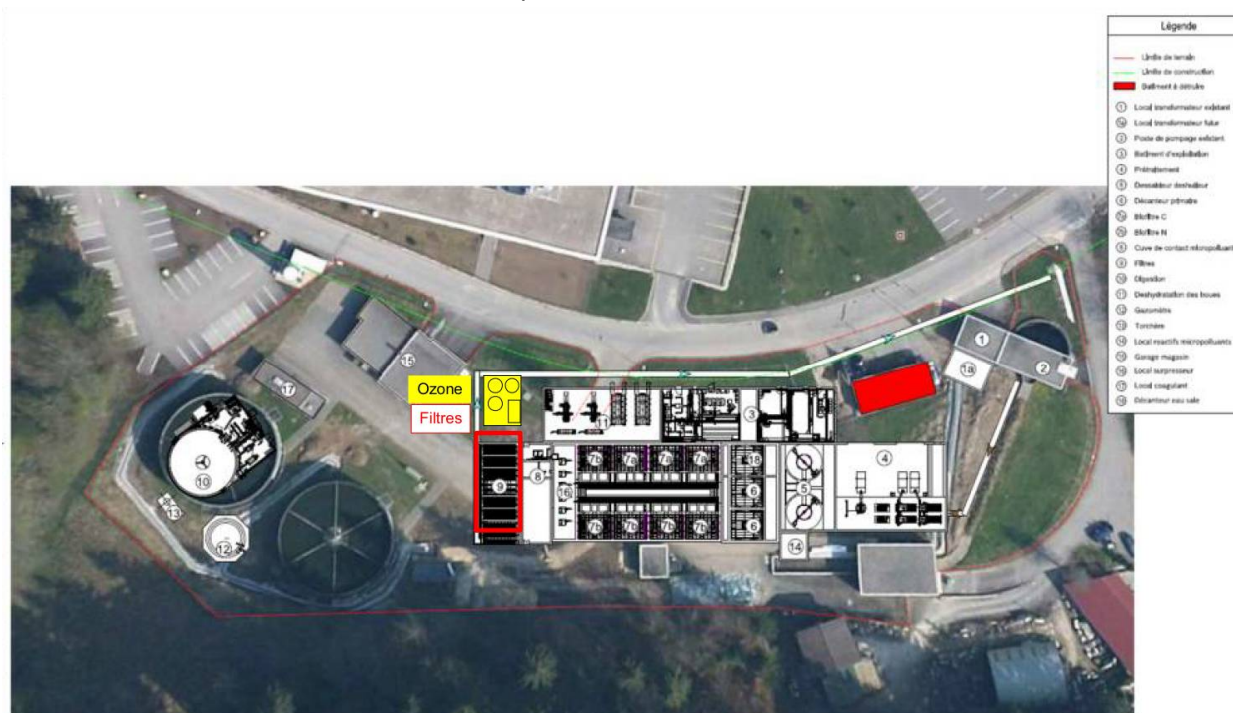
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	12	12
Surface	m²	57	57
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	71	71
Choix surface	m²	80	80
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	13	13

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Implantations

- Solution F : Biofiltration et ozonation puis Filtres à sables



Analyse des implantations

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ce procédé avec le procédé de traitement biologique **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il est possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est totalement intégrée dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



18 SOLUTION G : OZONATION SUIVIE D'UNE FILTRATION CHARBON ACTIF EN GRAIN

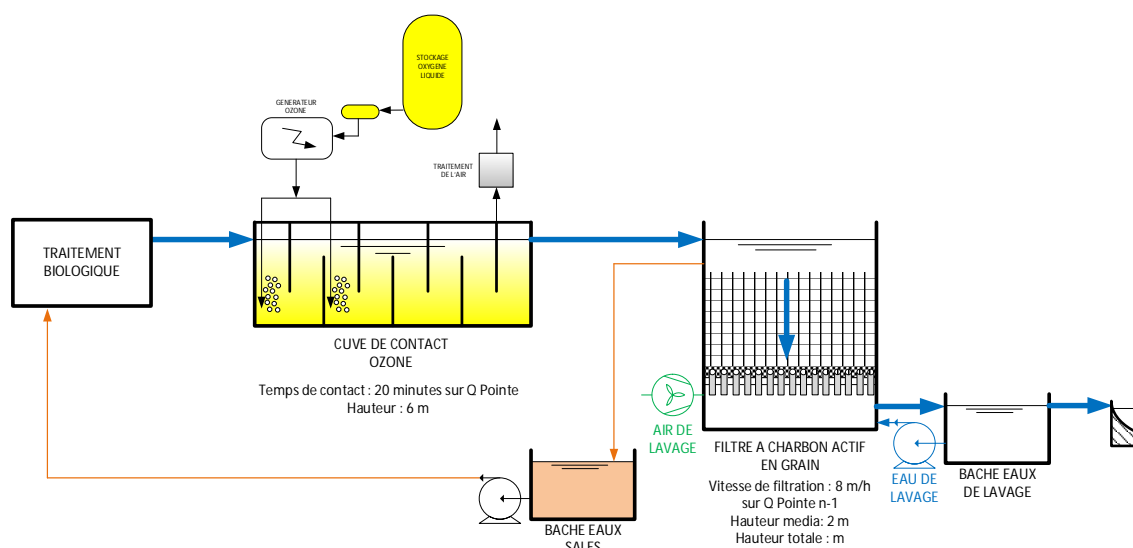
Principe du traitement combiné de l'oxydation par l'ozone puis filtration sur charbon actif en grain

Comme les procédés destinés à l'élimination de micropolluants ont un effet sélectif et que l'élimination la plus efficace de ces substances s'effectue par une combinaison d'oxydation et d'adsorption, la solution idéale serait l'utilisation combinée d'ozone en amont d'un filtre CAG. A condition qu'elle soit économiquement avantageuse, elle présente également des avantages opérationnels. L'utilisation d'ozone nécessite une épuration supplémentaire à l'aide d'un filtre. Lorsqu'on remplace la couche filtrante du filtre à sables par du charbon actif, cette combinaison est réalisée. Un surcoût est occasionné par le prix plus élevé du charbon granulé et une certaine augmentation de la surface filtrante nécessaire. Lorsque l'effet d'adsorption du charbon est épuisé, il n'est pas forcément nécessaire de le remplacer. La fonction de filtration reste complètement opérante.

Schéma de traitement :

Nous avons prévu le schéma de traitement suivant pour la filière de filtration ozonation puis filtre à charbon actif en grain :

SOLUTION N°G : OZONATION ET FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN

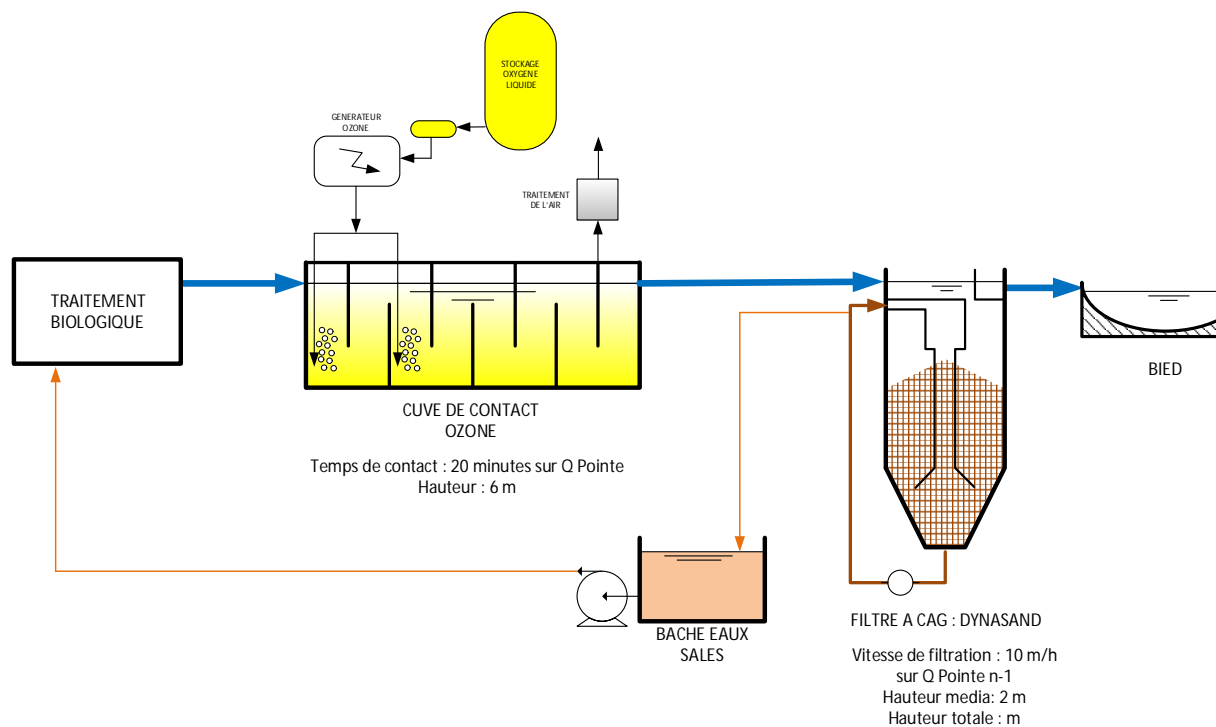


Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Nota : cette solution peut aussi être mise en œuvre avec un filtre de type Dynasand.

SOLUTION N°G bis : OZONATION ET FILTRATION A CHARBON ACTIF EN GRAIN



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		

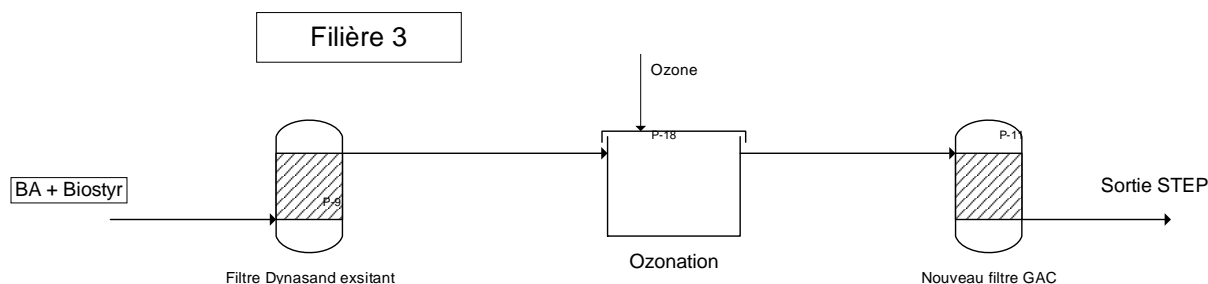


Expérience et essais

Ce procédé a fait l'objet d'essais pilote en Suisse et en Allemagne.

Actuellement la station d'épuration d'Altenrhein en suisse est en cours de planification pour la mise en œuvre de ce procédé.

Le schéma général de l'installation prévue d'Altenrhein (SG) est présenté ci-dessous :



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il n'existe pas d'installations au stade industriel réalisées suivant ce procédé. Mais les deux éléments constituant ce procédé sont bien connus et ont été déjà mis en œuvre dans de nombreuses installations.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ce procédé est **complexe** et apparait comme relativement stable.

Par contre il nécessite une régulation fine du taux de traitement de la dose d'ozone.

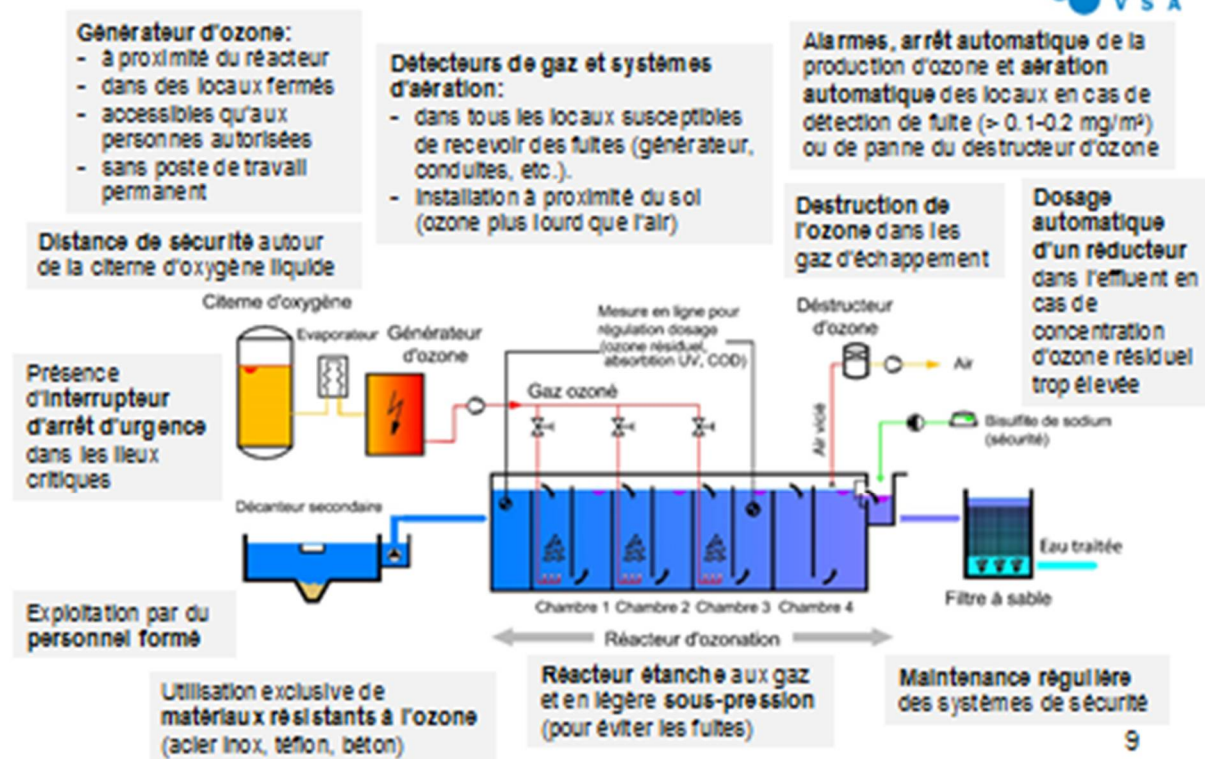
Maintenance et exploitation :

Ce procédé nécessite la mise en place de mesures de sécurité importantes et qui sont présentées dans le schéma ci-dessous :

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

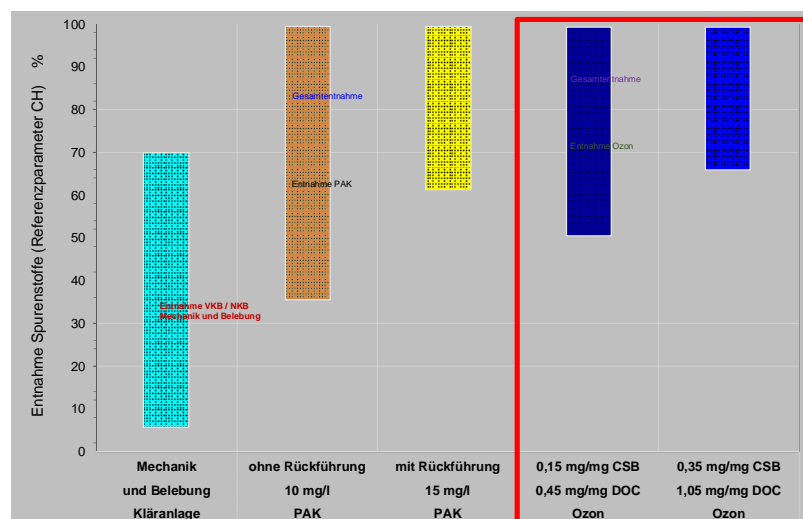


Sécurité des installations - Ozonation



Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues. Des abattements supérieurs à 80 % seront obtenus.



Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Consommation de réactifs et d'énergie:

La consommation de ce procédé est électrique et est liée à la production d'ozone. Elle est également liée au renouvellement du charbon actif en grain.

Dimensionnement de la filière ozone et filtration à sables :

Dimensionnement de la partie cuve de contact ozonation :

Nous avons pris en compte le temps de contact de 20 min

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	286
Débit à traiter 2,4 x QTS	m³/h	680	680
Temps de contact	min	20	20
Volume cuve	m³	227	227
Profondeur	m	6	6
Surface	m²	38	38
Choix surface	m²	40	40
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	7	7

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dimensionnement de la partie filtration CAG :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 10 m/h

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	314
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	8	8
Surface	m²	85	85
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	106	106
Choix surface	m²	110	110
Longitudinal			
Largeur	m	6	6
Longueur	m	18	18
Empty Bed Contact Time	min	20	20
Hauteur de matériau	m	2,7	2,7
Volume de matériau	m³	293	293
Nombre de Volume de Lit	u	17 500	17 500
Volume traité	m³	5 133 333	5 133 333
Durée de vie	j	933	1 027
Durée de vie	an	2,6	2,8

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



19 SOLUTION H : PROCEDES DEVELOPPES PAR LES CONSTRUCTEURS

Introduction

Les constructeurs de station d'épuration ou les fournisseurs de procédé ont développé depuis plusieurs années des procédés « spécifiques » pour le traitement des micropolluants.

Ces procédés sont issus pour la plupart du traitement des eaux potables ou des eaux industrielles.

Nous avons classé en deux catégories ces procédés :

- Les procédés issus de la décantation
- Les procédés issus de la filtration par lit fluidisé

19.1 PROCEDES ISSUS DE LA DECANTATION

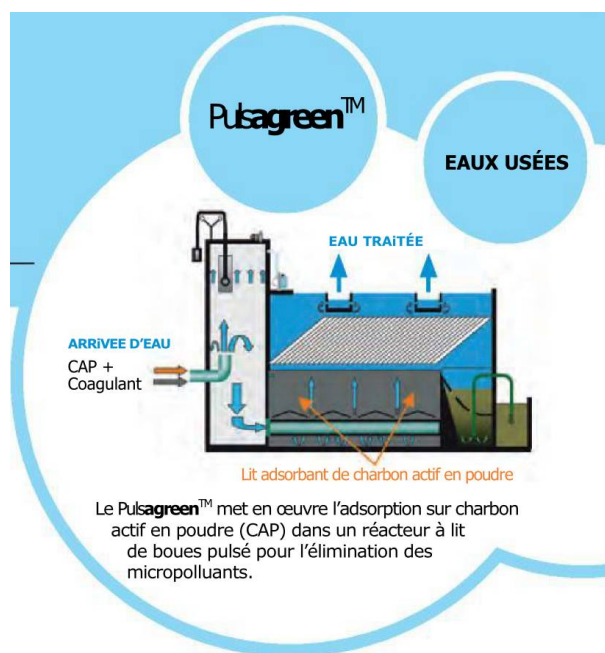
Des exemples de procédés issus de la décantation sont présentés ci-dessous

NOTA IMPORTANT : nous n'avons pas présenté de façon exhaustive tous les procédés des constructeurs.

Le **pulsagreen** de la société SUEZ (ex. Degremont)

Une performance stable : le PulsagreenTM est un décanteur lamellaire à lit de charbon actif en poudre (CAP) pulsé. L'eau préalablement conditionnée circule de manière régulière et uniforme dans l'ouvrage, du bas vers le haut, en traversant le lit de CAP. L'efficacité du procédé est obtenue grâce à un effet d'expansion suivi d'un effet de décantation du CAP qui permet de maintenir le lit en expansion homogène. Le renouvellement en continu du charbon actif garantit la pérennité des performances épuratoires en éliminant tout risque de saturation. Le temps hydraulique et de résidence sont maîtrisés pour éviter les phénomènes de relargage et favoriser l'adsorption.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		

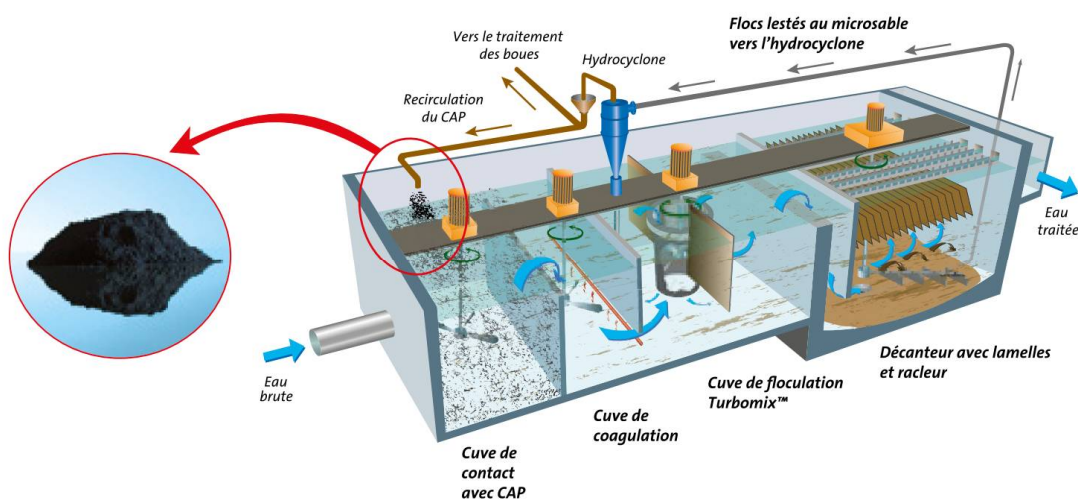


L'**actiflocarb** de la société VEOLIA (ex. OTV)

Le procédé Actiflo Carb

Les caractéristiques de fonctionnement de l'Actiflo Carb sont identiques à celles de l'Actiflo, lui conférant ainsi les avantages d'un traitement rapide et de haute performance. En amont des bassins de **coagulation, floculation et décantation**, Actiflo Carb est équipé d'un **bassin de contact avec CAP** pour l'adsorption

des polluants réfractaires à la clarification chimique. Un circuit de recirculation avec un hydrocyclone spécifique assure la récupération du microsaable propre, le retour du CAP dans le bassin de contact et la purge des boues en excès hors du procédé.

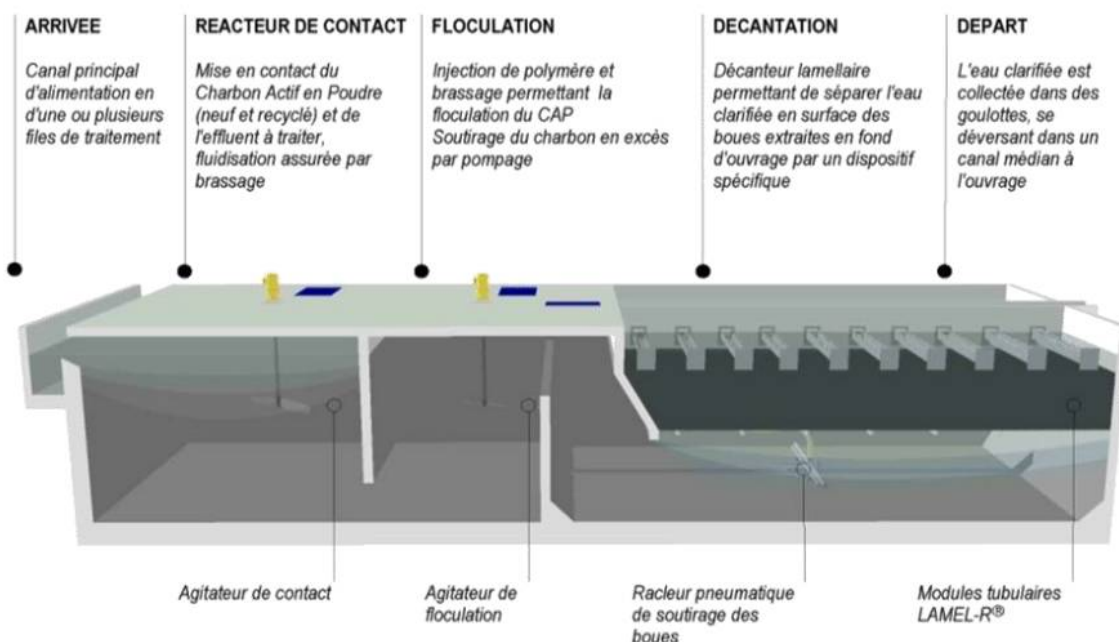


Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Le carboflux de la société STEREAU

Le procédé CARBOFLUX® est adapté aux eaux difficiles à traiter et apporte une solution avec une efficacité de traitement que la filtration sur Charbon Actif en Grain (CAG) ou le simple réacteur de contact ne permettent pas d'obtenir.



Expérience et essais

Ces procédés ont fait l'objet d'essais pilote en France et en Suisse.

- Le procédé Pulsagreen a été choisi sur la future STEP de Lausanne (VIDY)
- Le procédé a fait l'objet de Tests pilote à l'échelle industrielle sur la STEP de Cham (1 année)

Nota Important : Mise en place d'une filtration en aval des procédés en aval

Par contre il est indispensable pour chaque procédé de prévoir une filtration mécanique ou sur sables en aval du procédé de décantation pour piéger les particules de CAP relarguées par le procédé.

Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il n'existe pas d'installations au stade industriel réalisées suivant ces procédés. Mais ces procédés sont bien connus et ont été déjà mis en œuvre dans de nombreuses installations de traitement d'eau potable.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Simplicité et stabilité du procédé :

Ces procédés sont **complexes** et apparaissent comme relativement stables.

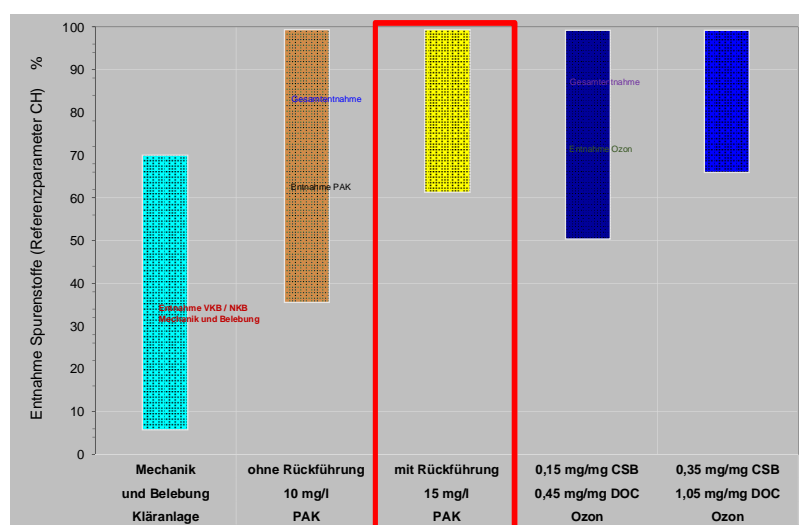
Par contre il nécessite une régulation fine du taux de traitement de la dose de CAP et il permet d'ajuster le taux de traitement en CAP.

Maintenance et exploitation :

Ce procédé nécessite la mise en place de mesures de sécurité importantes qui sont liées à la mise en œuvre du CAP.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues. Des abattements supérieurs à 80 % seront obtenus.



Consommation de réactifs et d'énergie:

La consommation de ce procédé est principalement liée à la consommation de CAP.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Dimensionnement de la filière décantation :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 20 m/h (vitesse en pointe)

Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	314
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	20	20
Surface	m²	34	34
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	42,5	42,5
Choix surface	m²	45	45
Longitudinal			
Largeur	m	6,5	6,5
Longueur	m	7	7

Analyse implantations des procédés

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ces procédés **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il n'est pas possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est totalement intégrée dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



19.2 PROCEDES PAR LIT FLUIDISE CHARBON ACTIF EN GRAIN

Des exemples de procédés par lit fluidisé sont présentés ci-dessous

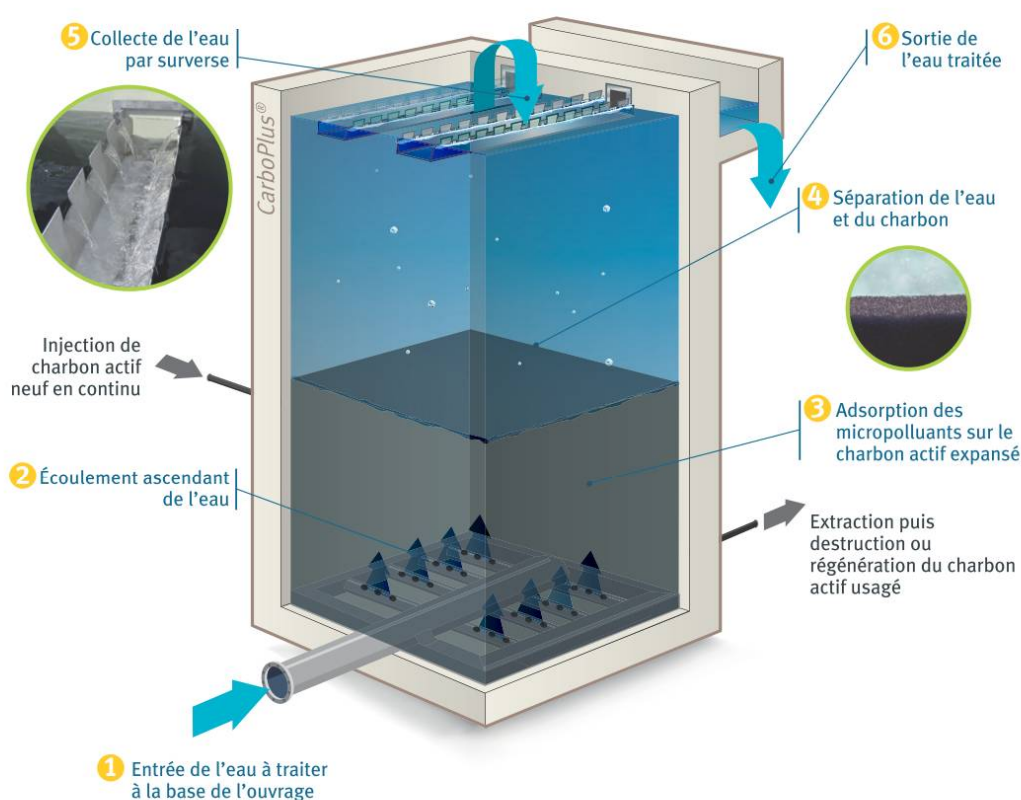
NOTA IMPORTANT : nous n'avons pas présenté de façon exhaustive tous les procédés des constructeurs.

Le **CarboPlus** de la société STEREAU

CARBOPLUS®

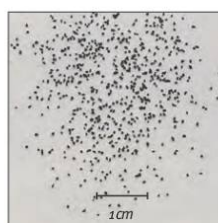
► CARBOPLUS® : UN PROCÉDÉ BREVETÉ

Il est issu de plus de dix années de retour d'expérience sur des installations utilisant du charbon actif en suspension.

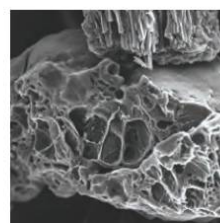


► EFFET CARBOPLUS® SANS ÉQUIVALENT SUR LE MARCHÉ

La mise en suspension du lit de charbon actif permet de rendre tous les sites d'adsorption du charbon accessibles. La surface d'échange entre l'eau à traiter et les pores du charbon est ainsi optimisée.



Micro-grain de charbon actif vu à l'œil nu



Pores de charbon actif vus au microscope électronique

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Le Filtraflocarb de la société VEOLIA (ex.OTV)

Le procédé Filtraflo Carb consiste à faire transiter l'eau à traiter dans un réacteur contenant le lit filtrant de CA, selon un flux ascendant, à une vitesse n'autorisant pas la fluidisation du lit, mais amenant le CA à migrer au fur et à mesure vers le fond du réacteur.

L'eau filtrée est récupérée en partie haute de l'ouvrage par des goulottes.

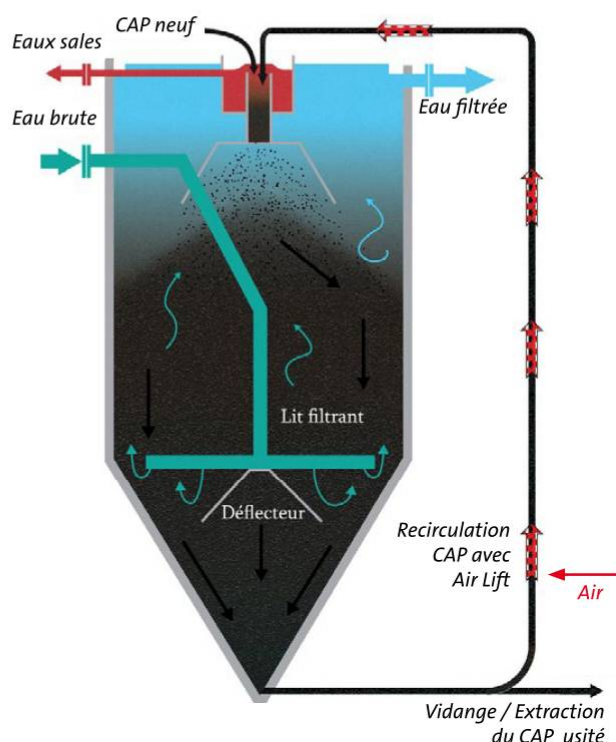
Le CA présent en fond du lit filtrant est recirculé en continu vers le haut via un air lift. De ce fait, la consommation d'énergie est très faible.

Le CA recirculé et chargé de matières en suspension est nettoyé en permanence des floccs et autres impuretés par une partie de l'eau filtrée dans une cheminée spécifique située en partie haute de l'ouvrage.

Ainsi recirculé et « lavé », le CA se retrouve à nouveau prêt à être réutilisé pour l'adsorption des micropolluants.

Extrait en continu ou à fréquence déterminée, le CA présent en fond du lit est compensé par une quantité équivalente de CA neuf en haut du lit.

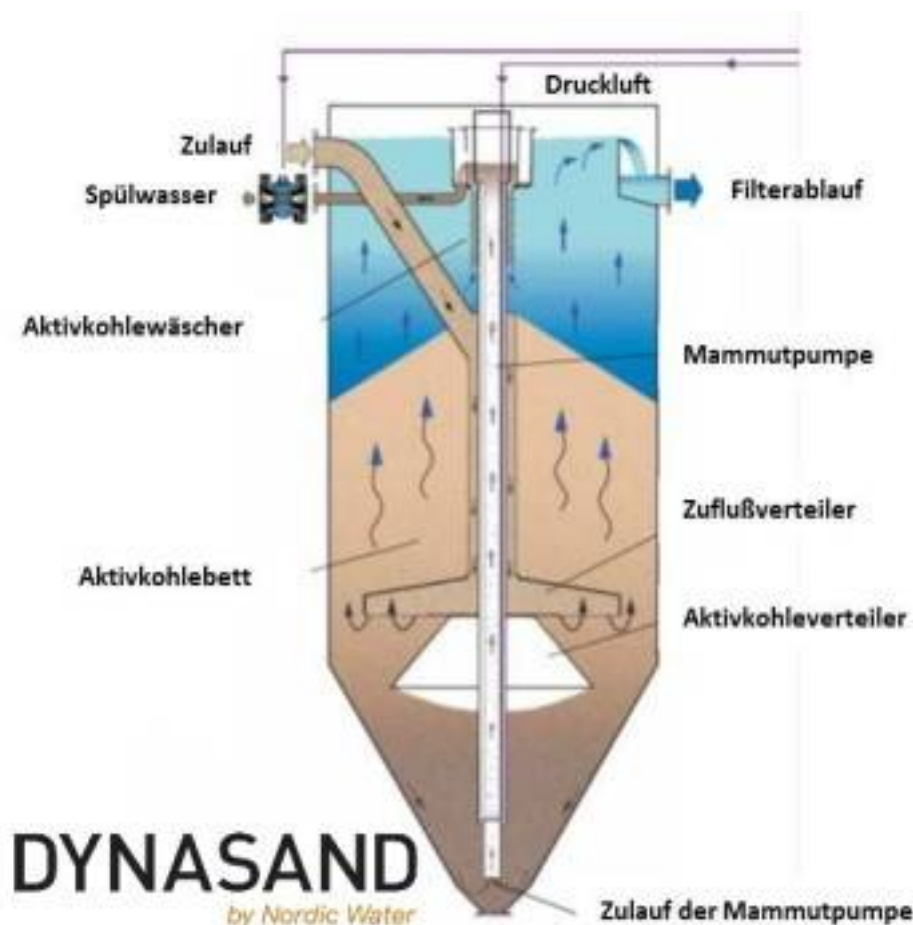
Une fois le CA soutiré de l'ouvrage, il est envoyé en égouttage avant son acheminement vers une unité de régénération thermique.



Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



Le Dynasand Carbon de la société Nordic Water



Expérience et essais

Ces procédés ont fait l'objet d'essais pilote en France et en Suisse et en Allemagne.

- Le procédé Carboplus fait l'objet d'essais pilote sur les stations d'épuration de Willdeggen et de Penthaaz
- Le procédé FiltrafloCarb a été mis en œuvre sur plusieurs sites dans le domaine du traitement de l'eau potable.
- Le procédé Dynasand Carbon a été mis en œuvre sur la station d'épuration de Rietberg en Allemagne.

Nota Important : Mise en place d'une filtration en aval des procédés en amont

Par contre il est indispensable pour chaque procédé de prévoir une filtration mécanique ou sur sable en amont du procédé par lit fluidisé pour éviter une charge trop importante en Matières en Suspension et en Matières Organiques. Cela entraînerait une fréquence de lavage trop importante sur le procédé par lit fluidisé et par conséquent une saturation plus rapide du matériau Charbon Actif.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Analyse du procédé

Référence du procédé :

Actuellement il n'existe pas d'installations au stade industriel réalisées suivant ces procédés. Mais ces procédés sont bien connus et ont été déjà mis en œuvre dans de nombreuses installations pilote et de traitement d'eau potable.

Conditions de mise en œuvre du procédé :

Ce procédé peut être mis en œuvre en aval des trois filières envisagées : boues activées, Lit fluidisé et biofiltres.

Simplicité et stabilité du procédé :

Ces procédés sont **simples** et apparaissent comme relativement stables.

Par contre il nécessite **une régulation fine du débit d'alimentation hydraulique**.

Il permet d'ajuster le taux de traitement en CAP.

Maintenance et exploitation :

Ces procédés nécessitent peu de mesures de sécurité liées à la mise en œuvre du CAG.

Obtention des normes de rejet sur les micropolluants :

Les normes d'abattement des micropolluants de 80 % sont obtenues.

Consommation de réactifs et d'énergie:

La consommation de ce procédé est principalement liée à la consommation de CAG.

Dimensionnement de la filière Lit Fluidisé :

Nous avons pris en compte une vitesse de filtration maximum : 20 m/h (vitesse en pointe)

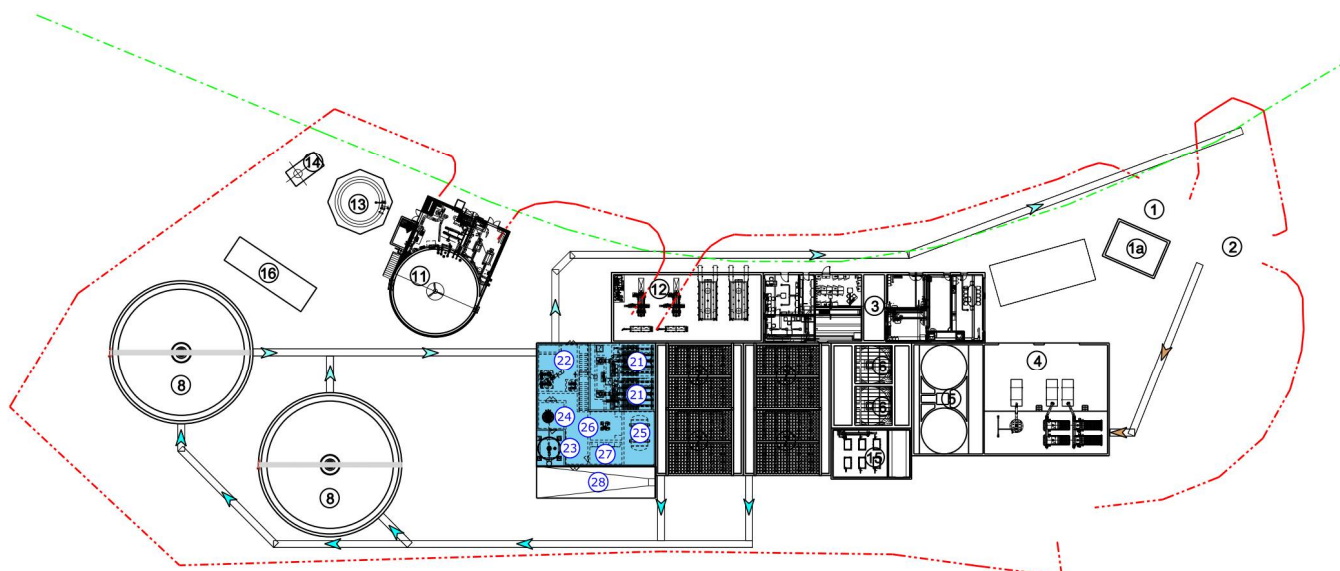
Paramètres	unité	Dimensionnement Situation Actuelle	Dimensionnement Situation Future
Nombre de files	u	1	1
Débit Pointe horaire TS (14) par file	m³/h	314	314
Débit à traiter 2,2 x QTS	m³/h	680	680
Vitesse Pointe horaire TS (14) par file	m/h	15	15
Surface	m²	45	45
Réserve	%	25%	25%
Surface réelle	m²	56	56
Choix surface	m²	60	60
Longitudinal			
Largeur	m	6,5	6,5

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Longueur	m	10	10

Exemple d'implantation (procédé Carboplus de la société Stereau)



Analyse implantations des procédés

Intégration sur la parcelle existante : l'intégration de ces procédés **est réalisable**.

Réserve de place pour le futur : dans cette solution **de la place est disponible pour des traitements futurs**.

Réutilisation des ouvrages existants : dans cette solution **il n'est pas possible de réutiliser les ouvrages existants**.

Compacité de la station et encapsulage : dans ces solutions le traitement des micropolluants **est compact et est totalement intégrée dans un bâtiment**.

Phasage et continuité de service : dans cette **solution il est possible de laisser la station d'épuration actuelle par lit bactérien en service pendant les travaux**.

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



20 TABLEAU RESUME DES VARIANTES ENVISAGEES

Le tableau ci-dessous résume les variantes des solutions possibles :

Dés.	Variante
0	Pas de phase micropolluants, taxe 9 CHF/Habitant
A	CAP dans l'activation + filtre à sable discontinu (FS)
A bis	CAP dans l'activation + filtre à sable continu (DYN)
A ter	CAP dans l'activation + filtre à tambour (FT)
B ter	CAP en aval (procédé d'Ulm) + filtre à tambour (FT)
B	CAP en aval (Ulm) + filtre à sable discontinu (FS)
B bis	CAP en aval (Ulm) + filtre à sable continu (DYN)
C	CAP en amont d'un filtre à sable discontinu (FS)
D	CAG dans le filtre à sable discontinu (CAG)
D bis	CAG dans le filtre à sable continu (CAG DYN)
F	Ozone (O ₃) + filtre à sable discontinu (FS)
F bis	Ozone (O ₃) + filtre à sable continu (DYN)
G	Ozone (O ₃) + filtre CAG discontinu (CAG)
G	Ozone (O ₃) + filtre CAG continu (CAG DYN)
H	Procédés Constructeurs (ex. Lit Fluidisé MicroGrains)
E bis	CAG en aval d'un filtre à tambour (FT)
E ter	CAG en aval d'un filtre à sable continu (DYN)

Nr. Projet AP Ville du Locle N°2	Projet Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	Index C
<p>© Ville du Locle</p> <p>Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle</p>		



21 ANALYSE MULTI CRITERE DES SOLUTIONS

Le tableau ci-dessous présente une notation de chaque solution suivant quatre familles de critères :

- Procédé
- Qualité de traitement des eaux / Partie Micropolluants
- Adaptabilité du procédé
- Mise en œuvre des travaux

Chaque point a été pondéré suivant son importance dans la cadre du projet traitement des micropolluants de la nouvelle step du Locle et une note a été donnée entre 0 et 5. 5 étant la note maximum.

La note 0 a été considérée comme éliminatoire pour la solution considérée.

GRILLE D'EVALUATION SOLUTIONS TECHNIQUES PARTIE MICROPOLLUANTS NOUVELLE STEP VILLE DU LOCLE						REV B				
						DATE 07/11/2016				
						Note : 0 à 5				
	N° du critère	Pondération du critère	A	B	C	D	E	F	G	H
Description sommaire de la solution										
Traitement Amont			Dosage direct dans la boues activée	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres	Boues Activées ou MBBR ou Biofiltres
Cuve de contact			Sans	CAP	CAP					
Traitement Amont				Décanteur			Filtration			
Traitement Micropol			Filtres à sables	Filtres à sables	Filtres à sables	Filtres à CAG	Filtres à CAG	Filtres à sables	Filtres à sables	Filtre à tambour Lit Fluidisé CAG
Critères										
PROCEDE		30,0%								
Simplicité du procédé	C1	7,50%	5	3	4	5	4,5	3	2,5	3,5
Risque du procédé / stabilité du process	C2	7,50%	3	4	3	4	4,5	4	4	4
Référence du procédé	C3	7,50%	2	5	3	4	3	5	3	2
Maintenance / exploitation	C4	7,50%	4	4	4	5	4	2,5	2,5	3,5
TRAITEMENT DES EAUX/MICROPOLLUANTS		40,0%								
Obtention des normes de rejet: traitement des MP	C5	10,00%	3	4	3,5	3,5	4	4,5	5	4
Consommation d'énergie ou réactifs	C6	10,00%	3	5	3	3,5	5	3,5	4,5	4,5
Production de boues excédentaires	C7	7,50%	2	3	3	4,5	4,5	3,5	3,5	4
Formation de métabolites/ sous produits	C8	7,50%	5	5	5	5	5	1	3	5
Désinfection	C9	5,00%	1	1	1	1	1	4	4	1
ADAPTABILITE PROCESS		12,5%								
Adaptation aux variations de charge et régulation du nombre de files	C10	2,50%	1	1	2	3	3	2	2	2
Possibilité de réglage des taux de traitement	C11	5,00%	4	4	4	1	1	3	4	3,5
Adaptation aux charges diluées	C12	5,00%	4	3	3	2	2	3	3	2
TRAVAUX		17,5%								
Intégration sur la parcelle existante	C12	7,50%	0	0	4	4	3,5	3,5	3	4
Réserve de place pour le futur / extension possible	C13	2,50%	0	0	3	3	3	3	2	3
Réutilisation des ouvrages existants	C14	2,50%	1	1	1	1	1	1	1	1
Compacité de la station et encapsulage	C15	2,50%	0	0	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5
Phasage possibilité	C16	2,50%	0	0	4	4	3	3	3	3
		100,0%								
NOTE GLOBALE		Note sur 5	2,68	3,15	3,35	3,64	3,61	3,30	3,40	3,44
		Note sur 100%	53,5%	63,0%	67,0%	72,8%	72,3%	66,0%	68,0%	68,8%

Les solutions qui ont obtenu les notes les plus élevées sont :

- 1 : Solution D : Filtration sur Charbon Actif en Grain
- 2 : Solution E : Filtration puis Filtration sur Charbon Actif en Grain
- 3 : Solution H : Filtration à tambour puis filtration à CAG sur lit fluidisé

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



22 EVALUATION DES VARIANTES / COÛT

Nous avons établi une estimation des coûts pour la construction et l'exploitation de chaque variantes à +/- 20%. Ces estimations ont été basées sur des coûts d'installations déjà réalisées et mises au niveau des prix 2016.

Pour chaque procédé, nous avons calculé les frais d'exploitation séparément. Nous les avons reparti en huit groupes et établi le coût global d'exploitation.

Les frais annuels se calculent à partir du coût d'investissement et des frais d'exploitation. Nous avons indiqué la durée d'amortissement prévisionnelle pour l'usure (déduction pour usure) ainsi que le taux d'intérêts et les annuités les différentes variantes.

Dans le cas d'un financement à 100 % par la Ville du Locle

Traitement des micropolluants Step Le Locle	0	A ter CAP BA + F T	A CAP BA + FS	A bis CAP BA + DY	B ter ULMER + FT	B ULMER + FS	B bis ULMER + DY	C Aktifilt	D CAG	D bis CAG DY	F Ozone + FS	F bis Ozone + DYN	G Ozone + CAG	G bis O3+ CAG DYN	E ter FT + GAK	E bis DYN + GAK	H Ltr Fluidisé CAG
Subvention	0%																
Part Ville du Locle	100%	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
Construction		287 901	1 033 606	1 046 708	1 812 025	2 557 730	2 570 832	1 033 606	1 633 024	1 974 572	1 345 302	1 358 404	2 013 182	2 354 730	945 228	1 126 679	1 245 278
Machines		305 462	523 649	390 451	891 527	1 109 714	976 516	523 649	1 389 808	2 016 584	860 392	727 194	1 767 628	2 394 404	852 077	1 190 924	1 085 055
Electricité/Automatisme		72 330	188 242	97 259	183 393	289 305	208 322	188 242	451 688	210 081	231 213	200 239	582 043	340 417	245 665	141 460	250 113
Investissements		665 694	1 745 498	1 534 418	2 886 945	3 966 749	3 755 669	1 745 498	3 474 520	4 201 217	2 496 908	2 285 828	4 362 853	5 089 550	2 073 001	2 459 059	2 580 446
Montant par Eq Ha	CHF/EW	63	166	146	275	378	358	166	331	400	238	218	416	485	197	234	246
Durée de l'amortissement		21	23	25	24	24	25	23	21	22	21	22	21	22	21	22	22
Annuité		5,89	5,40	5,14	5,27	5,24	5,12	5,40	5,79	5,70	5,88	5,66	5,82	5,75	5,82	5,75	5,71
Coûts annuels d'investissements		39 217	94 316	78 800	152 155	207 740	192 424	94 316	201 171	239 663	146 780	129 450	253 993	292 429	120 719	141 397	147 453
Coûts d'exploitation		196 022	202 203	192 024	180 258	186 439	185 130	206 757	175 894	184 512	148 024	142 716	236 767	246 111	144 597	148 155	139 783
Coûts annuels globaux		235 239	296 519	270 824	332 412	394 179	377 554	301 073	377 065	424 175	294 805	272 166	490 761	538 540	265 316	289 552	287 235
Débit annuel traité	m³/a																
Coûts spécifiques	1 800 000																
Investissements	CHF/m³	0,022	0,052	0,044	0,085	0,115	0,107	0,052	0,112	0,133	0,082	0,072	0,141	0,162	0,067	0,079	0,082
Exploitation	CHF/m³	0,109	0,112	0,107	0,100	0,104	0,103	0,115	0,098	0,103	0,082	0,079	0,132	0,137	0,080	0,082	0,078
Total	CHF/m³	0,131	0,165	0,150	0,185	0,219	0,210	0,167	0,209	0,236	0,164	0,151	0,273	0,299	0,147	0,161	0,160
100 Centimes/m³		5,25	13,07	16,47	18,47	21,90	20,98	16,75	20,95	23,57	16,38	15,12	27,26	29,92	14,74	16,09	15,96
Charges pour les habitants	Habitants																
Investissements	CHF/EH a	3,7	9,0	7,5	14,5	19,8	18,3	9,0	19,2	22,8	14,0	12,3	24,2	27,9	11,5	13,5	14,0
Exploitation	CHF/EH a	18,7	19,3	18,3	17,2	17,5	17,6	19,7	16,8	17,6	14,1	13,6	22,5	23,4	13,8	14,1	13,3
Total	CHF/EH a	9,0	22,4	25,8	31,7	37,3	36,0	28,7	35,9	40,4	28,1	25,9	46,7	51,3	25,3	27,6	27,4

Les solutions qui sont les plus avantageuses économiquement en termes d'investissement sont :

- 1 : Solution E ter : Filtration à tambour puis Filtre sur Charbon Actif en Grain
- 2 : Solution C : Dosage direct du CAP sur filtre à sables
- 3 : Solution F bis : Ozonation puis filtration à sables type Dynasand

NOTA IMPORTANT : les solutions A, A bis, A ter de dosage direct de CAP dans le procédé de boues activées ont été écartées car ces solutions ne peuvent pas être mises en œuvre pour de raisons de place disponibles sur le site existant (Voir résultat avant-projet PARTIE 2)

NOTA : Pour chaque procédé nous n'avons considéré qu'une seule variante dans le choix des procédés.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dans le cas d'un financement à 25 % par la Ville du Locle. **(75% étant financés par la confédération)**

NOTA : le financement est à confirmer et à valider par l'OFEV

Traitement des micropolluants Step Le Locle	0	A ter CAP BA + F T	A CAP BA + FS	A bis CAP BA + DY	B ter ULMER + FT	B ULMER + FS	B bis ULMER + DY	C Aktifit	D CAG	D bis CAG DY	F Ozone + FS	F bis Ozone + DYN	G Ozone + CAG	G bis O3+ CAG DYN	E ter FT + GAK	E bis DYN + GAK	H Lit Fluidisé CAG
Subvention	75%																
Part Ville du Locle	25%	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
Construction		71 975	258 402	261 677	453 006	639 433	642 708	258 402	408 256	493 643	336 326	339 601	503 296	588 682	236 307	281 669	311 319
Machines		76 366	130 912	97 613	222 882	277 429	244 129	130 912	347 452	504 146	215 098	181 798	441 907	598 601	220 519	297 731	271 264
Electricité/Automatisme		18 083	47 061	24 315	45 848	74 826	52 081	47 061	112 922	52 515	72 803	50 058	145 511	85 104	61 424	35 365	62 528
Investissements		166 423	436 374	383 604	721 736	991 687	938 917	436 374	868 630	1 050 304	624 227	571 457	1 090 713	1 272 388	518 250	614 765	645 112
Montant par Eq Ha	CHF/EW	16	42	37	69	94	89	42	83	100	59	54	104	121	49	59	61
Durée de l'amortissement		21	23	25	24	24	25	23	21	22	21	22	21	22	21	22	22
Annulé		5,89	5,40	5,14	5,27	5,24	5,12	5,40	5,79	5,70	5,88	5,66	5,82	5,75	5,82	5,75	5,71
Coûts annuels d'investissements		9 804	23 579	19 700	38 039	51 935	48 106	23 579	50 293	59 916	36 695	32 362	63 498	73 107	30 180	35 349	36 863
Coûts d'exploitation		196 022	202 203	192 024	180 258	186 439	185 130	206 757	175 894	184 512	148 024	142 716	236 767	246 111	144 597	148 155	139 783
Coûts annuels globaux		205 826	225 782	211 724	218 296	238 374	233 236	230 336	226 187	244 428	184 720	175 079	300 266	319 218	174 776	183 504	176 646
Débit annuel traité	m³/a																
Coûts spécifiques	1 800 000																
Investissements	CHF/m³	0,005	0,013	0,011	0,021	0,029	0,027	0,013	0,028	0,033	0,020	0,018	0,035	0,041	0,017	0,020	0,020
Exploitation	CHF/m³	0,109	0,112	0,107	0,100	0,104	0,103	0,115	0,098	0,103	0,082	0,079	0,132	0,137	0,080	0,082	0,078
Total	CHF/m³	0,114	0,125	0,118	0,121	0,132	0,130	0,128	0,126	0,136	0,103	0,097	0,167	0,177	0,097	0,102	0,098
100 Centimes/m³	5,25	11,43	12,54	11,76	12,13	13,24	12,96	12,80	12,57	13,58	10,26	9,73	16,68	17,73	9,71	10,19	9,81
Charges pour les habitants	Habitants																
Investissements	CHF/EH a	0,9	2,2	1,9	3,6	4,9	4,6	2,2	4,8	5,7	3,5	3,1	6,0	7,0	2,9	3,4	3,5
Exploitation	CHF/EH a	18,7	19,3	18,3	17,2	17,8	17,6	19,7	16,8	17,6	14,1	13,6	22,5	23,4	13,9	14,1	13,3
Total	CHF/EH a	9,0	19,6	21,5	20,2	22,7	22,2	21,9	21,5	23,3	17,6	16,7	28,6	30,4	16,6	17,5	16,8

Etant donné la part importante de la subvention fédérale l'équilibre économique entre les solutions est modifié. Les solutions qui sont les plus avantageuses économiquement en termes d'investissement et d'exploitation sont :

- 1 : Solution E ter : Filtration à tambour puis Filtre sur Charbon Actif en Grain Discontinu
- 2 : Solution F bis : Ozonation puis filtration à sables type Dynasand
- 3 : Solution H : Filtration à tambour puis Filtre sur Charbon Actif en Grain Lit Fluidisé

NOTA : Pour chaque procédé nous n'avons considéré qu'une seule variante dans le choix des procédés.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Dans le cas d'un financement à 10 % par la Ville du Locle. **(75% étant financés par la confédération et 15% étant financés par le canton).**

NOTA : le financement est à confirmer et à valider par l'OFEV et par les autorités cantonales

Traitement des micropolluants	0	A ter CAP BA + FT	A CAP BA + FS	A bis CAP BA + DY	B ter ULMER + FT	B ULMER + FS	B bis ULMER + DY	C Aktifilt	D CAG	D bis CAG DY	F Ozone + FS	F bis Ozone + DYN	G Ozone + CAG	G bis O3+ CAG DYN	E ter FT + GAK	E bis DYN + GAK	H Lt Fluidisé CAG
Subvention	90%																
Part Ville du Locle	10%																
Construction		28 790	103 361	104 671	181 203	255 773	257 083	103 361	163 302	197 457	134 530	135 840	201 318	235 473	94 523	112 668	124 528
Machines		30 546	52 365	39 045	89 153	110 971	97 652	52 365	138 981	201 658	86 039	72 719	176 763	239 440	88 208	119 092	108 506
Electricité/Automatisme		7 233	19 824	9 726	18 339	29 930	20 832	18 824	45 169	21 006	29 121	20 023	58 204	34 042	24 570	14 148	25 011
Investissements		66 569	174 550	153 442	288 695	396 675	375 567	174 550	347 452	420 122	249 691	228 583	436 285	508 955	207 300	245 906	258 045
Montant par Eq Ha	CHF/EW	6	17	15	27	38	36	17	33	40	24	22	42	48	20	23	25
Durée de l'amortissement		21	23	25	24	24	25	23	21	22	21	22	21	22	21	22	22
Annuité		5,89	5,40	5,14	5,27	5,24	5,12	5,40	5,79	5,70	5,88	5,66	5,82	5,75	5,82	5,75	5,71
Coûts annuels d'investissements		3 922	9 432	7 880	15 215	20 774	19 242	8 432	20 117	23 986	14 676	12 945	25 399	29 243	12 072	14 140	14 745
Coûts d'exploitation		196 022	202 203	192 024	180 258	186 439	185 130	206 757	175 894	184 512	148 024	142 716	236 767	246 111	144 597	148 155	139 783
Coûts annuels globaux		199 943	211 634	199 904	195 473	207 213	204 373	216 188	196 011	208 478	162 703	155 661	262 167	275 354	156 669	162 295	154 528
Débit annuel traité	m³/a																
Coûts spécifiques	1 800 000																
Investissements	CHF/m³	0,002	0,005	0,004	0,008	0,012	0,011	0,005	0,011	0,013	0,008	0,007	0,014	0,016	0,007	0,008	0,008
Exploitation	CHF/m³	0,109	0,112	0,107	0,100	0,104	0,103	0,115	0,098	0,103	0,082	0,079	0,132	0,137	0,080	0,082	0,078
Total	CHF/m³	0,111	0,118	0,111	0,109	0,115	0,114	0,120	0,109	0,116	0,090	0,086	0,146	0,153	0,087	0,090	0,086
100 Centimes/m³		5,25	11,11	11,76	11,11	10,86	11,51	11,35	12,01	10,89	11,58	9,04	8,65	14,56	15,30	8,70	8,58
Charges pour les habitants	Habitants																
Investissements	CHF/EH a	0,4	0,9	0,8	1,4	2,0	1,8	0,9	1,9	2,3	1,4	1,2	2,4	2,8	1,1	1,3	1,4
Exploitation	CHF/EH a	18,7	19,3	18,3	17,2	17,8	17,6	19,7	16,8	17,6	14,1	13,6	22,5	23,4	13,8	14,1	13,3
Total	CHF/EH a	9,0	19,0	20,2	19,0	19,8	19,7	19,5	20,6	18,7	19,9	15,5	14,6	25,0	26,2	14,9	14,7

Etant donné la part très importante de la subvention fédérale et cantonale l'équilibre économique entre les solutions est modifié. Les solutions qui sont les plus avantageuses économiquement en termes d'investissement et d'exploitation sont :

- 1 : Solution H : Filtration à tambour puis Filtre sur Charbon Actif en Grain Lit Fluidisé
- 2 : Solution F bis : Ozonation puis filtration à sables type Dynasand
- 3 : Solution E bis : Filtration à tambour puis Filtre sur Charbon Actif en Grain Discontinu

NOTA : Pour chaque procédé nous n'avons considéré qu'une seule variante dans le choix des procédés.

NOTA : les 9 CHF par habitant ne concerne que les frais liées à l'exploitation et non ceux liés à l'investissement.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



23 CONCLUSIONS

Introduction

Lors de cette étude d'avant-projet partie micropolluants de la nouvelle station d'épuration du Locle nous avons étudié :

- 8 filières de traitement des micropolluants :
 - o Dosage direct du Charbon Actif en Poudre dans la biologie
 - o Procédé dit « Ulmer » avec sédimentation puis filtration
 - o Dosage direct sur filtre à sables
 - o Filtre Charbon Actif en Grain
 - o Filtration en amont du Filtre Charbon Actif en Grain
 - o Ozonation puis filtration à sables
 - o Ozonation puis Filtre Charbon Actif en Grain
 - o Lit fluidisé CAG ou μ CAG

Ces filières, de la plus répandue et mise en œuvre à la plus novatrice, ont été étudiées dans 15 configurations et dispositions différentes.

Pour l'évaluation des différentes variantes, le coût constitue le premier critère de choix. Il est suivi des considérations concernant la construction et les contraintes opérationnelles de l'exploitation de la STEP.

Technologie

Un filtre Charbon Actif Granulé nécessite les dépenses d'équipement les plus faibles. Cependant, le filtre Charbon Actif Granulé ne permet pas le réglage de l'élimination de micropolluants contrairement à l'élimination des micropolluants par Charbon Actif en Poudre ou l'ozone.

Exploitation de la STEP

Avec les procédés par ajout de Charbon Actif en Poudre, on produit toujours une quantité supplémentaire de boues excédentaires qu'il faut traiter et évacuer (l'évacuation des boues a été chiffrée à 230 CHF HT à une siccité de 30% de MS). A court terme, il n'y a pas d'éventuels problèmes de corrosion pour le Charbon Actif en Poudre et le Charbon Actif Granulé, ils ne concernent pas le matériel en Inox.

En ce qui concerne l'ozone, la consommation d'énergie constitue un inconvénient. Elle occasionnera une augmentation importante de la consommation d'électricité et diminuera le taux d'autonomie de la STEP.

Par ailleurs l'exploitation de cette solution est particulièrement contraignante en terme de sécurité pour une station d'épuration de la taille de celle de la ville du Locle.

Efficacité

En ce qui concerne les substances organiques résiduelles, l'élimination la plus importante est obtenue par CAP. Pour l'ozone, il faut vérifier si la formation de métabolites est possible ; il y a surtout un risque de formation de bromates.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle		
Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		



Environnement

Concernant l'impact environnemental, la consommation de ressources et la charge en CO₂ sont des facteurs importants. Dans ces domaines, le charbon actif granulé présente certains avantages. Il peut être régénéré, consomme donc moins de ressources et constitue une charge moindre en CO₂. Le bilan concernant le CAP et l'ozone est moins bon, mais il n'y a aucun avantage essentiel de l'une ou de l'autre alternative. A condition que l'énergie électrique provienne de courant vert, l'ozone serait la solution la plus avantageuse.

En ce qui concerne la charge en micropolluants dans les eaux, CAP et ozone sont comparables. Le charbon actif est plus efficace contre les substances de contraste radiographiques. L'ozone présente un avantage lorsque, pour des raisons d'hygiène, la désinfection de l'effluent est nécessaire.

Solution choisie

Pour l'étude de projet de l'ouvrage et la demande de crédit pour la partie micropolluants nous avons retenu la filière suivante :

- **Filtration à tambour puis Filtration sur Charbon Actif en Grain Lit Fixe ou Filtre sur Charbon Actif en Grain Lit Fluidisé**

Cette solution est la plus avantageuse en termes techniques et économiques pour la nouvelle station d'épuration du Locle.

Le budget prévisionnel pour la partie micropolluant de la nouvelle station d'épuration du Locle est de 2 500 000 CHF HT.

Nr. Projet	Projet	Index
AP Ville du Locle N°2	Micropolluants Nouvelle Step Le Locle	C
© Ville du Locle Ce document contient des informations confidentielles qui sont propriétés de la Ville du Locle. Ce document ne peut être utilisé ou reproduit sans l'accord écrit de la Ville du Locle		