

Projet de CSDU de Saint Escobille

Essonne

Commentaires techniques

Le document se rapporte au projet de CSDU de Saint Escobille. Il aborde successivement les points suivants :

- Rappel sur les produits de dégradation pollution ;
- Devenir des produits de dégradation dans le milieu naturel ;
- Les pollutions anciennes ;
- Cadre géologique ;
- Le projet de CSDU ;
- Conclusions.

1, Rappel sur les produits de dégradations dans un CSDU

Les produits de dégradation dans un CSDU de classe 2 sont de deux types :

- Produits gazeux (ou biogaz) ;
- Produits liquides ou lixiviats

1 1, Le biogaz (figure n°1)

Formé par décomposition anaérobie des déchets organiques biodégradables, ce gaz contient majoritairement du gaz carbonique (CO₂) et du méthane (CH₄). Le rapport moyen théorique du méthane sur le gaz carbonique est très proche de 1,3.

S'y trouve associé, à l'état de traces des composés sulfurés (H₂S) formés par réduction des sulfates solubles et de l'azote lié à la dégradation anaérobie des protéines et acides aminés. Cet azote est le plus souvent d'origine atmosphérique. La présence épisodique d'oxygène dans le biogaz est anormale, puisqu'incompatible avec la synthèse microbienne du biogaz. Elle traduit des venues d'air atmosphérique (rapport O₂/N₂ :3,714), en relation avec une couverture non étanche du site de stockage.

Enfin, on trouve également des traces de siloxanes, produits de réduction de la silice dissoute et du biogaz.

1 2, Les lixiviats

Correspondent aux jus formés dans les déchets.

L'origine de l'eau de ces jus est triple :

- Eau de pluie percolant les déchets ;
- Eau de compaction des déchets ;
- Eau de dégradation des déchets par formation de biogaz.

De par cette origine triple, la composition des lixiviats comporte :

- Des sels minéraux solubles, en milieu réducteur, plus ou moins dissociés : bicarbonates, chlorures, acides gras volatils. Les sels minéraux oxygénés sont normalement absents, suite à leur réduction microbienne : nitrates et sulfates. Le potentiel redox observé permet cependant l'existence de phosphates. Ces composés anioniques sont équilibrés, de manière décroissante par du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium. Le pH est fortement tamponné vers 7,5 par les bicarbonates abondants. S'y ajoutent des sels de métaux lourds. Leur existence à l'état soluble, malgré le pH de précipitation des hydroxydes, est liée à la formation de complexes organo métalliques anioniques ;
- Des composés organiques quantifiés par l'azote Kjeldahl, le carbone organique total, la DBO et la DCO ;

- Une charge bactériologique élevée, tant en germes telluriques qu'en germes pathogènes d'origine intestinale ;
Cette origine triple explique les variations de concentration observées, avec une augmentation du rapport DCO/DBO dans les lixiviats vieilliss. Cette augmentation traduit une dégradation microbienne anaérobie des lixiviats avec chute de la fraction biodégradable et augmentation de la DCO dite dure peu ou pas biodégradable (acides humiques plus ou moins polymérisés).

2, Devenir dans le milieu naturel.

2 1, Le biogaz

Le biogaz, par sa richesse en gaz carbonique présente une importante solubilité. Les solutions montrent un caractère acide très agressif vis-à-vis des carbonates (calcaires, dolomies) avec mise en solution sous forme de bicarbonate soluble. Cela entraîne une diffusion importante du méthane (inflammable) du biogaz, ce sur des distances pouvant excéder cent mètres. On a là des sources importantes d'incendie et de mort des végétaux, par toxicité racinaire du biogaz, en absence de collecte du biogaz.

2 2, Les lixiviats

Leur charge minérale les rend plus denses que l'eau douce de la nappe. On aura de ce fait leur propagation en profondeur, avec, pour corollaire, la remontée en surface d'eau ancienne plus légère.

L'azote Kjeldahl va se minéraliser en ammonium, qui se fixera fortement sur les minéraux argileux de l'aquifère. Leur oxydation microbienne les transformera à leur tour en nitrates non fixés qui vont migrer dans la nappe phréatique.

Les anions, non fixés par les échangeurs d'ions cationiques des argiles vont migrer dans l'aquifère. Les nitrates, en milieu réducteur, seront réduits en azote gazeux. Les sulfates éventuellement présents seront réduits en hydrogène sulfuré toxique, toujours en milieu réducteur. Seuls les chlorures migreront sans transformation. Cette migration des chlorures permet leur emploi comme marqueurs de pollutions par lixiviats. L'arrivée de lixiviats chargés en sels dissous rend les terrains plus conducteurs. Cela est souvent source d'erreur dans l'interprétation des panneaux électriques mesurant la résistivité du sous-sol. En effet, la charge minérale importante liée à des lixiviats fera assimiler à des argiles à très faible perméabilité des terrains saturés de lixiviats riches en chlorures conducteurs.

La DBO va se dégrader, en anaérobiose, avec production de CO₂ et méthane. Les faibles températures du sous-sol (<20°) ralentissent la méthanisation optimale à 35° (phase mésophile).

La DCO dure est source d'acides humiques, plus ou moins polymérisés. Ces acides humiques forment des complexes (au sens chimique) avec les cations autres que les alcalins et permettent ainsi leur migration sans adsorption sur les argiles, avec échange d'ions. La chloration de ces composés humiques, dans le cadre de potabilisation de l'eau, donne naissance à des composés organo halogénés mutagènes et potentiellement cancérogènes.

La charge microbienne diminue très lentement.

Les métaux lourds complexés à l'état anionique par les acides organiques (acides gras volatils précurseurs de la méthanisation, acides alcools, acides humiques) vont migrer dans l'aquifère. En cas de dégradation microbienne de ces acides organiques, les métaux lourds repassent en solution avec une charge positive. Cela permettra leur fixation sur les minéraux argileux avec échange d'ions (libération de K, Na, Ca ou Mg) ou leur précipitation à l'état de sulfures insolubles, en milieu fortement réducteur (réduction des sulfates en hydrogène sulfuré puis formation de sulfures métalliques à produit de solubilité très faible).

Globalement, on assistera à une dégradation lente de la DBO, avec persistance d'acides humiques non biodégradables, à fort pouvoir complexant et source d'AOX (organo halogénés) en cas de javellisation éventuelle. L'azote Kjeldahl, au final, sera une source

retardée de nitrates, après apparitions de conditions d'aérobiose. Les chlorures abondants servent de marqueur de pollution par lixiviat et peuvent fausser l'interprétation des mesures géophysiques de conductivité par sondage ou par panneaux électriques.

3, Les pollutions anciennes.

Le site de Saint Escobille a vu s'installer dès les années 1919 un dépôt d'ordures ménagères en provenance de la ville de Paris. Le site indiqué sur l'extrait de carte joint a fonctionné jusqu'en 1952. Il a fait l'objet d'incendies importants, ayant duré longtemps dont un signalé en 1924. Ces feux sont à relier à des biogaz de fermentation des déchets.

Aucune étanchéité permettant la collecte du biogaz et des lixiviats n'a existé sur le site.

À ce jour, il n'existe aucun piézomètre de contrôle permettant de suivre la pollution liée au site : azote total, dioxine (formés par combustion des déchets et lessivés par l'eau de pluie), chlorures, germes fécaux, métaux lourds... De plus, on ne dispose d'aucune donnée relative à l'étendue du panache de pollution dans la nappe sous-jacente.

Deux dépressions devant le site, non marquées sur la carte au 1/20000, correspondent sans doute à des effondrements karstiques (dans les calcaires d'Etampes) liés à des fuites de lixiviats saturés en biogaz (cf. annexe). Ce pourrait être également d'anciennes marnières sapées par les lixiviats corrosifs issus de l'ancien dépôt.

4, Contexte géologique

4 1, Stratigraphie.

La coupe géologique des forages locaux (captage AEP de Plessis Saint Benoist) ne diffère pas de la coupe du sondage stratigraphique Etampes-butte Labatte, à 10 Km à l'Est de Saint Escobille (figure n°4).

Ces coupes permettent de constater l'existence sous les limons des plateaux (0,2 à 1,05 m) d'environ 30 m de calcaires lacustres, à variation rapide de faciès, comme on peut l'observer dans la tranchée de la nationale 20, en sortie Sud d'Etampes. Cette tranchée présente quelques karts métriques verticaux, affectant toute la masse des calcaires, avec remplissage partiel par des argiles rouges.

Sous les calcaires, on rencontre les sables de Fontainebleau, sporadiquement grésifiés à leur sommet.

4 2, Hydrologie.

4 2 1, Rappels

L'examen de la carte IGN montre :

- Une source à 88 m NGF (source de La Louette) à cinq Km au NE de Mérobert ;
- Une source à 108 m NGF (source Saint Apolline) à cinq Km au sud de Mérobert
- Le toit de la nappe vers 115 m entre Mérobert et Saint Escobille.

Ces données indiquent un drainage de la nappe vers l'Est Nord-Est, depuis l'ancien site de stockage de déchets de Saint Escobille.

À l'opposé, on ne dispose pas de données sur la chimie de l'eau (balance ionique). On peut cependant admettre, en dehors de contamination anthropique, les valeurs suivantes pour le fond géochimique local :

- Chlorures : 10 mg/l
- Nitrates : 5 mg/l
- Sulfates : 7 mg/l
- Magnésium : 5 mg/l
- Potassium : 1 mg/l
- Sodium : 7 mg/l.

Toute variation de ce fond impliquera une contamination dont les causes sont à rechercher : agricoles et (ou) industrielles sensu lato.

422, Les données locales

Sont issues de la base de données publiques sur l'eau bdes.brgm.

Sept captage AEP ont été étudiés, en aval hydraulique du projet de CET. Leur liste et leur position figure sur le document joint de localisation.

Les paramètres étudiés portent sur les chlorures, nitrates, sulfates, TAC (relié aux bicarbonates), silice, fluorures, calcium, magnésium, potassium et sodium.

Seul le captage d'Etrechy intéresse la nappe de l'éocène à caractère réducteur, d'où disparition des nitrates par réduction. Ce captage donne une eau enrichie en alcalins (sodium et potassium) à l'origine des teneurs plus élevées en silice et en fluorures (dépassant les teneurs maximales de 1,5 mg/l pour les eaux potables). Les teneurs basses en chlorures se rapprochent du fond géochimique local.

Les autres captages exploitent l'aquifère du stampien, à la base des calcaires d'Etampes et au sommet des sables de Fontainebleau.

Les captages de Chalo Saint Mars présentent de fortes similitudes. Leur teneur en TAC est la plus élevée, traduisant un apport exogène de CO₂. On y observe également les valeurs les plus basses en nitrates, sulfates et magnésium, au même titre que dans le captage de Plessis Saint Benoist. Ces trois captages sont les plus proches en aval hydraulique de l'ancien dépôt de Saint Escobille.

La chute du magnésium peut être reliée à une moindre solubilité des carbonates de magnésium reprécipités par échange contre du carbonate de calcium. Celles des nitrates et sulfates est à relier avec des venues de réducteurs associés à du gaz carbonique. Le biogaz dissous (méthane et gaz carbonique) issu de l'ancien stockage de Saint Escobille est une cause probable du phénomène.

Un argument majeur milite pour cette hypothèse : les teneurs très basses en chlorures des captages de Plessis Saint Benoist, à moindre degré, de ceux de Chalo Saint Mars. Ces teneurs correspondent à des teneurs d'eaux anciennes n'ayant pas fait l'objet de contamination agricole. Leur origine est à rechercher dans des déplacements vers le haut d'eaux anciennes légères (peu minéralisées) par des lixiviats denses riches en sel dissous. Ce type de déplacement d'eaux anciennes par lixiviats est connue ailleurs. On peut citer, entre autres, le site de « La Fermeté », dans la Nièvre. **Nous sommes donc, pour les deux captages AEP indiqués, dans les limites externes verticales d'un panache de pollution par l'ancien site de dépôt de gadoues parisiennes.**

5, Le projet de CSDU

Sur une surface de 18 hectares, ce projet envisage de stocker des déchets banals industriels de classe 2.

Envisagé sur la face sud de l'ancien stockage de Saint Escobille, le site est en amont hydraulique du captage AEP des Boutards (Chalo Saint Mars).

Les fracturations importantes périglaciaires des calcaires et leur karstification n'ont pas été prises en compte dans l'étude d'impact. Par ailleurs, la solubilité des carbonates de calcium des calcaires dans le CO₂ du biogaz n'est pas envisagée, au même titre que l'existence possible de marnières susceptibles de s'effondrer sous le site proposé.

L'étude géophysique réalisée par le BRGM met en évidence des zones de diminution de vitesse sonique couplées à une augmentation de la conductivité. On a là vraisemblablement une zone d'effondrement (karts ou(et) marnières) associée à des venues d'eau riches en sels dissous (lixiviats de l'ancien site de Saint Escobille). Une vérification par sismique réflexion très haute résolution, selon la technique développée par l'École Centrale de Lille permettrait

de confirmer cette hypothèse, à défaut de sondage carotté de reconnaissance sur les zones d'anomalies observées, avec diagraphies (gamma ray, résistivité et sonique).

Par ailleurs, l'étude d'impact ne fournit aucune donnée sur le devenir des lixiviats et biogaz, en cas de perte dans le milieu naturel local (calcaires fissurés). Elle ne semble pas fournir non plus de données chiffrées sur les volumes de lixiviats et de biogaz (en conditions normales de température et de pression) annuel, le % de récupération effectif.

Il n'y a pas non plus de données relatives à la cinétique de l'eau dans l'aquifère fracturé des calcaires d'Etampes, par mesures isotopiques (carbone 14 ou de tritium).

Enfin, aucune mention n'est faite de la pollution ancienne de l'aquifère au droit du projet et de son étendue.

6, Interprétation et conclusion

Le site proposé est en amont hydraulique de trois captages AEP.

Ce projet jouxte un ancien site de stockage de déchets urbains. Cet ancien site n'a fait l'objet d'aucun aménagement particulier relatif à la collecte du biogaz et des lixiviats et ne fait l'objet à ce jour d'aucun suivi particulier.

Cette incurie est à l'origine d'une importante pollution des eaux souterraines avec solubilisation des calcaires par le biogaz. L'étendue de cette pollution comme son évolution spatiale sont inconnues. Par ailleurs, il n'existe aucune donnée précise relative à la cinétique de l'eau dans la nappe des calcaires d'Etampes très fracturés

L'examen des eaux de trois captages AEP aval montre des anomalies : TAC augmenté et chute des nitrates, sulfates et magnésium. Ces anomalies en relation possible avec des fuites de biogaz dans l'aquifère. L'arrivée de lixiviat contaminant est donc à prévoir dans ces captages dans les trente ans à venir

Le nouveau site de stockage envisagé serait donc bâti sur des calcaires fragilisés avec risque d'effondrement de karst et (ou) marnière, cause d'instabilité des futurs casiers de stockage. On aurait alors des pollutions plus ou moins importantes par perte de lixiviats. Les risques liés à cette perte ont été définis dans le paragraphe 2. En cas de pollution par le projet, il y aurait impossibilité de déterminer ce qui revient à l'ancien ou au nouveau site, avec impossibilité conjointe de dédommagement.

Dans ces conditions, il importe :

- De définir la pollution liée à l'ancien site : étendue réelle, répartition géographique dans la nappe phréatique et répartition vertical dans l'aquifère sableux –carbonaté du Stampien ;
- D'éliminer le site ancien ou, à défaut, l'isoler des infiltrations des eaux pluviales par mise en place d'une couverture argileuse étanche avec végétalisation et réseau de surveillance ;
- De rechercher avec précision les anciennes marnières et (ou) karst, par mesures géophysiques : sondages carottés et diagraphies, profils sismiques réflexion très haute résolution ;
- De connaître les cinétiques (transmissivité) de l'eau et des lixiviats agressifs dans l'aquifère calcaire fracturé et les sables sous jacents .

À défaut de réalisation de ces mesures de bon sens, il est illusoire de vouloir créer localement un CSDU. De plus, les résultats de ces mesures complémentaires montreront vraisemblablement un sous-sol très fracturé inapte à recevoir des déchets, selon les lois en vigueur à ce jour, même après mise en place d'une barrière passive de bentonite.

Fait à Méry-sur-Seine, le 2 Août 2007
Pierre Benoit

Bibliographie :

- O. Atteia : Chimie et pollution des eaux souterraines, Lavoisier éditeur, 2005 ;
- P. Benoit : Impact de l'épandage agricole en Champagne-Ardenne : rôle du sol et des cultures en place sur les modifications induites du fond géochimique régional des eaux de l'aquifère libre de la craie. À paraître dans le journal européen d'hydrologie ;
- M. Buchy : Compte rendu de visite aux archives départementales de l'Essonne, 24Juillet 2007 ;
- Carte géologique aux 1/50000 Dourdan ;
- Carte IGN 1/ 25000 des environs de Saint Escobille ;
- Commission environnementale de l'ASDE : Étude environnementale et géologique du site de Saint Escobille concernant le projet de CET classe 2, 8 Mars 2003 ;
- R. Desjardins : Le traitement des eaux – Éditions de l'École polytechnique de Montréal, 1990 ;
- J.L. Mari, G. Arens, D Chapellier, P Gaudiani : Géophysique de gisement et de génie civil- Édition Technip, 1998 ;
- C. Meyer de Stadelhofen : Applications de la géophysique aux recherches d'eau, Lavoisier éditeur, 1991 ;
- SITA : Extraits de l'étude d'impact.

Cartes et figures

- Glossaire
- Carte de situation générale ;
- Extrait de carte IGN au 1/25000 ;
- Biosynthèse du biogaz ;
- Panache de pollution dans le sous-sol ;
- Position des captages AEP étudiés ;
- Analyses des captages AEP étudiés ;
- Extrait de la carte géologique au 1/50000 Dourdan ;
- Coupe stratigraphique du forage d'Etampes ;
- Données GPS des zones effondrées.

Glossaire

AEP : adduction d'eau potable

Azote Kjeldahl : somme de l'azote organique et ammoniacal d'un échantillon. La mesure s'effectue après minéralisation sulfurique et distillation en milieu alcalin.

Carbone organique total : fraction carbonée d'un échantillon liée à des composés organiques. La mesure en prend pas en compte le carbone du gaz carbonique.

CSDU : centre de stockage de déchets ultimes.

DBO : Demande biologique en oxygène. Test normalisé de laboratoire permettant de mesurer la biodégradabilité microbienne d'un échantillon, en présence d'air, à 20° et à l'obscurité.

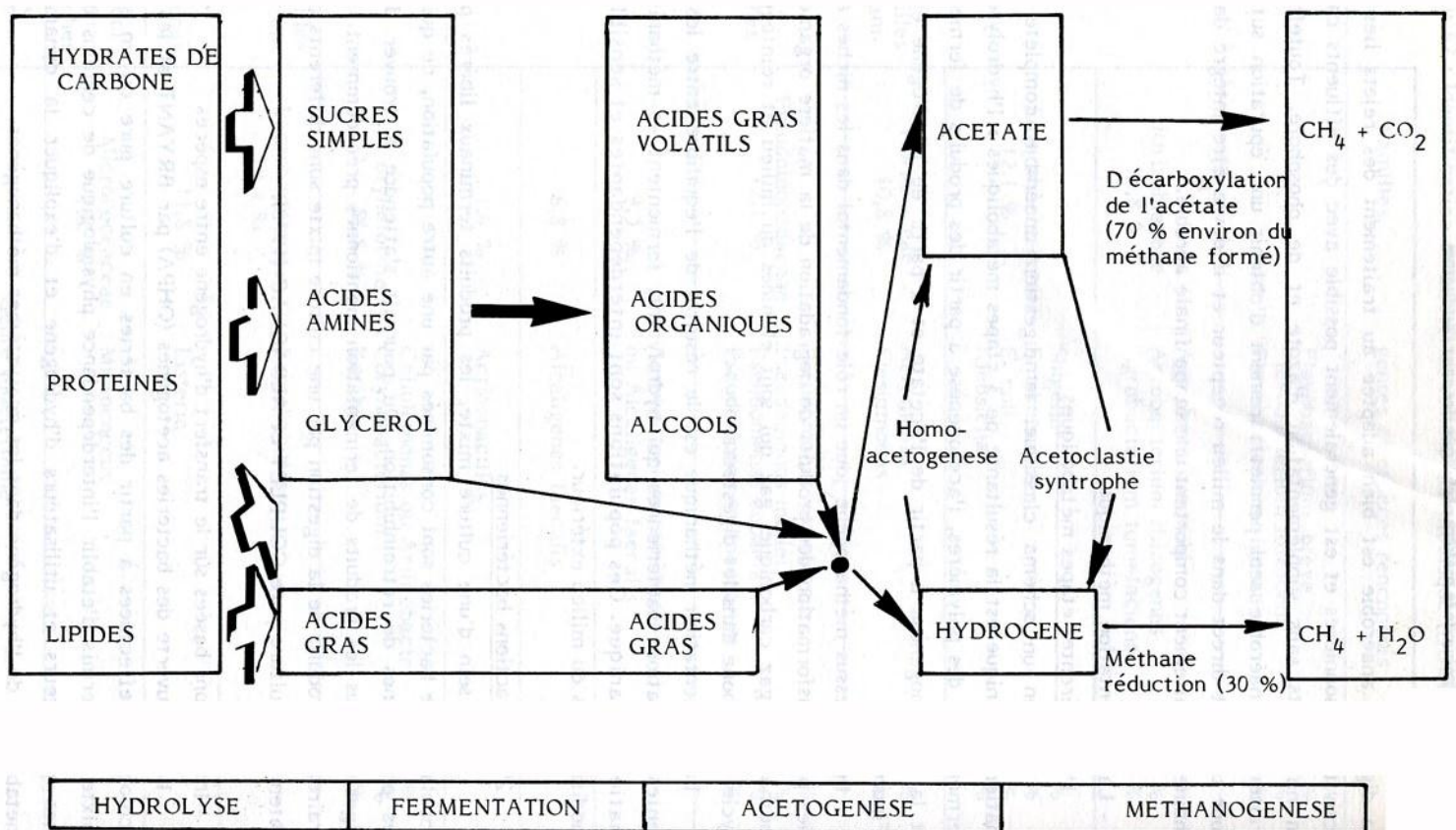
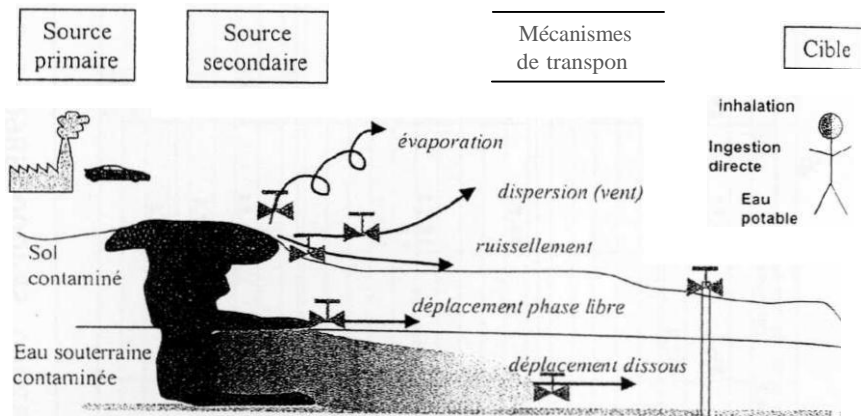


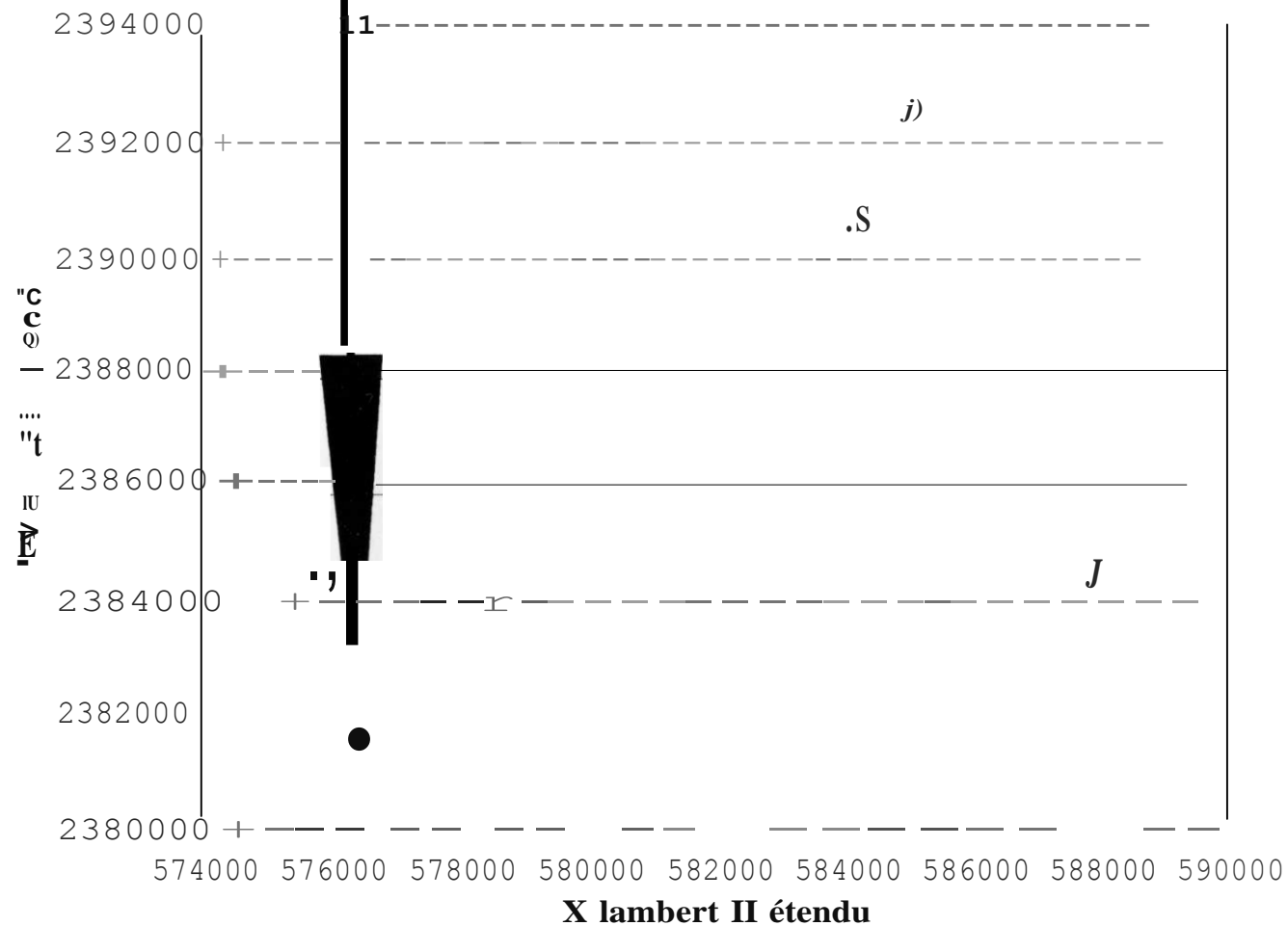
Figure n°1: Schéma de synthèse du biogaz



Évolution spatiale d'une pollution chronique dans le temps

Projet de CET

Localisation des captages AEP étudiés



1: Plessis Saint Benoist
2 et 3: Chalo Saint Mars
4: Boissy le sec

5: Villeconin
6: Souzy la Briche
7: Etrechy

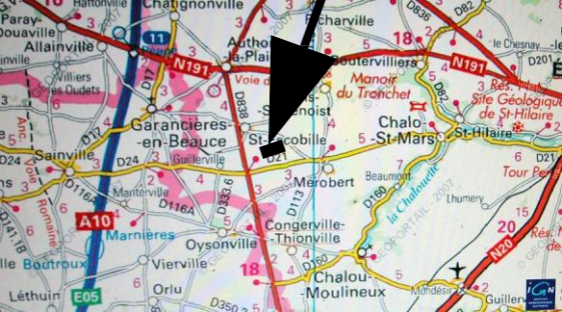
AEP étudiés

		mg/litre sauf TAC											AQuifère				
		Chlorures	Nitrates	Sulfates	TAC	Silice	Fluorures	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Dureté					
Et	echv																
	moyenne	12,23	0,00	23,05	22,02	17,81	2,46	44,36	25,29	1218	8,38	23,11	Eocène?				
	nombre	6															
	écart type	0,561		1030	0,369	0,635	0189	0,914	0,298	0,241	0,105	0,452					
Ct	ALO-SAINTE-MARS (91130)																
Fo	fd de vallée																
	moyenne	15,80	37,48	9,05	26,73			116,62	4,40	8,43	2,87		Stampen				
	nombre	4	4	4	4			4	4	4	4						
	écart type	0,735	5,414	1310	0,550			8,141	0,163	1072	0,600						
Pl	eau																
	moyenne	15,91	30,07	733	25,52	13,44		131,29	4,50	7,83	2,59						
	nombre	5	5	5	5	1		5	5	5	5						
	écart type	0,07	3,02	165	0,41			27,14	0,45	110	0,48						
Bc	issy le sec																
	moyenne	19,96	33,53	16,46	21,98	12,81		101,37	700	10,70	1,67						
	nombre	7	17	17	15	13		17	17	17	17						
	écart type	1,198	1,351	1513	0,425	0,418		8,845	0,594	0,792	0,240						
Pl	issy-SAINTE-BENOIST																
	moyenne	10,4	29,7	57	24,1			99,5	58	66	1,4						
	nombre	3	5	3	3			3	3	3	3						
	écart type	0,520	1,213	0,404	0,306			4,252	1,576	0,006	0,051						
Sc	UZY-LA-BRICHE(91602)																
	moyenne	21,38	34,68	23,72	23,34	1415		106,90	7,43	12,00	2,47						
	nombre	6	18	16	16	15		18	18	18	18						
	écart type	1,865	2,835	3,164	1,595	1,594		9,351	0,477	1,339	0,506						
Vl	LECONIN (91662)																
	moyenne	22,9	381	23,7	20,6	12,9		tt a	5,9	112	2,5						
	nombre	4	4	4	4			4	4	4	4						
	écart type	2,040	3611	1,129	0,183			3,228	0,261	1,464	0,508						

Projet de CSDU de Saint Escobille

Coordonnées de effondrements

	x	Y	z	surface	périmètre
points 1				0,19 hectare	170 9m
	1975091	48 423746	141 23 m		
oints 2	19787368	48 42255	147 8 m	0 25 hectares	187 2



Projet

sens d'écoulement des eaux

terraines



Sondage stratigraphique ETAMPES-Butte Labatte. (8-23)

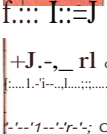
Cote

+ 141 m



Calcaire graveleux altéré
 Calcaire beige avec quelques éléments de calcaire gris, gravelles grises et nids vermiculés
J Calcaire rubané (croûte zonaire)
 Eléments de brèche épars
 Calcaire beige avec nids vermiculés et passées graveleuses
 Calcaire blanc à jaune. tendre, altéré.
 Calcaire beige, compact
 Meulière
 Calcaire beige, compact à vermiculé plus ou moins fragmenté
 Calcaire travertineux avec veines à canalicules isolant des éléments pleins de toutes dimensions : passées et nids vermiculés
 Meulière
 Calcaire travertineux beige
 Calcaire beige dur
 Calcaire crayeux
 Sable quartzeux jaune
 Marne sableuse brun violacé
 Calcaire crayeux rosâtre
 Marne sableuse brun violacé
 Calcaire beige dur
Potamides lamarcki, Limnea
 Meulière beige à brun translucide.
Potamides lamarcki, Limnea, Hydrobia, Limnea,

Calcaire de Beauce
 Z
 Z
 <
 O
 <
 Calcaire d'Etampes
 a:
 a:
 u)
 Z
 "



+J.-, _rl oogones de characées
 Calcaire crayeux rosâtre
 Meulière résineuse
 Calcaire crayeux rosâtre

u)
 u)

+ 110



Sable argileux : brun marron
Hydrobia, Cyclostoma antiquum
 Sable quartzeux blanc grisâtre, fin
 Sable jaunâtre violacé et blanchâtre
 Sable quartzeux gris blanchâtre

Z
 Y
 O

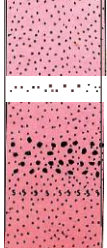
+ 100



Sable quartzeux fin, grisâtre à brunâtre

Z

Etampes (XXI)



Sable gris blanchâtre avec fines passées brunâtres à grain fin, et passées plus grossières (quartz, petits silex)
 Rubéfaction avec terriers
 Sable blanchâtre avec laines et galets d'argile

Sable rosâtre P. A ia1 n;t p.

"_

Sables

<

1
S
T