

Rapport n° 1024/2001, page 1 sur 47

RESEAU DE CONTROLE DES C.E.T. EN REGION WALLONNE

C.E.T. DE BELDERBUSCH

Première campagne

Mars - Avril 2001

**C. COLLART
P. DENGIS**

Avertissement

Le présent rapport fait référence à différentes annexes où sont repris les rapports d'essais relatifs à cette campagne de contrôle, qu'ils soient internes à l'ISSeP ou le fruit de sous-traitants extérieurs.

Etant donné la publication de ce rapport sur Internet et le volume important représenté par ces annexes, nous avons choisi de ne pas les diffuser sur ce site mais de les tenir à la disposition de ceux qui seraient intéressés par leur consultation.

ISSeP (Institut Scientifique de Service Public)

Rue du Chéra, 200

B4000 LIEGE

Tél. : + 32 4 229 83 11

Fax : + 32 4 252 46 65

Adresses E-mail : p.dengis@issep.be

c.collart@issep.be

Table des matières

1. Avant-propos
2. Méthodologie d'enquête

PARTIM EAU

3. Particularités de l'autocontrôle dans le cadre de l'autorisation d'exploiter
4. Eaux de surface
 - 4.1. Localisation
 - 4.2. Prélèvements
 - 4.3. Résultats des analyses des doublons
5. Eaux souterraines
 - 5.1. Localisation des piézomètres
 - 5.2. Contrôle de l'ISSeP : qualité de l'échantillonnage des eaux souterraines
 - 5.3. Résultats des analyses des doublons
 - 5.4. Piézomètres de contrôle supplémentaires
6. Sources
 - 6.1. Localisation
 - 6.2. Prélèvements
 - 6.3. Résultats
7. Rejets des stations d'épuration
 - 7.1. Description de l'unité de traitement
 - 7.2. Prélèvements
 - 7.3. Résultats

PARTIM AIR

8. Emissions
 - 8.1. Biogaz
 - 8.2. Moteur
 - 8.3. Torchère
9. Contrôle des émissions surfaciques
 - 9.1. Méthodologie
 - 9.2. Traitement des données
 - 9.3. Résultats
10. Qualité de l'air
 - 10.1 Laboratoires mobiles - mesures en continu
 - 10.2. Prélèvements et dosages dans les zones d'habitat.
11. Conclusions

1. Avant-propos

Dans le cadre de l'établissement d'un réseau de contrôle des Centres d'Enfouissement Technique (C.E.T.) en Région wallonne, le Gouvernement wallon, par l'intermédiaire de la Division de la Police de l'Environnement (DPE) a confié à l'ISSeP la mise en place et la gestion de cette mission.

Celle-ci consiste à réaliser, dans un premier temps, un dossier technique complet relatif à chaque C.E.T. (données disponibles sur le site internet de la DPE). Six sites ont été retenus : Mont-Saint-Guibert, Hallembaye, Cour-au-Bois, Froidchapelle, Cronfestu et Belderbusch.

Dans un deuxième temps, un contrôle effectif et la mesure des nuisances induites par ces décharges sont menés par l'ISSeP.

L'objet du présent rapport concerne la première campagne de contrôle et d'analyses du C.E.T. de Belderbusch.

2. Méthodologie d'enquête

Le Centre d'Enfouissement Technique de Belderbusch a été exploité jusqu'en 1998. Il peut être divisé en trois zones d'exploitation : la première correspond à la zone dénommée ancienne décharge de classe 2 (déchets ménagers), la seconde représente l'extension de cette classe 2. Quant à la troisième zone, c'est là que furent remblayés les déchets de classe 3 (déchets inertes)(fig01).

Complètement remblayé, le site a été réhabilité de façon à se raccorder harmonieusement avec le relief existant. Les unités de traitement et de valorisation seront maintenues en activité jusqu'au 31 décembre 2008. C'est ainsi que le réseau de dégazage collecte le biogaz et l'envoie vers l'unité de valorisation (moteur) ou la torchère en cas de panne ou d'arrêt du moteur. Les lixiviats sont quant à eux récoltés, stockés et envoyés vers les stations d'épuration. Quant aux eaux de ruissellement, les travaux de réhabilitation du site (dôme) assurent le ruissellement naturel des eaux, les amènent vers les fossés périphériques qui les dirigent vers le ruisseau de Belderbusch.

Ce contrôle comporte deux volets : l'analyse des eaux souterraines et des eaux de surface, et un deuxième volet relatif aux nuisances produites par les effluents gazeux.

Partim eau

L'étude s'est portée sur :

- ❑ Un contrôle de la validité des analyses des eaux effectuées dans le cadre de l'autocontrôle du C.E.T. de Belderbusch. Ce dernier est rendu obligatoire par des prescriptions particulières du permis d'exploiter (Fiche AUT01) et a été confié au laboratoire Malvoz de Liège. Dans le cadre des opérations d'échantillonnage, l'ISSeP était présent et des échantillons d'eaux ont été prélevés en doublons pour être soumis à une analyse contradictoire.

- ❑ Un contrôle des analyses des eaux de rejets (stations d'épuration) suivant les obligations et les paramètres imposés dans l'autorisation de rejet (Fiche VLM-AUT02).

Partim air

Notre investigation a été menée sur trois fronts distincts :

- ❑ Une meilleure connaissance des sources émettrices du C.E.T. (fig.02); ces sources étant soit ponctuelles (torchère, moteur, stations d'épuration), soit diffuses (la surface du C.E.T.).

- ❑ L'analyse de la qualité de l'air atmosphérique dans l'environnement proche du Centre d'Enfouissement Technique pour laquelle nous avons utilisé deux techniques différentes :
 - . l'installation de deux laboratoires mobiles situés en amont et en aval du C.E.T. par rapport aux vents dominants, équipés de moniteurs analytiques spécifiques et pourvus, chacun, d'une station météorologique.

 - . un matériel autonome d'échantillonnage (spécifique aux Composés Organiques Volatils - COV) dans les zones d'habitation voisines du C.E.T.

La première approche permet d'étudier les corrélations possibles entre les conditions microclimatiques mesurées et les polluants analysés, d'autant que les mesures effectuées par les laboratoires mobiles ont l'avantage d'enregistrer des données en continu et sur un temps suffisamment long pour assurer une bonne représentativité statistique des paramètres enregistrés.

La seconde approche fournira au monde médical des informations précises et objectives sur certains polluants identifiés à la source, la méthodologie d'enquête utilisée assurant des prélèvements in situ directement exploitables (concentration réelle des polluants chez l'habitant).

- Une recherche des éventuelles fuites de biogaz sur l'ensemble du C.E.T. au moyen d'un FID nous permettant de dresser une cartographie des émissions de surface.

PARTIM EAU

3. Particularités du contrôle des eaux dans le cadre de l'autorisation d'exploiter.

L'Arrêté de la Députation Permanente du 31 mars 1994 autorisant à maintenir en activité le C.E.T. de Belderbusch prévoit notamment le contrôle des eaux, et ce, jusqu'au 31 décembre 2008 au moins. Dans le cadre de cette autorisation, le contrôle des eaux ne s'est pas limité aux seules eaux souterraines, étant donné le nombre restreint de piézomètres (seulement trois) entourant le C.E.T. Des mesures au niveau d'une source située en amont du C.E.T. ainsi qu'au niveau du ruisseau de Belderbusch complètent l'autocontrôle. En effet, ce ruisseau reçoit les eaux épurées provenant des stations d'épuration, rejets qui alimentent majoritairement le ruisseau.

C'est pourquoi, les points de prélèvement ont été définis comme suit :

- les piézomètres P1, P2 et P3
- la source S1 en amont immédiat du C.E.T.
- le ruisseau de Belderbusch :
 - en amont immédiat des rejets de l'ancienne station d'épuration
 - en aval immédiat des rejets de l'ancienne station d'épuration
 - à proximité du pont de la Gendarmerie

Ils sont repris sur la figure 03.

Dans le programme d'analyses des eaux, la fréquence de l'autocontrôle ainsi que les paramètres mesurés sont définis comme suit :

Contrôle : deux fois par an : mai et novembre
 points de prélèvement contrôlés : voir ci-dessus
 paramètres : t° in situ, pH in situ, conductivité in situ, matière en suspension, matière sédimentable, DCO, DBO₅, COT, chlorures, sulfates, fluorures, cyanures, phosphates, nitrates, azote ammoniacal, azote Kjeldhal, manganèse, fer, zinc, chrome total, chrome Cr^{6+} , nickel, étain, arsenic, plomb, cadmium, phénol, AOX et MAH
 screening GC/MS des organiques volatils et semi-volatils.

Prélèvements : par un laboratoire agréé pour l'analyse des eaux souterraines.
 pompage dynamique jusqu'à stabilisation de la conductivité.

La prise de doublons réalisée par notre Institut s'est donc effectuée sur tous les types d'eaux et pas seulement sur les eaux souterraines.

4. Eaux de surface.

4.1. Localisation

Tous les écoulements superficiels observés dans les environs du C.E.T. de Belderbusch appartiennent au bassin versant de la Gueule (DOC02). Cet affluent de la Meuse s'écoule du Sud-Est vers le Nord-Ouest et passe à 2 km au Nord-Est du Centre d'Enfouissement Technique .

Le C.E.T. se trouve inclus dans le bassin secondaire des ruisseaux de l'Etang et du Broekerbach (fig.04). Deux autres petits affluents secondaires (sans nom) sont également répertoriés. La source du premier ruisseau se situe au Sud du C.E.T. et s'écoule vers le Nord-Est . Quant au deuxième écoulement, il prend sa source en bordure Ouest du C.E.T., contourne le site, pour constituer un étang dans une propriété privée.

La canalisation évacuant le trop-plein de l'étang a été connectée sur le réseau de collecte des eaux de ruissellement du C.E.T. Ces eaux sont ainsi dirigées vers l'Est pour se jeter, in fine, dans le ruisseau appelé ruisseau de Belderbusch. Cet apport d'eau, associé aux rejets des stations d'épuration, permet de passer d'un débit de 1,2 m³/h en amont du C.E.T. à environ 7 m³/h en moyenne.

De plus, en amont immédiat de l'ancienne station d'épuration, un point d'émergence d'eau alimente également par intermittence le ruisseau.

Ainsi les écoulements superficiels non récoltés devraient donc s'écouler vers le Sud et l'Est-Sud-Est pour rejoindre le ruisseau de Belderbusch et le ruisseau de l'Etang pour finalement atteindre le cours de la Gueule à 2,5 km à l'Est.

4.2. Prélèvements.

Parmi les ruisseaux répertoriés autour du C.E.T. de Cronfestu, seul le ruisseau de Belderbusch a retenu notre attention. En effet, il est essentiellement alimenté par les eaux de rejets du C.E.T., que ce soient les eaux épurées ou les eaux de ruissellement.

Il est dès lors intéressant de prélever des échantillons d'eau tant en amont du point de rejet qu'en aval, et ce, afin de suivre l'évolution de la qualité de l'eau de ce ruisseau.

L'autocontrôle réalisé par Sonnevile prévoit des prélèvements d'eau à plusieurs endroits sur le parcours de ce même ruisseau :

- le premier a été prélevé en amont immédiat des rejets du C.E.T.
- le deuxième reprend les eaux directement en aval du point de rejets du C.E.T. dans le ruisseau.

- quant au troisième prélèvement, il se situe plus en aval sur le ruisseau, à hauteur du pont de la Gendarmerie.

La stratégie de contrôle adoptée par l'ISSeP est identique à celle imposée par l'autocontrôle quant aux choix des trois points de prélèvements sur le ruisseau de Belderbusch. C'est pourquoi, notre Institut a réalisé une prise de doublons de ces trois échantillons. Leur localisation est reprise sur la figure03.

4.3. Résultats des analyses des doublons .

Les résultats comparatifs sont synthétisés dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous. Pour plus de détails, se référer à l'annexe 1 où la totalité des résultats ainsi que les méthodes d'analyses sont décrites.

Les références de comparaison utilisées sont les valeurs médianes admissibles publiées dans l'A.R. du 04 novembre 1987 fixant les normes de qualité de base pour les eaux du réseau hydrographique local.

Ruisseau de Belderbusch - 17 mai 2001 -								
Prélèvements		Amont rejets		Aval rejets		Pont Gendarmerie		Valeurs médianes
Laboratoires		Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	
Paramètres	Unités							
Paramètres généraux								
Température in situ	°C	12,4		15,1		14,3		25
Conductivité in situ	µS/cm	668		1549		987		
pH in situ		7,3		8,6		8		6 à 9
pH à 25°C			7,4		8		9	
MES 0,45µm	mg/l	< 4,0	3,2	140	122	15,5	12,5	
HCO ₃ ⁻	mgCaCO ₃ /l		124		312		218	
Paramètres organiques intégrés								
Carbone organique total	mg C/l	9,3	9	32,3	30,3	14,5	14,5	
DCO	mg O ₂ / l	27	20	86	82	44	53	
DBO ₅	mg O ₂ / l	< 3,0	< 3,0	6	6,8	< 3,0	7	6
Indice phénol	µg/l	< 7,5	< 5	< 7,5	13	< 15	6	
Substances eutrophisantes								
Nitrates	mg NO ₃ /l	15	14,7	36,8	39	38,4	41	
Azote ammoniacal	mg NH ₄ /l	< 0,2	< 0,03	16	9,6	7,26	5,3	2
Azote Kjeldhal	mg N / l	< 1,0	1,03	19,5	18,2	9,68	38	6
Ortho-phosphates	mg PO ₄ /l	< 0,08	< 1,0	0,16	< 1,0	0,1	< 1,0	
Substances inorganiques								
Chlorures	mg Cl / l	78,9	85	186	207	86,9	92	250
Sulfates	mg SO ₄ /l	63,9	67	74,9	77	70,9	75	150
Fluorures	mg F / l	< 0,5	0,25	< 0,5	0,21	< 0,5	0,17	
Cyanures	µg / l	2	< 15	3	40	3	25	50
Métaux et métalloïdes								
Arsenic	µg/l	< 4,0	< 2,2	16	11,1	5	< 2,2	50
Cadmium	µg/l	< 1,0	0,32	< 1,0	< 0,22	< 1,0	< 0,22	1
Chrome total	µg/l	< 10,0	< 2,2	< 10,0	8,4	< 10	3,3	50
Mercure	µg/l		0,69		< 0,11		< 0,11	0,5
Nickel	µg/l	26	25	15	14,7	< 10	9,6	50
Plomb	µg/l	< 10,0	< 16,7	26	21	< 10	< 16,7	50
Zinc	µg/l	329	315	100	92	56	41	300
Etain	µg/l	< 10,0	< 12,2	< 10,0	< 12,2	< 10	< 12,2	
Fer	mg/l	0,15	0,21	2,354	3,8	1,774	2,4	
Calcium	mg/l		85		99		85	
Manganèse	mg/l	0,067	0,078	0,353	0,37	0,529	0,53	
Magnésium	mg/l		5,5		11		8,2	
Sodium	mg/l		40		181		78	
Potassium	mg/l		10,8		53		27	
Chromates	µg CrO ₄ /l		< 5		< 5		< 5	

Mai, 2001

	Valeurs différentes observées entre les laboratoires
	Dépassement de la norme
	Valeurs élevées

Tableau 1 : Résultats des analyses minérales du ruisseau de Belderbusch

Ruisseau de Belderbusch - 17 mai 2001 -								
Paramètres	Unités	Amont rejet		Aval rejet		Pont Gendarmerie		Valeurs médianes
		Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	
Laboratoires								
Hydrocarbures apolaires	µg/l		< 50		< 50		< 50	
Benzène	µg/l	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	
Toluène	µg/l	< 1,0	< 1	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	
Ethylbenzène	µg/l	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	
m + p xylène	µg/l	< 1,0	< 1	< 1,0	< 1	< 1	< 1	
o xylène	µg/l	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	
AOX	µg/l	43	43	112	90	51	46	

Mai, 2001

Tableau 2 : Résultats des analyses des paramètres organiques du ruisseau de BelderbuschRemarques :

- Le point amont correspond au prélèvement d'un mince filet d'eau s'écoulant dans une zone boisée.
- Quant au prélèvement au niveau du pont de la Gendarmerie, il est le résultat non seulement d'un mélange des rejets de la station d'épuration et des eaux de ruissellement du C.ET. mais aussi des eaux en provenance du réseau d'égouttage communal.

Interprétation des résultats

D'une manière générale, on observe une hausse quasi-généralisée des concentrations des éléments analysés au point dénommé aval rejets, suite aux déversements des rejets du centre d'enfouissement technique.

Un dépassement des valeurs médianes admissibles est à noter pour la DBO₅, l'azote ammoniacal, l'azote Kjeldhal. Des valeurs élevées sont observées en conductivité, matières en suspension, carbone organique total, demande chimique en oxygène, chlorures, cyanures et arsenic.

Ces valeurs diminuent quasiment toutes fortement au niveau du pont de la Gendarmerie, point de prélèvement situé en aval des rejets. A cet endroit, on constate cependant un dépassement pour l'azote Kjeldhal et l'azote ammoniacal.

Quant au point amont, les concentrations mesurées sont faibles exception faite du zinc et du mercure qui présentent un léger dépassement par rapport aux normes.

Les analyses portant sur les paramètres organiques ne montrent aucune pollution en hydrocarbures et en BTEX.

Commentaires sur la comparaison des doublons :

On remarque une concordance générale des résultats entre les deux laboratoires satisfaisante, malgré des divergences dues parfois à des limites de détection différentes.

C'est ainsi que :

- au niveau du pont de la Gendarmerie, on observe un dépassement de la norme pour la demande biologique en oxygène lors de l'analyse ISSeP alors que ce paramètre est inférieur à la limite de détection dans les analyses Malvoz.
- sur ce même point de prélèvement, on observe des variations dans la mesure de l'azote Kjeldahl, l'ISSeP obtenant une valeur plus élevée que le laboratoire Malvoz. Néanmoins, les deux valeurs sont au dessus de la norme admissible pour ce paramètre
- toujours au niveau du pont de la Gendarmerie, détection en arsenic par le laboratoire Malvoz, alors que cette quantification ne se confirme pas par les analyses ISSeP.
- au niveau des points de rejet aval et pont de la Gendarmerie, une variation dans la mesure des cyanures est observée, une valeur plus élevée étant obtenue par le laboratoire ISSeP.
- sur ces deux mêmes points de prélèvement, on observe des concentrations différentes entre les deux laboratoires pour le fer, l'ISSeP obtenant une valeur plus élevée que le laboratoire Malvoz.
- au niveau du point aval rejet, une différence dans la mesure de l'azote ammoniacal, une valeur plus élevée étant obtenue par Malvoz.

Si les différences observées dans les résultats obtenus par les deux laboratoires sont, selon les cas, significatives, les valeurs mesurées restent néanmoins en majorité en deçà des valeurs de référence imposées par les normes.

5. Eaux souterraines.

5.1. Localisation des piézomètres

Il n'existe que trois piézomètres implantés autour du C.E.T. de Belderbusch et repris dans l'autocontrôle. Ils sont tous trois implantés dans l'aquifère du Crétacé ainsi que dans l'aquifère du socle paléozoïque carbonifère (fig 03).

Le piézomètre P1 a été réalisé en 1989, dans le cadre d'une étude d'incidence préalable à l'extension de la décharge Sonnevile; il se situe au Nord-Ouest du site.

Les piézomètres P2 et P3 ont été forés dans le cadre de l'étude d'incidences réalisée par les bureaux VERDI en 1992, ils sont implantés à l'Est du C.E.T.

5.2. Contrôle de l'ISSeP : qualité de l'échantillonnage des eaux souterraines.

Dans le cadre du réseau de contrôle des C.E.T., la surveillance comporte non seulement des mesures effectuées par l'ISSeP dans l'environnement du C.E.T., mais également le contrôle et l'examen des mesures effectuées dans le cadre de l'autocontrôle (qualité de l'échantillonnage et analyses par mesures sur des doublons).

Les analyses de l'autocontrôle des eaux souterraines sont effectuées par l'Institut Ernest MALVOZ dont le responsable est Monsieur Della Fiorentina. Ce laboratoire est agréé pour les analyses en matière de protection d'eaux de surface et potabilisables sauf pour certains paramètres tels que le carbone organique total (COT) et les halogénés organiques adsorbables (AOX).

La double prise d'échantillons des eaux souterraines a été réalisée sur 2 piézomètres : P2 et P3. De plus étant donné la particularité de l'autorisation d'exploiter, des doublons ont également réalisés au niveau du ruisseau de Belderbusch (amont des rejets, aval des rejets et pont de la Gendarmerie) et de la source S1 située au Nord du C.E.T.

Ces prélèvements ont été réalisés le 17 mai 2001.

L'échantillonnage des eaux souterraines a été effectué en accord avec le « protocole de prélèvement d'eau dans les piézomètres », mentionné dans le Cahier Spécial des charges des études d'incidence pour l'élaboration du projet de plan des C.E.T.

Notons cependant que l'Institut Malvoz ne dispose pas du matériel nécessaire pour le prélèvement des eaux dans les piézomètres et confie à WATCO le pompage des eaux souterraines. Un technicien de l'Institut Malvoz est toutefois présent lors de l'échantillonnage.

Les préleveurs sont équipés d'une pompe immergée GRUNDFOS BMI/MP1 – 230V, d'un tuyau en téflon de 50 m de long, ainsi que d'un groupe électrogène adapté à la puissance de la pompe. Le niveau de la nappe ainsi que le niveau statique sont d'abord mesurés.

Pour chaque échantillonnage, une mesure du débit est effectuée ainsi que la mesure de différents paramètres : pH, température, conductivité. Ceux-ci sont mesurés toutes les dix minutes jusqu'à stabilisation des paramètres, au moyen d'un appareil de marque WTW multiligne F/set-3.

Lorsqu'ils sont stabilisés, la prise d'eau est effectuée.

Les bouteilles sont remplies à ras et sont correctement étiquetées.

La directive européenne 1999/31/CE du 26 avril 1999 concerne la mise en décharge des déchets. Elle fait notamment référence, dans le cadre des prélèvements d'échantillons d'eaux souterraines, à la norme internationale ISO 5667-11. Cette dernière recommande la filtration in situ des échantillons pour les stabiliser.

La laboratoire Malvoz ne procède pas à la filtration sur le terrain.

Un procès-verbal de prélèvement est dressé en fin de journée, procès-verbal signé par les intervenants.

5.3. *Résultats des analyses des doublons*

Le rapport d'essai de nos laboratoires est disponible en annexe 1 et les résultats comparatifs sont repris dans les tableaux ci-dessous.

La qualité des eaux souterraines est évaluée par rapport à l'Arrêté de l'Exécutif Régional Wallon du 20 juillet 1989 relatif à la qualité de l'eau distribuée par le réseau (M.B. du 17 février 1990) (VLM-SOUT.)

Analyses des eaux souterraines - 17 mai 2001 -								
Prélèvements		Piézomètre P1		Piézomètre P2		Piézomètre P3		Valeurs maximales admissibles
Laboratoires		Malvoz	ISSEP	Malvoz	ISSEP	Malvoz	ISSEP	
Paramètres	Unités							
Paramètres généraux								
Température in situ	°C	10,8	/	12		11,4		25
Conductivité in situ	µS/cm	374	/	737		416		2100
pH in situ		6,9	/	6,5		6,9		6,5 à 9,2
pH à 25°C			/		6,5		7	
MES 0,45µm	mg/l	4	/	14	4,9	7,5	4,3	
HCO ₃ ⁻	mgCaCO ₃ /l		/		194		218	
Paramètres organiques intégrés								
Carbone organique total	mg C/l	0,7	/	4,6	4,6	1,1	1,2	toute augmentation
DCO	mg O ₂ /l	< 5,0	/	18	10,9	< 5,0	< 2,0	
DBO ₅	mg O ₂ /l	< 3,0	/	3	< 3,0	< 3,0	< 3,0	
Indice phénol	µg/l	< 7,5	/	< 7,5	< 5	< 7,5	< 5	0,5
Substances eutrophisantes								
Nitrates	mg NO ₃ /l	< 0,49	/	< 0,49	0,18	< 0,49	< 0,10	50
Azote ammoniacal	mg NH ₄ /l	< 0,2	/	1,37	2,5	< 0,20	0,09	0,5
Azote Kjeldhal	mg N / l	< 0,5	/	2,51	2,1	< 0,5	0,32	1
Ortho-phosphates	mg PO ₄ /l	< 0,12	/	< 0,12	< 1,0	< 0,12	< 1,0	
Substances inorganiques								
Chlorures	mg Cl / l	7,81	/	20,7	20	6,85	< 0,10	200
Sulfates	mg SO ₄ /l	13,9	/	160	173	24,7	25	250
Fluorures	mg F / l	< 0,5	/	< 0,5	0,21	< 0,5	6,2	1,5
Cyanures	µg / l	2	/	3	<15	2	< 15	10
Métaux et métalloïdes								
Arsenic	µg/l	< 4,0	/	< 4,0	< 2,21	< 4,0	< 2,2	50
Cadmium	µg/l	< 1,0	/	< 1,0	< 0,22	< 1,0	< 0,22	5
Chrome total	µg/l	< 10,0	/	< 10,0	< 2,2	< 10	< 2,2	50
Mercure	µg/l		/		0,42		< 0,20	1
Nickel	µg/l	26	/	< 10,0	4,7	< 10	< 2,2	50
Plomb	µg/l	< 10,0	/	< 10,0	< 16,7	< 10	< 16,7	50
Zinc	µg/l	329	/	35	29	< 10	< 16,7	5000
Etain	µg/l	< 10,0	/	< 10,0	< 12,2	< 10	< 12,2	
Fer	mg/l	2,968	/	26,04	31	2,724	3,3	0,2
Calcium	mg/l		/		108		77	270
Manganèse	mg/l	0,18	/	3,6	3,6	0,26	0,28	0,05
Magnésium	mg/l		/		13,6		3,2	50
Sodium	mg/l		/		8,6		3,1	150
Potassium	mg/l		/		1,87		1,54	12
Chromates	µg CrO ₄ /l		/		< 5		< 5	

Mai, 2001

	Valeurs différentes observées entre les laboratoires
	Dépassement de la norme
	Valeurs élevées

Tableau 3 : Résultats des analyses minérales des eaux souterraines

Eaux souterraines - 17 mai 2001 -								
Paramètres Laboratoires	Unités	Piézomètre P1		Piézomètre P2		Piézomètre P3		Valeurs max. admissibles
		Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	Malvoz	ISSeP	
Hydrocarbures apolaires	µg/l		-		< 50		< 50	-
Benzène	µg/l	< 0,5	-	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	-
Toluène	µg/l	< 0,5	-	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	-
Ethylbenzène	µg/l	< 0,5	-	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	-
m + p xylène	µg/l	< 1,0	-	< 1,0	< 1	< 1	< 1	-
o xylène	µg/l	< 0,5	-	< 0,5	< 1	< 0,5	< 1	-
AOX	µg/l	5	-	10	11	14	6	-

Mai, 2001

Tableau 4 : Résultats des analyses organiques des eaux souterrainesInterprétation des résultats :

Les piézomètres présentent une qualité des eaux souterraines satisfaisante, la majorité des paramètres imposés présentant des valeurs inférieures aux normes admissibles.

Il faut néanmoins remarquer, et ce pour les trois piézomètres, un dépassement en fer et manganèse.

Le piézomètre P2 montre en plus un léger dépassement pour l'azote ammoniacal et l'azote Kjeldahl.

Il est intéressant d'observer que le piézomètre P2, situé en aval piézométrique par rapport au C.E.T., présente des valeurs en fer et en manganèse dix fois supérieures à celles observées aux autres points de contrôle. A l'examen des autres résultats, il semble difficile de déterminer la cause de ces hautes teneurs. Il peut s'agir d'une contamination en provenance du C.E.T. : P2 étant situé en aval piézométrique de la zone de déchets de classe 2, zone pour laquelle aucune protection du fond n'a été aménagée en son temps.

Cependant, d'autres paramètres tels que le zinc et les sulfates montrent aussi des valeurs plus élevées pour ce piézomètre et peuvent faire penser à une minéralisation naturelle plus importante à cet endroit.

Une ceinture de piézomètres plus condensée autour du site permettrait d'apporter un élément de réponse à cette observation.

Les résultats de ces trois dernières années relatifs aux eaux souterraines montrent une certaine stabilité des différents paramètres dans le temps voire même une légère diminution pour quelques uns : c'est le cas notamment du zinc, des nitrates et du carbone organique total.

Par contre, certains paramètres présentent toujours des valeurs élevées : c'est le cas des chlorures, du fer et du manganèse, paramètres pour lesquels les concentrations fluctuent au cours du temps et ne paraissent pas se stabiliser.

Commentaires sur les comparaisons des doublons :

La concordance entre les résultats des deux laboratoires est très satisfaisante. On peut observer des petites divergences, notamment :

- ❑ Au niveau du piézomètre P2, une légère variation est observée au niveau des matières en suspension et au niveau de la DCO, les valeurs obtenues par Malvoz étant légèrement supérieures.
- ❑ Toujours au niveau du piézomètre P2, on observe des différences de mesures pour l'azote ammoniacal, une valeur plus élevée étant obtenue par l'ISSeP. Les valeurs obtenues respectivement par les deux laboratoires sont néanmoins toutes deux supérieures à la norme de référence.
- ❑ Au niveau du piézomètre P3, une détection en chlorures par l'ISSeP, alors que cette quantification ne se confirme pas par les analyses Malvoz.

Ces différences dans les résultats entre les deux laboratoires sont minimales et les valeurs mesurées restent cependant bien en deçà des valeurs maximales admissibles imposées.

5.4. Piézomètres de contrôle supplémentaires.

Lors de l'élaboration du dossier technique relatif au C.E.T. de Belderbusch, et dans un cadre strictement hydrogéologique, l'ISSeP énonçait quelques risques environnementaux pouvant apparaître suite à la présence du C.E.T.

C'est ainsi qu'en ce qui concerne les eaux de surface, le ruisseau de l'Etang et son affluent pourraient être soumis à une pollution par ruissellement, en provenance du C.E.T.

Le drainage des eaux de surface tel que pratiqué actuellement est efficace et minimise grandement ce risque.

Le fond du C.E.T. se trouve à une altitude voisine de celle de la nappe des sables d'Aix-la-Chapelle ce qui, compte tenu de l'absence partielle d'une couche de protection entre le fond du C.E.T. et la

nappe, laisse supposer que des infiltrations en provenance du site peuvent fort probablement avoir lieu verticalement.

Il est probable qu'il puisse se produire des échanges entre la nappe du socle namurien et la nappe des sables d'Aix-la-Chapelle par une circulation lente au travers des argiles sableuses du Crétacé, mais ni la direction des échanges ni leur importance ne sont déterminables sur base des données en notre possession.

Dès lors, quelques recommandations ont été énoncées telles que :

1. de compléter la ceinture de piézomètres de contrôle, pour mieux cerner le nuage de pollution pouvant provenir du C.E.T., par la réalisation d'au moins :
 - 3 piézomètres dans les sables d'Aix-la-Chapelle au Sud et au Sud-Est du C.E.T.
 - 1 piézomètre dans les sables d'Aix-la-Chapelle au Nord du C.E.T.
 - 1 piézomètre dans le Crétacé à l'Ouest et en amont du C.E.T.
2. de réaliser plusieurs piézomètres dans le socle paléozoïque et constituer des doublets avec certains piézomètres du Crétacé, afin d'évaluer le degré d'imperméabilité des argiles de la base du Crétacé et de mettre en évidence les interactions potentielles entre la nappe des sables crétacés et celle du socle. Il serait dès lors souhaitable de réaliser au moins :
 - 1 piézomètre au Sud-Est du C.E.T
 - 1 piézomètre entre P2 et P3
 - 1 piézomètre au Nord du site
 - 1 piézomètre à l'Ouest et en amont du C.E.T.
3. de réaliser un piézomètre entre P2 et P3 uniquement dans le Crétacé et avec un équipement complet (crépine sur toute la hauteur de l'aquifère crétacé) pour lever toute ambiguïté sur la nappe sollicitée par P2 et P3 et obtenir des paramètres hydrodynamiques plus précis.
4. de réaliser un ou deux nouveaux piézomètres dans le socle paléozoïque à l'Est à une distance d'au moins 250m en aval du C.E.T. dans le but de vérifier les circulations souterraines dans le socle et la pollution éventuelle.

La figure 05 reprend les différents emplacements des piézomètres à implanter dans l'environnement du C.E.T. de Belderbusch. Ces points de forage ont été établis par le Service de Géologie de l'ISSeP sur base des données en notre possession.

2. la réalisation plus fréquente et systématique des mesures, prélèvements et analyses chimiques dans l'ensemble des ouvrages accessibles et en particulier dans les piézomètres de contrôle déjà existants .

3. la réalisation de plusieurs essais de traçage et une nouvelle campagne de pompage d'essai, de façon à redéfinir les caractéristiques hydrodynamiques locales de la nappe du Crétacé et ses interactions éventuelles avec les nappes du socle et obtenir des données mieux représentatives de la réalité hydrogéologique dans l'intégralité du site.

6. Sources.

6.1. Localisation

La plupart des sources observées dans la région sont alimentées par les formations aquifères des sables de la Formation d'Aix-la-Chapelle, des sables argileux de la Formation de Vaals et des craies de la Formation de Gulpen.

De toutes les sources répertoriées aux alentours du C.E.T., deux ont retenu notre attention : la source S1 située en bordure Ouest du C.E.T., peut servir de valeur de référence car elle est située en amont du site. Elle est reprise dans l'autocontrôle de Sonnevile.

Quant à la deuxième source (sans nom), elle se trouve au niveau de l'ancienne station d'épuration. Elle alimente épisodiquement le ruisseau de Belderbusch et se situe en amont de la zone des rejets du C.E.T. (fig 03).

6.2. Prélèvements

Seule la source S1 a été analysée. Il existe une deuxième source en amont du ruisseau de Belderbusch : son débit étant trop faible, un prélèvement correct y est impossible. Un échantillon a cependant été réalisé un peu plus en aval de la source (point AMONT REJETS) et est donc considéré dans le chapitre relatif aux eaux de surface (cfr chap.4).

6.3. Résultats.

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux 5 et 6 ci-dessous. Pour plus de détails, se référer à l'annexe 1 où la totalité des résultats ainsi que les méthodes d'analyses sont décrites.

Analyse de la source S1 - 17 mai 2001				
		Source S1		Normes
Laboratoires	Unités	Malvoz	ISSeP	
Paramètres généraux				
Température in situ	°C	12,1	8,2	
Conductivité in situ	µS/cm	700	682	2100
pH in situ		7,2	7,0	6,5 <pH< 9,2
pH à 25°C			7,3	
MES 0,45µm	mg/l	< 4,0	< 2	
Paramètres organiques intégrés				
Carbone organique total	mg C/l	1,6	1,1	
DCO	mg O ₂ /l	5,0	5,7	
DBO ₅	mg O ₂ / l	< 3,0	< 3,0	
Indice phénol	µg/l	< 7,5	< 5	Toute augmentation
Substances eutrophisantes				
Nitrates	mg NO ₃ /l	26,4	27	
Azote ammoniacal	mg NH ₄ /l	< 0,2	< 0,03	0,5
Azote Kjeldhal	mg N / l	< 1,0	0,44	1
Substances inorganiques				
Chlorures	mg Cl / l	8,16	7,3	200
Sulfates	mg SO ₄ /l	43,4	47	250
Fluorures	mg F / l	< 0,5	0,19	1,5
Cyanures	µg / l	< 2,0	< 15	10
Métaux et métalloïdes				
Arsenic	µg/l	< 4,0	< 2,2	50
Cadmium	µg/l	< 1,0	< 0,22	5
Chrome total	µg/l	< 10,0	< 2,2	50
Mercure	µg/l		< 0,11	1
Nickel	µg/l	< 10,0	< 2,2	50
Plomb	µg/l	< 10,0	< 16,7	50
Zinc	µg/l	< 10,0	< 16,7	5000
Etain	µg/l	< 10,0	< 12,2	
Fer	mg/l	0,019	0,076	0,2
Calcium	mg/l		137	
Manganèse	mg/l	< 0,01	< 0,006	
Magnésium	mg/l		1,26	
Sodium	mg/l		4,1	
Potassium	mg/l		1,77	
Ortho-phosphates				
Ortho-phosphates	mg PO ₄ /l	< 0,420	< 1,0	
Chromates				
Chromates	µg CrO ₄ /l		< 5	
HCO₃⁻				
HCO ₃ ⁻	mgCaCO ₃ /l		233	

Mai, 2001

Tableau 5 : Résultats des analyses minérales de la source S1.

Analyses de la source S1 - 17 mai 2001				
		Source S1		Valeurs maximales
Laboratoires	Unités	Malvoz	ISSeP	
Hydrocarbures apolaires	µg/l		< 50	-
Benzène	µg/l	< 0,5	< 1	-
Toluène	µg/l	< 0,5	< 1	-
Ethylbenzène	µg/l	< 0,5	< 1	-
m + p xylène	µg/l	< 1	< 1	-
o xylène	µg/l	< 0,5	< 1	-
AOX	µg/l	11	9	-

Mai, 2001

Tableau 6 : Résultats des analyses des paramètres organiques de la source S1

Les normes de référence reprises sont celles de l'A.E.R.W. du 20 juillet 1989 relatif à la qualité de l'eau distribuée par le réseau.

Interprétation des résultats :

L'ensemble des paramètres présente des valeurs bien en deçà des valeurs admissibles ; les métaux sont détectés en faible quantité.

On constate seulement une petite divergence entre les laboratoires au niveau de la mesure du fer, une valeur plus élevée étant obtenue par l'ISSeP.

L'eau de cette source est de bonne qualité.

Il est intéressant d'observer les concentrations très faibles pour le fer et le manganèse par rapport aux eaux piézométriques.

La source S1 tout comme le piézomètre P1 sont situés en amont piézométrique par rapport au Centre d'Enfouissement Technique. Or le piézomètre P1 présente des valeurs en fer et en manganèse sensiblement plus importantes que celles relatives à la source S1. Les informations hydrogéologiques condensées dans le dossier technique du C.E.T. nous apprennent que l'eau de la source S1 provient de la nappe du Crétacé tandis que les caractéristiques du forage du piézomètre P1 montrent que ce dernier est équipé de tubes crépinés dans la nappe du crétacé et dans la nappe du socle carbonifère. Les caractéristiques des deux eaux sont donc différentes.

7. Rejets des stations d'épuration.

Sonneville dispose d'une autorisation de rejets des eaux épurées de la station d'épuration pour une durée de 10 ans. Elle expire le 04 novembre 2001.

La fiche relative à cette autorisation ministérielle est reprise dans le dossier technique ainsi que celle relative à la liste des paramètres à respecter.

7.1. Description de l'unité de traitement mise en place sur le C.E.T..

L'installation de traitement des eaux est composée initialement d'un traitement biologique (lagune aérée) et d'un traitement physico-chimique (strippage de l'ammoniac et coagulation/floculation).

Les lixiviats du C.E.T. sont récupérés dans des cuves de stockage et acheminés vers la lagune aérée dont le principe de fonctionnement est celui des boues activées. L'eau sort de la lagune par débordement et est dirigée vers un bassin de sédimentation. Avant l'entrée dans ce bassin, un dispositif permet l'introduction de chaux qui se mélange ainsi avec les eaux. Ce bassin permet la coagulation et floculation grâce à la chaux. L'eau est ensuite pompée vers un strippage qui consiste en une nébulisation de l'eau afin d'éliminer l'ammoniac présent dans l'eau. Ensuite, toujours par débordement, l'eau est dirigée vers un bassin de correction du pH; le réajustement se fait au moyen d'acide chlorhydrique.

L'eau ainsi traitée est finalement envoyée dans le ruisseau de Belderbusch.

Cette station permet de traiter les lixiviats peu chargés de la zone la plus ancienne du site. Par contre, concernant les « jeunes » lixiviats, provenant de la zone d'extension de classe 2 exploitée jusqu'en 1998, ceux-ci sont très chargés en éléments polluants ($DCO = 3000 \text{ mg O}_2/l$; $NH_4 = 1200 \text{ mg N/l}$; $Cl^- = 2000 \text{ mg/l}$; données Sonneville). La station existante ne peut en assurer le traitement. Ils sont donc envoyés vers la nouvelle station d'épuration, construite en 2000.

Cette station traite l'azote ammoniacal et les matières organiques biodégradables par le biais de réacteurs biologiques. La technique membranaire combine un traitement biologique (nitrification, dénitrification) et une filtration sur membrane. La fraction organique non dégradable est passée sous charbon actif afin de l'éliminer.

L'eau issue de cette deuxième unité d'épuration est ensuite envoyée vers la lagune où elle suit le même parcours que précédemment.

La figure 06 reprend l'implantation des deux stations d'épuration ainsi que les différents cheminements des lixiviats.

7.2. *Prélèvements.*

Trois prélèvements ont été réalisés sur tout le parcours des lixiviats. Ils sont annotés sur la figure 07.

- Le premier a été réalisé en sortie de la nouvelle station d'épuration, avant que ces eaux traitées ne soient envoyées vers la lagune (sortie STEP)
- Le deuxième a été réalisé en fin de parcours, soit à la sortie du bassin correcteur de pH et avant que les eaux épurées ne se mélangent avec les eaux de ruissellement du C.E.T. et les eaux du ruisseau de Belderbusch. Ce point dénommé sortie stripping, correspond à celui repris par la Police de l'Environnement (D.P.E.) lorsqu'elle contrôle le respect des normes de rejets.
- le troisième correspond au point aval rejets, à l'endroit où les eaux de pluie, l'eau du ruisseau et les eaux épurées se mélangent.

7.3. *Résultats*

Les résultats des analyses sont repris dans les tableaux 7 et 8 ci-dessous.

Les valeurs sont comparées avec les valeurs maximales admissibles reprises dans l'arrêté ministériel du 04 novembre 1991 relatif aux rejets des eaux usées.

Rejets station d'épuration - 8 mai 2001-					
Paramètres	Unités	Sortie STEP	Sortie Stripping	Aval rejet	Valeurs Médianes
Paramètres généraux					
Température in situ	°C		15,1	15,1	
Conductivité in situ	µS/cm		4640	1549	
pH in situ			9,35	8,6	6,5 < pH <10
pH à 25°C		8,0	8,3	8,0	
MES 0,45µm	mg/l				
MES 1 µm		< 2	125	122	60
Paramètres organiques intégrés					
Carbone organique total	mg C/l	27,2	99,6	30,3	
DCO	mg O ₂ /l	72	246	82	300
DBO ₅	mg O ₂ / l	< 3,0	14,0	6,8	100
Indice phénol	µg/l	< 5	43	13	1000
Substances eutrophisantes					
Nitrates	mg NO ₃ /l	14,0	50	39	
Azote ammoniacal	mg NH ₄ /l	0,44	124	9,6	50
Azote Kjeldhal	mg N / l	3,1	117	18,2	
Substances inorganiques					
Chlorures	mg Cl / l	1561	724	207	
Sulfates	mg SO ₄ /l	66	69	77	
Fluorures	mg F / l	0,53	0,38	0,21	
Cyanures	µg / l	20	135	40	50
Métaux et métalloïdes					
Arsenic	µg/l	25	57,0	11,1	
Cadmium	µg/l	< 0,22	0,50	< 0,22	600
Chrome total	µg/l	15,0	29	8,4	1000
Mercure	µg/l	< 0,11	< 0,11	< 0,11	150
Nickel	µg/l	30	31	14,7	1000
Plomb	µg/l	< 16,7	32	21	100
Zinc	µg/l	< 16,7	133	92	1000
Etain	µg/l	< 12,2	< 12,2	< 12,2	
Fer	mg/l	0,12	4,6	3,8	
Calcium	mg/l	56	49	99	
Manganèse	mg/l	0,033	35	0,37	
Magnésium	mg/l	79	36	11,0	
Sodium	mg/l	1072	675	181	
Potassium	mg/l	526	245	53	
Ortho-phosphates	mg PO ₄ /l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Chromates	µg CrO ₄ /l	< 5	< 5	< 5	
HCO ₃ ⁻	mgCaCO ₃ /l	1096	873	312	

Tableau 7: Résultats des analyses des rejets des stations d'épuration

Issep, 2001

Rejets station d'épuration - 8 mai 2001					
Paramètres	Unités	Sortie STEP	Sortie stripping	Aval rejet	Normes
Hydrocarbures apolaires	µg/l	60	< 50	< 50	-
Benzène	µg/l	< 1	< 1	< 1	-
Toluène	µg/l	< 1	< 1	< 1	-
Ethylbenzène	µg/l	< 1	< 1	< 1	-
m + p xylène	µg/l	< 1	< 1	< 1	-
o xylène	µg/l	< 1	< 1	< 1	-
AOX	µg/l	262	308	90	-

ISSep, 2001

Tableau 8 : Résultats des analyses organiques des rejets des stations d'épuration**Commentaires :**

Les résultats obtenus au niveau de la sortie de la nouvelle station d'épuration (sortie STEP) montre la bonne efficacité du traitement biologique membranaire et de l'adsorption sur charbon actif. Les valeurs en DCO, nitrates, azote ammoniacal et azote Kjeldahl sont faibles et les matières en suspension très peu présentes en sortie de ce traitement. Les autres composants n'étant pas traités lors de ce processus, leurs concentrations demeurent importantes en sortie de cette station. C'est le cas des chlorures dont la teneur est de 1561 mg Cl/l. Le chlore et les autres paramètres sont traités lors du passage dans l'ancienne station d'épuration.

Quant au rejet final des eaux épurées dans le ruisseau de Belderbusch (sortie stripping), la prise d'échantillon d'eau a montré des valeurs élevées pour quelques paramètres. C'est ainsi que l'on observe un dépassement pour les matières en suspension, l'azote ammoniacal et les cyanures par rapport aux seuils limites imposés.

De plus, d'autres paramètres non imposés dans l'arrêté nous interpellent par leurs concentrations élevées. La conductivité et les chlorures ont des valeurs importantes, à savoir respectivement 4600 µS/cm et 714 mg Cl/l. En comparaison la teneur maximale admissible dans une eau de surface est de 250 mg Cl/l.

Quant aux teneurs en azote Kjeldahl, arsenic et la demande chimique en oxygène, elles sont également loin d'être négligeables.

Concernant les résultats au troisième point de prélèvement, il est intéressant de remarquer une baisse quasi-généralisée de la concentration des paramètres, signe d'une dilution des eaux de rejets du centre d'enfouissement technique avec les eaux de ruissellement et l'eau du ruisseau de Belderbusch.

PARTIM AIR

8. Emissions.

8.1. Biogaz

Le C.E.T. de Belderbusch dispose sur son site d'installation de captage et de traitement de biogaz. Un réseau de dégazage a été installé sur l'ensemble du site (figure 08) sauf sur la partie comprenant des déchets inertes. Quarante puits de gaz ont été forés dans la masse de déchets, permettant de pomper le biogaz et de l'envoyer vers un collecteur principal. Les canalisations reliant les puits sont soit aériennes (ancienne zone de classe 2), soit souterraines (zone d'extension). Le biogaz alimente ainsi le moteur ou la torchère.

Les unités de traitement recensées sont :

- un groupe compresseur captant le biogaz du C.E.T.
- un système de conditionnement du biogaz (filtre et condenseur)
- un moteur à combustion interne d'une puissance de 762 kw, qui entraîne une génératrice d'électricité.
- une torchère dont le débit nominal est 1000 m³ de biogaz par heure.

Le site de Belderbusch peut être divisé en 3 anciennes zones d'exploitation (figure 01) : une partie où sont stockés les déchets inertes : aucune production de biogaz n'y est constatée. La deuxième zone est appelée ancienne décharge de classe 2 et produit un biogaz pauvre en méthane. La dernière partie correspond à la zone d'extension exploitée en dernier lieu et pour laquelle la production de biogaz est abondante. La teneur en méthane de ce biogaz est plus importante. Le biogaz est donc pompé sur l'ensemble des puits de gaz et est envoyé vers 5 collecteurs, qui sont reliés à une canalisation unique, cette dernière alimentant le moteur ou la torchère.

La production de biogaz sur le site de Belderbusch est insuffisante pour alimenter simultanément le moteur et la torchère. La valorisation du biogaz a été privilégiée plutôt que sa destruction en torchère, cette dernière n'est mise en service qu'en cas d'entretien ou de panne du moteur.

Le biogaz est donc le même pour ces deux unités.

Les biogaz ont été prélevés soit en ballon de Tedlar, soit sur tubes d'absorption à phases spécifiques puis analysés par chromatographie en phase gazeuse, ou dosés directement par les moniteurs analytiques spécifiques. Les différentes méthodologies de prélèvements et les procédures d'essais sont fournies en annexe 3.

8.1.1. Composés majeurs et polluants gazeux minéraux.

Les résultats relatifs aux analyses effectuées sur les éléments majeurs du biogaz, prélevé en amont de la torchère et du moteur, sont repris dans le tableau 9.

	CH ₄ (%)		CO ₂ (%)		O ₂ (%)	
	Moy.	C.V.	Moy.	C.V.	Moy.	C.V.
Biogaz	53,3	5,9	31,3	3,8	< L.D.	

Tableau 9 : Résultats des analyses des éléments majeurs du biogaz

Moy. : Moyenne
C.V. : coefficient de variation
L.D. : limite de détection

Ces résultats tiennent compte des mesures effectuées sur plusieurs jours de campagne, à savoir les 13, 14, 15, 16, 19 et 20 mars 2001

La concentration en méthane est élevée (en moyenne 53,3 %), ce qui assure un bon fonctionnement du moteur. Le coefficient de variation montre une bonne constance de la production de méthane observée au cours des mesures (on note une valeur ponctuelle de 59 % de méthane, tandis que les autres concentrations mesurées avoisinent les 52 %).

La teneur en dioxyde de carbone présente des teneurs normales avec un coefficient de variation assez stable. Par contre, les teneurs en oxygène sont très faibles et en dessous de la limite de détection de l'appareil de mesure utilisé.

8.1.2. Analyse du sulfure d'hydrogène.

La méthode utilisée est explicitée en annexe 3 , les résultats sont quant à eux repris dans le tableau 10.

	H ₂ S		
	Moy.	C.V.	Unités
Biogaz	44,7	38,3	mg/Nm ³ sec

Tableau 10 : Résultats des analyses de sulfure d'hydrogène dans le biogaz

Moy. : Moyenne des mesures
C.V. : Coefficient de variation

La teneur en sulfure d'hydrogène peut être considérée comme caractéristique d'un C.E.T. de ce type (Landfilling of waste : biogaz, R. Cossu). Il faut cependant noter que le coefficient de variation est assez élevé (38%) et exprime donc une certaine instabilité des concentrations en fonction du temps.

8.1.3. Analyse des composés en trace - COV.

L'analyse des composés organiques volatils sur le biogaz a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection de masse après désorption thermique des tubes de prélèvement à phases spécifiques (Carbotrap).

Les résultats figurent dans le tableau 11 ci-dessous

Paramètres	Alcanes µg/Nm ³	Alcènes µg/Nm ³	Chlorés µg/Nm ³	BTEX µg/Nm ³	Benzène µg/Nm ³	Toluène µg/Nm ³	Ethylbenzène µg/Nm ³	Xylènes µg/Nm ³
13 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	4850 1	842 20	980 5	21365 18	585 7	10179 8	4540 27	6061 28
14 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	4769 3	983 7	791 10	17640 8	529 2	8962 6	3584 8	4565 11
15 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	4460 9	1968 54	771 26	15980 6	702 38	8340 7	3020 4	3918 1
16 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	10967 2	1181 5	2385 3	96357 4	826 0.5	22714 2	28233 4	44583 5
19 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	10193 7	1541 22	1957 2	79273 6	2691 48	18262 6	23355 6	34966 10
20 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	10289 6	738 32	907 10	84387 2	743 21	20287 7	25724 1	37633 0.5
Moy. générale	7588	1209	1298	49757	1012	14791	14743	21954
C.V.	39	53	49	70	92	40	76	80

Tableau 11 : Résultats de l'analyse des composés organiques volatils dans le biogaz
C.V. : coefficient de variation

Comme semble l'indiquer les valeurs reprises ci-dessus, les concentrations des composés organiques volatils varient dans le temps (coefficient de variation général d'un paramètre élevé) mais montrent cependant une certaine constance au sein d'une même série d'analyses (coefficient de variation pour une journée de mesures faible).

On note des concentrations non négligeables en BTEX. Au sein de cette famille d'analytes, c'est le benzène qui présente les concentrations les plus faibles.

Nous pouvons conclure que, à la lumière de ces résultats, les différents composés recherchés et quantifiés ont des concentrations moyennes en accord avec les chiffres cités dans la littérature spécialisée pour un C.E.T. de cette catégorie (Landfilling of waste : biogas, R. Cossu).

8.2. Moteur

Sonneville valorise le biogaz produit par la masse de déchets en l'utilisant comme combustible alimentant le moteur à gaz. Celui-ci est couplé à un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Contrairement aux autres C.E.T. repris dans le réseau de contrôle, l'exploitant n'est pas propriétaire du moteur; ce dernier est la propriété d'Electrabel, qui rachète le biogaz à Sonneville.

Les mesures ont été effectuées les 13, 14 et 20 mars 2001. En effet, pour réaliser les mesures sur la torchère, il fallait obligatoirement arrêter le moteur. Afin de limiter la perte de production d'électricité, il a été convenu entre l'ISSEP et Sonneville d'attendre la période où l'entretien mensuel du moteur est réalisé. Les dates ont été fixées aux 15 et 16 mars 2001.

Il nous est dès lors apparu très intéressant de contrôler le moteur avant et après entretien.

Cependant, les techniciens allemands ont jugé que le moteur n'avait pas fonctionné suffisamment d'heures que pour réaliser un entretien.

Nous n'avons donc pu mettre en évidence l'efficacité de l'entretien.

8.2.1. Composés majeurs et polluants gazeux minéraux.

Un conteneur laboratoire mobile a été installé près des sources émettrices. Ce conteneur équipé de moniteurs ad hoc et de sondes d'échantillonnage spécifiques, a pu analyser des éléments tels que : CO (monoxyde de carbone), CO₂ (dioxyde de carbone) par infrarouge, NO (monoxyde d'azote) et NO_x (oxyde d'azote) par chemiluminescence, les hydrocarbures C_xH_y par ionisation de flammes et l'oxygène (O₂) par paramagnétisme.

Les résultats sont repris dans le tableau 12 ci-dessous. Le rapport d'analyses est quant à lui inclus dans l'annexe 3.

Paramètres	Unités	Essais du 13 mars 2001			Essais du 14 mars 2001			Essais du 20 mars 2001		
		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
O ₂	% v/v	9,6	12,1	9,3	9,6	11,5	8,3	9,6	11,7	9,5
CO ₂	% v/v	9,3	9,5	7,3	9,2	10,1	7,6	9,3	9,4	7,6
NO	mg/Nm ³ sec	92	242	21	90	101	84	91	129	30
NO _x	mg/Nm ³ sec*	133	143	125	138	227	119	136	145	128
CO	mg/Nm ³ sec	509	783	461	501	612	419	507	544	414
SO ₂	mg/Nm ³ sec	4	4	2	6	7	6	6	7	4
CxHy	mg C/Nm ³ sec	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* exprimé en NO₂

Tableau 12 : Résultats des analyses des composés majeurs effectuées sur les fumées d'échappement du moteur.

Commentaires :

- ❑ Les valeurs observées sont faibles pour le monoxyde d'azote (NO), l'oxyde d'azote (NOx) et le dioxyde de soufre (SO₂).
- ❑ On peut remarquer que les concentrations en CO (monoxyde de carbone) ne sont pas négligeables et atteignent parfois des valeurs élevées pouvant aller jusqu'à : CO = 783 mg/Nm³sec. Ces valeurs sont similaires à celles observées sur d'autres C.E.T. du même type (données ISSeP).
- ❑ Un problème est survenu lors de l'analyse des hydrocarbures : on ne détectait pas la présence d'hydrocarbures dans les fumées du moteur. Le 8 mai 2001, des prélèvements de fumées supplémentaires ont été réalisés au moyen de sacs Tedlar et analysés au laboratoire. Les résultats ont montré des teneurs comprises entre 600 et 800 mg C/Nm³ sec en hydrocarbures, valeurs que l'on retrouve fréquemment dans les fumées de moteurs du même type (données ISSeP).
- ❑ Soulignons que la concentration en hydrocarbures totaux (CxHy) dans les fumées d'échappement du moteur peut être assimilée à la concentration en méthane (données ISSeP). Ceci est confirmé par les analyses spécifiques et le dosage des alcanes.

8.2.2. Analyse du sulfure d'hydrogène

Sans objet, à cause de la combustion oxydante.

8.2.3. Analyse des composés en trace - COV

Afin d'évaluer au mieux les concentrations en composés organiques volatils (hors méthane) dans les fumées de combustion par rapport à celles quantifiées dans le biogaz, l'analyse des COV a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection de masse après désorption thermique des tubes de prélèvement à phases spécifiques (Carbotrap).

L'ensemble des résultats et méthodes analytiques figurent en annexe 3.

Une synthèse est reprise dans le tableau 13 ci-dessous.

Paramètres	Alcanes µg/Nm ³	Alcènes µg/Nm ³	Chlorés µg/Nm ³	BTEX µg/Nm ³	Benzène µg/Nm ³	Toluène µg/Nm ³	Ethylbenzène µg/Nm ³	Xylènes µg/Nm ³
13 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	4,97 4	8,99 20	9 88	201 58	27,36 -	33,12 2	61,08 84	91,6 86
14 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	16,74 14	31,11 7	1,22 4	139 6	48,42 4	52,1 11	16,21 1	21,9 2
20 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	3,75 42	4,03 85	1,8 -	46,6 70	< L.D. -	9,97 73	15,75 72	20,26 72
Moy. C.V.	8,49 72	14,71 82	4,45 140	128,7 74	41,4 24	31,7 57	31 120	44,6 127

L.D. : limite de détection est de 0,05 µg/Nm³

Tableau 13 : Résultats de l'analyse des composés organiques volatils dans les fumées d'échappement du moteur.

Moy. : Moyenne

C.V. : Coefficient de variation

La première constatation qui s'impose d'emblée est la très grande variabilité des mesures (coefficient de variation très élevé). Ceci est principalement du au fonctionnement du moteur (moteur à piston et à combustion interne) .

L'examen du tableau suscite encore quelques commentaires :

- les concentrations très faibles en alcanes et alcènes par rapport à la quantité d'hydrocarbures totaux émises dans les fumées d'échappement, ce qui conforte l'affirmation que ces hydrocarbures sont surtout du méthane.
- les composés chlorés présentent les valeurs les plus faibles mais son coefficient de variation est très élevé.
- les BTEX représentent en quantité la majeure partie des composés organiques volatils identifiés.

Grâce aux nombreux paramètres physico-chimiques enregistrés à la source (excès d'air, température des gaz, concentration de l'oxygène dans les fumées, débits, ...) et les concentrations en méthane mesurées à la fois dans le biogaz et dans les fumées, il est possible de déterminer son rendement de destruction en conditions normales d'utilisation.

Ce rendement de destruction est de 98,7%.

Cependant, ce raisonnement peut difficilement être appliqué à toutes les familles de produits organiques détectés à l'état de traces, à cause de l'apparition de composés chimiques non présents au départ dans les biogaz (acides, phénols, aldéhydes,...) et à cause de transformations secondaires dues à la combustion (données ISSeP).

Pour cette raison, on ne parlera pas de rendement de destruction pour ces familles mais bien de réduction de quantité émise (R.Q.E.) par rapport aux concentrations de départ dans le biogaz.

Cette réduction de quantité émise est au minimum de 95,4% pour les BTEX.

Calculée pour chaque composé, on observe toutefois des valeurs différentes.

Composés	R.Q.E. (%)
Benzène	36,5 %
Toluène	97,7 %
Ethylbenzène	97,4 %
Xylène	97,4 %

Tableau 14 : Evaluation de la réduction des quantités émises des BTEX

Seulement 36 % des quantités émises en benzène sont réduites, tandis que les autres C.O.V. mesurés (toluène, éthylbenzène et xylènes) présentent une réduction des quantités émises élevée et similaire.

8.3. Torchère.

Pour rappel, la production de biogaz est insuffisante pour alimenter simultanément le moteur et la torchère. C'est pourquoi, la torchère ne fonctionne qu'en cas de panne ou d'entretien du moteur.

La torchère comprend :

- un système de régulation de l'admission du biogaz
- un brûleur
- un ventilateur d'admission d'air de combustion
- une cheminée d'évacuation des fumées.

La torchère et le compresseur de biogaz ont pour objectifs :

- l'extraction et le captage du biogaz,
- la destruction du biogaz par oxydation thermique à une température de 1200°C, en présence d'un excès d'air et avec un temps de rétention de 0,3 seconde minimum
- le rejet des fumées dans l'atmosphère respectant les normes TA-Luft .

En ce qui concerne les prélèvements et analyses, les mêmes techniques et paramètres que ceux retenus pour le contrôle des fumées moteurs ont été appliqués dans cette caractérisation des émissions issues des torchères.

Etant donné les hautes températures rencontrées dans cette torchère, il était exclu de déterminer le débit global des fumées par les méthodes classiques habituellement utilisées (Pitot, mesure de la densité des gaz, ...). Ces données sont pourtant essentielles pour l'étude de l'immission dans l'environnement immédiat de la décharge. L'analyse de l'oxygène dans les fumées a permis de déterminer l'excès d'air utilisé pour la combustion, et donc de déterminer ce débit global une fois connu le débit du biogaz dans la torchère. Les résultats obtenus par cette méthode ont été confirmés par l'analyse du CO₂ dans les fumées.

8.3.1. Composés majeurs et polluants gazeux minéraux.

A l'instar de ce qui a été entrepris pour les fumées moteurs, le même laboratoire mobile a été implanté à proximité de la source émettrice, et les mêmes paramètres ont été analysés. Les résultats sont repris dans le tableau 15.

Paramètres	Unités	Essais du 15 mars 2001			Essais du 16 mars 2001			Essais du 19 mars 2001		
		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
O ₂	% v/v	7,3	8,2	6,4	7,6	8,6	6,1	7,3	8,4	6,2
CO ₂	% v/v	10,6	11,6	9,8	10,8	11,8	10,0	11,2	11,9	10,3
NO	mg/Nm ³ sec	-	-	-	32	39	28	33	39	27
NO _x	mg/Nm ³ sec*	-	-	-	34	40	30	35	40	30
CO	mg/Nm ³ sec	5	10	< 5	< 5	7	< 5	< 5	9	< 5
SO ₂	mg/Nm ³ sec	2	3	1	4	6	3	< 1	1	< 1
CxHy	mg C/Nm ³ sec	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.

* exprimé en NO₂

L.D. : limite de détection

Tableau 15 : Résultats des analyses des composés majeurs effectuées sur les fumées d'échappement de la torchère.

On peut observer des valeurs faibles pour l'ensemble des paramètres. Au vu des résultats obtenus, on peut considérer qu'en conditions normales d'utilisation (lors de nos essais), la torchère a assuré une combustion complète des hydrocarbures totaux. Ce bon rendement est attesté également par une faible concentration en CO. Ceci doit probablement se traduire par une bonne élimination des composés organiques en trace présents dans le biogaz.

8.3.2. Analyse des composés en trace - COV.

De la même manière que pour le moteur à combustion interne, les composés organiques volatils ont été analysés sur les fumées issues de la torchère.

Les résultats sont repris dans le tableau 16.

Paramètres	Alcanes µg/Nm ³	Alcènes µg/Nm ³	Chlorés µg/Nm ³	BTEX µg/Nm ³	Benzène µg/Nm ³	Toluène µg/Nm ³	Ethylbenzène µg/Nm ³	Xylènes µg/Nm ³
15 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	1,42 76	3,68 55	5,7 -	3,66 3	1,31 24	0,3 33	0,85 12	1,3 7
16 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	0,73 42	0,05 -	< L.D. -	3,78 42	2,12 -	1,45 39	0,57 7	0,71 1
19 mars 2001 Moyenne C.V. (%)	0,8 59	0,2 -	< L.D. -	1,93 61	< 0,05 -	0,37 62	0,38 -	0,85 -
Moy.	0,98	1,90	5,69	3,13	1,58	0,71	0,64	0,97
C.V.	78 %	120 %	-	45 %	29 %	90 %	30 %	29 %

L.D. : limite de détection de 0,05 µg/Nm³

Tableau 16 : Résultats de l'analyse des composés organiques volatils dans les fumées d'échappement de la torchère
C.V. : coefficient de variation

Commentaires :

- ❑ Les coefficients de variation des différents paramètres sont assez élevés, présentant des chiffres comparables à ceux obtenus pour le moteur.
- ❑ Les alcanes et les alcènes montrent des valeurs très faibles, proches de la limite de détection de l'appareil. Quant aux chlorés, ils sont souvent en dessous de la limite de détection.
- ❑ Les valeurs des BTEX sont très faibles; c'est le benzène qui est le plus présent car plus difficile à détruire.
- ❑ Les faibles concentrations en hydrocarbures se confirment, appuyant ainsi le bon rendement de combustion de la torchère.

Les valeurs mesurées sont en parfaite concordance avec les chiffres cités par la littérature spécialisée relative aux fonctionnements de torchères alimentées par le biogaz.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus sur le biogaz, on remarque que les alcanes et les BTEX sont détruits avec un taux de destruction de 99,9%, les alcènes avec un taux de 99% tandis que les chlorés présentent quant à eux un taux de destruction de 97 ;5 %.

Les composés BTEX sont donc très bien éliminés par la torchère installée sur le site

9. Contrôle des émissions surfaciques

9.1. Méthodologie.

Le contrôle des émissions de gaz à travers le sol et détectables en surface, a été réalisé sur toute l'étendue du C.E.T. réhabilité.

Le matériel utilisé est un appareil à ionisation de flamme (F.I.D.) – PORTAFID M2, muni d'une pompe de prélèvement intégrée, reliée à une canne ventouse de prélèvement appliquée directement sur le sol.

Les mesures de gaz ont été effectuées suivant un maillage carré de 20 m de côté. La figure 09 reprend ce quadrillage.

Les valeurs indiquées à chaque point d'intersection sont données avec un coefficient de variabilité de 40 %. Elles correspondent chacune à une moyenne de 4 mesures pour chaque point d'intersection. L'unité de mesure est le ppm (lecture directe par affichage sur analyseur).

Des vérifications régulières du bon étalonnage de l'appareil ont été effectuées par contrôle sur des ballons remplis d'air synthétique dopés ou non avec un ajout dosé de méthane.

La campagne de mesures a été menée par nos soins du 8 au 10 mai 2001.

9.2. Traitement des données.

Les résultats sont traités par une méthode géostatistique appelée « krigeage linéaire ».

Cette méthode permet d'établir des courbes d'isovaleurs en partant du principe que chaque point de mesure est influencé à plus ou moins grande distance par ses voisins.

A un point d'intersection où la mesure n'a pu être effectuée (zone en exploitation, zone inaccessible, zone inondée, ...), le krigeage permet une estimation de ce point dont l'incertitude est plus importante.

Cette manière de procéder permet de donner une image continue, sur le site, de l'importance du dégazage et d'en localiser les zones caractéristiques.

Les courbes d'isoconcentration sont tracées à 100 ppm, à 500 ppm et à 1000 ppm.

A titre indicatif, 1 ppm = 0,65 mg méthane/Nm³.

9.3. *Interprétation des résultats*

La phase de réhabilitation du site est pratiquement terminée; seule la partie Sud-Ouest doit encore êtreensemencée mais la couche de couverture finale est déjà placée.

Les résultats sont présentés sur les figures 10 et 11 de ce rapport.

On n'observe aucun dégazage important sur l'ensemble du C.E.T. Seuls quatre petits spots dont l'intensité est inférieure à 250 ppm, sont repérés et s'apparentent à des phénomènes ponctuels.

Cette campagne de mesures permet d'apprécier la bonne efficacité de la couverture définitive mise en place sur le C.E.T. de Belderbusch.

10. Qualité de l'air.

Par qualité de l'air, on entend la concentration de différents polluants dans l'air ambiant, c'est à dire, la conjonction de la pollution de fond et de la pollution résultant des émissions d'une installation.

La qualité de l'air dans l'environnement proche du Centre d'Enfouissement Technique de Belderbusch a été évaluée grâce à deux types de mesures complémentaires :

- ❑ Mesure de la pollution atmosphérique minérale et organique globale à l'aide d'analyseurs installés dans deux laboratoires mobiles.
- ❑ Prélèvements et analyses sur tubes pour la détermination de polluants organiques spécifiques dans les zones d'habitations.

En ce qui concerne les mesures de la pollution atmosphérique par les laboratoires mobiles, les mesures ont porté sur les paramètres microclimatiques (direction, forces des vents, humidité relative et température) et des prélèvements en continu par monitoring : méthane (CH₄), sulfure d'hydrogène (H₂S), monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO₂), monoxyde de carbone (CO), ozone (O₃), et BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et particules en suspension (PM 10).

Les différentes méthodologies d'échantillonnage et d'analyse sont développées en annexes 5 et 6.

Les laboratoires mobiles ont été installés sur un axe Ouest-Est, en amont et en aval du C.E.T. par rapport aux vents dominants. Leur position respective est indiquée sur la figure 12. L'emplacement a également été influencé par diverses contraintes matérielles, notamment la disponibilité d'alimentation électrique. Cela explique pourquoi la station amont est située sur le site même plutôt qu'en bordure de celui-ci .

10.1. Laboratoires mobiles - Mesures en continu.

Durant cette campagne de mesures, les vents provenaient essentiellement du secteur Sud-Ouest. Quelques épisodes durant lesquels le vent provenait du Nord-Est ont également été enregistrés. La cabine amont a donc été sous l'influence des émissions du C.E.T. La rose des vents est reprise sur les différentes figures illustrant les roses de pollution (figures 13 à 16).

Les mesures se sont étalées sur une période de 7 semaines, à savoir du 02 mars 2001 au 18 avril 2001. La masse de données obtenues (valeurs semi-horaires) a été traitée de manière statistique afin de présenter les résultats tels que décrits dans les tableaux 17 et 18

Paramètres	CH ₄	H ₂ S	PM10
Unités	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Moyenne	1,45	1	14
Médiane	1,41	1	13
P95	1,96	1	28
P98	2,17	1	38
Nbre de valeurs	1836	2212	2184

Tableau 17 : résultats des mesures effectuées par le laboratoire mobile amont

Paramètres	CH ₄	H ₂ S	NO	NO ₂	PM10
Unités	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Moyenne	1,24	1	1	18	17
Médiane	1,21	1	1	15	12
P95	1,45	1	5	40	51
P98	1,57	2	14	49	67
Nbre de valeurs	2204	1833	2014	2031	1808

Tableau 18 : résultats des mesures effectuées par le laboratoire mobile aval

Par rapport à d'autres sites déjà étudiés, les valeurs enregistrées montrent que les niveaux atteints peuvent, pour tous les polluants, être considérées comme très faibles.

Pour rappel, la pollution de fond en méthane dans un environnement exempt de sources importantes se situe entre 1,20 et 1,35 µg/m³.

Les paramètres statistiques pour le méthane sont légèrement supérieurs pour le site amont démontrant ainsi sa plus grande exposition aux émissions du C.E.T.

La figure 13 montre les roses de pollution du méthane obtenues sur les deux points de mesures. Pour le site amont, on observe un très léger apport en provenance du Nord qui correspond à un petit épisode de pollution mesuré les 25 et 26 mars 2001. Quant au site aval, aucun secteur particulier d'émission de méthane ne peut être mis en évidence.

En ce qui concerne les données relatives au sulfure d'hydrogène (H_2S), l'examen des résultats nous apprend que les valeurs sont très faibles, bien inférieures au seuil de perception du sulfure qui est de $15 \mu g/m^3$. La valeur moyenne obtenue de $1 \mu g/m^3$ est très basse et correspond à la limite de détection de l'appareillage utilisé.

La figure 14 reprend les roses de pollution du sulfure d'hydrogène

Il en ressort que les petites pointes repérables sur les deux sites de prélèvement ne sont pas assez significatives (elles ne correspondent qu'à un trop petit nombre de mesures) pour conclure à un apport en sulfure d'hydrogène provenant de ces directions.

Les concentrations en BTEX (composés monoaromatiques légers volatils) figurent dans les tableaux 19 et 20

Paramètres	Benzène	Toluène	Xylènes
Unités	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Moyenne	0,4	0,9	0,2
Médiane	0,2	0,6	0,1
P95	1,3	2,9	0,6
P98	1,6	4,4	1,0
Nbre de valeurs	2119	2126	2106

Tableau 19 : Résultats des mesures BTEX effectuées par les laboratoires mobiles (amont),

Paramètres	Benzène	Toluène	Xylènes
Unités	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Moyenne	0,8	0,8	0,1
Médiane	0,7	0,5	0,1
P95	1,6	2,8	0,3
P98	1,9	4,1	0,4
Nbre de valeurs	1835	1849	827

Tableau 20 : Résultats des mesures BTEX effectuées par les laboratoires mobiles (aval),

Actuellement, il n'existe pas de norme relative aux concentrations de ces polluants dans l'air.

Cependant, une Directive Européenne (1999/C 195/01), applicable en 2010, fixe une limite de concentration moyenne annuelle de 5 µg/m³ pour le benzène, En ce qui concerne le toluène, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) cite des taux qui peuvent atteindre 1,31 mg/Nm³ dans les villes (Air Quality Guidelines for Europe, World Health Organization, Régional Office For Europe, WHO Régional Publication, European Series n°23, 1987),

Les résultats obtenus montrent de très faibles valeurs mesurées, largement en dessous des valeurs limites admissibles. Le site aval présentant des valeurs pour le benzène plus élevées que le site amont.

Les figures 15 et 16 reprennent les roses de pollution du benzène et du toluène.

En ce qui concerne le benzène, on observe un léger apport en provenance du Nord-Est et ce, pour les deux stations de mesures amont et aval. Par conséquent, ce léger apport ne proviendrait pas du C.E.T. mais pourrait provenir de la ligne de chemin de fer voisine.

Les roses de pollution sont semblables pour le toluène : un léger apport en toluène provenant du Nord-Est est perceptible sur les deux sites.

10.2. Prélèvements et dosages dans les zones d'habitat.

Réalisée sur une période s'étalant du 21 mars 2001 au 06 juin 2001, les prélèvements de composés organiques volatils ont été entrepris par l'intermédiaire d'un échantillonneur automatique sur tubes à phases spécifiques Carbotrap. Les quatre emplacements des prélèvements sont repris sur la figure 12.

Les composés ainsi adsorbés, par période de 24 heures, ont été désorbés thermiquement en laboratoire et analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection par spectrométrie de masse.

Les données techniques relatives à cette méthode et l'ensemble des résultats sont repris en annexe 6 tandis que les résultats synthétisés figurent dans le tableau 21.

Lieux	Paramètres	Valeurs observées		Jour du max. observé
		Minimum µg/m ³	Maximum µg/m ³	Date
Monsieur Senden Rue Teberg, 1 4850 Montzen (Ouest du site)	Alcanes	< 0,05	0,28	25-mai-01
	Alcènes	< 0,05	0,11	25-mars-01
	Chlorés	< 0,05	0,31	03-mai-01
	Benzène	< 0,05	0,32	31-mars-01
	Toluène	< 0,05	3,02	23-mai-01
	Ethylbenzène	< 0,05	0,44	23-mai-01
	Xylène	< 0,05	0,77	23-mai-01
Moteur C.E.T. de Belderbusch	Alcanes	< 0,05	0,3	27-mars-01
	Alcènes	< 0,05	< 0,05	-
	Chlorés	< 0,05	0,37	13-avr-01
	Benzène	< 0,05	0,18	23-avr-01
	Toluène	< 0,05	0,48	09-mai-01
	Ethylbenzène	< 0,05	0,24	21-avr-01
	Xylène	< 0,05	0,43	21-avr-01
Station d'épuration C.E.T. de Belderbusch	Alcanes	< 0,05	0,22	25-mai-01
	Alcènes	< 0,05	0,05	02-avr-01
	Chlorés	< 0,05	0,24	03-mai-01
	Benzène	< 0,05	0,23	02-avr-01
	Toluène	< 0,05	0,69	29-mai-01
	Ethylbenzène	< 0,05	0,16	03-mai-01
	Xylène	< 0,05	0,29	03-mai-01
Madame Herzet rue de Hombourg, 80 4850 Montzen (Sud du site)	Alcanes	< 0,05	0,44	02-avr-01
	Alcènes	< 0,05	0,07	21-avr-01
	Chlorés	< 0,05	0,32	3-mai-01
	Benzène	< 0,05	0,22	07-mai-01
	Toluène	< 0,05	1,76	02-avr-01
	Ethylbenzène	< 0,05	0,3	11-mai-01
	Xylène	< 0,05	0,48	03-mai-01

Tableau 21 : Synthèse des résultats obtenus lors de la campagne d'analyses des COVs dans les zones d'habitat

On remarque que les concentrations en polluants, mesurées lors de cette campagne d'investigation, sont très faibles et inférieures aux résultats déjà acquis de la même manière aux alentours de C.E.T. de même type. Ces valeurs très basses s'expliquent par le fait que le C.E.T. n'est plus en activité depuis quelques années et que nous avons surtout mesuré la pollution de fond dans la région. Nous n'avons pu observer de différence entre les valeurs prises hors site et celles mesurées sur le C.E.T. même.

11. Conclusions

Cette première investigation analytique du C.E.T. de Belderbusch, réalisée dans le cadre du réseau de contrôle des Centres d'Enfouissement Techniques en Région wallonne, a permis d'accumuler un grand nombre de données.

Le site est complètement remblayé et la réhabilitation est terminée à l'exception d'une petite zone qui doit encore être ensemencée. Les activités y sont donc réduites : seul le pompage et le traitement des lixiviats et du biogaz produit par la masse de déchets sont maintenus en activité et ce, jusqu'en décembre 2008.

C'est ainsi que nous pouvons confirmer l'absence de graves problèmes de pollution engendrés directement par le C.E.T. de Belderbusch.

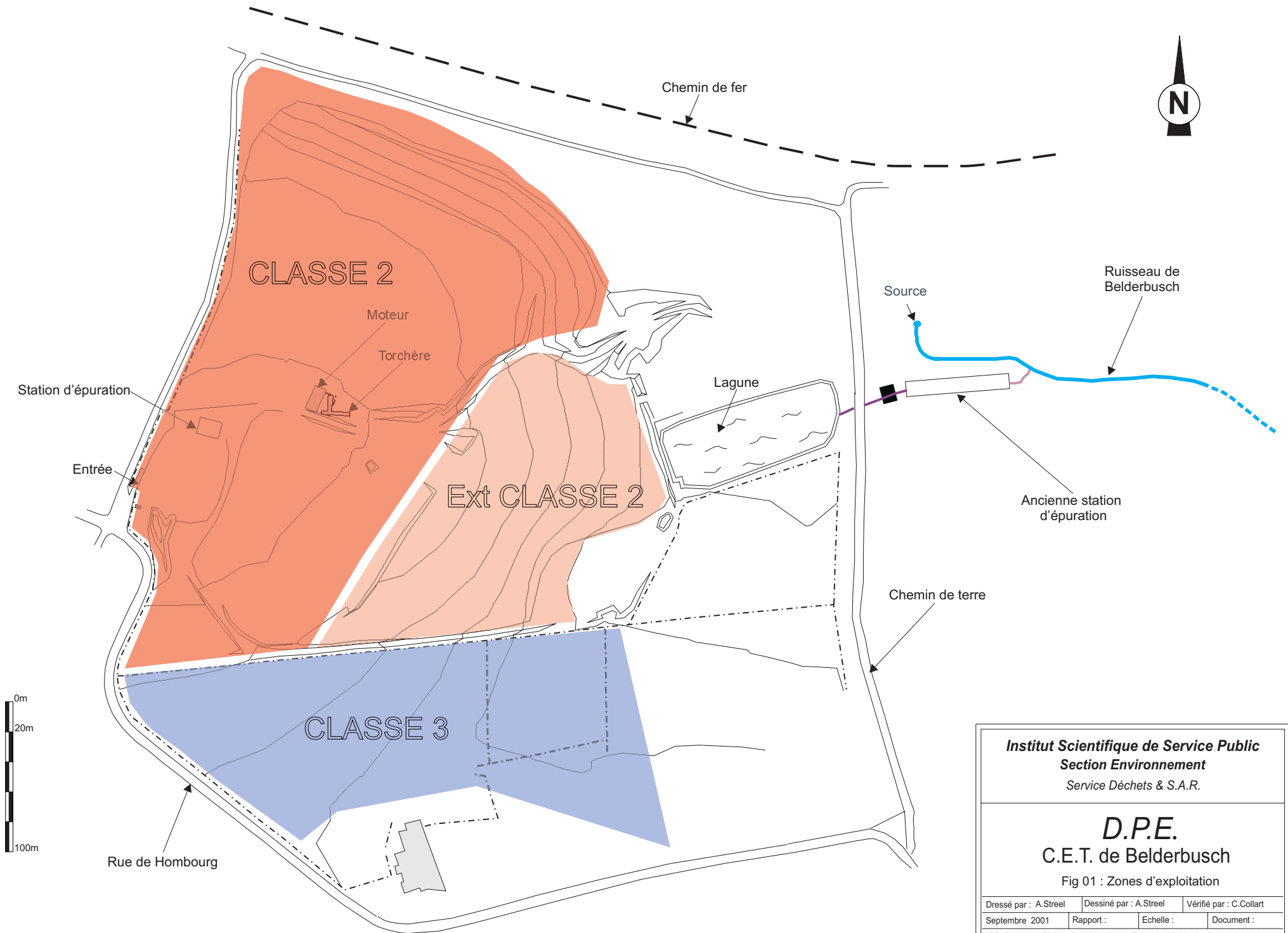
Ces campagnes de contrôle montrent également leur importance grâce à la globalisation de l'approche analytique, ce qui permet de faire ressortir des interrogations particulières qui sont plus facilement solutionnables grâce à une meilleure connaissance du site.

On peut citer :

- la nécessité de l'étude pour l'implantation d'une seconde ceinture piézométrique pour affiner l'expertise hydrogéologique de l'endroit et lever certaines inconnues encore présentes.
- des problèmes révélés par l'analyse des rejets des stations d'épuration.

C. COLLART
Attachée,
Service Déchets & S.A.R.

P. DENGIS
Responsable,
Service Déchets & S.A.R.

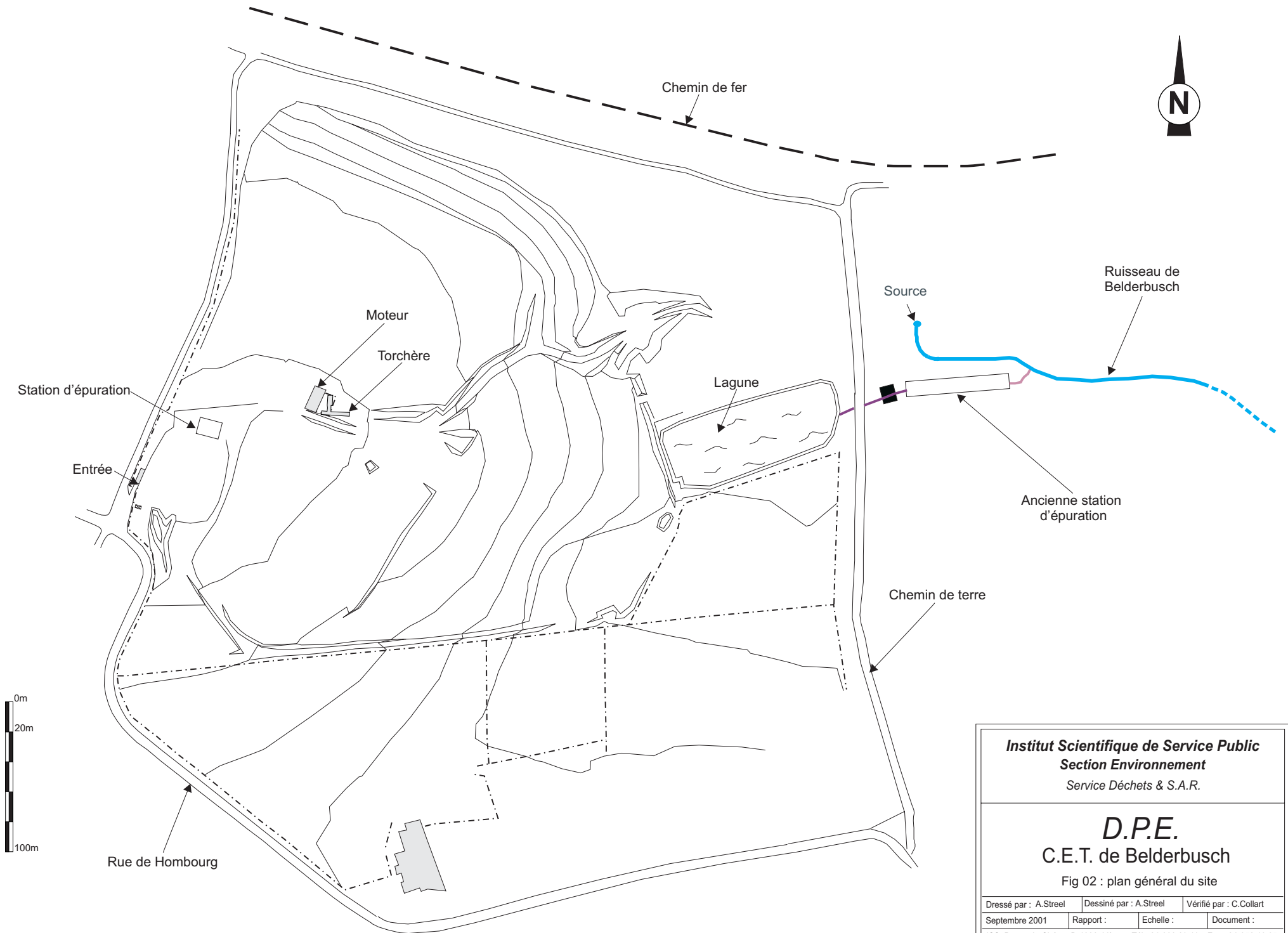


Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 01 : Zones d'exploitation

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart	
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :	Document :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65			

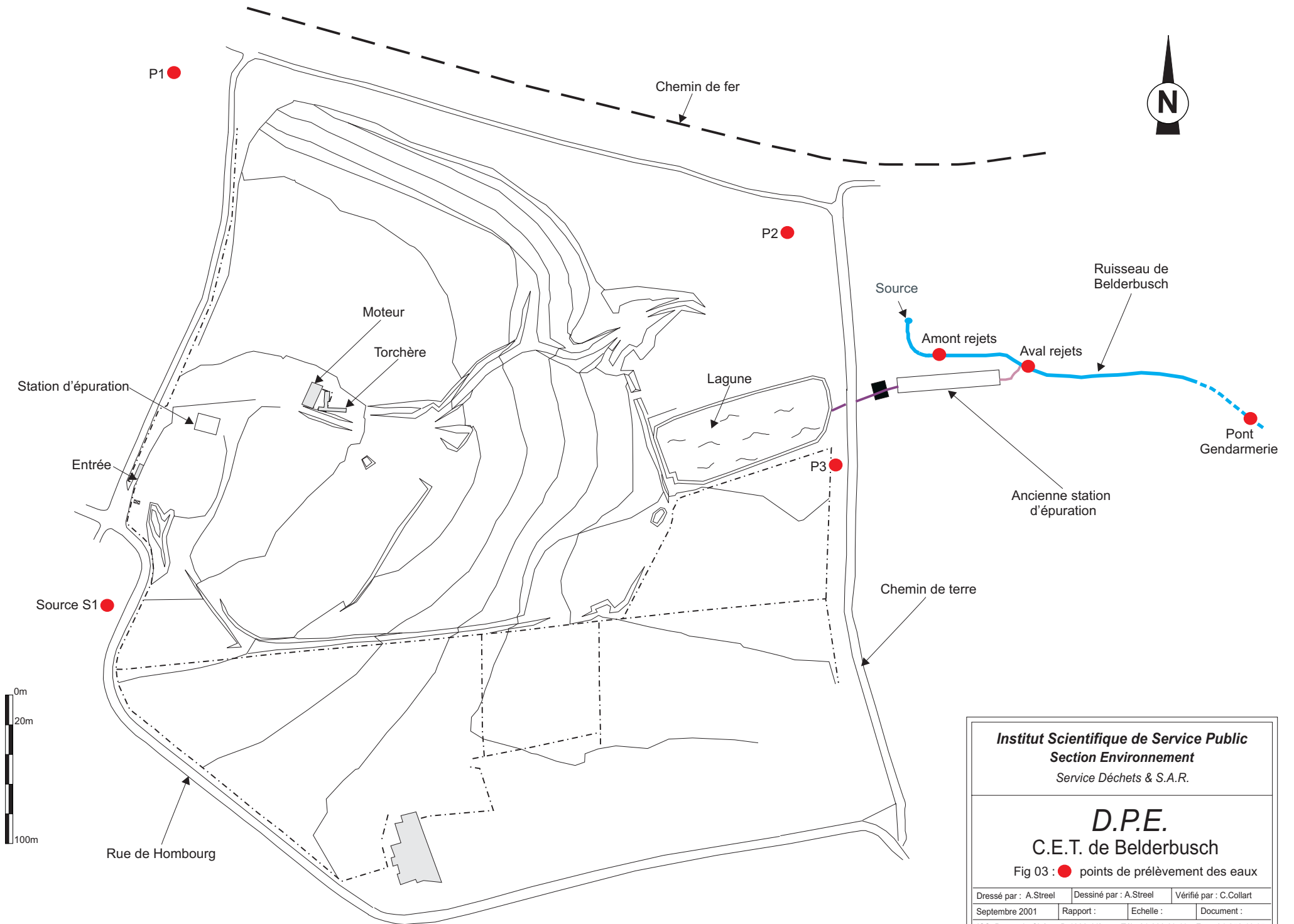


Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 02 : plan général du site

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart	
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :	Document :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65			

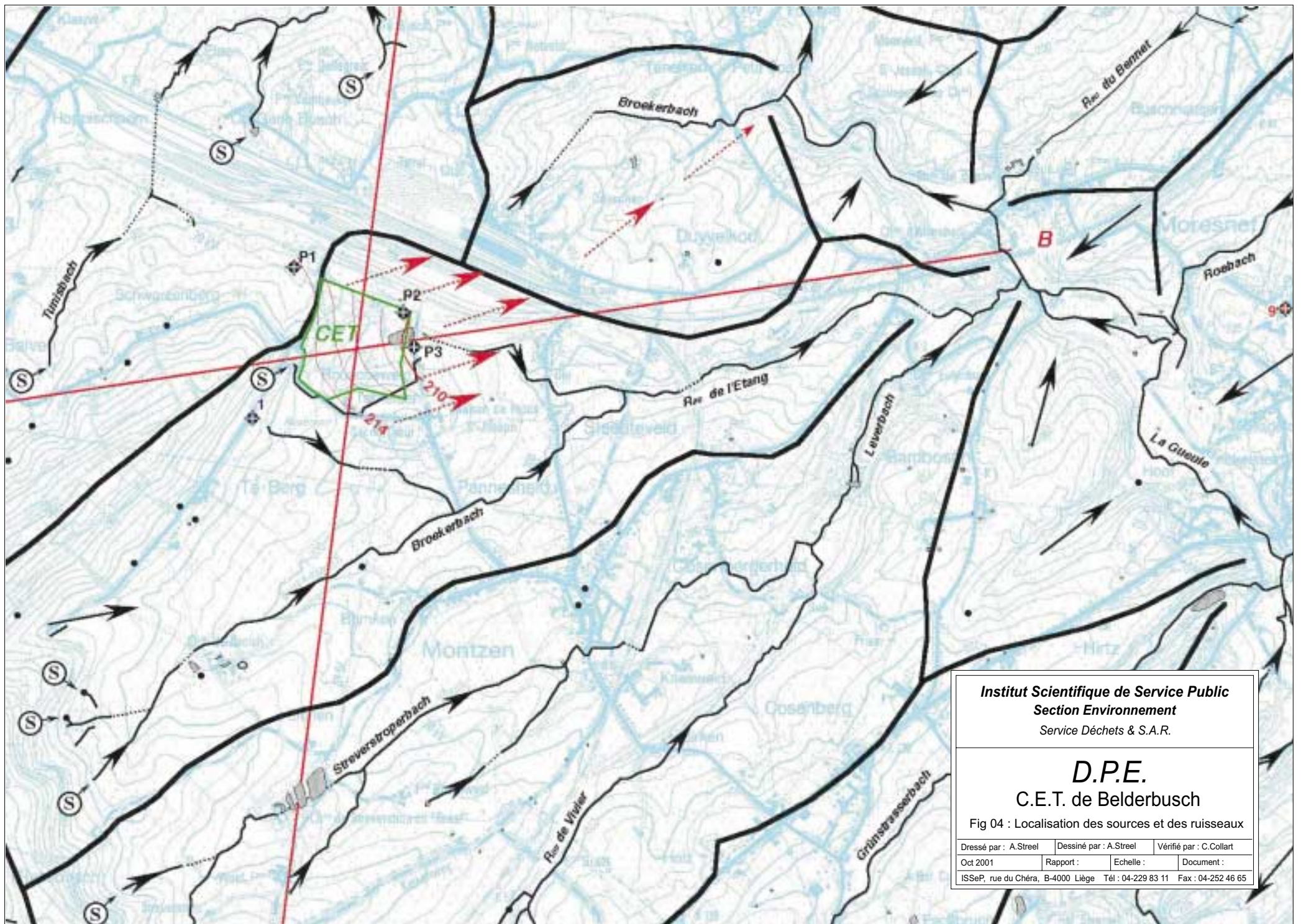


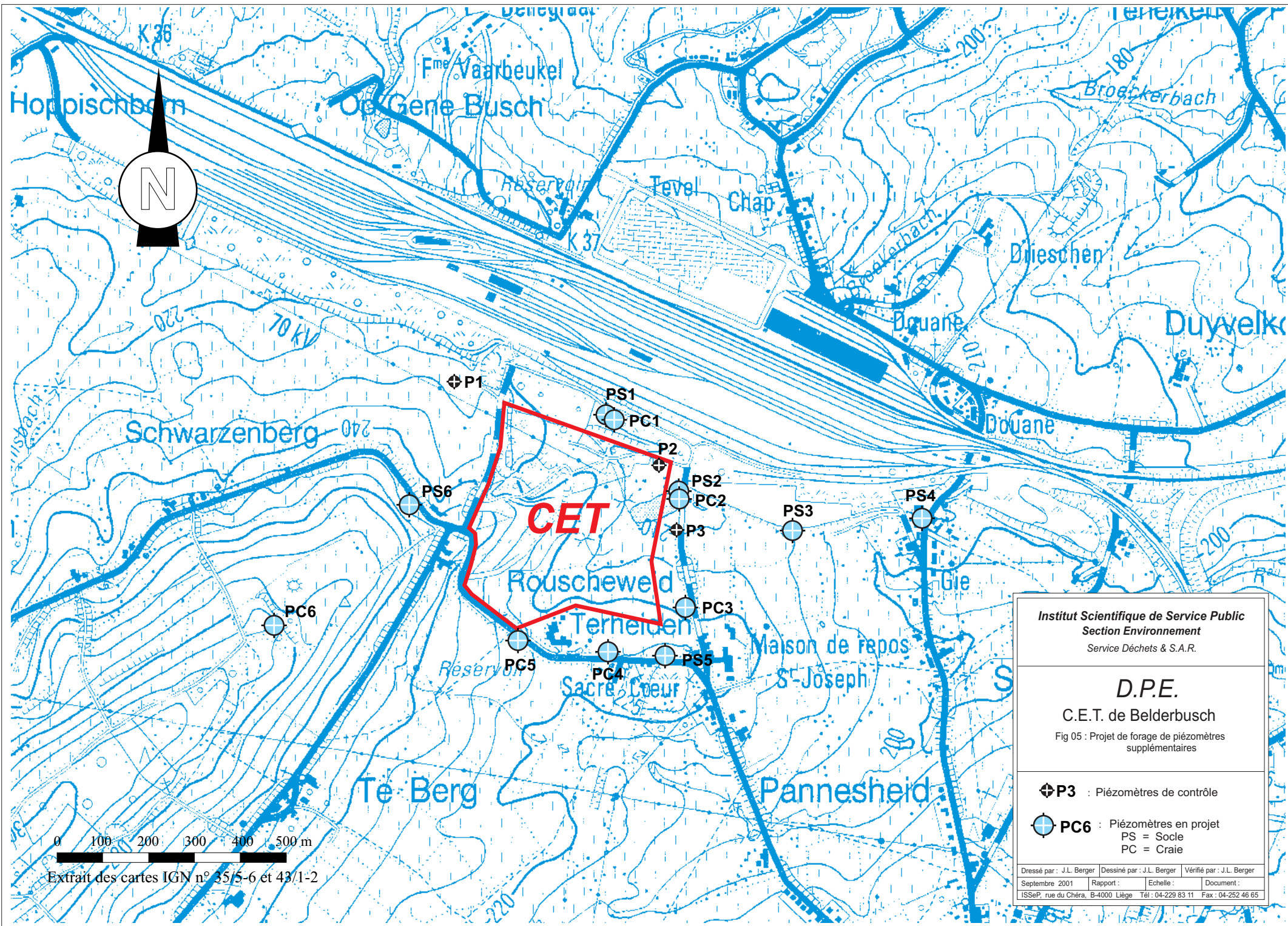
Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 03 : ● points de prélèvement des eaux

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		





0 100 200 300 400 500 m

Extrait des cartes IGN n° 35/5-6 et 43/1-2

Institut Scientifique de Service Public
 Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

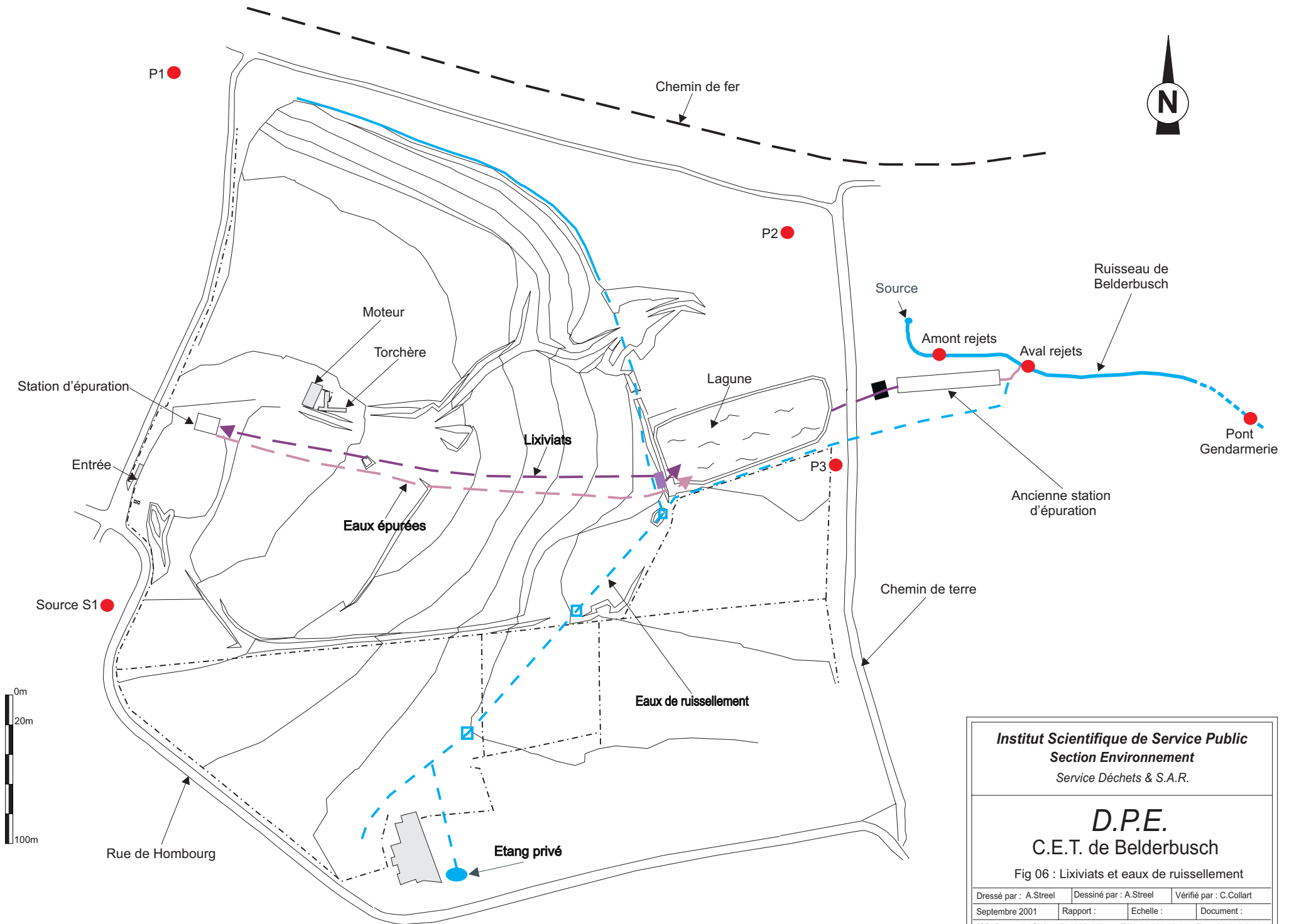
D.P.E.
 C.E.T. de Belderbusch

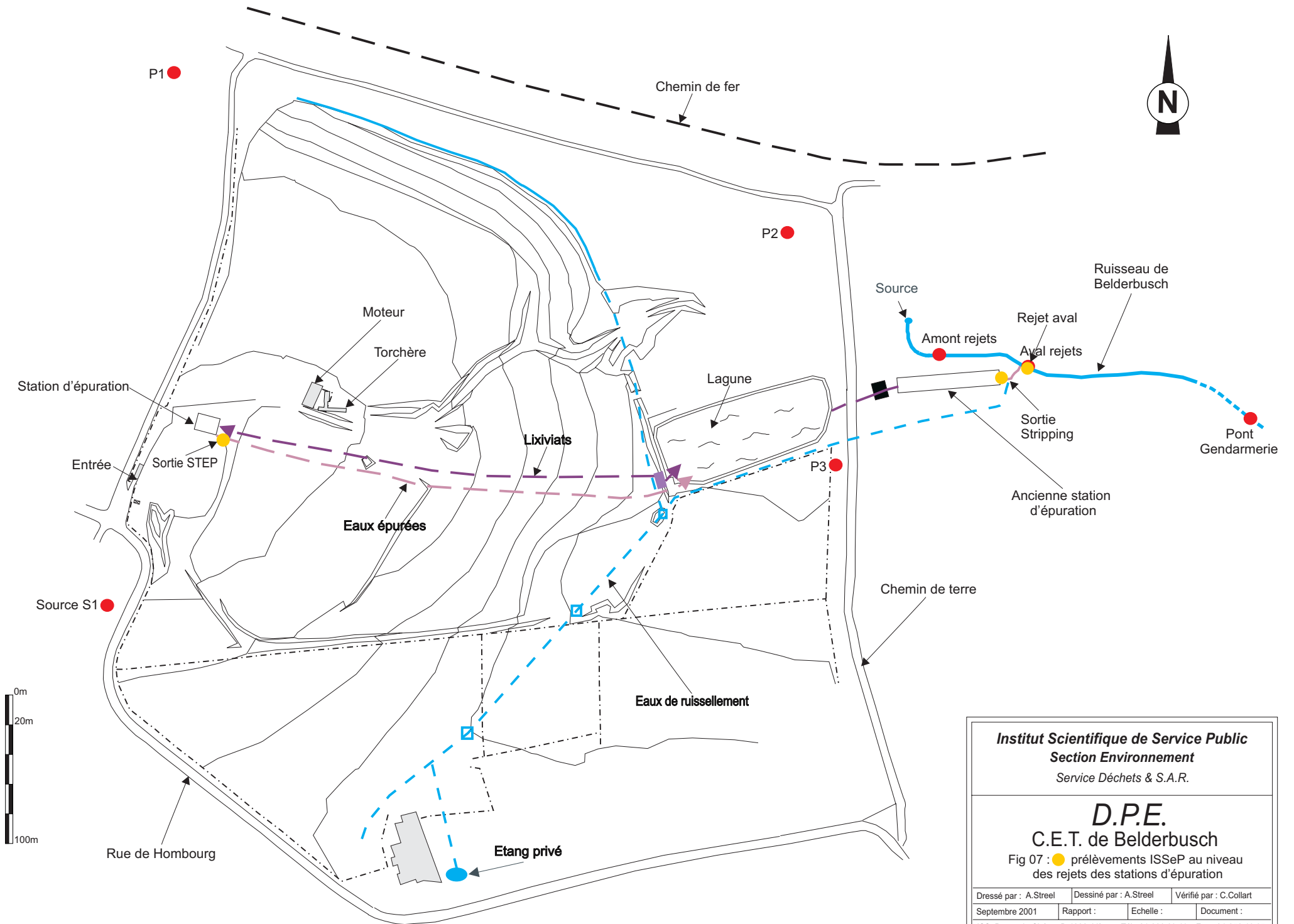
Fig 05 : Projet de forage de piézomètres supplémentaires

⊕ P3 : Piézomètres de contrôle

⊕ PC6 : Piézomètres en projet
 PS = Socle
 PC = Craie

Dressé par : J.L. Berger	Dessiné par : J.L. Berger	Vérifié par : J.L. Berger
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège. Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		



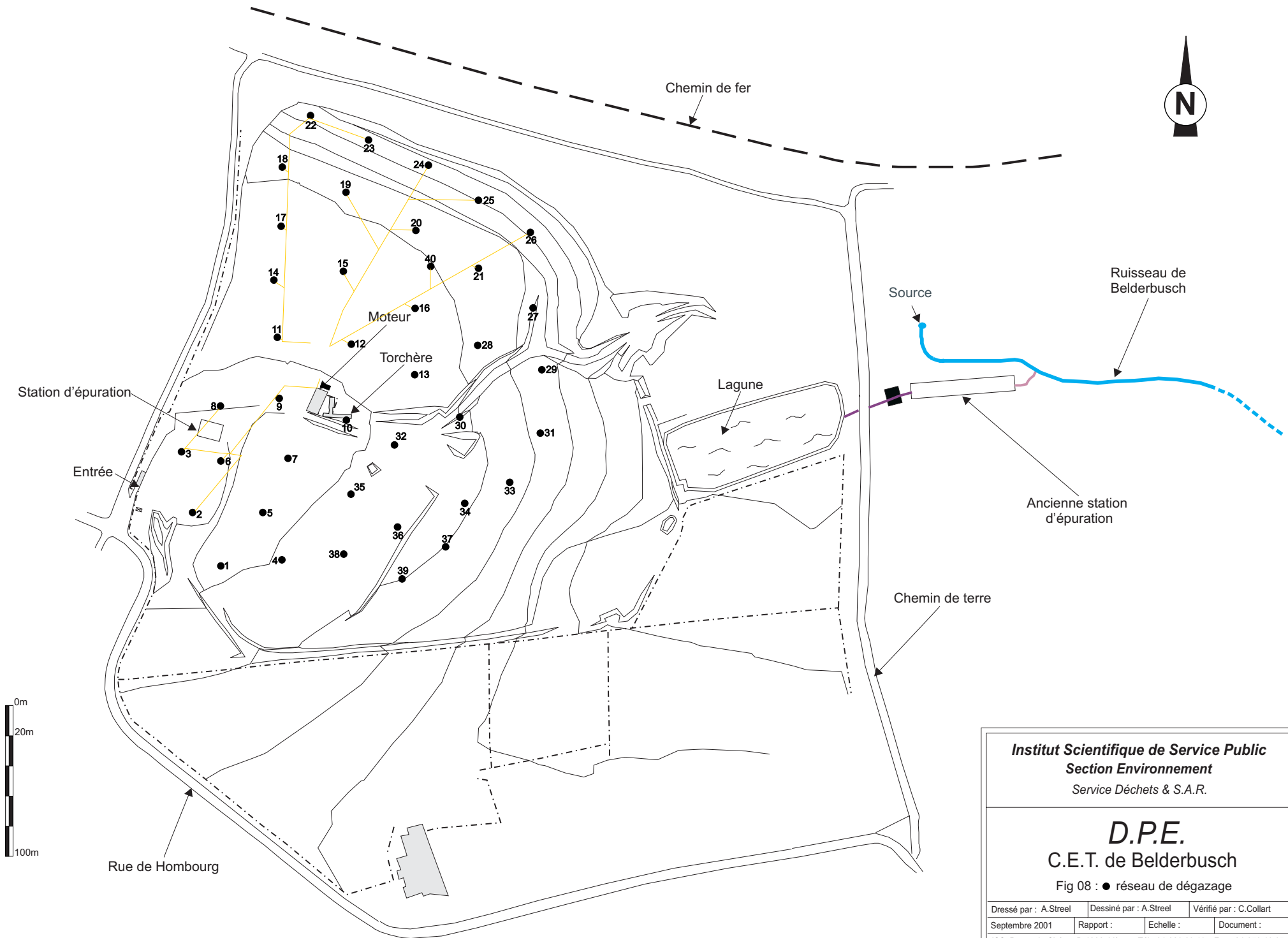


Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 07 : ● prélèvements ISSeP au niveau des rejets des stations d'épuration

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		



Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 08 : ● réseau de dégazage

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		

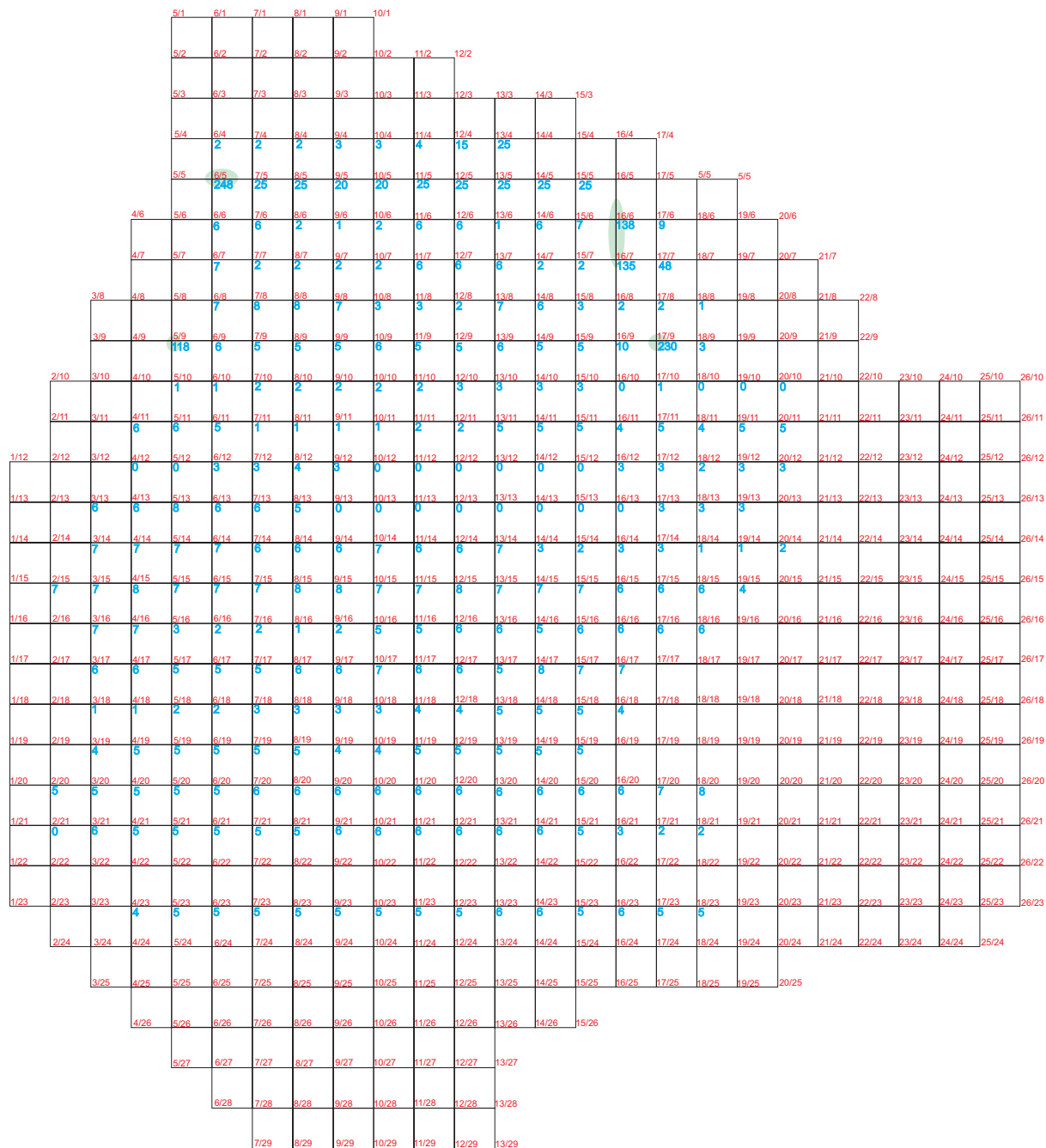


Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 09 : Grille pour le screening de surface par FID
 Maille d'échantillonnage (20 m)

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart	
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :	Document :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65			



Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 10 : Krigeage linéaire sans dérive
 Isosurface FID

- De 100 à 499 ppm
- De 500 à 999 ppm
- Égale ou supérieure à 1000 ppm

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart	
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :	Document :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65			



Chemin de fer

Source

Ruisseau de Belderbusch

Moteur

Torchère

Lagune

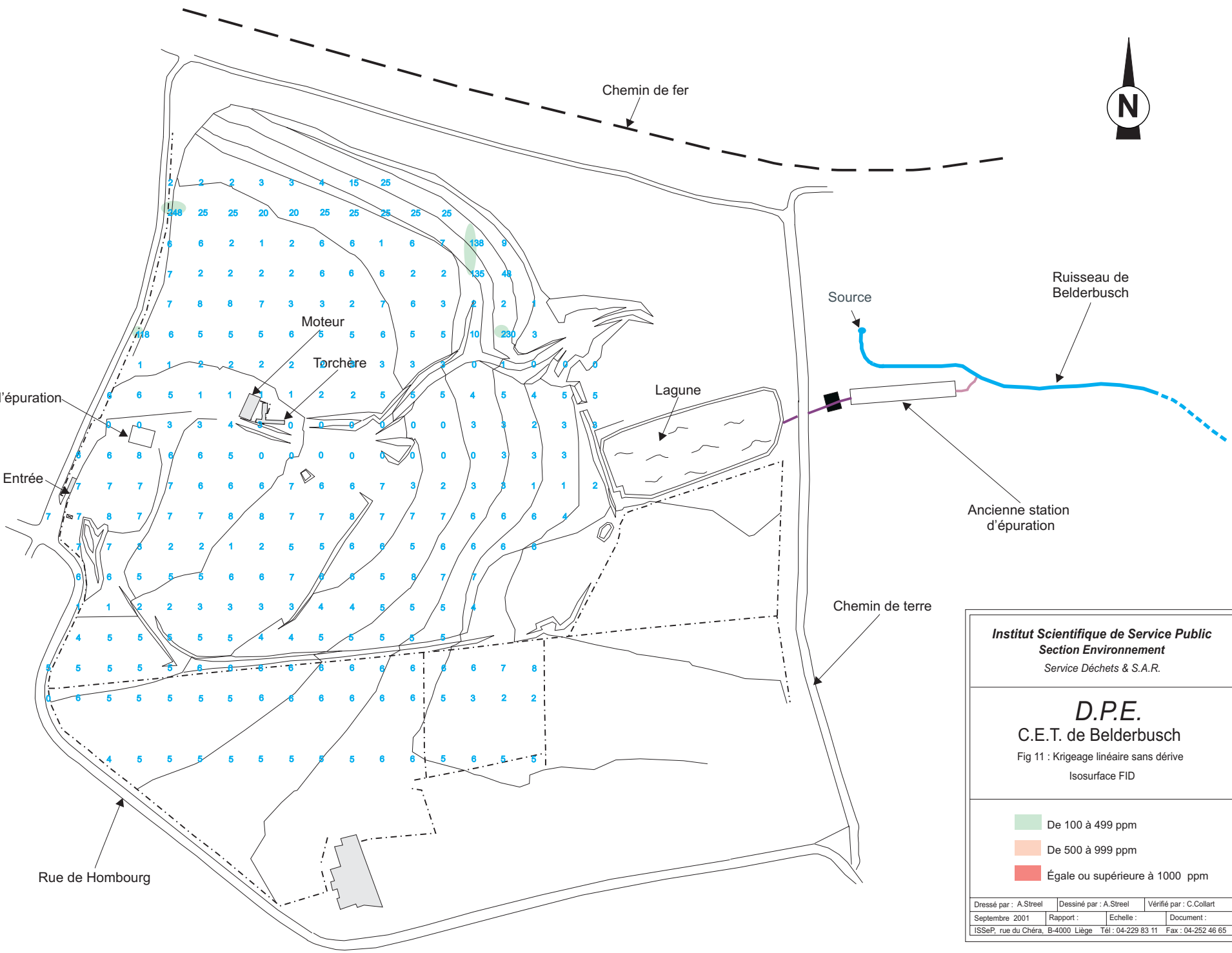
Station d'épuration

Entrée

Ancienne station d'épuration

Chemin de terre

Rue de Hombourg



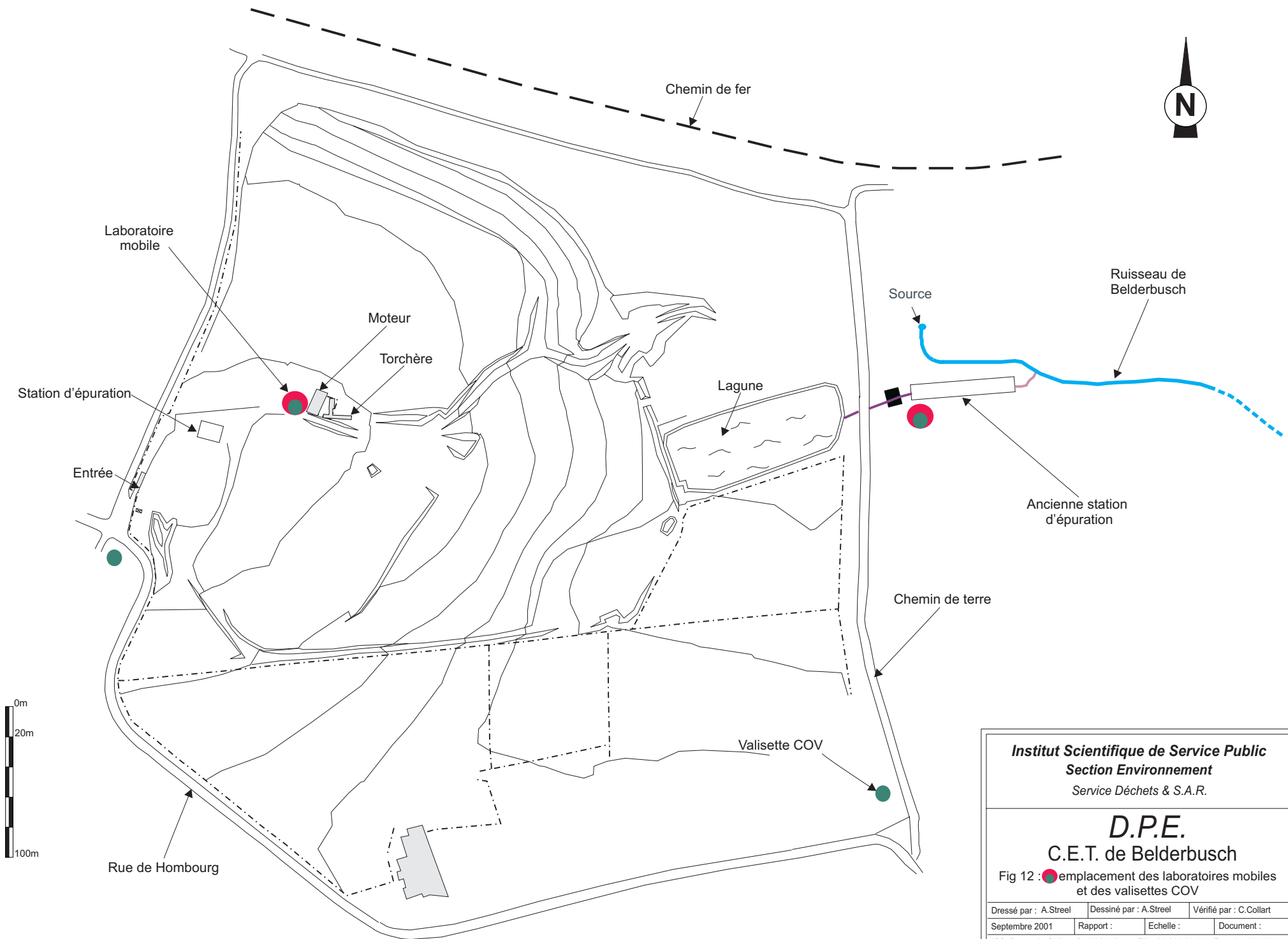
Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 11 : Krigeage linéaire sans dérive
Isosurface FID

- De 100 à 499 ppm
- De 500 à 999 ppm
- Égale ou supérieure à 1000 ppm

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
Document :		
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		

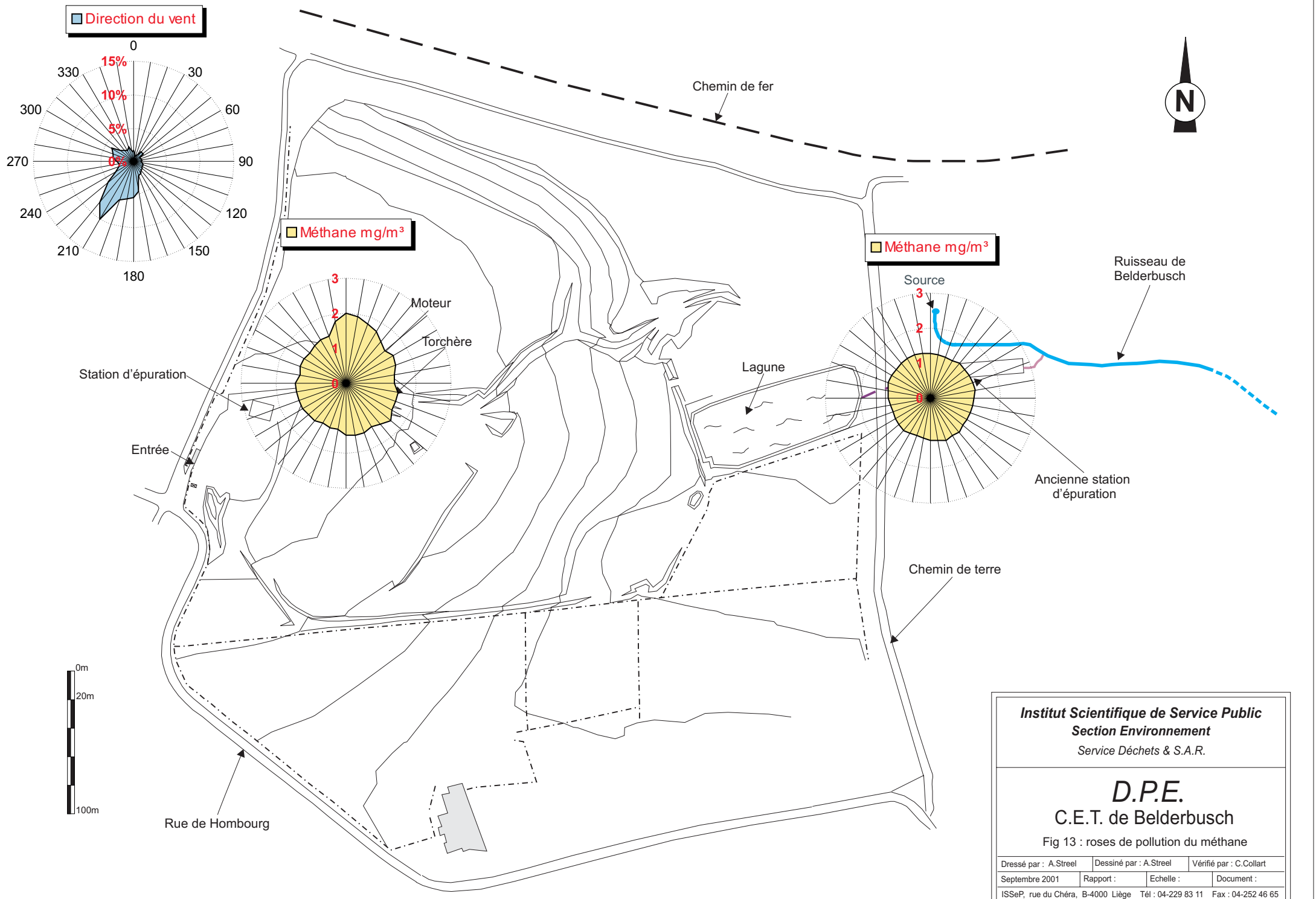


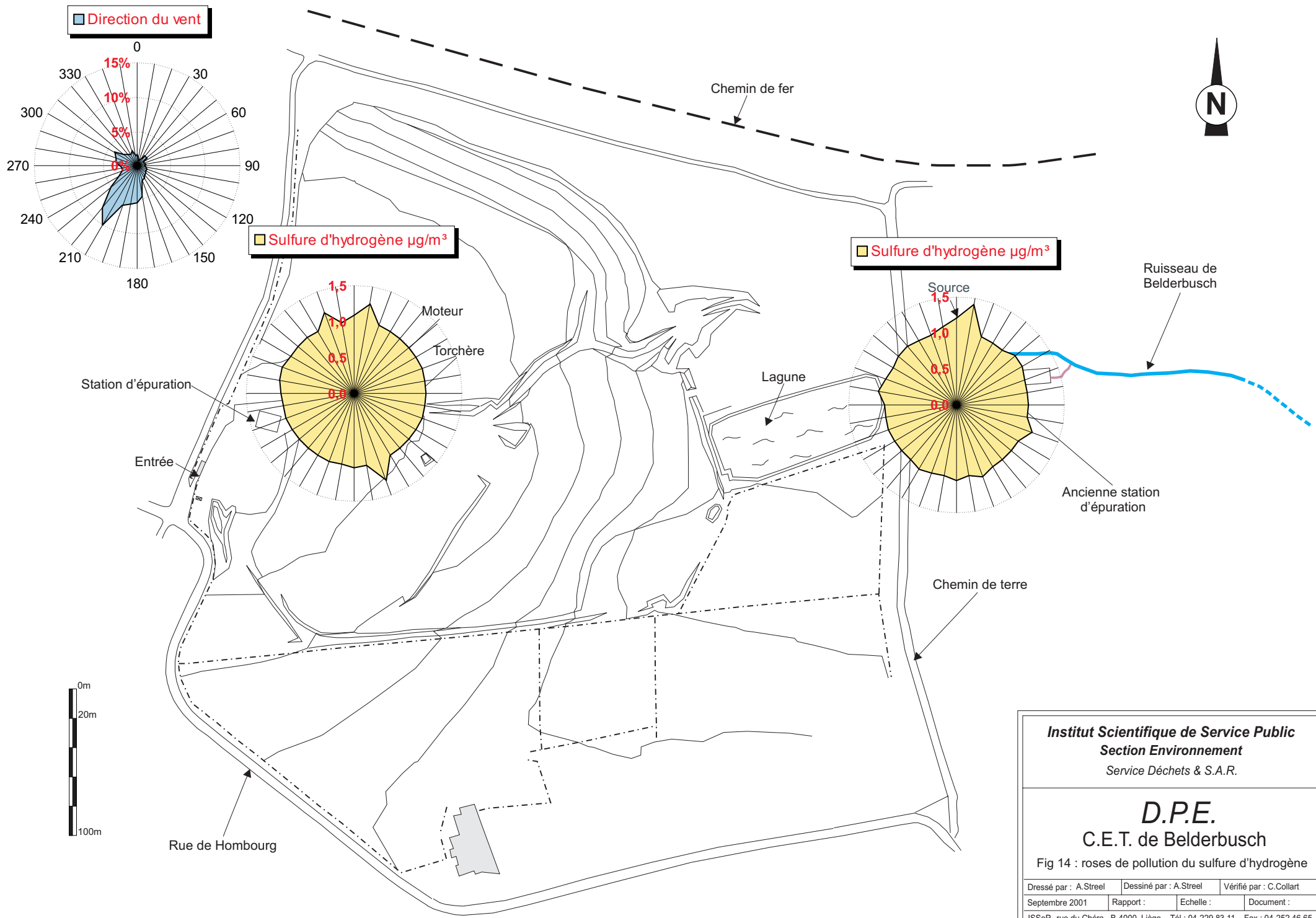
Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

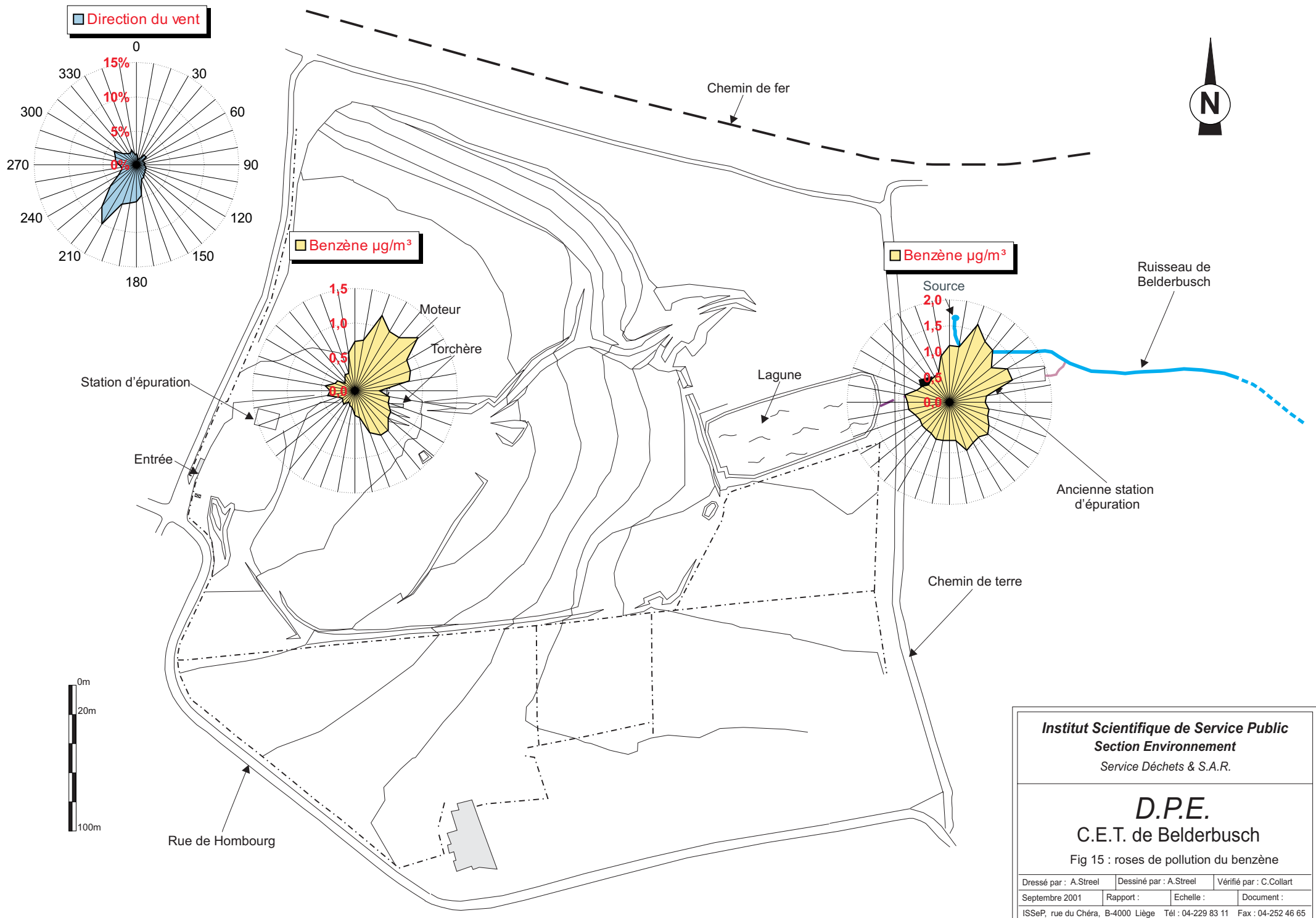
D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

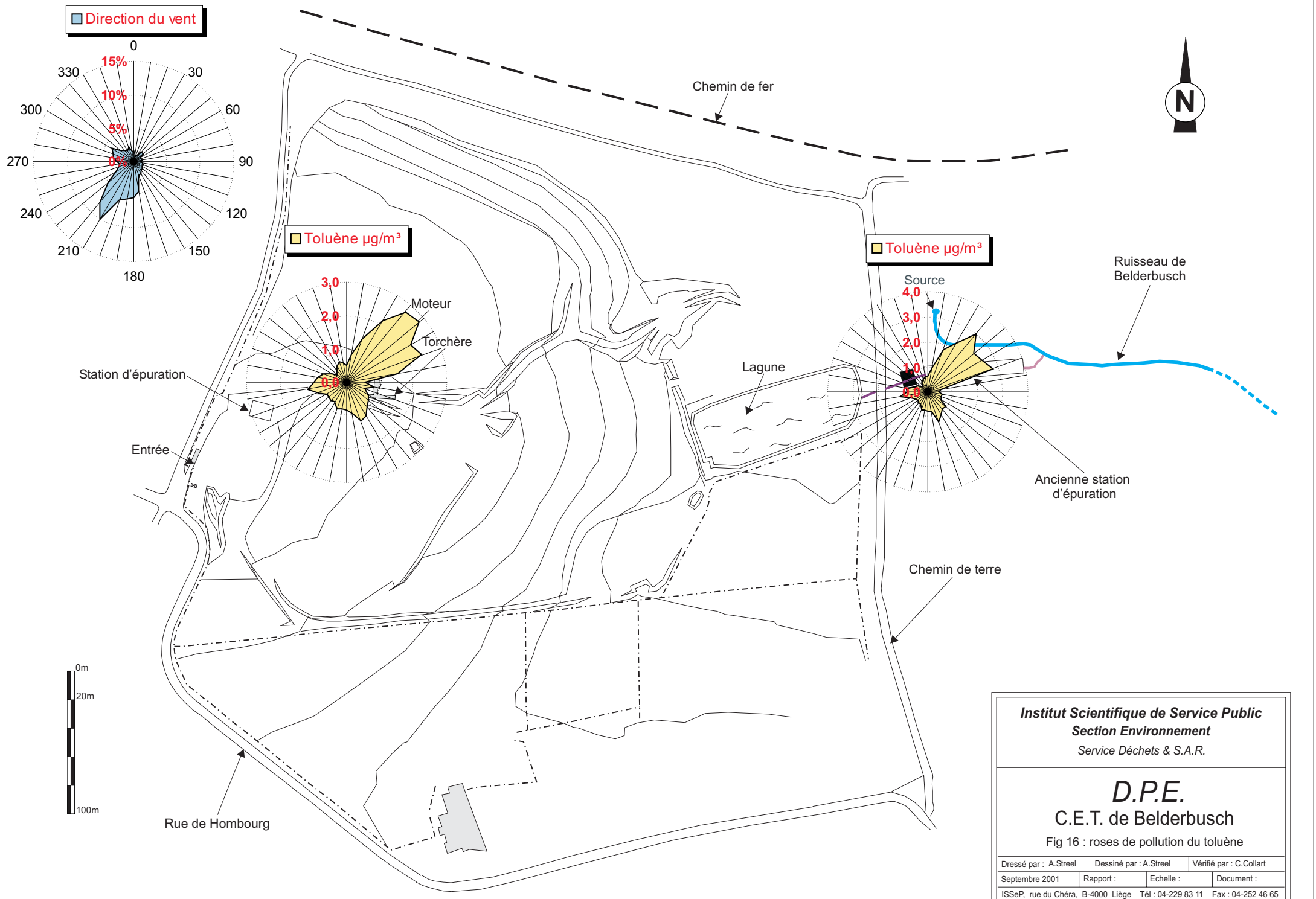
Fig 12 : ● emplacement des laboratoires mobiles et des valisettes COV

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		

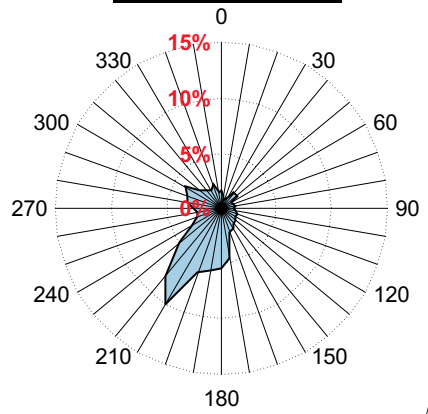




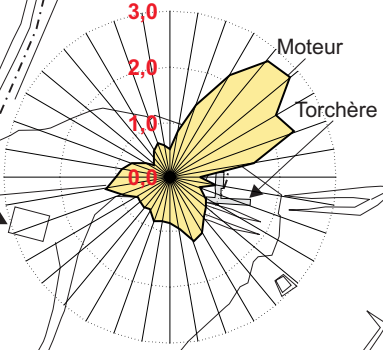




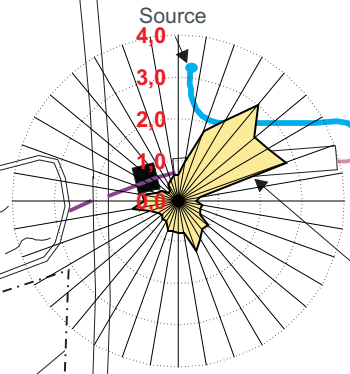
Direction du vent



Toluène µg/m³



Toluène µg/m³



Station d'épuration

Entrée

Moteur

Torchère

Lagune

Source

Ruisseau de Belderbusch

Ancienne station d'épuration

Chemin de terre



Rue de Hombourg

Institut Scientifique de Service Public
Section Environnement
 Service Déchets & S.A.R.

D.P.E.
C.E.T. de Belderbusch

Fig 16 : roses de pollution du toluène

Dressé par : A.Streel	Dessiné par : A.Streel	Vérifié par : C.Collart
Septembre 2001	Rapport :	Echelle :
ISSeP, rue du Chéra, B-4000 Liège Tél : 04-229 83 11 Fax : 04-252 46 65		