



Stratégie d'Employabilité des jeunes dans les Métiers Verts - YES Green



Manuel de Formation



Maintenance des Equipements des Stations d'Épuration

Avant-Propos

Ce manuel est élaboré dans le cadre du projet YES Green, mis en œuvre par le Département de l'Environnement en partenariat avec le PNUD et avec le soutien financier du Japon.

Ce manuel est établi par l'Institut International de l'Eau et de l'Assainissement, dans le cadre d'un contrat de prestation de service relatif à la formation des jeunes sur les métiers de l'assainissement.

Ce manuel est conçu pour servir comme aide mémoire aux participants à la formation, leur servir de support pour exercer des métiers verts dans le secteur d'assainissement, en leur fournissant des éléments de cadrage et des enseignements tirés par les professionnels dans la gestion de ce secteur.

Sommaire

Généralités sur les techniques d'assainissement	4
Exploitation des stations de pompage en assainissement.....	19
Exploitation des stations d'épuration des eaux usées type boues activées	34
Exploitation des stations d'épuration des eaux usées type lagunage naturel	43
Instrumentation des STEP	54
Maintenance et exploitation des équipements électromécaniques au niveau d'une STEP	61
Hygiène et sécurité en assainissement	82
Aspect législatif et réglementaire	92



A stylized graphic in shades of green, featuring a sun with rays and several leaves of varying shapes and sizes, some with grid patterns.

Généralités

**SUR LES TECHNIQUES
D'assainissement**



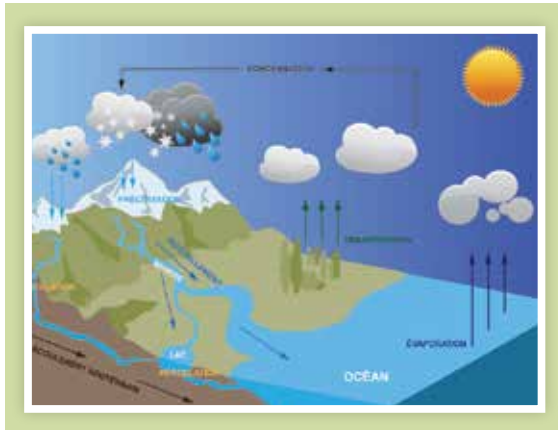
I. CYCLE DE L'EAU

1. **L'évaporation** : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.

2. **La condensation** : au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.

3. **Les précipitations** : les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.

4. **Le ruissellement** : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltrate dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence...



II. NOTION DE POLLUTION ET DIFFÉRENTS REJETS D'EAUX USÉES

Pollution des eaux

La pollution des eaux a pour conséquence la perturbation, à plus ou moins longue échéance, de l'équilibre biologique de cette eau, ce qui la rendra susceptible de provoquer des dommages ou des désordres (dégradation de l'environnement, maladies, altération des ressources en eau potable, ...)

Rejets d'eaux usées

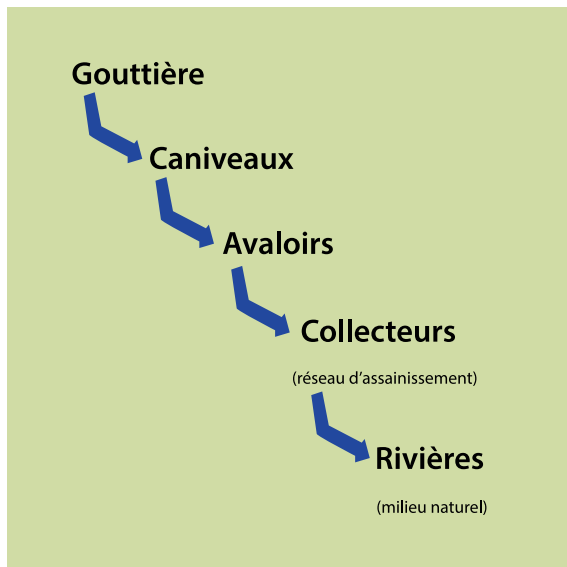
Les effluents domestiques :

- les eaux ménagères : eaux d'éviers, lavabos, douches, baignoires, appareils ménagers, etc. ;
- les eaux vannes : eaux de W-C essentiellement constituées d'excréta et fèces humains.



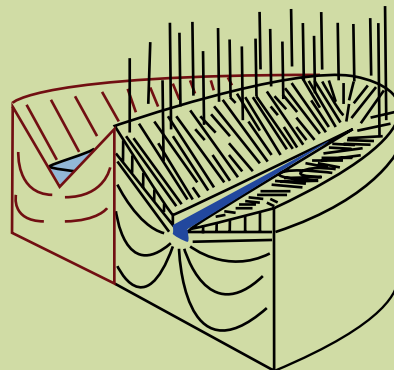
Les eaux de pluie et de drainage :

- les eaux de toiture (eaux pluviales) ;
- les eaux de drainage ;
- les eaux de sous-sols et de garages, autrefois assimilées à des eaux pluviales, notamment quand les fondations n'étaient pas étanches, et de plus en plus assimilables à des eaux polluées dans la mesure où se multiplient les activités en sous-sol.



Lorsqu'il pleut, la ville "se lave"
donc les eaux sont polluées

Un Bassin Versant ?



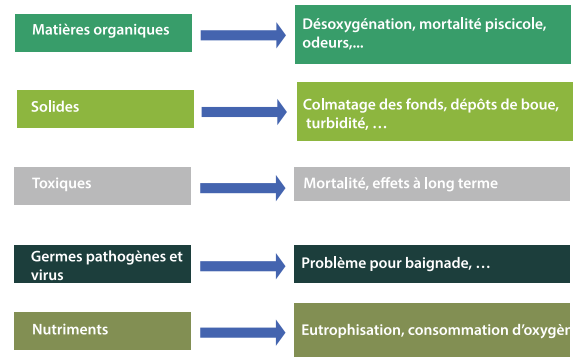
Les effluents d'établissements industriels, communaux ou artisanaux :

- les eaux de refroidissement, certaines eaux de purge, de trop-plein ou de vidange, etc., lorsque l'utilisation qui en a été faite n'est pas de nature à en altérer la composition (par l'injection de bactéricides ou d'algicides par exemple) ;
- les eaux polluées dont la pollution est spécifique et



III. Impact des rejets d'eaux usées SUR L'ENVIRONNEMENT

Les rejets d'eaux usées (domestiques, agricoles ou industrielles) engendrent plusieurs effets négatifs sur le milieu naturel :



IV. OBJECTIFS D'ASSAINISSEMENT

Protection des individus contre les dangers de maladies

Protection des ressources en eau

Élimination de la reproduction des mouches et autres insectes

Prévention des odeurs et aspects malpropres

V. COLLECTE D'EAUX USÉES

Les éléments constitutifs du réseau :

Les équipements de collecte dits «ouvrages normaux»

Indispensables pour son fonctionnement et répartis sur le linéaire du réseau, les ouvrages normaux servent soit séparément, soit simultanément, à la collecte des eaux et à leur introduction dans le réseau.

Les branchements particuliers :

- le regard de façade ;
- la canalisation de branchement ;
- le dispositif de raccordement au réseau public.

En général, la collecte et le transport des eaux usées se fait par un réseau d'égout, constitué d'un ensemble de conduites souterraines étanches, permettant d'évacuer ces eaux à l'extérieur des agglomérations. Le réseau d'égout doit être stable dans le sous sol, étanche et ayant une capacité de transport suffisante ; il doit également être auto-curant et résistant à la corrosion et à l'abrasion.

V-1. Systèmes d'Assainissement

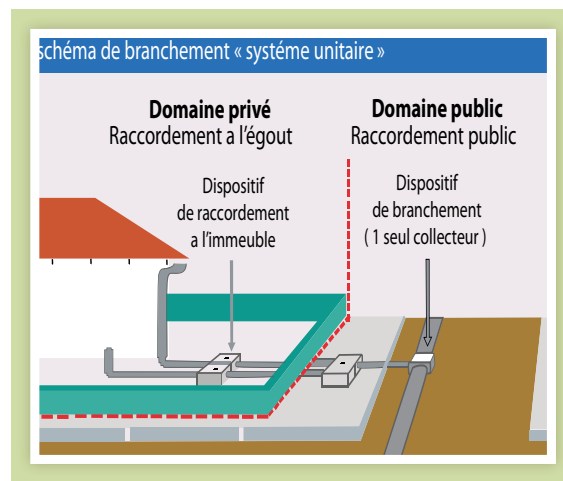
Les principaux systèmes d'assainissement existants sont au nombre de cinq et sont les suivants :

- système unitaire ;
- système séparatif ;
- système pseudo-séparatif ;
- Individuel autonome ;
- système sous vide.

Chacun de ces systèmes a des caractéristiques et des applications qui lui sont propres, et le recours à l'un, plutôt qu'à l'autre, dépend de plusieurs facteurs dont notamment la topographie et l'urbanisation.

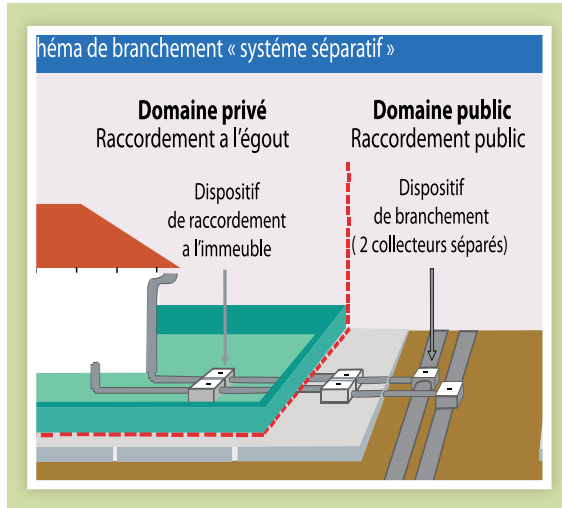
V-1.1. Système unitaire

Le système unitaire effectue une collecte conjointe des eaux usées et des eaux pluviales. Il les achemine par un ouvrage unique vers le milieu récepteur (ou système de traitement). Sur ce type de réseau, des ouvrages de délestage (déversoirs d'orage) sont régulièrement positionnés afin d'évacuer une partie des débits en période d'orage.



V-1.1. Système unitaire

Le système unitaire effectue une collecte conjointe des eaux usées et des eaux pluviales. Il les achemine par un ouvrage unique vers le milieu récepteur (ou système de traitement). Sur ce type de réseau, des ouvrages de délestage (déversoirs d'orage) sont régulièrement positionnés afin d'évacuer une partie des débits en période d'orage.



V.1.3. Système pseudo-séparatif

Un système d'assainissement pseudo-séparatif est un système comportant :

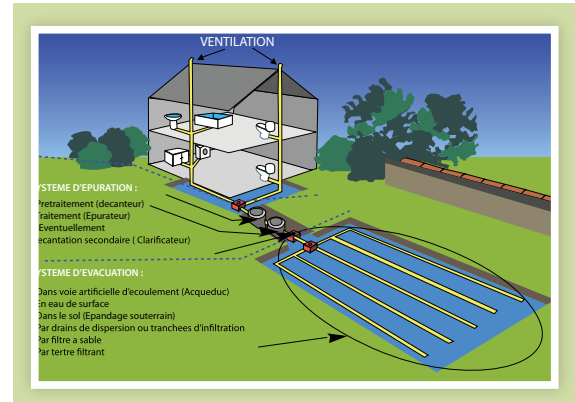
un réseau pour les eaux usées et les eaux de pluie, provenant des toits, terrasses, jardins, cours des habitations ;

un réseau de canalisations, de fossés et/ou de caniveaux pour les eaux de ruissellement de surface (surface des voiries).

V.1.4. Système autonome

Le système autonome peut être individuel ou semi collectif.

L'assainissement individuel consiste en la construction d'un système de traitement par le sol, pour l'évacuation des eaux usées, par le propriétaire du lot. L'accumulation des solides, dans la fosse, exige sa vidange périodique.



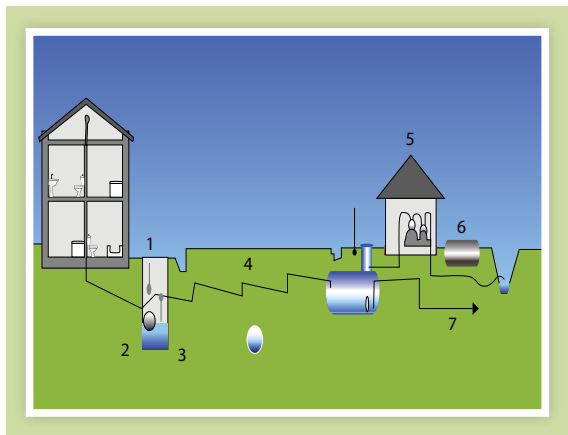
V.1.5. Système sous vide

La solution mise en œuvre permet de collecter les eaux usées par un système original qui véhicule, par dépression, les effluents qui ne peuvent transiter par simple gravité.

Un réseau d'assainissement sous vide est un système de collecte d'eaux usées qui se compose de deux parties ayant des fonctions distinctes :

Le tronçon gravitaire traditionnel (2), depuis le domicile de l'utilisateur jusqu'au regard de transfert (1) où est située la valve de transfert,

Le réseau étanche en dépression ou «sous vide» (4), depuis le regard de transfert jusqu'à la centrale de vide (5) où sont situées les pompes à vide et les pompes de refoulement.



Etapes de l'épuration

Prétraitement

Tout traitement de dépollution doit comporter ce qu'il est convenu d'appeler un « prétraitement » qui consiste en un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

Dégrillage

Le dégrilleur est l'un des premiers éléments qu'on rencontre à l'entrée d'une

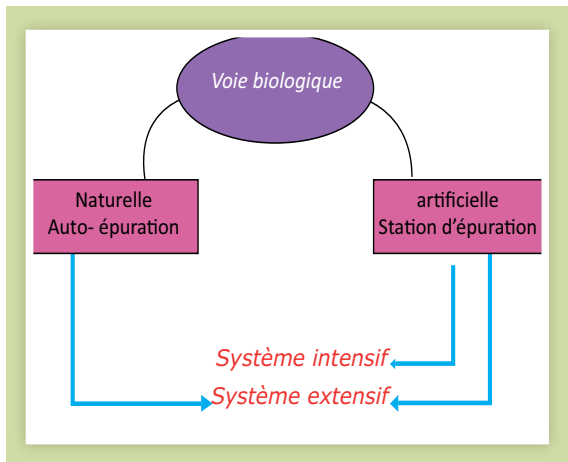
station d'épuration, situé e général à l'amont des pompes et a pour rôle :

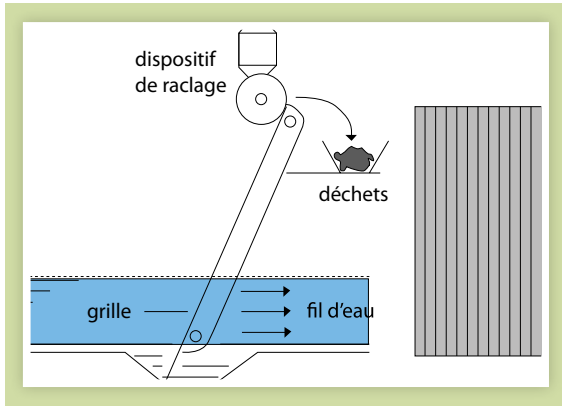
- Protéger les pompes contre les éléments volumineux;
- Arrêter et éliminer les matières encombrantes et abrasives;
- Améliorer l'efficacité des traitements ultérieurs.

L'eau brute passe à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 6 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.



Epuration des eaux usées





Dessablage

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 mm. La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables.

Les ouvrages à prévoir pour obtenir une vitesse d'écoulement de 0,30 m/s sont, par ordre d'importance :

- les dessableurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante ;
- les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle ou à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter le dépôt de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit, laquelle, beaucoup plus faible, peut alors être variable sans inconvénient.

Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant.

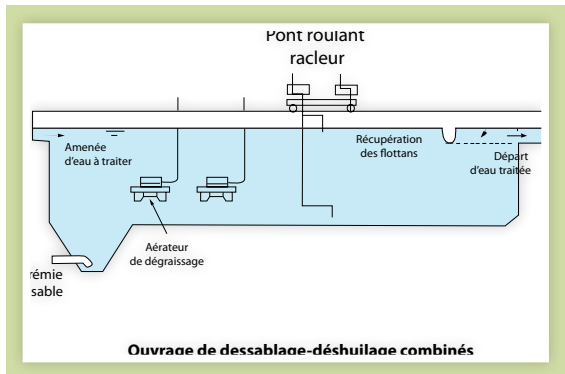


Dessableur rectangulaire

Déshuilage- dégraissage

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leur quantité s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/l.

Néanmoins, certains rejets industriels (abattoirs, laiteries...) peuvent élever ces valeurs à 300-350 mg/l.



huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 m³ par mètre cube d'eau et par heure.

Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment.

Traitement primaire

Niveau I

- Séparation liquide – solide par voie physique (décantation, flottation)

Niveau II

- Séparation liquide – solide par voie physique (décantation, flottation), si on utilise des flocculants chimiques pour agglomérer les fines particules.

Traitement secondaire

Traitement biologique (pollution organique)

Traitement tertiaires

Traitement complémentaire pour améliorer la qualité de l'effluent.

Traitement des boues

Matières en suspension + boues biologiques → boues liquides

Ces boues essentiellement organiques sont hautement fermentescibles :

- épaissement,
- digestion,
- déshydratation.

Élimination finale :

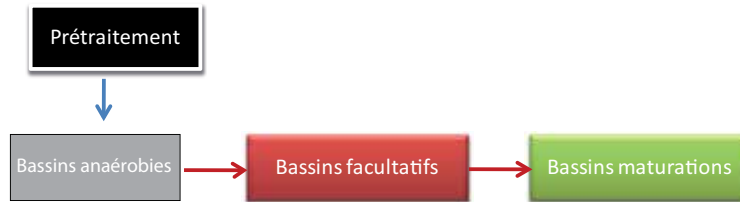
- engrais,
- décharge,
- Enfouissement.

Le lagunage naturel

Le traitement biologique dans les bassins se fait naturellement, il est effectué principalement par des bactéries et des microorganismes.

- Bassins anaérobies : en position primaire,
- Bassins facultatifs : en position primaire ou secondaire,
- Bassins de maturation : en position tertiaire.

Chaque bassin contribue pour sa part dans l'épuration global des eaux usées



Bassins anaérobies



- Profondeur des bassins : 3 – 4 m avec un maximum de 5 m,
- Cs : > 1000 Kg/hectare/j
- Nombre de bassins en parallèle : minimum 2

Recommandations pour le Maroc :

- Cv : 100 g/m³/j (charge volumique)
- Ts : 5 j (Temps de séjour)

- Réduire l'emprise foncière,
- Recevoir des effluents fortes charges et d'origine diverses
- Sédimentation des MES (40 à 60%)
- Elimination de DBO₅ (40 à 60%)

Critères de conception :

- Cv : 50 – 300 g/m³/j
- Ts : 4 – 5 j, avec un minimum de 3 jours

$$C_v = C_o * Q / V$$

C_o : concentration initiale en DBO₅ (mg/l)

Q : débit EU en m³/j

V : volume du bassin en m³

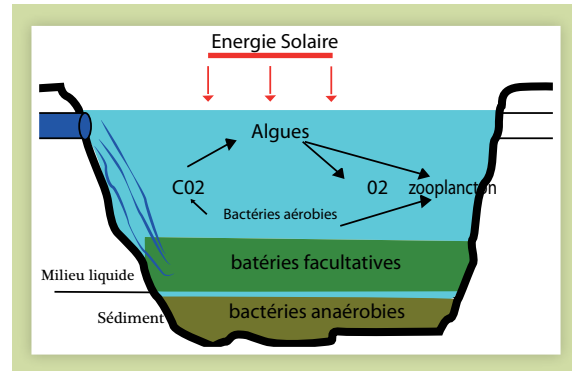
Bassins facultatifs

Critères de conception :

- Cs : 100 – 150 Kg/hectare/j
- Ts : 15 – 30 j,
- Profondeur des bassins : 1,2 – 2 m,
- Nombre de bassins en parallèle ou en série : min 2,
- Abattement en DBO5 : 70 à 80%.

On distingue :

- un niveau anaérobie près du sédiment au fond,
- un niveau d'anoxie où la teneur en OD reste très faible,
- un milieu aérobie en surface, suffisamment oxygéné par la photosynthèse des algues sous l'effet des rayons solaires.



$$L_p = L_o / (1 + K_T * T_s)$$

L_p : DBO5 de l'effluent en mg/l,

L_o : DBO5 de l'influent en mg/l,

K_T : vitesse de dégradation à T° (0,17 à 12°C et 0,24 à 15°C)

T_s : temps de séjour en jour à la température T

Maturation

- Les bassins de maturation sont vivement recommandés lorsqu'il s'agit d'améliorer la qualité microbiologique de l'effluent notamment certaines espèces de bactéries, virus ou protozoaires.
- ce sont des bassins aérobies de faible profondeur (1-1,5m); le temps de séjour (3 à 10 j). La taille des bassins et leur nombre dépendent de la qualité requise de l'effluent.
- Ils sont généralement préconisés comme traitement tertiaire pour éliminer les organismes pathogènes et les nutriments (virus, bactéries fécales,...N+P).

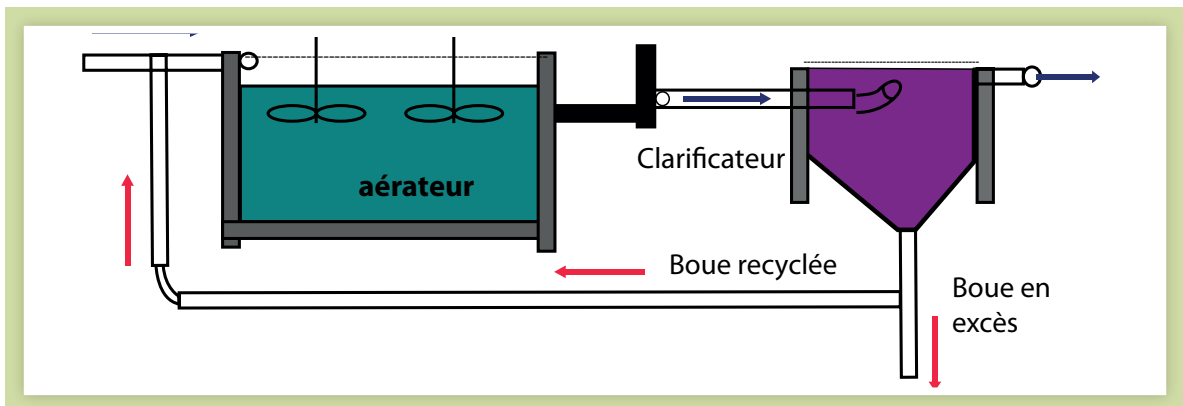
Critères de conception :

- Cs : 100 – 140 Kg/hectare/j,
- Ts : 3 – 10 j, (5 j pour le premier bassin et 3 j pour des bassins en série
- Profondeur des bassins : 1 – 1,2 m,

Boues activées

La boue activée est une masse biologique vivante constituée de micro-organismes, de substrat et de métabolites. L'ensemble se maintient, sous l'effet de l'aération, en suspension dans l'eau sous forme de floccs brunâtres.

- le bassin d'aération ou d'activation : **réacteur biologique**
 - le décanteur secondaire ou **clarificateur** :
- > les boues activées recyclées
- > les boues excédentaires de base suivantes





Réacteur biologique



Décanteur

Clarificateur



NOTION DE CHARGE

La floculation bactérienne a lieu en phase de ralentissement, les floccs se déposent au fond du clarificateur.

Le recyclage et la purge des boues permettent de maintenir à volonté l'importance de la masse des micro-organismes et d'ajuster le rapport entre la quantité de la pollution à éliminer et la quantité de boue.

Ce rapport correspond à la charge massique C_m qui détermine le rendement de l'épuration. C_m est exprimée en kg de DBO5 par kg de boue par jour.

En fonction de C_m on définit le type du procédé par boue activée

Procédé	C_m	DBO de 10 mg de floc
faible charge (aération prolongée)	< 0.2	2.5
moyenne charge (conventionnelle)	$0.2 < - < 0.5$	4
Forte charge	$0.5 < - < 1$	5.5

Système d'aération

La floculation bactérienne a lieu en phase de ralentissement, les floccs se déposent au fond du clarificateur.

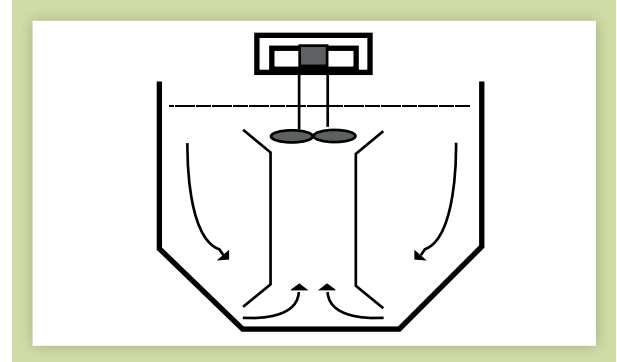
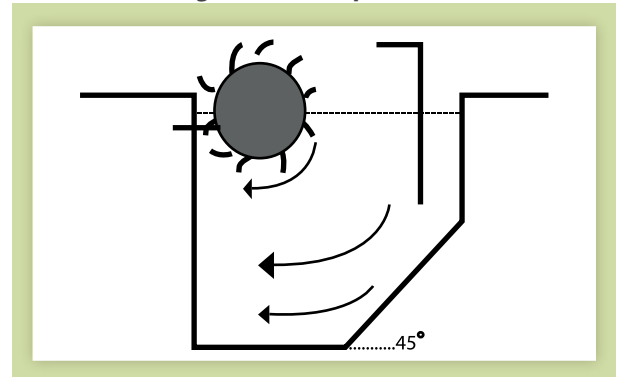
Le choix d'un système d'aération est capital, et ce pour les raisons suivantes:

- consommation d'énergie
- bonne oxygénation
- maintien des floccs en suspension

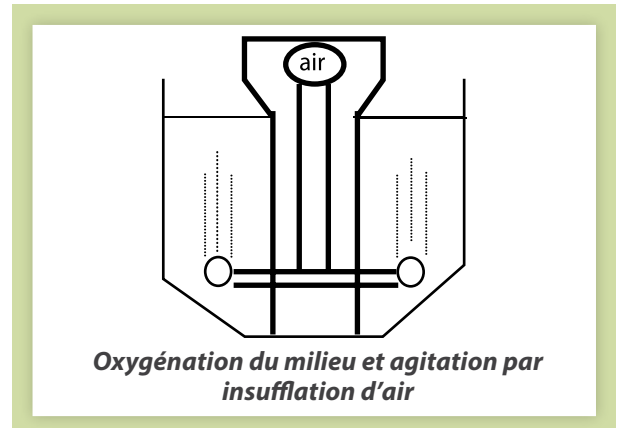
Deux modes principaux d'aération:

- brassage de surface
- insufflation d'air

Brassage de surface par rouleau



Brassage de surface par turbine



Système d'aération

La floculation bactérienne a lieu en phase de ralentissement, les floccs se déposent au fond du clarificateur.

Le choix d'un système d'aération est capital, et ce pour les raisons suivantes:

- consommation d'énergie
- bonne oxygénation
- maintien des floccs en suspension

Deux modes principaux d'aération:

- brassage de surface
- insufflation d'air

Photo d'un réacteur biologique



Énergie requise

Système	Aération de surface	Fines bulles	Grosses bulles
Aération prolongée	0.8	-	1.2
Conventionnel	0.7	0.7	0.9
Forte charge	0.6	0.55	0.75

**Consommation spécifique
(kwh / kg de DBO5 éliminée)**

Traitement tertiaire :

Après le traitement secondaire, les eaux sont parfois rejetées dans le milieu naturel. Autrement, elles subissent un traitement complémentaire ou «affinage». Cet affinage permet soit :

- Une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles,
- La protection du milieu naturel où cette eau est rejetée,
- La protection des prises d'eau situées en aval.

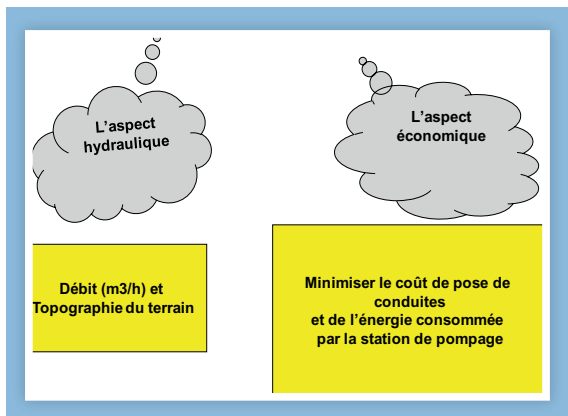
A stylized graphic in shades of blue, featuring a sun with rays at the top and several leaves of varying shapes and patterns below it, all set against a solid blue background.

EXPLOITATION

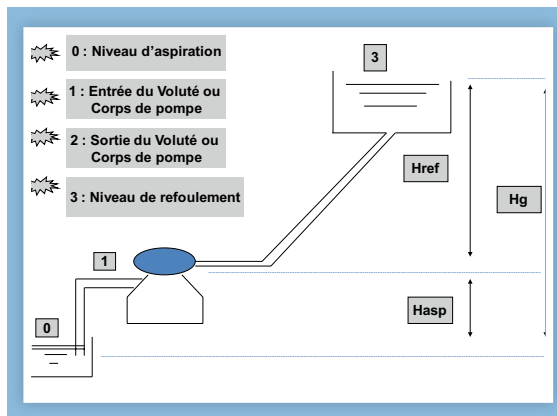
**DES STATIONS DE POMPAGE
EN ASSAINISSEMENT**



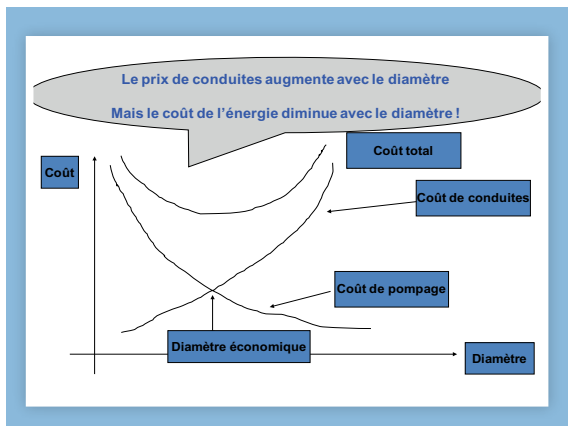
La CONCEPTION DES CONDUITES DE REFOULEMENT se base SUR 2 CONSIDÉRATIONS



Système de pompage



CONSTAT



EQUATIONS DE BERNOULLI

Equations de Bernoulli

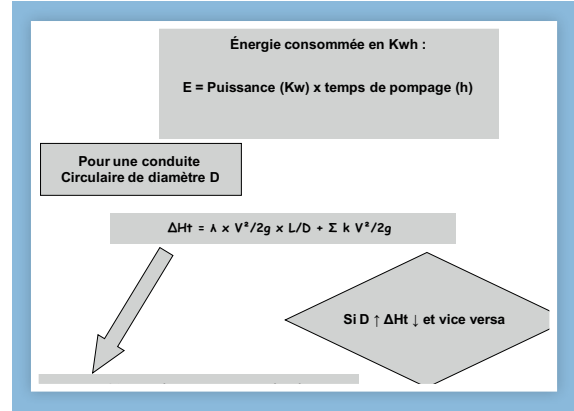
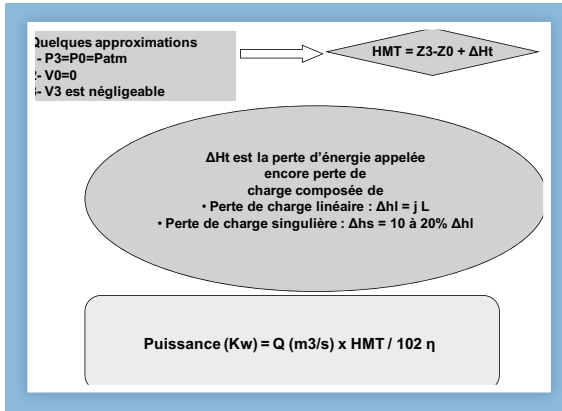
$$Z_0 + P_0/\rho g + V_0^2/2g = Z_1 + P_1/\rho g + V_1^2/2g + \Delta h_{01}$$

$$\text{Énergie} + Z_1 + P_1/\rho g + V_1^2/2g - \Delta h_{12} = Z_2 + P_2/\rho g + V_2^2/2g$$

$$Z_2 + P_2/\rho g + V_2^2/2g = Z_3 + P_3/\rho g + V_3^2/2g + \Delta h_{23}$$

Énergie = $Z_3 - Z_0 + (P_3 - P_0)/\rho g + (V_3^2 - V_0^2)/2g + (\Delta h_{01} + \Delta h_{12} + \Delta h_{23})$

Cette « Énergie » est appelée la hauteur manométrique totale désignée par l'acronyme HMT



Les Equipements d'une Station de Pompage



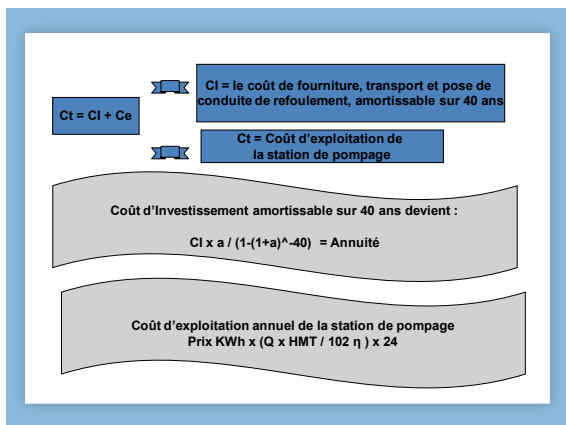
Des groupes de pompage (Moteur entraînant une pompe)



Des transformateur ou groupes électrogène assurant la fourniture d'énergie nécessaire.



Un Peu de finance !



Exemple :

1- $L = 1000 \text{ m}$ et $Z_3 - Z_0 = 50 \text{ m}$

2- $Q = 65 \text{ l/s} - \eta = 60\%$

3- $a = \text{taux d'actualisation} = 8\%$

4- Prix Kwh = 0.90 DH

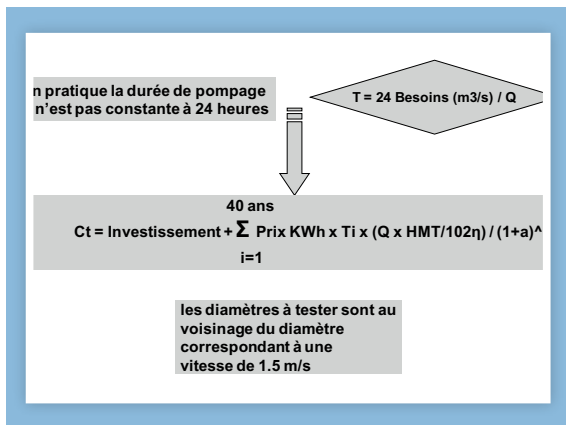
5- Diamètre à tester =

⊕ 250 au prix 230 Dh/ml

⊕ 300 au prix 310 Dh/ml

⊕ 350 au prix 385 Dh/ml

6- L'annuité unitaire $g = 0.08 / [1 - (1/1.08^{40})] = 0.08386$



⊕	Prix unitaire	CI (1000 DH)	Annuité
	Dh/ml		DH/an
250	230	230	19288
300	310	310	26000
350	385	385	32286

Φ	j	Δh_l	$\Delta h_s = 5\% \Delta h_l$	Hmt	Puiss	Energie
	m/Km	(m)	(m)		(Kw)	Dh
250	5,7	5,7	5,98	55,98	520 832	208 333
300	2,5	2,5	2,63	52,63	489 665	195 866
350	1,2	1,2	1,26	50,26	476 920	190 768

Φ	Annuité DH	Exploitation DH	Total DH
250	19 288	208 333	227 621
300	26 000	195 866	221 866
350	32 286	190 768	223 054

Remarques Générales

La conception des conduites de refoulement se fait en tenant compte de



Besoins prévisionnels en eau durant les 40 ans



Des conditions topographiques du terrain



Choix de la classe des conduites à la base du profil piézométrique

Darcy-Weisbach Roughness Heights e for Closed Conduits

Pipe Material	e (mm)	e (ft)
(Glass, drawn brass, copper (new	0.0015	0.000005
(Seamless commercial steel (new	0.004	0.000013
(Commercial steel (enamel coated	0.0048	0.000016
(Commercial steel (new	0.045	0.00015
(Wrought iron (new	0.045	0.00015
(Asphalted cast iron (new	0.12	0.0004
Galvanized iron	0.15	0.0005
(Cast iron (new	0.26	0.00085
(Concrete (steel forms, smooth	0.18	0.0006
(Concrete (good joints, average	0.36	0.0012
(Concrete (rough, visible, form marks	0.60	0.002
(Riveted steel (new	9.0 ~ 0.9	0.03 - 0.003
Corrugated metal	45	0.15

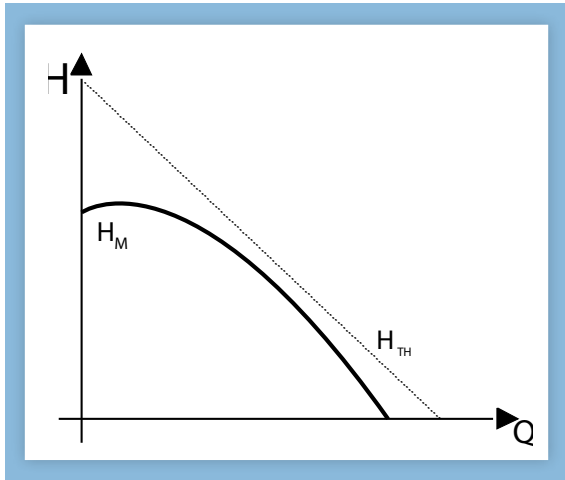
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

$$Re = \frac{\rho v_s L}{\mu} = \frac{v_s L}{\nu} = \frac{\text{Inertial forces}}{\text{Viscous forces}}$$

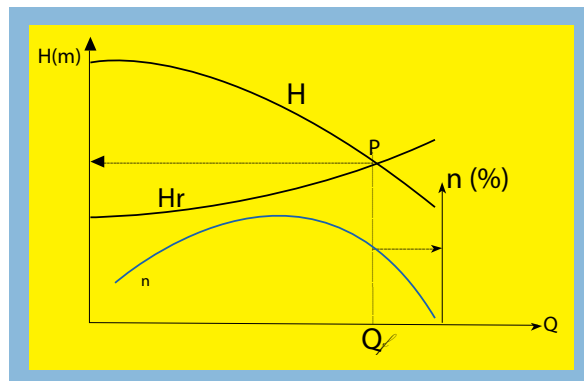
:Where	f	=	(friction factor (unitless
	k	=	(Darcy-Weisbach roughness height (m, ft
	R_e	=	(Reynolds Number (unitless
	R	=	(hydraulic radius (m, ft
	D	=	(pipe diameter (m, ft

- v_s - mean fluid velocity,
- L - characteristic length,
- μ - (absolute) dynamic fluid viscosity,
- ν - kinematic fluid viscosity: $\nu = \mu / \rho$,
- ρ - fluid density.

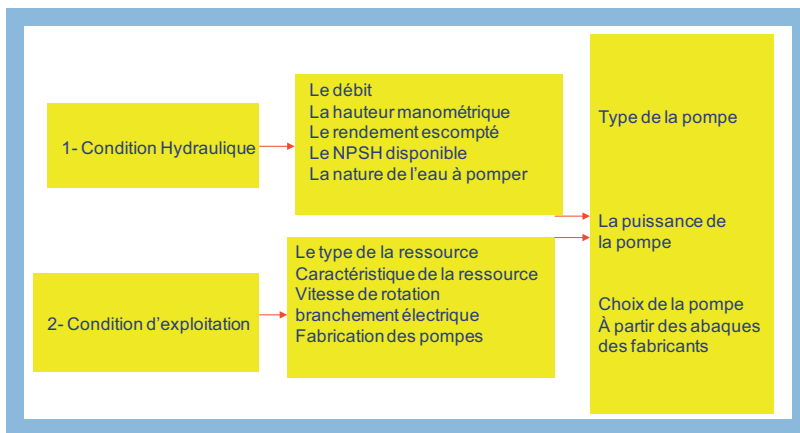
POMPES CENTRIFUGES



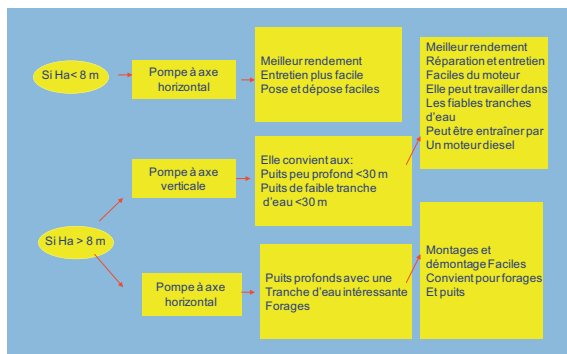
POINT DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE



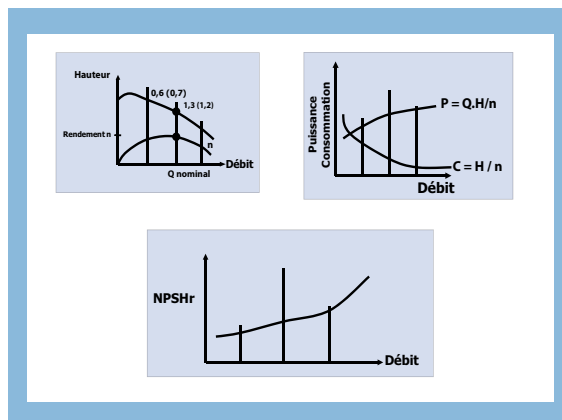
CHOIX D'UNE POMPE



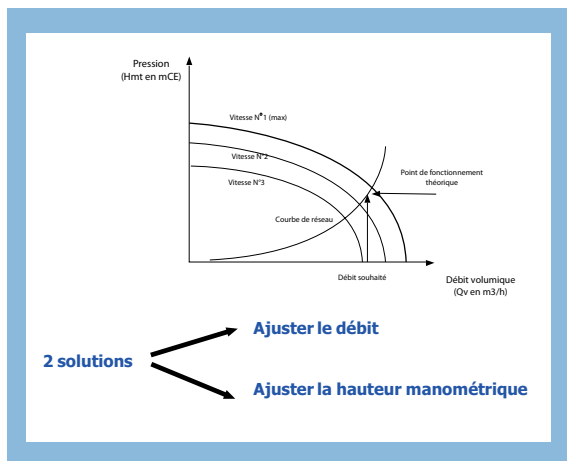
CHOIX DE POMPE



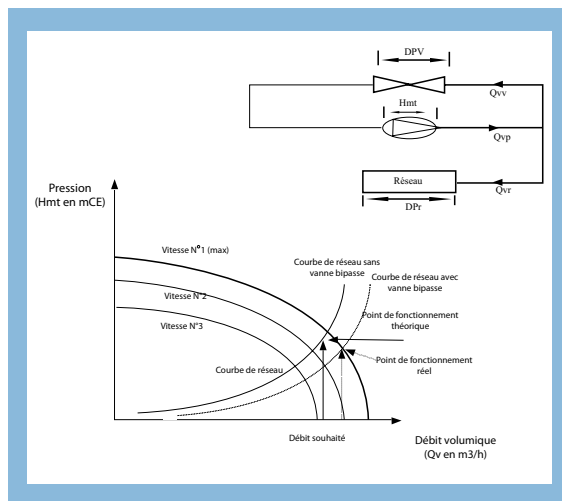
ZONE DE FONCTIONNEMENT



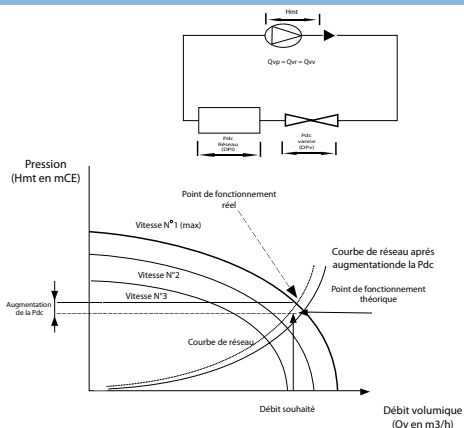
RECHERCHE DU POINT DE FONCTIONNEMENT RÉEL



1ÈRE SOLUTION : INSTALLATION D'UNE VANNE RELIANT LA SORTIE À L'ENTRÉE DE LA POMPE



2ème SOLUTION : INSTALLATION D'UNE VANNE À L'ENTRÉE DU RÉSEAU



COUPLAGE DES POMPES

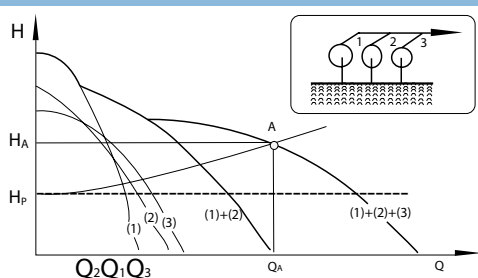
Pompes en série et en parallèle

Si la gamme de débit à pomper est assez large utilisation des pompes en parallèle

Si les charges sont grandes on pourra utiliser des pompes en série

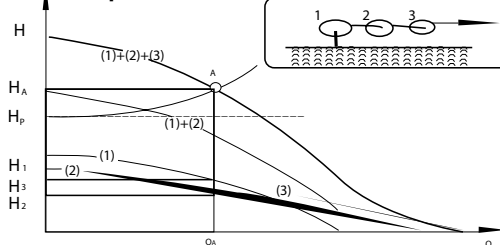
COUPLAGE DES POMPES

Pompes en parallèle

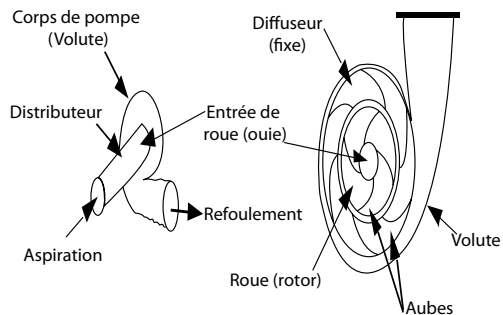


COUPLAGES DES POMPES

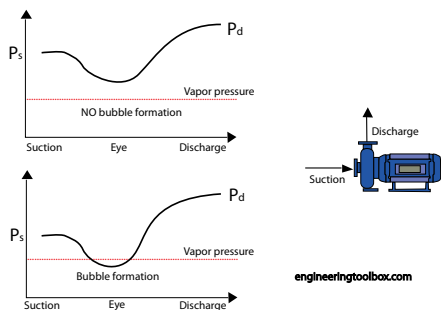
Pompes en série



La cavitation – NOTION DU NSPH



La cavitation – NOTION DU NSPH



Cavitation

quand un liquide coule dans un tuyau d'aspiration et qu'il entre dans l'œil de l'impulseur, sa vitesse augmente ce qui amène une réduction de pression.

Si cette pression descend en dessous de la tension de vapeur correspondant

à la température du liquide, celui-ci va se vaporiser et le courant qui s'écoule

consistera à la fois de liquides et de poches de vapeur. Continuant son

mouvement dans l'impulseur, le liquide arrive à une zone de pression plus

élevée et les cavités de vapeur disparaissent. C'est cette disparition de

poches de vapeur qui cause le bruit lié à la cavitation.

La cavitation peut varier de très légère à très forte : dans le premier cas le

seul effet est une baisse de l'efficacité ; dans le deuxième cas, une forte

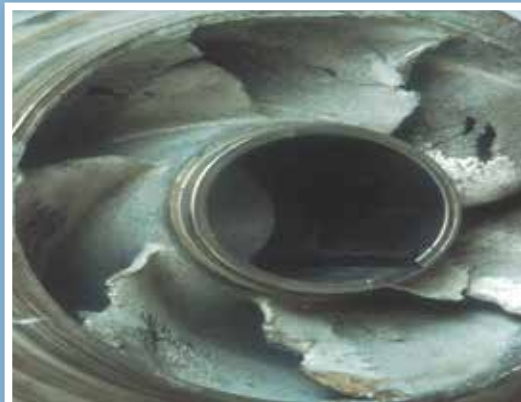
cavitation est très bruyante et peut briser l'impulseur de la pompe ou d'autres

parties

CAVITATION

- La cavitation se produit quand la pression absolue du liquide s'abaisse au dessous de sa pression de vapeur saturante. La pression de vapeur saturante est fonction de la nature du fluide et de sa température.
- Le phénomène de cavitation correspond à une vaporisation du liquide qui se traduit par l'apparition de bulles de gaz au sein du liquide ou contre les parois. La cavitation apparaîtra donc dans les zones où la pression est minimale donc pour une vitesse maximale. Ces zones se situent à l'entrée de la roue au voisinage du bord d'attaque des aubes.
- Les effets de la cavitation se manifestent par une baisse des performances de la pompe, par une érosion des pièces métalliques et par de fortes vibrations très préjudiciables à la longévité de la pompe.

CAVITATION



On a affaire à la cavitation chaque fois que la pression à l'ouïe (P_s) est en dessous de la pression de vapeur de l'eau (P_v)

Température (°C)	Vapor Pressure (kN/m ²)
0	0.6
5	0.9
10	1.2
15	1.7
20	2.3
25	3.2
30	4.3
35	5.6
40	7.7
45	9.6
50	12.5
55	15.7
60	20
65	25
70	32.1
75	38.6
80	47.5
85	57.8
90	70
95	84.5
100	101.33

Pour caractériser le risque de cavitation, on définit à l'ouïe :

$$NSPHd = P_s / \rho g - P_v / \rho g$$



L'équation d'énergie à l'aspiration donne :

$$NSPHd = P_s / \rho g - P_v / \rho g = P_0 / \rho g - P_v / \rho g + z_0 - z_s - J_a$$



Pour une eau froide, on peut poser $P_0 / \rho g - P_v / \rho g = 10$ m

Soit :

$$NSPHd = 10 - (z_s - z_0) - J_a$$

Le constructeur de pompe établit les différentes valeurs de débits pour lesquelles la cavitation apparaît :

$$NSPHr = k Q^2$$

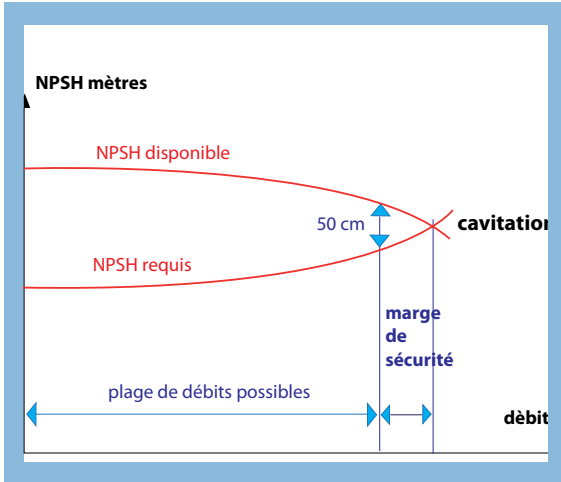
K étant fonction des vitesses de rotation des aubes et des pertes de charges



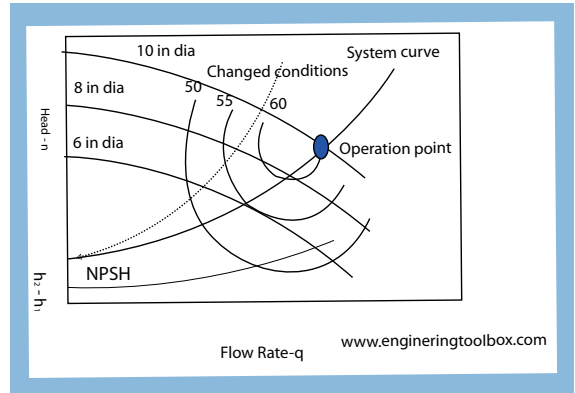
Pour éviter la cavitation il faut que $NSPHd \geq NSPHr$



$$\text{Pour une eau froide, } 10 - (z_s - z_0) - J_a \geq k Q^2 + 0.50 \text{ m}$$



La prise en compte de la cavitation dans le dimensionnement d'une station de pompage permet de définir exactement les conditions d'installation des crépines au niveau de l'aspiration



SIMILITUDES DES POMPES

- Analyse dimensionnelle et similitudes des pompes

Le fonctionnement des turbomachines est défini par une relation entre les grandeurs physiques intervenant :

$$f(g, H, Q, N, D, \rho, \mu) = 0$$

L'analyse dimensionnelle permet l'obtention des différents groupements Π dimensionnels suivants :

coefficient de débit :
$$\Pi_Q = \frac{Q}{ND^3}$$

coefficient manométrique :
$$\Pi_H = \frac{g \cdot H}{N^2 D^2}$$

coefficient puissance :
$$\Pi_P = \frac{P}{\rho D^5 N^3}$$

nombre de tours spécifique :
$$N_s = N \frac{Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

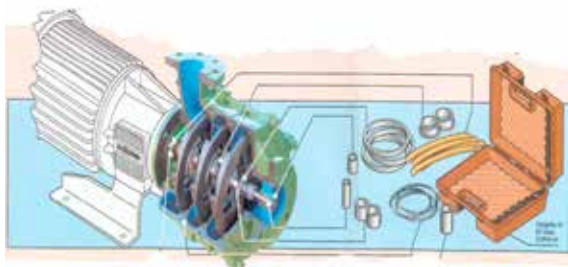
- nombre de tours spécifique :

vitesse spécifique :
$$\omega_s = \omega \frac{Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

- vitesse spécifique :

Le nombre de tours spécifique est obtenu en éliminant le diamètre de la roue entre le coefficient de débit et le coefficient manométrique. La vitesse spécifique permet de classer les turbomachines.

$$n_{25} = N \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$



Pompe de relevage des eaux usées

1

$$J_L = \lambda \frac{(L \cdot U^2)}{(2 \cdot g \cdot D)}$$

$$\text{Total} = \sum J_{C_{\text{singuliers}}} \text{ avec } J_{C_{\text{nombre}}} = K \cdot \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Descriptif:	K:	Nombre:
d d'assise	0,3	1
de à 90°	0,27	1
ne opercule	0,12	1
injection T	0,5	1
pet	2	1
tle	1	1
al:	K =	4,19
tes de charge singulières JC (m) =		0,21

$$\text{HMT} = H_g + J_L + J_C \text{ total}$$

$$\text{Puissance (KW)} = \rho \times g \times \text{HMT} \times Q / \eta = \text{HMT(m)} \times Q(\text{l/s}) / 102 \eta$$

2 Ouvrage : Bâche de relevage

Le volume utile de marnage est le volume compris entre le niveau haut de démarrage de la pompe et le niveau bas d'arrêt.

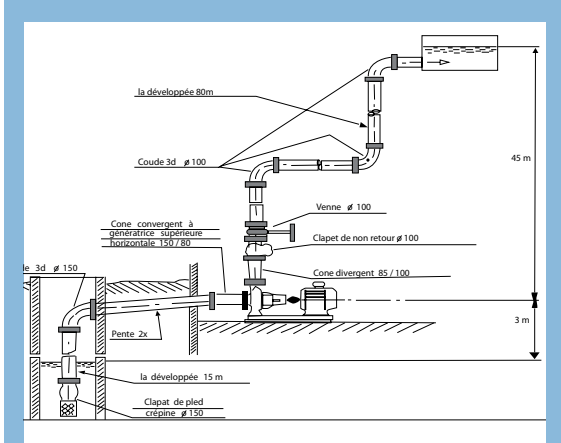
Il peut être calculé par la formule préconisée par le fascicule 81 relatif à la construction d'installations de pompage :

$$V = \frac{[Q \cdot (1/n)]}{[4 \cdot (N - 1)]}$$

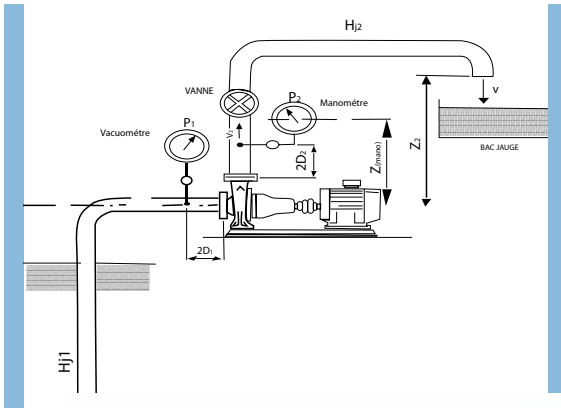
n = nombre maxi de démarrages par heures

N = nombre de pompes identiques

Exemple de schéma type d'une installation de pompage



Essais des des POMPES CENTRIFUGES



Pour chacun des points, les valeurs suivantes sont lues directement ou calculées :

- P_1 : lecture du vacuomètre ramené à l'axe de la pompe } pressions effectives
- P_2 : lecture de manomètre ramené à l'axe de la pompe
- v_1 : vitesse de l'eau au droit de la prise du vacuomètre
- v_2 : vitesse de l'eau au droit de la prise du manomètre

Exemple de calcul des pertes de charges au sein d'une station de pompage

1

- Calcul des pertes de charge à l'aspiration H₁

clapet de pied crépine Ø 150	$k = 7$	$\frac{v^2}{2g} = 0,13$	$pdc = 0,91$
coude 90° acier 3d Ø 150	$k = 0,33$		$pdc = 0,09$
convergent 150/80 ; $L = 4 (D_0 - D_1)$	$k = 0,1$	$\frac{v_1^2}{2g} = 1,56$	$pdc = 0,16$
tuyauterie acier Ø 150 ; $lg = 15$ m ;		$\frac{2,20 \times 15}{100}$	$= 0,33$
H ₁			= 1,49

2

- Calcul des pertes de charge au refoulement H₂

divergent 85/100 ; $L = 5 (D_1 - D_0)$	$k = 0,1$	$\frac{v^2}{2g} = 3,57$	$pdc = 0,36$
vanne à opercule Ø 100 ;	$k = 0,2$	$\frac{v^2}{2g} = 0,84$	$pdc = 0,13$
clapet de retenue à battant Ø 100 ;	$k = 1,5$		$pdc = 0,96$
3 coudes 90° acier 3d Ø 100	$k = 0,43$		$pdc = 0,83$
débouché de la tuyauterie	$k = 1$		$pdc = 0,84$
tuyauterie acier Ø 100 ; $lg = 80$ m ;		$\frac{15 \times 80}{100}$	$pdc = 12,00$
H ₂			14,92
Pertes de charge totales H _l = 16,41 m, arrondis à 17 m pour 100 m ³ /h.			

Hauteur de charge à l'aspiration $H_1 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g}$

Hauteur de charge au refoulement $H_2 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$

Hauteur totale d'élévation de la pompe $H = H_2 - H_1$

$$H = \frac{P_2}{\rho g} - \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$$

The background is a solid yellow color with faint, stylized illustrations of a sun with rays and several leaves of varying shapes and sizes, all in a lighter shade of yellow.

EXPLOITATION
DES STATIONS D'EPURATION
DES EAUX USEES
TYPE BOUES ACTIVÉES



INTRODUCTION

L'objectif de l'exploitation de la station est de rechercher:

- ◆ **le rapport qualité/prix optimal des installations en investissement et en exploitation;**
- ◆ **l'économie d'énergie lors de la mise en fonctionnement des stations (relèvement des eaux et épuration) ; les solutions optimales à l'aide de programmeurs et autres systèmes automatisés;**
- ◆ **la formation du personnel assurant le fonctionnement des stations; celui-ci doit disposer de manuels clairs et complets fixant les règles d'entretien, de mise en service, de contrôle par prélèvements, des analyses et comptages journaliers, voire horaires, sur les installations.**

Ouvrages concernés

Une station biologique type boues actives comprend les ouvrages suivants : *
Prétraitement:

- * Dégrillage automatique fin avec by-pass par dégrilleur manuel
- * Dessablage- déshuilage;
- * Poste de relevage:
- * Bâche d'aspiration
- * Pompes de relevage
- * Traitement biologique:
- * Bassin d'aération constitué de 2 réacteurs
- * Clarification avec recirculation des boues
- * Traitement des boues:
- * Epaisseur
- * Déshydratation.
- * Conditionnement
 - * Alimentation électrique
- * Poste MT/BT.
- * Armoires de commande
- * Alimentation secourue par groupe électrogène
- * Laboratoire d'analyses chimiques et biologiques
- * Salle de contrôle

Organisation de l'exploitation

Organisation générale de l'exploitation de la STEP

Le fonctionnement de la STEP devra être assuré:

24 heures /24 et 7jours /7 afin de traiter les volumes d'eau usée.

L'unité d'exploitation a pour tâche principale de veiller :

au bon fonctionnement des ouvrages de la STEP,

à l'optimisation des paramètres de traitement

à la maintenance de ses équipements.

Une attention particulière devra être accordée au contrôle des nuisances éventuelles générées par la STEP. A cet effet, l'exploitant utilisera un manuel d'exploitation spécifique.

L'optimisation de fonctionnement concerne particulièrement l'économie d'énergie par l'amélioration des réglages tel que réglage de l'aération au niveau optimum

L'asservissement de l'aération en fonction du débit d'eau brute, de la charge masique ou de degré d'oxydation dans le réacteur biologique permet des économies

substantielles sans altérer la qualité du traitement.

Un laboratoire doit être installé dans l'enceinte de la station d'épuration et sera équipé il devra permettre de réaliser la quasi-totalité des analyses nécessaires au contrôle du bon fonctionnement de la STEP et à l'optimisation des paramètres et réglages correspondants.

Une salle de contrôle équipée en matériel et logiciels informatiques permet un suivi en temps réel des performances de la station d'épuration et par conséquent une intervention rapide pour palier à tous incidents.

En plus elle permet de consigner le tableau de bord d'exploitation et de disposer d'un historique sur plusieurs années de fonctionnement de la station d'épuration.

Et comme dans toute station d'épuration des eaux usées, une attention particulière devra être accordée au dégagement éventuel des odeurs permettant de détecter rapidement d'une part les éventuels dysfonctionnements des ouvrages de traitement des odeurs si elles existent ou la présence de rejets non conformes au cahier des charges.

Les moyens matériels et humains

Afin d'assurer une meilleure gestion des installations de la station d'épuration, l'exploitant devra mettre en place tous les moyens humains et matériels nécessaires.

Une équipe composée d'un responsable et d'un nombre suffisant d'agents devra être dédiée à l'exploitation de la STEP qui assurera les opérations courantes de maintenance.

En cas de besoin (plan de charge, besoins pointus etc....) l'exploitant a recours à des sous-traitances pour la mise en œuvre des moyens matériels et humains Ceci concerne en particulier l'évacuation des déchets et des boues déshydratées à la décharge ou autre destination (industriels intéressé : cimenterie par exemple), la réalisation d'analyses chimiques complexes et peu fréquent ainsi que la maintenance du poste de transformation.

Contrats et accords

Le cahier de charge des rejets non admissibles dans le réseau d'assainissement constituera le principal document contractuel avec les usagers à travers le gestionnaire du réseau d'assainissement.

D'emblé il sera formellement interdit de déverser dans le réseau d'assainissement :

L'effluent des fosses septiques,

Les déchets solides divers, tels qu'ordures ménagères, bouteilles, feuilles, etc.,

Des liquides ou vapeurs corrosifs, des acides, des matières inflammables ou susceptibles de provoquer des explosions,

Des composés cycliques hydroxylés et leurs dérivés, notamment tous les carburants et lubrifiants,

Des solvants chlorés,

Des rejets susceptibles de porter l'eau des égouts à une température supérieure à 30°C.

Aussi, des conventions spéciales de déversement doivent être établies avec les usagers industriels.

En plus, un cahier de charge d'exploitation devra être mis en place, afin de rendre transparentes des relations avec les usagers.

4 Le contrôle de la qualité et de la sécurité de l'exploitation

Le contrôle du bon fonctionnement de la station d'épuration est basé sur un ensemble de mesures et de tests pour déceler les anomalies et agir en conséquence soit en modifiant les réglages, soit en procédant au dépannage.

Les tests et mesures « in situ » fondamentaux sont présentés dans le tableau ci-après :

Tests et mesures de contrôle

Point de mesure	Paramètres et tests
Eau brute	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de la température • Mesure du pH et du potentiel d'oxydoréduction (Eh) • Aspect et couleur de l'effluent • Test d'oxydabilité au KMnO4
Boues activées	<ul style="list-style-type: none"> • Test de la décantation diluée en 30 mn • Mesure d'oxygène dissous • Mesure du Eh • Couleur de la boue • Examen microscopique
Boues recyclées	<ul style="list-style-type: none"> • Test de la décantation diluée en 30 mn • Mesure du Eh
Effluent traité	<ul style="list-style-type: none"> • Test de limpidité en disque de Secchi • Test d'oxydabilité au KMnO4

Au-delà de ces mesures et tests des analyses poussées seront réalisées grâce au laboratoire prévu sur place.

Ces analyses porteront sur les éléments suivants

- La charge de la pollution brute à traiter en MES-DCO-DBO5
- Les charges résiduelles rejetées par la station
- Le rendement de la station
- Les paramètres qui caractérisent le fonctionnement de l'épuration biologique (indice de boue, consommation

en oxygène)

- Les conditions de fonctionnement des installations de traitement des boues :
- Epaisseur :
 - ✓ Concentration des boues
 - ✓ Qualité de la surverse
 - ✓ Déshydratation Siccité des boues
 - ✓ Qualité de filtrat

Afin de répondre aux exigences du cahier de charge en terme d'information et de données à communiquer au concédent,

un reporting annuel d'exploitation consolidé à partir des reportings mensuels et journalier devront être mis en place.

Le reporting se décompose-en :

- Reporting individuel par équipe,
- Reporting consolidé pour l'ensemble des équipes.

Ces documents de base peuvent être associés à d'autres documents utiles pour le contrôle et le suivi, par exemple :

- ✓ Les bons de sortie du matériel nécessaire à la cellule gestion de stocks (achats et gestion des stocks)
- ✓ L'attachement de fin de travaux.

Les fiches équipements et ouvrages pour alimenter la base de donnée après chaque intervention.

Ces reportings d'exploitations seront confrontés aux indicateurs de performance arrêtés pour apprécier les taux de réalisation des objectifs.

Organisation de l'entretien

1 L'organisation générale des travaux d'entretien

Les opérations courantes d'entretien et de maintenance sont assurées par la même équipe chargée de l'exploitation. L'objectif est de mettre l'accent sur les actions préventives afin de réduire au maximum les

interventions curatives.

Les ouvrages et les équipements sont maintenus en permanence en bon état de marche et remplacés chaque fois que c'est nécessaire afin d'éviter toute opération de réhabilitation lourde.

Le contrôle et le diagnostic des installations à l'amont des interventions d'entretien, de maintenance et de rénovation joue un rôle essentiel pour la programmation.

Il comporte :

- L'établissement des plans du système au préalable et leur mise à jour régulière.
- Le contrôle et l'inspection des équipements.
- L'élaboration des programmes de maintenance des équipements.
- Les grandes opérations de renouvellement seront sous-traitées à des entreprises spécialisées.

Graissage des mécanismes du dégrillage automatique, contrôle du niveau huile,

Les interventions d'urgence, directement liées aux incidents.

La maintenance des équipements hydro et électromécaniques (armoires de commandes, groupes de pompes...)

Nettoyage périodique au jet d'eau sous

pression des installations (dégrilleurs, les chambres d'aspiration, les déversoirs, les rigoles, les racleurs de surface, les caniveaux, ...)

L'entretien des abords.

- Assurer régulièrement le contrôle de la sécurité des installations
- Recherche d'eaux parasites (en étudiant les variations des débits nocturnes)
- L'analyse des diverses nuisances ou désordres (prolifération des rongeurs,

mauvaises odeurs, mise en charge singulière, débordement, effondrement, infiltration, exfiltration)

- 2 La périodicité des travaux d'entretien

La station d'épuration est composée de plusieurs ouvrages et équipements nécessitant les opérations d'entretien de nature et de périodicité différente. Le tableau ci-après présente les opérations les plus significatives.

Ouvrage	Entretien courant		Maintenance électromécanique		Interventions particulières	
	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence
Poste de relèvement Eaux brutes Panier de dégrillage Pompes de relèvement Régulateur de niveau Bâche de relèvement	Tests de contrôle Nettoyage Nettoyage Nettoyage + Vérification du fonctionnement Nettoyage	Selon besoin fois/ 2 semaine 2fois/mois .1fois/sem 1fois/ 15jours	Contrôle électrique Vérification mécanique Vérification des débits	Toutes les 1000 h ou 2 fois/an Si besoin selon .marque min 2500h 1fois/an	Hydro-curage	1fois/3 à 6 mois
Prétraitement Dégrillage automatique Dessablage avec équipements Dégrossage	Nettoyage + Vérification du fonctionnement + Relevé .des compteurs + Graissage Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs + Manœuvres +Vérification pression et dépression Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs + Manoeuvre	.2fois/sem 2fois/sem ..ois/sem 2	Contrôle électrique + Vérification mécanique Contrôle électrique +Vérification mécanique Contrôle électrique + Vérification pression et dépression	Toutes les1000 h Toutes les 1000 h Toutes les 1000 h	Hydro-curage des ouvrages de stockage	fois/ 15 jours 1

Ouvrages	Entretien courant		Maintenance électromécanique		Interventions particulières		
	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	
Bassin d'aération (traitement biologique) Bassin d'aération (ouvrage) Aérateur de surface (turbine) Boues activées	Nettoyage Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs Tests boues	.2-3fois/sem .2-3fois/sem .2fois/sem	Graissage +Vidange et niveau +contrôle électrique + Vérification mécanique	Toutes les h 2500	Vidange totale éventuelle Réglages éventuels	1fois/ 3 à 10ans Selon besoin	
Clarificateur Bassin et goutlotte évacuation Pont racleur Eaux traitées	Nettoyage Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs Tests de contrôle	.2-3fois/sem .fois / sem 2 .2fois/sem	Graissage + Vidange et niveaux + Contrôle électrique + Vérification mécanique	Toutes les 2000 h	Vidange totale éventuelle Remise en état racleur	fois/ 2 1 à 5 ans Selon besoin	
Poste de recirculation des boues Bâche de recirculation Pompe de recyclage (ou d'extraction) Vannes Boues recyclées	Manœuvre + Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs Manœuvre Tests de contrôle	.2-3fois/sem Selon besoin Selon besoin	Contrôle électrique Vérification mécanique Vérification de débit	Toutes les 1000h ou 2 fois/an Si besoin selon. Marque min.2500h fois/an 1	Hydro-cu- rage Réglages éventuels	1fois/an Selon besoin	

Ouvrages	Entretien courant		Maintenance électromécanique		Interventions particulières	
	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fré- quence
Poste de reprise des boues fraîches Bâche Pompes + accessoires Régulation Boues	Nettoyage Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs+Manœuvres Nettoyage Tests de contrôle	1fois/sem Tous les jours 1fois/sem 1fois/jour	Graissage Vidange et niveaux+ Vérification mécanique Contrôle électrique +Contrôle instrumentation	1fois/mois 1fois/trim. 1fois/trim. 1fois/sem		
Epaississeur boues fraîches Ouvrage Clifford et sciures d'alimentation Pont racleur	Nettoyage Nettoyage +Graissage Nettoyage + Graissage	1fois/sem 1fois/mois 1fois/jour	Vérification mécanique Graissage+Vérification mécanique+ Vidange et niveaux + Contrôle électrique	1fois/an 1fois/mois	Vidange et curage	1fois/an
Récupération gras Pompe et accessoires Boues fraîches épaissies	Nettoyage Nettoyage + Graissage + Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs +Manœuvres Tests de contrôle (niveau boues)	1fois/jour 1fois/jour Tous les jours	Vidange et niveau + Vérification mécanique	1 fois/mois	Curage fosse gras	2 fois/mois

Ouvrages	Entretien courant		Maintenance électromécanique		Interventions particulières	
	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence
Déshydratation mécanique (filtre à bande) Pompe d'alimentation	Relevé général Vérification du fonctionnement + Manœuvres	1fois/jour de fonctionnement à plusieurs 1 fois/jour de fonctionnement	Graissage + Vidange et niveaux Contrôle électrique Vérification débits + Vérification mécanique	Toutes les 500h	Démontage général pour entretien	fois/an 2 ((minimum
Conditionnement chimique Floculateur Toile filtrante Equipement « moteur » pour toiles	Manœuvre Vérification du fonctionnement Nettoyage + Vérification du fonctionnement Graissage (rouleaux) Vérification du fonctionnement + Manœuvres	à plusieurs 1 fois/jour de fonctionnement à plusieurs 1 fois/jour de fonctionnement " Toutes les 200 h	Graissage + Vidange et niveau Contrôle électrique Vérification mécanique + Vérification pression et dépression Graissage + Vidange et niveau Contrôle électrique + Vérification mécanique Graissage + Vidange et niveaux + Vérification mécanique + Vérification pression et dépression	Toutes les 2000h au min 1fois/an Toutes les 2000h Toutes les 2000h	Remplacement des toiles	Entre 3000 et 5000h

Ouvrages	Entretien courant		Maintenance électromécanique		Interventions particulières	
	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence	Type d'intervention	Fréquence
Déshydratation mécanique (suite) Evacuation des boues Groupe hydrophore Local exploitation Equipement annexe	Nettoyage + Vérification du fonctionnement Nettoyage + Vérification du fonctionnement + Manœuvres Nettoyage Nettoyage + Vérification du fonctionnement + Manoeuvre		Graissage + Vidange et niveau Contrôle électrique Vérification mécanique Contrôle électrique Contrôle électrique	Toutes les 2000h Toutes les 2000 h Toutes les 2000 h	Remise en état des peintures	Tous les 1 à 3 ans
Comptage eaux traitées (Ouvrage (canal Débitmètre	Nettoyage Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs	.1 fois/sem fois/sem 2-3	Réglage et lubrification	Mini. : 1 fois/mois		
Appareillage de commande et de régulation Ensemble de l'installation	Vérification du fonctionnement + Relevé des compteurs	fois/sem 2-3	Resserrage visserie	1 fois/an	Réglages éventuels Contrôle conformité Entretien des abords Désherbage	Selon besoin 1fois/an 15 fois/an 2
			: Travaux de peinture sur Matériel électromécanique ;parties métalliques ;Locaux Petits travaux de Génie Civil			

The background features a stylized sun with rays and several large, overlapping leaves in shades of yellow and orange, creating a natural and organic feel.

EXPLOITATION

DES STATIONS D'ÉPURATION

DES EAUX USÉES

TYPE LAGUNAGE NATUREL



Taches régulières d'exploitation

Une station type lagunage naturel donne des bons rendements d'épuration à de faibles coûts de fonctionnement quand elle est bien conçue et bien entretenue. Diverses et fréquentes détériorations et dysfonctionnement des équipements (érosion des digues, développement des végétations, envasement et obstruction des ouvrages) sont dus par manque de surveillance et d'entretien minimal).

Surveillance de la station

La surveillance de la station doit être régulière et concernera les aspects visuels, ainsi que les mesures de paramètres sur place, et le suivi des performances épuratoires de la station.

1.1 Surveillance générale des ouvrages de la station:

La surveillance visuelle est essentielle pour détecter les anomalies sur l'installation telles que l'érosion des digues, la présence de rongeurs, l'obstruction des ouvrages de communication, le développement des plantes aquatiques (lentilles d'eau.....).

L'exploitant de la station devra en contrôler et vérifier les points suivants :

- **Bon écoulement de l'eau :** noter les baisses de niveau, vérifier le dégagement

des ouvrages de communication.

- **Etat des berges :** noter l'absence de végétation sur les berges.
- **Etat des digues :** noter les traces de dégradations ponctuelles, terriers de rongeurs. **Fréquence :** 1 fois / semaine

1.2 Surveillance des bassins anaérobies :

Les indicateurs de bon fonctionnement des bassins anaérobies sont:

- l'absence de végétation sur les parements internes des digues,
- une couleur brun gris,
- la présence sur toute la surface ou sur une partie de la surface de la lagune d'une croûte plus au points épaisse.

Le personnel d'exploitation devra s'assurer de :

- L'absence de végétation sur les berges
- La présence sur toute la surface ou une partie de la surface de la lagune de la croûte.
- La couleur brun gris.
- Fréquence : 1 fois / semaine

1.3 Surveillance des bassins facultatifs et de maturation:

Les signes visuels du bon fonctionnement de ces lagunes sont:

- ✓ la couleur verte,
- ✓ l'absence de flottants (plantes aquatiques, boues,...)

✓ l'absence d'odeurs signifiante.

Le personnel d'exploitation devra surveiller :

- La Couleur de l'eau : Normalement verte;
- La présence de flottants;
- L'absence d'odeurs significatives.

Fréquence : 1 fois / semaine

1.4 mesures des paramètres sur place:

Les mesures de paramètres sur place :

- Température de l'air,
- Température de l'eau,
- PH,
- Oxygène dissous,
- Débit à l'entrée et de sortie de la station.

Fréquence : 2 à 3 fois / semaine

Ces mesures permettent le suivi du fonctionnement de la station et attire l'attention sur d'éventuelles anomalies de fonctionnement

1.5 suivi des performances épuratoires de la station:

Des mesures et analyses sont effectuées pour le suivi des performances épuratoires

des différents bassins, des échantillons d'eau usées sont prélevés puis analysés par le laboratoire de l'ONEE- Branche eau selon les méthodes d'analyses en vigueur.

Les paramètres suivis périodiquement pour le contrôle de la qualité des eaux usées sont :

- **Débit à l'entrée et à la sortie de la station;**
- **Les paramètres globaux de pollution (Température, PH, conductivité, MES, DCO, DB05, NTK, PT);**
- **Les germes indicateurs de pollution fécale (Coliformes fécaux (C.F), Streptocoques fécaux (S.F)**
- **Les parasites (Œufs d'helminthes)**

Fréquence : 1 fois / mois

Entretien de la station

2.1 Entretien des ouvrages de prétraitement:

Cet entretien est indispensable pour éviter les mauvaises odeurs ou des perturbations sur la première lagune.

Les principaux travaux d'entretien des ouvrages de pré-traitement sont :

- Nettoyage du grilleur manuel à l'aide d'un râteau .
- Fréquence : 3 fois / jours et en cas de besoin augmenter cette fréquence
- Récupération des sables au niveau du

dessableur (s'il existe)

- Fréquence : 1 fois / semaine
- Récupération des écumes au niveau du dégraisseur (s'il existe)
- Fréquence : 1 fois / semaine

Les déchets récupérés sont égouttés, puis stockés dans des conteneurs avant d'être évacués à la décharge.

2.2 Entretien des digues et des abords

- Faucardage de la ceinture végétale autour du plan d'eau

Le faucardage permet d'éviter l'envahissement progressif des bassins par la végétation, de limiter le développement des larves d'insectes (en particulier les moustiques) et de limiter l'envahissement des rongeurs sur les berges.

La présence de cette ceinture végétale est très importante pour réduire l'effet néfaste du battillage lorsqu'il n'y a pas d'enrochement, elle sert aussi à retenir les herbes coupées lors du fauchage au niveau des berges.

l'exploitant doit bien veiller à ce qu'en aucun cas ces détritiques ne doivent empiéter sur le bassin.

Fréquence : 3 à 4 fois / an à adapter selon les conditions climatiques

Le fauchage peut se faire soit manuellement à l'aide de faux ou mécaniquement

.Les plantes coupées sont soit mises en tas et brûlées (en respectant les consignes de sécurité) soit évacuées en décharge.

lutte contre les rongeurs

La présence des rongeurs dans une station type lagunage est fréquente. Empêcher la prolifération a pour but d'éviter l'érosion des digues, l'altération de l'étanchéité des bassins et de préserver la santé des agents d'exploitation. pour ce faire utiliser des pièges ou des produits efficace comme .

Pour être efficace cette opération ne doit pas être limitée aux abords immédiats des ouvrages.

Fréquence : 1 fois / an lors des campagnes d'empoisonnement automne -hivers) ou en cas de besoin

2.3 Entretien de la surface des lagunes

Entretien de la surface des bassins anaérobies

L'entretien consiste alors en l'élimination des matières flottantes grossières à l'aide des filets à manches sans perturber le développement de la croûte. Ces détritiques seront mis dans les conteneurs poubelles et évacués avec les déchets de la station à la décharge.

Fréquence : 1 fois / semaine

Entretien de la surface des bassins facultatifs et de maturation

L'entretien consiste en l'élimination des flottants et de la végétation en surface. Cette élimination est essentielle pour permettre la pénétration de la lumière et l'oxygénation du milieu.

Fréquence : 1 fois / semaine

Dans tous les cas, ces travaux d'entretien sont effectués régulièrement pour maintenir en bon état tous les ouvrages ainsi que l'esthétique de la station, d'autres travaux sont effectués occasionnellement et nécessitent des moyens et des coûts importants tels que les opérations de curage.

2.4 Curage des bassins :

Le fonctionnement normal des lagunes produit des boues qui sédimentent au fond des bassins. Ces boues déposés pendant des années de fonctionnement entraînent une réduction du temps de séjour des eaux au niveau des bassins et par conséquent une diminution du rendement épuratoire de la STEP. Pour remédier à ce problème, le curage des bassins s'avère nécessaire. L'opération de curage est précédée d'un sondage pour estimer la quantité de boues à curer.

Il y a plusieurs méthodes de curage des boues dont :

- Curage à l'aide de pelles télescopiques:

Procédé :

Un bassin sera isolé de l'arrivée des eaux usées et le plan d'eau sera abaissé jusqu'à la couche de boue. Celle-ci doit sécher durant plusieurs semaines. A cause de la capillarité de l'eau, seule une couche supérieure d'à peu près 40 cm pourra être sèche après des mois de séchage. Le corps de boue enfoui sous la couche de vase supérieure séchée, restera de consistance plus ou moins liquide.

La pelle télescopique gratte la boue du bord de la lagune et la dépose dans un camion prêt à cet effet. La boue humide peut être transportée ou séchée au niveau de lits de séchage et évacuée à l'état sec.

Avantages :

+ Utilisation d'équipements courants. Des équipements spécialisés ne seront pas nécessaires.

Inconvénients :

- Risque d'endommagement de l'étanchéité de la lagune.
- Mauvaises hygiène et conditions de travail.
- Coûteux à cause des transports multiples de boue.
- Travaux avec de gros engins d'où le risque d'endommagement au niveau des bords de talus et des chemins d'accès.

- A cause des longues durées de séchage et du procédé d'évacuation de la vase, l'émission d'odeurs peut être forte.
- Mise en œuvre limitée pour petites lagunes.

Curage à l'aide de pelles sur bateaux:

Procédé:

Dans ce cas, une pelle sera mise en place sur un bateau et creusera au niveau de la lagune en évacuant les boues dans des embarcations. Celles-ci seront déchargées par des camions au niveau des bords de la lagune. La boue humide peut être transportée ou séchée au niveau de lits de séchage et évacuée à l'état sec.

Avantages

- + Utilisation d'équipements courants. Des équipements spécialisés ne seront pas nécessaires.
- + Pas de limite de taille des lagunes.

Inconvénients

- Grande quantité d'eau dans le matériau évacuée.
- Risque d'endommager l'étanchéité de la lagune.
- Mauvaises hygiène et conditions de travail.
- Coûteux à cause des transports multiples de la boue.
- Travaux avec de gros engins d'où le risque d'endommagement au niveau des bords

de talus et des chemins d'accès.

Le fait que le niveau d'eaux n'est pas abaissé et vu le mode d'évacuation, un contrôle de l'avancement de l'évacuation de la boue est difficile.

- **Curage à l'aide de mini-pelles et de tapis roulant:**

Procédé:

Un bassin sera isolé de l'arrivée des eaux usées et le plan d'eau sera abaissé jusqu'à la couche de boue. Celle-ci doit sécher durant plusieurs semaines.

Une mini-pelle sera élevée dans la lagune. La pression du sol d'une pelle compacte est de 0,26 kg/cm² (celle du pied humain 0,2 kg/cm²) afin qu'un dommage dû au poids soit exclu, du moment qu'il n'y a pas de grosses manœuvres de déplacement et que l'on ne passe pas sur les mêmes endroits plusieurs fois.

La mini-pelle racle la vase au fond de la lagune et la dépose sur un tapis roulant qui la transportera jusqu'à un camion.

La boue humide peut être transportée ou séchée au niveau de lits de séchage et évacuée à l'état sec.

Avantages

- + Utilisation d'équipements courants. Des équipements spécialisés ne seront pas nécessaires.
- + Pas de limite de taille des lagunes.

Inconvénients

Risque d'endommager l'étanchéité de la lagune.

Mauvaises hygiène et conditions de travail.

Coûteux à cause des transports multiples de la boue.

Travaux avec de gros engins d'où le risque d'endommagement au niveau des bords de talus et des chemins d'arrivée.

Evacuation des boues à travers des pompes submersibles:

Un bassin sera isolé de l'arrivée des eaux usées et le plan d'eau sera abaissé jusqu'à la couche de boue. La boue dans le bassin sera agitée. Une pompe sera mise dans un bateau et déplacée selon l'avancement de l'évacuation des boues. La boue sera pompée directement vers les lits de séchage.

Avantages

+ Utilisation d'équipements courants. Des équipements spécialisés ne seront pas nécessaires.

+ Pas de limite de taille des lagunes.

+ L'utilisation d'équipements lourds n'est pas nécessaire.

Inconvénients

Coûteux du fait que le pompage de la boue agitée sera difficile (risque de bouchage fréquent de la pompe), Il peut en

résulter une évacuation inefficace des boues et des longs délais pour l'évacuation.

La diminution du plan d'eau et l'agitation nécessaire pour le pompage de boues entraîneront une émission d'odeur importante.

Évacuation des boues à l'aide d'un radeau et de tuyaux d'aspiration

Un bassin sera isolé de l'arrivée des eaux usées. Un radeau avec une pompe à piston ou une pompe excentrique sera monté sur le plan d'eau du bassin. La pompe souffle les boues en bas des bassins à travers une dispositif de dégagement que se compose de tuyaux d'aspiration avec un curage en pression ou un agitateur mécanique. Pour travailler d'une manière efficace et éviter le bouchage, la boue sera agitée près de l'entrée du tuyau. Ensuite la pompe refoule la boue directement vers les lits de séchage.

Le dispositif de dégagement est construit pour qu'un endommagement de la couche d'imperméabilisation ne soit pas possible.

La boue sera séchée au niveau de lits de séchage et évacuée à l'état sec.

Le radeau peut être manipulé avec une commande à distance ou peut être habité.

Avantages

+ Pas de limite de taille des lagunes.

+ L'émission d'odeur se limite à l'évacuation des boues vers les lits de séchage au niveau des lits.

+ Une diminution du plan d'eau dans les bassins n'est pas nécessaire, ainsi qu'un séchage de boue dans le bassin même.

+ L'utilisation d'équipements lourds n'est pas nécessaire.

+ On profite de l'expérience des fournisseurs dans ce domaine

+ Les conditions de travail et d'hygiène sont optimales.

Le suivi du fonctionnement d'une station d'épuration type lagunage naturel se fait à l'aide des fiches journalière d'inspection et hebdomadaire d'entretien des ouvrages et du journal mensuel d'exploitation de la station ainsi qu'avec les fiches d'analyses des eaux usées :

3.1 Fiche d'entretien journalier de la station

Sur la fiche d'entretien journalier est consignée les observations constatées et les travaux d'entretien réalisés au cours la journée (annexe 1)

3.2 Journal mensuel d'exploitation

Le journal mensuel d'exploitation récapitule l'ensemble des données relatives au fonctionnement des ouvrages d'épuration (annexe 2) :

Température de l'air et de l'eau

Débit moyen journalier

Refus du dégrilleur

Différentes observations visuelles des bassins

3.3 Fiche des résultats d'analyses

Ces fiches donnent les résultats des analyses effectuées, le dépouillement de ces résultats permet de déterminer le rendement épuratoire pour les principaux paramètres (DCO, DBO5, MES, NTK et PT) ce qui permet de suivre l'évolution du fonctionnement de tous les bassins et de la station. Ces fiches sont renseignées par le laboratoire de contrôle.

3.4 Rapport annuel d'exploitation

Pour une bonne exploitation et un suivi rigoureux des performances de la station et dans le but de programmer les opérations nécessaires à temps, l'exploitant doit établir un rapport d'exploitation où seront consignées les observations, les mesures et le bilan des activités réalisées au niveau de la station d'épuration. Ce rapport doit comprendre :

les travaux d'entretien réalisés

les analyses de laboratoire (résultats d'analyses et dépouillement de ces résultats)

les frais d'exploitation (frais du personnel, frais d'entretien, frais de laboratoire, frais divers de gestion et autres frais)

3. PROBLEMES ET SOLUTIONS POSSIBLES POUR REMEDIER AUX PHENOMENES DE DYSFONCTIONNEMENT

Phenomene observe	Facteur responsable ou aggravant	Remede possible
-Apparition d'une croûte en surface d'un bassin facultatif ou de maturation	Couche pouvant se créer par l'accumulation de flottant de l'apparition soudaine (bloom) de végétaux flottants ou ancrés sur le fond du bassin, d'algues filamenteuse de graisses en provenance du bassin amont Manque d'entretien des ouvrages amonts Remontée de boues en surface suite à une augmentation de la fermentation et la production de gaz	<ul style="list-style-type: none"> - Enlever immédiatement tous les flottants. - Renforcer les opérations d'entretien de tous les ouvrages - Procéder à son enlèvement soit manuellement ou provoquer l'immersion et la sédimentation de la croûte par aspersion sous pression avec de l'eau ou manuellement.
- Présence de terriers de rongeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de visites régulières des bassins - Zone propice au développement de ces animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Effectuer des inspections régulières de tous les ouvrages de la station - Pose de piège - Si l'installation le permet : relever temporairement le niveau dans les bassins de manière à provoquer la remontée des terriers en surface ou noyer les portées - Si nombre important procéder à la dératisation avec l'assistance des bureaux d'hygiène locaux.
- Courts circuits	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de plantes aquatiques gênant la bonne répartition de l'effluent et son écoulement dans le bassin - Présence des boues réduisant le temps de séjour de l'effluent dans le bassin et favorisant des écoulements préférentiels 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlever la végétation - Prévoir curage du bassin si nécessaire

Phénomène observé	Facteur responsable ou aggravant	Remède possible
- Changement de couleur des bassins = dysfonctionnement = changement au niveau de la population algale (mortalité, apparition d'algues oxydo-réductrices) :	<ul style="list-style-type: none"> - Surcharge du bassin ou lagune n'ayant pas été curée - Baisse de l'activité photosynthétique 	- Vérifier la quantité de boues accumulées puis curer si nécessaire
- Couleur rouge	- Développement d'algues oxydo-réductrices (conditions d'anaérobioses)	
- Couleur vire du vert au brun avec dégagement d'odeurs.	<ul style="list-style-type: none"> - Baisse de l'activité photosynthétique - conditions climatiques ou de température favorisant la croissance des algues (phénomène saisonnier) 	- Vérifier la nature des rejets industriels si les causes ne sont pas naturelles (T°, débris en surface ...). Si causes naturelles :
- Couleur grise	Présence d'algues mortes	<ul style="list-style-type: none"> - enlever les flottants - Agiter la surface du bassin - Vérifier le niveau des boues
(Couleur laiteuse (blanc, brun, rose) Avec parfois des traînées	Passage en conditions d'anaérobioses du (bassin) Surcharge - Conditions climatiques particulières (T°C, vent nul;): phénomène saisonnier Eaux usées septiques - Présence d'effluents industriels fortement fermentescibles	By pass total ou partiel de la lagune jusqu'à stabilisation

Phénomène observé	Facteur responsable ou aggravant	Remède possible
- Problème d'odeurs occasionnel :	<ul style="list-style-type: none"> - Charge entrante très importante - Conditions climatologiques particulières : (phénomène passager en été) - Ensoleillement faible et température basse (hivers) - Diminution de l'action du vent sur la masse d'eau - Diminution des échanges d'O₂ avec l'air - Non homogénéisation et apparition de conditions anoxiques en profondeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Déconnecter la lagune jusqu'à stabilisation - Recirculation des eaux de la lagune facultative secondaire vers la lagune primaire anaérobie. - Déviation temporaire d'une partie de la charge vers un autre bassin ou vers le milieu récepteur en dernier recours.
	<ul style="list-style-type: none"> - Inhibition de l'activité bactérienne et algale due à la présence de substances toxiques dans l'effluent : raccordement industriels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les sources de pollution afin de réduire la quantité de toxiques relargués dans le réseau.
- Odeurs localisées perceptibles en été	<p>Mauvais entretien du dégraisseur ou de piège à flottants (s'ils existent)</p> <p>Forte accumulation de boues en tête de bassin</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Extraire plus fréquemment les graisses - Programmer l'opération de curage
- Odeur quasi Permanente	<p>Surcharges permanentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de capacité - Traitement des sulfures en tête de refoulement (si possible par oxygénation, proscrire les sels de fer)
- Problème d'alimentation en eaux usées	<p>Débit d'entrée trop faible ou dépassant la normale par rapport au nombre de raccordés</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'effectuer des vérifications sur le réseau : Branchements sur le réseau d'eaux pluviales, pannes des pompes de relèvement, fuite sur le réseau.....
- Développement des moustiques et autres insectes dans une lagune anaérobie (constituent un support pour le développement des larves d'insectes (immersion, ensoleillement et oxygénation)	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de végétation sur les berges en contact avec l'eau de la lagune - présence d'une croûte immergée sous la surface - Développement des végétaux dans les bassins : un niveau trop bas ou à des dépôts de boues importants 	<ul style="list-style-type: none"> - Procéder à - l'enlèvement, arrachage de la végétation et des plantes aquatiques dès leur apparition - au ratisage de la croûte de manière à faire chuter les larves dans le fond du bassin - au curage du bassin

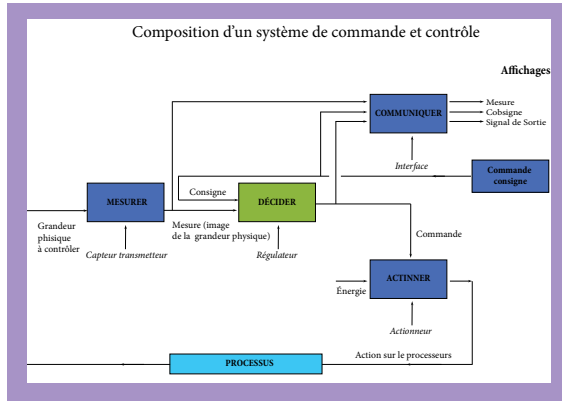


Instrumentation **DES STEP**



COMPOSITION D'UN SYSTÈME DE COMMANDE ET DE CONTRÔLE

RÔLE DES GRANDEURS PHYSIQUES MESURÉES



Grandes mesures mesurées

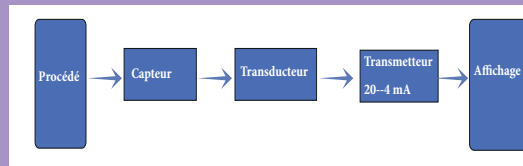
Par des capteurs passifs :

Résistivité ;
Électrostatique
Magnétique
Voltaïque
Ampérométrique

Par des capteurs actifs :

la thermoélectricité
la pyroélectricité
la photoémission
l'effet photovoltaïque
l'effet photo-électromagnétique
l'effet piézo-électrique,
l'effet d'induction électromagnétique et l'effet Hall

COMPOSITION D'UNE CHAÎNE DE MESURE



- Procédé et variable mesurée : Environnement dans lequel évolue la variable mesurée, occasionnellement appelée la mesurande : température, pH, potentiel Redox, Turbidité, MES...)
- Capteur : Élément primaire de mesure qui subit une modification de ses caractéristiques intrinsèques, variation du courant, de la tension, d'une résistance ou d'une capacité.
- **Transducteur** : Un ensemble de circuits qui délivre un signal électrique proportionnel à la variation du capteur soumis à une contrainte physique.
- **Transmetteur 4-20mA** : Il délivre un signal de sortie 4-20 mA qui est le standard le plus utilisé en industrie

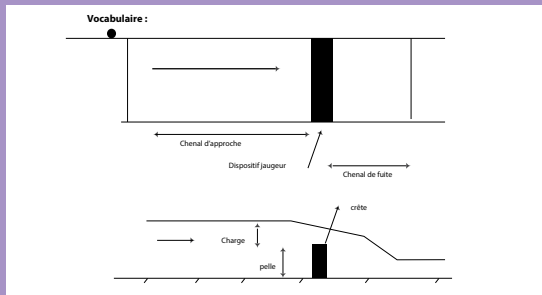
LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CAPTEURS

- les limites d'utilisation ;
- l'étendue de mesure;
- la sensibilité ;
- la résolution ;
- la linéarité ;
- la précision ;
- la répétabilité ;
- l'hystérésis ;
- la finesse ;
- le temps de réponse.
-

PRINCIPES DE MESURE DES PARAMÈTRES USUELS

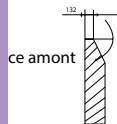
Mesure de débit à canal ouvert

PVocabulaire :



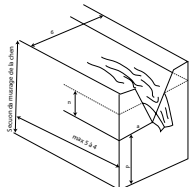
DÉVERSOIR TRIANGULAIRE À PAROI MINCE

Sonde US



ce amont

Détail de la Crête

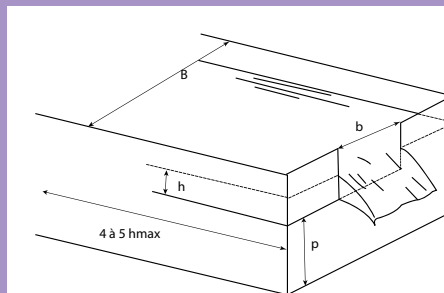


Limite de validité de la formule de Kindsvater shen

$h/p < 0,35$
 $h > 6 \text{ cm}$
 $0,1 < p/B < 1,5$
 $P > 10 \text{ cm}$
 $10 > > 200^\circ$

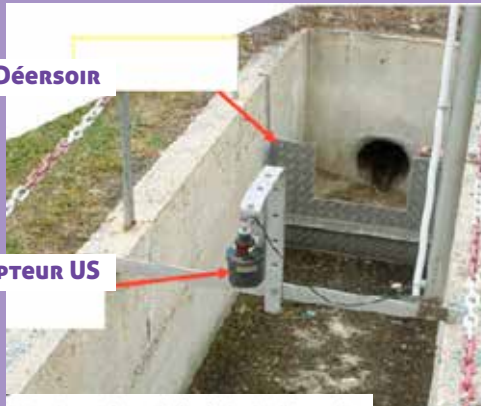
$$Q = C_e \cdot \frac{8}{15} \cdot \text{tg}(\alpha/2) \cdot \sqrt{2g} \cdot h_e^{5/2}$$

DÉVERSOIR RECTANGULAIRE À MINCE PAROI



$$Q = C_e \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot h_e^3$$

Déersoir

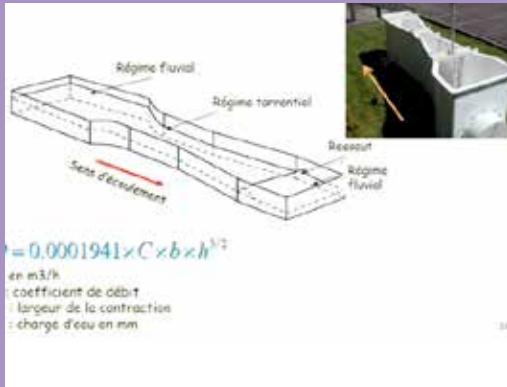


Capteur US

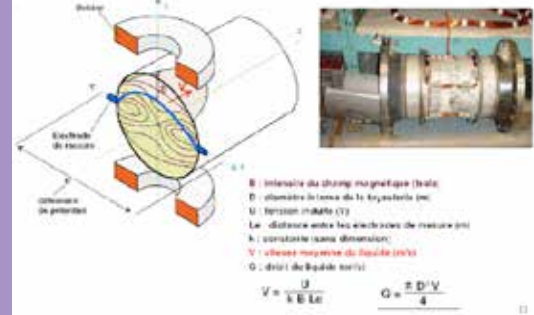
Limites de validité de la formule de Kindsvater-Carter :

$h/p < 2,5$
 $h > 3 \text{ cm}$
 $b > 15 \text{ cm}$
 $p > 10 \text{ cm}$
 $(B-b)/2 > 10 \text{ cm}$

Canal VENTURI : PARSHALL

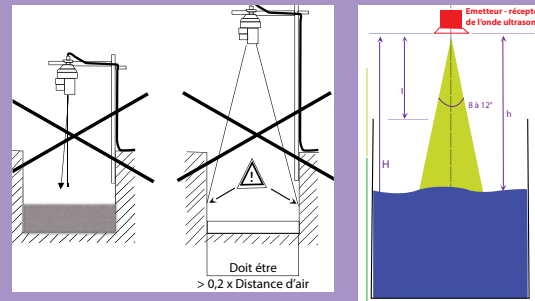
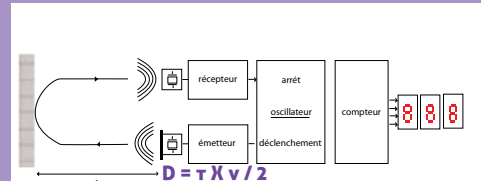
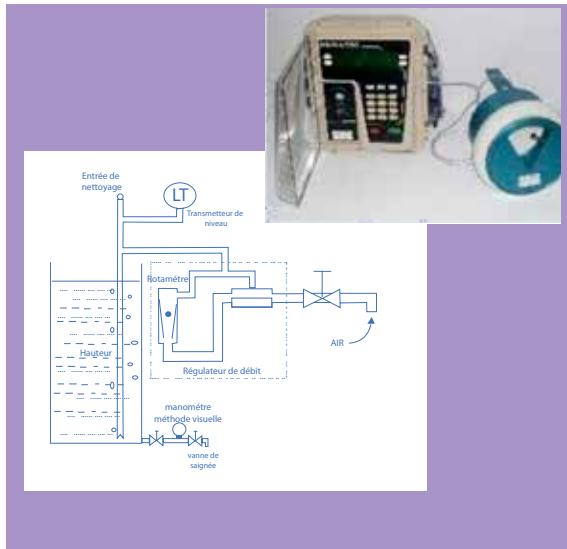


ÉBITMÈTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE



DE NIVEAU BULLE À BULLE

Canal à NIVEAU à ULTRASON



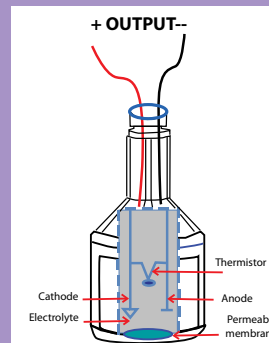
Mesure de Paramètres de Qualité

Mesures de l'Oxygène Dissous

Par électrochimie :

L'oxygène de la solution à tester traverse la membrane pour atteindre la cellule, puis à travers la mince couche d'électrolyte pour se diriger vers la cathode. L'oxygène est réduit sur la cathode $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

La cathode négative engendre la réduction de l'oxygène parvenant jusqu'à sa surface. L'anode plombée oxyde et la réaction globale $2Pb + 4OH^- \rightarrow Pb(OH)_2 + 4e^-$ engendre la formation d'hydroxyde de plomb



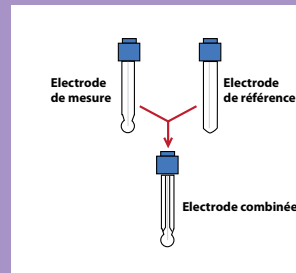
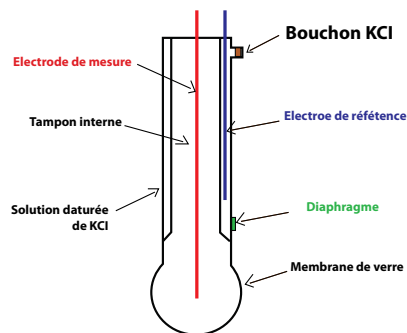
Méthode Optique

Le capteur est revêtu d'un matériau luminescent. Un témoin lumineux DEL envoie de la lumière bleue sur la surface luminescente du capteur qui réagit immédiatement et qui, pendant le passage en état de repos, renvoie de la lumière rouge, saisie par une photodiode, ce passage à l'état de repos est également mesuré.

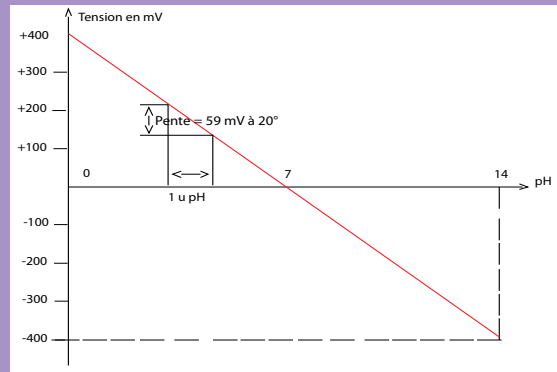
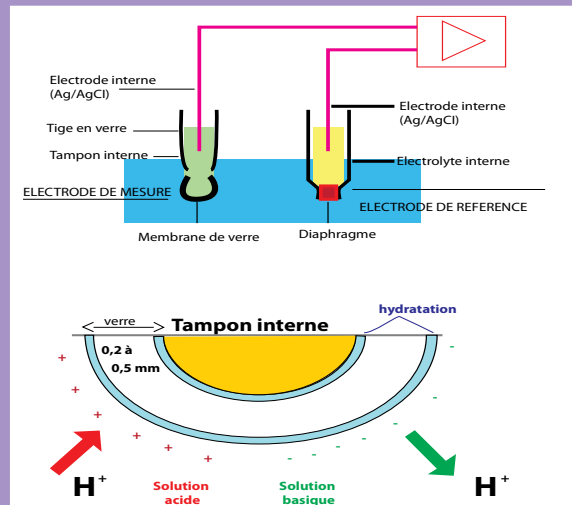
Plus la concentration en oxygène est élevée, moins le capteur renvoie de lumière rouge et moins la surface luminescente a besoin de temps pour passer à l'état de repos. La concentration en oxygène est proportionnelle au temps dont la surface luminescente a besoin pour le passage à l'état de repos.



Mesure de pH



Mesures de l'oxygène dissous

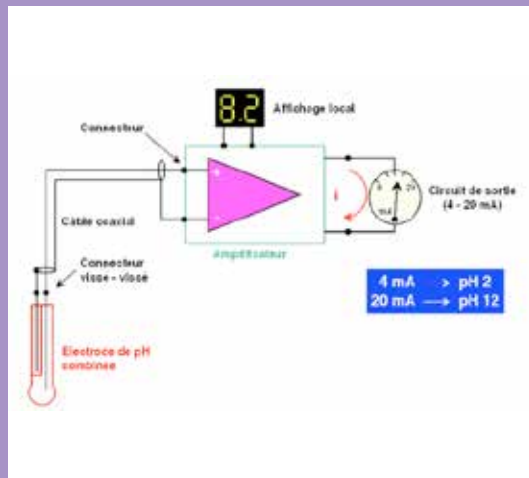


$$pH = Um + a \times b (pHe - pHi)$$

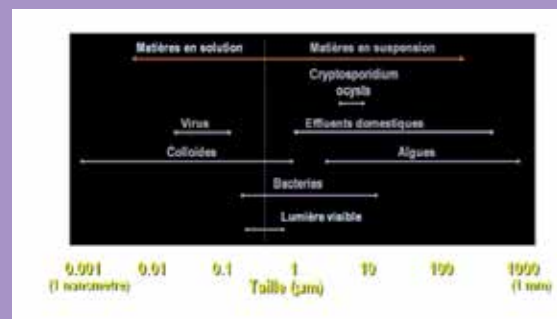
pHe : pH de la solutions à mesurer
pHi : pH de l'électrode de référence

ure de pH

La TURBIDITÉ



- La turbidité de l'eau vient de la présence de diverses matières en suspension, elle représente la teneur d'une eau en matières qui la trouble d'un point de vue aspect visuelle.



Mesure de la TURBIDITÉ

La turbidité est mesurée par différentes méthodes de photométrie des milieux troubles comme la néphélométrie, l'opacimétrie et la turbidimétrie. Elle est exprimée en NTU (Unité de Turbidité Néphélométrique). L'étalonnage se fait à l'aide de témoins solides ou des solutions étalon à base de formazine si contre sur une évolution de 10 à 4000 NTU.



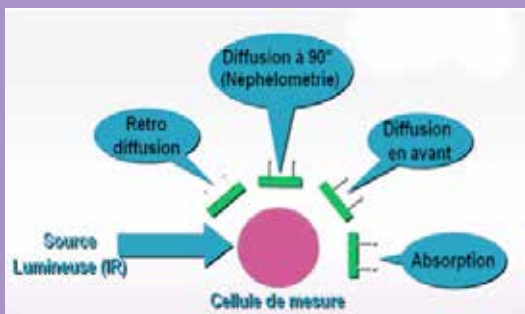
TURBIDITÉ : TECHNIQUE DE MESURE OPTIQUE

Mesure de l'absorption :

- Mesure de l'absorption ou de l'atténuation d'une lumière émise à travers une solution

Par néphélométrie :

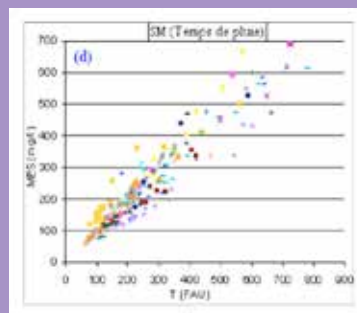
- Mesure de la quantité de lumière dévié d'un angle de 90° par rapport à la lumière émise



Matière en suspension

en elle-même intéressante sans l'associer via une certaine corrélation à la mesure de matière en suspension.

- Néanmoins cela reste une solution approximative dépendante des caractéristiques de l'eau à mesure ainsi que les différentes saisons.



A stylized graphic in shades of pink and magenta featuring a sun with rays and several leaves of varying shapes and sizes, some with vein patterns. The background is a solid magenta color.

**Maintenance et
EXPLOITATION
Des équipements
électromécaniques
au niveau d'une STEP**



Contenu

Rappel sur la fonction de maintenance
 Rappel sur la sécurité électrique
 Maintenance des transformateurs
 Maintenance des moteurs électriques
 Maintenance des armoires électriques
 Exploitation des équipements électromécaniques
 1- Comptage de l'énergie électrique
 2- Compréhension de la base d'établissement d'une facture d'énergie
 3- Les actions d'optimisation de la consommation de l'énergie
 Opérations de maintenance préventive sur un GEP

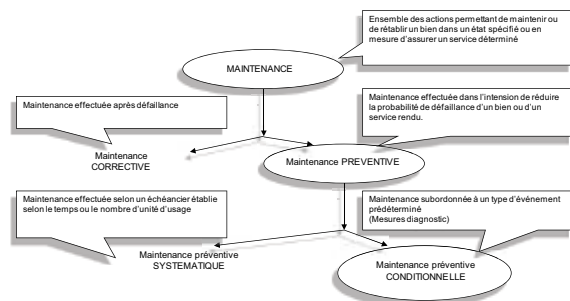
Rappel sur la fonction de maintenance

Définitions:

D'après Larousse : « ensemble de tout ce qui peut maintenir ou rétablir un système en état de fonctionnement »

D'après l'AFNOR (NF X60-010) : « ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état de bon fonctionnement spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé »

Les différentes formes de maintenance:



Les types de maintenance selon la norme AFNOR X60 010 et 60011

Maintenance préventive A FNOR X 6 0-010

« maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle) »

Maintenance systématique A F NOR X 60-010

« ... activité déclenchée suivant un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage », « ... les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation, et ce de façon périodique »

Maintenance conditionnelle AF NOR X 60-010

« les activités de maintenance conditionnelle sont déclenchées... suivant des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service. Les remplacements ou les mises en état des pièces, les remplacements ou les appoints des fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation. Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les mises en état nécessaires. »

Maintenance corrective AFNOR X 60-010 :

« Opération de maintenance effectuée après une défaillance » elle est synonyme de maintenance subie, maintenance fortuite.

La maintenance corrective débouche sur deux types d'intervention :

Les dépannages c'est-à-dire une remise en état de fonctionnement effectué in situ, parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné, ont un caractère provisoire c'est **la maintenance palliative**.

Les réparations faites in situ ou en atelier central, parfois après dépannage, ont un caractère définitif c'est **la maintenance curative**.

La maintenance de ronde : non prise en compte par l'AFNOR, la maintenance de ronde se caractérise par

une surveillance régulière du matériel, sous forme de « rondes » à fréquence courte, entraînant des petits travaux quand nécessaire.

Les cinq niveaux de maintenance:

1er niveau : Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organe accessible sans aucun démontage d'équipement, ou échange d'éléments accessible en toute sécurité.

2e niveau : Dépannages par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opération mineurs de maintenance préventive (rondes).

3e niveau : Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineurs.

4e niveau : Travaux importants de maintenance corrective ou préventive

5e niveau : Travaux de rénovation, de restructuration, ou de réparations importantes confiées à un atelier central.

Commentaire

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens
1 ^{er}	Exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisations
2 ^e	Technicien, sur place	Idem, plus pièces de rechange trouvés à proximité sans délais
3 ^e	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance	Outillage prévu plus appareillage de mesure. Bans d'essais. De contrôle
4 ^e	Equipe encadrée par un technicien spécialisé en atelier central	Outillage général plus spécialisé matériel d'essais, de contrôle
5 ^e	Equipe complète. Polyvalente. En atelier central	Moyen proche de la fabrication par le constructeur

Rappel sur la sécurité électrique

Sécurité électrique :

L'électricité présente des dangers. Pour cela, il y a lieu de prendre certaines précautions, et d'éviter toutes les négligences dans son emploi. Elle peut provoquer deux sortes d'accidents sérieux : l'incendie, l'électrocution.

Incendie :

L'incendie peut être causé par un court-circuit ou par l'échauffement des fils de l'installation (surcharges).

Le court-circuit par l'effet de l'arc électrique chaud et puissant, peut provoquer un incendie.

Si l'entourage présente des produits inflammables, les facteurs suivants favorisent un incendie :

- contact accidentel entre les parties métalliques de 2 conducteurs d'une installation défectueuse.
- Contact fortuit entre 2 fils à l'intérieur d'une goulotte de câblage, ou d'appareils.
- Contact entre conducteurs au moment du bricolage.
- Surcharge d'une ligne, provoque un échauffement, et cause sa rupture en un point faible avec, éventuellement, formation d'un arc.
- Mauvais contact dans des pièces d'appareils, d'où carbonisation des isolants.
- Coupe-circuit mal conçu : fusible insuffisamment protégé.
- Fusible mal calibré ou remplacé par des pièces de matières quelconque (fil de fer, fil de cuivre...)

ATTENTION :

Lorsqu'on décèle un arc électrique dans une installation de courant électrique, la 1^{ère} mesure de sécurité est d'interrompre immédiatement le courant. Il est dangereux d'éteindre un commencement d'incendie dû à un échauffement électrique en projetant de l'eau sur les pièces, on risque une électrocution.

ELECTROCUTION

Les accidents corporels dues à l'électricité peuvent avoir pour conséquences des brûlures, des secousses plus ou moins pénibles suivies ou non de lésions internes ou la mort.

D'ailleurs les conséquences de ce genre d'accident sont essentiellement différentes suivant les sujets.

Certains individus sont foudroyés dans des conditions ou d'autres n'éprouveraient que des secousses ou des brûlures légères.

Plusieurs facteurs favorisent ce genre d'accidents inattendus, à savoir :

- La résistance du corps humain.
- Présence d'eau, d'humidité
- Matériel défectueux.

Plusieurs théories ont déterminées les actions possibles d'une décharge électrique sur un corps humain :

1°/- les courants d'une intensité inférieure à un milliampère environ sont inoffensifs.

2°/- de 1mA à 50mA, c'est l'asphyxie lente de la victime (la personne ne peut pas se détacher du conducteur avec lequel elle est en prise, parce que ces muscles sont contractés). Le passage du courant active la stimulation sanguine, alors que la téτανisation des muscles s'oppose à ces mouvements. Mais si la victime est soumise à temps, elle peut être ramenée à la vie, c'est ce qu'on appelle « L'ETAT DE MORT APPARENTE ».

3°/- Au-delà de 50 mA approximative, c'est l'arrêt immédiat du cœur de l'individu en quelques seconde sous la décharge électrique.

4°/- Pour des intensités relativement élevées, c'est l'électrocution qui se traduit par l'électrisation du corps en entier.

CONSIGNE DE SÉCURITÉ

- Disposer d'un appareillage de qualité et fréquemment vérifié et entretenu.
- Eviter le bricolage.
- Ne pas surcharger un câble plus que sa capacité ne le permet.
- Renforcer les lignes
- Prévoir l'entretien des pièces et des révisions périodiques
- Prévoir les pièces de bonne qualité
- Installer des fusibles conformes aux normes
- Employer des appareils de qualité
- Surveiller les appareils en marche
- Mettre l'isolement maximum des installations avec la terre
- Eliminer les fils et conducteurs nus des appareils sous tension.
- Avant toute manœuvre dans une installation électrique il faut procéder de la sorte en utilisant le matériel de protection et de sécurité (gants, chaussures, tabouret, casque...)

MAINTENANCE DES TRANSFORMATEURS

Entretien et maintenance

L'entretien régulier des transformateurs, de leurs postes et de leurs accessoires doit être assuré par un personnel qualifié. L'exploitant doit avoir recours à des hommes qui ont acquis les aptitudes nécessaires et faire mettre en œuvre les instructions, informations et formations continues requises.



L'entretien doit s'effectuer dans le strict respect des règles de la sécurité du travail; les aménagements, équipements et moyens de sécurité doivent être prévus en conséquence.

Les équipements spéciaux à mettre à la disposition des équipes d'entretien et d'intervention sont ceux prévus par les prescriptions précitées et par les règles de l'art, Sont notamment:

- les isolations électriques et les aménagements intérieurs,
- les équipements auxiliaires, les dispositifs de protection et les moyens de protection individuelle,
- un plan de l'installation électrique,
- un équipement de premiers secours y compris les instructions d'urgence,
- un ou plusieurs extincteurs portatifs d'incendie adéquats et appropriés,
- un dispositif portatif d'éclairage de secours.

Des précautions appropriées matérielles et d'organisation doivent être prises pour empêcher une mise sous tension accidentelle à l'occasion des travaux d'entretien et de maintenance.

Il faut qu'à proximité du poste de transformation les travaux courants de nettoyage, d'entretien et de maintenance puissent être effectués sans risque.

Accès et signalisation

L'accès au poste doit être rendu inaccessible au public; des écriteaux d'interdiction, de signalisation et de mise en garde requis doivent être mis en place visiblement.

Les écriteaux de mise en garde contre le courant électrique sont notamment:

- à exécuter au moins en deux langues, respectivement française et arabe,
- à apposer à l'extérieur de la porte d'accès,
- à apposer en plus à l'intérieur du poste sur les portes d'accès à chaque cellule de haute tension.

La porte d'accès doit pouvoir être ouverte de l'intérieur sans clef et sans effort particulier, moyennant un dispositif de déverrouillage fonctionnant même en cas de fermeture de l'extérieur.

Les postes extérieurs ouverts doivent être protégés suivant les normes et prescriptions spécifiées de sécurité

au moyen de clôtures ou d'autres dispositifs sûrs garantissant une tenue à distance suffisante d'éléments sous tension.

Les transformateurs installés en hauteur sur des poteaux notamment, doivent être protégés de façon à ce que l'escalade et le contact avec des pièces sous tension soient prévenus.

A l'intérieur des postes fermés, les transformateurs et les autres cellules à haute tension doivent être séparés du couloir par d'autres portes métalliques, mises à la terre et empêchant le contact avec un élément sous tension. Ces portes doivent être rendues inaccessibles à des tiers.

Toutes les portes doivent s'ouvrir en direction vers l'extérieur et ne pas entraver les issues.

Prévention des incendies

Les postes intérieurs doivent être isolés coupe-feu, soit individuellement soit dans l'ensemble d'un compartiment technique, par rapport aux autres parties des bâtiments où ils sont installés, à savoir:

- 30 min au moins en ce qui concerne les transformateurs secs,
- 60 min au moins en ce qui concerne les transformateurs à diélectrique inflammable.

Cette isolation coupe-feu doit être préservée dans le temps et dans l'espace aux niveaux notamment:

- de la porte d'entrée, qui doit être une porte coupe-feu de la même résistance au feu que les postes,
- des passages de câbles, qui doivent être rebouchés coupe-feu suivant les règles de l'art,
- des gaines et ouvertures d'aération qui doivent être munies de trappes coupe-feu automatiques conformes là où elles percent des murs coupe-feu intérieurs,
- des voies de propagation de flammes et de gaz de combustion par les façades.

Il faut dans la mesure du possible rendre les postes de transformateurs intérieurs accessibles seulement depuis l'extérieur.

La porte d'entrée ne doit résister au feu dans ces cas que dans la mesure du besoin de prévenir une propagation d'un incendie éventuel par la façade.

Les présentes prescriptions ne doivent pas préjudicier des mesures et moyens supplémentaires imposés le cas échéant par les prescriptions de sécurité générales globalement applicables aux bâtiments renfermant un ou plusieurs transformateurs. Ces mesures et moyens supplémentaires peuvent avoir rapport notamment:

- à une installation de détection-incendie,
- à un éclairage de sécurité,
- à des dispositifs d'extinction automatique,
- au désenfumage,
- à une alimentation de sécurité,
- à une issue de secours supplémentaire distincte, en particulier dans des postes importants à puissance nominale élevée,
- à la signalisation et à des consignes de sécurité,
- à des conditions de sécurité renforcées en ce qui concerne en particulier des bâtiments moyens ou élevés ainsi que d'autres établissements à grande affluence ou à risques accrus.

Les locaux, cabines et postes de transformateurs du type intérieur doivent être aménagés, équipés et entretenus de façon que tout risque d'incendie et d'explosion soit prévenu. Il faut en l'occurrence dans cet ordre d'idées notamment:

- que, en dehors des matériaux destinés aux isolations électriques, tous les matériaux et aménagements intérieurs soient incombustibles,
- qu'aucun corps, matériau, équipement, produit, substance ou dépôt étranger n'y soit déposé ou stocké même passagèrement ou temporairement,
- qu'aucun conduit, canalisation, conduite et autre réseau d'alimentation, de distribution ou d'aération étrangère ne passe à travers ces locaux, à moins qu'il ne soit parfaitement étanche et en plus isolé coupe-feu 60 min au moins,
- que ces locaux soient tenus dans un état de parfait ordre et de parfaite propreté.

La propagation d'un incendie par conduction, convection ou rayonnement, provenant d'un transformateur installé à l'extérieur de tout bâtiment,

soit à l'air libre, soit dans une cabine fermée, doit être prévenue par son implantation à une certaine distance par rapport à des bâtiments, installations et équipements voisins. Les distances à respecter de cas en cas sont celles prescrites par les normes et prescriptions précitées de même que par les règles de l'art.

Toutes les mesures prévues par le présent règlement et en particulier celles du présent article s'entendent à titre réciproque respectivement dans l'intérêt des transformateurs et de leurs postes et vice versa dans celui des bâtiments, locaux, installations et équipements voisins.

Aération

L'aération des postes de transformateurs du type intérieur doit être conçue de façon que l'air d'évacuation ne puisse retourner dans une autre partie du bâtiment en question.

Il faut aussi que, en cas d'incendie ou d'un autre incident analogue, des gaz et produits de combustion ou autrement viciés ne puissent polluer d'autres parties du bâtiment et vice versa. Des trappes d'isolation et coupe-feu à fonctionnement sûr et fiable sont à installer et à entretenir, le cas échéant, suivant les besoins.

Dans les canalisations et ouvertures d'aération, il faut en plus prévoir selon les besoins en présence des aménagements et dispositifs empêchant l'entrée de poussières, de pluies ou d'autres souillures.

En cas de ventilation mécanique forcée, des mesures techniques, de surveillance, d'organisation et de secours doivent être prises en vue d'exclure un surchauffement et un incendie subséquent en cas de panne.

Cuve de rétention

Au-dessous de chaque transformateur intérieur à diélectrique liquide doit être installée une cuve de rétention étanche capable de récupérer et de retenir en cas de fuite la totalité du diélectrique.

Protection contre les surtensions et prévention d'autres risques naturels

Les transformateurs doivent être protégés contre les

surtensions, contre les décharges atmosphériques et contre d'autres risques extérieurs éventuels par des moyens appropriés et suffisants suivant les normes, directives et règles de l'art applicables. Parmi ces autres risques figurent notamment le gel, l'humidité, les inondations, les bestioles de même que les poussières et les autres pollutions atmosphériques.

Autres mesures de prévention

Les autres mesures de prévention sont à mettre en œuvre suivant les prescriptions de sécurité générales applicables globalement aux bâtiments renfermant des transformateurs. Ces mesures peuvent concerner notamment:

- l'implantation, l'agencement intérieur et l'aménagement général des bâtiments,
- la prévention générale d'accidents et la prévention d'accidents d'origine électrique,
- la prévention du bruit et d'autres nuisances,
- l'isolement par rapport à des locaux, zones et bâtiments contigus,
- la prévention d'actes de malveillance et le contrôle des accès,
- les accès faciles depuis la voie publique.

Postes préfabriqués compacts

Un poste préfabriqué compact peut être mis en place conformément à sa destination à condition notamment:

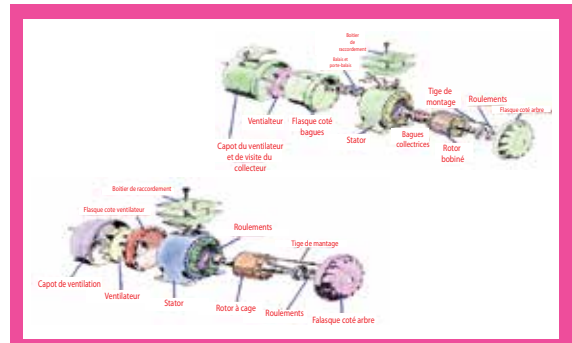
- de répondre aux normes et prescriptions spécifiées,
- de satisfaire par rapport au public et au personnel aux objectifs de sécurité et de salubrité tels qu'ils sont spécifiés par le règlement,
- de disposer d'un certificat de conformité aux normes et prescriptions en vigueur dans son pays d'origine, ou, à défaut et en cas de doute, d'être réceptionné au préalable par un organisme agréé.

Maintenance des moteurs électriques:

1-Introduction :

Les moteurs sollicitent un entretien fréquent. Les paliers à coussinets doivent être vérifiés périodiquement et le niveau d'huile maintenu. Certains roulements à billes doivent être graissés après un certain nombre d'heures de fonctionnement.

Quand il s'agit d'un entraînement par courroie, la tension de la courroie doit également faire l'objet de vérification périodique. Si le moteur comporte des balais, il faudra vérifier les charbons ainsi que la pression de ceux-ci sur les bagues ou le collecteur.



2- Les pannes :

2.1- Repérage des pannes :

Les pannes peuvent provenir de la partie électrique et/ou de la partie mécanique.

2.1.1- Partie mécanique :

Les pannes mécaniques sont rares, car cette partie dans les moteurs électriques est très simple. Les plus courantes sont :

Usure des coussinets qui entraînent la suppression de l'entrefer au niveau du palier et le blocage de la partie mobile ;

Usure ou accident de roulements à billes, ce qui

provoque des frottements mécaniques et entraînent aussi le blocage de la partie mobile ;

Flasque cassé à la suite d'un choc.

Dans tous les cas il est nécessaire de procéder à un démontage méthodique de la machine car la réparation consiste, presque toujours, à remplacer la partie défectueuse.

2.1.2- Partie électrique :

Généralement, les pannes électriques proviennent :

d'une coupure dans le bobinage ;

d'une coupure dans les connexions entre les sections ou dans les liaisons avec la plaque à bornes ;

d'une section en court-circuit ;

d'un défaut d'isolement.

3-Entretien périodique:

L'entretien périodique consiste, par des méthodes visuelles et travaux légers, à éviter ou déceler des pannes possibles dues à des échauffements, des bruits et des conditions locales anormales :

3-1 Vérification des conditions ambiantes:

Nettoyage extérieure, le moteur doit être exempt de poussière et de moisissures :

Soufflage des parties extérieures à l'air comprimé, moteur à l'arrêt.

Garder l'espace environnant libre de tout article encombrant afin que l'air de refroidissement puisse circuler librement

3-2 Noter les conditions anormales :

Bruit inhabituel

Le moteur ou les paliers dégagent une odeur anormale

Les balais provoquent des arcs anormaux

Vibration excessive du moteur

Les pertes de graisse sous les coussinets.

4- Maintenance préventive :

Même si l'entretien périodique est considéré comme une maintenance préventive, nous définissons

« Maintenance préventive » comme le remplacement des pièces avant même que ces pièces soit défectueuses.

Un programme d'entretien préventif s'établit à partir de

la durée de vie de chaque pièce, en conformité avec les notices des constructeurs, ainsi que le nombre d'heure de marche du moteur.

Démontage du moteur :

Arrêter le moteur en appuyant sur le bouton « arrêt ».

Après l'ouverture du sectionneur, enlever les fusibles.

Débrancher le moteur de la boîte à bornes. Marquer les repères et désaccoupler le moteur.

N.B : Marquer tous les conducteurs de phases et les bornes afin de respecter le sens de rotation.

La manutention d'un moteur doit s'effectuer dans des conditions de sécurité absolue tant pour les personnes que pour le moteur, toujours avoir recours aux méthodes appropriées.

Remontage d'un moteur:

Vérifier le niveau d'huile et le graissage.

Le graissage des pompes à axe verticale se résume au graissage des paliers du moteur, et le palier qui supporte la ligne d'arbre.

ATTENTION: Trop d'huile comme pas assez, peut être dommageable pour les paliers

Liste des vérifications :

Vérifier les consignes de démarrage

Vérifier l'accouplement moteur pompe

Vérifier les fixations du moteur

Vérifier les raccordements

Vérifier le serrage des boulons

Vérifier le sens de rotation

Vérifier la lubrification paliers pompes

Vérifier le câble électrique

Vérifier le remplissage d'eau du groupe motopompe

Vérifier l'isolement du moteur.

Vérifier le scellement et tous les boulons de fixation

Raccorder tous les conducteurs à la plaque à bornes en respectant le repérage effectué lors du démontage.

Si le sens de rotation n'est pas adéquat, inverser deux conducteurs de phase.

S'assurer que l'accouplement est bien monté et qu'il

tourne sans balourd.

Un accouplement doit être vérifié avec une règle suivant les deux directions (hauteur et profondeur) pour s'assurer que les deux parties sont bien l'une en face de l'autre, le jeu de calibration doit être conforme aux spécifications.

Mise en marche d'un moteur:

Remettre les fusibles, et fermer le sectionneur.

S'assurer du bon état du circuit d'eau, suivre les consignes établies.

Mettre en marche en appuyant sur le bouton poussoir « marche ».

N.B: Après le démarrage il faut vérifier :

Le courant

La tension

La pression de refoulement

Le serrage des joints (manque de fuite)

Dans certaines conditions de pompage, quelque fois la pompe et/ ou le moteur vibrent et font un bruit de broyeur:

C'est la cavitation, dans ce cas il faut immédiatement arrêter la pompe et le moteur, puis diagnostiquer la cause.

C'est un défaut moteur, s'il n'y a pas diagnostique de cavitation, vérifier les étapes de remontage, d'accouplement et des roulements.

MAINTENANCE DES MOTEURS ÉLECTRIQUES:

Raccorder tous les conducteurs à la plaque à bornes en respectant le repérage effectué lors du démontage.

Si le sens de rotation n'est pas adéquat, inverser deux conducteurs de phase.

S'assurer que l'accouplement est bien monté et qu'il tourne sans balourd.

Un accouplement doit être vérifié avec une règle suivant les deux directions (hauteur et profondeur) pour s'assurer que les deux parties sont bien l'une en face de l'autre, le jeu de calibration doit être conforme aux spécifications.

Mise en marche d'un moteur:

Remettre les fusibles, et fermer le sectionneur.

S'assurer du bon état du circuit d'eau, suivre les consignes établies.

Mettre en marche en appuyant sur le bouton poussoir « marche ».

N.B: Après le démarrage il faut vérifier :

Le courant

La tension

La pression de refoulement

Le serrage des joints (manque de fuite)

Dans certaines conditions de pompage, quelque fois la pompe et/ ou le moteur vibrent et font un bruit de broyeur:

C'est la cavitation, dans ce cas il faut immédiatement arrêter la pompe et le moteur, puis diagnostiquer la cause.

C'est un défaut moteur, s'il n'y a pas diagnostique de cavitation, vérifier les étapes de remontage, d'accouplement et des roulements.



Tableau TGBT comprend :
sur la face avant :

ampèremètres de mesure de courant

voltmètre de mesure de voltage tension simple et tension composée à l'aide d'un commutateur.

voyants de présence de tension.

analyseur de courant et tension sur chaque arrivée en aval des disjoncteurs sus cité

compteur d'énergie de gestion

vigil ohm d'isolement sur les jeux de barres.

Des voyants de défauts, thermostat, manque tension, défaut d'isolement

klaxon avertisseur.

Bouton acquittement de défaut.



à l'intérieur :
arrivées générales avec disjoncteurs de protections sorties transformateur en basse tension et protège l'ensemble des circuits en aval de celui-ci.
les différents disjoncteurs de départs.
des relais auxiliaires.
des jeux de barres.
des borniers de raccordements

Changement d'un fusible:

Arrêter tous les équipements de cette armoire
Ouvrir le circuit avant de remplacer un fusible surtout si le sol est humide.
Vérifier la continuité électrique avec OHMMETRE.

N.B.: Remplacer un fusible par un fusible de même calibre.

Ne jamais remplacer un fusible par une pièce métallique ou un conducteur.

Important:

Ne jamais effectuer la fermeture du sectionneur après le remplacement d'un fusible sans avoir remédié au défaut qui a causé sa fusion.

Les contacteurs et relais auxiliaires:

Les contacteurs et relais auxiliaires ne nécessitent aucun entretien. Généralement les bruits ou manques à la fermeture sont causés par des corps étrangers ou à une tension d'alimentation qui est faible.

Les armoires électriques:

graisser périodiquement les charnières et le dispositif de fermeture

vérifier l'efficacité des dispositifs d'étanchéité.
A l'arrêt de l'équipement vérifier le serrage des bornes.
Ne jamais laisser une armoire ouverte sans nécessité même pour une courte durée.
S'assurer du bon fonctionnement du système de ventilation de l'armoire

N.B : conserver dans la pochette de l'armoire une copie des schémas (mis à jour) de l'installation.

Maintenance curative DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

Introduction :

Les vibrations, l'humidité, la poussière et les détériorations de toutes sortes, sont les causes des défaillances des équipements électriques. Le dépannage a pour but essentiel de les remettre en état de bon fonctionnement, soit d'une façon provisoire ou définitive.

I - Préparation d'une intervention:

1/ La sécurité :

L'intervention sur les installations électriques impose, parfois d'être effectuées sous tension, alors, dans ce cas, pour la sécurité de l'intervenant, celui-ci doit respecter impérativement les règlements et les procédures de sécurité.

2/ Le schéma et le matériel :

Le schéma est essentiel dans le dépannage, mais à condition qu'il soit à jour, c'est-à-dire qu'il soit conforme à la réalité avec toutes les modifications apportées à l'installation au fur et à mesure qu'elles sont effectuées. Le matériel doit être adapté à l'opération à entamer et doit être utilisé de façon correcte.

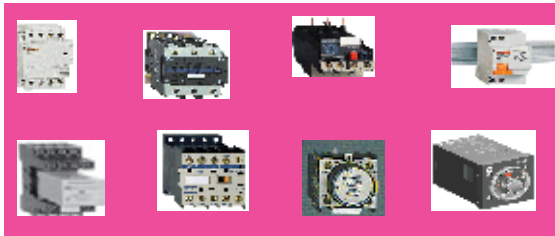
3/ Connaissance de l'installation :

Avant d'entamer une opération de dépannage, il faut bien connaître l'installation en question, à quoi sert-elle et comment elle marche, d'une part pour éviter toute

fausse manœuvre, d'autre part comprendre l'anomalie pour la corriger.

Pour connaître une installation, il faut tout d'abord bien connaître ses constituants : disjoncteurs, sectionneurs, relais thermiques, contacteurs... et comment fonctionnent-ils ? La figure ci après donne un récapitulatif des éléments les plus courants dans une armoire électrique.

Principaux appareillages rencontrés dans une armoire électrique



II- Les pannes typiques et leurs remèdes:

En observant bien ces éléments on constate que tous sont constitués de contacts d'où les causes de pannes les plus fréquentes en électricité. Ces causes peuvent être dues à des coupures de circuit, des mauvais contacts, des courts circuits, des mises à la masse ou à un élément défectueux. Pour localiser une panne, on procède par déduction logique et vérification des hypothèses de pannes. Cette recherche s'effectue souvent sous tension et la réparation doit se faire hors tension, les règles de sécurité doivent être strictement appliquées.

Dans les paragraphes suivants nous allons répertorier les défauts les plus courants :

1/ Manque de tension :

Il peut être partiel (absence d'une ou de deux phases) ou total (les trois phases sont manquantes) ce qui entraîne l'arrêt partiel ou total de fonctionnement de l'armoire. Il peut être dû à :

1-1/. Un manque de tension secteur, le déclenchement d'un disjoncteur ou d'un relais thermique ou la fusion

d'un fusible.

1-2/. Une détérioration de contact du sectionneur soit au niveau des contacts principaux (circuit de puissance), soit au niveau des contacts secondaires (circuit de commande), cette détérioration serait due à la poussière, à l'intrusion d'un corps étranger isolant, ou uniquement à la fin de la durée de vie de cet élément.

1-3/. Une coupure d'un conducteur :

Pour localiser la cause du défaut, on commence par vérifier la tension à l'aide d'un appareil de mesure réglé sur VOLTEMETRE sur la position TENSION ALTERNATIVE (~), si le calibre n'est pas automatique alors choisir le calibre 700 Vac pour une tension de 220 Vac à 380 Vac et de 200 Vac pour une tension de 48 Vac ou moins, en commençant la mesure de l'amont vers l'aval des équipements: sectionneur, disjoncteur, relais thermique.

Remarque:

Avant de remettre l'installation sous tension, il faut d'abord rechercher la cause du problème et l'éliminer. Pour remplacer un fusible grillé, il faut respecter ses caractéristiques c'est-à-dire, sa taille, son type (aM ou gG), son calibre et avec ou sans percuteur.

2/ Mauvais contact :

Un mauvais contact peut entraîner une coupure intermittente, une baisse de tension ou provoquer des arcs électriques et peut causer la brûlure des fils ou la détérioration complète du contact. Il peut être dû à :

2-1/. Une connexion mal serrée ou qui s'est desserrée avec le temps (d'où la nécessité d'effectuer le resserrage des connexions de temps en temps).

2-2/. Une oxydation du contact qui peut être due au milieu ambiant (humidité, chlore... etc.).

Pour rechercher le défaut, il faut d'abord mettre HORS TENSION le circuit en panne puis utiliser l'appareil de mesure sur la position OHM-METRE pour tester la

continuité.

Remarque importante :

Il ne faut jamais utiliser un OHM-METRE sur un circuit avant de s'assurer que ce dernier est HORS-TENSION, sinon l'appareil sera grillé.

3/ Court-circuit :

Un court-circuit entraîne, la réaction des appareils de protection (le déclenchement du disjoncteur ou la fusion du fusible), ou la fusion puis la coupure d'un ou de plusieurs conducteurs. Il peut être dû à :

3-1/. Une détérioration de l'isolant entre conducteurs.

3-2/. Une erreur de branchement.

3-3/. L'intrusion d'un corps conducteur

Localiser le défaut est souvent visible, il suffit de changer les parties des conducteurs et/ou les éléments défectueux.

4/ défaut d'isolement :

Il est due à un contact entre un conducteur actif (sous tension) et une masse métallique, ce qui entraîne la mise sous tension des masses métalliques (cette situation est très dangereuse pour les personnes qui peuvent toucher cette armoire) et provoque le déclenchement des protections magnétiques et différentielles.

Pour localiser ce défaut, il faut mettre hors tension tous les départs secondaires puis enclencher le disjoncteur d'arrivée, ensuite enclencher les départs secondaires un à un jusqu'à trouver le départ qui déclenche le disjoncteur d'arrivée et si l'armoire dispose d'un VIGIL-OHM, alors surveiller quand son aiguille descend en bas du seuil d'alarme, alors on isole celui-ci et on continue cette procédure pour s'assurer qu'il n'y a pas d'autres défauts sur l'installation. Enfin, on met hors tension la zone où on va intervenir et on fractionne le circuit en défaut, on mesure la résistance d'isolement de chaque partie à l'aide d'un MAGNETOMETRE sur le calibre 250 V si la tension utilisée est inférieure ou égale à 110V sinon utiliser le calibre 500V. Si on trouve la mesure d'un tronçon très inférieur à $1M\Omega$ alors on a trouvé le défaut, il reste à y remédier en changeant l'élément en question.

5/ Composant défectueux :

Un composant défectueux entraîne le dysfonctionnement de l'appareil lui-même entraînant soit l'arrêt, soit un fonctionnement anormal du circuit où il se trouve.

La bobine du contacteur qui est grillée, est le cas le plus courant. Dans ce cas mettre hors tension la zone où on va intervenir puis démonter le contacteur et changer la bobine en respectant la taille de celle-ci et surtout sa tension d'alimentation (24, 48, 110, 220, 380 V ou autre).

III- Essai de l'installation:

Cette étape vient après être sûr de l'élimination du défaut. Elle consiste à mettre sous tension l'armoire et faire fonctionner l'installation avec toutes les vérifications possibles. Enfin, il faut prévenir l'exploitant, de la remise en état provisoire ou définitive de celle-ci.

IV- Exemple de recherche et élimination d'une panne :

Étant donné la variété des équipements d'automatisme, il n'est pas possible de définir une procédure de dépannage commune à tous les schémas. Néanmoins, à titre d'exemple nous allons décrire une procédure qui serait employée pour dépanner un circuit de commande d'un moteur à démarrage direct.

1) Vérification préliminaires :

- Vérifier la tension aux bornes d'arrivée, avec un VOLTMETRE,
- Vérifier que la fermeture du sectionneur est correcte et que ses contacts auxiliaires sont bien établis,
- Vérifier que le disjoncteur de protection est enclenché.

2) Procédures de dépannage :

2-1/. Le contacteur KM1 ne s'enclenche pas lors de l'impulsion sur le bouton poussoir " Marche " S1, dans ce cas raccorder le VOLTMETRE aux bornes de la bobine de KM1 et appuyer sur le bouton S1. Deux cas peuvent se présenter :

2-1-1/. La tension est nulle :

Vérifier le serrage de toutes les connexions,

Fixer l'une des fiches du VOLTMETRE sur la borne A1 de la bobine puis déplacer l'autre fiche sur le circuit en question en partant de Q2 et passant par Q1, F1, S0 puis S1, et si un point donné, on a une tension nulle, alors le problème se trouve au niveau du contact que l'on vient juste de traverser.

Vérifier le serrage des connexions de la bobine, Débrancher la bobine et à l'aide de l'OHM-MÈTRE s'assurer que celle-ci est grillée, puis la changer si nécessaire.

2-2/. Le contacteur fait du bruit: La tension est trop faible, vérifier s'il n'y a pas de défaut d'isolement indiqué par le VIGIL-OHM.

Vérifier qu'aucun corps étranger ne s'est introduit entre les parties fixes et mobiles du circuit magnétique, si les surfaces rectifiées sont sales, il faut les nettoyer à l'essence ou au trichloréthylène.

Pour un équipement plus complexe, il est recommandé d'examiner attentivement le schéma, puis de le diviser en schémas élémentaires correspondant chacun à une fonction bien déterminée, et de contrôler méthodiquement chaque schéma partiel.

V- Conclusion:

Un bon dépannage, commence par une bonne observation des symptômes du défaut (une lampe de défaut allumée, un contacteur ne se ferme pas ou fait du bruit...etc.), puis à l'aide du schéma lister les causes probables et logiques pour les observations faites, en suite, vérifier les hypothèses de causes une à une, jusqu'à ce que l'on trouve le défaut et procéder à son élimination et enfin essayer l'installation avec toutes ses fonctions.

EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES

VI-1 Comptage d'énergie électrique

Rappels

L'énergie consommée par une installation électrique est mesurée par un compteur d'énergie

Unités d'énergie :

Unité légale d'énergie (Système International)

P est exprimée en watt (W)

E est exprimée en joule (J) t est exprimée en seconde (s)

Unité usuelle d'énergie électrique

P est exprimée en watt (W)

E est exprimée en watt-heure (Wh) t est exprimée en heure (h)

1 Wh = 3600 J

COMPTAGE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Appareil utilisé

L'énergie électrique se mesure avec un compteur wattheuremètre



C'est le compteur d'énergie qui se trouve chez tous les consommateurs, il est placé entre le réseau et l'installation électrique de l'utilisateur.

Constante du compteur

Au milieu du compteur, nous voyons un disque en aluminium marqué d'un trait noir.

Ce disque tourne dès que nous consommons de l'énergie électrique, et cela d'autant plus vite que la puissance demandée est plus grande.

L'énergie consommée pour un tour du disque est appelée constante k du compteur :

k : énergie par tour du disque (en Wh/tr).

Enregistrement de l'énergie consommée

Le compteur affiche la consommation en kWh.

Mécaniquement, le nombre de kWh affiché augmentera

d'une unité lorsque le disque aura tourné du nombre de tours correspondant à une consommation de 1 000 Wh.

Exemple :

Nous lisons sur le compteur $k = 4 \text{ Wh} / \text{tr.} \Rightarrow$ Pour un tour du disque:

$W = 4 \text{ Wh.}$

Après 250 tours: $W = 4 \times 250 = 1\,000 \text{ Wh.} \Rightarrow$

L'affichage de l'énergie augmente donc de 1 kWh.

Compteur électronique

Les dernières technologies proposent un compteur numérique dans lequel le disque a disparu, mais où l'énergie électrique consommée crée des impulsions (par exemple, une impulsion correspond à 1 Wh). Les impulsions sont visualisées grâce à un voyant et l'énergie consommée est affichée.

Index énergie active en cours :

Désignations	Index
Index énergie active en cours le globale	22 t-
Index énergie active en cours pleines	22 t1
Index énergie active en cours pointe	22 t2
Index énergie active en cours creuses	t3 22

Index énergie active à la fin du mois N-1

Désignations	Index
Index énergie active en cours le globale	13 t-
Index énergie active en cours pleines	13 t1
Index énergie active en cours pointe	13 t2
Index énergie active en cours creuses	13 t3

Index énergie réactive en cours

Désignations	Index
Index énergie réactive en cours le globale	23 t-
Index énergie réactive en cours pleines	23 t1
Index énergie réactive en cours pointe	23 t2
Index énergie réactive en cours creuses	23 t3

Index énergie réactive à la fin du mois N-1

Désignations	Index
Index énergie réactive en cours le globale	14 t-
Index énergie réactive en cours pleines	14 t1
Index énergie réactive en cours pointe	14 t2
Index énergie réactive en cours creuses	14 t3

Puissance max appelée en cours

Désignations	Index
Puissance max	28 t-
Puissance max pleines	28 t1
Puissance max pointe	28 t2
Puissance max creuses	28 t3

Puissance max appelée à la fin du mois N-1

Désignations	Index
Puissance max	10 t-
Puissance max pleines	10 t1
Puissance max pointe	10 t2
Puissance max creuses	10 t3

Différents types de comptage d'énergie

6-1- Comptage haute tension (désigné dans la facture par type de comptage 04)

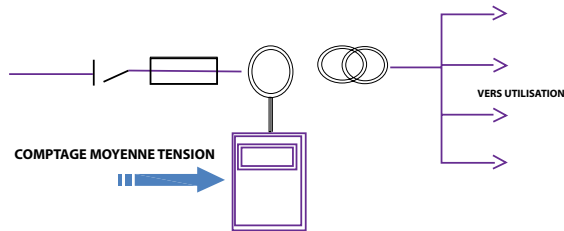
Le comptage est effectué au niveau de la haute tension.

6-2- Comptage moyen tension (désigné dans la facture par type de comptage 03)

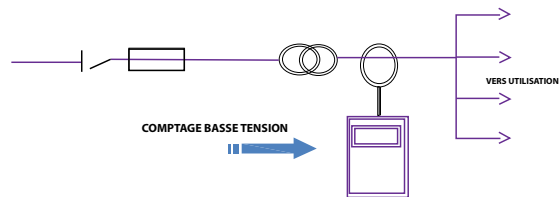
Le comptage se fait en amont du transformateur au niveau de la moyenne tension, le distributeur l'est exigé si le poste contient au moins un transformateur de puissance supérieure à 630 KVA.

Dans ce mode de comptage, les pertes actives et réactives sont décomptées automatiquement par le compteur avant de dissiper dans le transformateur et par conséquent l'énergie enregistrée par le compteur

est égale à celle réellement consommée



6-3- Comptage basse tension (désigné dans la facture par type de comptage 02)



C'est un comptage basse tension utilisé pour un poste contenant un seul transformateur de puissance inférieure à 630 KVA.

Dans ce mode de comptage, les pertes joules et les pertes à vide actives dissipées dans le transformateur sont estimées.

Différents appareils de mesure dans un système de comptage

1 - Compteur d'énergie active

Il enregistre la consommation de l'énergie active en KWh des trois tranches horaires:

Energie active heures creuses en kWh

Energie active heures pleines en kWh.

Energie active heures pointes en kWh.

Il est caractérisé par un coefficient de comptage multiplicatif de lecture de comptage.

2-Compteur d'énergie réactive

Il enregistre la consommation de l'énergie réactive en

Kvar et sert à calculer le facteur de puissance $\cos\phi$. Il est également caractérisé par un coefficient de comptage multiplicatif de lecture de comptage.

3-Compteur horaire

Il indique le nombre d'heures de fonctionnement de comptage (heures de mise sous tension du transformateur) et sert d'élément de base pour le calcul d'estimation des pertes d'énergie active et réactive lorsque le comptage est en aval du transfo.

4- Indicateur de maximum

C'est un appareil qui indique la puissance active maximale appelée en kwh et sert à déterminer la pointe maximale pendant le mois en KVA. Cet appareil est caractérisé par le coefficient C.I.M = Constante d'indicateur de maximum.

Etablissement de la facture d'énergie

A- Comptage aval au niveau de la BT (PI < 630 KVA)

Ce type de comptage est désigné dans la facture par type de comptage (02)

Le montant TTC de la facture d'énergie est la somme des quantités suivantes :

Montant de l'énergie active

Redevance de puissance.

Pénalité $\cos\phi$.

Majoration de dépassement de puissance souscrite

Pénalité pour minimum non atteint.

Taxe comptage et branchement.

Consommation de l'énergie active en kWh

$$E \text{ active (Kwh)} = \text{Energie active heures creuses (kWh)} \\ + \text{Energie active heures pleines (kWh)} \\ + \text{Energie active heures pointes (kWh)}$$

La consommation de l'énergie active (HC, HPL, HP) est la somme de trois quantités suivantes :

Energie active enregistrée : C'est la différence entre le

nouveau et l'ancien index du compteur actif multiplié par le coefficient de lecture de comptage.

$$E = DI \times CDC$$

DI : Différence index du compteur.

CDC : coefficient de comptage

Perte par effet joule dans le transformateur : Prises égales à 3.5 % de la consommation d'énergie active mesurée:

$$PJ = 0.035 \times DI \times CDC$$

Perte actives à vide du transformateur : c'est le produit de la puissance à vide du transformateur par les heures de mise sous tension : $P.V = W0 \times HMST$ W0: puissance à vide du transfo, HMST: heure de mise sous tension

Consommation d'énergie heures creuses en kWh (E.C)

$$E.C \text{ (kWh)} = 1.035 \times (DI \times CDC) + (HMST \times W0 \times TRHC)$$

DI : Différence index du compteur.

CDC : coefficient de comptage

W0 : puissance à vide du trasfo

HMST : heure de mise sous tension

TRHC = 9/24 en hiver et 8/24 en été

Consommation d'énergie heures pleines en kWh (E.PL)

$$E.PL \text{ (kWh)} = 1.035 \times (DI \times CDC) + (HMST \times W0 \times TRHPL)$$

TRHPL = 10/24 en hiver et 11/24 en été

Consommation d'énergie heures pointe en kWh (E.P)

$$E.P \text{ (kWh)} = 1.035 \times (DI \times CDC) + (HMST \times W0 \times TRHP) ;$$

$$TRHP = 5/24$$

Montant de l'énergie active en DH TTC

Montant=(E.C x Prix du kWh heures creuses) + (E.PL x Prix du kWh heures pleines) + (E.C x Prix du kWh heures HP)

Tranches horaires	Hiver 1 ^{er} Octobre-31 Mars	Été 1 ^{er} Avril-30 Septembre	Index
1er Octobre-31 Mars	1er Octobre-31 Mars	23 h à 7 h	0.48000
1er Avril-30 Septembre	Prix du kWh	7 h à 18 h	0.71500
en DHTTC	17 h à 22 h	18 h à 23 h	1.05160

- Redevance de puissance

La puissance souscrite (PS), c'est la puissance que l'abonné déclare ne pas dépasser et qui est soumise à des redevances dont le montant est fixé par les clauses particulière du contrat :

Le tarif d'un KVA est de 310 DH/KVA/an

$$RDP/\text{mois} = PS \times 310/12 \text{ (DH)}$$

Pénalités dues au mauvais facteur de puissance (Cosphi)

Le facteur de puissance cos phi est déterminé en fonction de la quantité d'énergie active et réactive consommée :

$$\text{Cos phi} = \frac{\text{EAT}}{\text{SQRT} ((\text{EAT})^2 + (\text{ER})^2)}$$

a- Consommation de l'énergie réactive enregistré en Kvar

C'est la somme des deux quantités suivantes :

$$\text{ER (Kvar)} = \text{DIR} \times \text{CDC} + 6 \times \text{W0} \times \text{HMST}$$

- Energie réactive enregistré : C'est la différence entre le nouveau et l'ancien index du compteur réactif multiplié par le coefficient de lecture de comptage.

$$\text{ER} = \text{DIR} \times \text{CDC}$$

DIR : Différence index du compteur énergie réactive.

CDC : coefficient de comptage

- Consommation d'énergie réactive du transformateur prise égale à: $6 \times \text{W0} \times \text{HMST}$

W0 : puissance à vide du transfo

HMST : heure de mise sous tension

Pénalités du cos phi

La pénalité de facteur de puissance est l'un des frais qui se remarque facilement. Elle est facturée à l'abonné dans le cas où Cosphi est inférieur à 0.8 :

$$P_{\text{Cos phi}} = 2 \times (0.8 - \text{Cos phi}) \times (\text{M.EAT} + \text{RDP} + \text{MDPS})$$

M.EAT : Montant de l'énergie active
 RDP : Montant redevance de puissance souscrite (PS x 24.25 DH)
 MDPS : Montant de dépassement de la puissance souscrite [1.5 x (PA-PS) x 310/12]

4- Majoration de dépassement de puissance souscrite

L'indicateur de maximum est un appareil qui indique la puissance active maximale appelée en kw et sert à déterminer la pointe maximale pendant le mois en KVA. Cet appareil est caractérisé par le coefficient de comptage C.I.M (constante d'indicateur de maximum).

$$PA = \frac{IM \times CIM}{\text{COSPHI}}$$

Lorsque la puissance maximale appelée par l'installation est supérieure à la puissance déclarée par l'abonné (puissance souscrite) celui-ci est soumis à des pénalités pour chaque KVA de dépassement de la puissance souscrite.

Pénalités de dépassement de la puissance souscrite
 $\text{PDPS} = 0.5 \times (\text{PA} - \text{PS}) \times 310/12 \text{ DH}$

b- Montant du dépassement de la de la puissance souscrite en DH TTC

$\text{MDPS} = \text{PDPS} + \text{les redevances des KVA supplémentaires appelées (RKS)}$
 Redevances des KVA supplémentaires appelées (RKS)
 $\text{RKS} = (\text{PA} - \text{PS}) \times 310/12 \text{ DH}$

Montant du dépassement de la de la puissance souscrite

$$\text{MDPS} = \text{RKS} + \text{PDPS}$$

$$\text{MDPS} = 1.5 \times (\text{PA} - \text{PS}) \times 310/12$$

5- Pénalités pour minimum non atteint.

Minimum de consommation annuel garantie

L'abonné est astreint à garantir un minimum annuel de consommation (M) fixé à 50 Kwh par KVA souscrit par mois :

$$M = 50 \times (\text{PS1} + \text{PS2} + \text{PS3} + \dots + \text{PS12})$$

PS : c'est la puissance souscrite du mois

b- Cumul des consommations

C'est le cumul des consommations réelle de l'énergie active en kwh jusqu'au fin décembre. Il est indiqué dans la facture (somme des kwh consommés de janvier jusqu'au décembre)

C- Pénalité pour minimum non atteint

Si le minimum des consommations n'a pas été atteint à la fin de l'année, la différence entre la consommation garantie et le cumul (C) de la consommation réelle de l'énergie active (Kwh) jusqu'au fin décembre, sera décompté et facturée à l'abonné à 70 % du prix unitaire du Kwh heures pleines :

$\text{PMNA} = (M - C) \times \text{prix unitaire heures pleines} \times 70 \%$
 Ce montant est ajouté à la facture de mois de décembre.
 Si $C > M$ PMNA = 0

6- Taxe comptage et branchement.

TCB : c'est le remboursement par l'abonné à l'ONE des frais d'entretien des compteurs et du branchement. C'est un taxe mensuelle fixe.

Comptage basse tension (type de comptage 02)

TCB = 169.37 DH/mois.

- Comptage moyen tension (type de comptage 03)

TCB = 447.33 DH/mois

- Comptage haute tension (type de comptage 04)

TCB = 521.46 DH/mois

B- Comptage amont au niveau de la MT (PI > 630 KVA)
 Toutes les pertes actives et réactives sont décomptées automatiquement par le compteur avant de dissiper dans le transformateur et par conséquent l'énergie enregistrée par le compteur est égale à celle réellement consommée.

Pertes joules dans le transformateur $P.J = 0$
 Pertes à vide du transformateur $P.V = 0$
 Pertes d'énergie réactive du transformateur $P.ER = 0$
 Energie active en KWh $EA = DI \times CDC$
 Energie réactive en Kvar $ER = DI \times CDC$

Pour le calcul des autres montants, la procédure est la même que pour le cas du comptage aval.

Les actions d'optimisation de la consommation de l'énergie

Le rendement des machines

Chaque pompe doit fonctionner au meilleur rendement possible, et ce rendement doit être maintenu dans une plage étroite durant tout son cycle de fonctionnement. Les dispositifs d'entraînements ne doivent pas être l'origine de perte de puissance. Il faudra donc préférer l'utilisation d'entraînements directs plutôt que des systèmes indirects : réducteurs, coupleurs, courroies, ... Les moteurs d'entraînements doivent être correctement dimensionnés pour la puissance demandée, puissance qui peut varier au cours du cycle de fonctionnement. Un léger surdimensionnement est un gage de sécurité et de longévité pour le matériel, mais au-delà d'une dizaine de pourcents il y a lieu d'examiner le problème. Il est rappelé à ce sujet que les moteurs asynchrones à cage les plus usités, ont leur meilleur rendement vers les 3/4 de la charge nominale. Les récents moteurs à économie d'énergie ont d'une part un meilleur rendement absolu et d'autre part ce rendement se maintient quasi constant dans une large plage pouvant aller de la demi-charge à la pleine charge.

Le temps de fonctionnement des équipements

Avoir des machines dont le rendement est maximal est une condition nécessaire ; encore faut-il en limiter au strict minimum le temps de marche. Ceci est évident pour les pompes, encore faut-il s'assurer, en marche automatique, que les critères de mise en route et d'arrêt ont été choisis judicieusement et que les capteurs donnant les ordres de fonctionnement les respectent. Pour l'éclairage, il est judicieux de créer des circuits

distincts pour l'éclairage de veille, de ronde, de travail, et des éclairages d'appoints pour le service entretien. Les circuits peuvent dans la plupart des cas, être pourvus de dispositifs d'extinction automatique (minuterie avec signal préventif de coupure). Il est intéressant aussi de remplacer les lampes à incandescence par des tubes fluorescents.

L'alimentation électrique

Les câbles d'alimentation électrique doivent être dimensionnés conformément aux règles de l'art bien sûr, mais aussi pour limiter les pertes par effet Joule en tenant compte de la puissance appelée, du cycle de fonctionnement et de la température ambiante.

Pour les transformateurs il faut éviter les marches à vide ou à faible puissance. Cela conduit à fractionner les appareils et à arrêter les transformateurs non utilisés durant une partie du cycle de fonctionnement. Le $\cos \phi$ doit être maintenu à la valeur de référence 0,9 quelles que soient les phases du processus. Des batteries de condensateurs permettent d'aboutir à ce résultat.

Le bilan énergie

L'établissement d'un bilan énergie permettra de réfléchir aux actions à entreprendre.

Il consiste essentiellement à mesurer pour chaque station de pompage et pour chaque groupe électropompes un certain nombre de valeurs permettant d'établir des ratios, soit les mesures suivantes:

Volume pompé
 Energie consommée,
 Temps de fonctionnement,
 Hauteur manométrique.
 Pour calculer les ratios principaux

<u>Energie ;</u>	<u>Volume ;</u>	Rendement
Volume	HMT	

L'examen minutieux de ce bilan permettra de déceler les points sur lesquels des gains importants peuvent être faits, que ce soit une machine dont le rendement peut

être sensiblement amélioré en la remplaçant par une machine moderne ou une restructuration de tout ou partie de l'installation.

Compensation de l'énergie réactive

La mise en place des batteries de condensateurs sur les réseaux électriques se justifie par :

La suppression des pénalités pour consommation excessive d'énergie réactive et mauvais facteur de puissance

La diminution de la puissance apparente (kVA) à souscrire

Une optimisation de l'installation électrique se traduisant par :

Une limitation des pertes d'énergie active dans les câbles

Une réduction de l'investissement (câbles, appareillage, protections)

Une amélioration de la puissance active disponible au secondaire du transformateur ($P(kW) = S(kVA) \cdot \cos \phi$)

Une amélioration du niveau de tension en bout de ligne

Par ailleurs l'énergie réactive absorbée par les moteurs et les transformateurs varie peu entre le fonctionnement à vide et le fonctionnement en charge, alors que l'énergie active augmente avec la puissance fournie.

Par conséquent à vide ou à faible charge le facteur de puissance sera mauvais, il convient donc :

D'éviter la marche à vide des moteurs et le surdimensionnement des moteurs et des transformateurs.

De procéder à la mise en place d'une batterie de condensateurs

Détermination des capacités des condensateurs:

Un bilan de puissance doit être fait lors de la conception de l'installation (voir guide des transformateurs). La capacité des condensateurs sera dimensionnée pour relever le $\cos \phi$ au secondaire du transformateur à 0,92 correspondant à $\text{tg} \phi = 0,4$.

La capacité de la batterie de condensateur sera calculée comme suit :

La puissance de la batterie de condensateurs nécessaire peut être évaluée à 20% de la puissance nominale du transformateur en supposant :

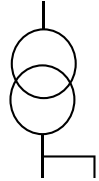
Charge réelle du transformateur : 75%

$\cos \phi$ de la charge : 0,8 (tg : 0,75)

$\cos \phi$ à obtenir : 0,92 (tg : 0,4)

Compensation réactive des transformateurs :

La compensation de l'énergie réactive du transformateur seul consiste à raccorder directement et en permanence aux bornes du secondaire une batterie de condensateur sans appareil de coupure automatique. Sa valeur ne doit pas dépasser 10% de la puissance du transformateur pour éviter la surcompensation.



e-3) Compensation aux bornes du moteur :

La puissance réactive consommée par un moteur dépend de la taille, la charge, la vitesse nominale, la fréquence et la tension.

Le $\cos \phi$ augmente avec la charge, la taille et la vitesse de rotation du moteur

Cette compensation individuelle est envisagée lorsque la puissance de certains moteurs est importante par rapport à la puissance totale.

Le mode de raccordement de cette batterie dépend de la comparaison entre la puissance de la batterie et la puissance nécessaire à l'auto excitation :

I_0 : intensité à vide du moteur

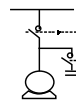
U : tension réseau

Q_c : puissance réactive du condensateur

Si le condensateur peut être branché directement aux bornes du moteur sans aucun appareil de coupure automatique

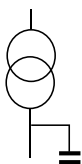


Si le condensateur doit être commandé par un appareil de coupure automatique piloté par un contact auxiliaire du contacteur de commande du moteur pour éviter le risque d'auto excitation.



Compensation réactive des transformateurs :

La compensation de l'énergie réactive du transformateur seul consiste à raccorder directement et en permanence aux bornes du secondaire une batterie de condensateur sans appareil de coupure automatique. Sa valeur ne doit pas dépasser 10% de la puissance du transformateur pour éviter la surcompensation.



e-3) Compensation aux bornes du moteur :

La puissance réactive consommée par un moteur dépend de la taille, la charge, la vitesse nominale, la fréquence et la tension.

Le $\cos\phi$ augmente avec la charge, la taille et la vitesse de rotation du moteur

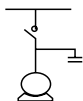
Cette compensation individuelle est envisagée lorsque la puissance de certains moteurs est importante par rapport à la puissance totale.

Le mode de raccordement de cette batterie dépend de la comparaison entre la puissance de la batterie et la puissance nécessaire à l'auto excitation :

I_0 : intensité à vide du moteur

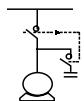
U : tension réseau

Q_c : puissance réactive du condensateur



Si $Q_c \leq 90\% I_0 \sqrt{3} U$ le condensateur peut être branché directement aux bornes du moteur sans aucun appareil de coupure automatique

Si $Q_c > 90\% I_0 \sqrt{3} U$ le condensateur doit être commandé par un appareil de coupure automatique piloté par un contact auxiliaire du contacteur de commande du moteur pour éviter le risque d'auto excitation.



Choix du type de compensation

Compensation fixe :

La mise en œuvre des batteries peut être :

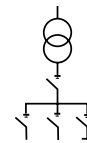
Manuelle : commande par interrupteur ou par disjoncteur

Semi-automatique : commande par contacteur

Directe : asservie aux borne du récepteur

Utilisation :

- Compensation réactive interne des transformateurs
- Compensation individuelle de moteurs
- Charge constante fonctionnant 24h/24



Compensation automatique :

Ces batteries sont composées d'une association en parallèle de gradins (condensateur+contacteur). La mise en ou hors service de tout ou partie de la batterie est asservie à un régulateur varométrique intégré.

Le régulateur doit être équipé d'un dispositif de déclenchement des condensateurs à tension nulle du réseau

Le TC qui alimente le régulateur doit mesurer l'intensité globale (récepteur+condensateur)

La puissance de chaque gradin peut varier entre 2 limites :

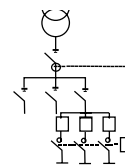
$0,1 k \leq I \leq 1,54 k$ avec k rapport du TC et I intensité du gradin le plus faible

Utilisation :

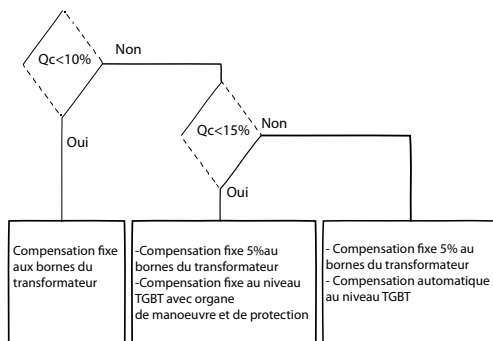
Charge variable

Compensation de TGBT et gros départs

Puissance de la batterie dépasse 15% de la puissance du transformateur $Q_c > 15\% P_{kVA}$



Le type de compensation sera choisi en fonction des critères suivants :



Opérations de maintenance d'un groupe électropompe horizontal	fréquence	niveau	moyens
contrôle de l'accouplement et des presse-étoupes tension entre phases et phase et neutre étanchéité des tuyauteries nettoyage des carcasses de GEP	Hebdomadaire	1	
graissage des roulements serrage des boulons contrôle de fonctionnement des compteurs horaires contrôle de fonctionnement du ventilateur	Mensuelle	1	Opérateur Pompe à graisser Graisse Chiffon Outils
lubrification par l'huile ou graissage des roulements et des paliers essai hydraulique : mesure de débit et de pression ; calcul et vérification de rendement changement des presses étoupes	Trimestrielle	2	Pompe à graisser Chiffon Graisse et boîte à outils Appareils de mesure Tresse
vérification et nettoyage des raccordements électriques vérification de l'état de parallélisme et coaxialité du GEP. détermination du point de fonctionnement du GEP Peinture du groupe calcul de rendement correspondant au point de fonctionnement examen général de la pompe : vérification de l'état du corps de la pompe, arbres, roues, chemises d'arbres, arrêt d'huile changement des roulements et pièces d'usure mesure d'isolement des enroulements	Annuelle	3	Peinture Appareils de mesure, analyseur d'énergie, débitmètre Roulements Chiffons et toile- émeri Boite à outil Brosse à main
contrôle de l'intensité et la tension du moteur vérification de fonctionnement du groupe contrôle d'étanchéité vérification des compteurs horaire	Hebdomadaire et mensuel	1	1 opérateur
détermination du point de fonctionnement du groupe (tension, intensité, cos Phi, débit, pression, ...) calcul du rendement mesure de l'isolement révision générale si nécessaire	Annuelle	3	Appareils de mesure : mégohmmètre, pince Analyseur d'énergie

A stylized graphic in shades of orange and brown, featuring a sun with rays and several leaves of varying shapes and patterns, including one with a grid-like texture.

Hygiène et sécurité en assainissement



Le travail en atmosphère confinée Définitions

Espaces Confinés - Définition

Qu'est-ce qu'un espace confiné?



De façon générale, un espace clos désigne un lieu totalement ou partiellement fermé qui :

- Au départ, n'est ni adapté ni destiné à l'occupation humaine;
- Est difficile d'accès, en raison de son emplacement, de sa dimension ou des moyens requis pour y entrer et en sortir;
- Représente un risque potentiel pour la santé et la sécurité en raison d'un ou de plusieurs des facteurs suivants:
- Sa conception, sa construction, son emplacement.
-
- Les matières ou substances qui s'y trouvent;
-
- Le travail qu'on y effectue;
-
- Les risques liés aux mécanismes et aux procédés utilisés, ainsi que les dangers pour la sécurité qui y sont présents.

Obligation

Tous les employés qui entrent dans les espaces confinés doivent être formés aux dangers, procédures et aux équipements pour être en sécurité.

**"TRAVAIL EN ATMOSPHERE CONFINÉE"
TOUTE INTERVENTION DANS UN OUVRAGE
OU L'AÉRATION EST INSUFFISANTE
ET PEUT ENGENDRER
LES RISQUES SUIVANTS :**



ASPHYXIE



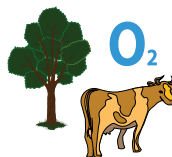
INTOXICATION



EXPLOSION

CES OUVRAGES NE SONT PAS FORCÉMENT DES OUVRAGES ENTERRÉS

Espaces Confinés - Dangers



O₂

L'oxygène est essentiel à toute forme de vie.

L'un des premiers dangers rencontré pour entrer en espaces confinés est le déficit en oxygène

Quand l'oxygène est présent en concentrations inférieures à 19.5% l'atmosphère est dite être déficiente en oxygène.



O₂



L'oxygène peut aussi être présent en concentrations qui sont très élevées.

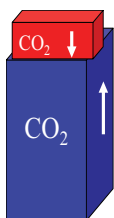
L'oxygène en concentrations supérieures à 23% est 'riche en Oxygène' et peut causer les matériaux combustibles de s'enflammer très rapidement.

le **déficit en oxygène** peut être causé par plusieurs processus:

Consommation: l'oxygène est utilisé par la personne qui est dans l'espace confiné et transformé en dioxyde de carbone.

Déplacement: les matériaux denses poussent l'oxygène à out of « l'extérieur de l'espace occupé ».

Réaction: l'oxygène réagit avec d'autres matériaux pour former d'autres composés.

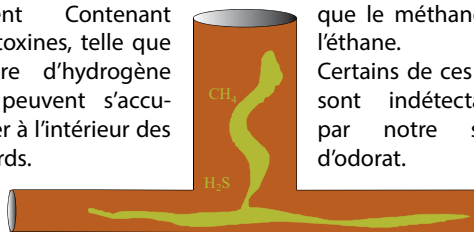


Étant donné la **quantité fixe** d'oxygène en espace confiné, la respiration d'oxygène cause l'accroissement du dioxyde de carbone.

Quand l'oxygène décroît à moins de 19,5%, l'atmosphère est dite être **déficente en oxygène**, mettant les occupants des espaces

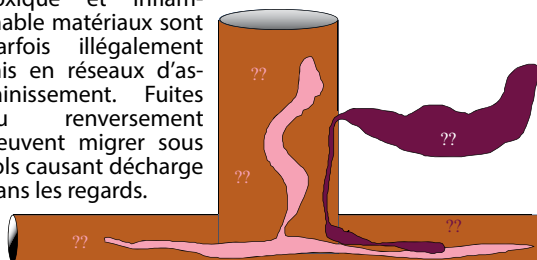
confinés en risques de **Perte de consciences** et de **décès**.

Les regards souvent restent couverts pour de longues périodes de temps. Naturellement Contenant des toxines, telle que sulfure d'hydrogène qui peuvent s'accumuler à l'intérieur des regards.



Les regards peuvent aussi accumuler des gaz très inflammables tel que le méthane et l'éthane. Certains de ces gaz sont indétectable par notre sens d'odorat.

Toxique et inflammable matériaux sont parfois illégalement mis en réseaux d'assainissement. Fuites ou renversement peuvent migrer sous sols causant des regards dans les regards.



Les regards peuvent aussi accumuler des gaz très inflammables tel que le méthane et l'éthane.

Certains de ces gaz sont indétectable par notre sens d'odorat.

Toxique et inflammable matériaux sont parfois illégalement mis en réseaux d'assainissement. Fuites ou renversement peuvent migrer sous sols causant décharge dans les regards.

Présentation de l'H2S

Comment se forme l'H2S ?

Les eaux usées se retrouvent en phase dite d'anaérobie. Dans cette phase, se produit le processus de formation de sulfures dissous (S2-) et sulfure d'hydrogène (H2S). Les populations bactériennes actives en anaérobie sont les bactéries fermentatives et les bactéries sulfato-réductrices. Elles utilisent les sulfates comme source d'énergie pour dégrader la matière organique et produire ainsi des sulfures dissous et de l'H2S

L'H2S: UN TUEUR

L'H₂S est un gaz TOXIQUE et EXPLOSIF qui émane de la décomposition des matières organiques

Gaz incolore
Plus lourd que l'air
A faible concentration :
Il sent l'œuf pourri
Attention ! Des 50 ppm :
[Il neutralise l'odorat](#)

Il provoque:
troubles respiratoires
contractures
pertes de connaissance

-- à partir de 300 ppm : risque de mort
- 1000 ppm : mort rapide
Il peut provoquer un mélange explosif avec l'air

L'H2S EST UN DES RISQUES LES PLUS IMPORTANTS DE NOTRE MÉTIER

EFFETS NÉFASTES SUR LA SANTÉ (récap)

h2s (en ppm)	temps	effets néfastes sur la santé
0.002 - 0.2		seuil olfactif
3 - 5		odeur forte
10	8 h	limite opérationnelle d'exposition
10 - 50	8 h	irritation oculaire
50 - 100	1 h	troubles oculaires graves et irritation respiratoire
250	1 h	perte de l'odorat et irritation respiratoire
300 - 500	1 h	troubles respiratoires graves - danger mortel
500 - 1000	½-1 h	troubles graves du système nerveux central, paralysie respiratoire
1000	min	mort immédiate

Le Ministère du Travail Français impose les normes suivantes: Valeur Moyenne d'Exposition (VME) = 5 ppm Valeur Limite d'Exposition (VLE) = 10 ppm

Le travail en atmosphère confinée

Dispositions de prévention

LES ENDROITS À RISQUES

En Assainissement

- Fosses
- Regards
- Puits
- Collecteurs visitables
- Station de relèvement
- Postes de dégrillage
- Locaux de traitement ou de stockage des boues
- ...

CES ENDROITS SONT CONSIDÉRÉS À RISQUES SI L'AÉRATION EST INSUFFISANTE

Entrée en Espace Confiné

L'entrée en espace confinés commence avec un Permis d'Entrée en Espace Confiné .

L'obtention du permis exige qu'un représentant qualifié de sécurité visite la localisation du travail et évalue les conditions sous lesquelles l'entrée vsera faite.

L'obtention du permis exige qu'un représentant qualifié de sécurité visite la localisation du travail et évalue les conditions sous lesquelles l'entrée sera faite.

Les PRINCIPAUX RISQUES

MANQUE D'OXYGÈNE PRÉSENCE DE GAZ CARBONIQUE



MORT
par asphyxie

PRÉSENCE DE GAZ TOXIQUES

- Hydrogène sulfuré H_2S
- Oxyde de carbone
- Chlore
- Dioxyde de chlore
- Hydrocarbures naturels ou déversés
- Produits chimiques déversés



MORT
par intoxication

PRÉSENCE DE GAZ EXPLOSIFS



- Méthane
- Butane
- Hydrogène sulfuré H_2S
- Vapeurs d'hydrocarbures
- etc...



Une flamme, une étincelle, un échauffement peuvent déclencher l'EXPLOSION

DANS LES ENDROITS À RISQUES : UTILISEZ DU MATÉRIEL ANTI DÉFLAGRANT. JAMAIS DE MOTEUR THERMIQUE DANS UNE ATMOSPHÈRE CONFINÉE.

Le Travail en Atmosphère Confiné

1. CONSIGNES GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ :



Obtenez l'accord de votre supérieur hiérarchique

N'intervenez jamais seul : 2 agents au minimum

Ne fumez pas à l'extérieur ou à l'intérieur de l'ouvrage

Ballisez correctement votre zone d'intervention

Mettez des barrières de protection autour des tampons d'accès

LE DEUXIÈME AGENT DOIT RESTER EN PERMANENCE À L'AIR LIBRE, À PROXIMITÉ IMMÉDIATE DE L'OUVRAGE

2. ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ :

ÉQUIPEMENTS HABITUELS :

- ▶ CASQUE
- ▶ VÊTEMENTS DE TRAVAIL
- ▶ GANTS
- ▶ BOTTES OU CHAUSSURES DE SÉCURITÉ



ÉQUIPEMENTS SPÉCIFIQUES À L'INTERVENTION :

- ▶ CONTRÔLEUR D'ATMOSPHÈRE ←
- ▶ AUTOSAUVEVEUR OU A.R.I. ←
- ▶ HARNAIS ←
- ▶ MOYEN DE LIASON ←
- ▶ LUNETTES ←
- ▶ ÉCLAIRAGE ANTIDÉFLAGRANT ←

NE S'ENSEZ À PRENDRE L'ENSEMBLE DE CE MATÉRIEL AVANT VOTRE DÉPART EN

3. AVANT D'INTERVENIR

VÉRIFIEZ le bon fonctionnement du contrôleur d'atmosphère

VENTILEZ l'ouvrage (après ouverture de la porte ou du tampon d'accès)

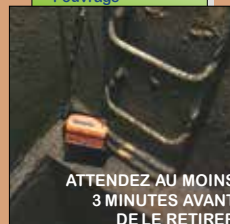


- En ouvrant une seconde porte ou un second tampon
- En installant un extracteur-ventilateur
- En mettant en marche la ventilation mécanique si elle existe

ATTENTION ! VENTILER L'OUVRAGE NE SUFFIT PAS À ÉLIMINER LES RISQUES D'INTOXICATION OU D'EXPLOSION

3. AVANT D'INTERVENIR

Ⓢ CONTRÔLEZ L'ATMOSPHÈRE en faisant pénétrer le contrôleur dans l'ouvrage



ATTENDEZ AU MOINS 3 MINUTES AVANT DE LE RETIRER

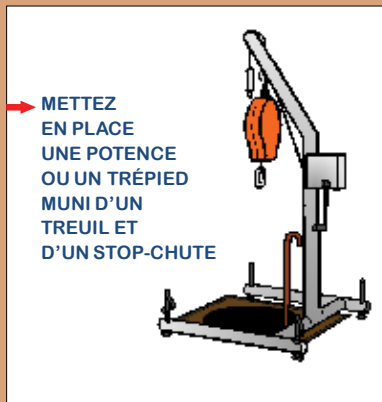
SI L'APPAREIL SE MET EN ALARME :

- NE PÉNÉTRÉZ PAS DANS L'OUVRAGE
- SUSPENDEZ VOTRE INTERVENTION
- REFERMEZ LA PORTE OU LE TAMPON D'ACCÈS
- ALERTEZ VOTRE RESPONSABLE HIÉRARCHIQUE ET ATTENDEZ SES NOUVELLES INSTRUCTIONS



SI IL EXISTE DES PALIERS INTERMÉDIAIRES, RÉPÉTEZ LE CONTRÔLE À CHAQUE NIVEAU

4. POUR ACCÉDER À UN OUVRAGE EN PROFONDEUR :



- ATTACHEZ VOTRE HARNAIS AU STOP-CHUTE ET AU TREUIL
- DESCENDEZ UN PAR UN, FACE AUX ÉCHELONS, EN AYANT LES DEUX MAINS LIBRES



SOYEZ RIGOUREUX SUR LE RESPECT DE CES RÉGLES ÉLÉMENTAIRES CAR UNE CHUTE POURRAIT AVOIR DES CONSÉQUENCES DRAMATIQUES

1 APPELEZ LES SECOURS par téléphone ou par radio



2 AUGMENTEZ LA VENTILATION en air frais de l'endroit où se trouve la victime, si cela est possible



3 INTERDISEZ L'ACCÈS à toute personne

4 PRÉVENEZ votre hiérarchie

VOUS NE POUVEZ PÉNÉTRER DANS L'OUVRAGE QUE SI VOUS ÊTES ÉQUIPÉ

5. PENDANT L'INTERVENTION :

→ Les agents intervenants doivent être reliés à l'extérieur en permanence

S'IL LE CONTRÔLEUR D'ATMOSPHÈRE SE MET

→ Un agent porte le contrôleur d'atmosphère en position "marché", TOUS portent un masque auto sauveur

EN ALARME :



- METTEZ IMMÉDIATEMENT VOTRE AUTOSAUVEVEUR
- ÉVACUEZ CALMEMENT L'OUVRAGE
- REFERMEZ L'ACCÈS
- ALERTEZ VOTRE HIÉRARCHIE



ATTENTION ! MÊME SI L'ALARME DU TESTEUR S'ARRÊTE, VOUS DEVEZ IMPÉRATIVEMENT ÉVACUER

Le travail dans les égouts visitables

LES RISQUES

TOUS LES RISQUES DU TRAVAIL EN ATMOSPHÈRE CONFINÉE ASPHYXIE, INTOXICATION, EXPLOSION, CHUTE LORS DE LA DESCENTE...

NOYADE

SEULES LES PERSONNES DÛEMENT FORMÉES PEUVENT TRAVAILLER DANS LES ÉGOUT

LES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION

CASQUE

COMBINAISON

ECLAIRAGE PORTATIF ANTI-DEFLAGRANT

GANTS

BOTTES OU CUISSARDÉS DE SÉCURITÉ

CONTRÔLEUR D'ATMOSPHÈRE

MASQUE AUTOSALVETEUR

SI NÉCESSAIRE :

- X Gilet de sauvetage
- X Harnais avec longe
- X Potence avec stop-chute
- X Gilets rétro réfléchissants et matériel de signalisation
- X Dispositif de ventilation

UNE PERSONNE QUI RESTE EN SURFACE DOIT PORTER DES CHAUSSURES DE SÉCURITÉ

LES CONSIGNES DE SÉCURITÉ

VOUS DEVEZ RESPECTER L'ENSEMBLE DES CONSIGNES DE SÉCURITÉ LIÉES AU TRAVAIL EN ATMOSPHÈRE CONFINÉE

SIGNALISEZ ET BALISEZ VOTRE LIEU D'INTERVENTION

L'ÉQUIPE D'INTERVENTION EST CONSTITUÉE DE 2 AGENTS AU MINIMUM

L'UN DES AGENTS RESTE EN SURFACE ET DONNE L'ALERTE EN CAS DE DANGER, SELON UN CODE ÉTABLI AVANT LE DÉPART

SI VOUS DEVEZ EFFECTUER UN TRAVAIL PAR POINT CHAUD (SOUDURE, TRONÇONNAGE), VOTRE RESPONSABLE DOIT VOUS DÉLIVRER UN PERMIS DE FEU

LES CONSIGNES DE SÉCURITÉ

AÉREZ L'OUVRAGE PAR OUVERTURE DES REGARDS AMONT ET AVAL OU PAR VENTILATION FORCÉE

CONTRÔLEZ L'ATMOSPHÈRE EN CONTINU

DÉPLACEZ-VOUS CALMEMENT, SANS COURIR

TENEZ-VOUS AUX MAINS COURANTES OU AUX CONDUITES

ECLAIREZ-VOUS CORRECTEMENT

SOYEZ VIGILANTS L'APPROCHE DES CHAINES DE SÉCURITÉ QUI SIGNALENT MARCHES OU DES ESCALIERS

AYEZ VOS DEUX MAINS LIBRES LORSQUE VOUS CIRCULEZ

POUR ÉVITER LES RISQUES DE NOYADE

EN CAS D'ORAGE :




DANS LES ÉGOUTS À RISQUES ET LES COLLECTEURS :





L'AGENT RESTÉ L'EXTÉRIEUR PRÉVIENT L'ÉQUIPE QUI DOIT IMMÉDIATEMENT SORTIR DE L'OUVRAGE

PORT DU HARNAIS

DANS TOUTS LES CAS, SI VOUS CONSTATEZ UNE ÉLÉVATION ANORMALE OU RAPIDE DU NIVEAU DE L'EAU : SORTEZ IMMÉDIATEMENT

L'HYGIÈNE

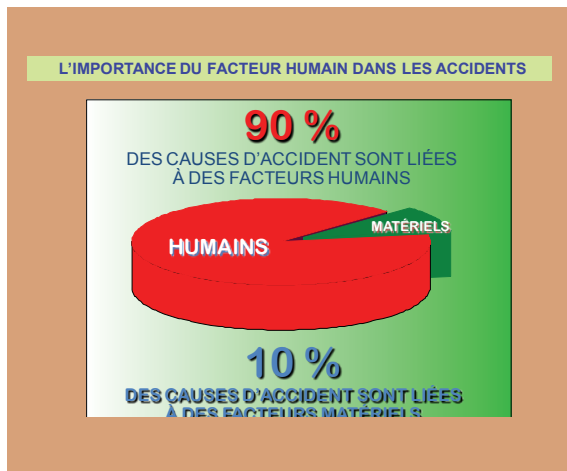
NE FUMEZ PAS, NE MANGEZ PAS, NE TOUCHEZ PAS VOTRE BOUCHE OU VOS YEUX AVANT DE VOUS ÊTRE SOIGNEUSEMENT LAVÉZ LES MAINS

SÉPAREZ VOS VÊTEMENTS SALES DE VOS VÊTEMENTS PROPRES

NETTOYEZ ET DÉSINFECTEZ TOUTE BLESSURE

FAITES-VOUS VACCINER

La prévention des accidents du travail



Espace Confiné Conclusion

Les dangers d'entrée en espace confiné peuvent inclure:

- La présence de substances toxiques
- L'insuffisance en oxygène, ou plus d'oxygène
- La présence des gazes et liquides combustibles
- Le changement de conditions (non dangereuses - dangereuses).

Objectif n°1

Avoir une connaissance des principaux risques liés à l'exploitation des 3 types d'ouvrages classiques en Assainissement
 Egouts et collecteurs
 Bassins d'orage
 Stations d'épuration

Objectif n°2

Voir quelles mesures de prévention préconiser par rapport à ces risques pour chacun des ouvrages pour

viser le
ZERO ACCIDENT
en respectant les principes généraux de prévention

Objectif n°3

Comprendre comment au niveau de la conception des ouvrages, on peut éviter les risques/intégrer des mesures de prévention

Anticipation des risques

Catégoriser les risques

- Cela simplifie l'analyse et les mesures de prévention
- Espaces confinés
- Risques biologiques
- Risques chimiques
- Risques physiques
- Risques électriques
- Risques climatiques
- Vétusté
- Risques organisationnels

Risques généraux pour tous les ouvrages

Dans tous les ouvrages en Assainissement, on est en présence d'eaux usées et donc confronté aux risques suivants:

- Risques biologiques
- risque d'infections
- maladies : leptospirose (rats)
- tétanos
- hépatites surtout A et B
- Risques chimiques
- Présence de sulfure d'hydrogène (H₂S)
- Gaz qui provient de la décomposition anaérobie de matières organiques.
- Toxique et explosif
- Odeur caractéristique : les œufs pourris nuisance
- Plus lourd que l'air s'accumule dans la partie basse des ouvrages
- Devient de l'H₂SO₄ via un processus aérobie et attaque les ouvrages en partie haute

Mesures de prévention générales

Pour tout le personnel qui travaille en Assainissement

1- Vaccination impérative

- Tétanos
- Hépatite A et B

2 - Mesures d'hygiène draconiennes:

Impérativement porter les EPI adaptés aux interventions à faire.

Désinfecter immédiatement toute blessure même bénigne

Toujours se laver les mains soigneusement avec un produit anti-bactérien après le travail

Ne pas mélanger la filière propre et la filière sale (vêtements de travail/de ville, lieux de travail, lieux de repas séparés)

3- Détecter la présence d'H₂S et en général des gaz explosifs (CH₄, CO)

Au moyen de détecteurs de gaz (explosimètres)

Préalablement à toute intervention humaine portés en permanence par le personnel lors des interventions

Au moyen de dispositifs fixes dans les STEP couplés à des alarmes

Les égouts, les collecteurs



Ce sont des espaces confinés:

- Milieu insalubre
- Manque de ventilation
- Pénibilité du travail car espace réduit
- Présence poss. de gaz



- Risque pour un travailleur isolé car accès et évacuation difficile

Risques biologiques
Risques d'infection



Tétanos
Hépatites
Présence de rats
Morsures

- Risques chimiques
- Présence d'H₂S

- Gaz explosifs (CH₄)
- Hydrocarbures
- Substance toxiques



Risques physiques
Chutes de plain-pied



Chutes de hauteur
Glissades
Chocs
Trafic automobile
Manutention de charges,
couvercles des regards de visite.

Risques climatiques
Survenance d'orages

Vétusté
Eboulement de l'ouvrage



A stylized graphic in shades of red and white, featuring a sun with rays and several large, overlapping leaves, creating a natural and environmental theme.

**ASPECT LÉGISLATIF ET
RÉGLEMENTAIRE
en assainissement et à La
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

1. Cadre législatif et réglementaire de l'assainissement et de la protection de l'environnement :

Le cadre législatif marocain se caractérise par un nombre important de textes dont les premiers remontent aux années 1914. Ces textes qui ont pour principe de base la protection de la propriété privée du patrimoine de l'Etat en vue de la protection de la salubrité publique et le maintien de la qualité du produit emprunté (qui devrait être restitué dans son état initial) sont épars et orientés (de portée limitée) et se sont révélés inadaptés à la conception de la protection de l'environnement adaptable au contexte actuel.

Conscient de cet état de fait, le gouvernement marocain a promulgué un certain nombre de lois actuellement approuvées, qui intègrent de plus en plus des dispositions liés à la protection des ressources en eau, à l'assainissement et de protection et de mise en valeur de l'environnement, on cite :

- La loi 10-95 sur l'eau, ses décrets et ses textes d'application ;
- La loi 12-90 relative à l'urbanisme et son décret d'application ;
- La loi 78.00 portant sur la charte communale telle qu'elle a été modifiée et complétée en 2002 par la loi n° 01-03 et en 2009 par la loi n° 17-08 ;
- La loi 11-03 relative à la protection et la mise en valeur de l'environnement ;
- La loi 12-03 relative aux études d'impacts sur l'environnement et ses textes d'application ;
- La loi 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air et ses textes d'application ;

La loi 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination et son décret d'application .

1.1. Loi N° 10-95 sur l'eau et ses textes d'application :

La loi 10-95 a été promulguée et publiée au Bulletin Officiel, à la suite du dahir n° 1-95-154 du 18 rabii I 1416 (16 août 1995 adoptée par la Chambre des représentants le 16 safar 1416 (15 juillet 1995), elle prévoit des dispositions légales visant la rationalisation de l'utilisation de l'eau, la protection des ressources en eau , la généralisation de l'accès à l'eau, la définition du domaine public hydraulique, la solidarité inter-régionale, la réduction des disparités entre la ville et la campagne dans le cadre de programmes dont l'objectif est d'assurer la sécurité hydraulique sur l'ensemble du territoire Royaume.

Parmi les apports de cette loi, figure également la contribution à l'amélioration de la situation environnementale des ressources en eau, dans la mesure où elle instaure des périmètres de sauvegarde et d'interdiction et elle assujettit les déversements des rejets à des déclarations, des autorisations préalables et à des redevances (décret N°2-04-553 du 24/01/2005).

Cette loi introduit de nombreuses dispositions pour protéger les ressources en eau de la pollution due aux déchets solides d'origine domestique ou industrielle. Elle interdit de déposer ou d'enfouir des déchets solides dans les portions constitutives du domaine public hydraulique. Elle soumet par ailleurs tout dépôt direct ou indirect susceptible de modifier les caractéristiques de l'eau à autorisation de l'Agence de Bassin.

Ces dispositions permettent d'introduire l'engagement du gestionnaire des déchets, par le biais de l'autorisation, à respecter des normes et des spécifications qui seront fixées par voie réglementaire.

Les décrets et arrêtés publiés au BO en relation avec l'assainissement sont :

Décret n° 2-04-553 du 24 Janvier 2005 relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou

indirects dans les eaux superficielles ou souterraines :

Le décret définit dans son premier article le déversement comme étant tout déversement, écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans une eau superficielle ou une nappe souterraine susceptible d'en modifier les caractéristiques physiques, y compris thermiques et radioactives, chimiques, biologiques ou bactériologiques. La mise en vigueur du décret induit la nécessité de :

- Demander une autorisation de déversement à l'Agence de Bassin ;
- Respecter les valeurs limites de rejet domestique fixées par l'arrêté n°1607-06 du 29 Joumada II 1427 (25 juillet 2006) portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejets domestiques : Fixe des valeurs pour les principaux paramètres physico-chimiques de pollution suivants : DBO5, DCO et MES.

Décret n° 2-97-875 du 4 février 1998 relatif à l'utilisation des eaux usées:

Conformément aux dispositions de l'article 57 de la loi n° 10-95 , l'autorisation de l'utilisation des eau usées est délivrée par l'agence du bassin hydraulique. L'utilisation des eaux usées est conditionnée par son épuration au préalable. (article 1). De plus selon l'article 3 « En aucun cas les eaux usées mêmes épurées ne peuvent être utilisées à la boisson, à la préparation, au conditionnement ou à la conservation de produits ou denrées alimentaires. L'utilisation des eaux usées épurées ne peut être autorisée pour le lavage et le refroidissement des récipients et autres objets destinés à contenir des produits ou denrées alimentaires, ou à servir à leur préparation, leur conditionnement ou leur conservation. L'Agence de Bassin peut, accorder son concours financier pour la réalisation des investissements de l'épuration des eaux usées et, le cas échéant, de leur pompage et/ou de leur adduction, jusqu'au lieu d'utilisation, à condition que ces eaux ne proviennent pas directement du milieu naturel.

Décret n° 2-05-1533, en date du 15 Safar 1427 (16 mars 2006) relatif à l'assainissement autonome.

Ce décret a pour principal objectif, la fixation des dispositifs d'assainissement autonome ainsi que les prescriptions techniques et les modalités de réalisation, d'exploitation, d'entretien et de maintenance en bon état de fonctionnement desdits dispositif ;

Ce décret s'applique aux déversements, écoulements, rejets et aux dépôts directs et indirects dans les eaux superficielles ou souterraines, en particulier aux :

- déversements provenant des habitations rurales dispersées ;
- déversements provenant des agglomérations rurales, dont la population est inférieure à un seuil qui sera fixé par arrêté;
- déversements provenant des agglomérations rurales, dont la population est supérieure ou égale au seuil précité et où les eaux usées déversées ont subi une épuration à travers des dispositifs d'assainissement autonomes agréés.

Les dispositions du décret stipulent que toute réalisation du dispositif d'assainissement autonome, en milieu rural, est soumise à une déclaration auprès des services techniques de la commune.

Arrêté n° 1607-06 l'économie du 29 joumada II 1427 (25 juillet 2006) : Arrêté conjoint du ministre de l'Intérieur, du ministre de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement et du ministre de l'industrie, du commerce et de la mise à niveau de portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique. BO. 5448 du 17/08/2006.

Cet arrêté fixe des valeurs pour les principaux paramètres physico-chimiques dépollution suivants : DBO5, DCO et MES ;

Arrêté conjoint du ministre de l'intérieur, du ministre de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, du ministre des finances et de la privatisation, du ministre de l'industrie, du commerce et de la mise à niveau de l'économie, du ministre de l'énergie et des mines et du ministre du tourisme, de

l'artisanat et de l'économie sociale n° 1180-06 du 12 juin 2006.

Cet arrêté fixe les taux de redevances applicables aux déversements des eaux usées et définissant l'unité de pollution : L'arrêté fixe le taux de redevance applicable aux déversements des eaux usées domestiques visé au chapitre III du décret n° 2-04-553 du 13 hija 1425 (24 janvier 2005), est donné dans le tableau ci-après en dirham par mètre cube d'eau potable consommé facturé par le gestionnaire du réseau d'eau potable, et éventuellement prélevé directement dans le milieu naturel ou à partir d'un ouvrage public : tableau suivant

Année	2006	2007	2008	2009	2010
Taux de redevance applicable aux déversements des eaux usées domestiques en dirham par mètre cube.	0,07	0,07	0,15	0,15	0,24

Arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement n° 1276-01 du 10 chaabane 1423 (17 octobre 2002) .

Cet arrêté fixe les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation..

De plus, depuis la création du Département de l'environnement, rattaché actuellement au Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE), l'arsenal juridique du Royaume en matière de protection de l'environnement s'est développé et renforcé en réponse à la dégradation soutenue de la qualité des ressources naturelles et à leur raréfaction, les lois régissant la protection de l'environnement sont :

1.2. La loi n° 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement :

La loi N° 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement, promulguée par le Dahir

N°1-03-59 du 10 Rabii I 1424 (12 mai 2003), définit les principes et les orientations d'une stratégie juridique environnementale pour le Maroc. Cette loi de portée générale répond au besoin d'adopter une démarche globale et intégrée assurant le meilleur équilibre possible entre la nécessité de préservation de l'environnement et les besoins de développement économique et social du pays.

Concernant l'assainissement liquide, la loi dans l'article 43 interdit tout rejet liquide ou gazeux d'origine quelconque dans le milieu naturel susceptible de nuire à la qualité de l'environnement en général et qui dépasse les normes et standards en vigueur.

1.3. Loi n°12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement et ses décrets d'application :

La loi n°12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement, promulguée par le Dahir N° 1-03-60 du 10 Rabii I 1424 (12 mai 2003), établit la liste des projets assujettis à une étude d'impact sur l'environnement (notamment les projets STEP et ouvrages annexes), la procédure de réalisation ainsi que la consistance des documents à produire face à la commission chargée de l'examen de l'étude. En outre, cette loi institue également la création d'un comité chargé de l'instruction des études d'impact environnemental présidé par le Ministre en charge de l'Environnement en vue de statuer sur leur acceptabilité environnementale.

Deux décrets d'application de cette loi ont été publiés dans le bulletin officiel à savoir :

- Décret N° 2-04-563 du 5 Kaada 1429 (4 novembre 2008) relatif aux attributions et au fonctionnement des comités :
- Le comité national est chargé de statuer sur les projets d'une portée internationale ou ayant un coût d'investissement supérieur à 200 MDHs ou encore lorsque le projet chevauche géographiquement entre deux régions économiques ;
- Les comités régionaux quant à eux sont chargés de statuer sur des projets dont le coût d'investissement

est inférieur ou égal à 200 MDHs.

- Décret N° 2-04-564 du 5 Kaada 1429 (4 novembre 2008) fixant les modalités d'organisation et de déroulement de l'enquête publique relative aux projets soumis aux études d'impact sur l'environnement.

1.4. Loi n° 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air et ses textes d'application :

Cette loi, promulguée par le Dahir N° 1-03-61 du 10 Rabii I 1424 (12 mai 2003), a pour but de prévenir, réduire et limiter les émissions des polluants atmosphériques susceptibles de porter atteinte à la santé de l'homme en particulier et à l'environnement d'une manière générale. Elle définit les moyens de lutte contre la pollution de l'air, les procédures de sanctions en cas de dommages ou de pollution grave et les mesures d'incitation à l'investissement dans les projets de prévention de la pollution de l'air.

Selon l'article 4 de cette loi, «il est interdit de dégager, d'émettre ou de rejeter, permettre le dégagement, l'émission ou le rejet dans l'air de polluants tels que les gaz toxiques ou corrosifs, les fumées, les vapeurs, la chaleur, les poussières, les odeurs au-delà de la quantité ou de la concentration autorisée par les normes fixées par voie réglementaire » (Décret n° 2-09-286 du 8 décembre 2009 fixant les normes de qualité de l'air et les modalités de surveillance de l'air et Décret n° 2-09-631 du 6 juillet 2010 fixant les valeurs limites des émissions polluantes dans l'air émanant de sources de pollution fixes et les modalités de contrôle de ces émissions).

1.5. Loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets solides et ses textes d'application :

Cette loi couvre les déchets ménagers, industriels, médicaux et dangereux. Elle stipule l'obligation de réduction des déchets à la source, l'utilisation des matières premières biodégradables et la prise en charge des produits durant toute la chaîne de production et d'utilisation. Elle instaure les principes de base, mondialement appliqués, du pollueur payeur et de la responsabilité partagée entre les différents acteurs concernés, de sorte que les producteurs et les détenteurs

de déchets sont tenus de valoriser ou d'éliminer leurs déchets dans des installations autorisées.

Elle envisage la création de décharges contrôlées en fonction de la nature du déchet. Le texte prévoit également l'aménagement par les collectivités locales des décharges contrôlées dans un délai maximal de 5 ans à partir de la publication de la loi pour les déchets ménagers et de 5 ans pour les déchets industriels. Pour ces derniers, le texte distingue les déchets industriels banals qui peuvent être disposés dans des sites isolés dans les décharges des ordures ménagères et les déchets industriels qui doivent être disposés et éliminés dans des décharges spécifiques. La collecte, la valorisation ou l'élimination de ces derniers sont soumises à un système d'autorisation préalable.

En application des articles 29 et 83 de la loi n° 28-00, le Décret n° 2-07-253 du 14 rejev 1429 (18 juillet 2008) portant classification des déchets et fixant la liste des déchets dangereux, inventorie et classe les déchets en fonction de leur nature et de leur provenance, dans un catalogue dénommé «Catalogue marocain des déchets» les autres décrets publiés sont :

- Décret n° 2-09-284 du 20 hija 1430 (8 décembre 2009) fixant les procédures administratives et les prescriptions techniques relatives aux décharges contrôlées (B.O. n° 5802 du 7 janvier 2010) ;
- Décret n° 2-08-243 du 30 rabii I 1431 (17 mars 2010) instituant la commission des polychlorobiphényles (PCB) ;
- Décret n° 2.09.538 du 5 rabii II 1431 (22 mars 2010) fixant les modalités d'élaboration du plan directeur national de gestion des déchets dangereux (B.O. n° 5830 du 15 avril 2010) ;
- Décret n° 2-09-285 du 23 rejev 1431 (6 juillet 2010) fixant les modalités d'élaboration du plan directeur préfectoral ou provincial de gestion des déchets ménagers et assimilés et la procédure d'organisation de l'enquête publique afférente à ce plan (B.O. n° 5862 du 5 août 2010) ;

- Décret n° 2-09-683 du 23 reheb 1431 (6 juillet 2010) fixant les modalités d'élaboration du plan directeur régional de gestion des déchets industriels, médicaux et pharmaceutiques non dangereux, des déchets ultimes, agricoles et inertes et la procédure d'organisation de l'enquête publique afférente à ce plan (B.O. n° 5862 du 5 août 2010).

1.6. Loi n° 12-90 relative à l'urbanisme et son décret d'application :

Cette loi promulguée par le Dahir n°1.92.31 du 15 Hija 1412 (17 juin 1992) et son décret n° 2-92-832 du 27 Rabia II 1414 (14 octobre 1993) est pris pour l'application de la loi, décrète la délimitation des périmètres des centres délimités, de leurs zones périphériques, des groupements d'urbanisme, des zones agricoles et des zones forestières.

L'article 4 définit les objectifs du Schéma Directeur d'Aménagement Urbain «SDAU », dont notamment la définition des :

- Principes d'assainissement ;
- Principaux points de rejet des eaux usées ;
- Endroits devant servir de dépôt aux ordures ménagères.

1.7. La loi n° 78.00 portant sur la charte communale telle qu'elle a été modifiée et complétée en 2002 par la loi n° 01-03 et en 2009 par la loi n° 17-08 :

Selon les dispositions de l'article 35 :

- Le conseil communal décide de la création et de la gestion des services publics communaux dans les secteurs suivants :
 - Approvisionnement et distribution d'eau potable ;
 - Assainissement liquide.

Le conseil communal décide, conformément à la législation et la réglementation en vigueur, de la

réalisation ou de la participation à l'exécution des aménagements et des ouvrages hydrauliques destinés à la maîtrise des eaux pluviales et à la protection contre les inondations.

1.8. Loi n° 40-09 relative au regroupement de l'ONE et de l'ONEP en un seul établissement public dénommé l'Office National d'Electricité et de l'Eau potable (ONEE) :

Cette loi s'inscrit dans le cadre de l'harmonisation des nouvelles stratégies de l'eau et de l'énergie et d'assurer la continuité du service public de l'eau et de l'électricité et leur gestion rationnelle par l'adoption de plan d'actions visant à assurer leur disponibilité, est entrée en vigueur le 24 avril 2012.

En effet, l'Office national de l'électricité (O.N.E) et l'Office national de l'eau potable (O.N.E.P) régis respectivement par le dahir n° 1- 63-226 du 14 rabii I 1383 (5 août 1963) et le dahir n° 1-72-103 du 18 safar 1392 (3 avril 1972), tels qu'ils ont été modifiés et complétés, sont regroupés au sein d'un même établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, créé dénommé « Office national de l'électricité et de l'eau potable », a été créé et désigné par « O.N.E.E «et par là l'O.N.E.E assure les missions et les activités imparties à l'O.N.E et à l'O.N.E.P.

L'ONEE-Branche Eau : de par sa nature fortement liée à la gestion de l'eau et de l'environnement. Il gère l'alimentation en eau potable du Royaume et est chargé de :

- La planification et l'approvisionnement en eau Potable du Royaume;
- Les études de la valorisation et de la gestion d'adduction d'eau potable ;
- La gestion du service de distribution d'eau potable dans les communes qui le sollicitent ;
- L'assistance technique en matière de surveillance de la qualité de l'eau alimentaire ;
- Le contrôle de la pollution des eaux susceptibles

d'être utilisées pour l'alimentation en eau potable.

l'ONEE - Branche Eau prend également en charge dans le cadre de la gestion déléguée le service d'assainissement des centres où il est distributeur d'eau potable pour les communes qui le sollicitent.

1.9. Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable :

Le projet de loi cadre 99-12 portant charte de l'environnement et du développement durable a été adopté en conseil du gouvernement en date du 14.12.12 : ce projet de loi cadre stipule que les stratégies sectorielles, les programmes et les plans d'actions soient menés dans le strict respect des exigences de protection de l'environnement et du développement durable. Cette loi cadre prévoit que dans un délai de 2 ans à compter de sa publication, les politiques publiques globales et sectorielles en vigueur doivent se conformer aux objectifs et orientations qui y sont définis.

2. Cadre institutionnel :

Sur le plan institutionnel, l'environnement, l'eau et l'assainissement au Maroc; s'inscrivent dans un contexte complexe où on retrouve à travers différents départements ministériels, des tutelles exercées directement où indirectement sur une de ces composantes.

Le Département de l'Environnement : est chargé de la conduite de la politique gouvernementale en matière de protection de l'environnement, il fait partie du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'eau et de l'environnement (MEMEE), d'autres acteurs publics, et privés interviennent dans la gestion de l'environnement et du développement durable.

Le Département de l'Eau : présente des structures d'intérêt majeur dans le domaine du contrôle de la qualité et de la quantité de l'eau. Il prend en charge l'évaluation des ressources en eau, leur mobilisation, leur planification et leur gestion. Il est chargé du contrôle des caractéristiques qualitatives et quantitatives des ressources en eau. Il assure également la subvention des

Agences de Bassins Hydrauliques conformément à la loi sur l'eau.

Par ailleurs, le Maroc dispose d'une panoplie d'institutions et de conseils qui servent de cadre de concertation et de lieu de participation de toutes les parties prenantes à la prise de décision environnementale notamment le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (CSEC) et le Conseil National de l'Environnement(CNE). Ces deux organes consultatifs orientent le secteur de l'eau et de l'assainissement. Le premier est chargé de formuler les orientations générales de la politique nationale de l'eau dans un cadre de concertation avec tous les partenaires. Son rôle est de nature stratégique. Le second a un mandat spécifique qui consiste en la formulation des recommandations et orientations pour la préservation de l'environnement.

D'autres institutions sont concernées par l'Eau et la problématique de la protection de l'environnement relève essentiellement des institutions ministérielles suivantes :

- Le Ministère de l'Intérieur, Direction Générale des Collectivités Locales, (DGCL)
- Le Ministère de la Santé, chargé de la protection de la santé publique, de la surveillance et du traitement des maladies liées à l'eau, de l'hygiène du milieu et des normes d'eau potable,
- Le Ministère de l'Agriculture et des Pêches maritimes (MAPM) chargé, entre autres, de la planification des programmes d'aménagement hydro-agricoles et de gestion des périmètres irrigués à travers les Offices de mise en valeur agricole (ORMVA) ; il est de ce fait un acteur potentiel dans le domaine de la réutilisation des eaux usées épurées. Ce Ministère peut aussi intervenir, à l'aval des projets de réutilisation des eaux usées épurées, à travers l'Office National de Sécurité sanitaire des Aliments (ONSSA) qui consiste en un dispositif institutionnel pour un contrôle intégré et moderne des produits alimentaires.

- Le Ministère des Finances qui gère l'assiette fiscale des opérateurs publics et des contrats de concessions ;
- Le Ministère des Affaires Economiques et Générales qui participe à la réglementation des tarifs de l'eau potable et de l'assainissement.
- Le Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Artisanat,
- Le Ministère de l'Équipement et du Transport,
- Le Ministère du Tourisme,
- Le Ministère de l'Éducation Nationale,
- Le Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération.

Les institutions intervenant au niveau régional et local :

Au niveau des régions mais plus exactement au niveau des bassins hydrographiques, les agences de bassin hydraulique (ABH) constituent les structures de gestion des ressources en eau qui autorisent les prélèvements et les rejets dans le milieu récepteur.

Les Agences de Bassins Hydrauliques (ABH) : La création des ABHs, confirme la volonté du législateur marocain d'asseoir les fondements de la gestion décentralisée de l'eau au niveau de chaque bassin ou ensemble de bassins tant au niveau de la prise de décision qu'au niveau de la mise en œuvre de la politique de l'eau. Les agences de bassins prennent en charge certaines missions qui étaient du ressort des Directions des Régions Hydrauliques (DRH) et sont chargées des études d'évaluation, de suivi, de planification. Elles sont également investies de certaines missions d'entretien et de maintenance des ouvrages et d'octrois d'aides, prêts et subventions à toute personne engageant des investissements d'intérêt collectif d'aménagement ou de préservation des ressources en eau .

Au niveau provincial , il y'a la commission préfectorale ou provinciale de l'eau créée par l'article 101 de la loi n° 10- 95 qui est composée des différents institutions

représentées au niveau régionale sous la présidence du Gouverneur de la province.

Au niveau local, la Charte Communale confère aux communes la responsabilité du service d'assainissement. Dans la majorité des cas, ce service est délégué à des concessionnaires , à des régies autonomes, à l'ONEE .Branche Eau (depuis l'an 2000 Dahir d' amendement en 2000 qui a étendu son domaine d'intervention à l'assainissement liquide) ou à des concessionnaires privés. Pour cela, les communes font appel à l'assistance de la DGCL pour l'instruction de ces délégations de service. La convention Cadre établie entre les collectivités locales et l'ONEE se traduit par la délégation de la gestion du secteur de l'assainissement à l'office dans les centres où il est distributeur.

3. Normes de rejets des eaux usées :

- Base réglementaire :

Décret n° 2-04-553 du 24 janvier 2005 (BO. 5292 du 17/02/2005) relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines :

- Système d'autorisation;
- Valeurs limites de rejets générales ou spécifiques;
- Redevances de déversements

1.1. Valeurs limites spécifiques de rejets domestiques :

Arrêté conjoint du ministre de l'Intérieur, du ministre de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement et du ministre de l'industrie, du commerce et de la mise à niveau de l'économie n° 1607-06 du 29 jourmada II 1427 (25 juillet 2006) portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique. BO. 5448 du 17/08/2006. Fixe des valeurs pour les principaux paramètres physico-chimiques de pollution suivants : DBO5, DCO et MES.

Les valeurs limites spécifiques de rejet domestique sont :

Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines		Valeurs limites spécifiques de rejet domestique applicables aux déversements existants d'eaux des agglomérations urbaines pendant la septième (7ème), la huitième (8ème), la neuvième (9ème) et la dixième (10ème) année à partir de la publication du présent arrêté	
Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique	Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique
DB05 mg O2/1	120	DB05 mg O2/1	300
DCO mg O2/1	250	DCO mg O2/1	600
MES mg/1	150	MES mg/1	250

MES = Matières en suspension.
 DB05 = Demande biochimique en oxygène durant cinq (5) jours.
 DCO = Demande chimique en oxygène.

Appréciation de la conformité :

- 12 échantillons composites de 24 heures par an prélevés à intervalles réguliers pour la 1ère année et 4 échantillons composites de 24 heures par an prélevés à intervalles réguliers pour les années qui suivent. Si l'un des 4 échantillons présente des valeurs ne satisfaisant pas les valeurs limites, 12 échantillons sont prélevés l'année suivante.
- Au moins 10 échantillons sur 12 sont conformes et le reste ne dépasse pas les VLRS de plus de 25%.

La réutilisation des eaux usées épurées est régie par l'Arrêté n° 1276-01 du 17 octobre 2002 : Arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement n° 1276-01 du 10 chaabane 1423 (17 octobre 2002) portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. BO. 5062 du 05/12/2002.

Pour la délivrance des autorisations d'utilisation des eaux usées conformément au décret susvisé n°2-97-875 du 4 février 1998, par l'agence de bassin se conformer aux critères ci-après :

3.1. Qualité des eaux destinées à l'irrigation :

Base réglementaire :

- Décret n° 2-97-875 du 6 choul 1418 (4 février 1998) relatif à l'utilisation des eaux usées. BO. 4558 du 05/02/1998.

Catégorie	Conditions de réalisation	Groupe exposé	Nématothodes intestinaux (a) [moyenne arithmétique du nombre d'oeufs pas litre (b)]	Coliformes fécaux [moyenne géométrique du nombre par 100ml (b)]	Procédés de traitement des eaux usées susceptibles d'assurer la qualité microbiologique voulue
A	Irrigation de cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics (c)	- Ouvriers agricoles, - Consommateurs - Public	Absence	< 1000 (d)	Une série de bassins de stabilisation conçus de manière à obtenir la qualité microbiologique voulue ou tout autre traitement équivalent
B	Irrigation de cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbres (d)	- Ouvriers agricoles	Absence	Aucune norme n'est recommandée	Rétention en bassin de stabilisation pendant 8 -10 jours ou tout autre procédé permettant une élimination équivalente des helminthes et des coliformes fécaux
C	Irrigation localisée des cultures de la catégorie B si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés	Aucun	Sans objet	Sans objet	Traitement préalable en fonction de la technique d'irrigation, mais au moins une décantation primaire

(a) *Ascaris, trichuris et ankylostomes.*

(b) *Durant la période d'irrigation.*

(c) *Une directive stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour les pelouses avec lesquelles le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.*

(d) *Dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la cueillette et aucun fruit tombé ne être ramassés. L'irrigation par aspersion est interdite.*

Pour les eaux usées épurées, le nombre minimal d'échantillons sur la base duquel une eau destinée à l'irrigation est dite conforme aux normes fixées dans le tableau mentionné ci-dessus, est de:

- quatre (4) par an à raison d'un (1) par trimestre pour analyser les métaux lourds,
- 24 par an à raison d'un (1) tous les quinze (15) jours pour analyser les paramètres bactériologiques, parasitologiques et physico-chimiques.

Les prélèvements d'échantillons susmentionnés doivent s'effectuer à la sortie des stations d'épuration. Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation sont :

	Paramètres	Valeurs limites
PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES		
1	Coliformes fécaux	1000/100 ml *
2	Salmonelle	Absence dans 51
3	Vibron Cholérique	Absence dans 450 ml
PARAMETRES PARASITOLOGIQUES		
4	Parasites pathogènes	Absence
5	Oeufs, Kystes de parasites	Absence
6	Larves d'Ankylostomides	Absence
7	Fluococercaires de Schistosoma hoematobium	Absence
PARAMETRES TOXIQUES ⁽¹⁾		
8	Mercuré (Hg) en mg/l	0,001
9	Cadmium (Cd) en mg/l	0,01
10	Arsenic (As) en mg/l	0,1
11	Chrome total (Cr) en mg/l	0,1
12	Plomp (Pb) en mg/l	5
13	Cuivre (Cu) en mg/l	0,2
14	Zinc (Zn) en mg/l	2
15	Sélénium (Se) en mg/l	0,02
16	Flour (F) en mg/l	1
17	Cyanures (Cn) en mg/l	1
18	Phénols en mg/l	3
19	Aluminium (Al) en mg/l	5
20	Béryllium (Be) en mg/l	0,1
21	Cobalt (Co) en mg/l	0,05
22	Fer (Fr) en mg/l	5
23	Lithium (Li) en mg/l	2,5
24	Manganèse (Mn) en mg/l	0,2
25	Molybdène (Mo) en mg/l	0,01
26	Nickel (Ni) en mg/l	0,2
27	Vanadium (V) en mg/l	0,1

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES		
SALINITE		
28	Salinité totale (STD) mg/l **	7680
	Conductivité électrique (CE) mS/cm à 25°C*	
29	Infiltration	
	le SAR*** = 0 - 3 et CE =	< 0,2
	3 - 6 et CE =	< 0,3
	6 - 12 et CE =	< 0,5
	12 - 20 et CE =	< 0,3
	20 - 40 et CE =	< 3
IONS TOXIQUES (affectant les cultures sensibles)		
30	Sodium (Na)	
	- Irrigation en surface (SAR***)	9
	- Irrigation par aspersion (mg/l)	69
31	Chlorure (Cl)	
	- Irrigation de surface (mg/l)	350
	- Irrigation par aspersion (mg/l)	105
32	Bore (B) (mg/l)	3
EFFETS DIVERS (affectant les cultures sensibles)		
33	Température (°C)	35
34	pH	6,5-8,4
35	Matières en suspension en mg/l	
	Irrigation gravitaire	2.000
	Irrigation par aspersion et localisée	100
36	Azote nitrique (N-NO ₃) en mg/l	30
37	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻) [Irrigation par aspersion en mg/l]	518
38	Sulfates (SO ₄ ²⁻) en mg/l	250

