

DOSSIER TECHNIQUE

A photograph of a waterfall with multiple cascades of water, creating a sense of movement and freshness. The water is white and frothy at the base, transitioning to clear blue as it falls. The background is dark, making the water stand out.

BIOTOP[®]

**STATIONS D'ÉPURATION
PROCÉDÉ D'ASSAINISSEMENT**

www.biotop-system.com

Le procédé d'assainissement BIOTOP

*UN PROCÉDÉ À CULTURES FIXÉES :
LES DISQUES BIOLOGIQUES*

L'innovation :
LA CUVE DE PRETRAITEMENT BIOTOP

S O M M A I R E

A :	LE PROCÉDÉ D'ÉPURATION BIOTOP	3
B :	DESCRIPTION DU PROCESSUS	4
C :	DÉTAIL DU CYCLE DE LA STATION	6
A.	Collecte, homogénéisation, sédimentation primaire	7
B.	Oxydation biologique	8
C.	Sédimentation secondaire	9
D.	Élimination des pollutions azotées	9
E.	Élimination des pollutions phosphorées	9
F.	Stockage des boues	10
G.	Système électronique de gestion du cycle d'épuration	10
D :	LES ATOUTS DE LA STATION BIOTOP	11
A.	Bassin primaire assurant le dégrillage et dessablage	11
B.	Variation de population et élasticité de fonctionnement	13
C.	Insensibilité à la température extérieure	13
D.	Insensibilité aux hydrocarbures et aux huiles minérales	14
E.	Une parfaite intégration dans le site	14
F.	Entretien et rentabilité du procédé	15
G.	Coût d'exploitation électrique	15
H.	Garantie de fonctionnement de l'exploitation	15
	NOTES	16

A :

Le procédé d'épuration BIOTOP

BIOTOP est un procédé d'épuration des eaux domestiques utilisant le procédé connu du disque biologique à culture fixée. Cette technique, encore appelée Rotating Biological Contactor (RBC) par les Anglo-saxons, a été mise au point au 19^{ème} siècle sur la base des travaux de Weigand portant sur le pouvoir épurateur des moulins à eau. Elle a été reprise par la suite par Hartman et Popel (Université de Stuttgart) au début des années 50. Les premières stations d'épuration de ce type ont été commercialisées dès le début des années 60.

On compte aujourd'hui plusieurs milliers d'installations dans le monde (Allemagne, Suisse, Royaume-Uni, Autriche, Pays Scandinaves, France, USA, Canada...). La majorité de ces installations est destinée à des populations inférieures à 10 000 habitants, néanmoins d'importantes unités de traitement (dizaines de milliers d'équivalents habitants) existent aux Etats Unis et au Canada.

L'expérience acquise dans ce type de traitement a permis d'adapter le procédé et de le perfectionner par la mise en œuvre d'une innovation technologique favorisant le prétraitement de l'effluent domestique et assurant la régulation complète du cycle d'épuration. Cette innovation est actuellement protégée, elle a été mise au point par Monsieur Raymond BRAGONI. L'ingénierie complète est commercialisée par la société INGENIUM sous le nom de «BIOTOP». Sa mise en œuvre est assurée par toute entreprise spécialisée dans la construction d'ouvrages d'assainissement.

Des résultats d'analyses réalisées par des laboratoires agréés et indépendants attestent de l'efficacité du traitement.

Le Conseil Général des Alpes Maritimes, compte tenu de la réussite de l'intégration et de l'excellent rendement épuratoire de la station de la commune de Moulinet, recommande aujourd'hui le procédé BIOTOP dans son département.



B :

Description du processus

La station d'épuration que nous proposons, utilise le système épurateur à disques biologiques (figure 1) et le dispositif BIOTOP (figure 2).

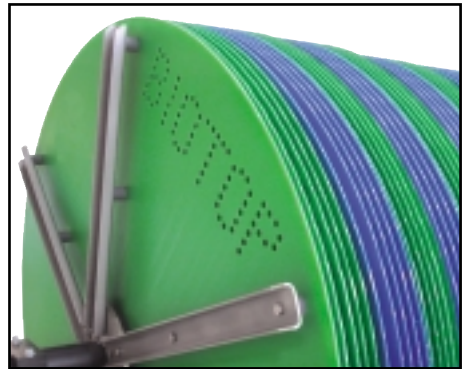
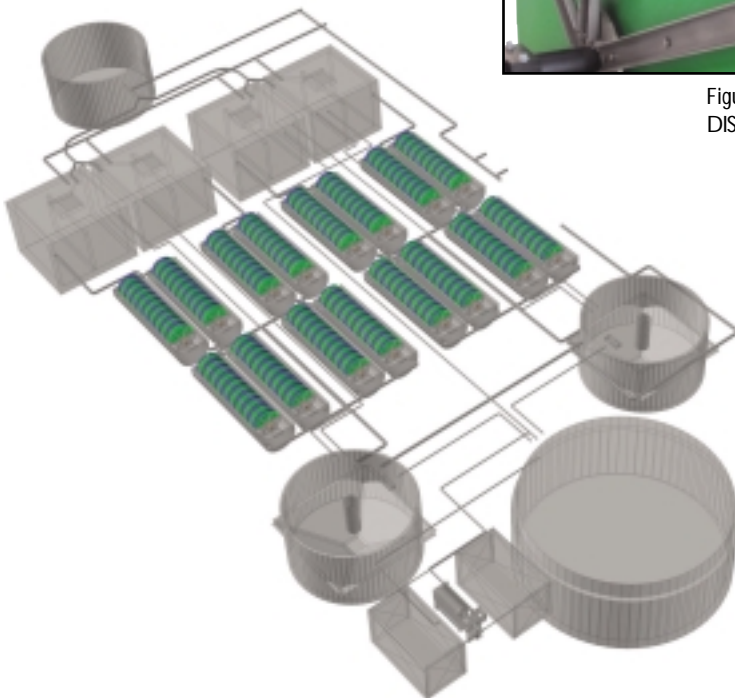


Figure 1 : RÉACTEUR À DISQUES BIOLOGIQUES



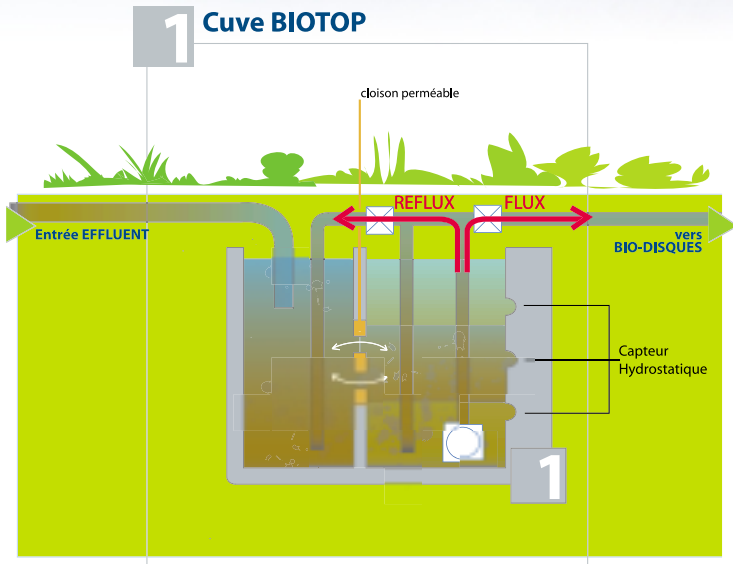


Figure 2 :
CUVE BIOTOP

Le procédé d'épuration à disques biologiques crée une ambiance particulièrement favorable au développement de la flore bactérienne qui détermine la dégradation naturelle des substances organiques biodégradables contenues dans les eaux de rejet. Cette ambiance est constituée par des disques de conception spéciale à demi immergés qui permettent un développement très rapide et efficace de la flore bactérienne.

Les disques, entraînés par des motoréducteurs, dans leur lente rotation (2 à 3 tours par minute), favorisent le contact entre la flore bactérienne et la substance organique contenue dans le liquide à épurer. Les micro-organismes, composant la flore bactérienne, transfèrent une

quantité optimale d'oxygène de l'air dans la substance organique. Cette flore bactérienne qui se développe sur le disque se détache systématiquement au-delà d'une épaisseur de trois à quatre millimètres. Ces flocons de matière, ainsi amalgamés, donnent cette propriété extraordinaire de sédimentation rapide en laissant l'eau traitée extrêmement limpide et épurée à haut niveau.

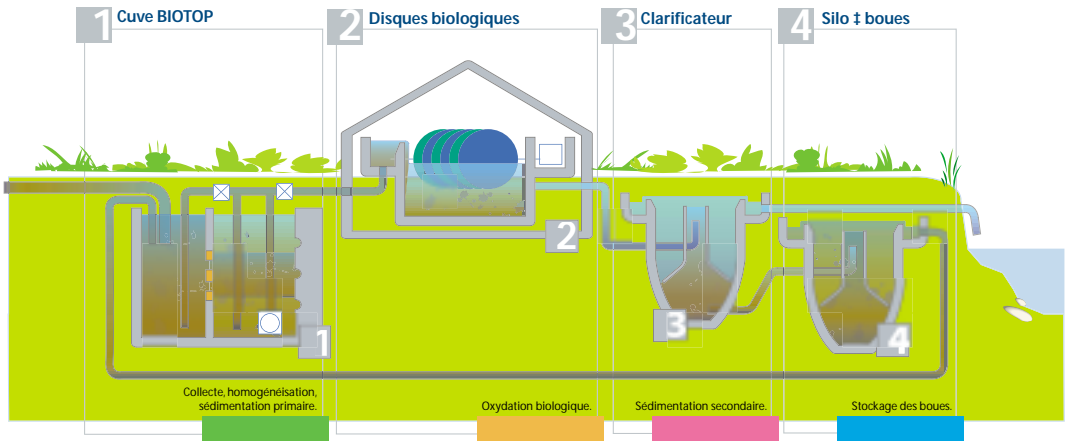
Le cycle d'épuration devient effectif dès le quatrième jour après le premier démarrage de la station et atteint son fonctionnement optimal le vingt-cinquième jour.

C :

Detail du cycle de la station

Le cycle de traitement de la station BIOTOP comporte les éléments suivants :

- Collecte, homogénéisation, sédimentation primaire
- Oxydation biologique
- Sédimentation secondaire
- Stockage des boues



Filière de traitement BIOTOP

A. Collecte, homogénéisation, sédimentation primaire.

Dans les procédés traditionnels d'épuration, le pré-traitement a pour objectif de retirer de la filière de traitement, les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures. Ces sous-produits sont alors stockés et il devient donc nécessaire de procéder régulièrement à leur enlèvement.

Le pré-traitement comprend **généralement trois opérations** :

- 1) **Le dégrillage** qui a pour objectif de retenir à l'entrée de la station d'épuration les déchets volumineux selon différents principes (grilles manuelles, grilles mécaniques, dilacération, le tamisage...)
- 2) **Le dessablage** qui a pour but d'extraire les sables présents dans l'effluent brut afin d'éviter des dépôts dans les canalisations.
- 3) **Le déshuilage** quant à lui consiste à séparer les huiles et les hydrocarbures de l'effluent brut.

Le procédé BIOTOP synthétise les opérations décrites ci-dessus et ce, grâce à la cuve de prétraitement qui est aujourd'hui protégée par un brevet. Il accepte la totalité de l'effluent amené à la station d'épuration. Les eaux usées arrivent directement dans le bassin primaire

au sein duquel s'opèrent l'homogénéisation et la séparation des résidus et des matières lourdes contenues dans les eaux à traiter.

Aucun dégrillage, dessablage ou déshuilage n'est donc nécessaire en tête de la station d'épuration et ce, quelle que soit la nature des matières domestiques reçues.

Seules les matières imputrescibles qui ne peuvent être dégradées par ce processus resteront prisonnières dans le bassin primaire dans l'attente d'une évacuation manuelle par pompage. Ce procédé supprime par conséquent l'obligation de collecte des déchets biodégradables qui s'accumulent à l'entrée de la station et qui occasionnent d'importantes nuisances (odeurs, pollutions...).

Le procédé BIOTOP prépare l'effluent en vue d'accroître l'efficacité des étapes de traitement ultérieures (en l'occurrence, les disques biologiques) Il homogénéise l'effluent de façon entièrement biologique. Il ne nécessite aucune adjonction d'additifs. Le cycle d'homogénéisation est entièrement régulé électroniquement, il s'adapte par conséquent aux variations journalières et saisonnières de la charge organique et ne requiert aucune intervention humaine.



B. Oxydation biologique

Le liquide ainsi préparé (aussi appelé liqueur) au sein du bassin primaire, est envoyé à débit constant, par l'intermédiaire de deux pompes d'alimentation, dans les réacteurs biologiques. Les pompes sont commandées par un système de détection de niveau et des procédures de régulation. Dans cette technique à culture fixée, on utilise la capacité qu'ont la plupart des micro-organismes à se fixer sur des supports très divers pour former un bio film. La flore bactérienne se développe ainsi sur ces disques en utilisant l'oxygène contenu dans l'air et s'alimente de la charge polluante des eaux usées.

Dans le procédé BIOTOP, l'apport en oxygène nécessaire aux besoins pour la synthèse bactérienne et aux besoins pour la respiration endogène est assuré pour une part, par la lente rotation des réacteurs biologiques. Cette action permet de mettre les bactéries alternativement en contact avec la matière organique biodégradable puis avec l'oxygène présent dans l'air ambiant, tout en assurant un brassage et donc une homogénéisation de l'effluent. La masse biologique de micro-organismes aérobies absorbe directement l'oxygène de l'air et le transfère à la substance organique à traiter dans une proportion optimale, empêchant ainsi la formation des nitrates et l'accumulation de phosphore, cause principale du phénomène bien connu d'eutrophisation.

Les Biodisques utilisés dans le procédé BIOTOP sont de conception particulière, puisqu'ils sont alvéolés dans leur épaisseur. Ils sont aujourd'hui protégés par un brevet. Cette configuration présente plusieurs avantages, le support est allégé, et l'effluent circulant dans les alvéoles est d'autant plus brassé et donc oxygéné.

Les Biodisques utilisés dans le procédé BIOTOP sont de conception particulière. Ils sont aujourd'hui protégés par un brevet. Cette configuration présente plusieurs avantages, le support est allégé, et l'effluent est d'autant plus brassé et donc oxygéné.

Le réacteur de traitement biologique comprend un ensemble de disques fixés sur un axe, en rotation en partie immergés dans l'effluent pré-traité. Chacun des disques est formé de deux plaques sensiblement parallèles, séparées par un matériau cellulaire à cellules ouvertes. Cette innovation permet une oxygénation optimisée des micro-organismes fixés sur le disque.

Le cycle d'épuration devient effectif dès le quatrième jour après le premier démarrage de la station et atteint son fonctionnement optimal le vingt-cinquième jour.

C. Sedimentation secondaire

La conception du bassin de sédimentation secondaire (aussi appelé clarificateur), dans lequel convergent toutes les eaux arrivant des réacteurs biologiques, a été étudiée pour permettre une sédimentation rapide des boues et par conséquent la clarification des eaux. Le clarificateur, dimensionné sur des vitesses ascensionnelles pouvant atteindre 2 mètres par heure en pointe, est en mesure de retenir les boues en excès. Les eaux clarifiées sont rejetées par la suite dans le milieu récepteur prévu à cet effet. (4)

D. Elimination des pollutions azotes

La mise en œuvre des réactions de nitrification dénitrification nécessaires à l'élimination des pollutions azotées, requiert quelques adaptations du procédé BIOTOP. On doit mettre en place des volumes d'anoxie en tête de station et compléter le processus par une recirculation de la liqueur mixte (nitrates) en sortie des réacteurs vers le volume d'anoxie. Selon le volume d'anoxie mis en place, on atteint différents niveaux de traitements.

E. Elimination des pollutions phosphorées

L'élimination des pollutions phosphorées se fera selon les principes de la "surconsommation" biologique du phosphore. Cette technique nécessite la mise en œuvre en tête de station, d'un volume d'anaérobie stricte (sans oxygène et sans présence de nitrates), complété par une recirculation des boues du clarificateur vers le volume d'anaérobie.

Au cours de la période d'anaérobiose, les cellules de la boue relâchent le phosphore dans le milieu extérieur et dans des conditions aérobies (dans le réacteur à disques biologiques), ces mêmes boues réabsorbent le phosphore présent ; c'est le phénomène de surconsommation. Soumises à ce régime cyclique, les boues s'adaptent et parviennent à piéger des quantités de phosphore supérieures à leurs besoins métaboliques propres.

F. Stokage des boues

Les boues biologiques ainsi produites se caractérisent par la propriété d'une excellente sédimentation en sortie des réacteurs. Cette grande densité limite le phénomène de « bulking » (boues légères) fréquent dans les systèmes traditionnels du type "boues activées" par exemple.

G. Système électronique de gestion du cycle d'épuration

Ce système, spécialement programmé, est un élément fondamental du dispositif BIOTOP. Son action porte principalement sur l'étape de prétraitement de l'effluent. Il est composé d'un automate programmable et d'une interface électronique « BIOMATIC Z3 ». L'ensemble du cycle

hydraulique peut être soit programmé par l'utilisateur soit déduit par le système qui se fonde sur le moment de la journée, la saison, des mesures de niveaux, des quantités de volumes recyclés et/ou transférés vers les étapes suivantes du cycle de traitement.

Ces différentes informations sont fournies par un capteur de niveaux qui indique au système la quantité d'effluent reçue par le dispositif et par conséquent la quantité à prétraiter. Des contacts de niveaux de sécurité indiquent au système l'état du bassin (plein ou vide) afin de prévenir tout dysfonctionnement du dispositif (panne d'une pompe par exemple).

D :

Les atouts de la station BIOTOP

De par son concept "Bio-technico-hydraulique", la station BIOTOP est parfaitement indiquée pour répondre aux besoins des petites et moyennes collectivités.

A. Bassin primaire assurant le dégrillage et le dessablage

Aucun dégrillage n'est prévu en tête de station quelle que soit la nature des matières grosses domestiques reçues à la station. Ce bassin primaire à fond plat, muni d'une cloison perméable, donne à chacune de ces matières compactes l'obligation de trouver leur position dans le cycle de prétraitement, dans l'attente irrémédiable d'une dégradation physique ayant pour conséquence leur dissolution dans les eaux à traiter (figure 3), c'est à dire :

- Les matières lourdes qui sédimentent
- Les matières flottantes qui restent en surface
- Les matières dissoutes qui trouvent leur place entre les deux

Le reflux active très légèrement un courant d'eau ayant pour rôle d'obliger une homogénéisation plus ou moins rapide de toutes ces matières. Seules les matières imputrescibles qui ne seront pas atteintes par ce

processus resteront prisonnières dans le premier compartiment, dans l'attente d'une évacuation manuelle par pompage au même moment que l'extraction des boues du traitement secondaire.

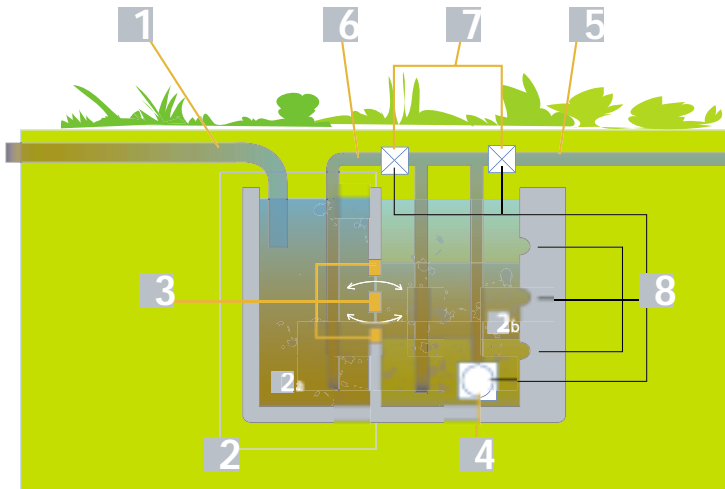
Dans le même temps, les pompes d'alimentation des réacteurs biologiques situées dans le second compartiment assureront leur office sans risque de préjudice subi par les matières grosses, les filasses produites seront traitées par une disposition particulière des pompes.

Les électrovannes commandées par le système de gestion laissent un laps de temps entre le reflux dans le premier compartiment et l'aspiration d'alimentation au réacteur, permettant ainsi aux matières non dégradables de trouver leur place (sédimentation ou maintien en surface).

Toutefois, et malgré les précautions prises, si quelques matières arrivant accidentellement dans l'aspiration d'une des pompes du bassin primaire, se retrouvaient dans le bassin des réacteurs, cela n'aurait aucune conséquence, puisque la composition des disques imputrescibles est d'une grande élasticité, ils ne subiraient donc pas de dommages. Si d'aventure ces matières indésirables arrivaient dans le traitement secondaire, elles subiraient l'évacuation lors de l'extraction des boues.

De la même manière, les sables faisant partie des matières lourdes se déposent au fond du premier compartiment et sont

lavés et relavés par le reflux déjà cité évitant ainsi toute formation d'agglomérat.



Ce dispositif comporte un collecteur (1) qui rejette l'effluent domestique dans le bassin primaire (2). Ce bassin primaire est compartimenté par une ou plusieurs cloison perméable (3) formant ainsi des sous bassins (2a) et (2b). Ces cloisons assurent un rôle de filtre et contribuent à l'homogénéisation de l'effluent, favorisant ainsi la suite du cycle d'épuration. Le bassin primaire ainsi cloisonné a pour fonction de piéger, dans l'un des sous bassins (2b), les particules lourdes au fond (sable et autres...) et les particules légères en surface (mousses). Le sous bassin (2a) est muni d'un système hydraulique de pompage (4) et d'une régulation de débit de l'effluent.

Cette régulation peut s'effectuer en dimensionnant différemment le diamètre des tuyaux (5) et (6) du circuit hydraulique par exemple et/ou en intégrant un dispositif de fermeture (7) (vannes réglables mécaniques ou électromécaniques). Le mouvement d'eau généré par le reflux de l'effluent au sein du bassin primaire permet de réitérer la filtration de l'effluent (reflux dans un sous bassin (2b), d'éviter la sédimentation des particules lourdes au fond des sous bassins (2a) et (2b) et d'assurer à terme l'homogénéisation de l'effluent. (8) : Système électronique de gestion.

figure 5: LE BASSIN PRIMAIRE ET SON PRINCIPE DE REGULATION ELECTRONIQUE

B. Variation de population et élasticité de fonctionnement

Toute variation du niveau du débit de l'effluent est immédiatement décelée par un capteur de débit installé dans le bassin primaire. Cette information est analysée par le système de gestion électronique qui reconsidère alors le cycle de traitement (temps de pompage, volumes d'effluent à recycler...), et ce, pour un parfait fonctionnement de la station.

Si le débit à l'entrée de la station baisse, le bassin primaire, outre les fonctions de ramassage et d'homogénéisation des eaux d'arrivées, assure alors la fonction de bassin tampon.

A l'inverse, lors d'une forte augmentation du débit et par conséquent de la charge organique, la pellicule biologique en activité sur les disques possède la propriété d'absorber pour plusieurs heures une charge dix fois supérieure à la charge normale, sans altération de la qualité de l'eau en sortie. L'augmentation ou la diminution de population n'occasionnera donc aucune modification du cycle, l'auto-régulation des biomasses sur les disques assurera ce rééquilibrage dans la limite de la capacité nominale de la station.

C. Insensibilité à la température extérieure

En considérant, que de connaissance universelle, l'oxydation de la flore bactérienne engendre une réaction exothermique,

que la matière constituant les disques est particulièrement adaptée à la conservation de la chaleur, que la rotation des disques empêche la stagnation des eaux dans le réacteur, les variations de température extérieure de - 30 à + 60 degrés ne constituent aucun inconvénient au processus d'épuration.

Plusieurs paramètres interviennent en effet pour garantir le bon fonctionnement du cycle épuratoire lors de très basses températures :

- Le métabolisme de base spécifique aux bactéries du biofilm qui traduit la dépendance d'énergie physiologique reflète l'exothermicité des réactions d'oxydoréduction à l'origine de l'activité assimilatrice.
- Le coefficient de conductibilité thermique de la matière constitutive des disques biologiques et celui de l'espace de confinement qui participe à la non-dispersion de la chaleur.
- La position semi-enterrée et fermée des réacteurs (volant thermique du sol, soustraction à l'effet du vent et effet de serre).
- La valeur élevée de la capacité calorifique des eaux à traiter due à leur forte charge organique qui provient du bassin primaire (température des eaux bénéficiant du volant thermique du prétraitement).
- L'absence de stagnation du miroir des eaux du réacteur due à la rotation des disques.
- La température des eaux de rejet déjà élevée à l'arrivée dans la station et

conservée par le volant thermique du bassin primaire enterré.

Ce bilan exothermique dû à la prolifération des bactéries, se traduit par le maintien de la température aux abords immédiats, ce qui permet d'affirmer qu'en activité ces masses biologiques ne pourront en aucun cas subir l'effet de gel, et ce d'autant plus que toute l'installation qui accueille les réacteurs biologiques est entièrement couverte et isolée.

D. Insensibilité aux hydrocarbures et aux huiles minérales

La masse biologique présente sur le disque est également en mesure d'absorber et de digérer les molécules complexes que constituent les hydrocarbures, graisses et autres matières grasses. Le système à disques biologiques par essence, cultive et favorise la prolifération des bactéries qui s'alimentent selon leur besoin en oxygène ainsi que de toutes formes de pollution.

Lorsque les proportions de graisse ne dépassent pas les normes ordinairement enregistrées dans les eaux brutes d'origines domestiques, le système absorbe sans aucune défaillance les graisses et hydrocarbures traditionnellement rencontrés. Les huiles et graisses arrivant dans les réacteurs à disques biologiques sont condamnées à se déposer sur les disques en rotation, permettant aux bactéries en activité sur ces disques de s'alimenter en proportion optimale de cette pollution. Il est évident qu'en cas de crise

ponctuelle générant une proportion exagérée de graisse dans l'effluent brut, l'absorption par les bactéries de cette surdose de graisse, aboutirait à la formation d'un film isolant qui transformerait la biomasse aérobie en anaérobie et dégagerait des odeurs inhabituelles. Il semble donc rationnel de se limiter aux proportions maximums admises habituellement, soit 40 à 60 mg par litre, proportions qui dépassent largement les rejets domestiques habituels même si nous savons que le système absorbe jusqu'à 100 mg par litre.

E. Une parfaite intégration dans le site

La station d'épuration a souvent été considérée, à tort, comme l'installation "honteuse" d'une collectivité locale, on en parlait peu et on ne la montrait surtout pas. Les mentalités ont évolué, nous nous devons donc de proposer des solutions intégrées et esthétiques.

La station d'épuration BIOTOP est extrêmement compacte. L'agencement des différents modules (bassin primaire, réacteur, clarificateur, silos à boues...) est conçu pour réduire au maximum la consommation d'espace et ainsi permettre une parfaite intégration de la station BIOTOP sur le site à équiper.

F. Entretien et rentabilité du procédé

L'entretien directement lié au fonctionnement permanent de cette station d'épuration se limite à la vérification périodique des pièces mécaniques en mouvement. Aucune intervention au plan du processus ne se justifie, en particulier en ce qui concerne les variations saisonnières de population (dans la limite de la capacité nominale).

En effet, le système à disques biologiques et la procédure de régulation électronique du cycle correspondant permet d'assurer une autonomie complète et permanente de l'ensemble de la station. Un contrat d'exploitation peut être proposé pour l'entretien et le suivi de l'installation.

G. Coût d'exploitation électrique

Le coût moyen journalier d'exploitation électrique peut être aisément estimé. La consommation des équipements électriques étant connue (pompes, motoréducteurs, capteurs...), on peut alors calculer la consommation totale en électricité et le coût journalier. Selon l'Agence de l'Eau ce coût pour une station classique est de l'ordre de 0.2 kWh/kg de DBO5 éliminé.

Pour une BIOTOP la consommation est de 0.03 kWh/kg de DBO5 éliminé, soit pratiquement 7 fois moins.

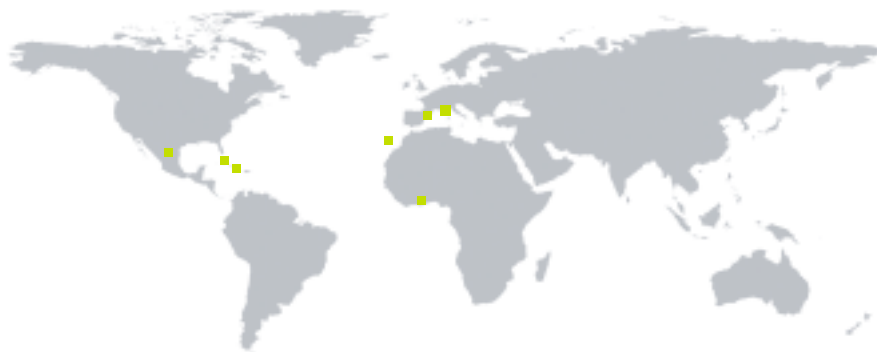
H. Garantie de fonctionnement de l'exploitation

Niveau de rejet sera celui défini par les normes européennes soit :

Paramètre		Concentration	% mini de réduction
DBO5		25.mg/l	70 à 90
DCO		125.mg/l	75
MES	>10 000 EH	35.mg/l	90

NOTES :





ingenium assure la conception et le développement du procédé d'épuration Biotop System.

ingenium s'associe aux compétences locales en maintenant son soutien technique, pour développer et promouvoir le procédé d'assainissement BIOTOP System.

La volonté finale étant de mettre en place un réseau international de proximité, INGENIUM est toujours en quête de nouveaux partenaires.

Commercialisation



ingenium

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES TECHNIQUES
ET DE RECHERCHES
www.ingenium-sa.com
e-mail : contact@ingenium-sa.com
Maison du Parc Technologique
20601 BASTIA - France
Tél. : +33 495 309 616
Fax : +33 495 309 617