

Le traitement des Eaux Industrielles

FSRM
Le 12 février 2020



- **8 personnes, société familiale, 100% indépendante**
- **Basée au Locle**
- **Essentiellement marché Suisse Romande**
- **Traitement d'eau (résiduaire et de process)**
 - **« Industriel »**
 - **« Garage »**
- **Développement et concept, propres produits**
- **Laboratoire, analyses et essais**
- **Production, assemblage en usine et sur site**
- **Mise en service**
- **Contrat de Service, maintenance, fourniture des réactifs**
- **Service après vente**
- **Formation FSRM**



- Depuis fin 2011 appartient au même actionnaire que DLK
- Basée au Locle,
- Présente essentiellement sur le marché en Suisse Romand
- Traitement d'eau de process pour tout type d'industrie
- Potabilisation d'eau
- Solutions pour l'ozone
- Traitement d'eau domestique
- Traitement d'eau de piscine
- Intégration de différents produits et concepts



Marc Vuillomenet

- **48 ans**
- **Marié, 2 enfants**
- **Habitant de La Chaux-de-Fonds**
- **Ingénieur ETS en microtechnique**
- **Au total 21 ans chez DLK**
- **4 ans dans le Swatch Group**
- **CEO de DLK et ozone.ch**
- **15ème formation FSRM**

Le traitement des Eaux Industrielles

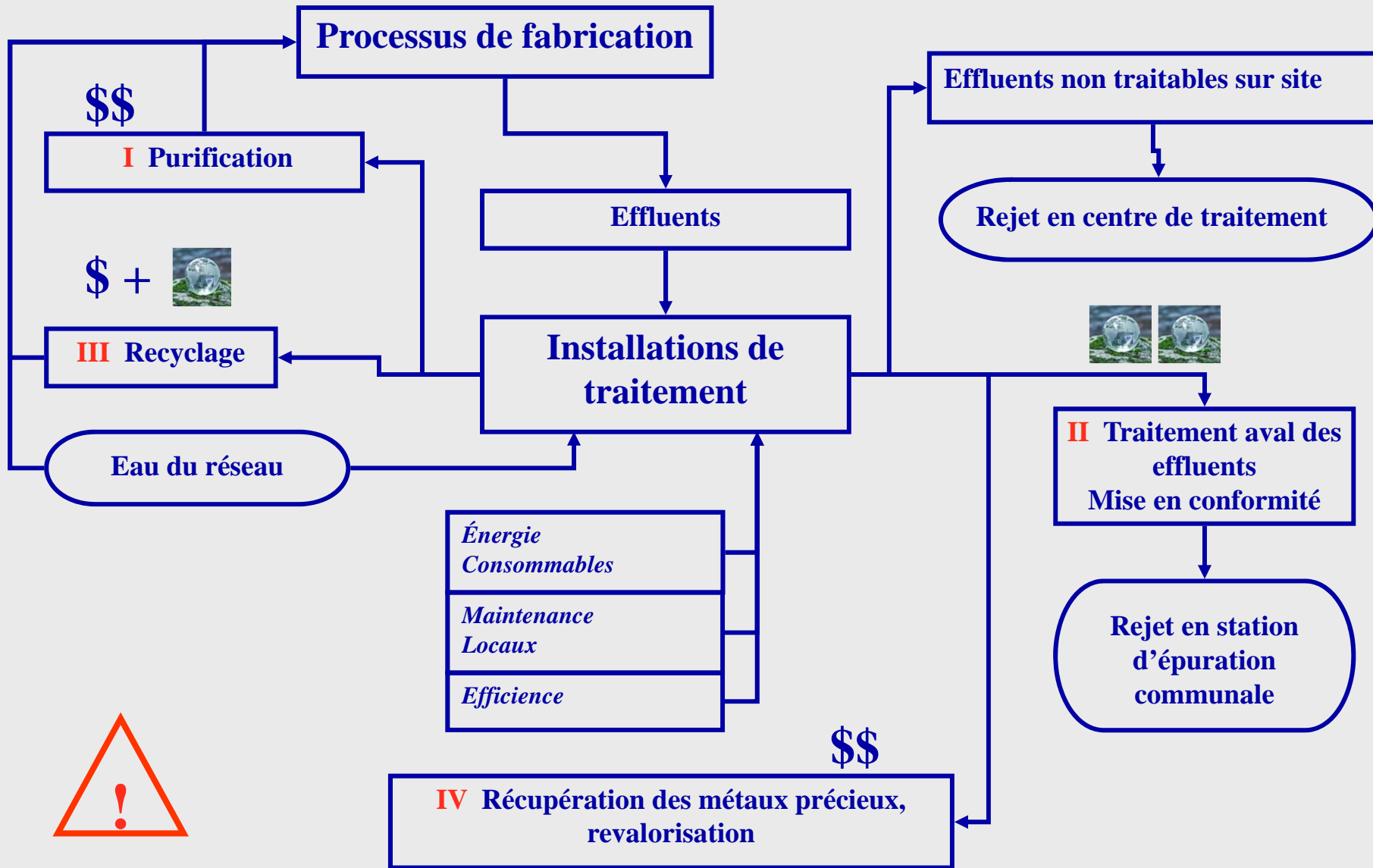
Partie I

Les Eaux Industrielles

Les 4 catégories d'eaux industrielles



I Les 4 catégories d'eaux industrielles



I Les 4 catégories d'eaux industrielles

■ Ce concept comprend essentiellement

1) Les processus de fabrication qui

- Demandent de l' « eau de process » en qualité/quantité . Cela génère un coût qui est revalorisé par la valeur ajoutée des produits
 - La volonté de traiter est économique
- Produisent un « effluent » en qualité/quantité.
 - Cet effluent a un certain coût de traitement, en externe ou en interne
 - La volonté de traiter est légale (obligation), environnementale (engagement) et normative
 - Le recyclage peut permettre de réduire ces coûts

I Les 4 catégories d'eaux industrielles

2) Le type des installations qui se définit généralement en fonction

■ Du rapport investissement - frais d'exploitation

- L'investissement peut être minimal avec des frais d'exploitation élevés

- L'investissement peut être plus conséquent avec des frais d'exploitations réduits

■ L'investissement intègre une revalorisation

- De l'eau, recyclage

- Des matières en suspension, récupération des métaux précieux

- De l'image de l'entreprise, communication environnementale

I Les 4 catégories d'eaux industrielles

3) Le type d'installations qui dépend

■ De l'infrastructure

- Souvent insuffisamment élaborée

■ De l'énergie et des consommables requis

- Qui varient considérablement d'une solution à l'autre

■ De la maintenance

- Nombre de personnes en interne
- Capacité des entreprises externes
- Temps de travail alloué
- Stabilité de l'entreprise / de la division

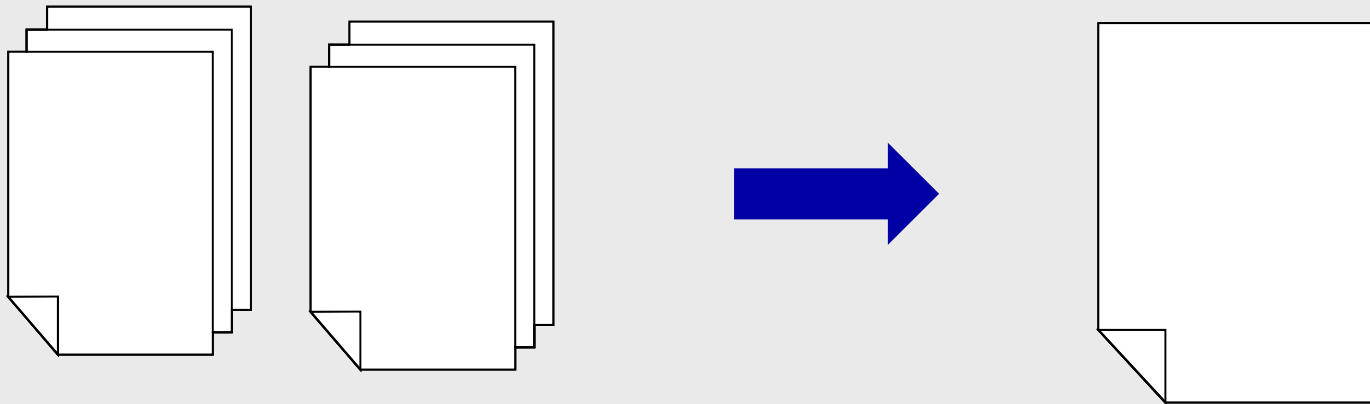


I Les 4 catégories d'eaux industrielles

- Les 3 paramètres fondamentaux pour garantir un bon traitement de l'eau sont:
 - La maîtrise permanente
 - de l'eau devant être traitée
 - des processus
 - Le choix des solutions de traitement qui ont un rendement
 - technique, facile à maintenir
 - économique, frais d'exploitation limités
 - écologique, consommant un minimum de réactifs et d'énergies
 - La maintenance des installations qui dépend
 - du niveau de formation du personnel de maintenance
 - du nombre de personnes disponibles
 - de la volonté et des moyens alloués par la direction de l'entreprise

I Les 4 catégories d'eaux industrielles

- Pour aider les entreprises à atteindre le succès, les sociétés spécialisées dans le traitement des eaux, doivent tout d'abord caractériser les eaux/les besoins pour ensuite proposer la solution la plus appropriée.

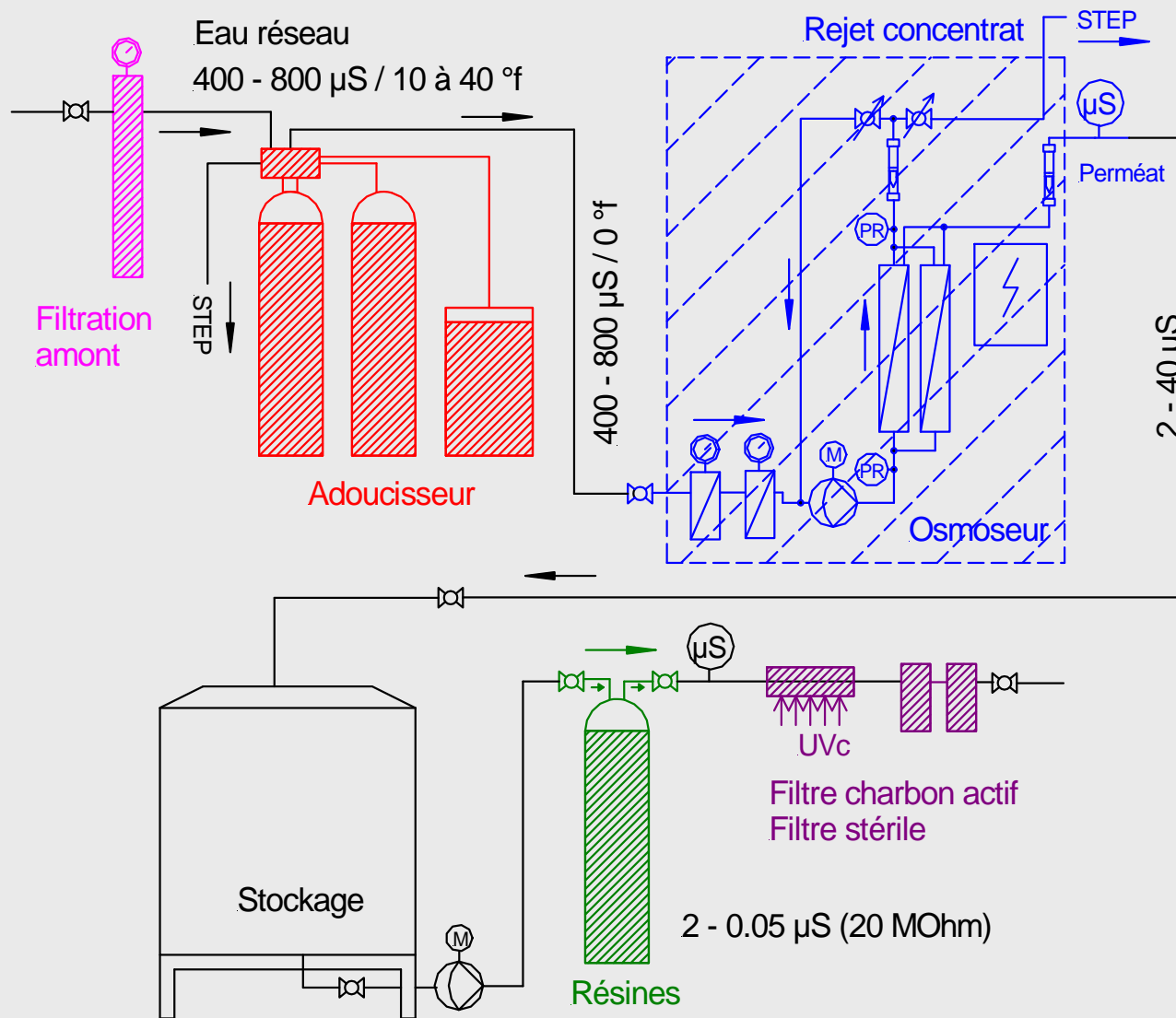


I Les 4 catégories d'eaux industrielles

- **La caractérisation de base (minimale) est la suivante**
 - **Volumes, en m³/j**
 - **Débits, en L/min ou m³/h**
 - **Types qualitatifs de l'eau**

- **Stratégie d'entreprise**
 - **Budget**
 - **Accent sur le travail en interne ou en externe**
 - **Accent sur les frais d'investissement et/ou d'exploitation**
 - **Capabilité de l'entreprise (maintenance sur le long terme)**
 - **Politique vis-à-vis des autorités compétentes (normes de rejet)**

I Les 4 catégories d'eaux industrielles , I Eau de process



I Les 4 catégories d'eaux industrielles, I Eau de process

1) Eau de nappe/de rivière

- Charge en MES (matières en suspension) pouvant être très élevée
- Dureté très variable

2) Eau de réseau brute, qualité eau potable

- Grandes variations selon le réseau, en général stable localement
- Conductivité 400 – 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- Dureté 10 à 40 °f
- Charge en MES pouvant varier car pas d'impact sur la potabilité

3) Eau de réseau filtrée

- Idem eau brute, moins les MES

4) Eau de réseau adoucie

- Conductivité similaire 400 – 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- Dureté 0 à 8 °f selon mitigeage

I Les 4 catégories d'eaux industrielles, I Eau de process

5) Eau osmosée

- Conductivité 2– 40 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- Dureté 0 °f

6) Eau de pluie

- Conductivité similaire à l'eau osmosée
- Charge en MES variable
- NON POTABLE, peut contenir des germes fécaux issus de la fiente animale
- Dureté 0 °f

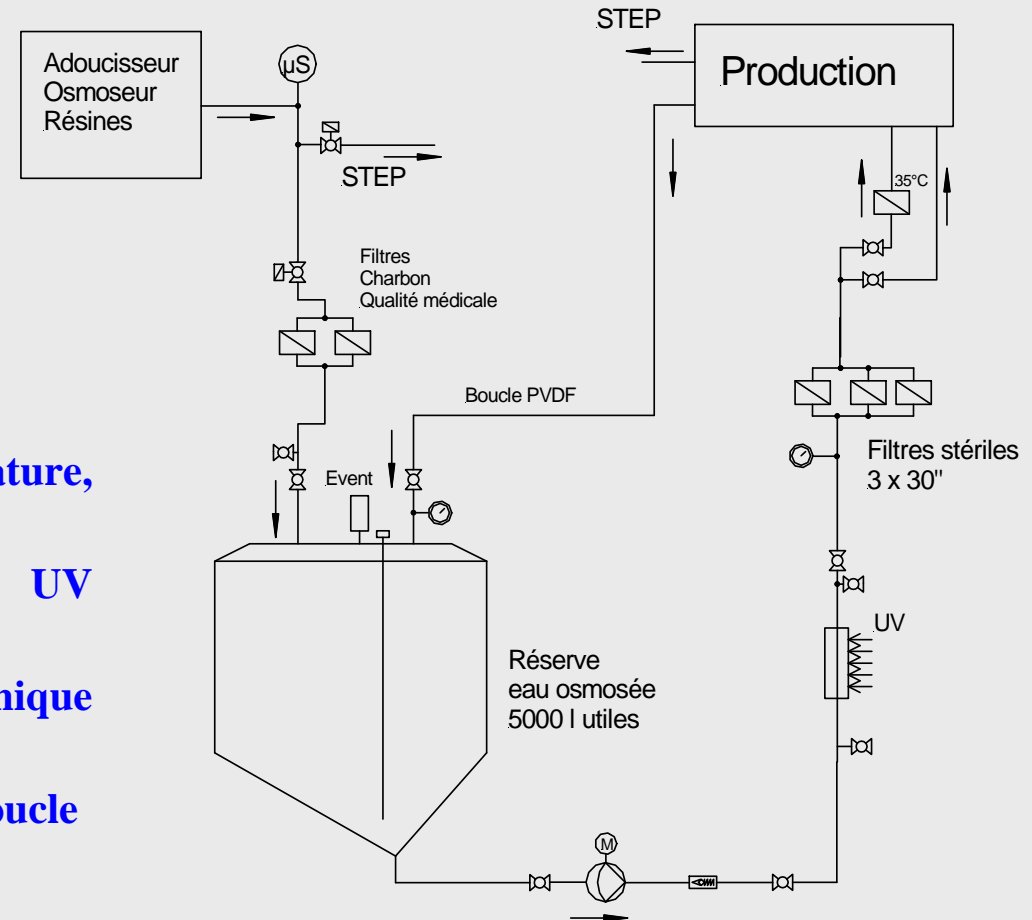
7) Eau déminéralisée

- Eau pure < 2 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- Eau ultra pure < 0.1 (env. 18 MOhm)

I Les 4 catégories d'eaux industrielles, I Eau de process

8) Eau stérile

- Eau pure ou ultra pure
- Conduites spécifiques (PP nature, PVDF ou inox)
- Stérilisation sur la boucle, UV et/ou ozone
- Lavage et désinfection chimique régulière
- Filtre stérile en amont de la boucle



I Les 4 catégories d'eaux industrielles, I Eau de process

A définir



- Besoins réels, qualités et volumes
- Fiabilité et rendement demandés aux systèmes
- Investissement/exploitation
- Niveau de maîtrise des intermédiaires (CVS, entreprise générale, ...)

I Les 4 catégories d'eaux industrielles, II Eau résiduaire

- **Il s'agit de liquides chargés en matières organiques et inorganiques. Ils proviennent entre autres:**
 - des résidus de production de composés chimiques
 - des huiles ou des émulsions de coupe
 - des lavages des sols des ateliers
 - du polissage de pièces
 - du dégraissage de pièces
 - du décapage de pièces
 - des bains de galvanoplastie
 - d'usinage chimique
 - de découpe de verre
 - de lavage de réacteurs
 - ...

I Les 4 catégories d'eaux industrielles , II Eau résiduaire

- **Tous ces effluents sont clairement définis comme des polluants que l'on ne peut pas rejeter tels quels à l'égout.**
 - Les produits chimiques et les effluents aqueux fortement chargés sont brûlés ou éliminés en centre de traitement
 - Les huiles et les émulsions de coupe sont en général recyclées avant d'être éliminées de la même manière.
 - On cherche également à recycler les bains de galvanoplastie.
 - Les effluents aqueux peu ou moyennement chargés sont en général traités en interne des entreprises qui génèrent l'effluent.

I Les 4 catégories d'eaux industrielles , II Eau résiduaire

- La plupart des effluents traitables en interne de l'entreprise proviennent principalement de toutes les activités de nettoyage ou de refroidissement.
- Chaque fois que l'on cherche à nettoyer les pièces produites, les machines de production et / ou les locaux de production, on réalise en fait un transfert de la pollution d'un point donné à un autre.
- De même, les liquides aqueux de refroidissement réalisent le même transfert de particules des pièces dans l'eau.

I Les 4 catégories d'eaux industrielles , II Eau résiduaire



- On augmente la complexité du traitement lorsque l'on utilise des « complexants » et / ou des émulsifiants, (acide citrique, savon, ...) qui permettent de maintenir plus facilement les impuretés dans l'eau de lavage.



Choix et maîtrise des processus !

I Les 4 catégories d'eaux industrielles, III Recyclage

1) Recyclage simple

- Sans traitement

2) Recyclage avec filtration simple

- Elimination des particules > 0.1 à $25 \mu\text{m}$

3) Recyclage avec filtration membranaire

- Elimination des molécules organiques et des ions

4) Recyclage sur résine/adsorption sur charbon actif

- Elimination des molécules organiques et des ions

5) Stérilisation sur la boucle

I Les 4 catégories d'eaux industrielles , IV Revalorisation

1) Décantation

- Récupération des particules grossières

2) Filtration

- Récupération des particules fines

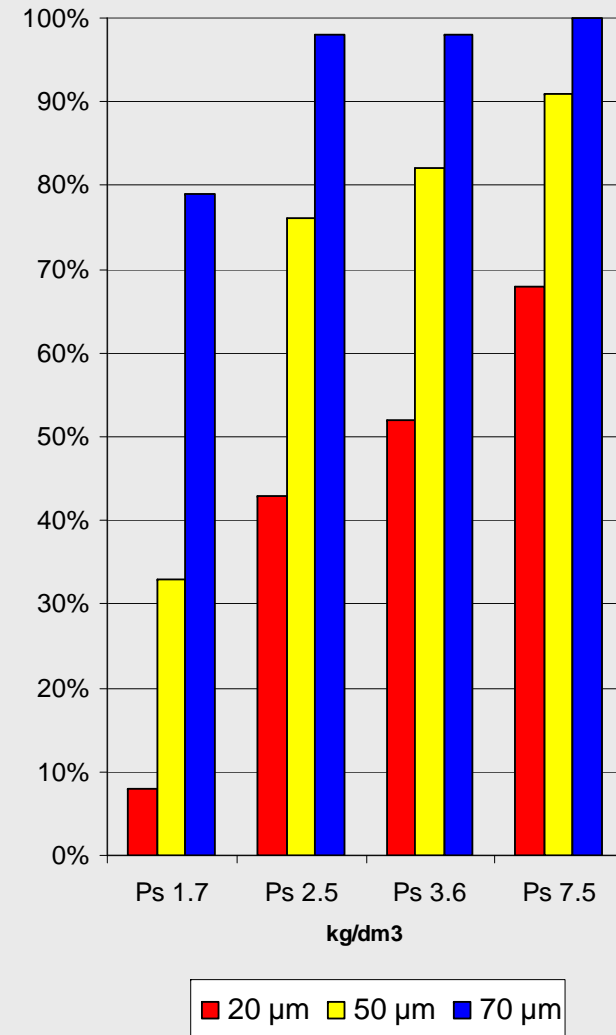
3) Récupération des ions:

3.1) Filtration membranaire

3.2) Traitement physico-chimique

3.3) Electrolyse inverse

3.4) Résines



Le traitement des Eaux Industrielles

Partie I

Questions ?



Le traitement des Eaux Industrielles

Partie II

Les principaux systèmes de traitement pour l'industrie Microtechnique

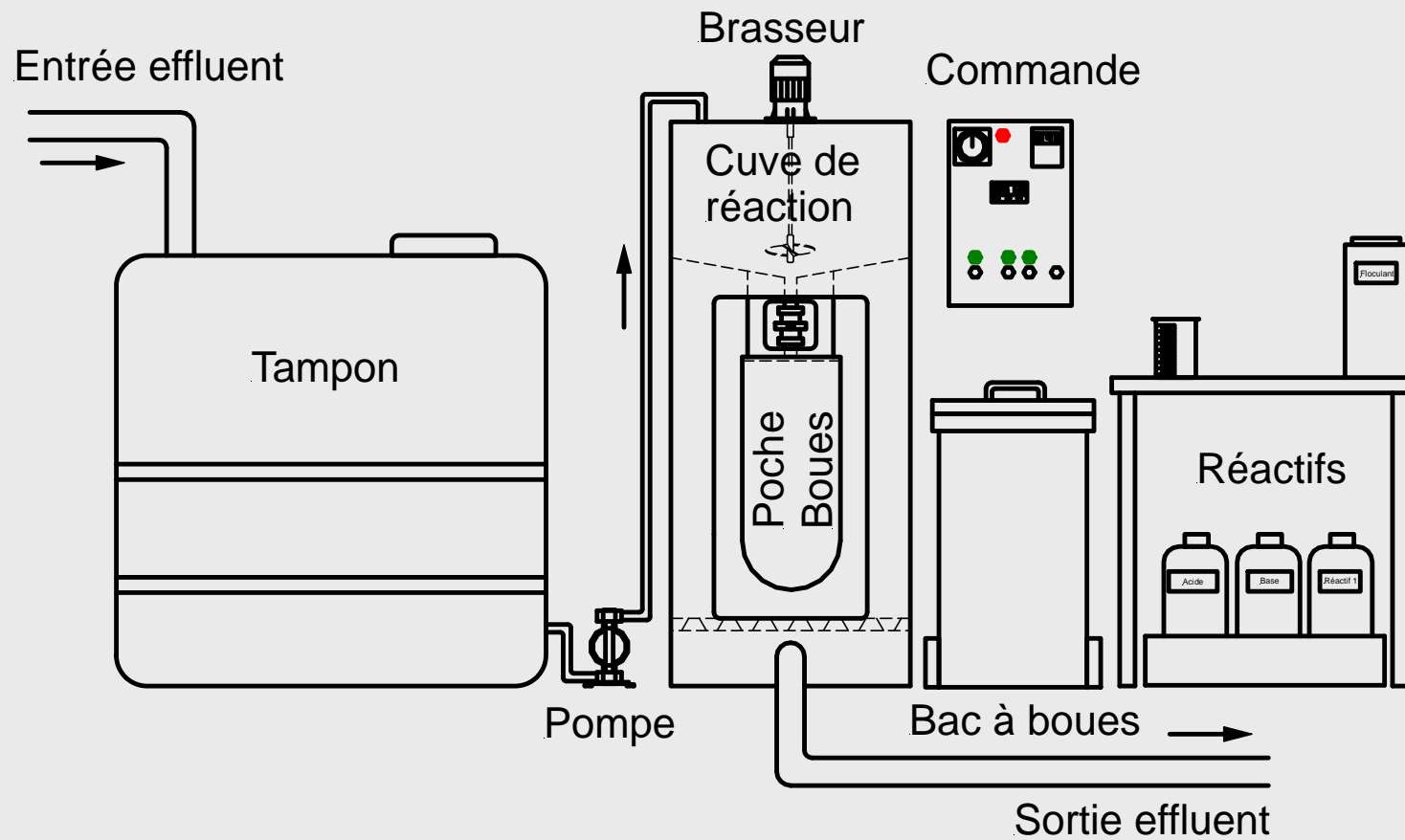
Connaissez-vous les systèmes de traitement existants pour vos eaux ?

II Connaissez-vous les systèmes de traitement existants pour vos eaux ?

- **Il existe de nombreux systèmes de traitement.**
- **Ci après, nous décrivons principalement les solutions que nous connaissons bien et qui sont « d'usage » pour la plupart des industries.**
- **Les systèmes sont présentés indépendamment de la catégorie de traitement d'eau (eau de process, eau résiduaire, ...), puisque les techniques de base sont les similaires.**

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

■ Principe



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

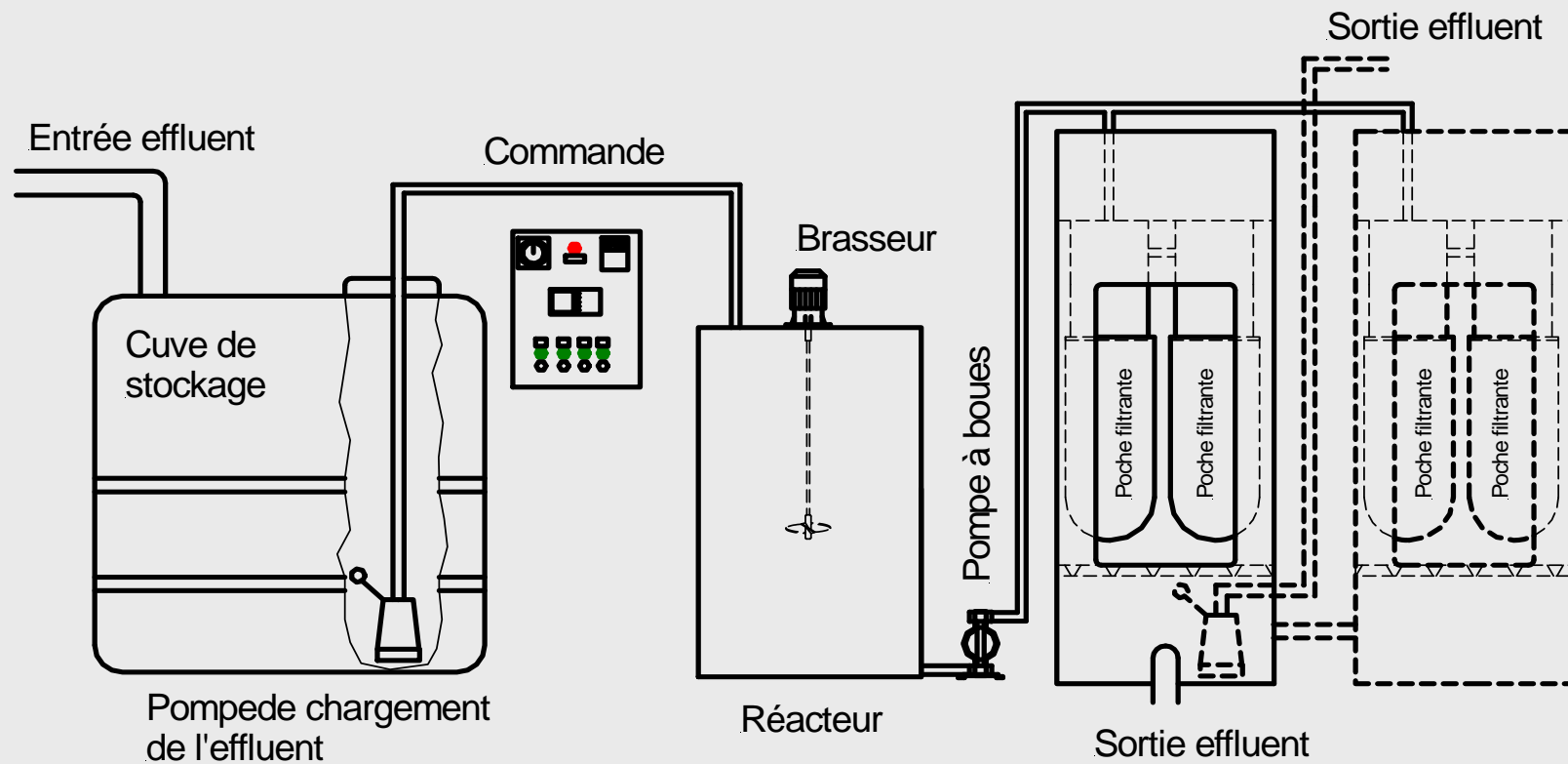
Tampon	Régulation de la charge et du débit
Insolubilisation	
Coagulation Neutralisation	➤ Ajout de réactifs ➤ Brassage
Floculation	
Filtration Décantation Séparation	➤ Filtration sur poche tissu / papier ➤ Filtration sur bande papier ➤ Filtration par filtre presse ➤ Décantation à travers un décanteur vertical, lamellaire ou centrifuge ➤ Élimination des boues (Incinération)

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

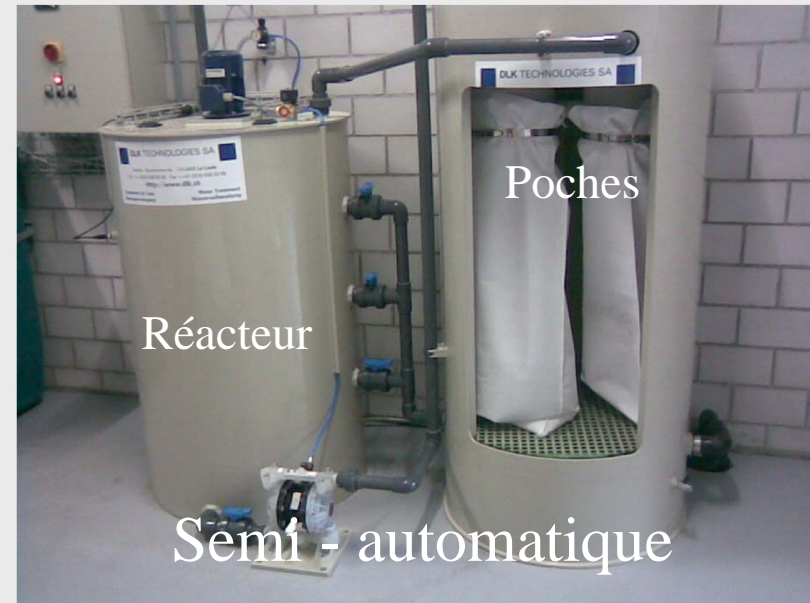
- Les systèmes proposés sont, en fonction du débit :
 - En batch semi-automatique, filtration par poche ou en bande
 - En batch automatique, filtration par poche ou en bande
 - En batch automatique, filtration par filtre presse
 - En ligne, filtration par filtre presse
 - En ligne, filtration par centrifugeuse

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- La figure suivante montre une installation de traitement physico-chimique semi-automatique avec filtres à poches, prévue pour des débits de l'ordre de 500 l à 4 m³ par semaine.



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique?



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- Exemple, semi-automatique, réacteur 1 m³ avec poches



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- La « Recette » fournie avec les installations de traitement semi-automatiques peut ressembler à celle ci-dessous.

Étapes	Produits	Quantité		Temps de brassage	pH	Matériel de mesure
		par m3	par charge (500 l)			Cuve
1	ECORED 15	4 l	2 l	2 minutes	7	Broc
2	FL 292	2 l	1 l	2 minutes	6	
3	DLK-N-E-1	1 l	0.5 l	2 minutes	7.5 – 8.5	
4	DLK CB	3 kg	1.5 kg	2 minutes	<i>Descend entre 0.5 et 1 unité</i>	Spatule
				1 à 6 minutes		

- La « Recette » est définie en fonction d'un effluent donné. Elle doit être corrigée si le(s) effluent(s) change(nt) de manière significative.

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

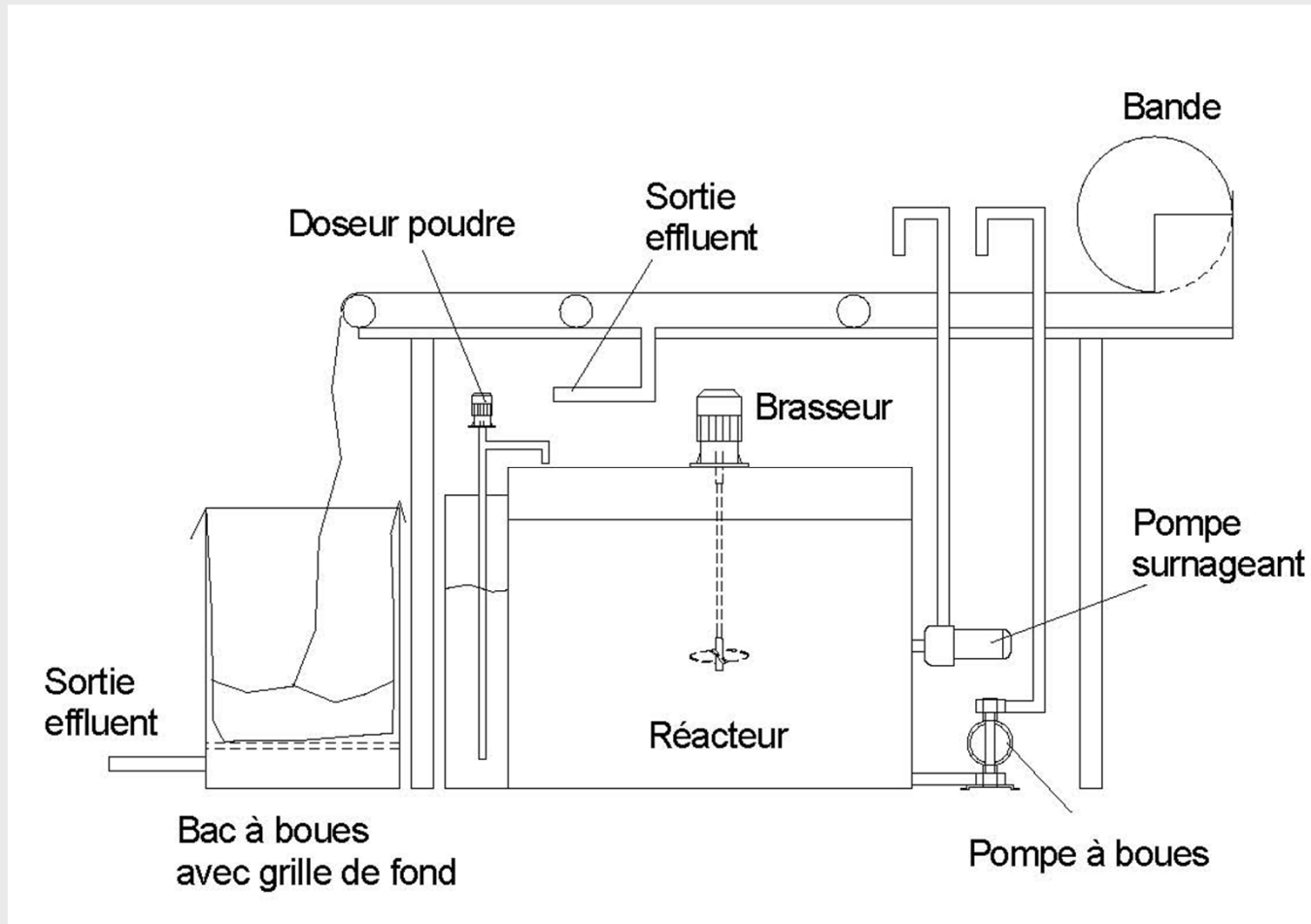
- La « Recette » fournie avec les installations de traitement semi-automatiques peut ressembler à celle ci-dessous.

Étapes	Produits	Quantité		Temps de brassage	pH	Matériel de mesure
		par m3	par charge (1000 l)			Cuve
1	ECORED 15	0.75 l	0.75 l	2 minutes	8	Broc
2	ECOFER	1.5 l	1.5 l	2 minutes	3	
3	DLK-N-E-2	0.75 l	0.75 l	2 minutes	7.5 – 8.5	
4	DLK CB	1.5 kg	1.50 kg	2 minutes	<i>Descend entre 0.5 et 1 unité</i>	Spatule
				1 à 6 minutes		

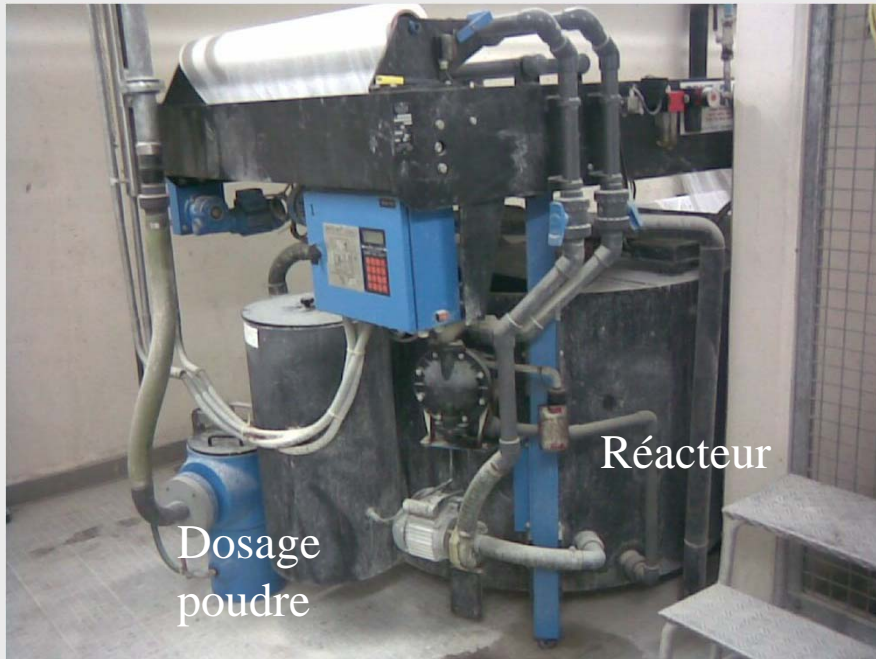
- La « Recette » est définie en fonction d'un effluent donné. Elle doit être corrigée si le(s) effluent(s) change(nt) de manière significative.

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- La figure suivante montre une installation de traitement physico-chimique automatique avec filtre à bande, prévue pour des débits de l'ordre de 400 à 800 l/h.

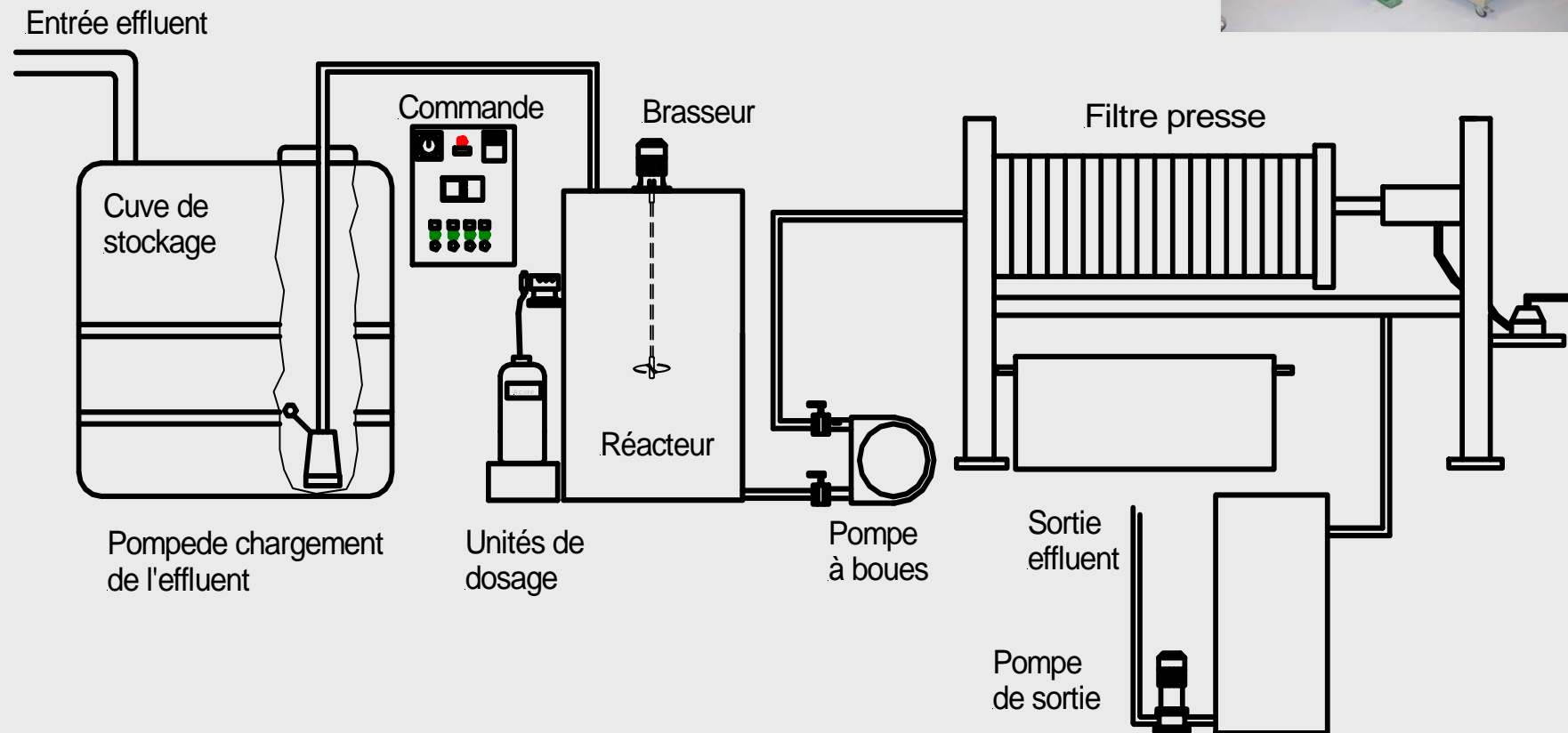


II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique



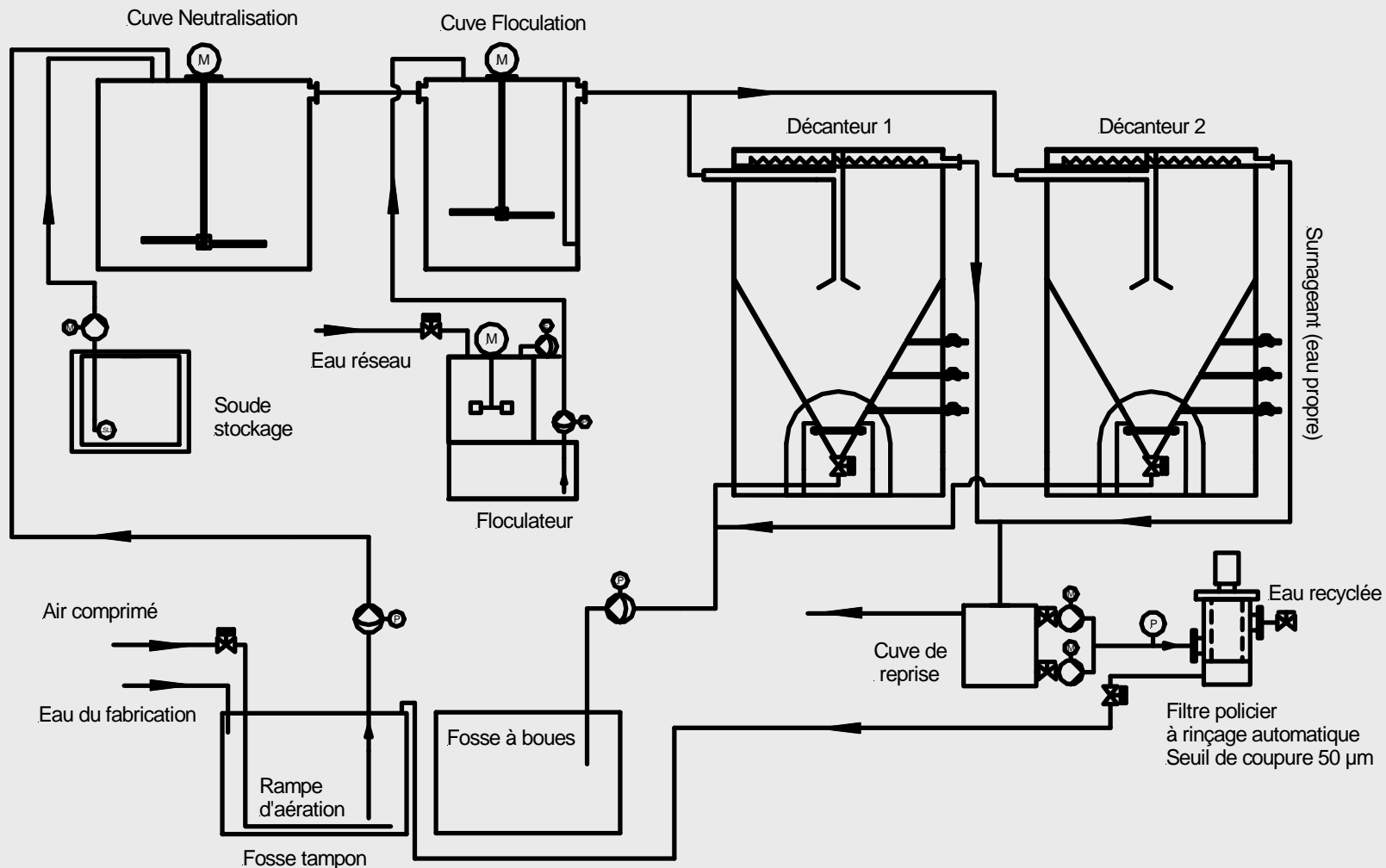
II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- La figure ci-dessous montre une installation de traitement physico-chimique automatique avec filtre presse, prévue pour des débits pouvant aller jusqu'à 40 m³ par semaine.



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- La figure ci-après, montre une installation de traitement physico – chimique entièrement automatique permettant de traiter des débits de l'ordre de 3 à 5 m³ par heure.



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique



Sortie

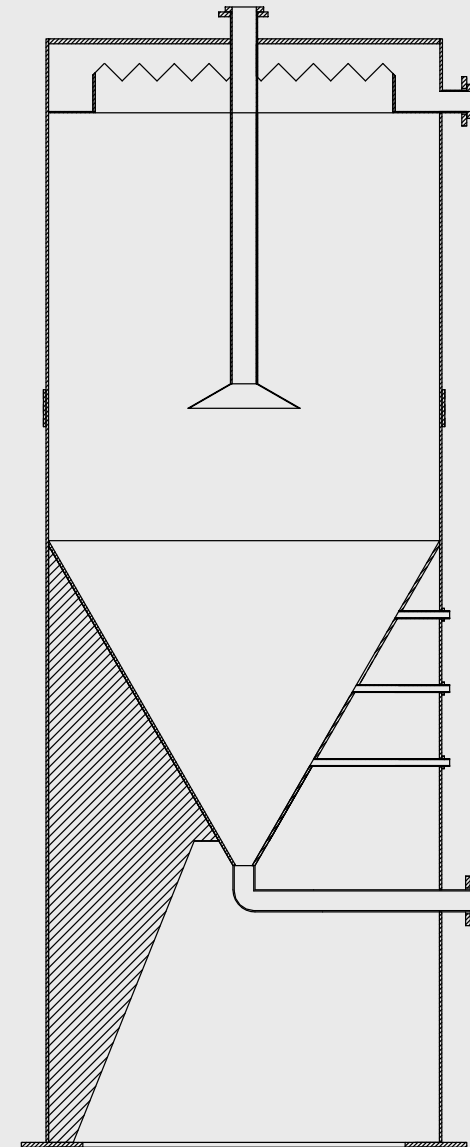
- Le système ici peut traiter en automatique entre 1 m³/h et 10 m³/jour, en ligne grâce au décanteur vertical



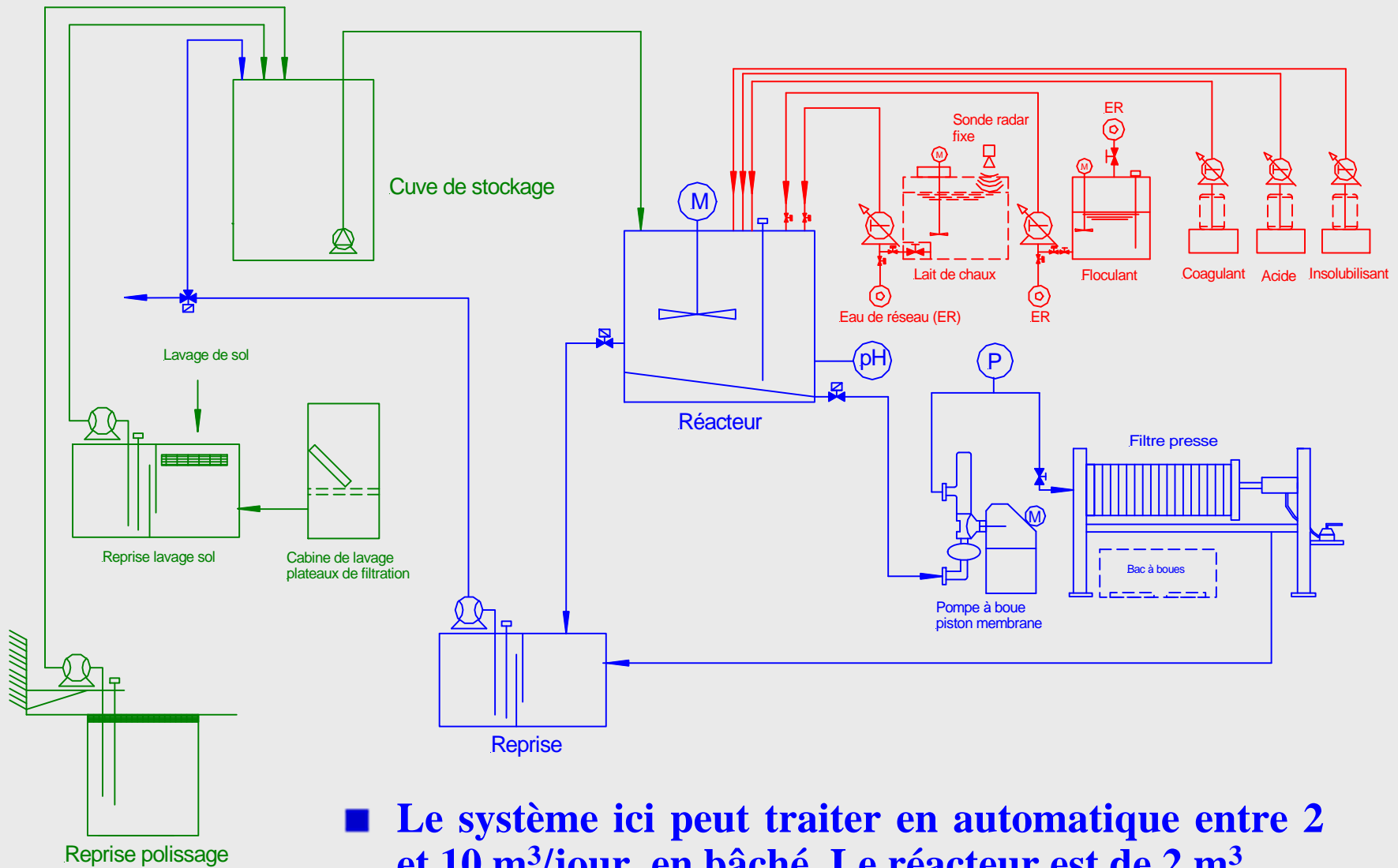
Le surverse est crénelée



Cuve de stockage et doseurs
Au fond, on voit le bas du décanteur

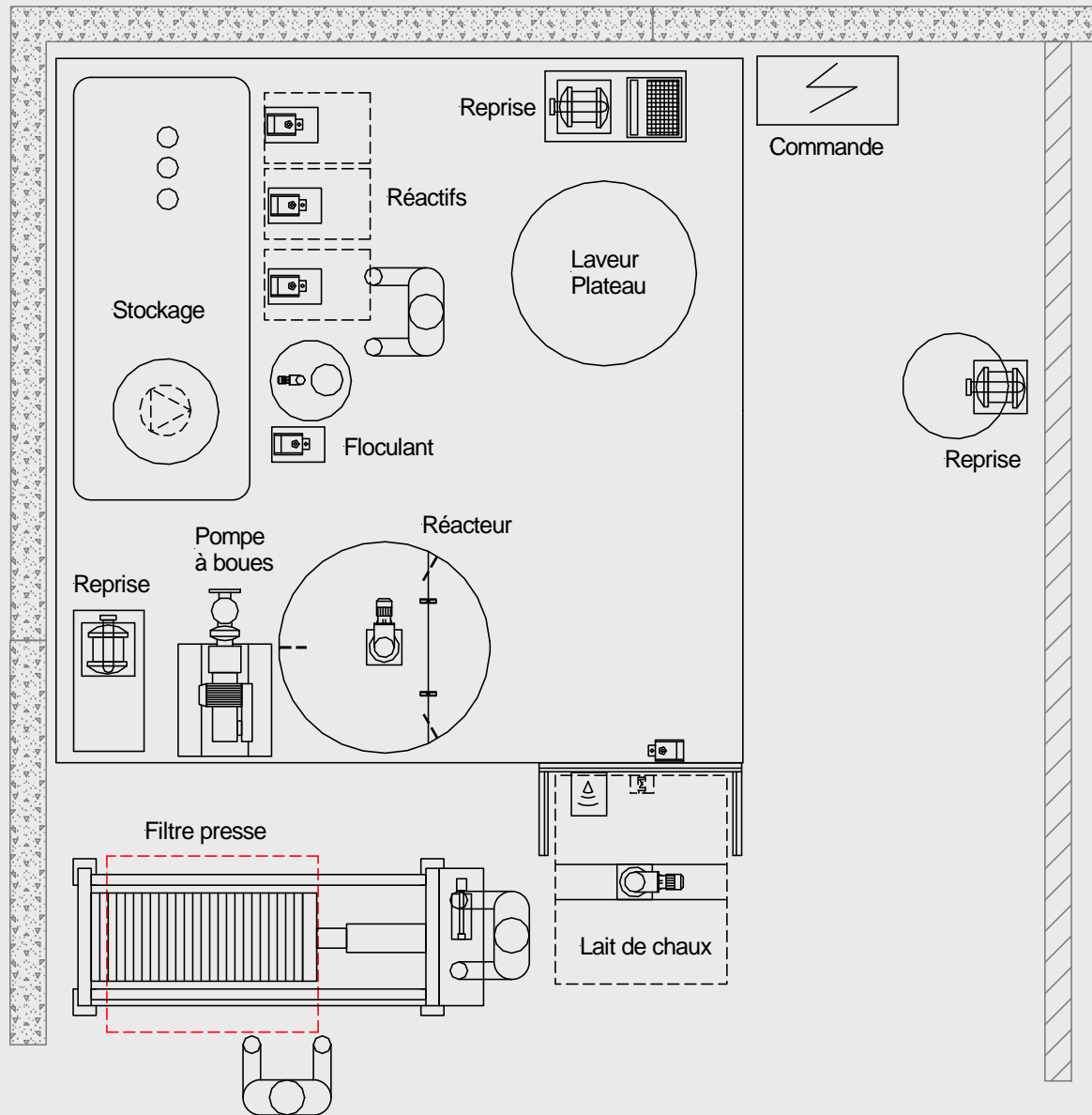


II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique



- Le système ici peut traiter en automatique entre 2 et 10 m³/jour, en bâché. Le réacteur est de 2 m³.

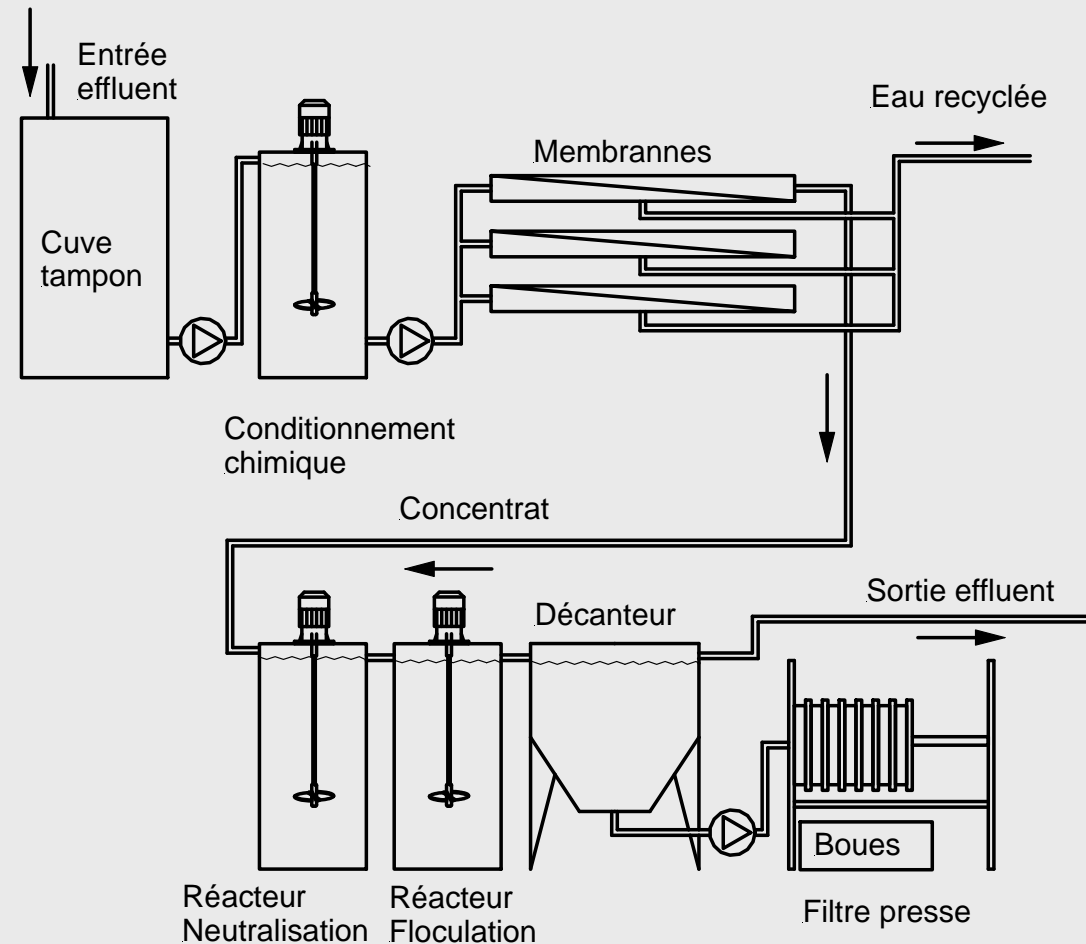
II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique



Lait de chaux concentré
«plug & play»

II Systèmes de traitement, réduction des volumes à traiter en physico-chimique par concentration sur filtration membranaire

- La figure ci-contre illustre une installation membranaire (44 m³ jour, 2.2 m³/h) dont le concentrat est traité par une unité physico-chimique.
- En cas de défaillance du système membranaire, l'unité physico-chimique est apte à prendre le relais.



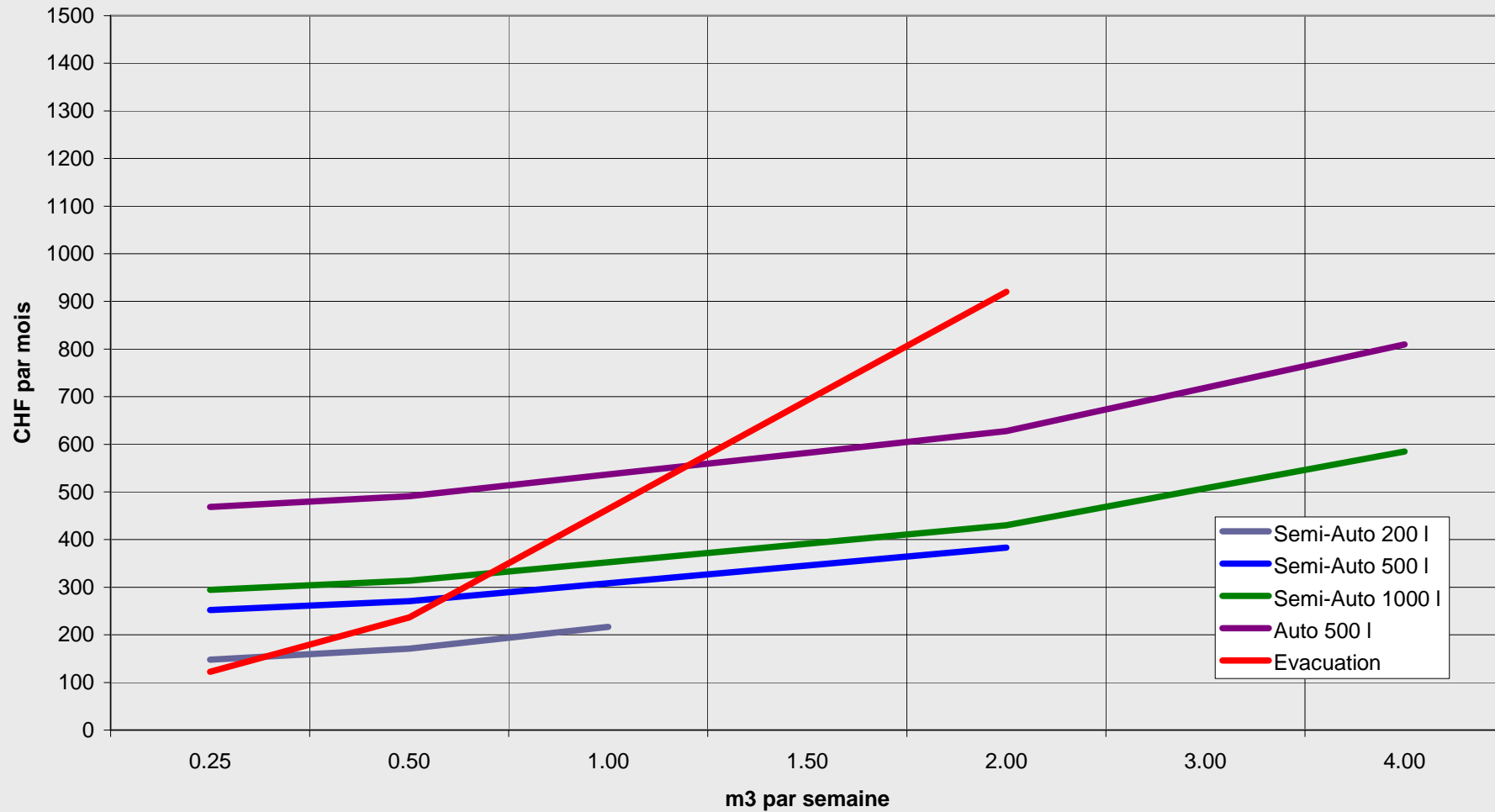
II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- Exemple automatique, in line, 3 m³/h avec décanteur lamellaire



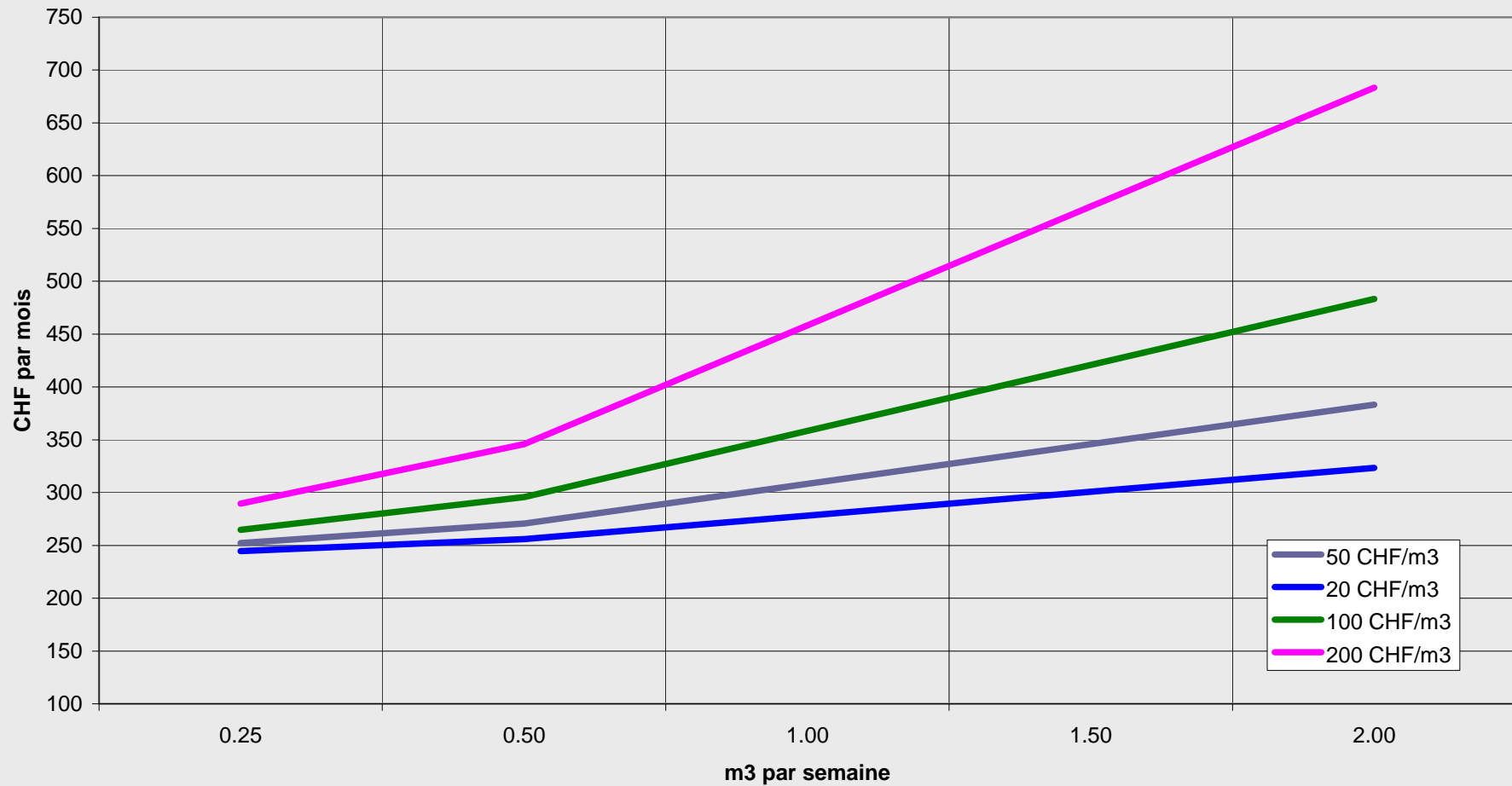
II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

Frais d'exploitation en fonction du type d'installation
Frais réactifs 50 CHF/m³



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

Frais d'exploitation en fonction du type d'installation
Frais réactifs variables
Installation semi-automatique, 500 l



II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

BILAN

- L'avantage des systèmes physico chimiques, est que le matériel est relativement simple, donc économique.
- Il est toujours techniquement possible de trouver une réaction chimique. La validation économique est plus délicate.

II Systèmes de traitement, Le Physico-chimique

- Comparaison des systèmes de filtration pour les systèmes physico-chimiques (et électrocoagulation).

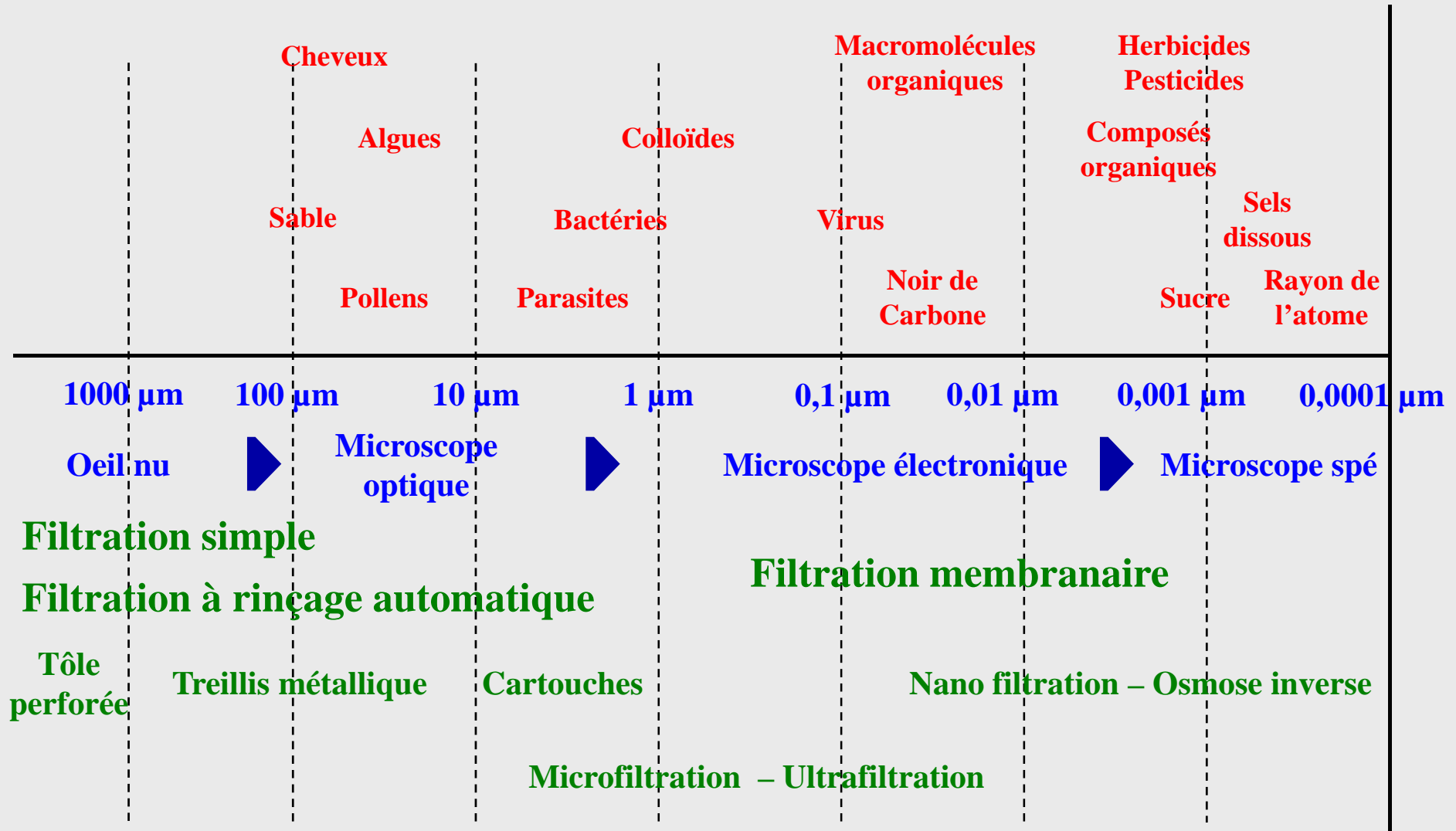
	Frais		Encombrement	Volume de boues traitées	Cissité des boues
	Achat	Exploitation			
Poches filtrantes	++	-	+	-	+
Bande filtrante	+	+	+	+	-
Filtre presse	-	+	-	++	++
Big Bag	++	-	+	+	+
Centrifugeuse	-	++	++	+++	+++



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire

- Pour le traitement des eaux, on peut distinguer deux niveaux de filtration membranaire
 - L'ultrafiltration UF / microfiltration MF
 - Filtration particulaire
 - Séparation des polluants
 - Prétraitement physico-chimique
 - Rejet en station d'épuration
 - La nanofiltration NF/ l'osmose inverse OI (en Anglais RO)
 - Filtration moléculaire
 - Concentration des polluants / matières revalorisables
 - Conditionnement chimique
 - Recyclage

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire



Le spectre de filtration

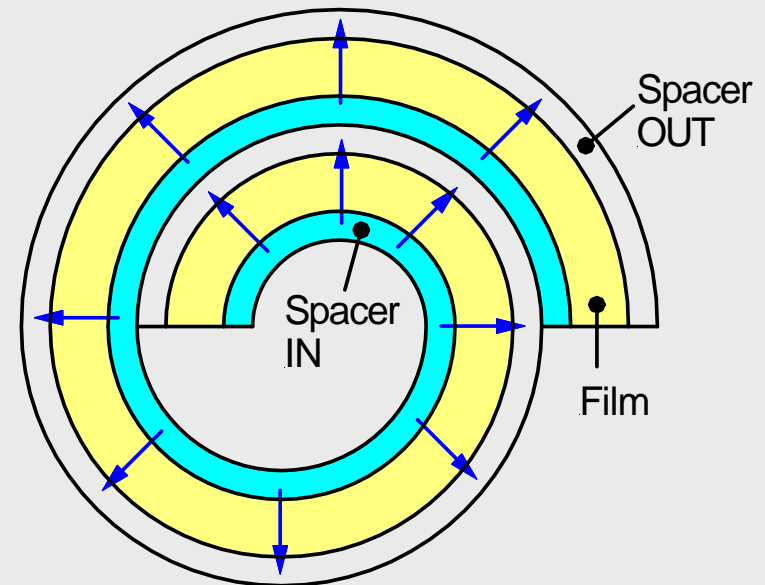
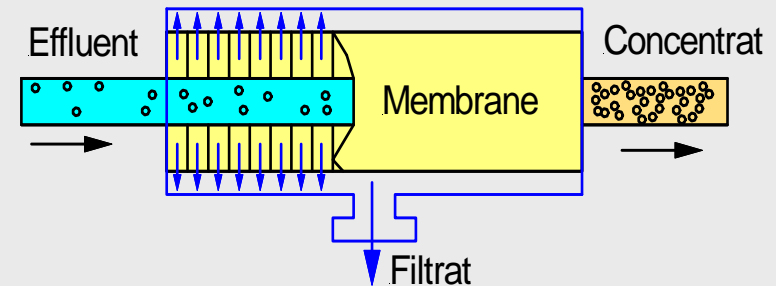
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire

■ Principe de base

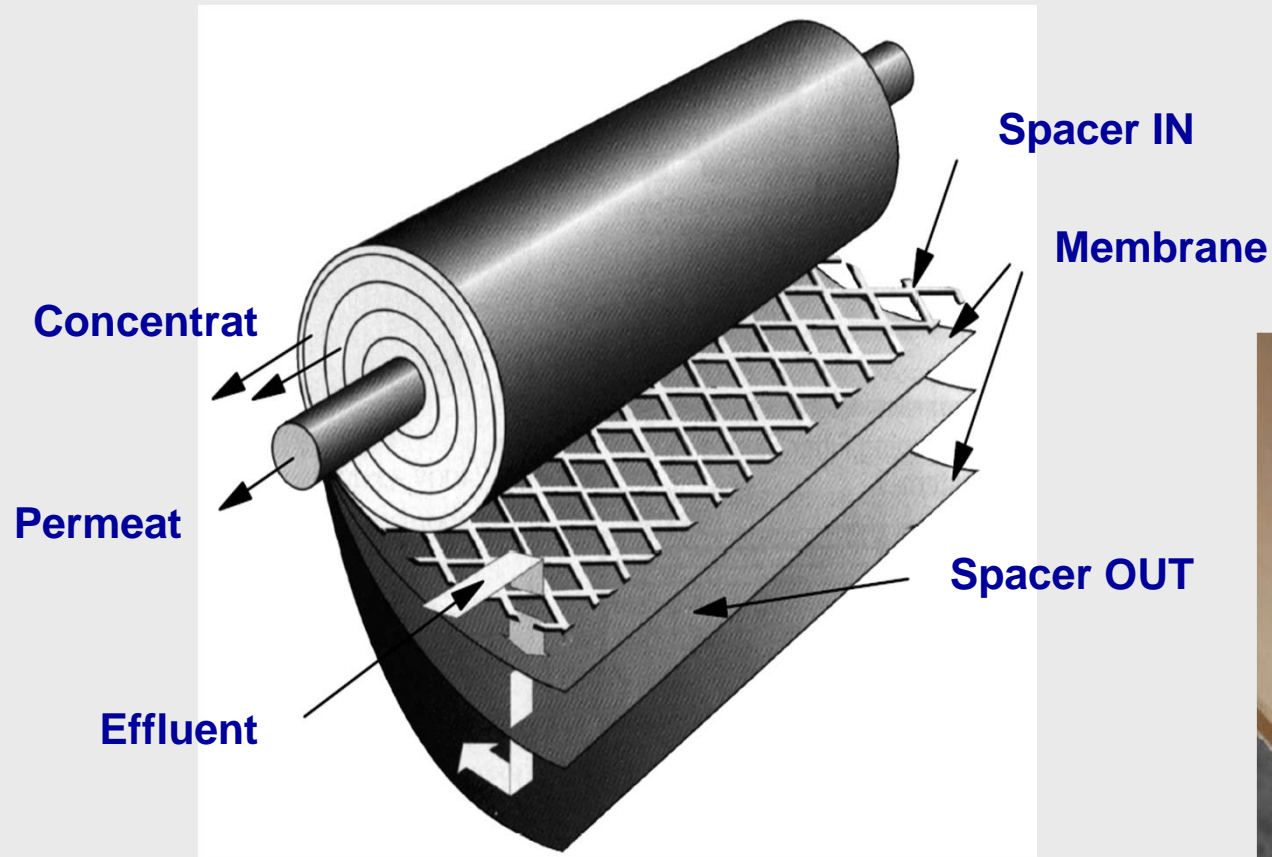
- Le principe consiste à faire passer l'effluent sous pression à travers une membrane poreuse.
- On parle de filtration tangentielle, c'est-à-dire que le filtrat, l'eau traitée, passe tangentiellement sur la sortie.



Vue en coupe de membranes céramiques. Il existe une multitude de formes. Les membranes céramiques sont (presque) inusables.

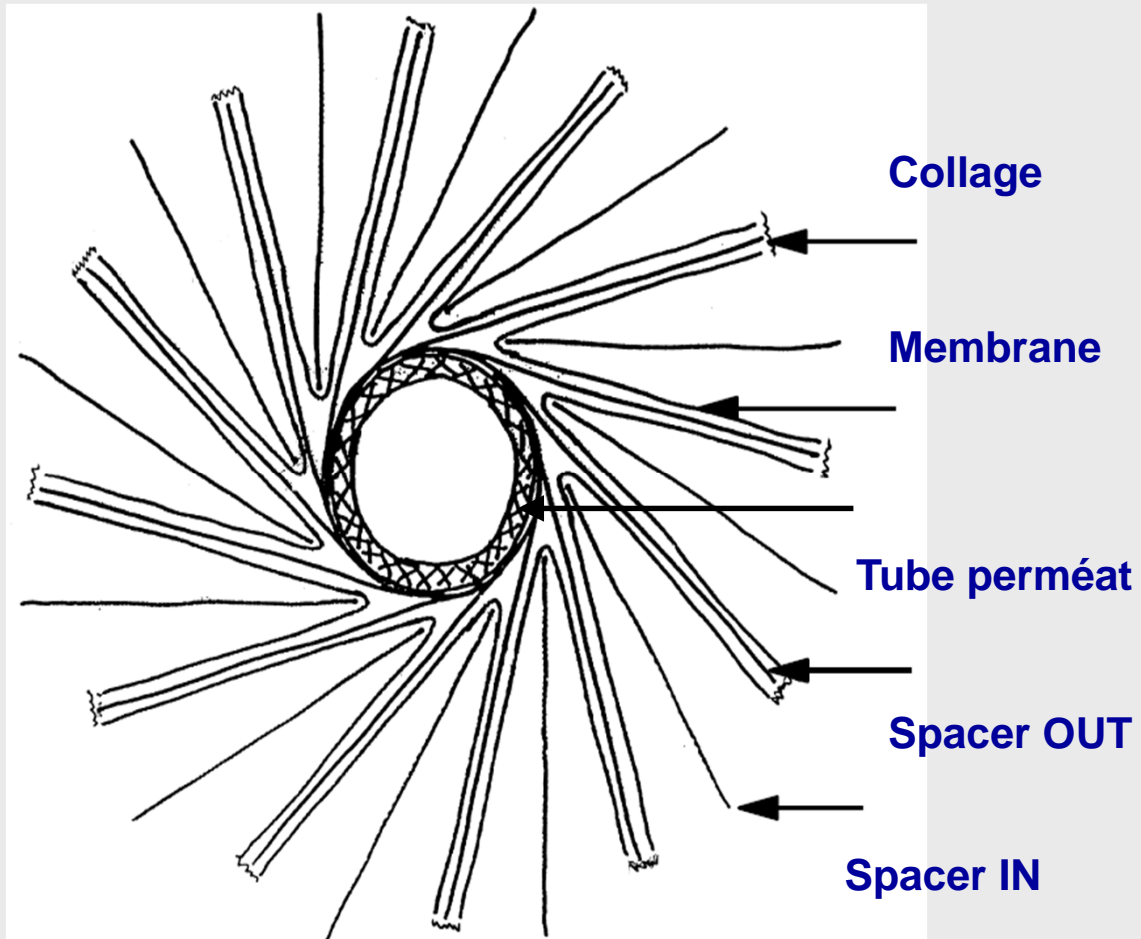


II Systèmes de traitement, La filtration membranaire



Détail d'une membrane spiralee (osmose inverse), p1

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire

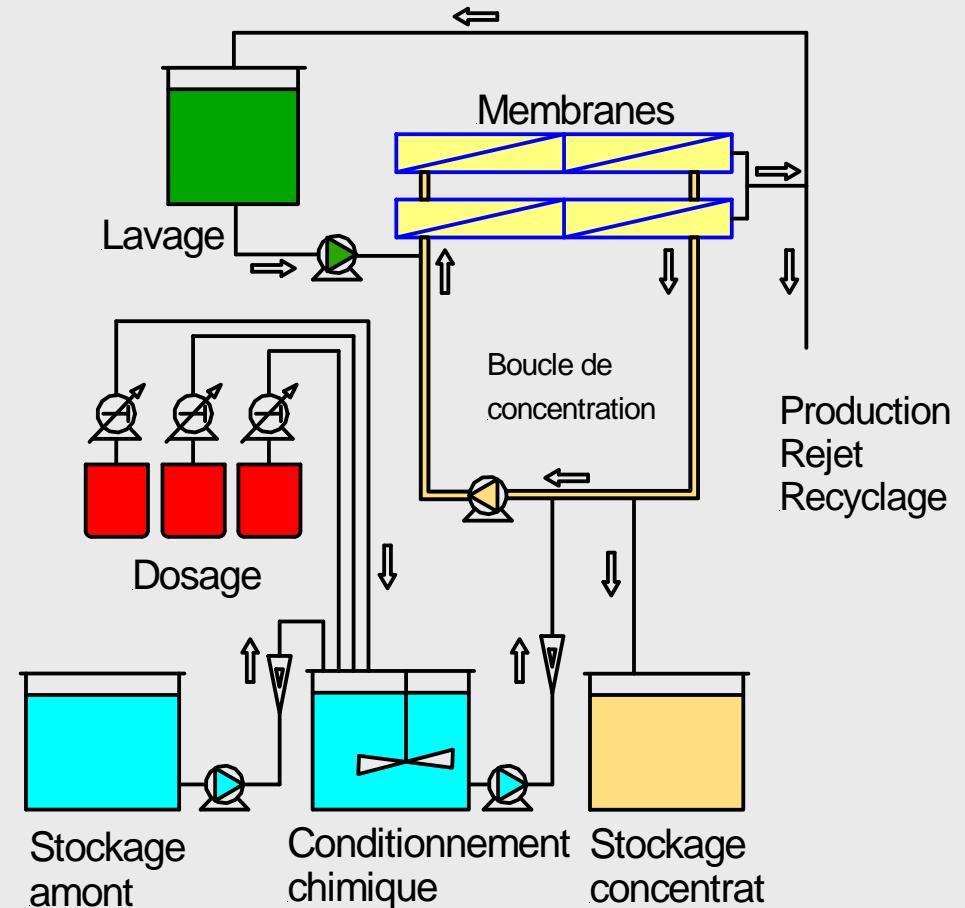


Détail d'une membrane spiralee (osmose inverse), p2

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire

■ Mise en oeuvre

- Il s'agit du principe appliqué pour le recyclage ou le traitement d'eau chargée
- Le concentrat est soit éliminé, soit traité par un système complémentaire, par exemple un système physico-chimique
- Le filtrat peut être soit utilisé, soit rejeté, soit recyclé



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, recyclage par osmose inverse

Tampon	Régulation de la charge et du débit
Filtration particulaire (20 µm)	<ul style="list-style-type: none">➤ Bande filtrante➤ Filtre à cartouche➤ Microfiltration
Solubilisation totale	<ul style="list-style-type: none">➤ Ajout de réactifs➤ Brassage
Filtration Concentration	<ul style="list-style-type: none">➤ Filtration moléculaire

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, recyclage par osmose inverse



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, recyclage par osmose inverse



II Systèmes de traitement, alternative membranaire Applications pour les lessiveries

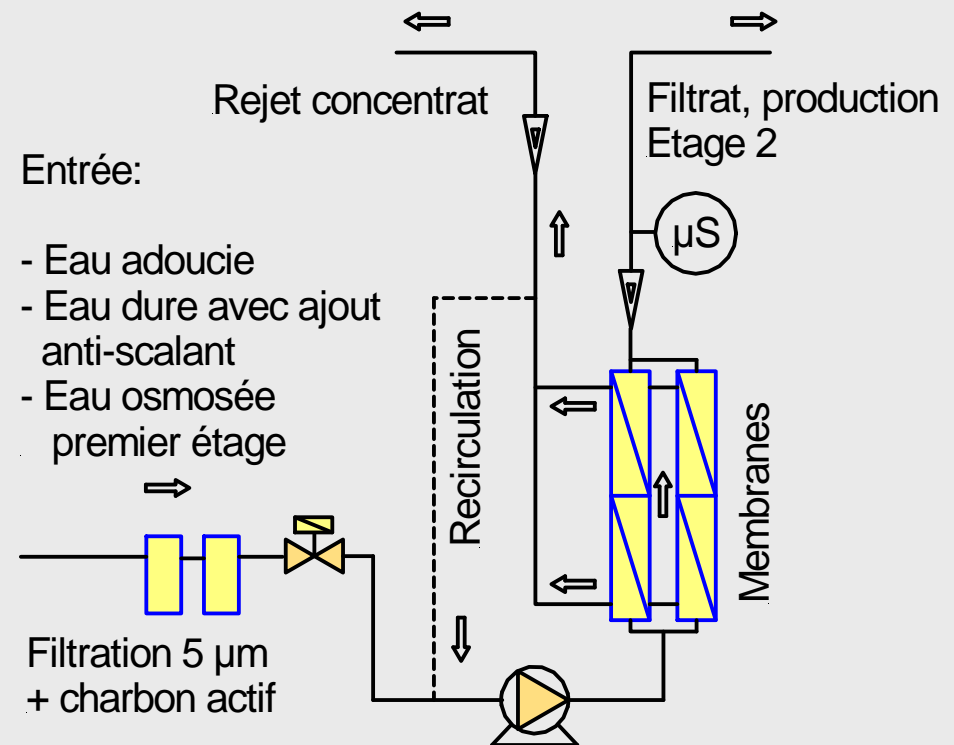


FSRM 12.2.2020

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse

■ Traitement par filtration membranaire, principe simplifié

- Il s'agit du schéma d'une installation d'osmose (OI) qui utilise une eau déjà d'excellente qualité
- Le concentrat est soit éliminé, soit réutilisé pour d'autres applications (eau grise)



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse

Filtration particulaire (5 µm) Elimination du chlore	➤ Filtre à cartouche ➤ Cartouches charbon actif
Solubilisation totale	➤ Adoucisseur (remplacement Ca par Na) ➤ Ajout d'antiscalant
Filtration	➤ Filtration moléculaire

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



L'osmose inverse, exemple



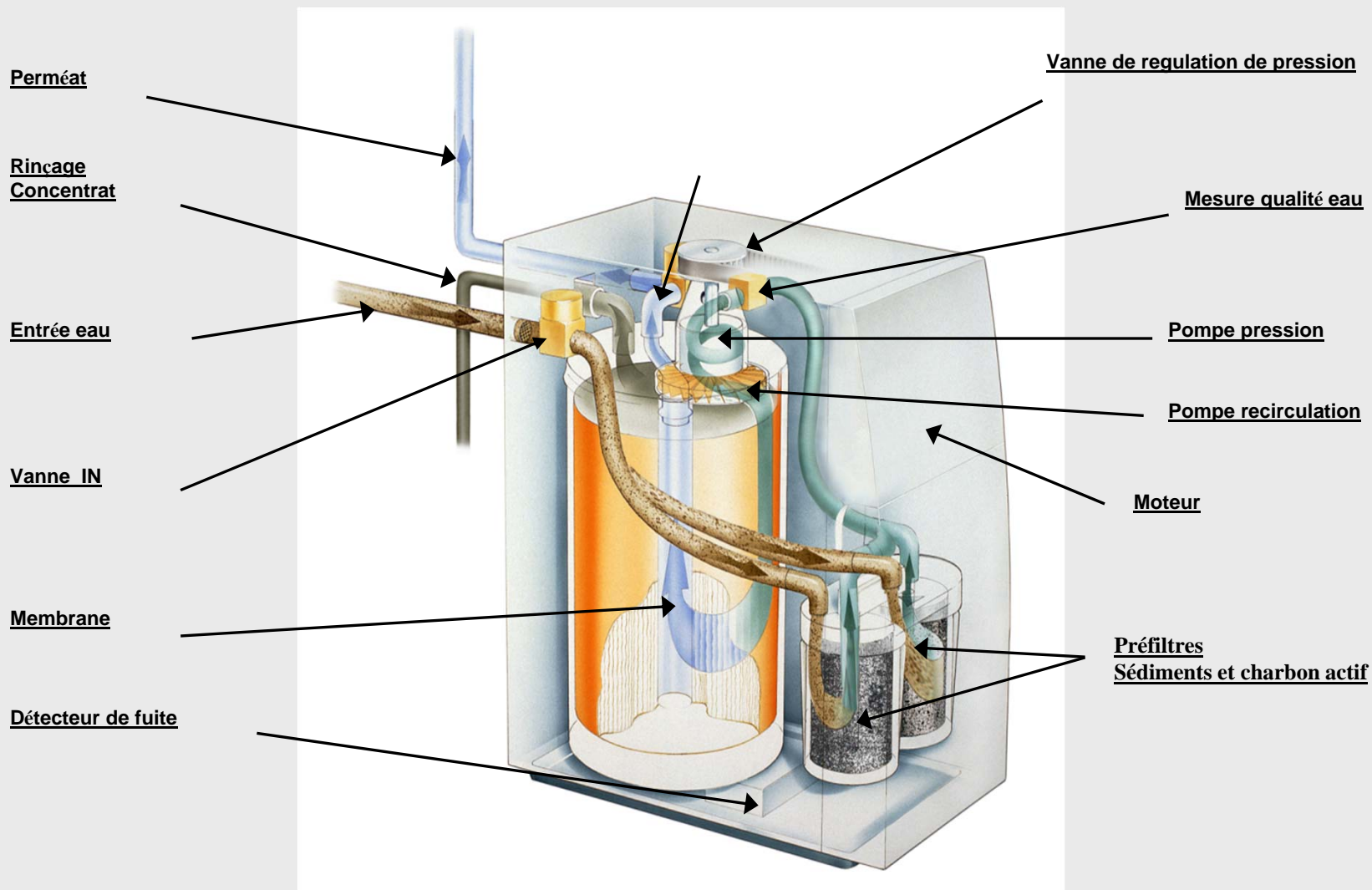
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



L'osmose inverse, exemple

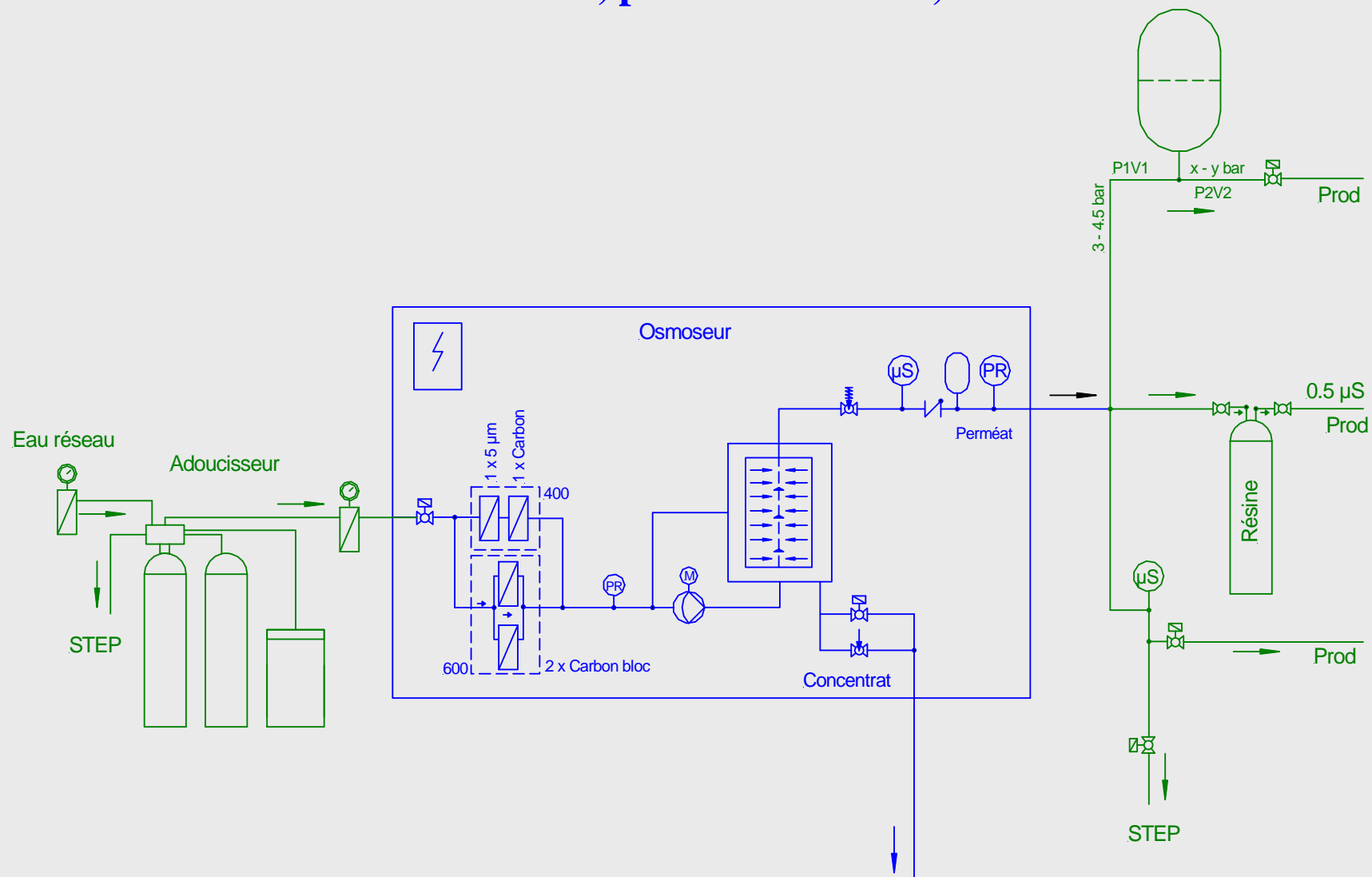


II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



L'osmose inverse, exemple, PRO 600

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



L'osmose inverse, exemple, PRO 600

FSRM 12.2.2020

65

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



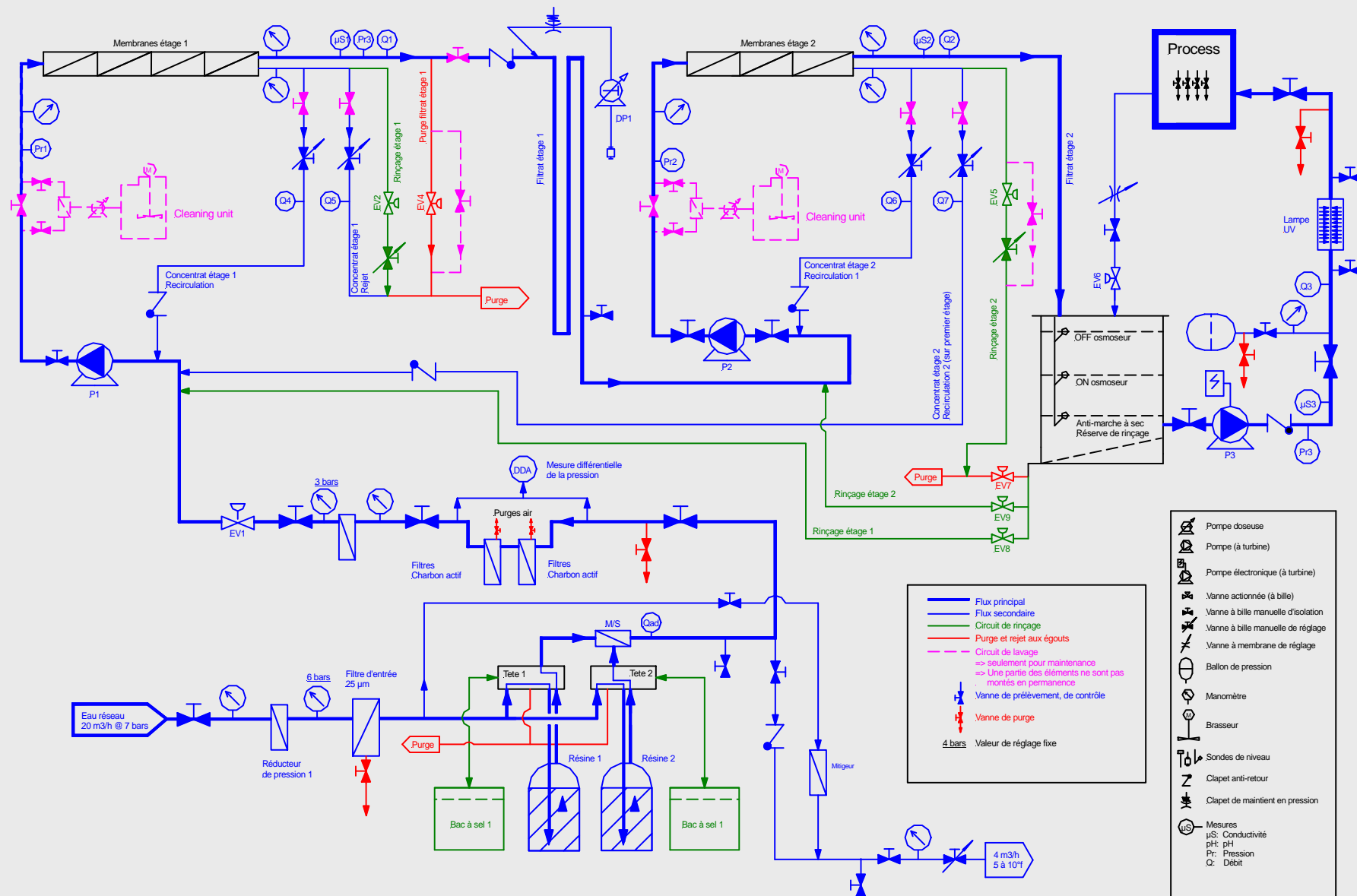
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



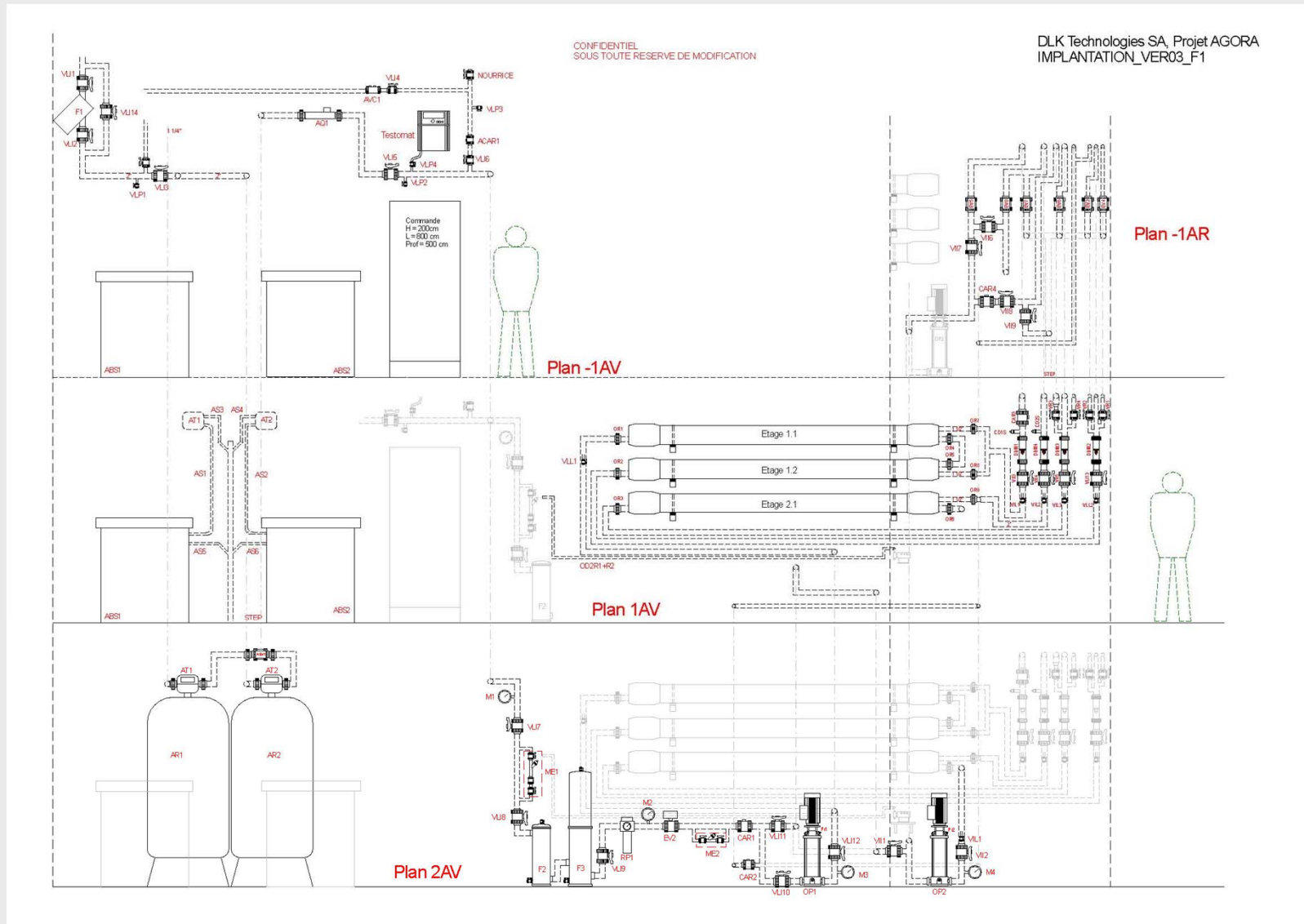
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse



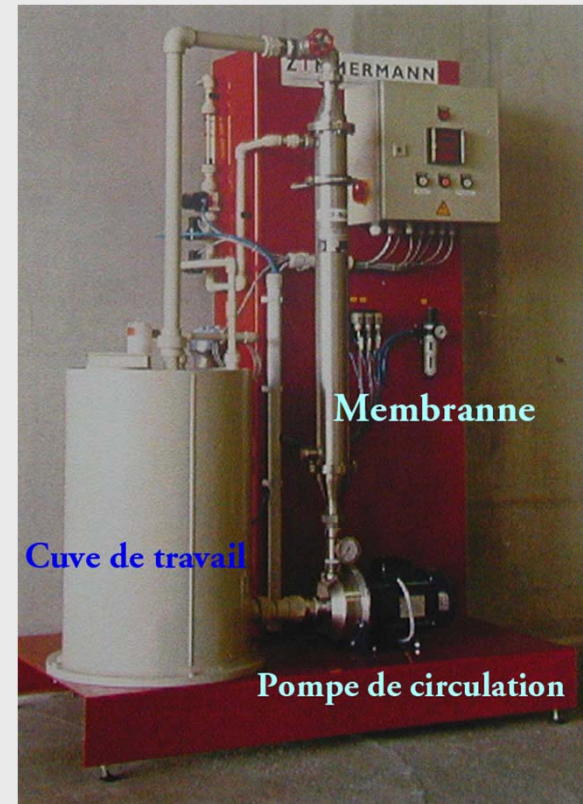
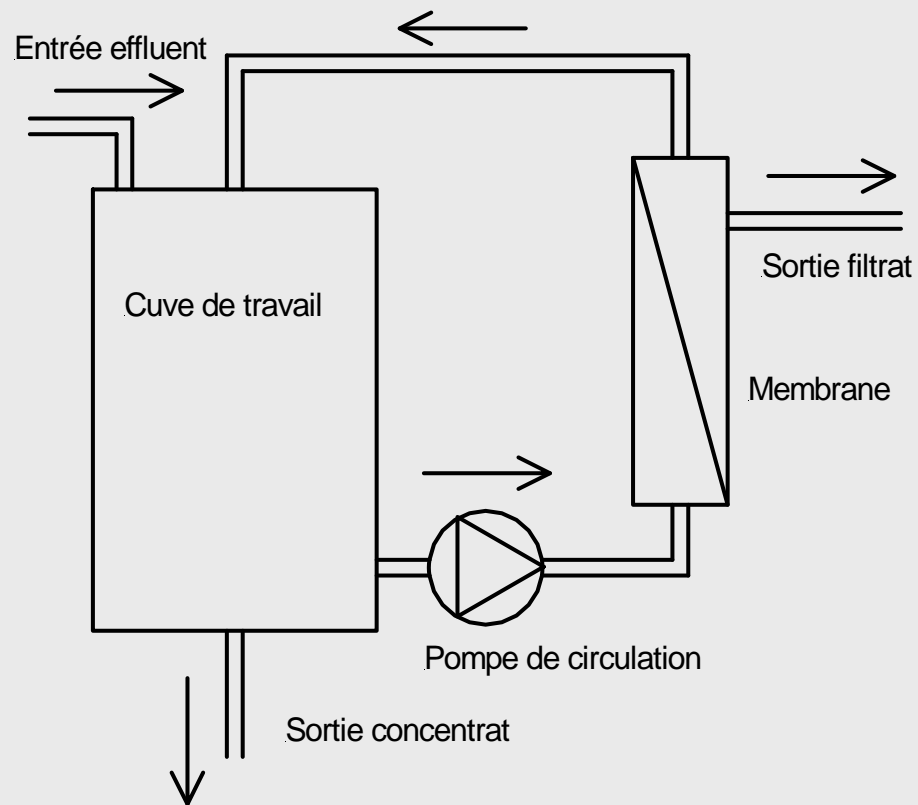
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse double



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, production d'eau, l'osmose inverse double



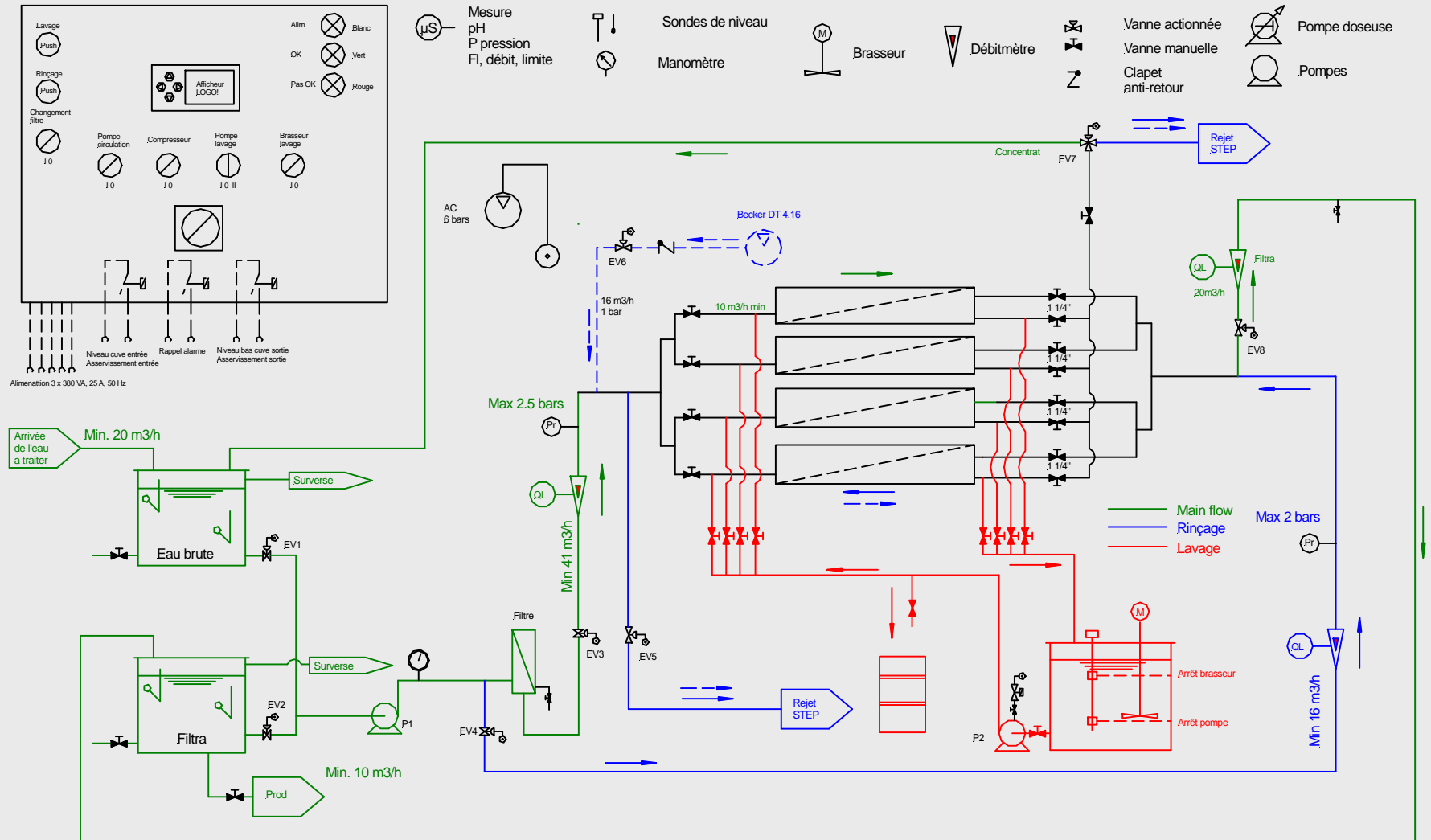
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, L'ultrafiltration (UF)



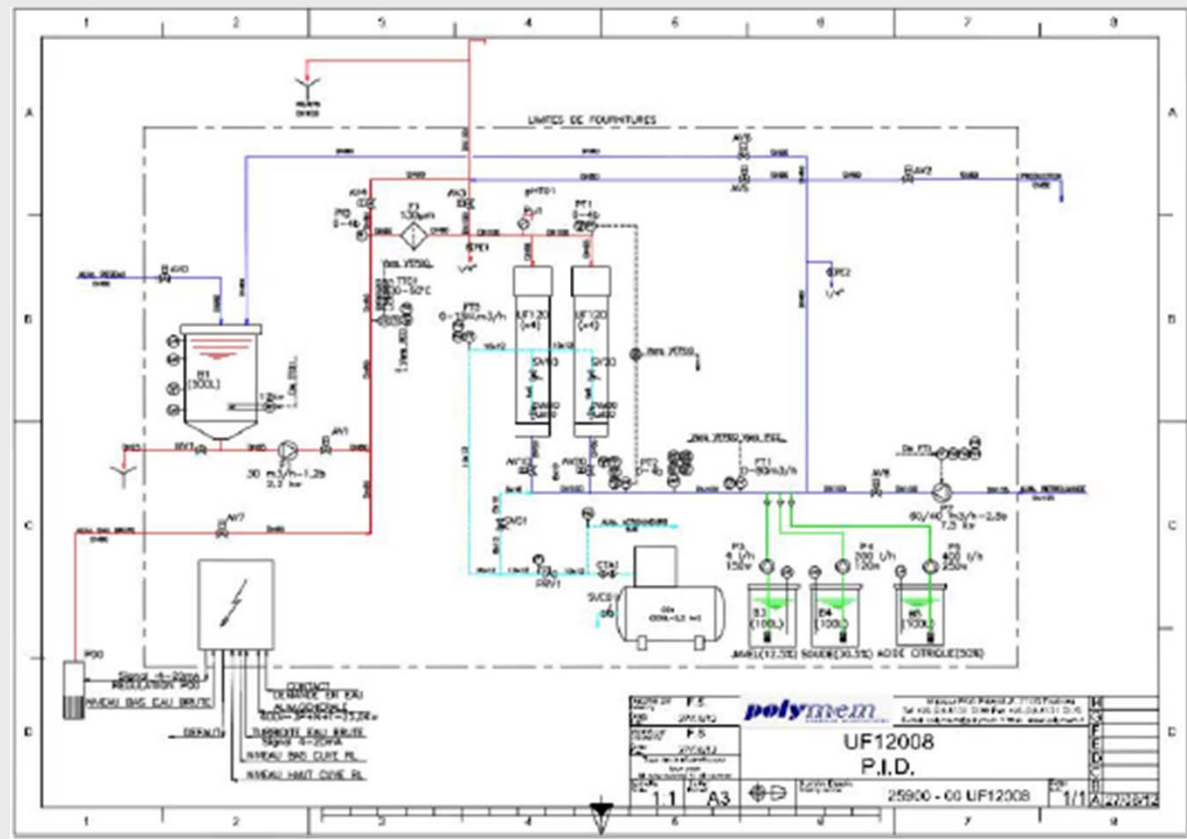
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration capillaire, potabilisation



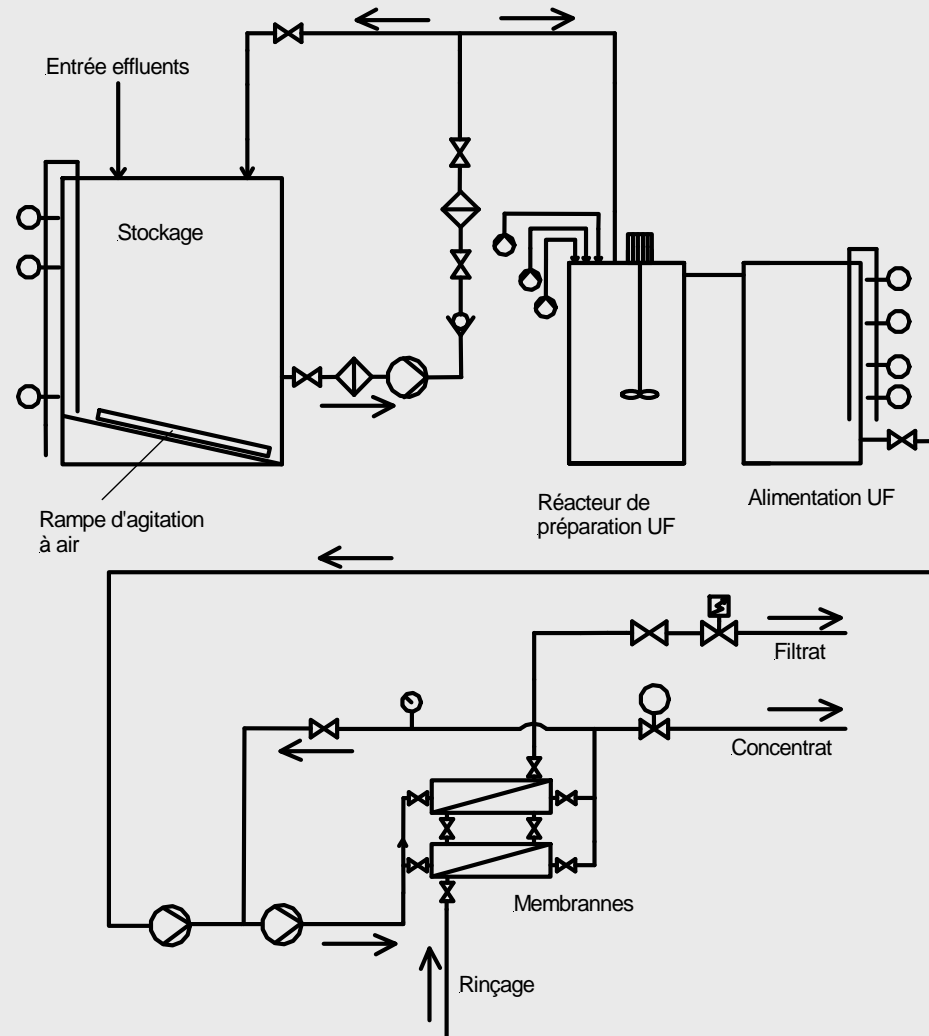
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration capillaire, potabilisation



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration capillaire, potabilisation



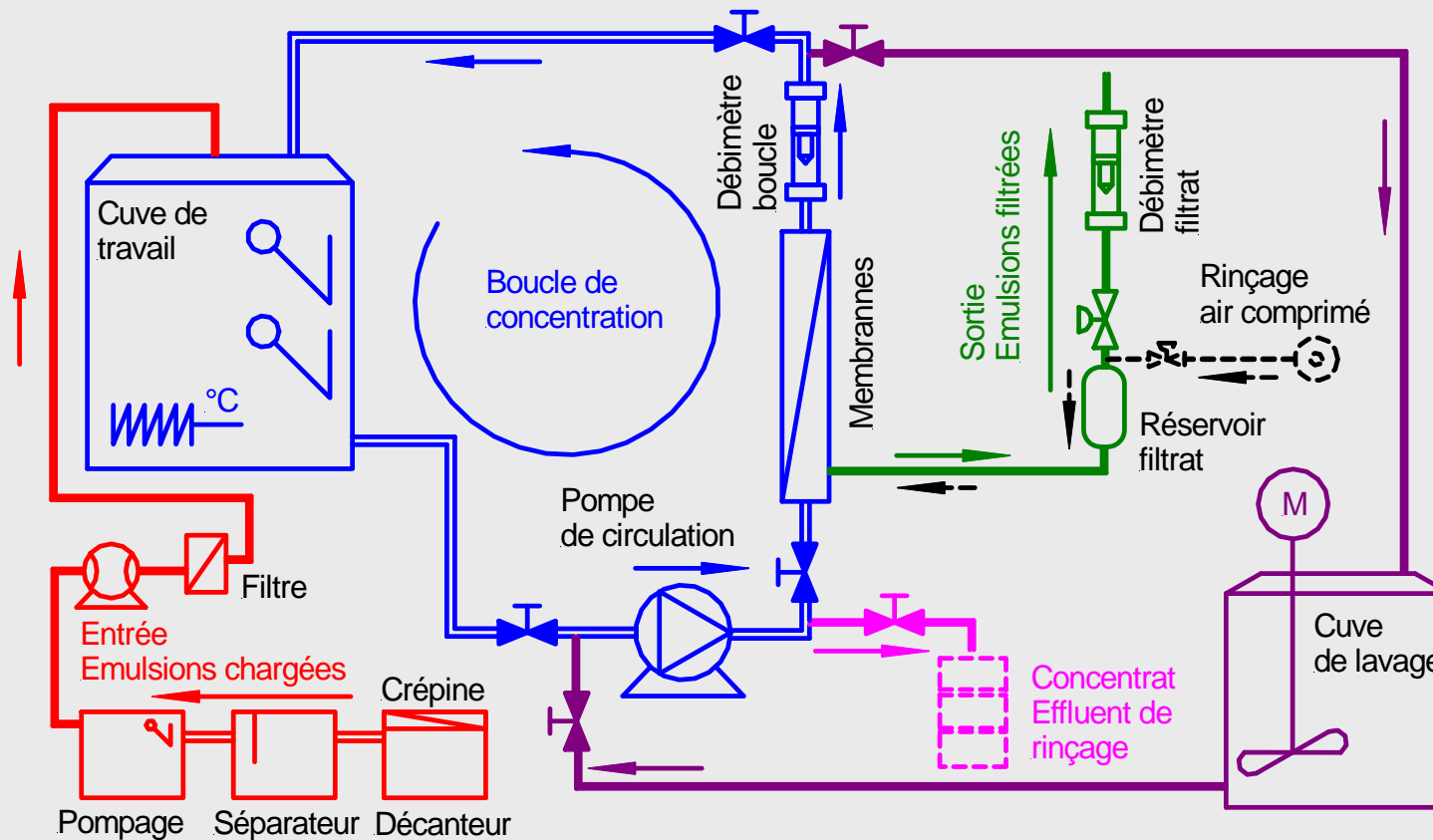
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration capillaire, mise en conformité Traitement des effluents de polissage



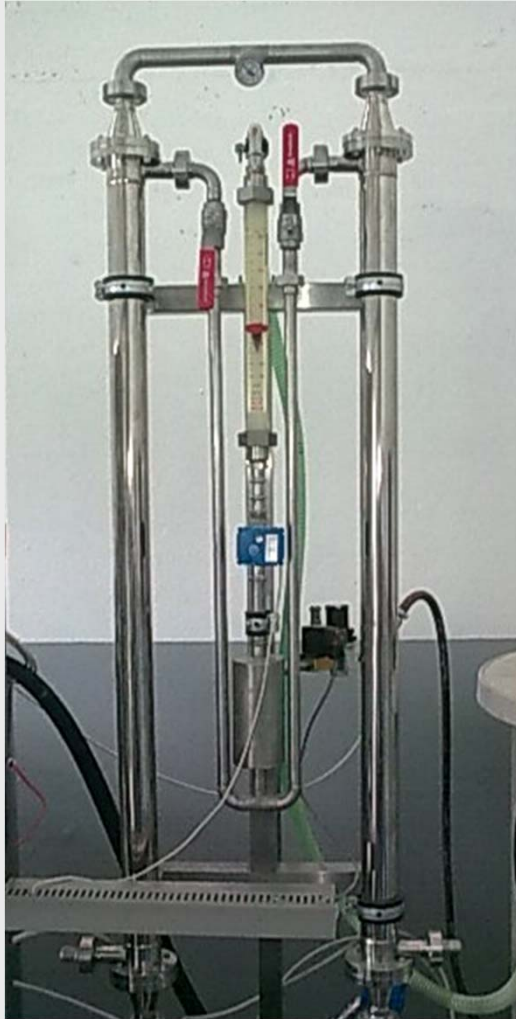
II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration capillaire, mise en conformité Traitement des effluents de polissage

Tampon	Régulation de la charge et du débit
Filtration particulaire (200 µm)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Filtre à panier ➤ Bande filtrante
Insolubilisation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ajout de réactifs ➤ Brassage
Coagulation Neutralisation	
Filtration Séparation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Filtration par la membrane des métaux coagulés

II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration céramique, mise en conformité Traitement des émulsions de coupe usagées



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire, l'ultrafiltration céramique, mise en conformité Traitement des émulsions de coupe usagées



II Systèmes de traitement, La filtration membranaire

BILAN

- **L'avantage de l'osmose inverse est qu'elle permet de recycler les eaux**
- **L'ultrafiltration permet de filtrer les émulsions de coupe ou est utile pour des traitements sélectifs**
- **L'ultrafiltration permet également de remplacer avantageusement les filtres à sable pour l'eau de surface**

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions

Résines échangeuses d'ions

- On peut considérer grossièrement une résine comme une éponge. Le principe consiste à échanger certains ions, voire la totalité, avec des groupes actifs fixés sur des résines. Quand la résine est saturée, il faut :
 - La changer
 - Élimination, incinération
 - La donner à régénérer
 - La régénérer
 - Unité centrale de résine (un seul groupe de résine)
 - Résines multiples, régénération multiple
 - Résines multiples, régénération centralisée

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions

- On parle en particulier de :
 - Résines cationiques fortes ++ et faibles +
 - Résines anioniques fortes - - et faibles -
 - Résines à lits mélangés + / -

- On place toujours une résine cationique avant une résine anionique.
- Les résines cationiques sont régénérées avec de l'acide chlorhydrique.
- Les résines anioniques sont régénérées avec de la soude caustique.

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions

- Une résine est constituée de
 - Un récipient (généralement en fibre synthétique)
 - Volumes de quelques litres jusqu'à plusieurs centaines de litres

 - Une crépine d'injection
 - Une crépine de sortie
 - Une tête avec ou sans commutation

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions, application adoucisseur

- Les adoucisseurs permettent une réduction de la dureté de l'eau en remplaçant le calcaire (Ca^+) contenu dans l'eau par du sel (Na^+). Quand la résine est saturée, le système se régénère automatiquement. La seule maintenance est le remplissage du bac à sel. Le résultat est garanti à 100%.
- Pour les applications industrielles, on propose en général un modèle volumétrique Twin (1 seule tête) ou duplex (2 têtes). Il permet de garantir une alimentation continue.

Twin	Duplex
2 bouteilles avec résine	2 bouteilles avec résines
1 tête	2 têtes avec compteur et électrovanne
1 bac à sel	2 bacs à sel

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions, application adoucisseur

Bouteilles	Bac à sel		Débit* max		Capacité (sortie 0°f)* 5.5 arr 5					Sel par reg (0.16kg/L = env. 0.1)
	Nb	V	Res	Tête (min)	@10°f	@15°f	@20°f	@30°f	@40°f	
L		L	m ³ /h (L/min)		m ³ avant régénération (L)					kg
10	1	100	0.4	6.36	5.0	3.3	2.5	1.7	1.3	1.0
15	1	100	0.6	6.36	7.5	5.0	3.8	2.5	1.9	1.5
25	1	100	1	6.36	12.5	8.3	6.3	4.2	3.1	2.5
50	1	150	2	6.36	25.0	16.7	12.5	8.3	6.3	5.0
75	1	150	3	6.36	37.5	25.0	18.8	12.5	9.4	7.5
100	1	200	4	6.36	50.0	33.3	25.0	16.7	12.5	10.0
125	1	200	5	6.36	62.5	41.7	31.3	20.8	15.6	12.5
150	1	340	6	6.36	75.0	50.0	37.5	25.0	18.8	15.0
200	2	340	8	15.97	100	67	50	33	25	20
250	2	460	10	15.97	125	83	63	42	31	25
300	2	460	12	15.97	150	100	75	50	38	30
400	2	460	16	28.40	200	133	100	67	50	40
500	2	670	20	28.40	250	167	125	83	63	50
600	2	920	24	28.40	300	200	150	100	75	60
700	2	920	28	28.40	350	233	175	117	88	70
800	2	1500	32	28.40	400	267	200	133	100	80
900	2	1500	36	28.40	450	300	225	150	113	90
1000	2	1500	40	28.40	500	333	250	167	125	100
1200	2	1500	48	28.40	600	400	300	200	150	120
1500	2	1500	60	28.40	750	500	375	250	188	150
2000	2	1500	80	28.40	1000	667	500	333	250	200

$$C_{AD} = [BV \times Ce] / [D_{IN} - D_{OUT}]$$

Où

C_{AD} : Capacité adoucisseur

BV : Bed Volume, V résine

C_e : Coefficient d'échange

D_{IN} : Dureté d'entrée

D_{OUT} : Dureté de sortie (0°f)

II Systèmes de traitement, les résines échangeuses d'ions, application adoucisseur

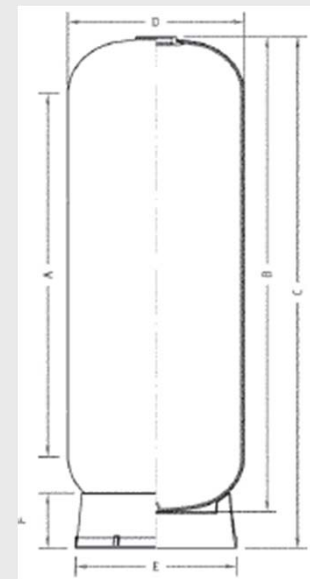
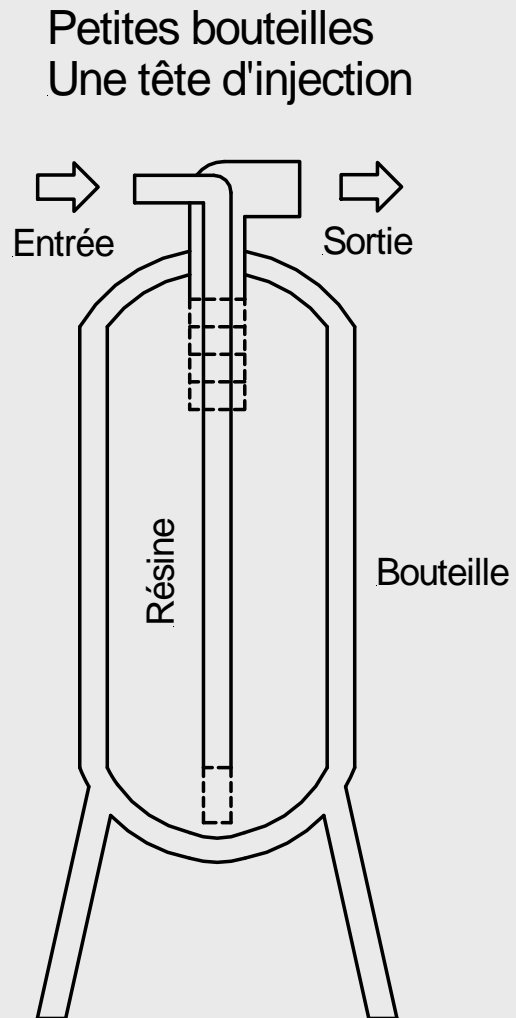


II Systèmes de traitement, charbon actif

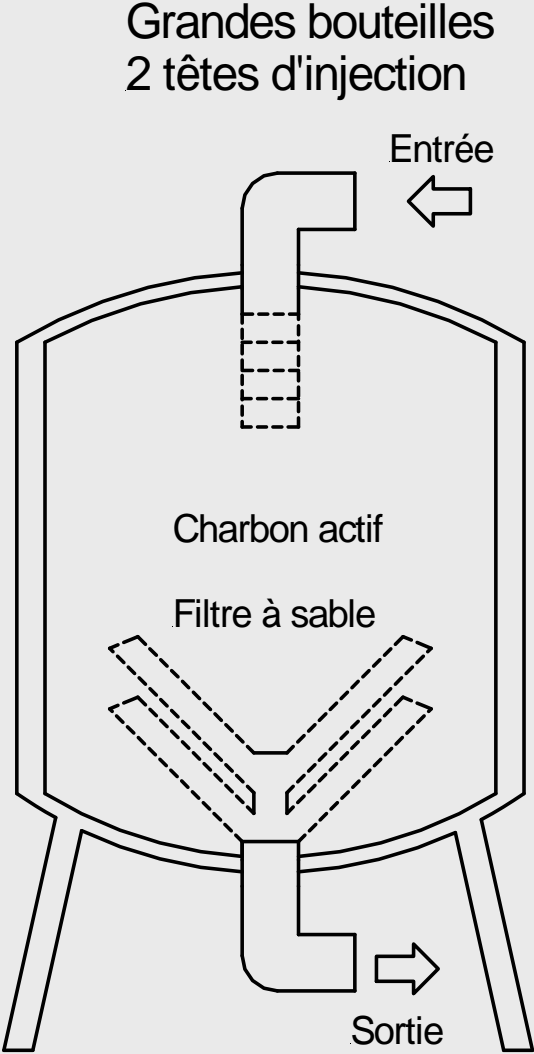
- Avec le même réservoir que des résines il est possible de travailler avec du charbon actif.
- Le charbon actif permet d'éliminer les huiles solubles en excès après une réaction physico-chimique
- Le charbon actif est utilisé sous forme de cartouches pour protéger les membranes d'osmose en éliminant le chlore libre
- Le charbon actif est utilisé en recyclage pour éliminer les matières organiques
- Le charbon actif peut, si les volumes sont suffisants, se régénérer.



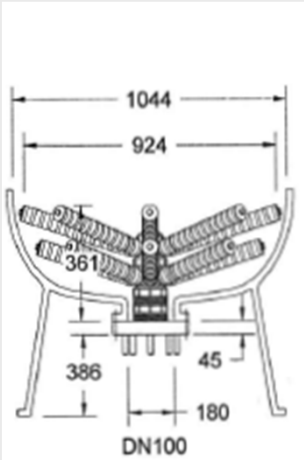
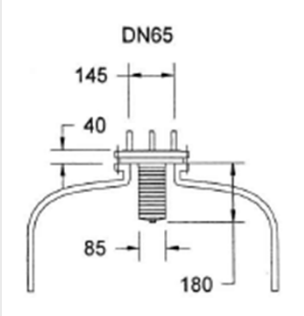
II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable



II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable

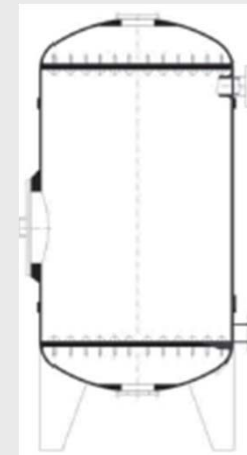
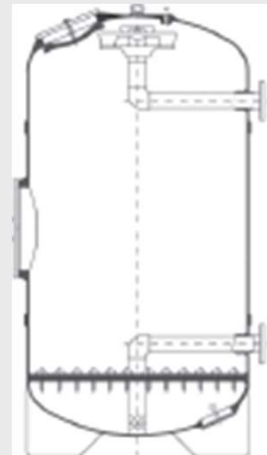
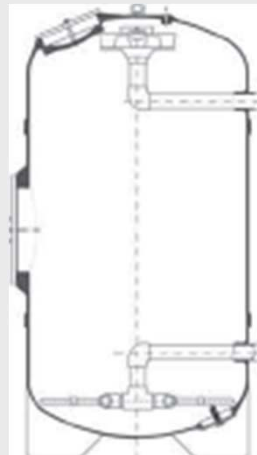


Bouteille



II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable

Différents types de crépinage



Réseau crépiné

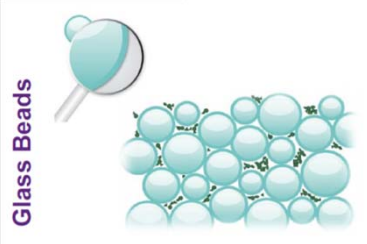
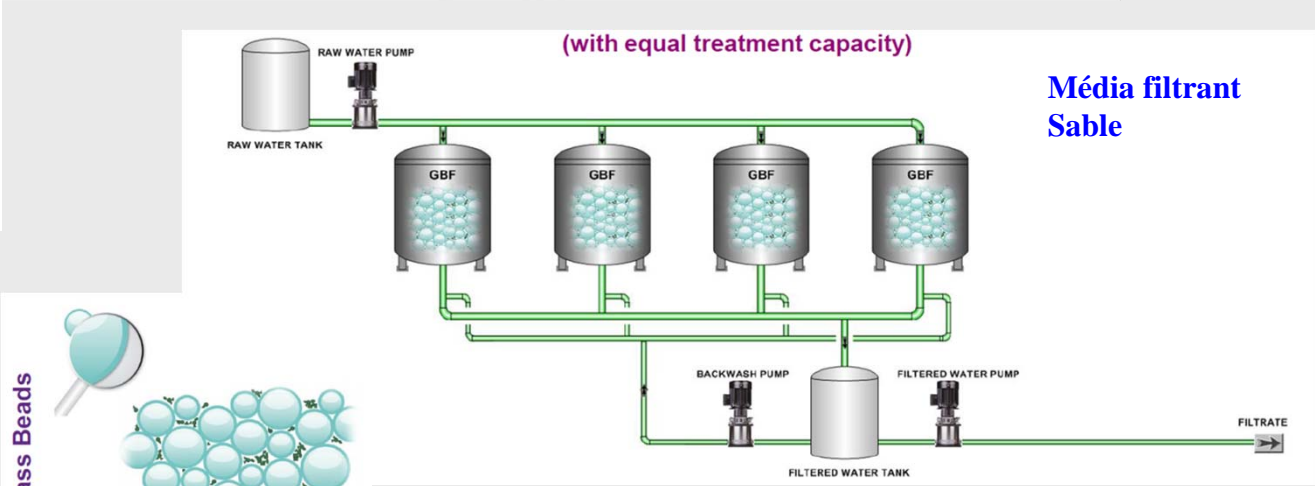
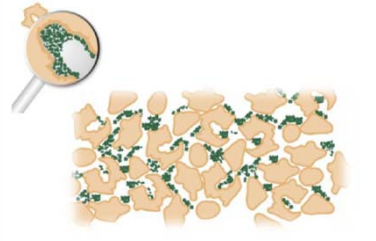
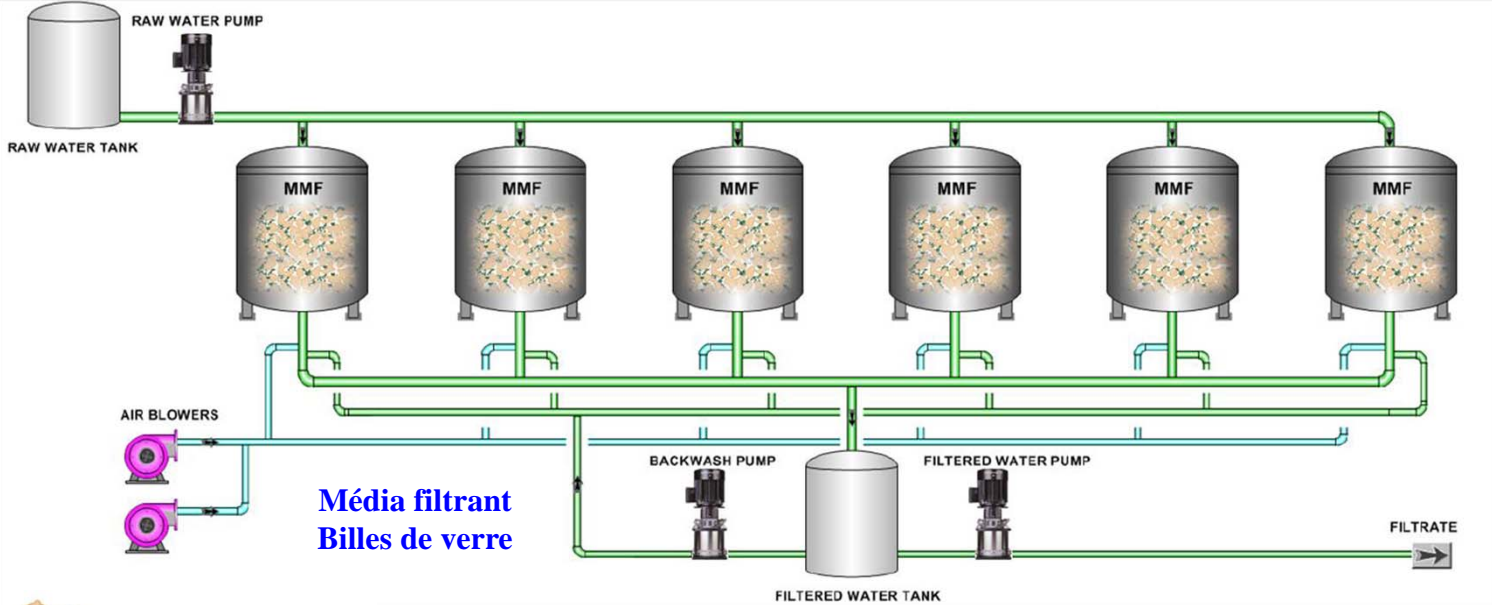
Planché crépiné simple

Planché crépiné double

Planché crépiné double

II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable

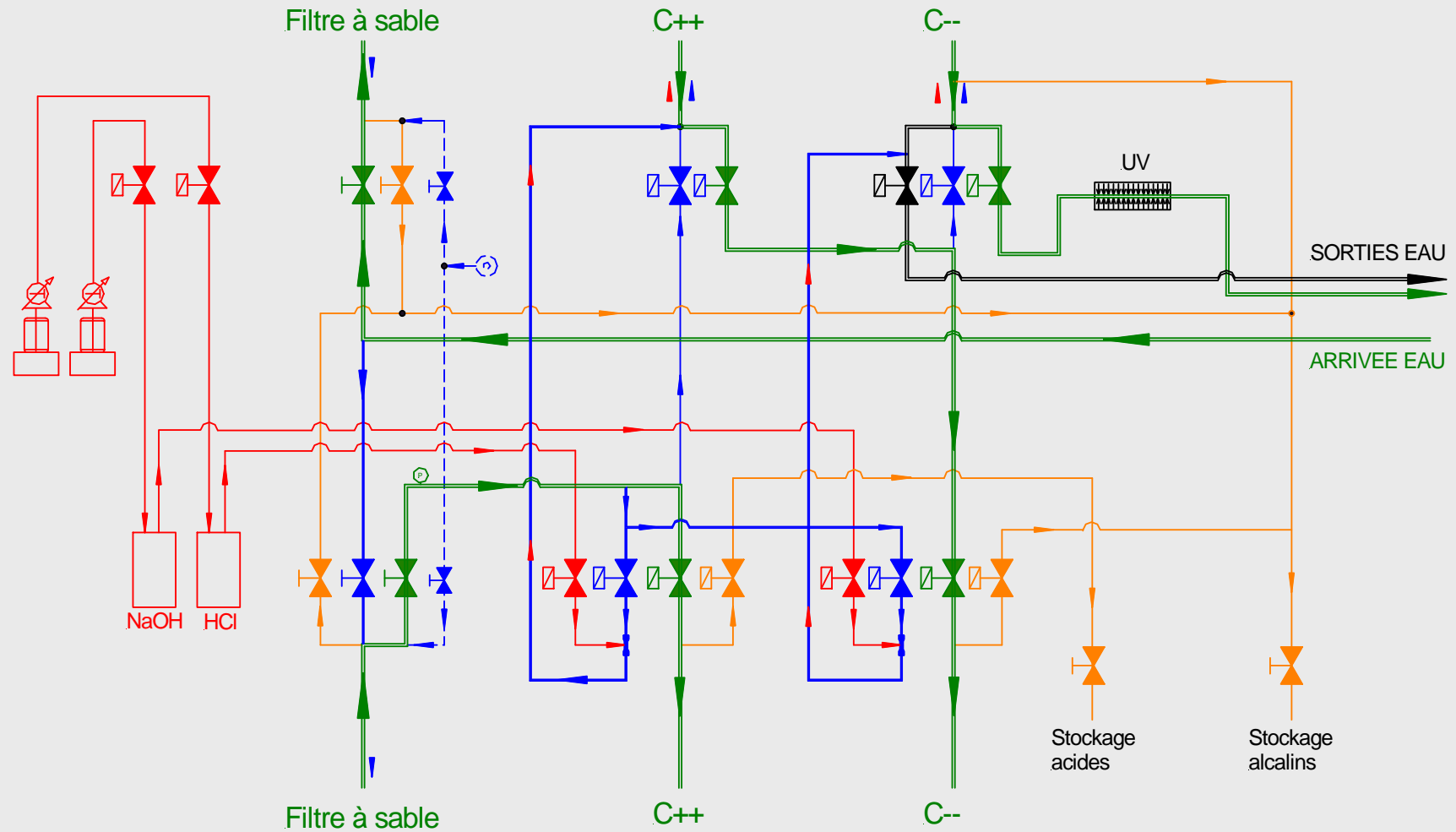
Filtres à sable => billes de verre biostatiques



II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable

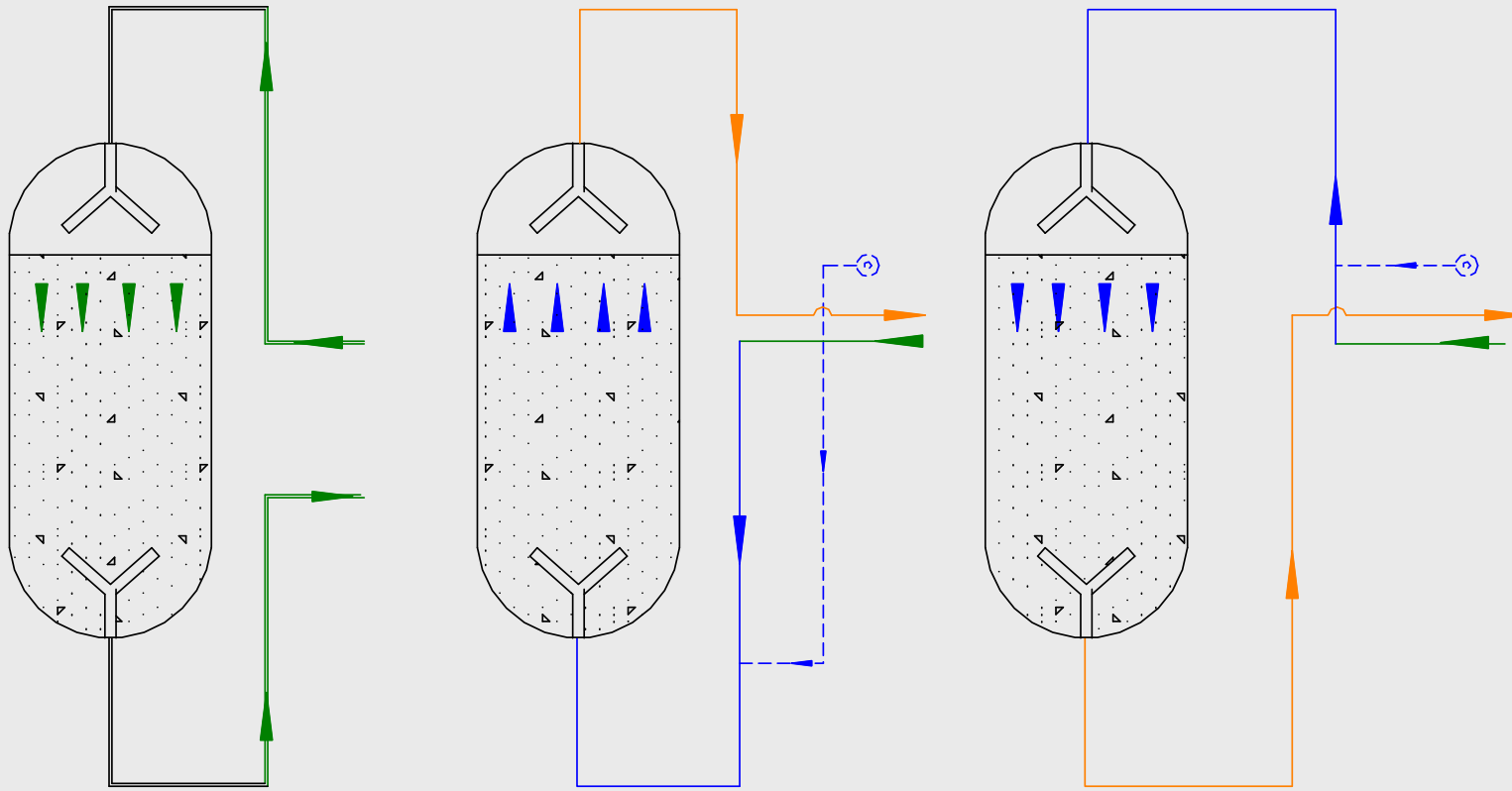
- Le volume se définit en fonction des charges de l'effluent, et du volume. Plus le volume de résine /charbon /sable est grand, plus l'intervalle de régénération / élimination est grand.
- La régénération peut s'effectuer à co-courant ou à contre courant.

II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable



Résines échangeuses d'ions / charbon actif, exemple

II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable



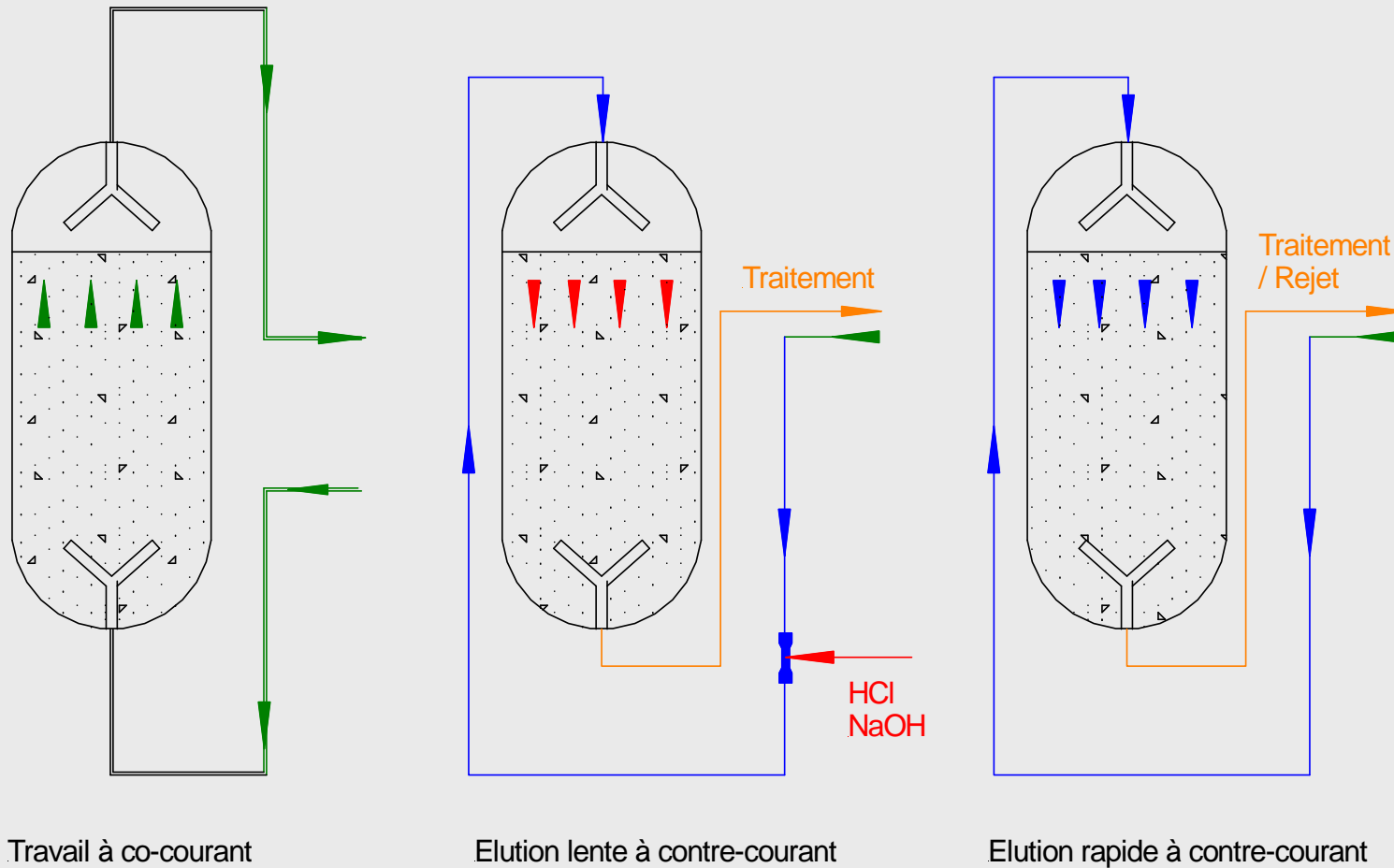
Filtration à co-courant

Détassage à contre-courant

Rinçage à co-courant

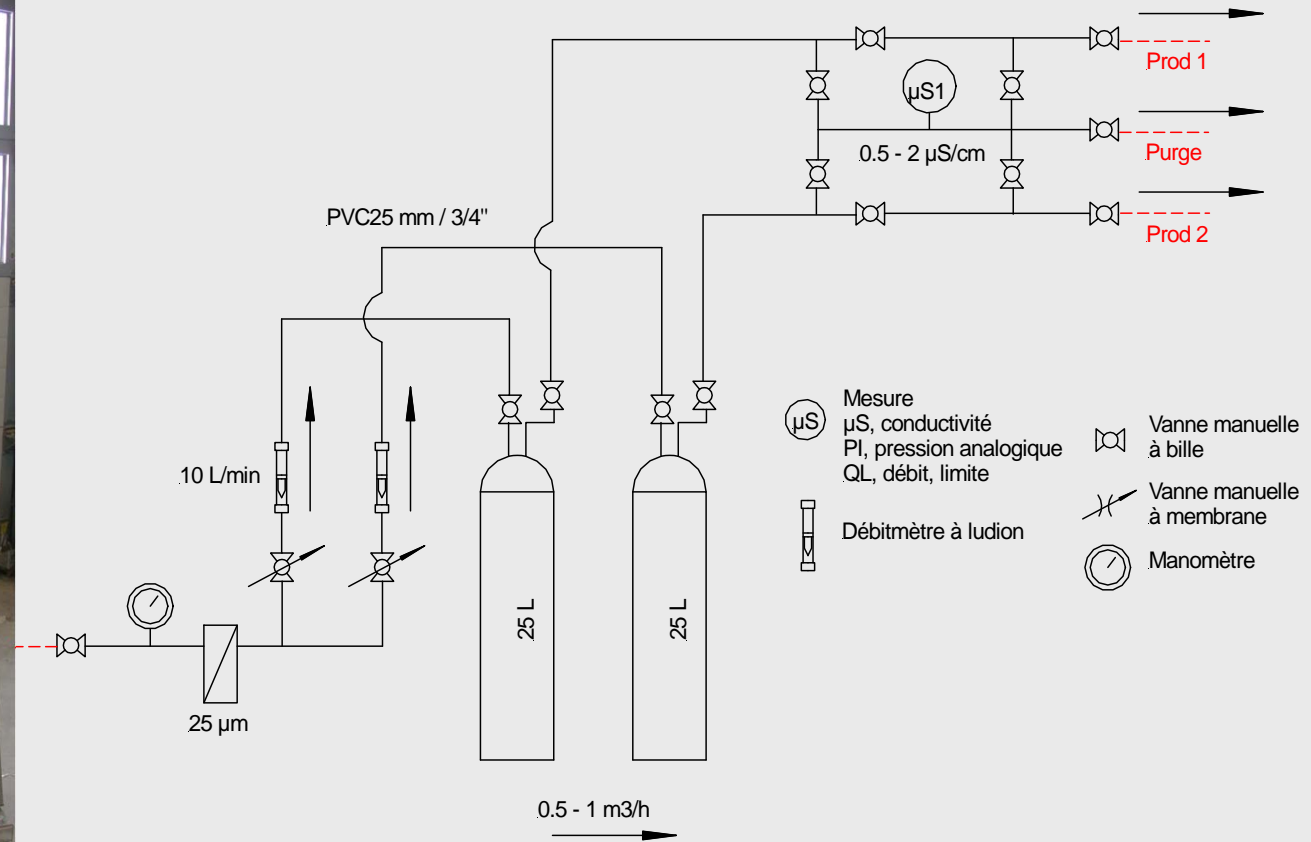
Rinçage filtre à sable

II Systèmes de traitement, charbon actif, résines échangeuses d'ions, filtre à sable



Régénération résines contre-courant

II Systèmes de traitement, résines échangeuses d'ions



Résines échangeuses d'ions exemple

II Systèmes de traitement; exemple de calcul entre résine et osmose p1

- Dans cette exemple, on considère
 - Variante avec 1 bouteille de résine seule
 - Variante avec 1 bouteille de résine couplée avec osmoseur (RO)
 - Variante avec 1 bouteille de résine couplée avec osmoseur (RO) à haut rendement (HR)
 - De comparer avec 1 débit de 500 et 1 débit 1'000 L/h
 - Les résines à lit mélangé sont changées une fois saturée
 - Il n'est pas prévu de stockage d'eau, l'eau est produite en ligne

II Systèmes de traitement; exemple de calcul entre résine et osmose p2

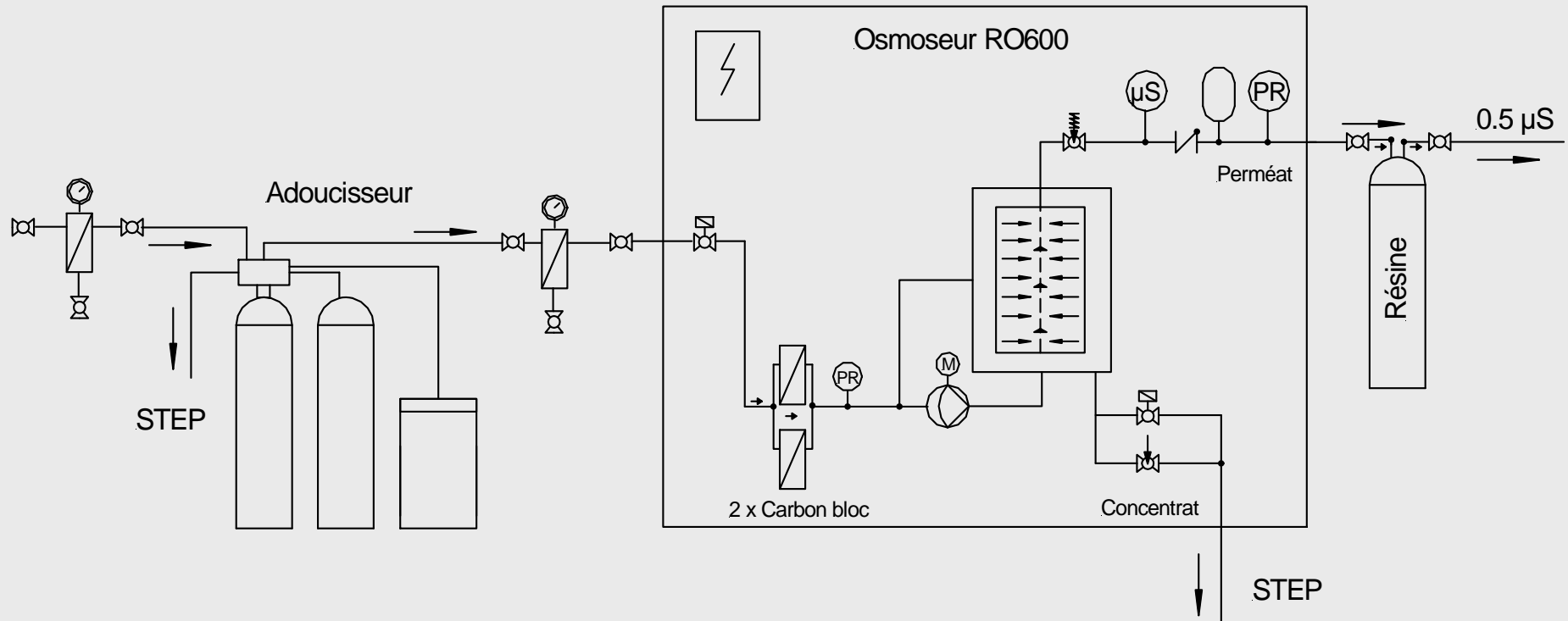


Schéma de montage RO600 + adoucisseur + résine

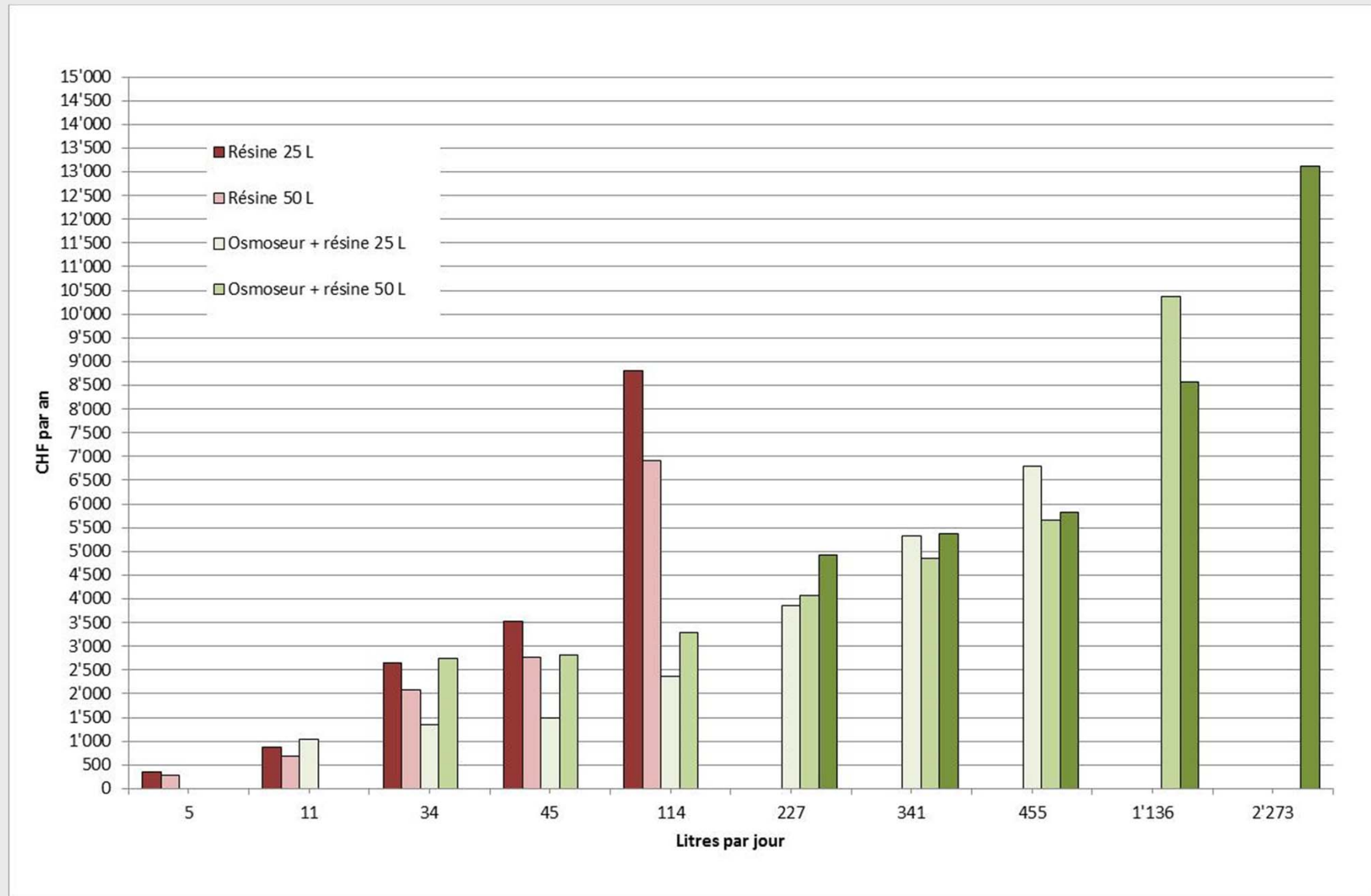
II Systèmes de traitement; exemple de calcul entre résine et osmose p3

Paramètres	Variantes				
	Résine seule		Résine + RO		Res + RO HR
	25 L	50 L	25 L	50 L	50 L
Qualité d'eau en $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Débit instantané en L/h	500	1'000	500	1'000	1'000
Volume par an en m ³	1 - 25	1 - 25	2.5 - 100	7.5 - 250	50 - 500
Budget sans montage en CHF	4'000	4'500	12'000	12'500	20'000

- **Comme vitesse de passage dans la résine on admet ici**

- **10 à 20 fois le volume de résine, soit 250 à 500 L/h pour une bouteille de 25 L et de 500 à 1'000 L pour une bouteille de 50 L**

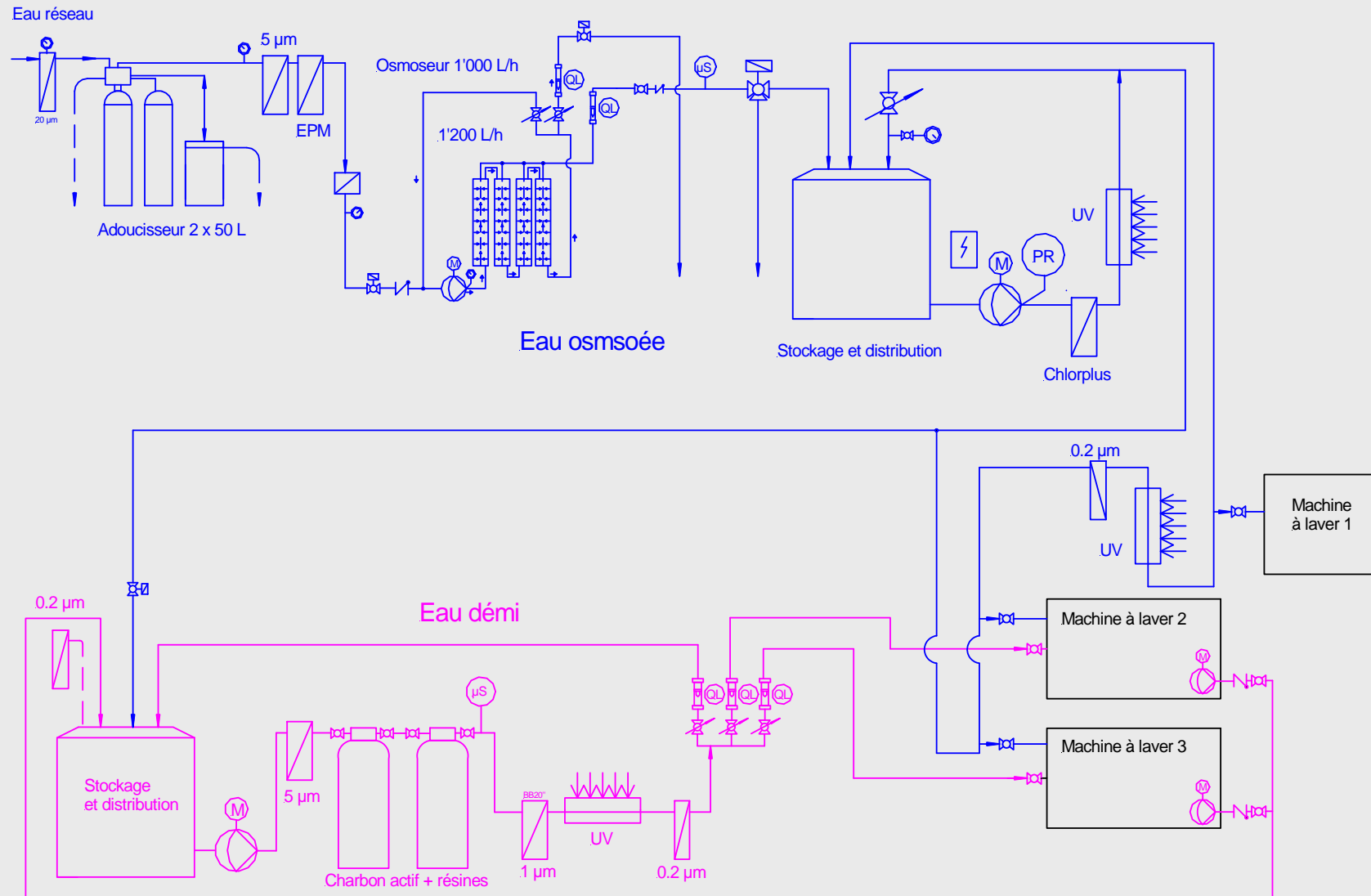
II Systèmes de traitement; exemple de calcul entre résine et osmose p4



II Systèmes de traitement; exemple de circuit osmose/résines p1



II Systèmes de traitement; exemple de circuit osmose/résines p2



II Systèmes de traitement, charbon actif

Charon actif en vrac ou en cartouches

Type	Description		
Granulaire	Pour utilisation en grand volume dans bouteilles		
Roulé	En cartouche, pour filtration et traitement combiné		
Carbon bloc	En cartouche, pour traitement optimal		
Carbone modifié	En cartouche, pour filtration et traitement haut rendement combiné		

II Systèmes de traitement, charbon actif, filtres à cartouches

Charbon actif en vrac ou en cartouches

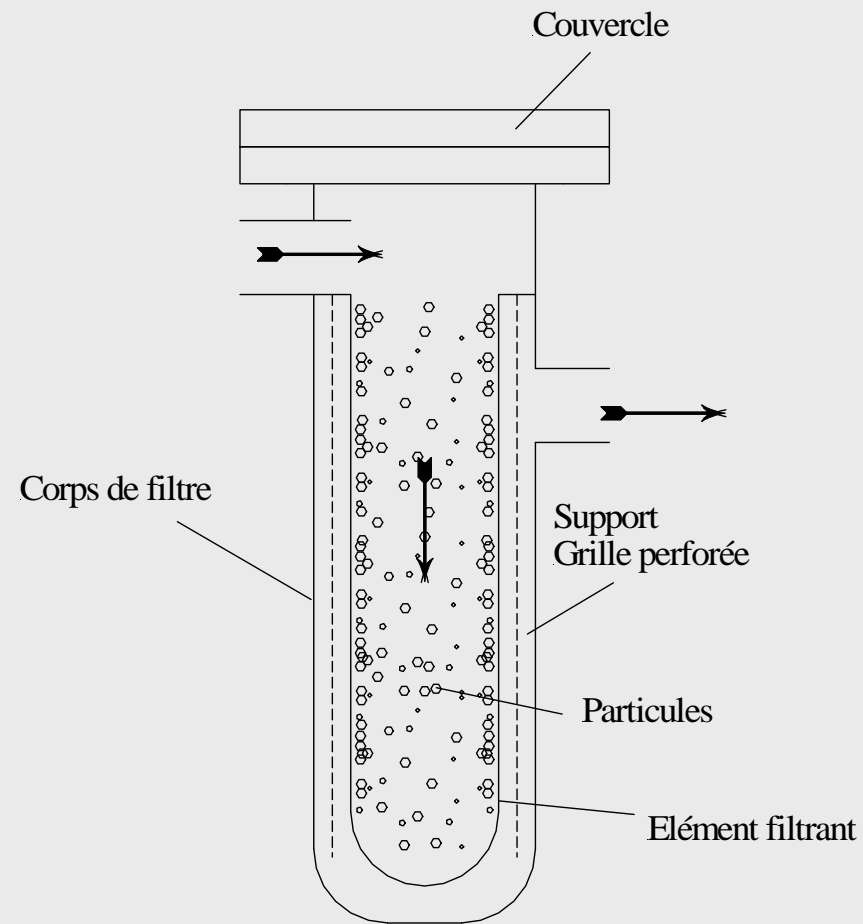


II Systèmes de traitement, La filtration

- Les filtres s'emploient partout où l'on désire éliminer des particules en suspension qui ne se décantent pas, et qui perturbent le processus de traitement.
- En fonction de la taille et de la charge des particules, on utilisera de préférence des filtres à rinçage automatique si le filtre à rinçage manuel se colmate trop rapidement.
- Il existe également des filtres à double corps, qui permettent de commuter sur le second corps pendant que l'on nettoie le premier. Il n'y a ainsi pas d'interruption de flux.
- Les matériaux employés sont en général en plastique ou en inox pour le corps. Les éléments filtrants sont en matière synthétique ou en acier inox.

II Systèmes de traitement, La filtration

La filtration (frontale), description



II Systèmes de traitement, La filtration

Paramètres

- Pour définir un système de filtration, les paramètres suivants doivent être définis
 - Seuil de coupure, finesse de filtration en mm ou μm
 - Charge des particules en mg/l
 - Débit instantané en m^3/h ou l/min
 - Volume journalier en m^3/heure
 - Pression de travail, infrastructure
 - Qualité de l'eau
 - pH, conductivité, dureté

II Systèmes de traitement, La filtration

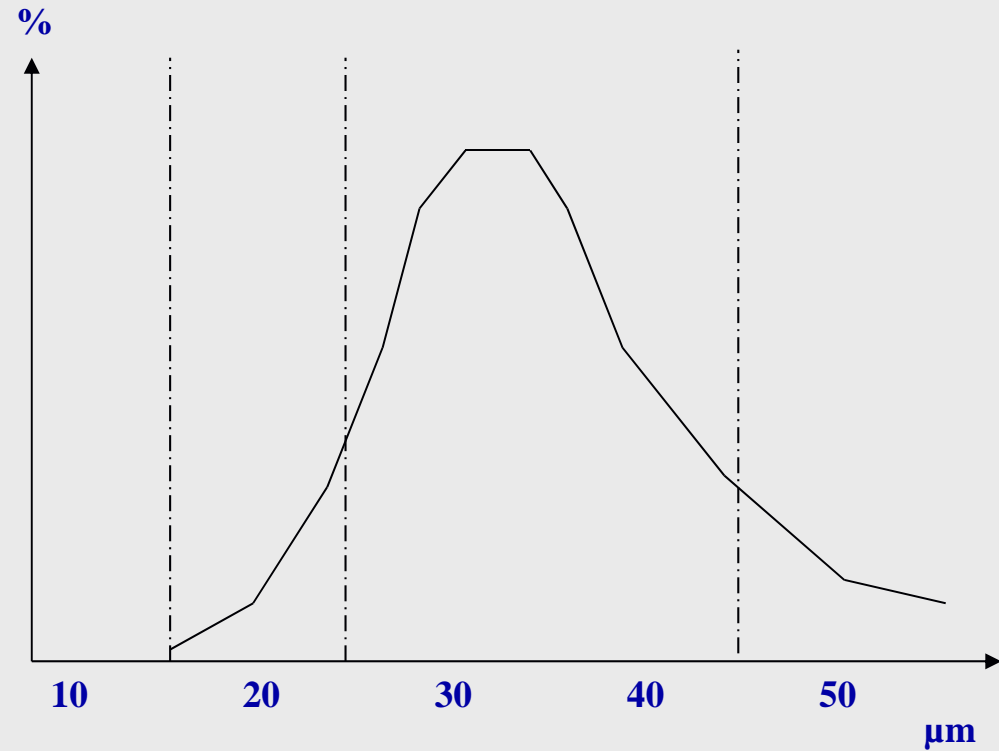
La distribution des particules

Si on considère la distribution de cette page, on peut dire que:

< 10 μm , 100% de retenue

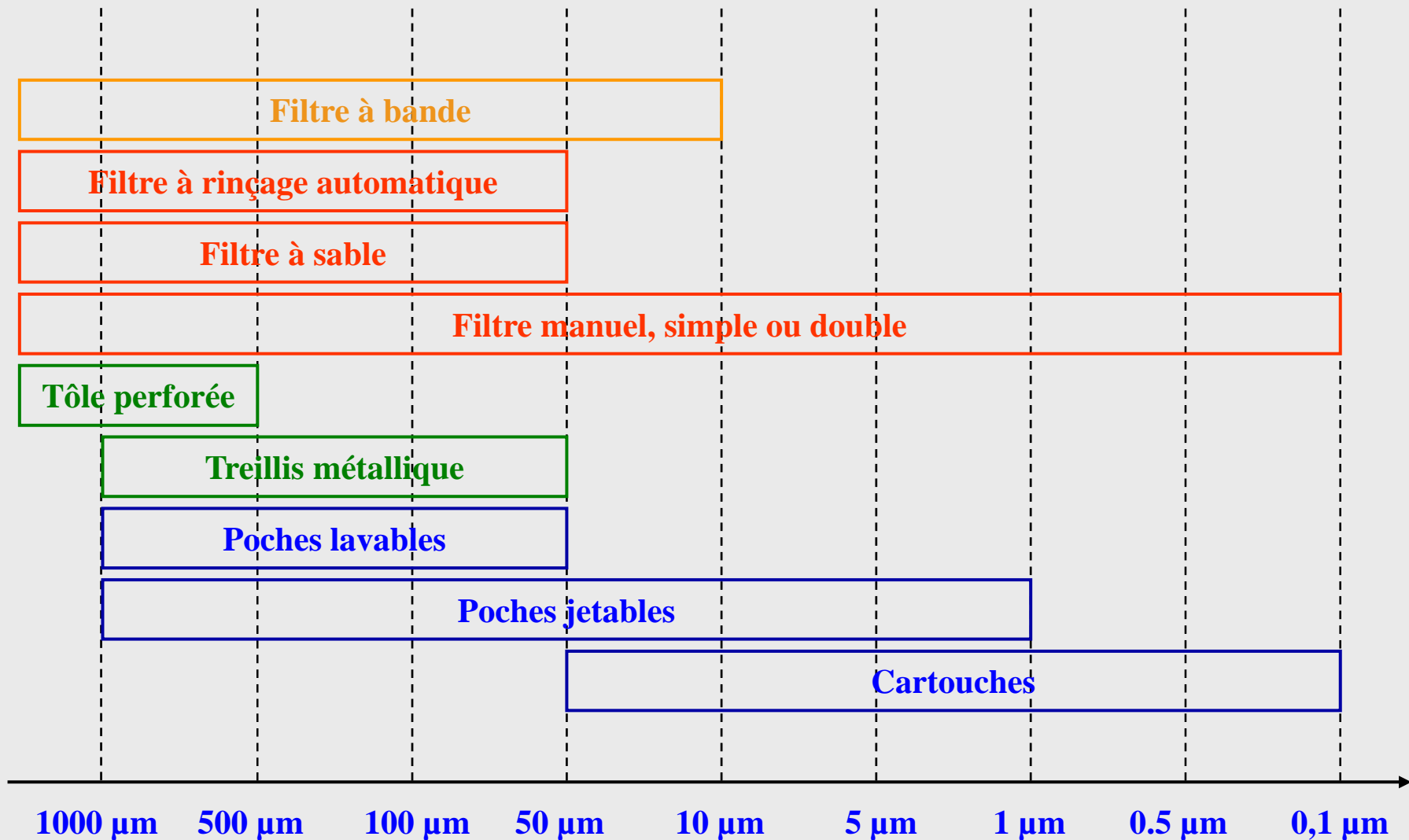
< 25 μm , la majorité sera retenue

< 45 μm , seulement une faible partie sera retenue



II Systèmes de traitement, La filtration

Le spectre de filtration, filtration frontale



II Systèmes de traitement, La filtration

Filtre manuel ou double

- **Corps de filtre**
 - Fonte, plastique, inox

- **Éléments filtrants**
 - Lavable, panier inox/poches nylon
 - Jetable, cartouches, poches feutre



Différents filtres avec corps plastiques



Poches filtrantes



Paniers inox



Cartouches

Plissées, Plissées avec carter, absolues, bobinées

II Systèmes de traitement, La filtration

Filtre double



Corps de filtre en inox



Filtre simple monté en amont d'un FBR



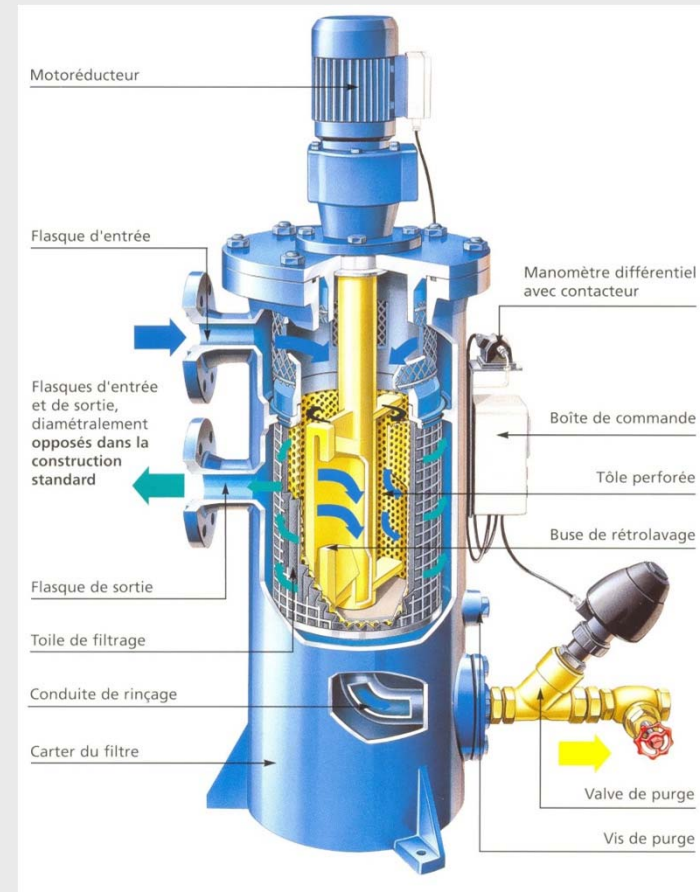
Filtres simples en série



Corps de filtre multi-cartouches en PVC

II Systèmes de traitement, La filtration

Filtre à rinçage automatique



II Systèmes de traitement, La filtration

Filtre à bande



II Systèmes de traitement, la filtration et le charbon actif en cartouches

Débits et finesse pour cartouches, tableau

Cartouche	Débit L/min	
	CA	Filtration
10''	4	20
20'' ou 10''L	8	40
30''	12	60
40'' ou 20'' L	16	80

Type	Finesses μm	
	Min	Max
Plissé	0.1	50
Absolu	1	75
Bobiné	0.5	150
CA	0.5	20

II Systèmes de traitement, La décantation

- **Le but premier est de séparer d'un effluent des particules plus lourdes que l'eau**
- **La décantation consiste à séparer d'un effluent des particules plus lourdes que l'eau ($P_s > 1 \text{ kg/dm}^3$). Pour cela, on utilise des cuves dimensionnées de telle façon que les particules aient le temps de se séparer. En théorie, il est possible de séparer toutes les particules. En pratique, une certaine quantité restera en suspension, car le flux n'est jamais parfaitement calme.**

II Systèmes de traitement, La décantation

Poids spécifique inférieur ou égal à 2,6 kg/ dm³

■ Bauxite	2,6 kg/ dm ³
■ Ciment	2,0 kg/ dm ³
■ Granite	2,5 kg/ dm ³
■ Graphite	2,3 kg/ dm ³
■ Quartz	2,6 kg/ dm ³
■ Soufre	2,1 kg/ dm ³
■ Terre	1,5 kg/ dm ³

Poids spécifique compris entre 2,6 et 3,6 kg/ dm³

■ Aluminium	2,7 kg/ dm ³
■ Calcaire	2,8 kg/ dm ³
■ Sable	2,8 kg/ dm ³
■ Verre	3,0 kg/ dm ³

Poids spécifique compris entre 3,6 et 7,5 kg/ dm³

■ Alumine	4,0 kg/ dm ³
■ Manganèse	7,4 kg/ dm ³
■ Titane	4,5 kg/ dm ³

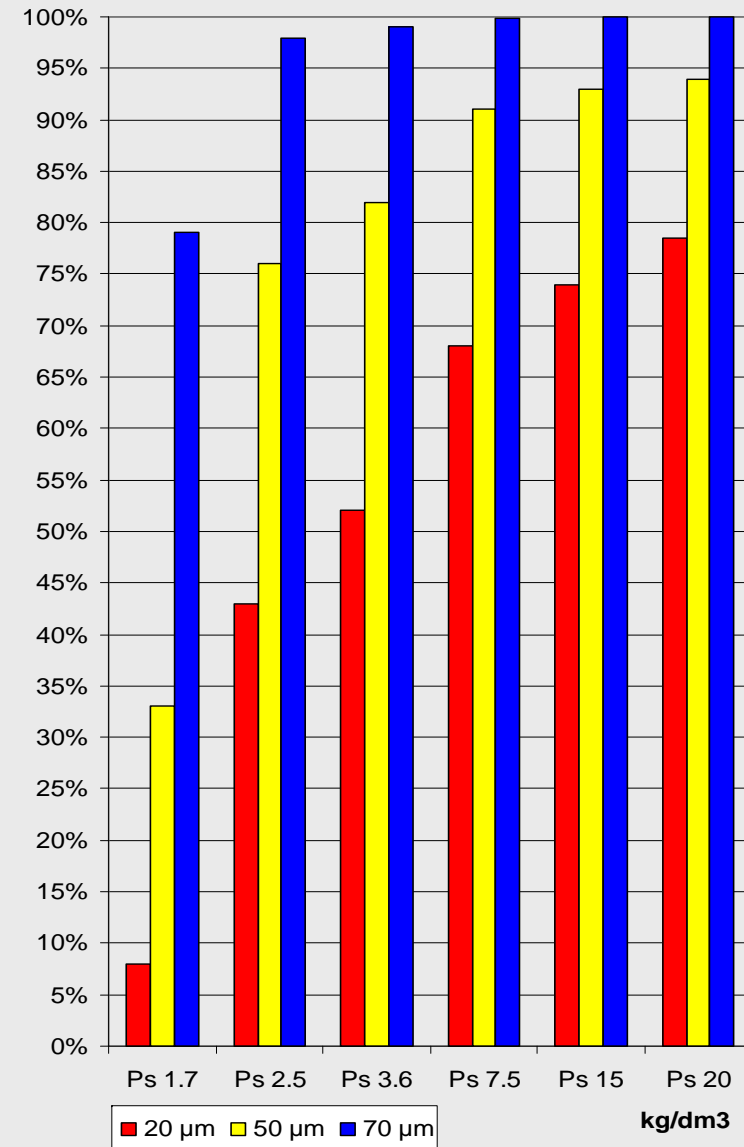
Exemples de densité

II Systèmes de traitement, La décantation

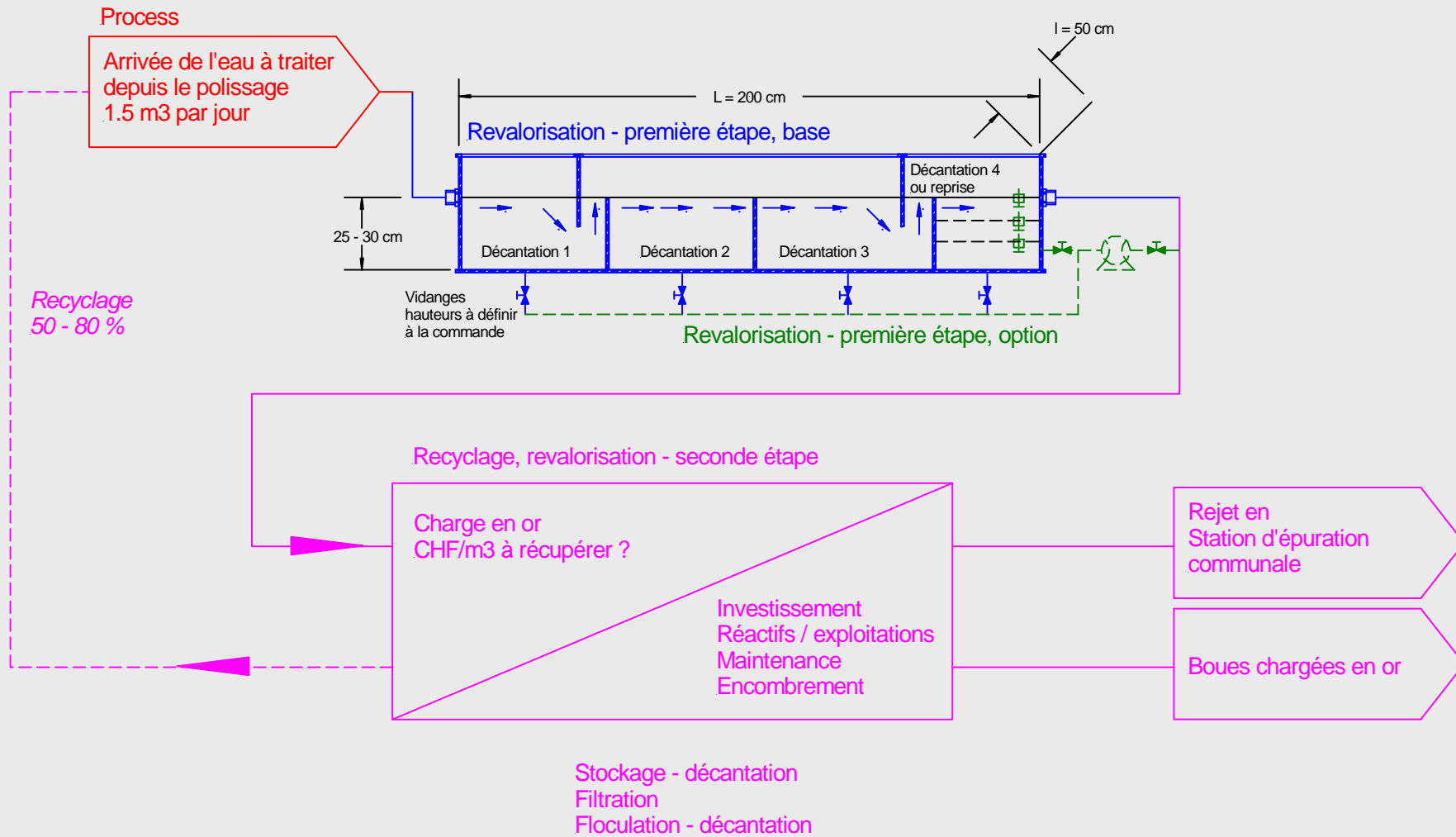
Exemples de densité métaux précieux

Poids spécifique supérieur à 7,5 kg/ dm³

■ Acier	7,8 kg/ dm ³
■ Argent	10,5 kg/ dm ³
■ Bronze, Cuivre	8,9 kg/ dm ³
■ Fer	7,8 kg/ dm ³
■ Laiton	9,0 kg/ dm ³
■ Nickel	8,9 kg/ dm ³
■ Or	19,3 kg/ dm ³
■ Platine	21,5 kg/ dm ³
■ Plomb	11,3 kg/ dm ³



II Systèmes de traitement, La décantation pour la récupération des métaux précieux



II Systèmes de traitement, la désinfection

- Pour l'industrie microtechnique, la désinfection a pour but de prévenir un développement de micro-organismes pouvant à terme polluer les bains de rinçage et endommager le process.
- Pour l'alimentaire, le but est de potabiliser l'eau donc, en plus, de détruire tous les germes fécaux.
- Pour le médical, il convient de s'assurer en sus que les métabolites (endotoxines) soient également retenues.

II Systèmes de traitement, la désinfection

Paramètres

- Pour définir un système désinfection, les paramètres suivants doivent être définis
 - Charge organique
 - Perméabilité de l'eau
 - Débit instantané en m³/h ou l/min
 - Volume journalier en m³/heure
 - Pression de travail, infrastructure
 - Qualité de l'eau
 - pH, conductivité, dureté

II Systèmes de traitement, la désinfection

Description

- **Chimique**
 - Eau de javel
 - Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)
 - Acide périacétique (Peroxyde d'hydrogène + acide acétique)
 - Soude caustique

- **UV**
 - In line
 - En cuve

- **Ozone**
- **Filtre stérile**

II Systèmes de traitement, la désinfection

Comparatifs

- **Chimique**
 - Investissement très faible, traitement ponctuel

- **UV**
 - Investissement limité, traitement continu

- **Ozone**
 - Traitement continu, rémanent
 - « Cleaning in place » possible avec la bonne infrastructure
 - Ecologique

- **Filtre stérile**
 - Investissement limité, traitement continu
 - Elimine les métabolites, peut se saturer rapidement

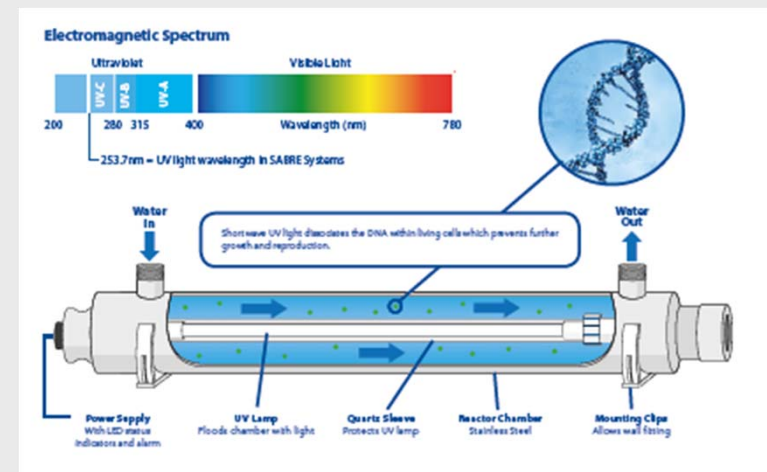
II Systèmes de traitement, la désinfection chimique



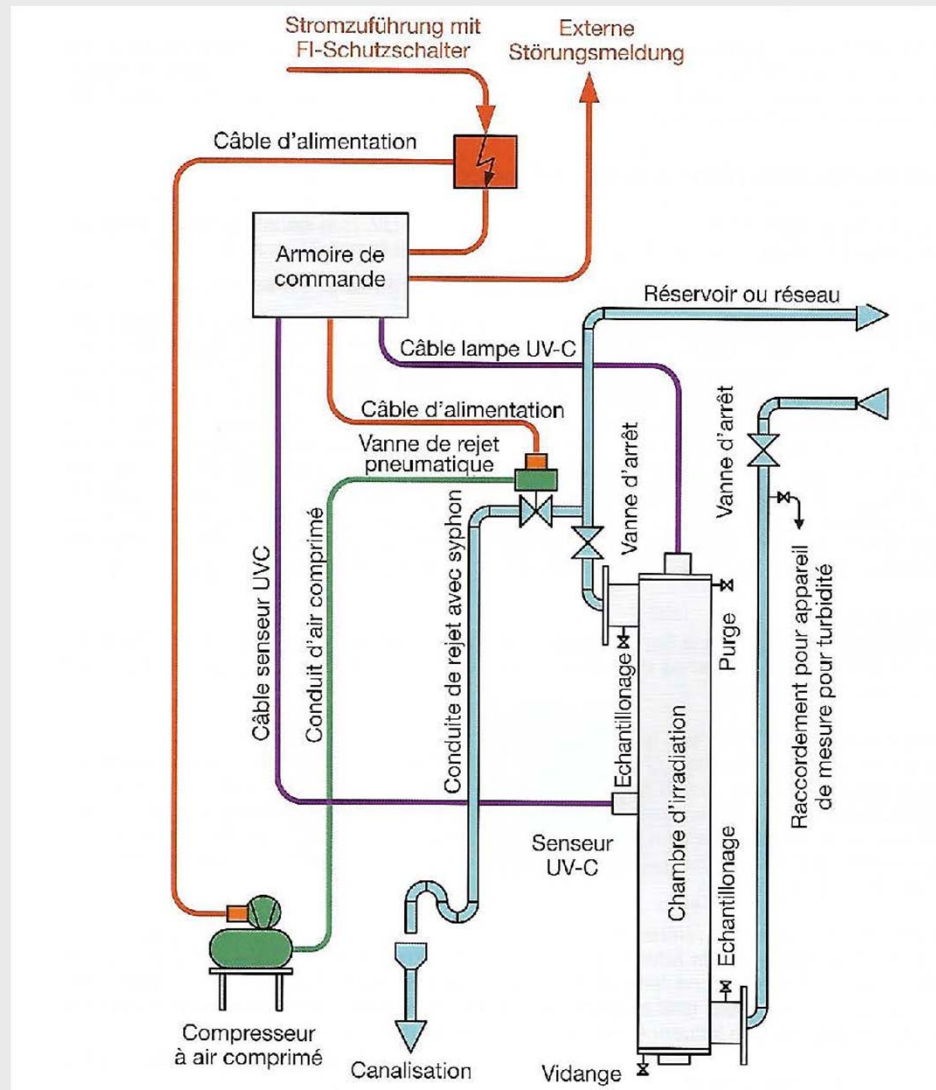
II Systèmes de traitement, la désinfection par UV



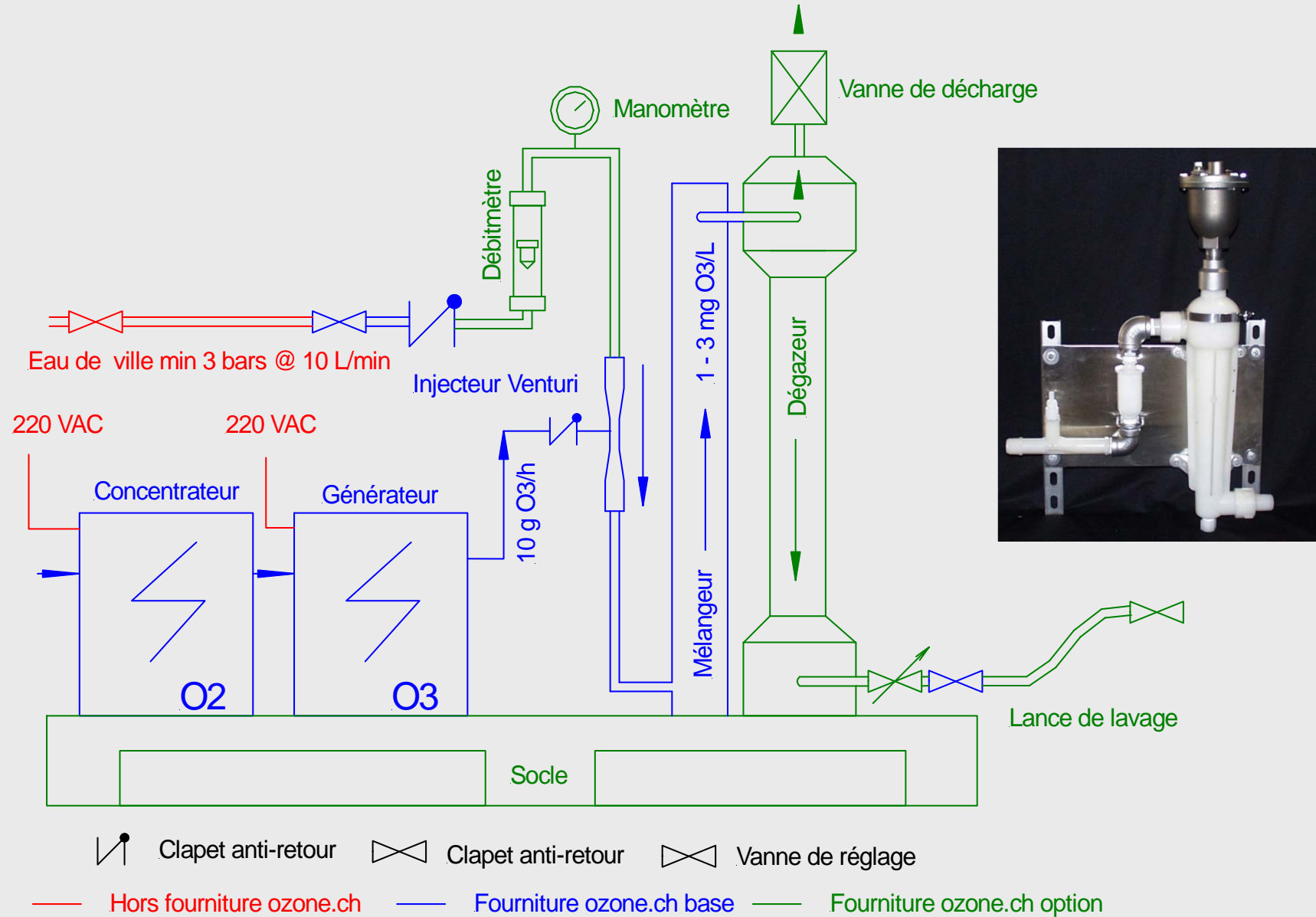
Les longueurs d'ondes spécifiques responsables de ces effets sont celles situées entre 240 et 280 nanomètres (nm), avec un pic à 253.7 nm. Ces longueurs d'onde sont situées dans le domaine des UV-C



II Systèmes de traitement, la désinfection UV



II Systèmes de traitement, la désinfection par ozone



II Systèmes de traitement, la désinfection par ozone



Le traitement des Eaux Industrielles

Partie II

Questions ?



Le traitement des Eaux Industrielles

Partie III



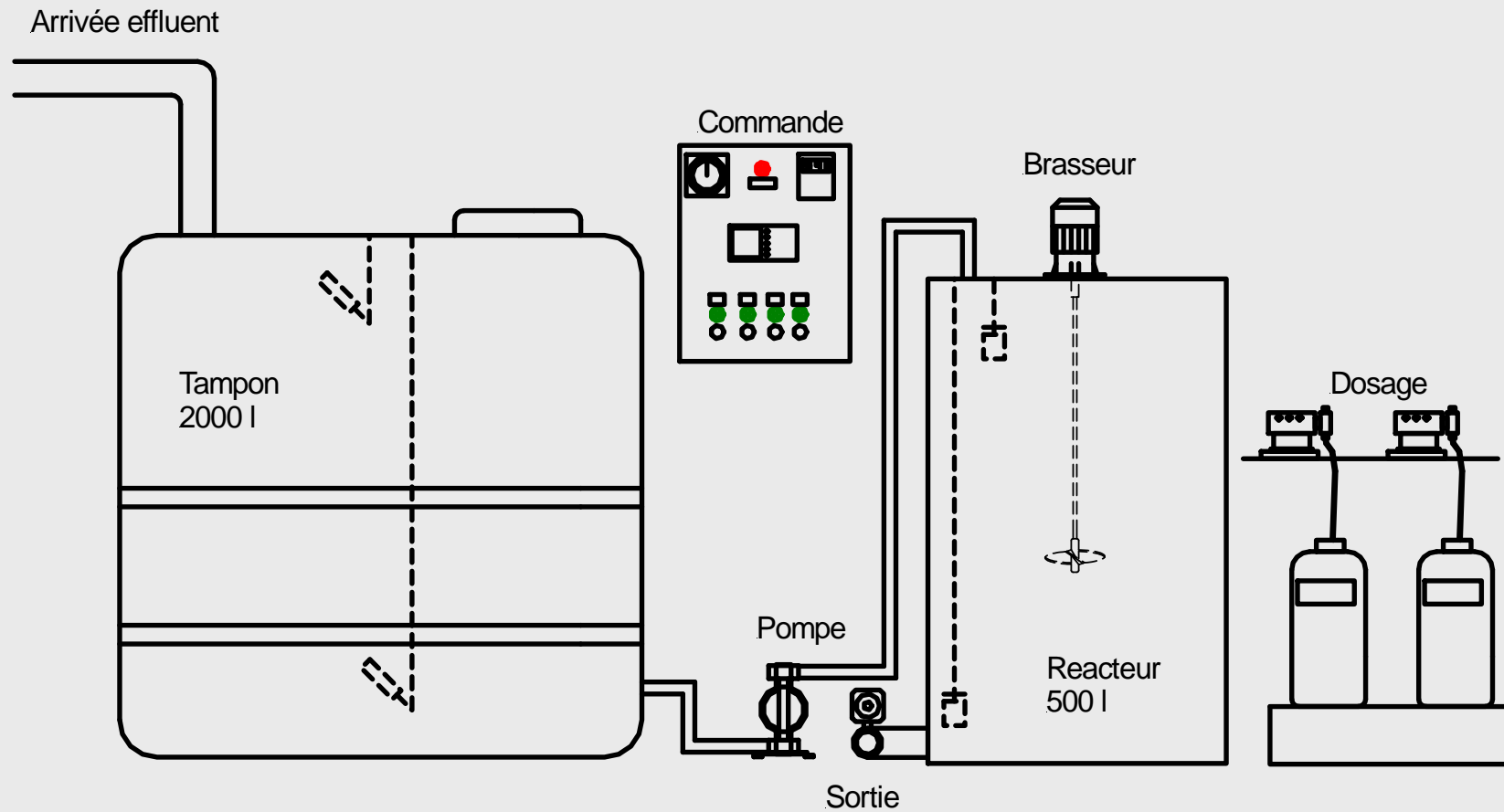
Autres systèmes de traitement

III. Autres systèmes de traitement, la neutralisation

- **La Neutralisation consiste en l'ajout d'acide et /ou de base pour corriger le pH.**
- **La neutralisation peut se faire en batch ou en ligne.**

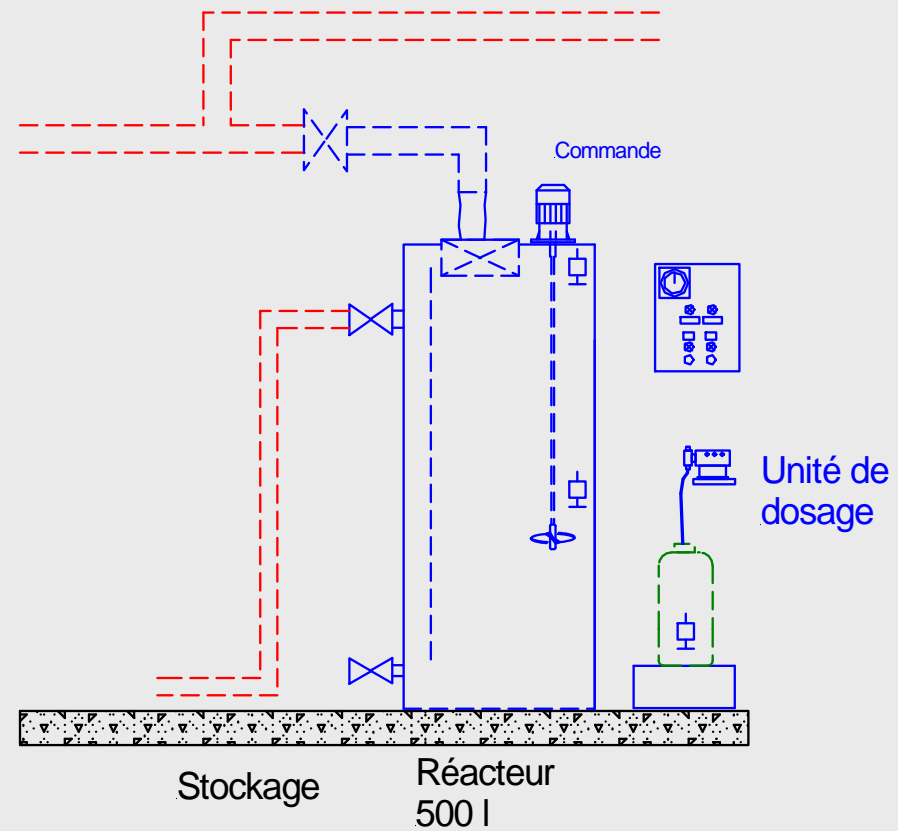
III. Autres systèmes de traitement, la neutralisation

Exemple, petite unité en bâché



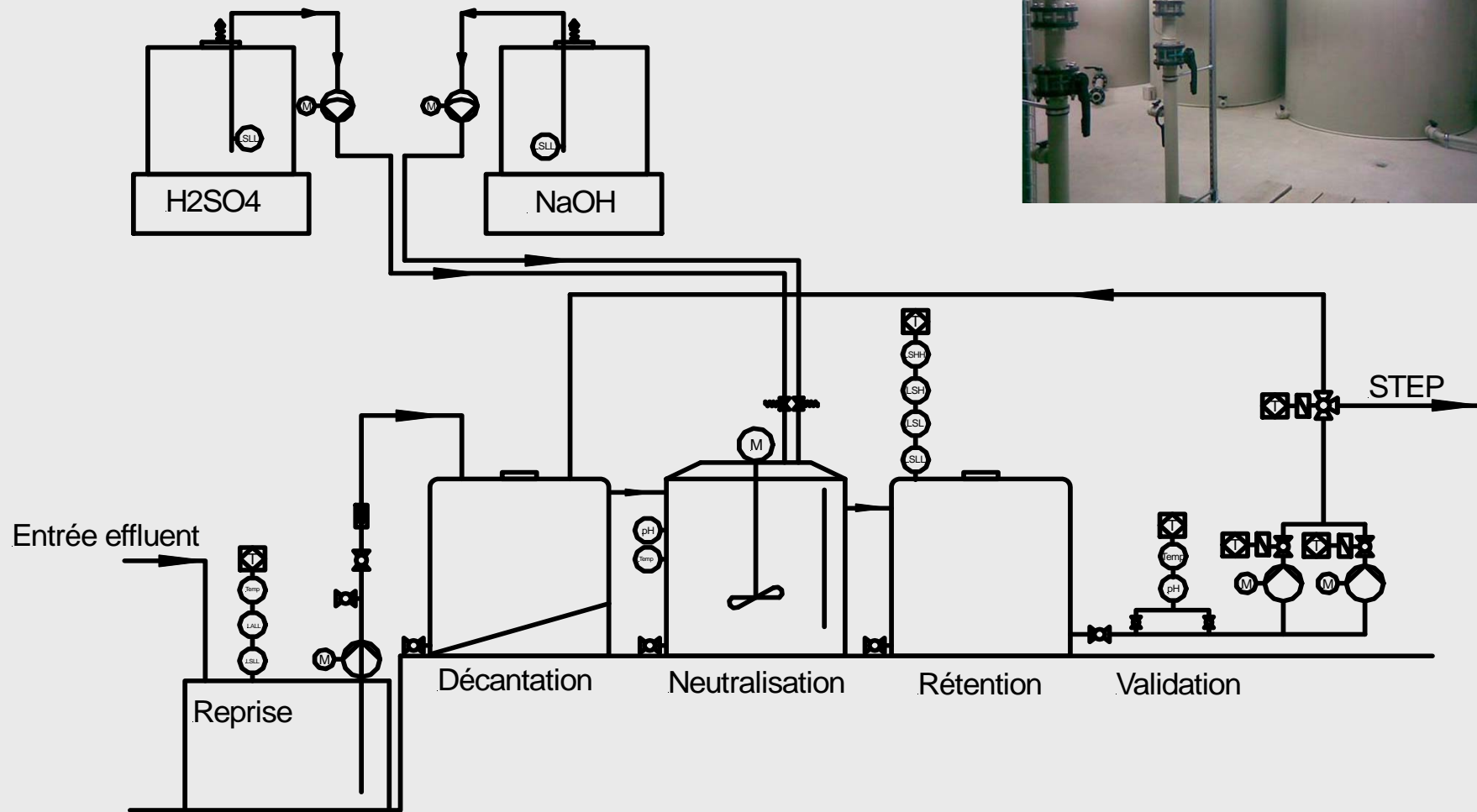
III. Autres systèmes de traitement, la neutralisation

Exemple, petite unité en ligne



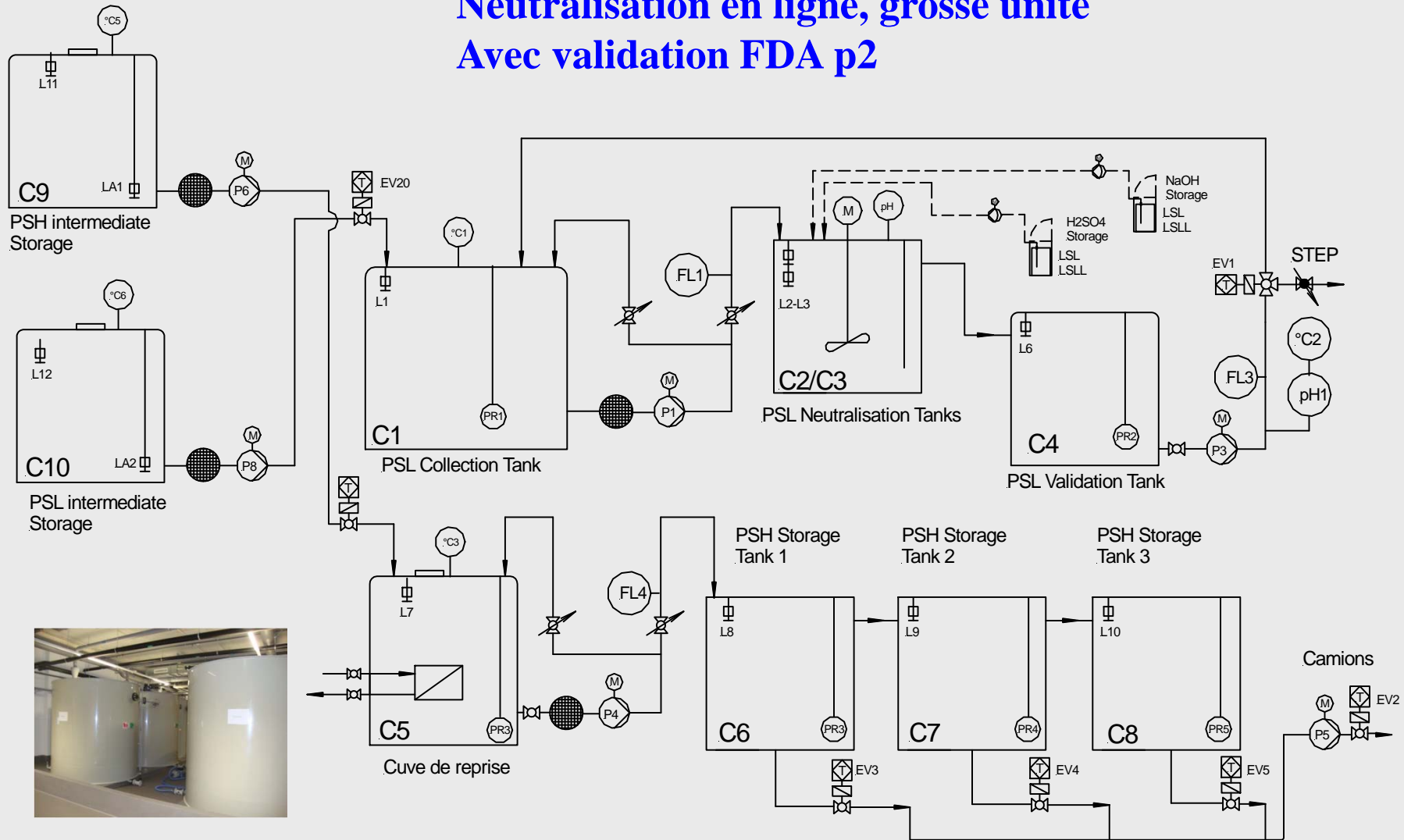
III. Autres systèmes de traitement, la neutralisation

Neutralisation en ligne, grosse unité
Avec validation FDA p1



III. Autres systèmes de traitement, la neutralisation

Neutralisation en ligne, grosse unité Avec validation FDA p2



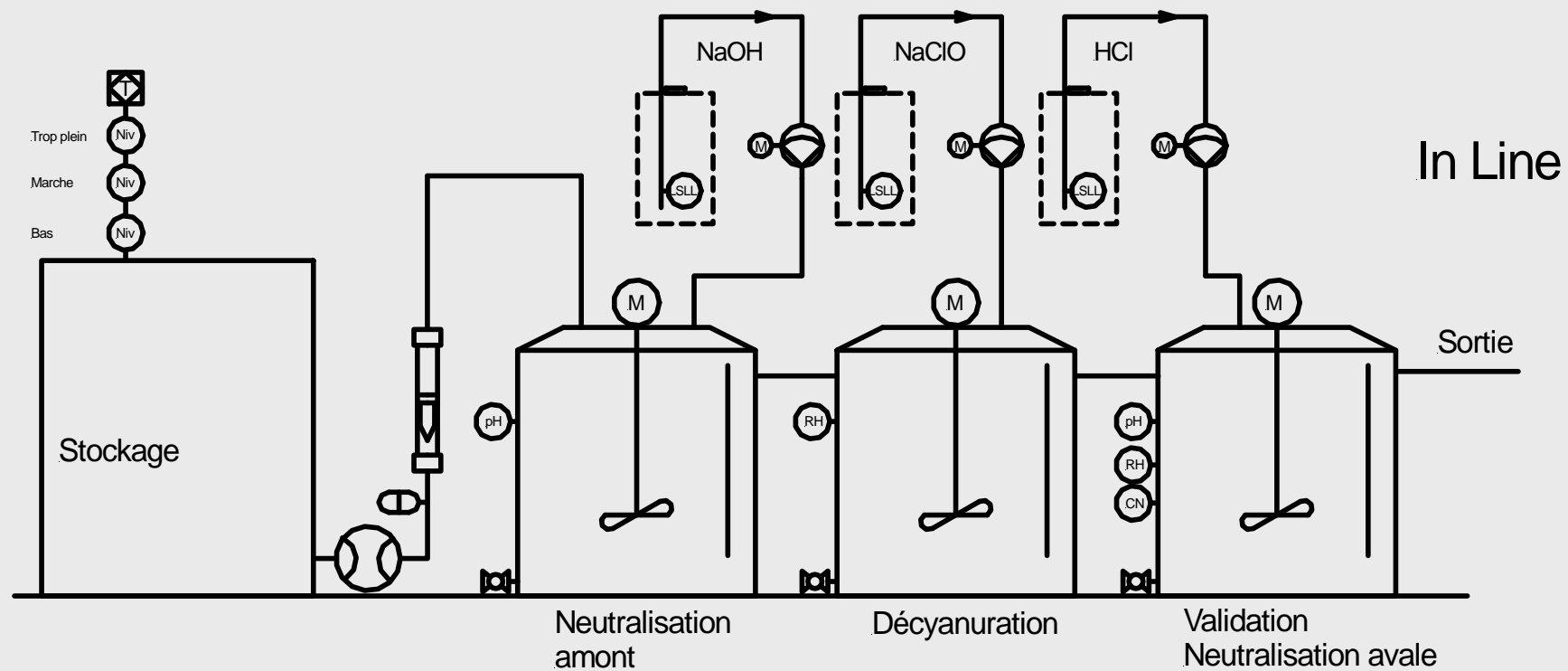
III. Autres systèmes de traitement, la décy.

Principe

- La décyanuration d'un effluent consiste en son oxydation pour transformer les cyanures (CN^-) très toxiques en cyanates (CNO^-) qui le sont beaucoup moins.
- L'oxydation du cyanure se fait sous l'action de l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) à pH élevé (selon entre à 10.5 et 11.5).
- Avec un pH inf à 7, il y a un risque de dégagement de chlorure de cyanogène très toxique.
- La décyanuration peut se faire en batch, en ligne, avec des résines ou même à l'aide d'UV (Ultraviolets).
- Le contrôle est assuré par une sonde Redox
- Les réacteurs d'oxydation doivent comporter une extraction d'air

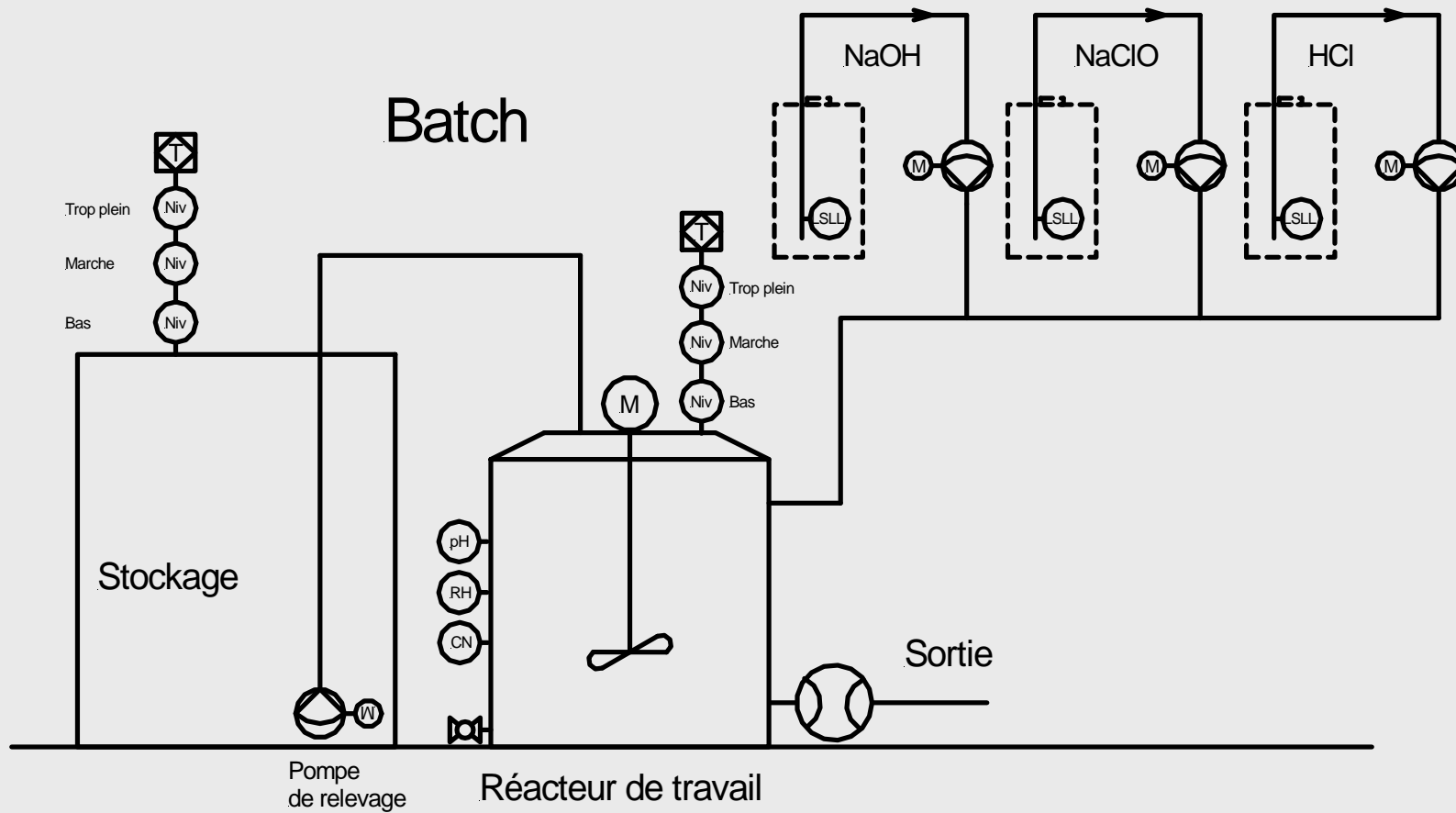
III. Autres systèmes de traitement, la décy.

En ligne



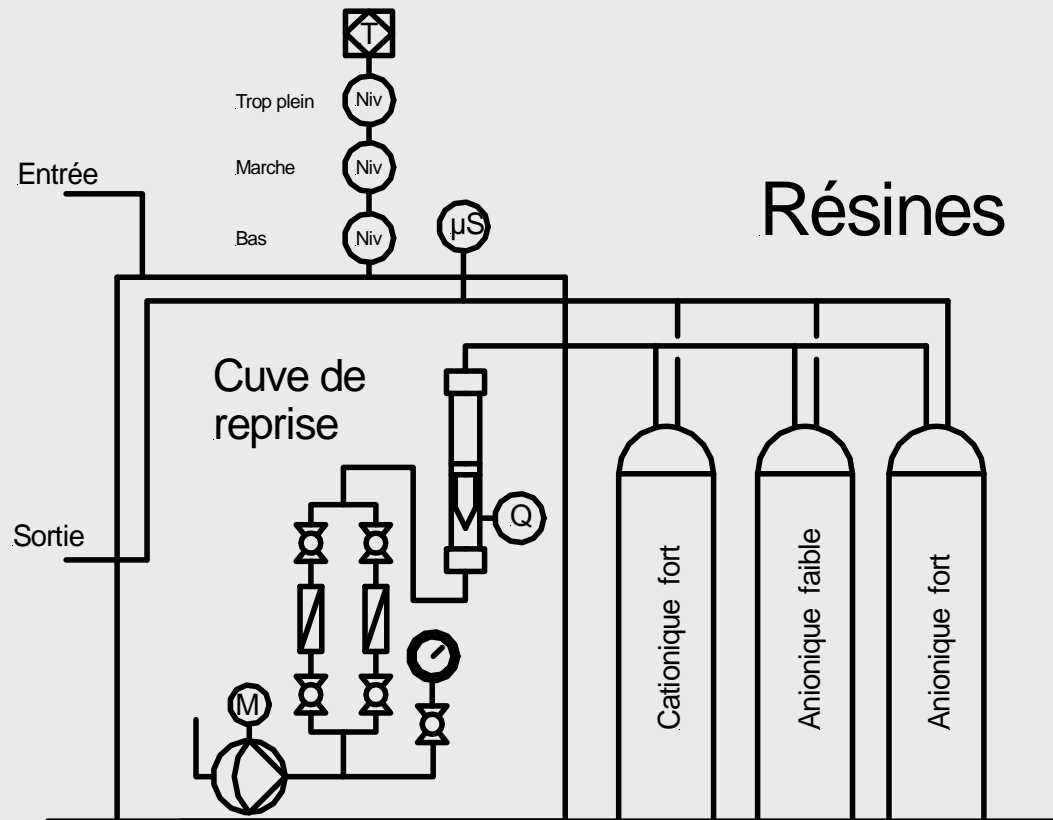
III. Autres systèmes de traitement, la décy.

En bûché



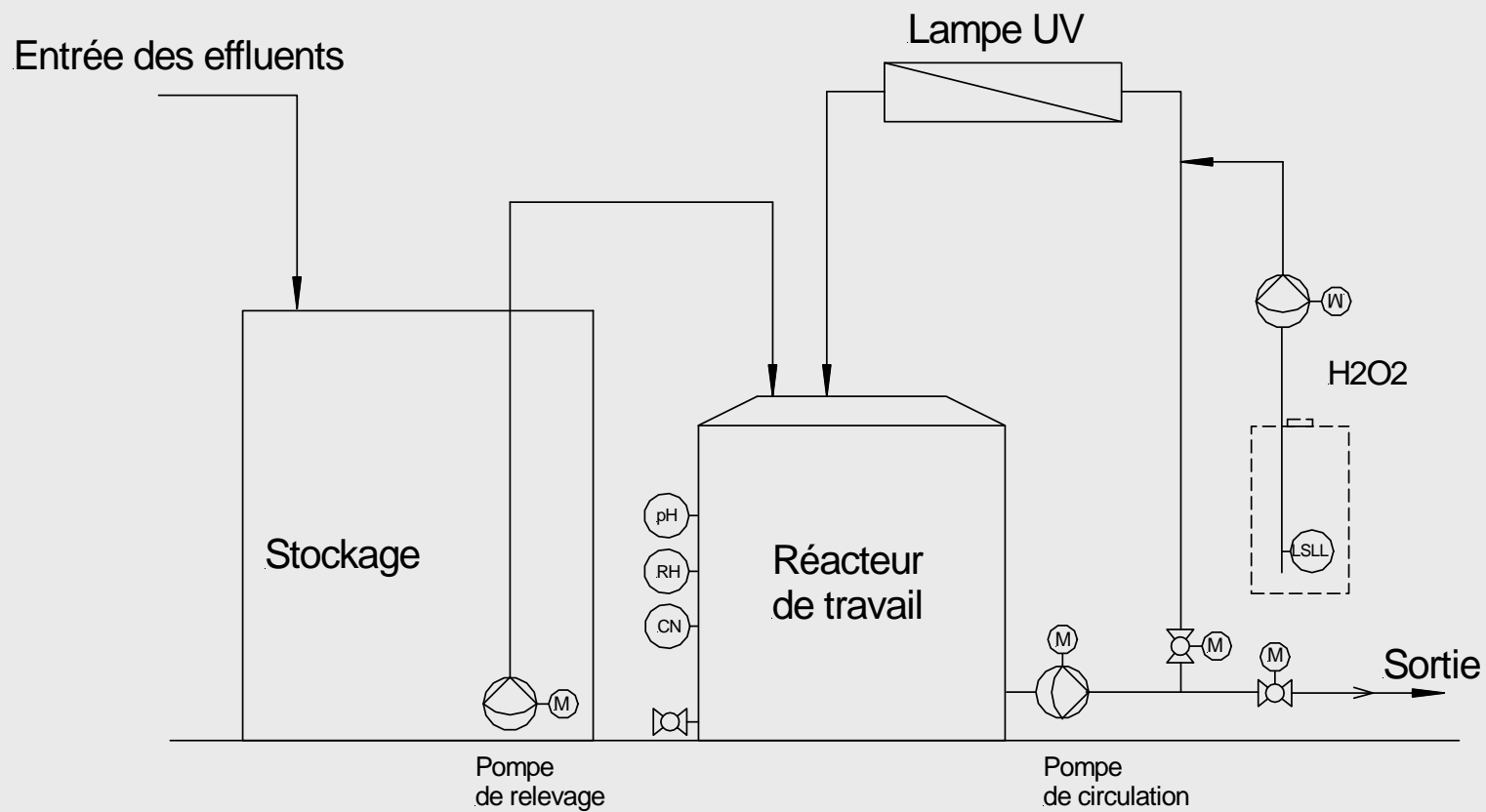
III. Autres systèmes de traitement, la déca.

Résines échangeuses d'ions



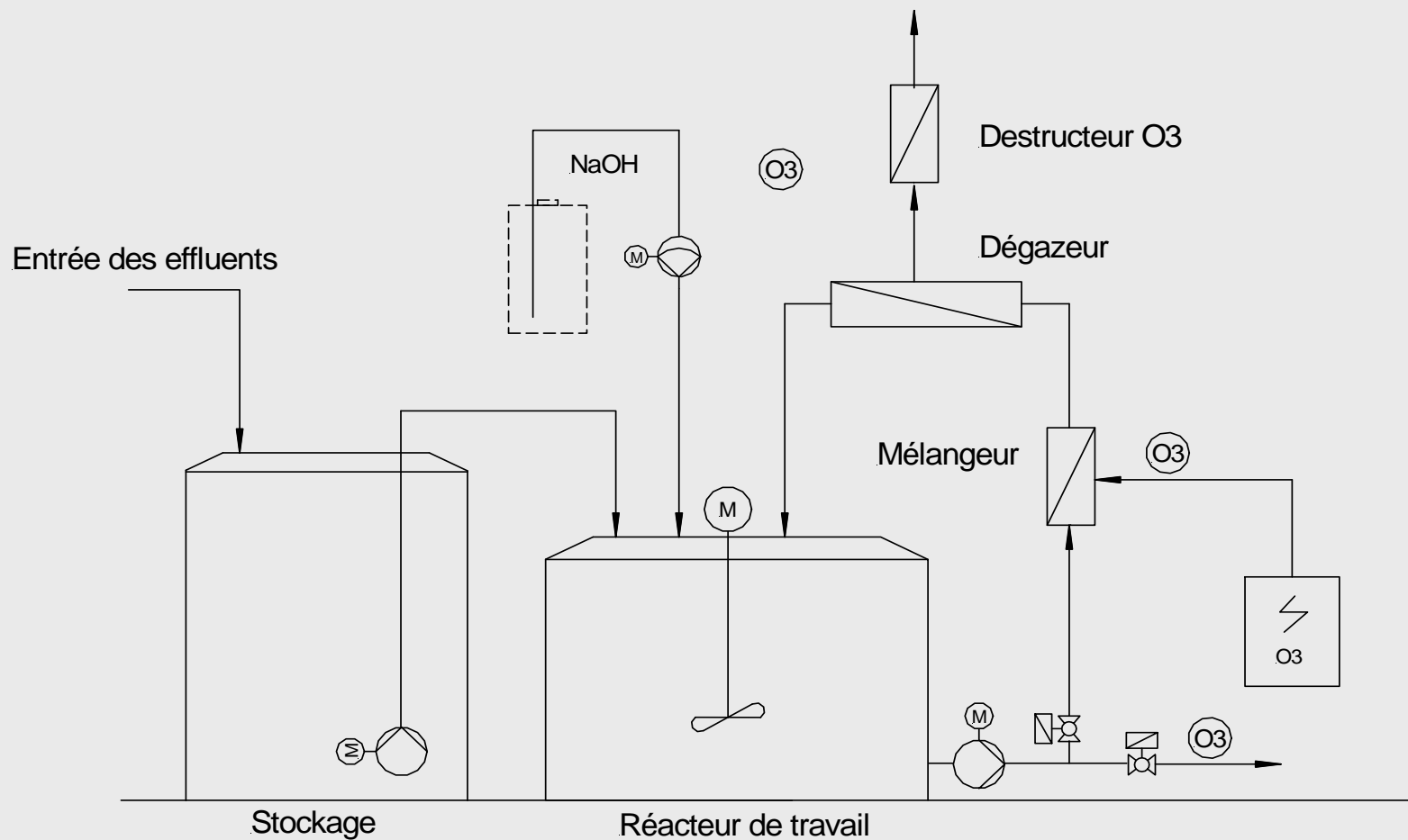
III. Autres systèmes de traitement, la décy.

Oxydation par UV



III. Autres systèmes de traitement, la déca.

Oxydation par ozone

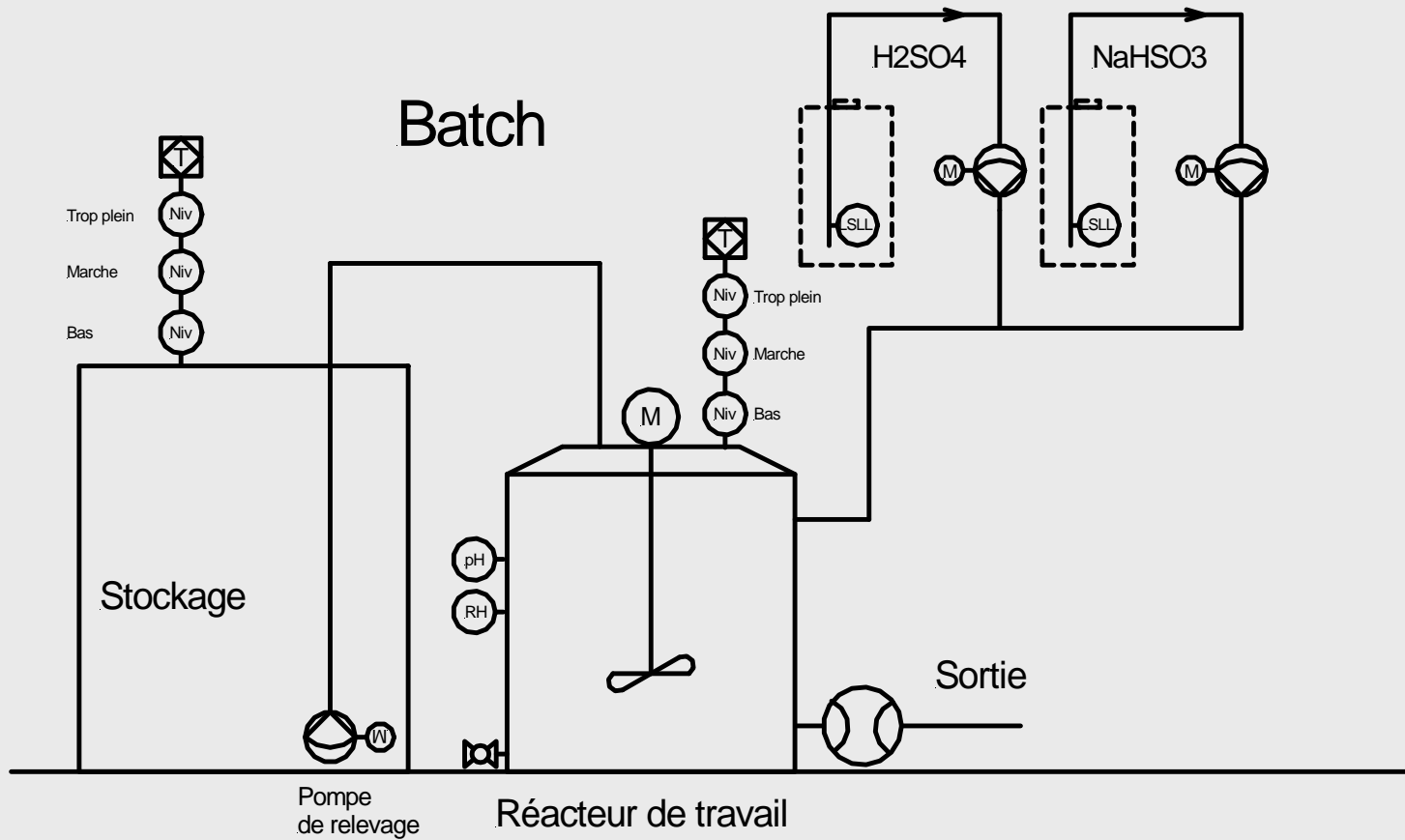


III. Autres systèmes de traitement, la déchro.

- La déchromatation consiste en la réduction du chrome hexavalent (Cr VI) en chrome trivalent (Cr III) moins toxique et insolubilisable
- La réduction du chrome VI se fait sous l'action du bisulfite de sodium à pH acide (entre 2,5 et 1,8)
- Avec un pH élevé la réaction est plus lente, le seuil critique se situe à partir de pH 3,5
- Avec un pH faible (inf à 1,8) il y a une décomposition du bisulfite, avec dégagement d'anhydride sulfureux SO_2 (gaz toxique et corrosif)
- La déchromatation peut se faire également à l'aide d'une électrocoagulation avec une paire d'électrodes Fe - Fe

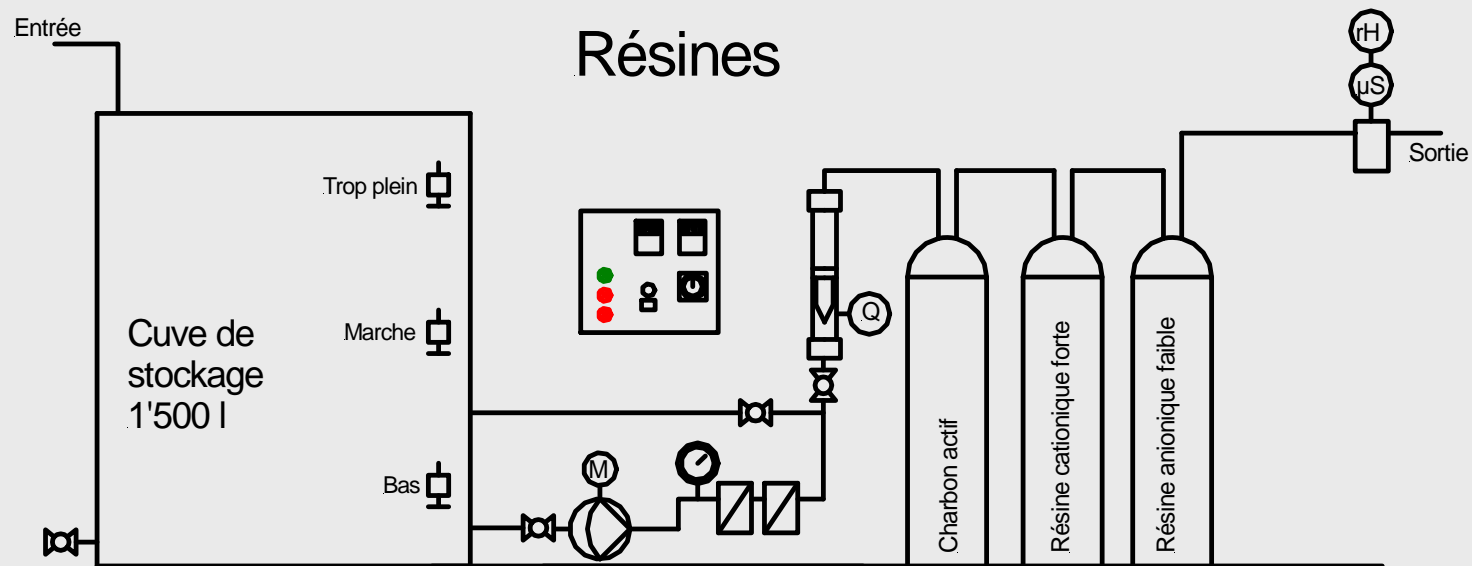
III. Autres systèmes de traitement, la déchro.

En bûché



III. Autres systèmes de traitement, la déchro.

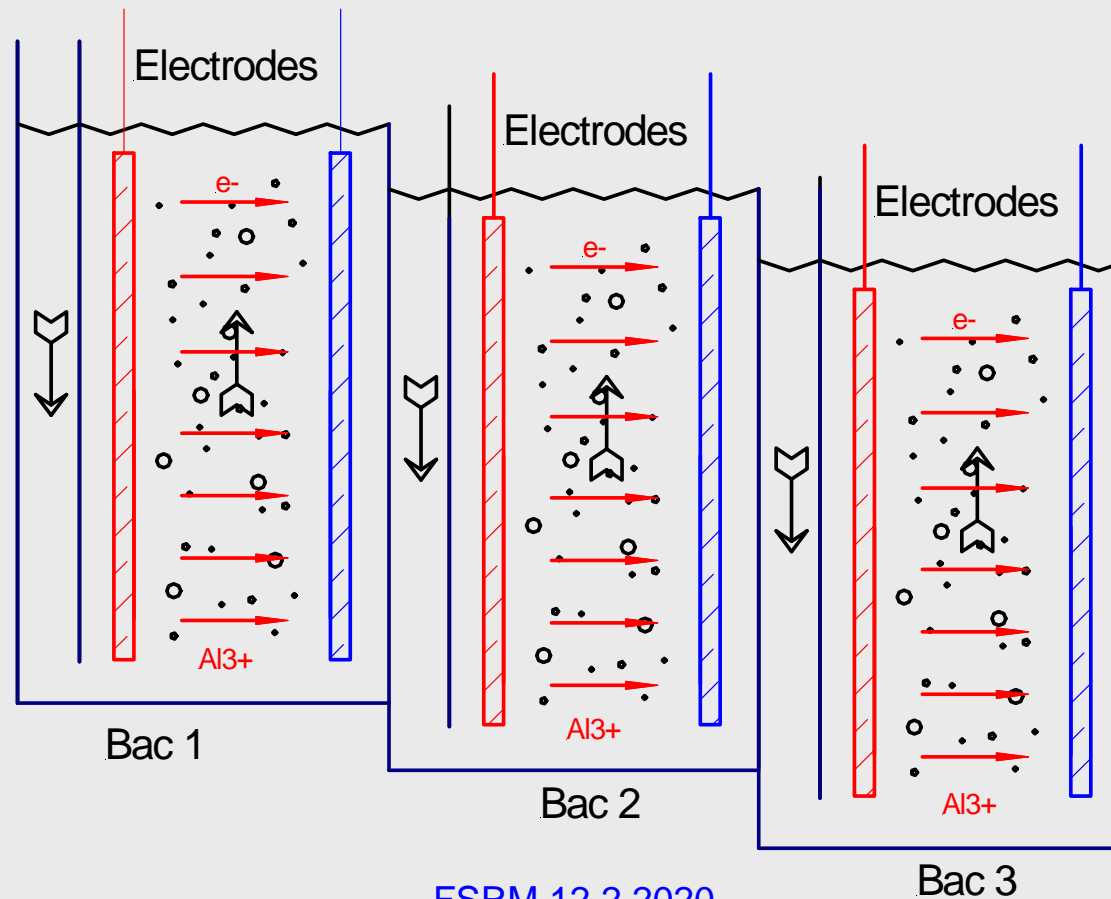
Résines échangeuses d'ions



III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

Principe

- Le principe consiste à faire passer l'effluent à travers deux électrodes ; une cathode en fer et une anode en aluminium et/ou en fer.



III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

Le courant électrique donne les effets suivants:

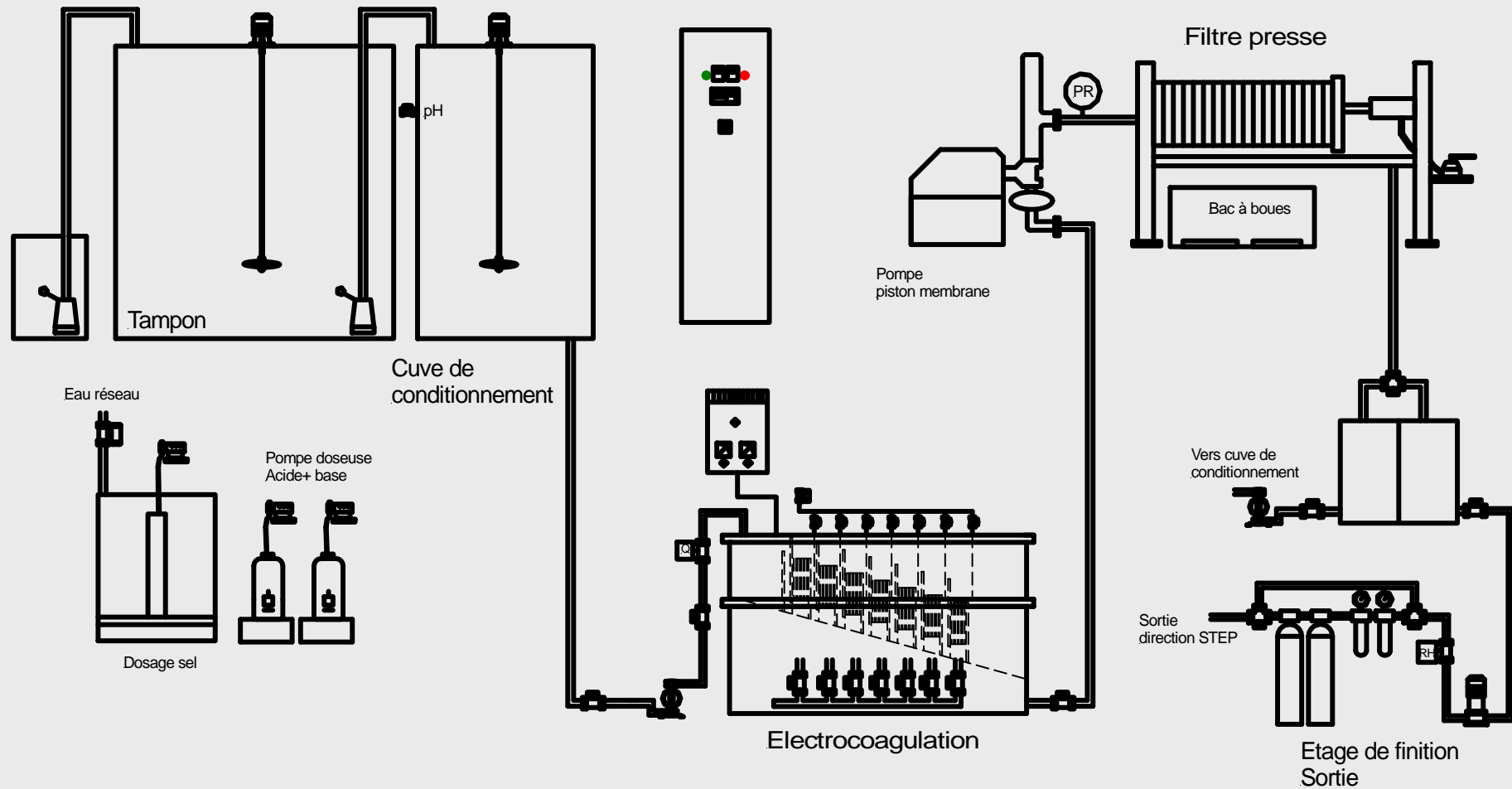
- **Cassage des complexants, insolubilisation des métaux et des huiles**
- **Polarisation des particules, coagulation**
- **Décomposition de l'anode, formation de Al^{3+} ou Fe^{3+} , coagulation**

III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

Tampon	Régulation de la charge et du débit
Neutralisation	Ajout de réactif, brassage
Insolubilisation Coagulation	Electrolyse
Coagulation	Ajout de réactif par décomposition de l'anode, brassage par le flux du liquide
Filtration / décantation / séparation	Filtration par filtre presse Décantation à travers un décanteur centrifuge Elimination des boues (Incinération)

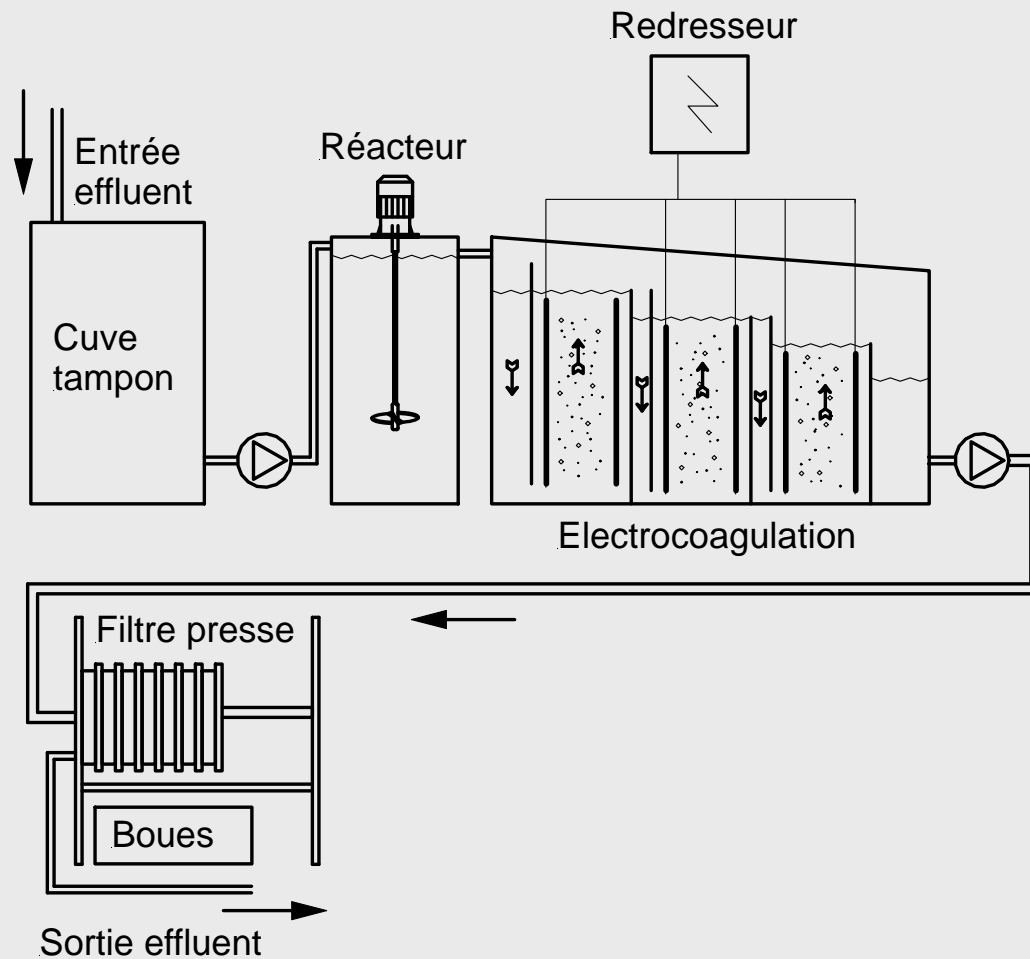
III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

■ Exemple de schéma



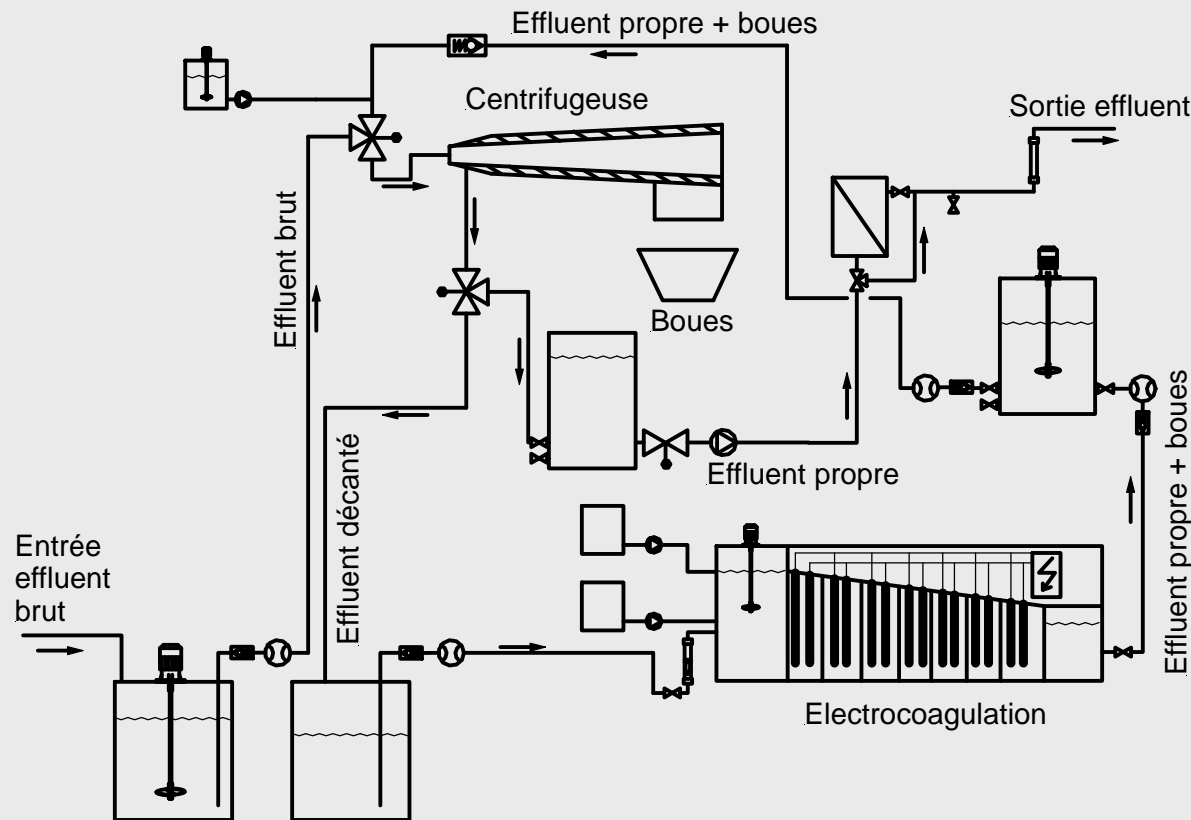
III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

- La figure ici montre le schéma de principe d'une installation d'électrocoagulation avec un filtre presse.



III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

- La figure ci-dessous montre une installation d'électrocoagulation avec une filtration des boues à l'aide d'un décanteur centrifuge. Ledit décanteur est utilisé également comme décanteur amont avant l'électrocoagulation



III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

- **L'électrocoagulation est particulièrement efficace pour le traitement des effluents ne contenant que des métaux.**
- **Il est possible, moyennement un dimensionnement spécifique, de traiter les effluents lessiviels.**
- **Si la charge en huile est trop élevée, on préférera travailler avec un système physico-chimique.**

III. Autres systèmes de traitement, l'électrocoagulation

- **L'avantage de l'électrocoagulation est qu'elle est peu sensible aux variations de charge des effluents, aux types de complexants et ne demande pas un personnel ayant des aptitudes particulières dans le traitement de l'eau.**
- **Les frais d'exploitation sont, dans la plupart des cas, nettement inférieurs aux systèmes physico-chimiques.**

III. Autres systèmes de traitement, l'évapoccentration

Evaporation

- Le principe de base consiste à chauffer l'effluent et d'évaporer l'eau, la plus pure possible, ce qu'on appelle l'évaporat. Ce qui reste est le concentrat. Il existe plusieurs méthodes utilisées pour minimiser les coûts / optimiser le rendement :
 - Travail sous vide ou sous pression
 - Refroidissement avec de l'eau ou avec des échangeurs de chaleur
 - Système physique de démoussage
 - Étages multiples

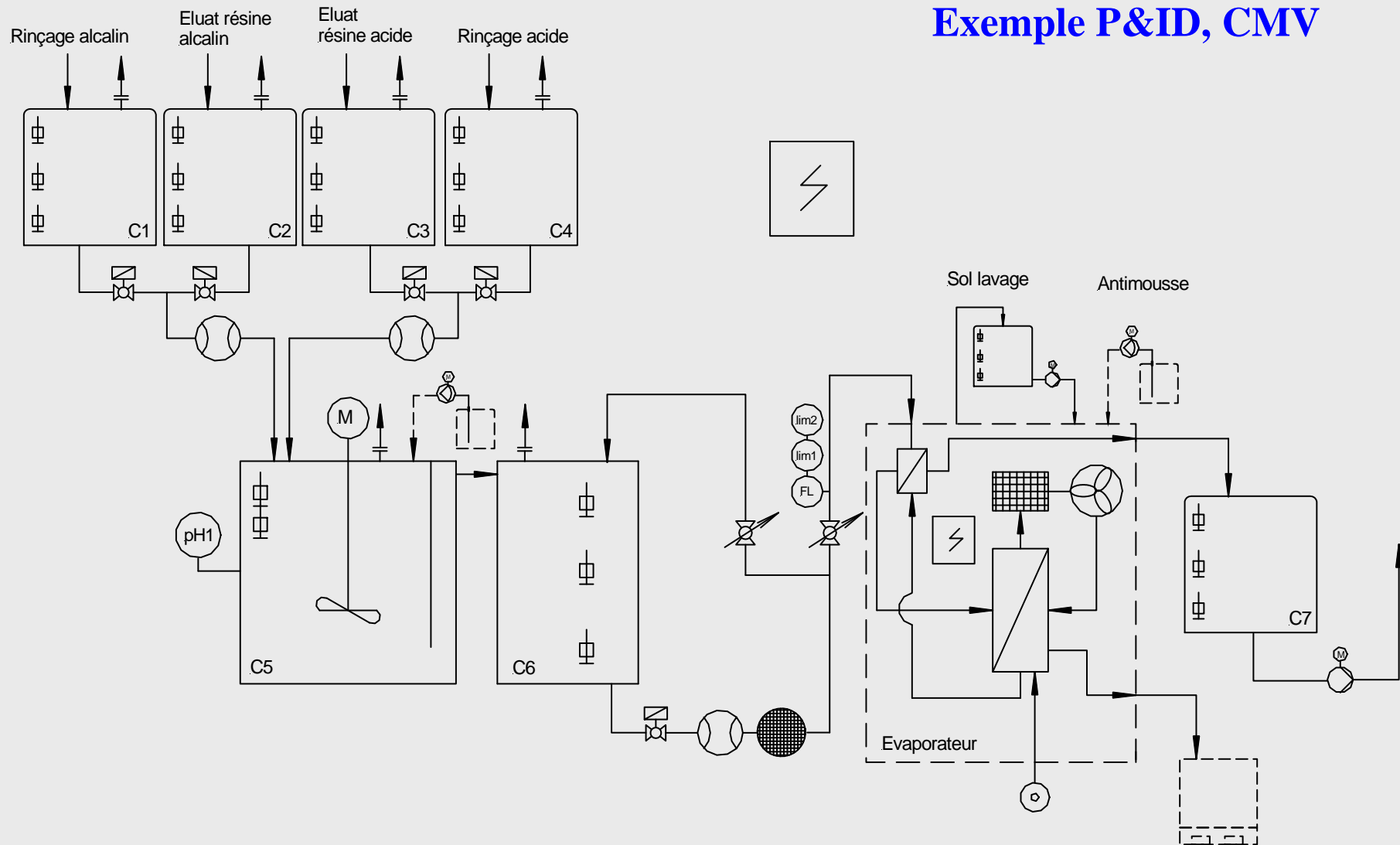
III. Autres systèmes de traitement, l'évapoconcentration

- **Evaporation ou Evapoconcentration**
- **Les évaporateurs sont des systèmes relativement chers et délicats à utiliser. La mousse et la présence de solvant gênent souvent la réaction.**
- **Les évaporateurs sont utilisés en général lorsque les autres techniques (physico-chimique, membranaire, ...) ne sont pas applicables.**
- **Une des applications les plus connues des évaporateurs est lorsqu'il est interdit de rejeter les effluents liquides et que l'on souhaite un recyclage à 100% (0 rejet). Ils peuvent être utilisés comme traitement unique ou en traitement final.**

Etapes de process du traitement par évapo-concentration

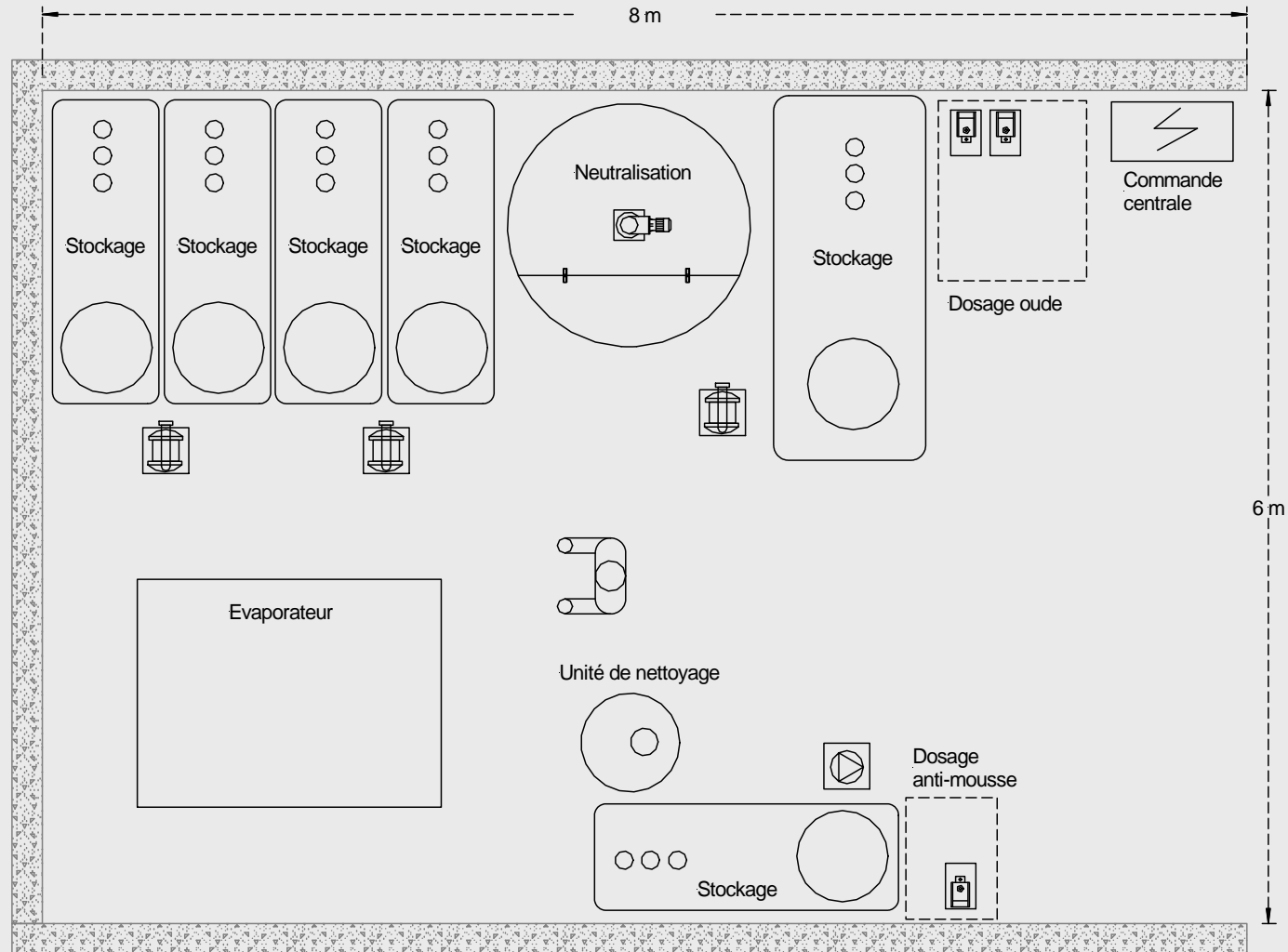
Tampons	Régulation des charges et des débits
Ajustement du pH	<ul style="list-style-type: none">➤ Ajout de réactifs➤ Brassage
Filtration	<ul style="list-style-type: none">➤ Elimination des particules grossières
Evaporation-concentration	<ul style="list-style-type: none">➤ Chargement➤ Concentration➤ Evaporation➤ Déchargement➤ Nettoyage
Stockage, traitement aval	<ul style="list-style-type: none">➤ Stockage➤ Traitement des organiques➤ Distribution, évacuation

Exemple P&ID, CMV



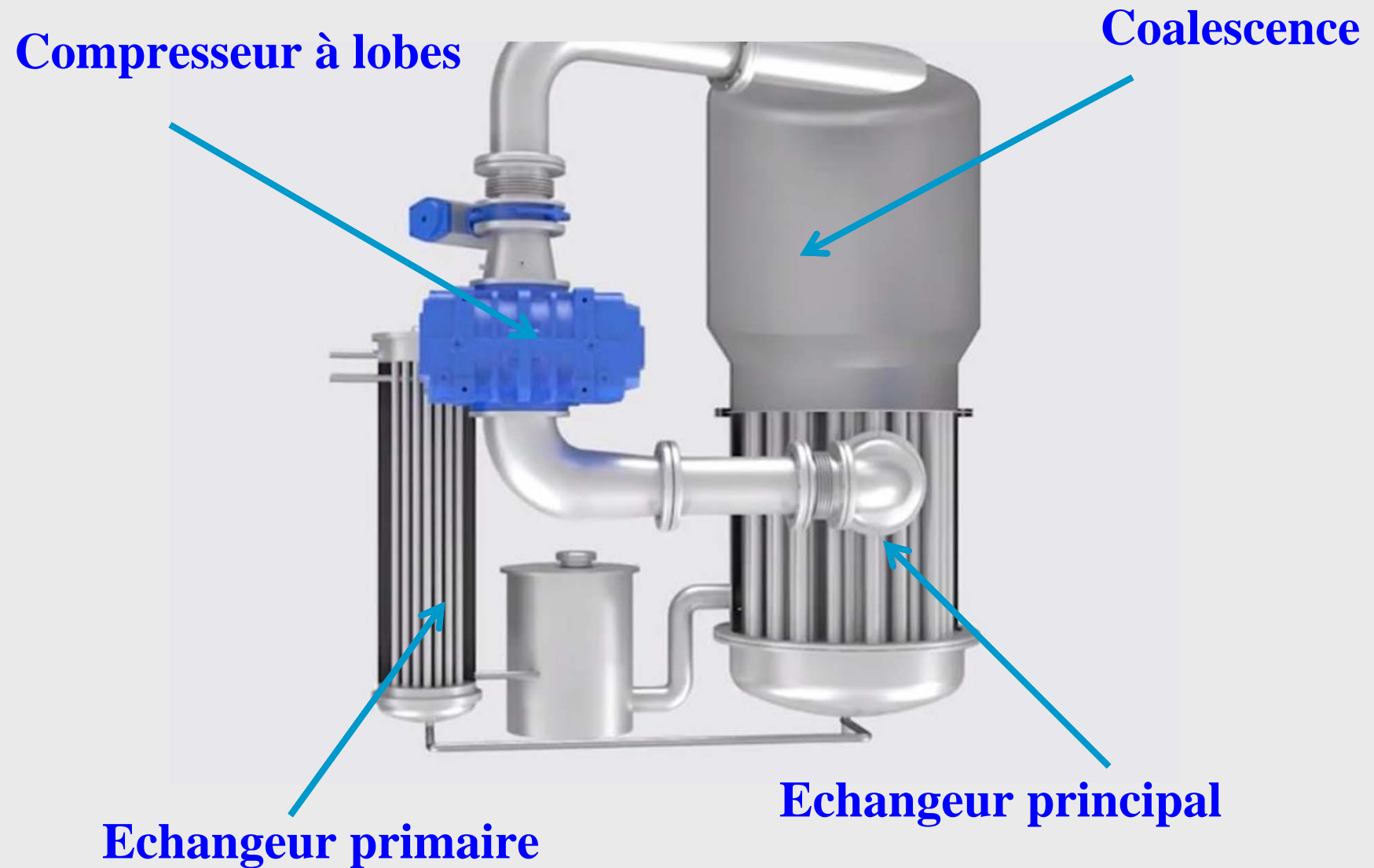
■ Le système ici peut traiter en automatique entre 2 m³/jour

Exemple d'implantation, CMV



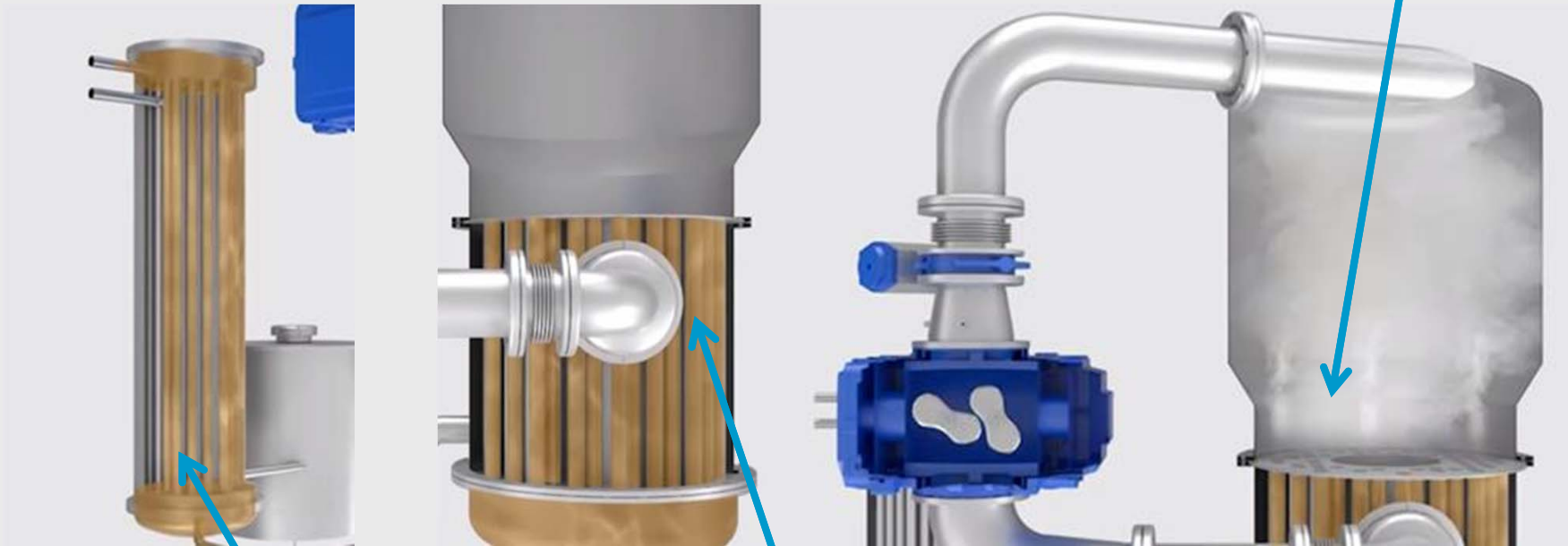
- Le système ici peut traiter en automatique max 2 m³/jour.

Fonctionnement CMV, P1



Fonctionnement CMV, P2

Evaporation



Passage sur échangeur
primaire

Passage sur échangeur
principal

Fonctionnement CMV, P3

Retour sur échangeur principale



Condensation

Fonctionnement CMV, P4

**Retour sur échangeur
primaire, sortie condensat**



Vidange concentrat



III. Autres systèmes de traitement, l'évapoconcentration

DÉCHETS ADMISSIBLES DANS L'ÉVAPORATEUR

Les déchets admissibles dans l'évaporateur sont (liste non exhaustive) :

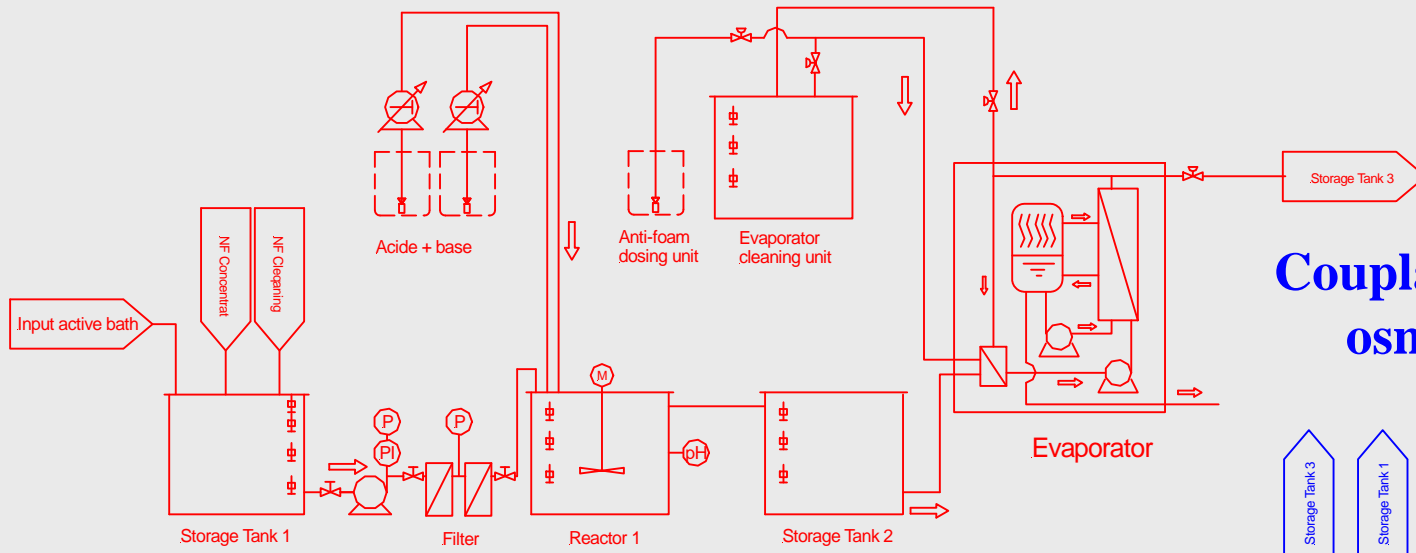
- Les émulsions et huiles de coupe (usinage des métaux, etc.)
- Divers bains : dégraissage, phosphatation, décapage, chargés de métaux lourds, alcalins, etc.
- Les eaux résiduelles de l'industrie de la photographie (bains de développement, bains de fixation, etc.)
- Eaux de lavage diverses
- Encres et peintures avec phase aqueuse
- Eaux avec résidus de pesticides et autres substances organiques toxiques et non volatiles
- Mélanges eau-glycol (antigel)

CRITÈRES PHYSICO-CHIMIQUES D'ACCEPTABILITÉ DU DÉCHET

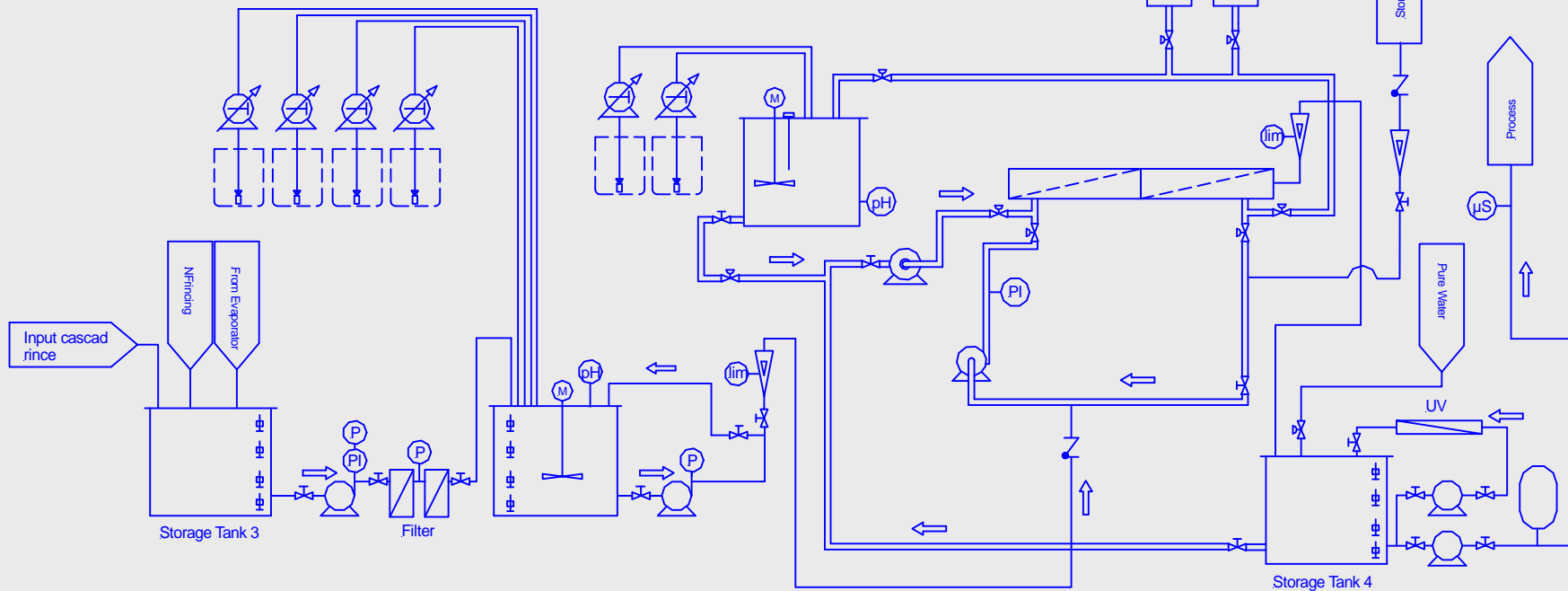
Les critères physico-chimiques des effluents liquides pour leurs traitements par évaporation sont les suivants :

- pH : compris entre 6 et 14.
Teneur totale en Cl, Br et F : inférieur à 50 mg/l si pH inférieur à 7,5
- Absence de matière organique volatile ou explosive (*installation non EX*)
- Point éclair : $> +60^{\circ}\text{C}$
- Proportion maximale de matière solide : 5 %
- Diamètres des particules : $< 1\text{ mm}$
- Absence de solvants chlorés

III. Autres systèmes de traitement, l'évapoconcentration



Couplage évaporateur / osmose inverse



III. Autres systèmes de traitement, la biodégradation à haut rendement

- **La forme la plus connue et la plus répandue est l'usage en STEP (STation d'EPuration). Mais elle est aussi mise en œuvre dans l'industrie.**

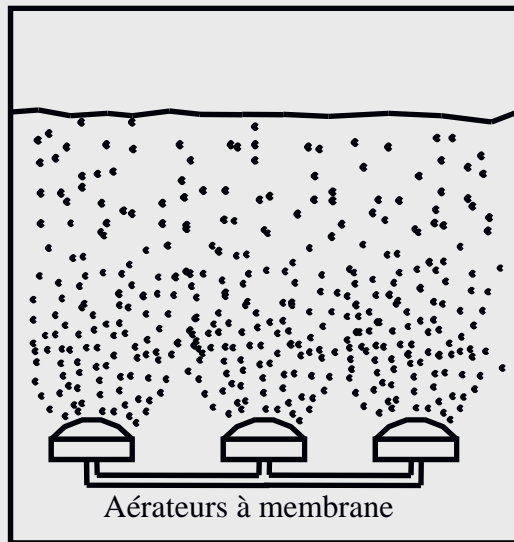
III. Autres systèmes de traitement, la biodégradation à haut rendement

■ Principe :

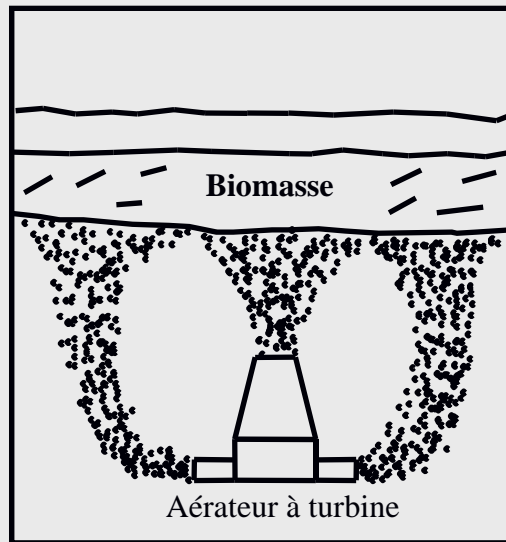
- **Anaérobie** ou fermentation : c'est-à-dire sans apport d'oxygène ; délicat à maîtriser, génère peu de boues, formation de bio-gaz valorisable (méthane)
- **Aérobie** : c'est-à-dire avec un apport d'oxygène. Le pouvoir oxydant est donc supérieur à celui de la fermentation. Mise en œuvre pour le traitement des effluents industriels.

III. Autres systèmes de traitement, la biodégradation à haut rendement

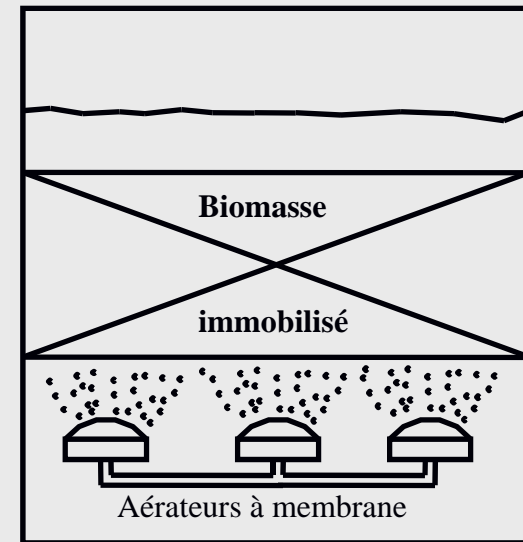
Les 3 types principaux des bio-réacteurs aérobies



Lit flottant

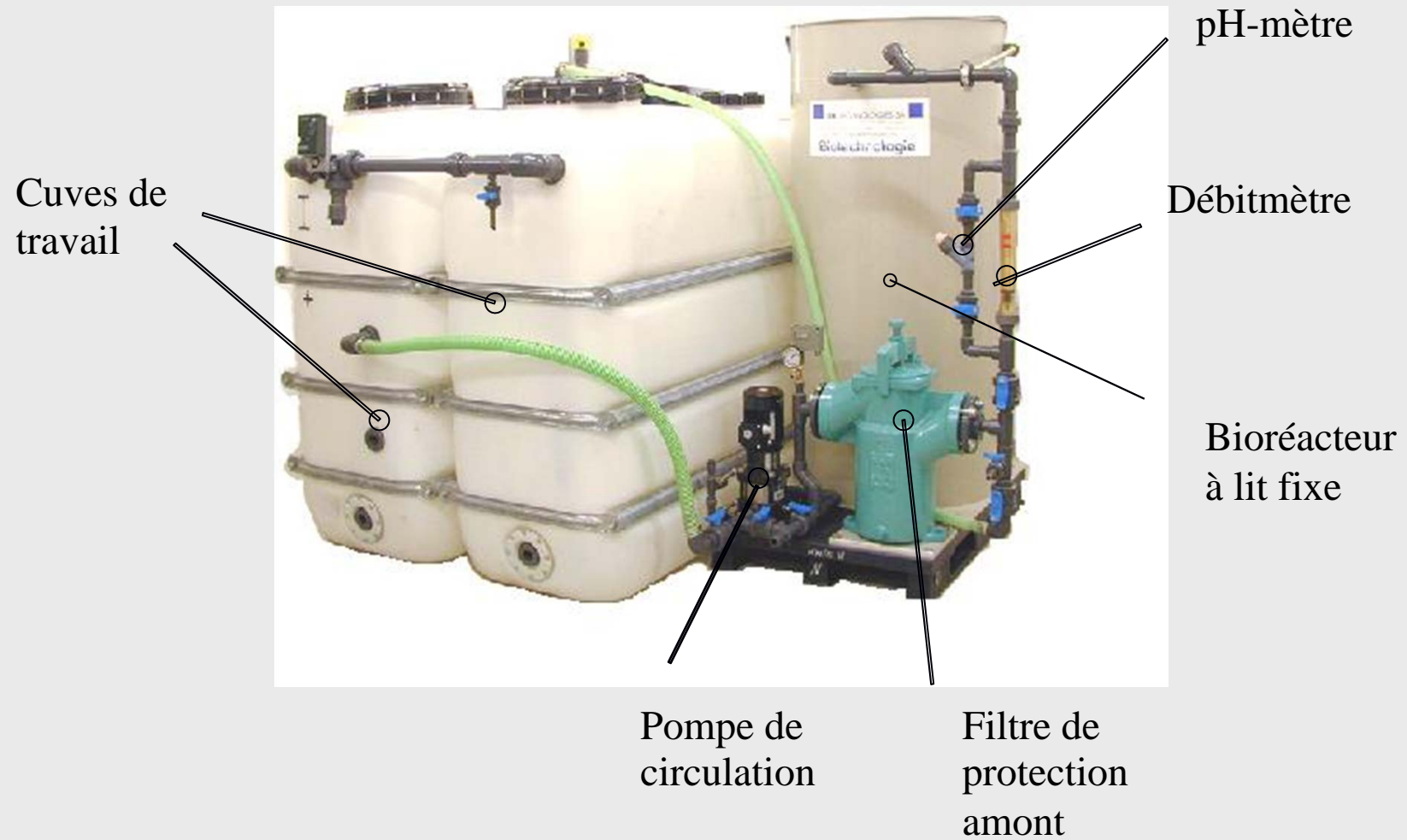


Lit fluidisé

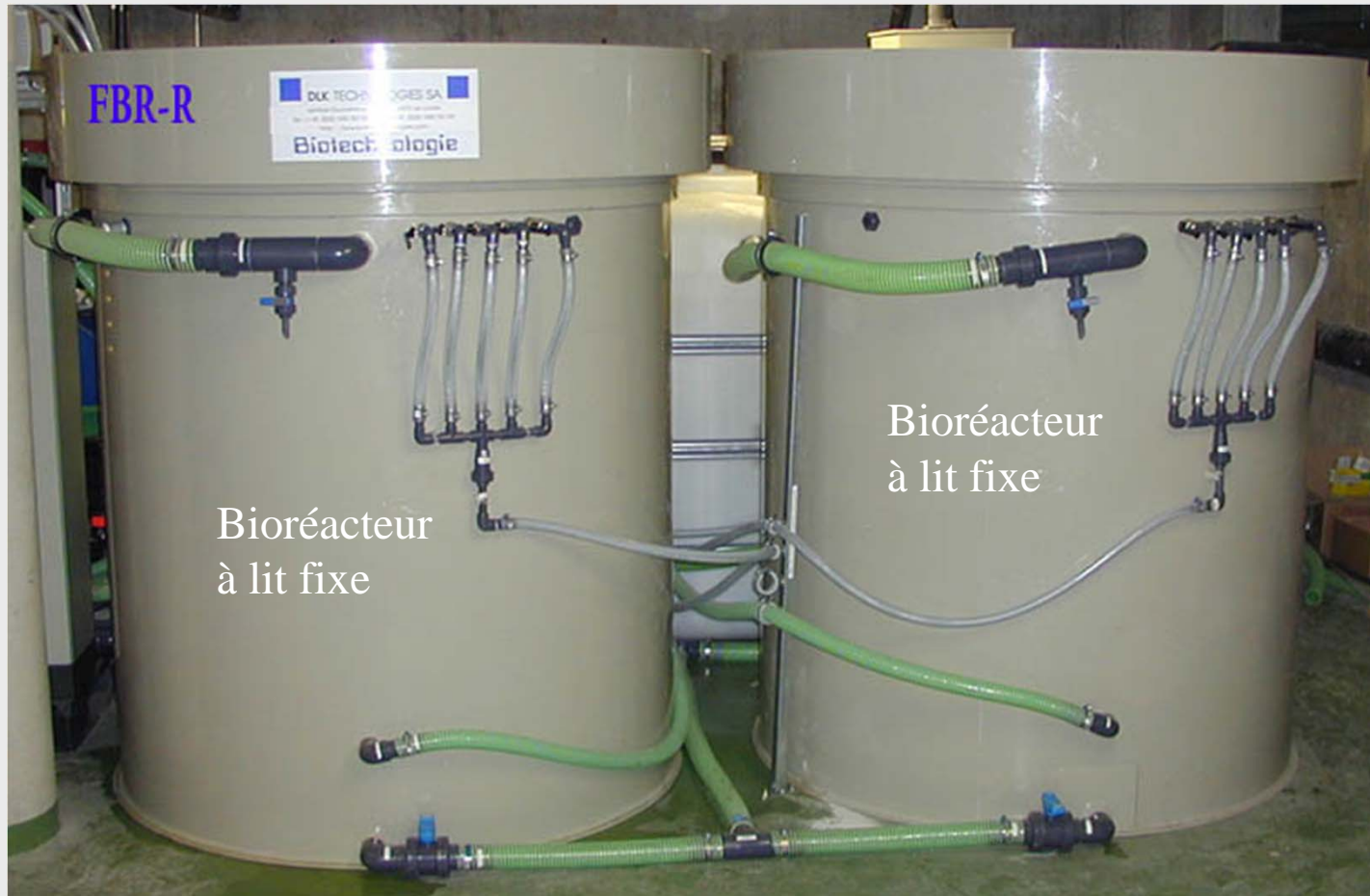


Lit fixe

III. Autres systèmes de traitement, la biodégradation à haut rendement

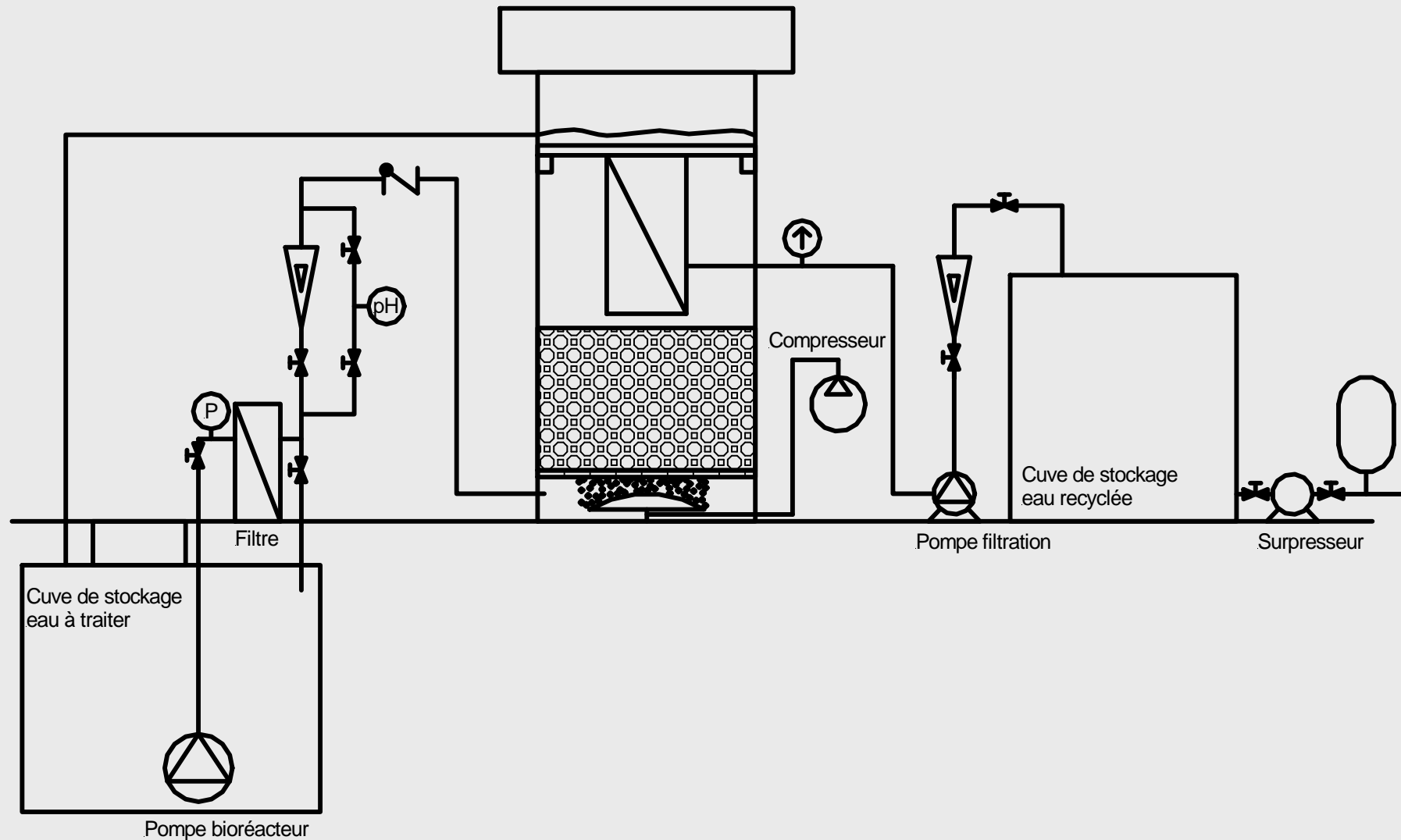


III. Autres systèmes de traitement, la biodégradation à haut rendement



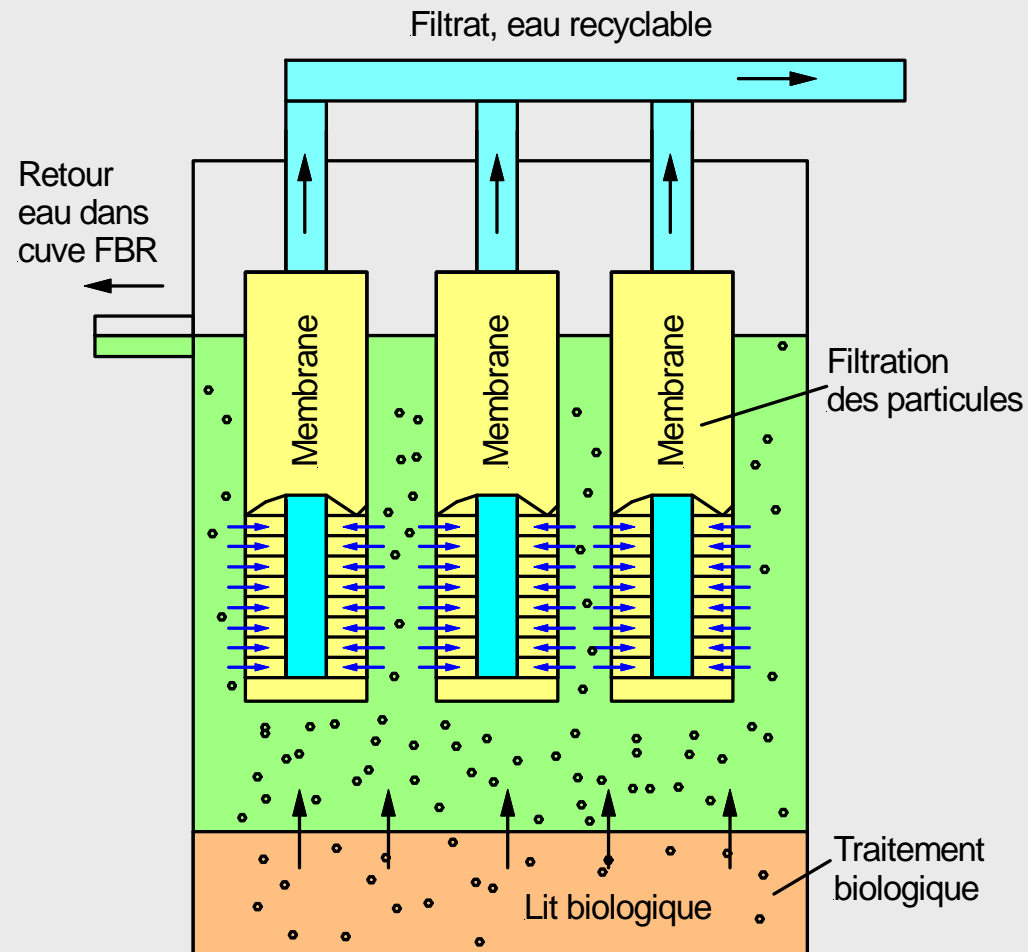
III. Autres systèmes de traitement, le BRM

Biodégradation + filtration membranaire => BRM, Bioréacteur à Membrane

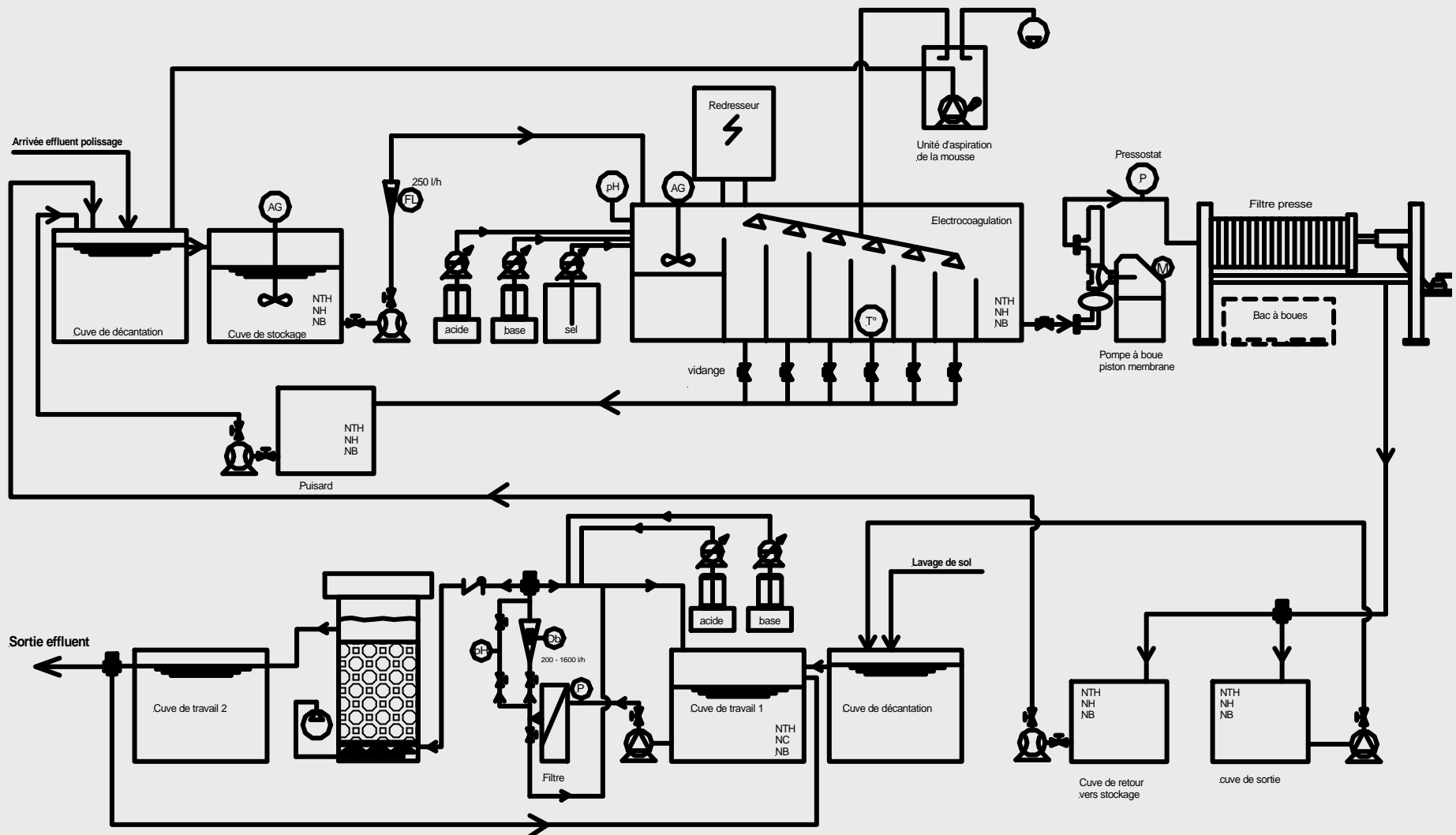


III. Autres systèmes de traitement, le BRM

Biodégradation + filtration membranaire => BRM, Bioréacteur à Membrane



III. Autres systèmes de traitement, le couplage EC-BIO, le top de l'écologique



III. Autres systèmes de traitement, Traitement biologique des effluents de lavage de sol



III. Autres systèmes de traitement, Traitement biologique des effluents de lavage de sol



III. Autres systèmes de traitement, minéralisation des effluents par oxydation

■ Oxydants utilisés :

■ Peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (eau oxygénée)

- Durée de stockage réduit
- Besoin de grandes quantités
- Pas de rémanence
- Bonne compatibilité avec la biologie
- Pas de sous produit

■ Ozone, O_3

- Large spectre de traitement, universelle
- Fort pouvoir oxydant
- Pas de rémanence
- Difficile à mettre en œuvre
- Bonne compatibilité avec la biologie
- Pas de sous produits

III. Autres systèmes de traitement, minéralisation des effluents par oxydation

■ Oxydants utilisés (suite) :

- Peroxyde d'hydrogène + oxyde métallique (souvent du fer, procédé Fenton)
 - Production de boues

- Peroxyde d'hydrogène + ultraviolet moyenne pression
 - Encrassement des lampes
 - Les UV moyennes pressions sont assez chers

- Chlore (Javel)
 - Extrêmement économique
 - Chlore résiduel et sous produits
 - Effet rémanent (intéressant en recyclage)

III. Autres systèmes de traitement, minéralisation des effluents par oxydation

« Pilote pour oxydation avec ozone »



Le traitement des Eaux Industrielles

Partie III

Questions ?



Le traitement des Eaux Industrielles

Annexe I

L'infrastructure

AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Un local

- **Assez grand pour avoir la place nécessaire pour :**
 - **Les cuves et autres éléments**
 - **Les cuves réalisées sur mesure sont plus chères**
 - **Les cuves carrées sur mesure sont plus chères que les rondes**
 - **Il faut de la place en hauteur pour, par exemple, sortir un brasseur d'une cuve**
 - **L'installation de la machine et la maintenance**
 - **Il faut pouvoir accéder le plus facilement possible aux éléments, surtout les éléments critiques**

AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Un local avec

- **Une aération car le local est très humide**
 - **Et pour l'eau sale, il s'agit d'une station d'épuration, ce n'est pas de l'eau propre**
- **Une arrivée d'eau avec un jet pour le nettoyage**
- **Les alimentations classiques électriques, pneumatiques et hydrauliques**

AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

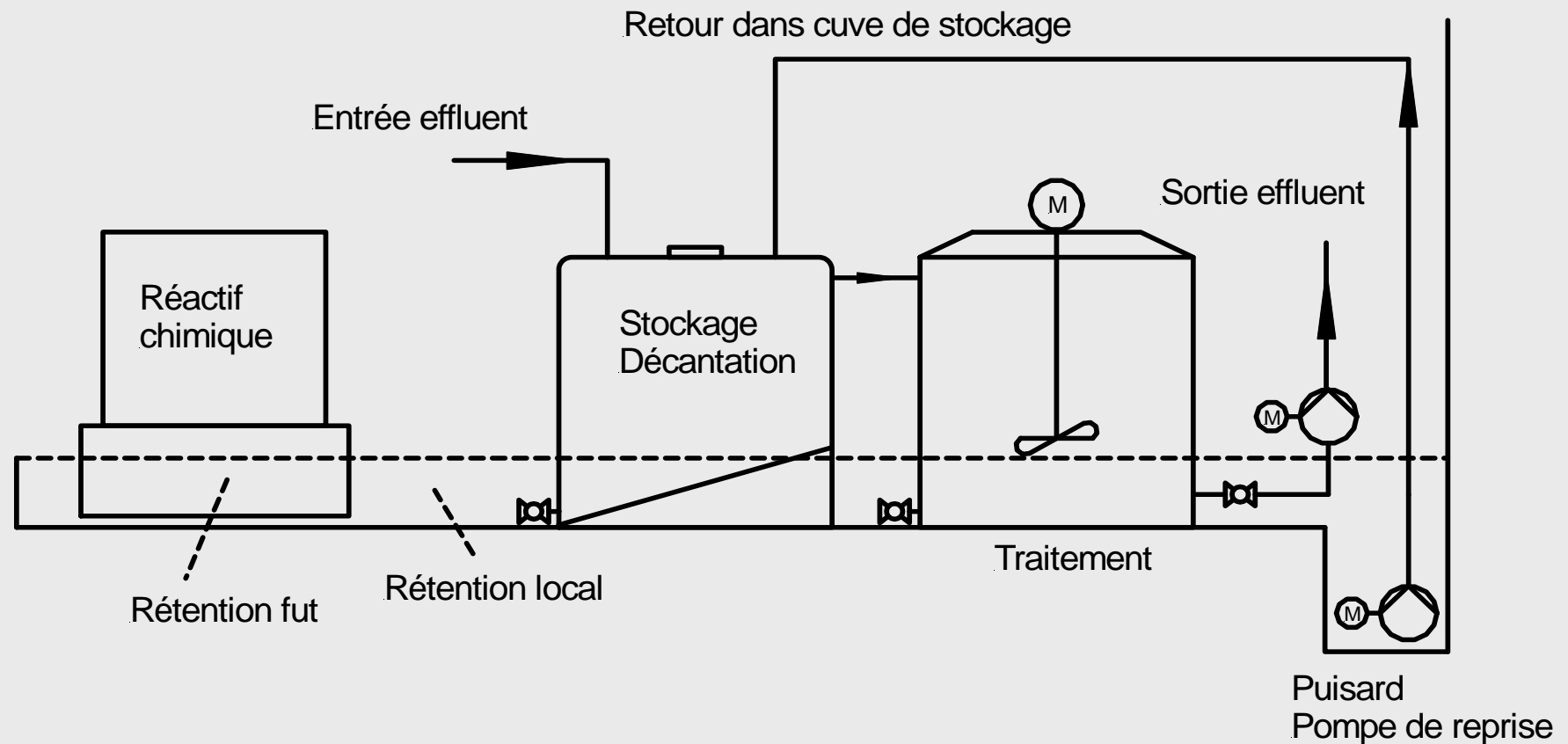
Un local en rétention, ou pas

- **Il faut une évacuation d'eau, il y a toujours de l'eau qui coule pour une raison ou une autre. Mais pour**
 - **L'eau de process, non chargée, on peut rejeter l'eau directement à la STEP, comme une lessiverie**

- **L'eau résiduaire, c'est plus compliqué, car**
 - **LEGALEMENT, on ne peut rejeter l'eau contaminée sans autre**
 - **Evacuation dans une cuve/fosse tampon**
 - **Local en rétention**
 - **PRATIQUEMENT,**
 - **On ne peut bloquer la production**
 - **Il ne faut pas abîmer l'équipement**

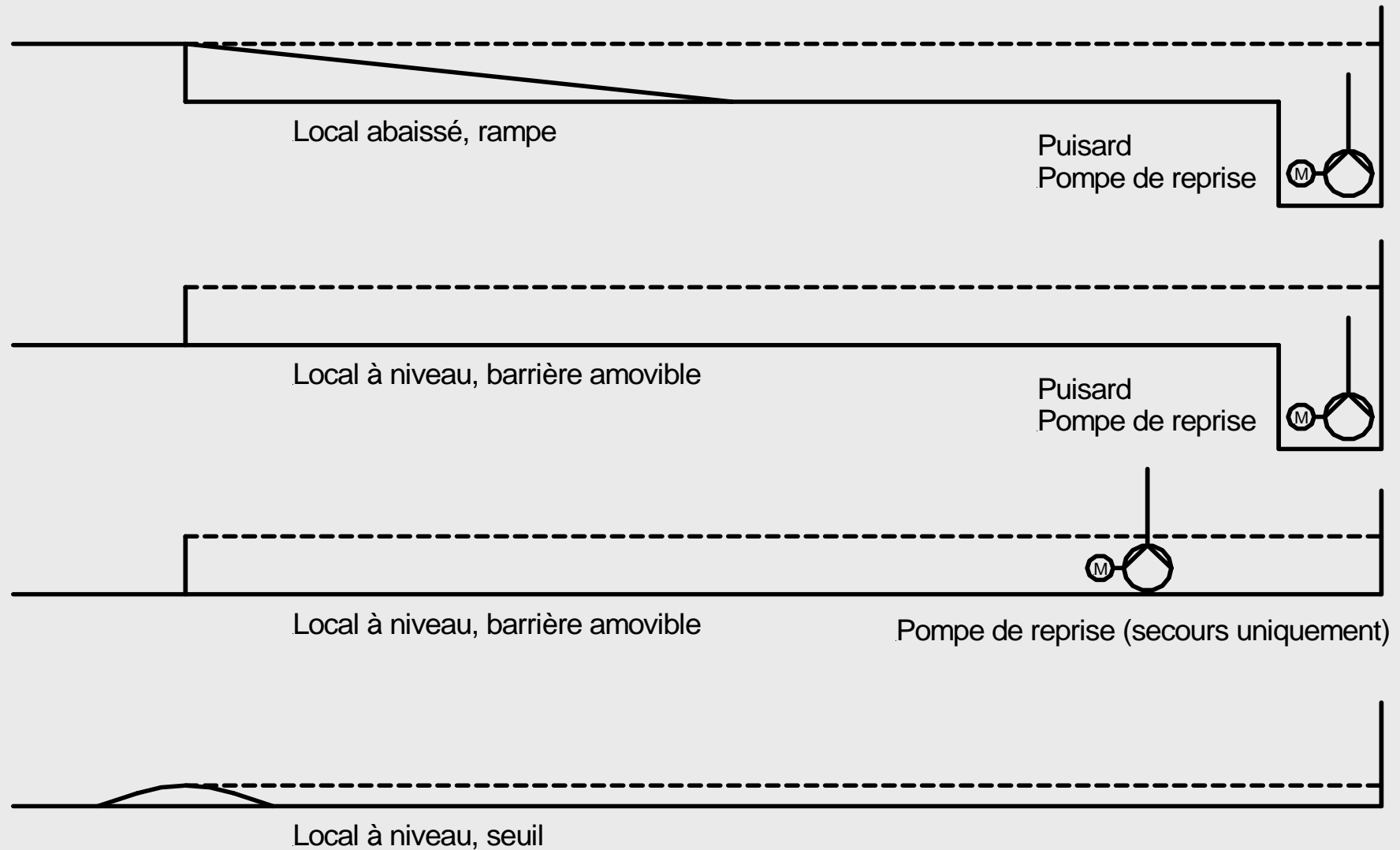
AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Eau résiduaire, rétention de l'écoulement I



AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Eau résiduaire, rétention de l'écoulement II



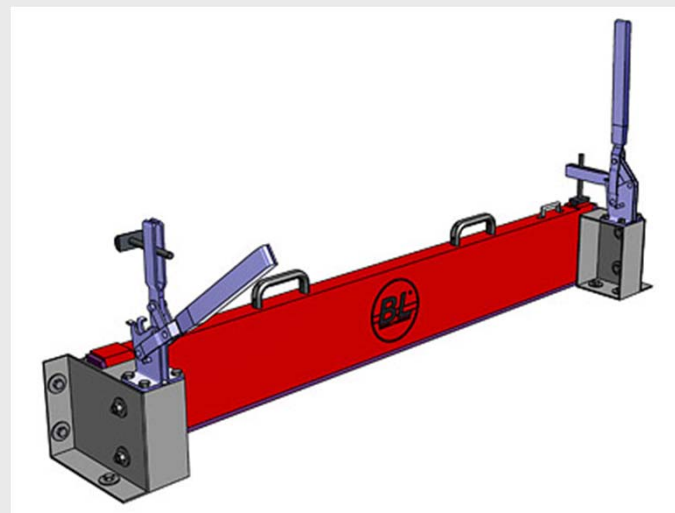
AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Eau résiduaire, rétention de l'écoulement II



AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Eau résiduaire, rétention de l'écoulement II



AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Un local

- **Qui est fermé à clef**
 - **On utilise souvent des réactifs toxiques, dangereux pour les personnes non formées**
 - **Il ne faut pas qu'on puisse changer les réglages sans savoir ce que l'on fait**
 - **Ce n'est pas un entrepôt**

- **Dont l'accès est facile**
 - **Les cuves sont souvent plus grandes que la taille d'une porte standard 80 cm x 2 m**
 - **Les palettes de réactifs sont souvent lourdes et demandent l'utilisation d'engins de manutention**

AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Des alarmes et un « rappel alarme »

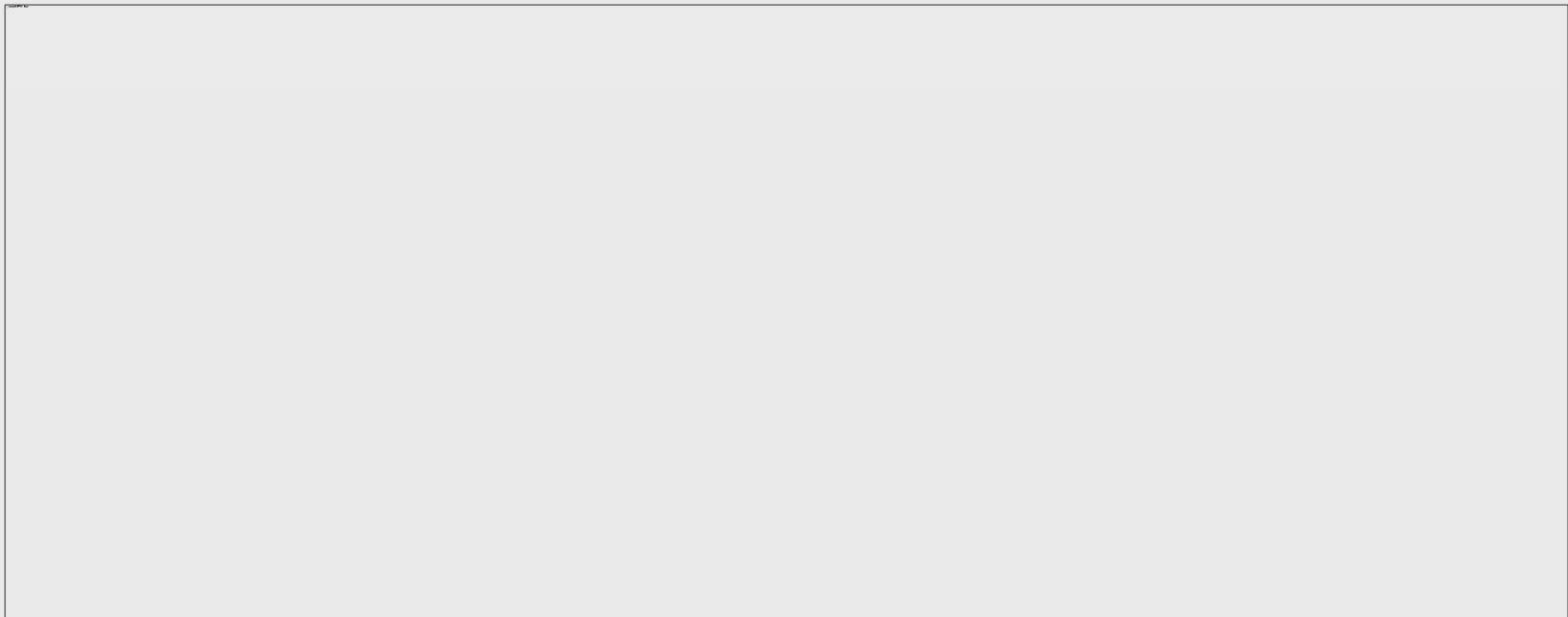
- **Il faut que les alarmes prévues pour signaler**
 - **un débordement (une inondation)**
 - **un dommage de l'installation**
 - **un risque d'incendie (surchauffe d'un élément)**

soient reportées à un endroit visible et que les bonnes personnes puissent intervenir dans les délais nécessaires

AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

Un point de prélèvement pour le contrôle

- **1 vanne sur une conduite alimentée en continu ou sur une cuve pleine**
- **Une cuve de contrôle**



AI. Infrastructure nécessaire pour une unité de traitement d'eau

- **Les crépines, les filtres, les décanteurs et les séparateurs nécessaires à la protection des conduites et des installations**

Le traitement des Eaux Industrielles

Annexe II

Réglementation des rejets d'effluents aqueux



AII. Réglementation des rejets d'effluents aqueux

- **Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 LPE**
- **Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 LEaux**
- **Ordonnance générale sur la protection des eaux du 19 juin 1972**
- **Ordonnance sur le déversement des eaux usées du 8 décembre 1975**
- **Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 Oeaux**

www.admin.ch

AII. Réglementation des rejets d'effluents aqueux

Extrait de la Loi fédérale sur la protection de l'environnement

Titre premier : dispositions générales

Article 1 : BUT

La présente loi a pour but de protéger les eaux contre toute atteinte nuisible. Elle vise notamment à :

- a. préserver la santé des être humains, des animaux et des plantes ;*
- b. garantir l'approvisionnement en eau potable et en eau d'usage industriel et promouvoir un usage ménager de l'eau*
- c. sauvegarder les biotopes naturels abritant la faune et la flore indigènes ;*
- d. sauvegarder les eaux piscicoles*
- e. sauvegarder les eaux en tant qu'élément du paysage*
- f. assurer l'irrigation des terres agricoles*
- g. assurer le fonctionnement naturel du régime hydrologique.*

Article 3 : Devoir de diligence

Chacun doit s'employer à empêcher toute atteinte nuisible aux eaux en y mettant la diligence qu'exigent les circonstances.

AII. Réglementation des rejets d'effluents aqueux

Extrait de l'ordonnance sur la protection des eaux

Annexe 3.2 : Déversement des eaux industrielles dans les eaux ou dans les égouts publics

Quiconque évacue des eaux industrielles doit, au cours des processus de production et du traitement des eaux, prendre les mesures qui s'imposent selon l'état de la technique pour éviter de polluer les eaux.

- **minimisation des volumes, des concentrations et de la toxicité ;**
- **séparation des eaux polluées et des eaux de refroidissement ;**
- **dilution restrictive : interdite pour satisfaire les normes de rejets, toléré si nécessaire pour le traitement ;**
- **respecter au point de déversement les exigences générales et particulières de branches industrielles données.**

AII. Réglementation des rejets d'effluents aqueux

Extrait de l'ordonnance sur la protection des eaux

Annexe 3.2 : Déversement des eaux industrielles dans les eaux ou dans les égouts publics.

- § 2 Exigences générales (cf. annexes)**
- § 3.2 Industrie secondaire du fer et de l'acier**
 - § 3.2.4 Décapage**
- § 3.3 Traitement de surface / Galvanisation (cf. annexes)**
- § 3.4 industrie chimique**

AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

■ Développement

■ Présenter:

- le plan des canalisations**
- la description du principe de l'installation de traitement**
- le schéma de l'implantation**

- Chambre de contrôle en aval pour effectuer des prélèvements afin de contrôler l'effluent.**

AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

■ Exploitation

- Contrôle une fois par an au moins de la qualité des eaux traitées, résultat transmis au SCPE**
- Tenir un journal d'exploitation incluant l'entretien de l'installation, disposé à proximité de l'installation, à disposition du service des contrôle**
- Les valeurs en métaux lourds et hydrocarbures doivent être respectées rigoureusement.**
- Le fonctionnement optimum doit être garanti (pré-traitement vidangé, entretenu ...)**
- Un contrat d'entretien avec une entreprise spécialisée est recommandé.**
- Une copie du contrat est envoyée au SCPE et toute modification annoncée (contrat et installation).**

AI. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

Directive Neuchâteloise p1

1. Champ d'application

Cette fiche d'information concerne les installations de prétraitement des eaux industrielles/artisanales (font exception les installations de la branche automobile). Les exigences formulées dans cette fiche répondent notamment à l'article 22 de la loi sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991 et aux articles 13 à 16 de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998.

2. Remarque générale

Dans l'intérêt du détenteur de l'installation, il est expressément recommandé d'associer notre service avant le choix définitif des équipements.

3. Exigences relatives à l'aménagement du local

- le local ne doit pas avoir de grille de sol raccordée aux égouts
- le local fera office de rétention (le volume de rétention doit correspondre en principe à celui du plus grand récipient contenu dans le local)

4. Recommandations relatives à l'aménagement du local

- le sol devrait disposer d'une légère déclivité et d'un puisard équipé d'une pompe à niveau
- le sol pourrait être équipé d'un revêtement plastifié facile à entretenir et résistant aux substances présentes
- le local devrait disposer de suffisamment d'espace libre pour faciliter les opérations de manutention / d'entretien spécialement au niveau du filtre-presse

AI. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

Directive Neuchâteloise p2

5. Exigences relatives à l'installation de prétraitement

- les quantités d'eaux traitées (volume/unité de temps) doivent être mesurées (compteur d'eau, compteur de charge, ...), comptabilisées et enregistrées
- un responsable de l'installation ayant les connaissances techniques requises doit être désigné par le détenteur
- un aménagement permettant la prise aisée et en continu d'échantillons représentatifs à la sortie de l'installation doit être mis en place (voir les schémas ci-dessous)
- un journal d'exploitation sera tenu à jour, il comprendra au minimum la date et la description des interventions sur l'installation avec la mention des anomalies et des remarques utiles

6. Recommandations relatives à l'installation de prétraitement

- un contrat d'entretien/de maintenance devrait être conclu par le détenteur de l'installation avec le fournisseur ou un service de maintenance
- l'installation devrait disposer d'un système de transmission des alarmes sur pager ou natel
- les mesures effectuées en continu (pH, température, conductivité, turbidité, ...) pourraient être enregistrées par informatique en lieu et place d'un support papier
- les données enregistrées devraient facilement pouvoir être envoyées par courriel sous un format courant (Excel ou Word)
- les sondes de mesures devraient être aisément accessibles et démontables afin de faciliter leur entretien, leur étalonnage ou leur remplacement

II. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

Directive Neuchâteloise p3

- afin de s'assurer de la qualité des eaux rejetées et du bon fonctionnement de l'installation en tout temps, des tests kit, bandelettes test, papier pH, ... devraient être mises à disposition du responsable de l'installation
- on veillera avec le fournisseur que les tests kit soient adaptés à la qualité des eaux que l'on rejette

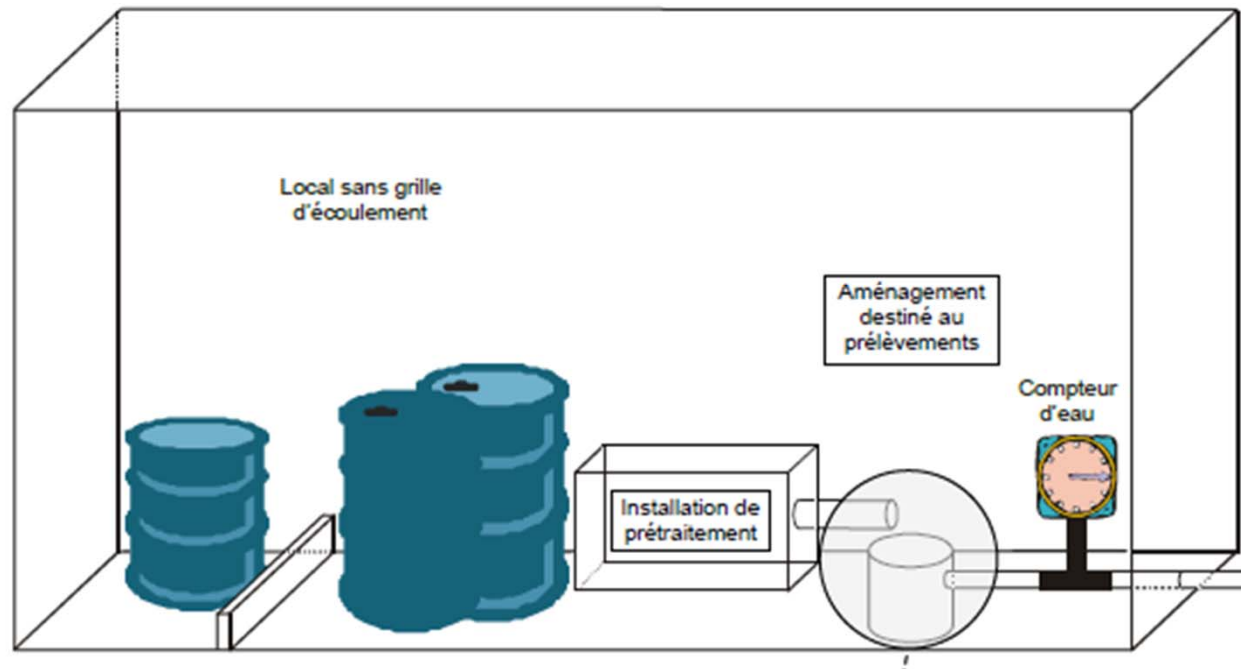
7. Autorisation

Le détenteur doit **obligatoirement** disposer d'une autorisation d'exploitation pour son installation de prétraitement. Le SCPE pourra la délivrer suite à un contrôle officiel de réception. Pour l'établissement de cette autorisation diverses informations nous sont nécessaires. Afin de vous faciliter la tâche, nous avons préparé un formulaire (disponible sur notre site : http://www.ne.ch/environnement/entreprises/protection_des_eaux) que vous pouvez utiliser pour votre demande.

II. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

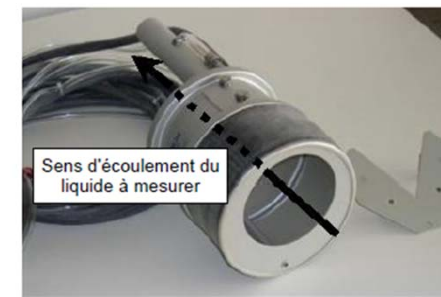
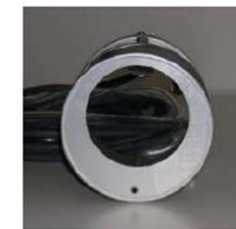
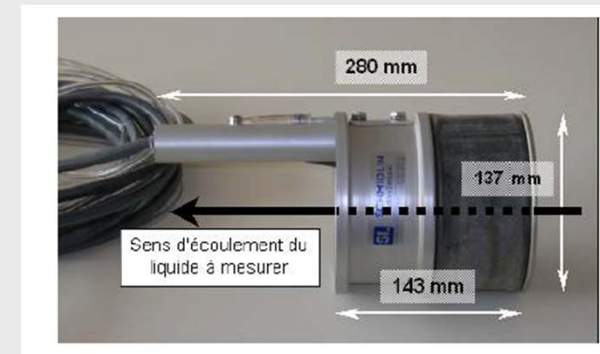
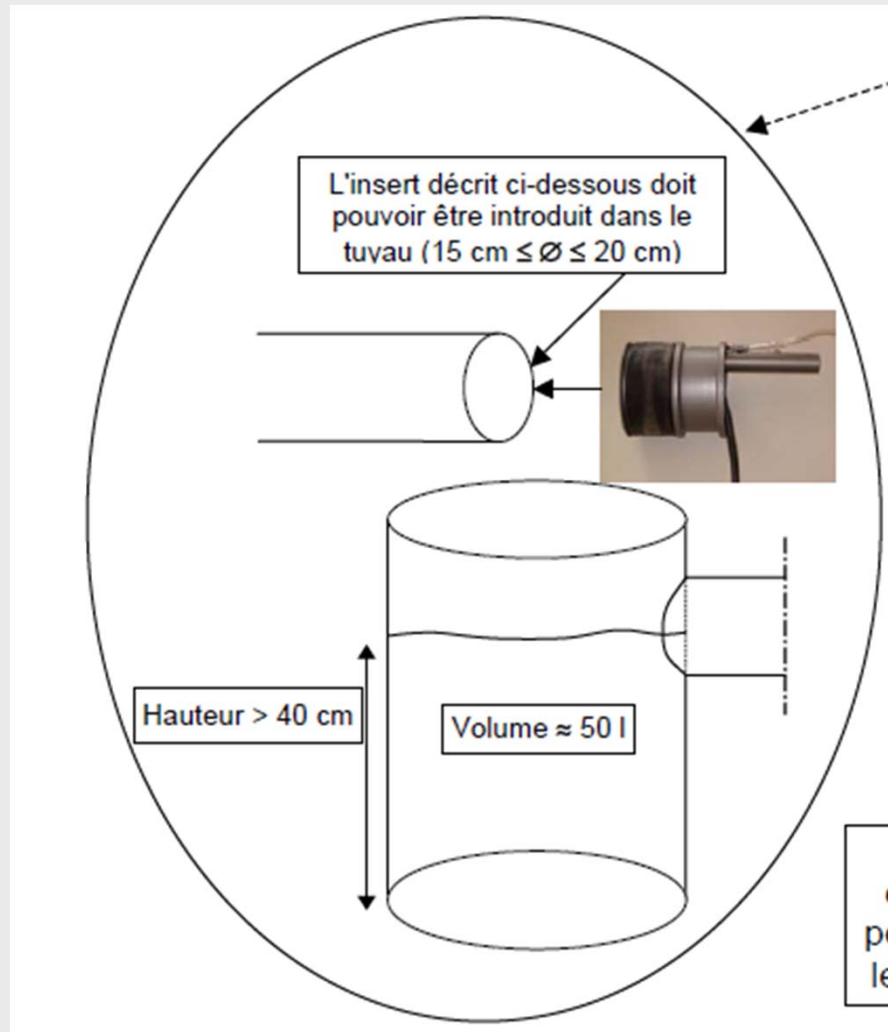
Contrôle en sortie, directive Neuchâteloise p1

Exemple d'un aménagement permettant la prise d'échantillons

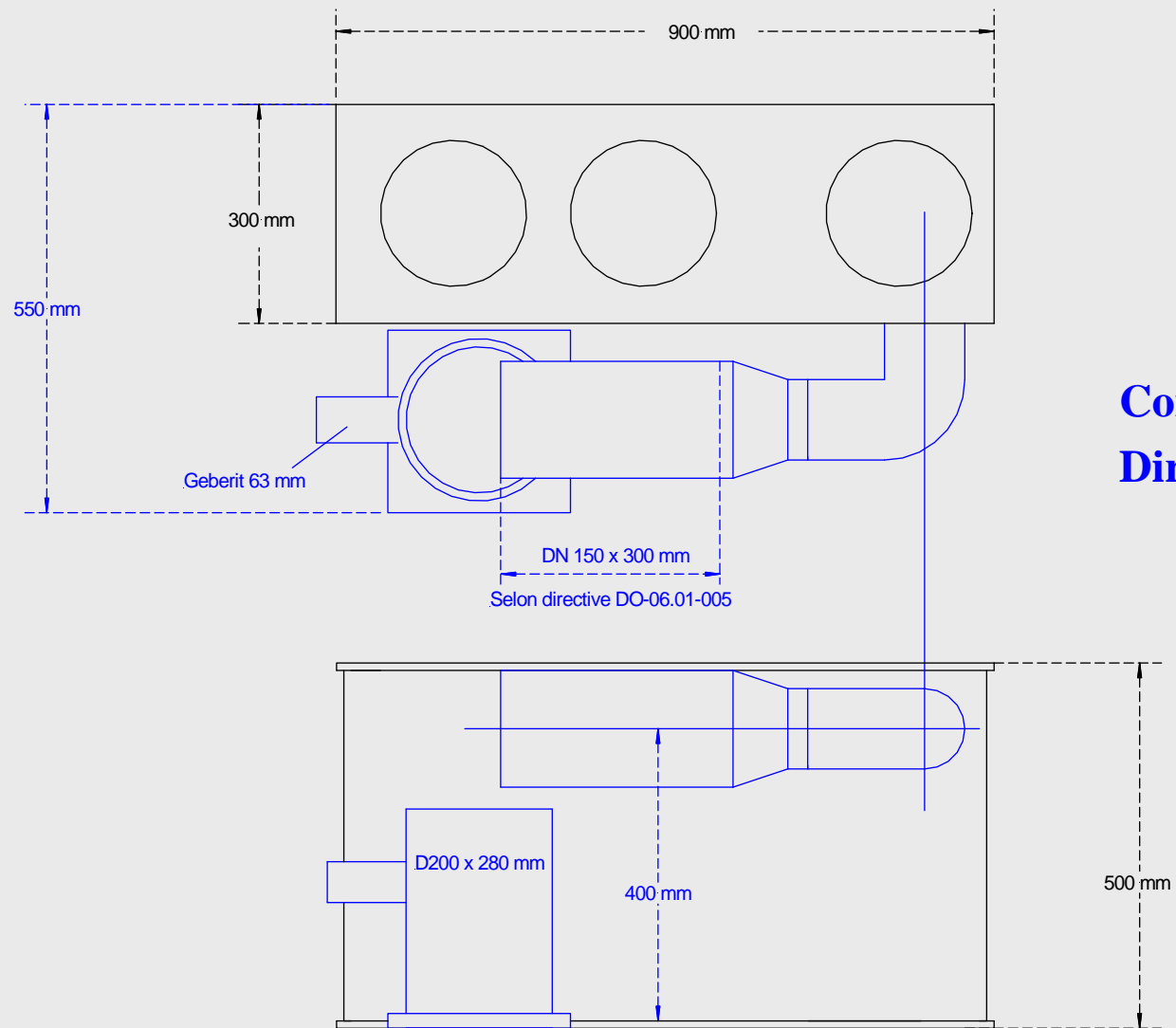


II. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

Contrôle en sortie, directive Neuchâteloise p2



AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande



**Contrôle en sortie,
Directive Neuchâteloise p3**

AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

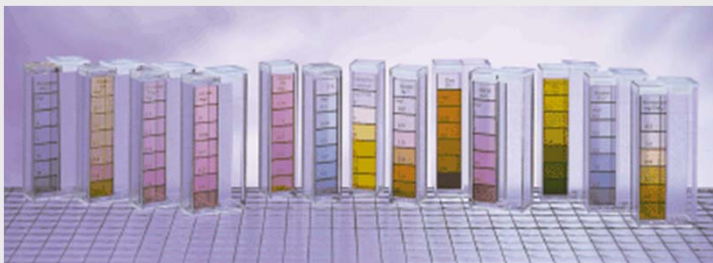
■ Mesures en interne, tableau comparatif

Mesures et paramètres les plus couramment demandés	Bandelette	Titration	Sonde	Spectromètre	Spectromètre avec procédure spécifique	Appareil spécifique
pH	X	X	X	-	-	X
Dureté	X	X	-	-	X	X
Métaux lourds, (Cu, Ni, Cr, Zn, Pb, ...) non complexés	X	X	-	X	-	-
Métaux lourds, (Cu, Ni, Cr, Zn, Pb, ...) complexés	-	-	-	-	X	-
Hydrocarbures (HCT).	-	-	-	-	X	X
Carbone organique total (COT) et du Carbone organique dissout (COD)	-	-	-	-	X	-
Matières en suspension (MES)	-	-	-	-	-	X
Turbidité	-	-	X	-	X	X
Demande chimique en oxygène (DCO)	-	-	-	-	X	-
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	-	-	-	-	X	-

AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

■ Mesures en interne, bandelettes et tests kit

Les bandelettes et les tests colorimétriques sont économiques simples et rapides à utiliser. Par contre, il s'agit de mesures qualitatives et semi-quantitatives. Elles sont généralement utilisées comme mesures comparatives et/ou de contrôle, elles permettent de vérifier l'ordre de grandeur. Elles ne peuvent en aucun servir de preuve formelle quant à la qualité d'une eau. Ces tests sont particulièrement intéressants pour des mesures comme le pH et la dureté qui ne sont pas forcément facilement réalisables avec les spectromètres compacts. Les bandelettes sont plus faciles à « lire » que les tests colorimétriques, mais moins précises.



AII. Exigences réglementaires relatives aux installations de traitement en Suisse Romande

■ Mesures en interne, Spectromètres

L'investissement est nettement plus conséquent, par contre, moyennant la formation adéquate, la qualité de la mesure peut être similaire à celle d'un laboratoire. Les mesures permettent un réglage fin des systèmes et moyennant les qualifications adéquates, peuvent servir de preuves légales. Ce genre d'équipement est à la portée d'entreprises souhaitant contrôler eux-mêmes de manière performante leur système de traitement d'eau ou des professionnels devant traiter de l'eau et souhaitant réaliser des mesures rapidement et de manière fiables.



DR 5'000

DR 3'900

DR 1'900



II. Quelques adresses

www.bafu.admin.ch

info@bafu.admin.ch

www.admin.ch

Contact et emplacement de l'OFEV

Adresse postale: Office fédéral de l'environnement OFEV, 3003 Berne

Tél.: ++41 58 462 93 11 / Fax: ++41 58 462 99 81



II. Quelques adresses

The screenshot shows a web interface for Swiss law. On the left, a sidebar menu lists categories: 'Thème Eaux', 'Bases légales', 'Rapports explicatifs', 'Consultations et auditions', and 'Objets parlementaires'. The main content area is titled 'Eaux: Lois et ordonnances' and lists various legal acts, including 'Loi sur la protection des eaux (LEaux)', 'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)', and 'Loi fédérale sur la pêche (LFSA)'. A blue arrow points to the 'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)' link. Below the list, there is a navigation bar with 'Le Conseil fédéral' and a search box. The search results section shows a breadcrumb trail: 'Page d'accueil > Droit fédéral > Recueil systématique > Droit interne > 8 Santé – Travail – Sécurité sociale > 81 Santé > 814.201 Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux)'. The main article title is '814.201 Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)', dated 'du 28 octobre 1998 (Etat le 1^{er} janvier 2016)'. The text of the ordinance is partially visible, starting with 'Le Conseil fédéral suisse, vu les art. 9, 14, al. 7, 16, 19, al. 1, 27, al. 2, 36a, al. 2, 46, al. 2, 47, al. 1, et 57, al. 4, de la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)^{1, 2} arrête:'. A sidebar on the right contains 'Informations annexes' with a table of metadata.

Informations annexes	
Ce texte est en vigueur.	
Abréviation	OEaux
Décision	28 octobre 1998
Entrée en vigueur	1 janvier 1999
Source	RO 1998 2863
Chronologie	Chronologie
Modifications	Modifications
Citations	Citations

AII. Quelques adresses



Office de l'environnement

**Chemin du Bel-Oiseau
2882 St-Ursanne**

Téléphone: 032 420 48 00

Fax: 032 420 48 11



**Service de l'énergie et de
l'environnement**

**Rue du Tombet 24
2034 Peseux**

Téléphone: 032 889 67 30

Fax: 032 889 62 63



Service de l'environnement

**Impasse de la Colline 4
1762 Givisiez**

Téléphone: 026 305 37 60

Fax: 026 305 10 02



**Service des eaux, sols et
assainissement SESA**

**Rue du Valentin 10
1014 Lausanne Adm cant VD**

Téléphone: 021 316 75 00

Fax: 021 316 75 12



**Direction des travaux publics, des transports et de
l'énergie**

Office des eaux et des déchets

**Reiterstrasse 11
3011 Berne**

Téléphone: 031 633 31 11

Fax: 031 633 31 10



Direction générale de l'eau

**Rue David-Dufour 5
1211 Genève 8**

Téléphone 022 546 74 03

Fax 022 546 74 01



**Service de la protection de
l'environnement**

**rue des Creusets 5
1950 Sion**

Téléphone: 027 606 31 50

Le traitement des Eaux Résiduaires Industrielles

Annexe III

Quelques liens

AIII. Quelques liens

■ Normatif

- www.admin.ch
- www.bafu.admin.ch

■ Membranes d'osmose et d'ultrafiltration

- www.dowwaterandprocess.com
- www.toray.com
- www.membranes.com

■ Résines

- www.dowwaterandprocess.com
- www.purolite.com

■ Pompes

- www.grundfos.com

Le traitement des Eaux Industrielles

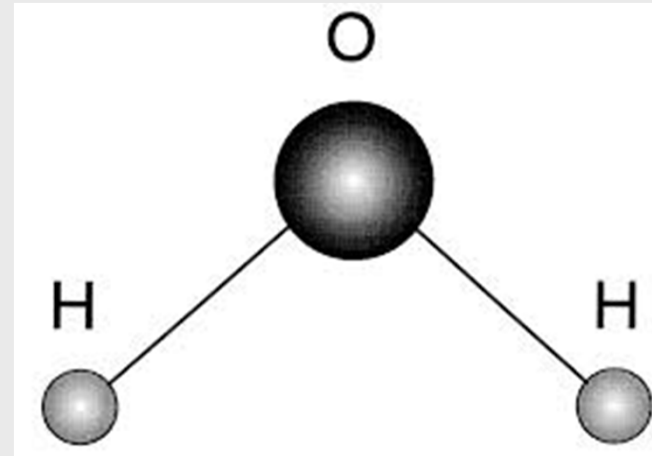
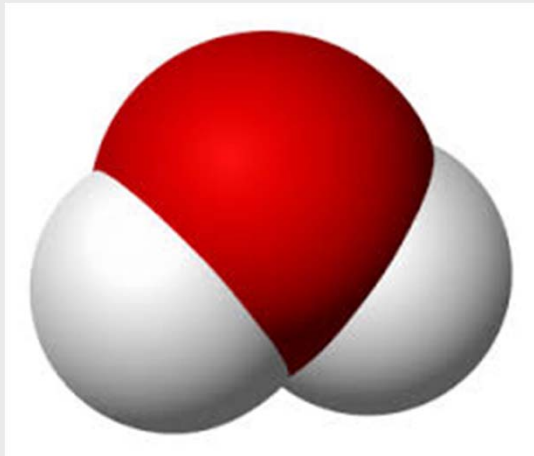
Annexe IV

Quelques définitions

AIV. L'eau, qu'est-ce que c'est?

La molécule d'eau est composée de :
2 atomes d'hydrogènes positifs et 1 atome d'oxygène négatif

C'est le solvant le plus universel. Certaines molécules sont alors facilement hydro-solubles. Exemple : sels ioniques, sucres ...



AIV. Quelques propriétés physiques de l'eau

Point d'ébullition

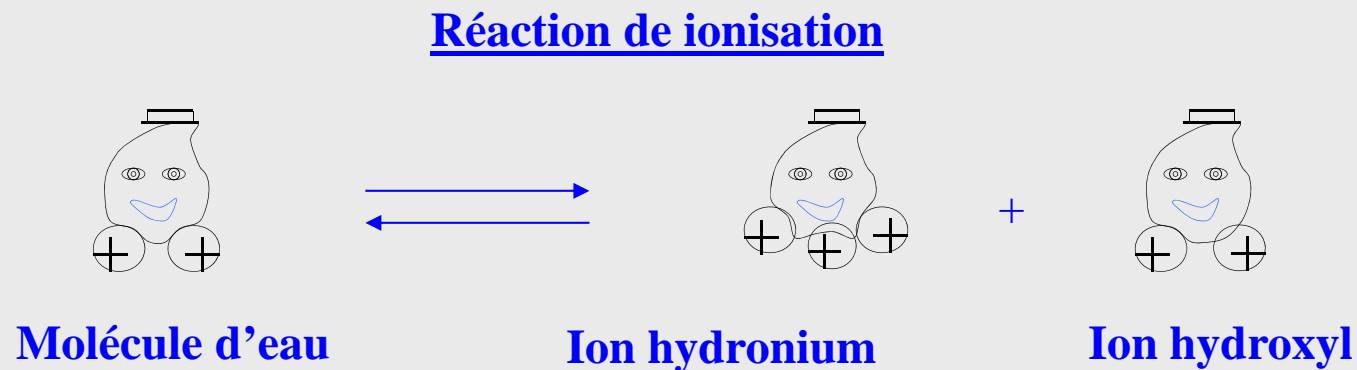
$$\mathbf{Bp = 100\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Densité

$$\mathbf{D = 1\text{ kg/L}}$$

AIV. L'équilibre chimique de H₂O

- Selon les conditions du milieu les molécules d'eau peuvent se ioniser.
- Il y a alors un déplacement des atomes d'hydrogènes.
- La température, la pression, la présence d'une autre espèce chimique peuvent alors modifier l'équilibre chimique.



AIV. La notion de pH

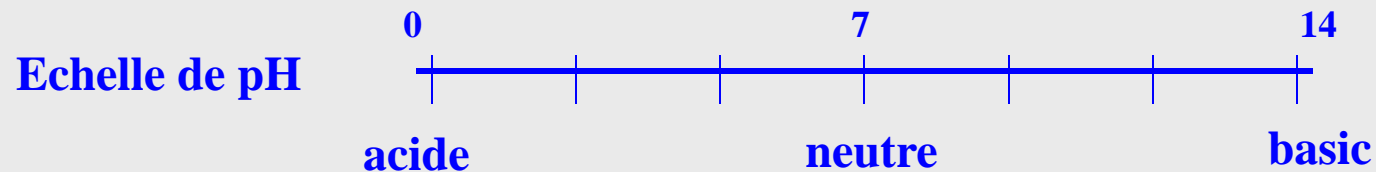
La ionisation de l'eau est un processus réversible des ions hydrogènes et hydroxydes.



pH signifie : potentiel en ion Hydronium, H_3O^+ .

Le pH de l'eau pure vaut 7.

Selon les conditions physiques et chimique le pH évolue de 0 à 14.



AIV. Quelques exemples de pH

14

1 M NaOH

Eau de Javel

Les produits basiques tels que la soude, sont complètement désionisés dans les solutions aqueuses. Ce sont des **BASES FORTES**.

7

eau de mer, blanc d'œuf
sang, larmes
lait, salive

Certaines bases ne sont pas complètement désionisées. Ce sont des **BASES FAIBLES**.

Eau pure, pH neutre.

Café
Bière

Certains acides ne sont pas complètement désionisés. Ce sont des **ACIDES FAIBLES**.

Coca-Cola
Vinaigre

Les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique sont complètement désionisés dans les solutions aqueuses. Ce sont des **ACIDES FORTS**.

0

Suc gastrique
1 M HCl

AIV. La solubilité

Solubilité : dissoudre un corps c'est détruire sa cohésion, laquelle est due à des forces électrostatiques plus ou moins fortes. La réaction chimique de solvation permet alors de solubiliser de nombreux composés qui se ionisent en contact avec l'eau. Cette propriété fait de l'eau le solvant le plus universel.

Selon le solvant utilisé les composés sont plus ou moins solubles.

Solubilité partielle : certains composés ne sont solubles que dans certaines conditions physico-chimiques.

eau + phénol : non miscible si la température $< 63^{\circ}\text{C}$.

eau + Chlorure de Sodium NaCl : à 20°C , 360 g/l (concentration maximale)

eau + acide acétique : si $\text{pH} < 4,8$ alors précipitation de cristaux

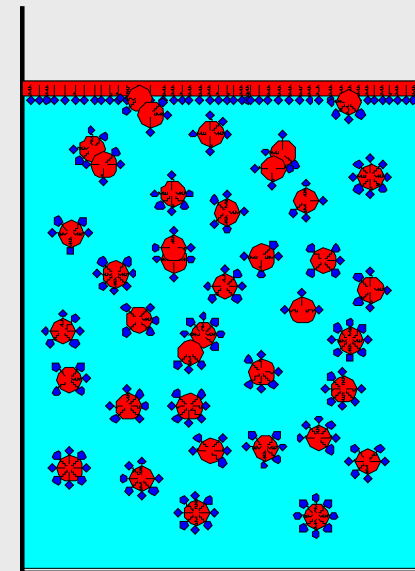
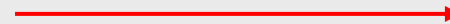
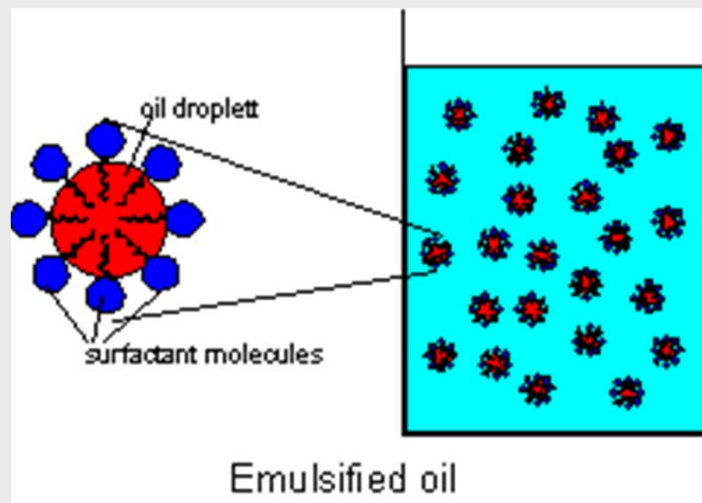
AIV. Conséquence de la solubilité

Déshuilage, surnageant, sous-nageant

Un produit non solubilisé est facilement séparable de l'eau. C'est le cas des mélanges huile/eau qui permettent par un simple déshuilage de récupérer l'un ou l'autre. En effet l'huile est moins dense que l'eau par conséquent elle surnage grâce à la gravité.

En outre, si le produit est solubilisé, soit par un tensio-actif, soit à cause de ses propriétés intrinsèques, il n'est pas possible de séparer le produit de l'eau comme précédemment.

Il faut alors mettre en œuvre des moyens plus complexes pour récupérer les constituants solubilisés.



AIV. La dureté

Le titre hydrotimétrique (T.H.), ou dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.

La dureté s'exprime en ppm de CaCO₃ ou en degré français °f

- **0 à 7** **eau très douce**
- **7 à 15** **eau douce**
- **15 à 30** **eau plutôt dure**
- **30 à 40** **eau dure**
- **+ 40** **eau très dure**

⇒ Pour la boisson, l'eau doit avoir une dureté (en Suisse) comprise entre 8 et 13°f

⇒ L'eau douce (0°f) rince mal les savons

⇒ Pour l'alimentation des osmoseurs, l'eau doit être à 0°f

AIV. La conductivité

La conductivité est la mesure des ions conducteurs dans l'eau. C'est une mesure très importante dans la production d'eau de proces. Elle s'exprime en S/cm.

- < 0.1 $\mu\text{S/cm}$ eau déminéralisé «ultrapure»
- 0.1 à 2 $\mu\text{S/cm}$ eau déminéralisée
- 2 à 100 $\mu\text{S/cm}$ eau «osmosée», certains l'appellent déminéralisée
- 100 à 1'000 $\mu\text{S/cm}$ eau normalement chargée, elle reste encore peu conductrice
- 10 - 20 mS conductivité minimale pour l'électrocagulation
- 40 mS conductivité maximale admise pour travailler avec une osmose inverse à des moyenne pressions

⇒ Son inverse est la résistivité qui s'exprime en Mohm

⇒ La mesure en-dessous de 1 $\mu\text{S/cm}$ est difficile

⇒ L'eau à l'air libre s'approche naturellement des 1 $\mu\text{S/cm}$

AIV. Autres paramètres

Matières en suspension (MES)

Les Matières En Suspension sont la pollution particulaire constituée de matières minérales solides (sables, sels métalliques ...) , de matières organiques particulaires biodégradables ou non et de microorganismes.

Seuil de coupure de filtration

Le seuil de coupure est la limite de filtration : toutes les particules supérieures au seuil de coupure sont retenues par le filtre.

Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO permet d'apprécier la quantité d'oxygène consommée par la matière organique des effluents pour être oxydée. C'est une norme de rejet couramment utilisée

Demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO₅)

La DBO permet d'apprécier la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes des effluents pour oxyder les polluants organiques. La Demande Biologique en Oxygène est généralement mesurée au bout de 5 jours à l'obscurité : noté DBO₅.

AIV. Autres paramètres

DCO dure

Certains composés organiques dissous sont réfractaires au processus biologique. Ils se retrouvent en totalité dans la phase soluble de l'effluent où ils titrent en DCO. Cette DCO réfractaire est appelée DCO dure. Elle est associée à une pollution chimique, carbonée ou azotée, non biodégradable.

COT

La mesure du Carbone Organique Total permet une mesure de la teneur en Carbone présent dans l'effluent.

Relation COT, DCO, DBO

Le rapport DCO/DBO5 et COT/DCO peut indiquer des pollutions particulières des effluents. Classiquement, un effluent urbain a un rapport DCO/DBO5 compris entre 2 et 2,5. Plus ce rapport tend vers 1, plus l'effluent sera facilement biodégradable en station d'épuration.

Micro-polluants

Ensemble des éléments ayant un impact sur l'environnement même à faible quantité sous forme particulaire, soluble et ionique (métaux lourds, hydrocarbures ...).

AIV. Autres paramètres

Éléments insolubles

Matières flottantes : graisses, huiles organiques, ...

Matières En Suspension : sables, oxydes, hydroxydes, pigments, fibres, particules métalliques ...

Éléments organiques

Colorants, détergents, composés macromoléculaires, ...

Éléments séparables par précipitation :

Métaux toxiques ou non: Fer (Fe), Cuivre (Cu), Zinc (Zn), Nickel (Ni), Aluminium (Al), plomb (Pb), Chrome (Cr), ...

Éléments séparables par dégazage ou strippage

Hydrocarbures légers, dérivés chlorés, ...

Éléments pouvant nécessiter d'une réaction d'oxydo-réduction

Cyanure (CN^-), Chrome 6 (Cr_{VI})

Le traitement des Eaux Résiduaires Industrielles

Annexe V

Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux