



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE
ET DE LA RECHERCHE
REGION DE FRANCHE-COMTE

AMELIORATION DU CONFINEMENT DU DEPOT
DE RESIDUS DE FABRICATION DE LINDANE
DE GOUHENANS (HAUTE-SAONE)

DEFINITION DES TRAVAUX

R 31 855-FRC-4S-90 PAR M. DAESSLE

NOVEMBRE 1990

BRGM - FRANCHE-COMTÉ
12, avenue Fontaine-Argent - 25000 Besançon, France
Tél.: (33) 81.88.03.11 - Télécopieur : (33) 81.88.61.27

AMELIORATION DU CONFINEMENT DU DEPOT
DE RESIDUS DE FABRICATION DE LINDANE
DE GOUHENANS (HAUTE-SAONE)

DEFINITION DES TRAVAUX
R 31 855 FRC-4S-90 PAR M. DAESSLE

RESUME

En 1980, après un stockage à l'air libre durant 6 ans, 5 000 tonnes de déchets de fabrication de lindane ont été enfouis dans un sol constitué de marnes altérées, dans une friche industrielle à GOUHENANS (70).

Le contrôle des eaux souterraines d'une nappe, localement développée dans le milieu d'enfouissement, a montré une décroissance de la contamination de l'environnement jusqu'en 1989.

Néanmoins à cette date, une recrudescence des teneurs en lindane sur les points de contrôle, et en particulier la présence d'eau dans le site, ont incité les pouvoirs publics à demander la présente expertise.

Afin de mieux confiner la masse des déchets et "capsuler" le site, il est proposé des travaux de réaménagements :

- * la pose d'une géomembrane sur les 3 000 m² du dépôt qui assurera une étanchéité de surface,
- * une paroi étanche moulée dans le sous-sol de 1 150 m², sur une longueur de 230 m et une profondeur de 5 m, qui isolera le dépôt de lindane.

Cette dernière solution pour isoler le dépôt des écoulements de nappe semble préférable à la pose de tranchées drainantes. C'est sur ces bases qu'il appartient à présent à ECOSPACE, gestionnaire du dépôt, de présenter un programme technico-économique détaillé pour la réalisation de ces travaux, conformément à l'arrêté Préfectoral du 23/11/90.

La définition des opérations de contrôle et de surveillance se fera à l'issue des travaux de réaménagement du site.

SOMMAIRE

1 / INTRODUCTION.....	1
2 / LES CARACTERISTIQUES DU DEPOT.....	2
3 / LES CONTROLES ET LES CONSTATS.....	7
4 / LES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT.....	9
5 / CONCLUSION.....	19

TABLE DES FIGURES

- FIGURE 1** Plan de situation au 1/25 000.
- FIGURE 2** Situation actuelle du dépôt.
- FIGURE 3** Situation actuelle du dépôt, coupe en travers.
- FIGURE 4** Levé topographique du site.
- FIGURE 5** Réaménagement du site. Extrait plan 1/10 000.
- FIGURE 6** Schéma du réaménagement du site. Couverture étanche et drainage périphérique de la nappe.
- FIGURE 7** Schéma du réaménagement du site. Couverture étanche et paroi périphérique étanche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Etude du Dépôt de Résidus de Lindane à GOUHENANS (70)

NT FRC 81 - 43 BRGM Septembre 1981.

Dépôt de Résidus de Lindane à GOUHENANS (70)

Résultats de la surveillance de la qualité chimique des eaux environnantes.

NT FRC 82 - 10 BRGM Avril 1982.

Dépôt de Résidus de Lindane à GOUHENANS (70)

Etude hydrogéologique complémentaire.

83 SGN 544 FRC BRGM Septembre 1981

Etude Hydrogéologique Complémentaire du Site de GOUHENANS (70)

Société ECOSPACE

FD Conseil ECO Ingénierie Juillet 1990.

1 / INTRODUCTION

Après un stockage de près de 6 ans à l'air libre sur le site des Salines de GOUHENANS (Haute - Saône) , de l'ordre de 5 000 tonnes de résidus de fabrication de lindane y ont été enfouis, en 1980 , par la Société MORIN ORDURES SERVICE (autorisation par arrêté préfectoral du 13/12/1979 dont la Société ECOSPACE est actuellement titulaire).

Depuis cette période , des contrôles de la qualité des eaux d'une nappe superficielle (développée dans les marnes altérées et des scories - remblais) et du ruisseau des Salines situés à l'aval du dépôt ont montré , pour le paramètre lindane , une stabilisation des teneurs suivie d'une décroissance jusqu'à la limite de détection (teneur inférieure à 0,05 microgramme / litre).

Or , depuis décembre 1989 , il a été constaté la présence d'eau dans le piézomètre installé au sein du dépôt ; les teneurs de lindane dans les piézomètres situés à l'aval redevenaient plus importantes.

Il apparaissait ainsi que l'étanchéité du dépôt n'était plus assurée. Quelles sont les mesures qu'il convient de prendre pour redonner au dépôt de lindane ses caractéristiques initiales qui limitaient la contamination du milieu environnant ?

La présente note, conformément à l'arrêté préfectoral du 23/11/90 , définit les travaux d'aménagement à entreprendre pour atteindre un meilleur confinement du dépôt.

2 / CARACTERISTIQUES DU DEPOT

2.1 Situation (figure 1)

Le site du dépôt de lindane de GOUHENANS est localisé en un fond de vallon, à l'emplacement d'une ancienne excavation attenante aux Salines de GOUHENANS. Ce fond de vallon, dont la partie Est est occupée par une zone marécageuse, a été remblayé localement, par des déblais et scories en provenance des anciennes usines (des Salines) et est drainé par les ruisseaux des Salines et de Longevelle.

2.2 Contexte hydrogéologique

Le dépôt est effectué sur les marnes du Keuper, épaisses d'environ 70 m, altérées en surface et recouvertes de colluvions.

Les marnes saines sont très peu perméables, mais les marnes altérées et les colluvions de surface constituent un aquifère superficiel de faible importance et de faible perméabilité (K de 5.10^{-6} à $3,5.10^{-7}$ m / s, d'après les mesures sur les sondages en 1983). Les eaux infiltrées sur le vallon s'y écoulent lentement en direction du ruisseau des Salines (niveau de base). Avec les données de perméabilité connues cette vitesse de circulation des eaux se situe entre 13 cm et 8 mm par jour.

Il y a lieu de remarquer qu'à l'aval du dépôt, et vers les anciennes installations des usines, les scories et remblais mis en place sur les colluvions et marnes, constituent un milieu plus favorable à l'écoulement des eaux de cette nappe superficielle. La perméabilité est y voisine de 5.10^{-5} et la vitesse de 1 m/jour d'après les mesures de 1983.

2.3 Le dépôt de lindane

L'enfouissement des 5 000 tonnes de résidus de fabrication de lindane, entreposés à l'air libre depuis 1974, a été réalisé en 1980 selon les phases de travaux et manipulations suivantes :

DEPOT DE RESIDUS DE LINDANE
A GOUHENANS (70)

Plan de situation - fond IGN

échelle 1/25 000

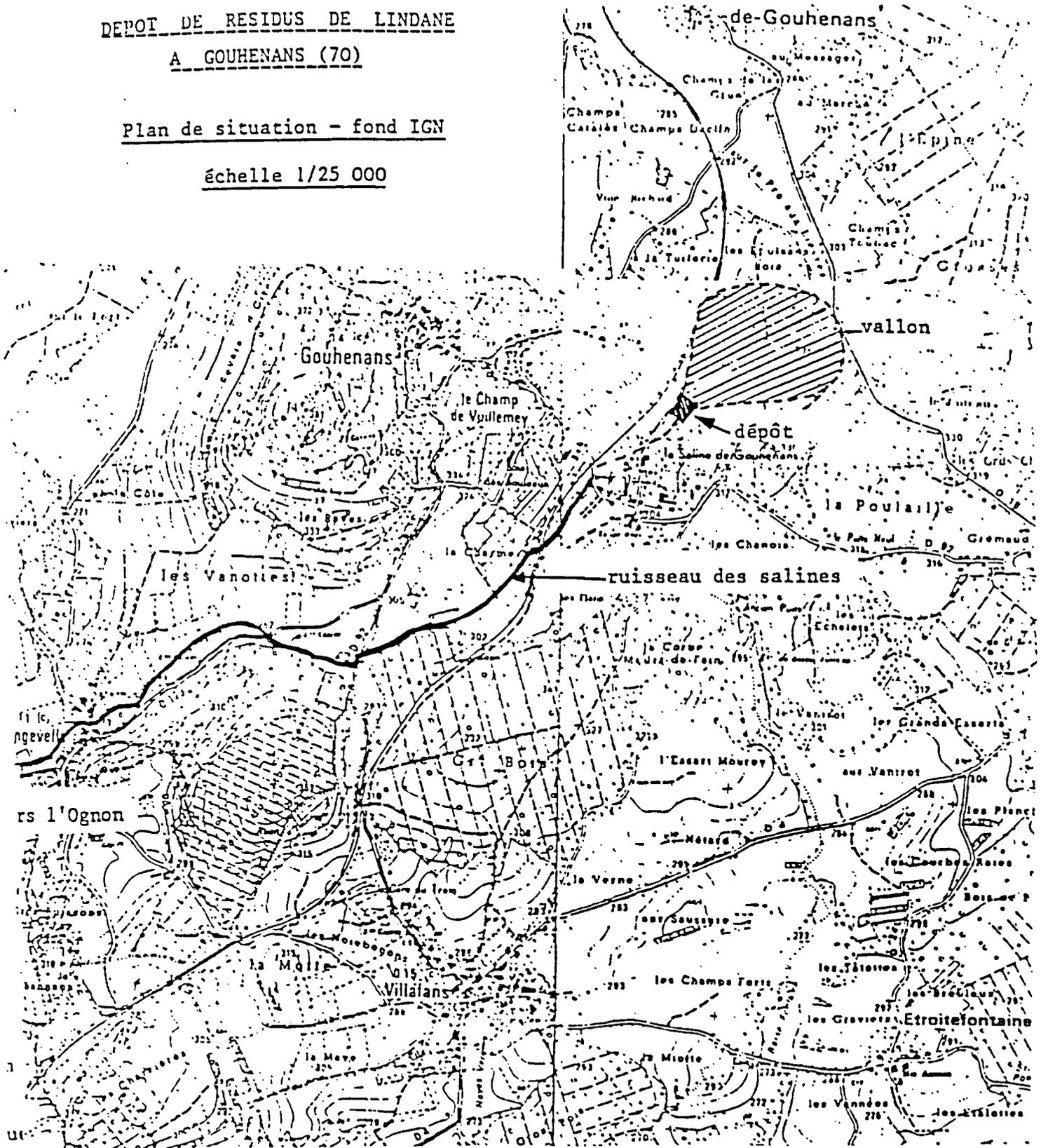


FIGURE 1 Dépôt de résidus de fabrication de lindane à Gouhenans.
Plan de situation.

- décapage et préparation d'une plate forme de 2 000 m²,
- réalisation de 5 fosses de 3,50 m de profondeur remplies de déchets de lindane (sur 2,5 m de hauteur) recouverts par une feuille plastique et de terre de couverture (marnes sur 1 m d'épaisseur),
- étalement en surface, sur toute l'aire, des marnes en provenance des fosses ; cet étalement s'est fait sur 1 m d'épaisseur environ, portant à 2 m la couverture des déchets.

Compte - tenu des observations effectuées, le dépôt de la masse de lindane se trouve enfoui au sein des marnes altérées et colluvions sub-jacentes, qui sont le siège d'un écoulement souterrain, d'après un sondage (S1 de 1980), la base du dépôt serait des marnes saines.

Un fossé de drainage des écoulements de surface a été aménagé au Nord-Est et Sud-Est du dépôt ; ce fossé réceptionne les écoulements de surface venant de l'amont , et , les dirige vers un collecteur d'évacuation (buse de diamètre 300 mm). Le même collecteur draine donc aussi également le marais voisinant le dépôt et amène les eaux vers une ancienne canalisation ou caniveau souterrain des Salines.

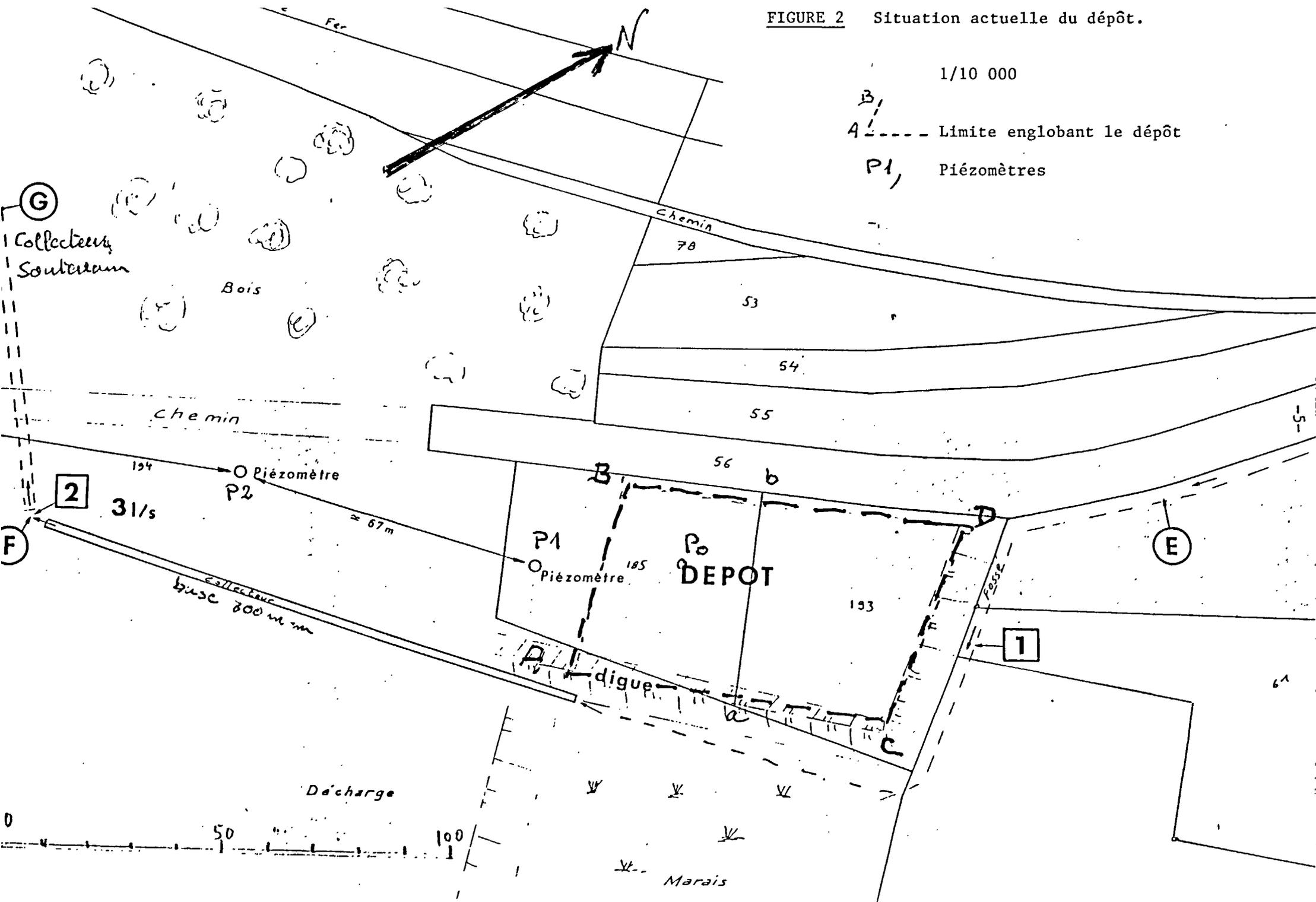
L'extrait de plan au 1/10 000 (figure 2) et la coupe schématique en travers (figure 3) du dépôt illustrent la situation actuelle du dispositif.

A fin de l'étude du milieu et pour l'observation des eaux de nappe, des piézomètres (de 3 à 4 m de profondeur) ont été mis en place. Il subsiste actuellement :

- piézomètre P 0, au sein du dépôt , il a été mis en place en 1985,
- piézomètre P 1 directement à l'aval du dépôt, il est un des premiers point de contrôle datant de 1980.
- les piézomètres : P 2 situé à 67 m à l'aval de P 1 et P 4 à 132 m à l'aval de P 2, ont été implantés en 1983.

A ces points de contrôle de la nappe s'ajoute un point d'observation sur le ruisseau des Salines. Il se situe au niveau de la route là où les écoulements souterrains rejoignent le ruisseau.

FIGURE 2 Situation actuelle du dépôt.



1/10 000

B
A --- Limite englobant le dépôt
P1, Piézomètres

G
Collecteur
Souterrain

Bois

Chemin

194
O Piézomètre
P2

2
31/s

collecteur
busé 300 mm

Décharge

0 50 100

Marais

digue

Po
DEPOT

P1
Piézomètre
185

1

E

61

5

70

53

54

55

56

193

Fcr

N

Chemin

fosse

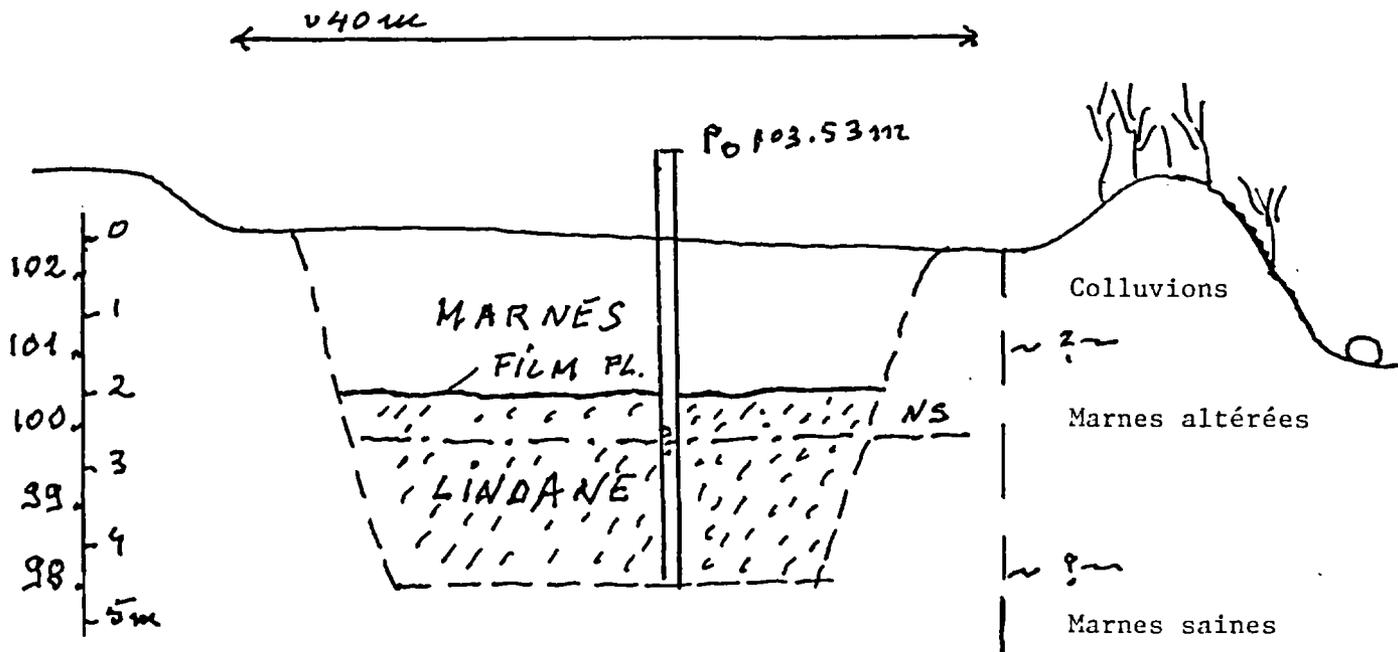


FIGURE 3 Situation actuelle du dépôt.
Coupe en travers.

3 / LES CONTROLES ET LES CONSTATS

Après l'enfouissement , diverses études et interprétations sont menées jusqu'en 1983, en effet, les premiers résultats des analyses des prélèvements sur les piézomètres mettaient en évidence une contamination des terrains et eaux souterrains à l'aval hydraulique du dépôt.

Deux hypothèses sont alors évoquées, la pollution chimique observée proviendrait :

- soit du lessivage des terrains remaniés lors de l'enfouissement et contaminés par le stockage d'avant 1980,
- soit du lessivage du dépôt enfoui.

Le contrôle et le suivi entrepris à partir de cette période, en particulier des teneurs en lindane , ont montré , que les valeurs observées se sont stabilisées puis ont décru jusqu'à la limite de détection. (voir tableau 1).

Ces observations conforteraient la première hypothèse énoncée ci-dessus mais à la fin de 1989, et en mars 1990 , le piézomètre P 0 installé en 1985 dans le dépôt pour en contrôler l'étanchéité, montrait un niveau d'eau (alors que depuis 1985, il était "sec" !).

Par ailleurs , des teneurs de lindane , à nouveau significatives , apparaissaient dans les analyses des points de contrôle.

Il apparaissait que l'étanchéité du dépôt n'était plus assurée.

L'examen et l'étude entreprise à ce moment par ECOSPACE, suite à un arrêté préfectoral , concluait que l'eau contenue dans le dépôt , provenait à la fois de la percolation à travers la couverture et d'arrivées (et le passage) latérales d'eaux de la nappe superficielle.

TABLEAU 1 Dépôt de résidus de fabrication de Lindane à Gouhenans.
Centrale des eaux.

Dates des Analyses	P 1				RUISSEAU				P 2				P 4			
	PH	DCO	Chlore Orga.	HCH Lindane	PH	DCO	Chlore Orga.	HCH Lindane	PH	DCO	Chlore Orga.	HCH Lindane	PH	DCO	Chlore Orga.	HCH Lindane
04/80	8,00	48,0														
09/80	6,50	34,0	1,5													
01/81	6,90	2090	3,0													
04/81	7,60	1140	1,2													
06/81	7,00	417,0	34,0													
10/81	7,00	296,0	0,3		7,3	27,0	0,4									
12/81	6,70	125,0	0,14		7,6	9,8	0,14									
06/82	6,90	208,0	0,1													
09/82	7,40	129,0	7,1													
01/83	7,00	151,0	0,7		7,3	66,0	0,5									
05/83	7,20	62,0	4,6	3600,0	7,6	2,3	2,7	0,0	7,1	19,0	3,6	2800	6,4	38,0	4,6	700,00
07/83	7,00	68,0	3,2		7,6	7,6	1,2									
10/83	6,10	28,0	6,2										7,4	36,0	3,1	
02/84	7,10	65,0	3,6	0,2									5,8	15,0	3,8	0,05
04/84	7,40	320,0	15,8	1,0									5,4	39,0	15,0	0,06
08/84	7,20	110,0	3,9	2,2									7,2	16,0	5,3	<0,05
11/84	7,30	51,0	19,7	0,24									5,7	32,0	14,2	3,0
02/85	6,70	470,0	6,8	0,5					6,6	19,0	4,2	0,3	4,9	31,0	3,1	0,08
06/85	7,00		5,1	0,85									4,9		3,1	0,62
08/85	7,1	208,0	6,2	2,5									6,0	77,0	3,6	0,35
11/85	7,24	194,0	5,9	1,55									6,99	29,9	3,8	1,13
02/86	6,46	74,7	6,0	1,78									6,88	62,9	3,5	1,10
06/86	7,34	76,6	17,6	1,53									6,80	14,1	10,6	1,04
10/86	6,92	11,0	4,3	0,34	7,66	10,9	0,1	<0,001					6,72	419,0	2,4	0,08
03/87	7,23	199,0	0,9	0,03	7,80	26,7	0,1	0,005								
07/87	7,20	169,0	1,2	0,52	7,74	15,3	0,2	0,08								
12/87	7,37	122,5	2,5	0,05	7,53	17,9	1,3	0,004								
04/88	6,94	91,2	4,2	0,24	7,51	61,3	1,6	<0,05								
09/88	7,03	8,2	1,8	< 0,05	7,01	60,8	1,4	<0,05								
12/88	7,12	157,0	1,1	0,05	7,49	27,8	2,8	0,09								
03/89	7,28	720,0		< 0,05	7,87	26,7		<0,05	7,60	21,5		<0,05	7,39	39,9		<0,05
09/89	7,78	20,2	1,2	< 0,05		PAS D'EAU			6,94	101,0	0,8	<0,05				
12/89	6,81	9,7	2,0	< 0,01	7,17	19,5	2,4	<0,01					6,71	9,7	1,9	<0,01
12/89					7,50	A M O N T 12,9	1,7	<0,01								
03/90 *	6,59	477	-	144,0	7,40	60	-	0,3								
05/90 *	7,13			7,25												
10/90 *				0,5				0,05				38,5				0,93

* Analyse du Laboratoire de Chimie des Eaux - URF - Sciences et Techniques Besançon.

Des observations complémentaires de niveau d'eau (et des analyses) en octobre 1990 (voir tableau 2) :

- ont confirmé la présence d'eau dans le dépôt,
- semblent montrer que l'alimentation depuis la surface joue un rôle préférenciel , du moins plus important que l'alimentation par la nappe.

Ce dernier point est déduit des observations suivantes :

- compte-tenu des altimétries connues, il s'est crée un haut piézométrique au niveau du piézomètre P 0,
- après épuisement (pompage du 24/09/90) des piézomètres , la récupération a été normale aux piézomètres P 4 , P 2 et P 1 , mais au piézomètre P 0 , le niveau "récupéré" est supérieur de 0,26 m au niveau initial. Il a largement été influencé par l'alimentation provoquée par les pluies de fin septembre 1990, en plus d'une récupération normale d'un point situé dans une nappe étendue.

4 / LES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT

Afin d'empêcher le lessivage des déchets de lindane,

- par les eaux infiltrées depuis la surface,
- par les eaux de nappe circulant dans le sous-sol,

il y a lieu "d'isoler au maximum", hydrauliquement, le dépôt.

La mise en place d'une étanchéité sur la surface du dépôt arrêtera la percolation des eaux de pluies infiltrées.

Pour éviter la circulation des eaux souterraines au travers du dépôt , deux possibilités s'offrent au technicien :

- un drainage périphérique canalisera les écoulements en direction et en niveau,

TABLEAU 2 Mesures des niveaux de nappe.

Dépôt de résidus de fabrication de lindane à Gouhenans.

PIEZOMETRE (actimétrie tête du piézomètre)	PROFONDEUR DE L'EAU / NIVEAU COTE ALTIMETRIQUE				
	Janvier 90	Juin 90	Juillet 90	24/09/90 avant vidange	01/10/90
P 0.....) (103,53).....)	3,10 / 100,43	2,48 / 101,05	3,06 / 100,47	3,64 / 99,89	3,38 / 100,15
P 1.....) (101,62).....)	- / -	1,42 / 100,20	1,78 / 99,84	2,35 / 99,27	2,40 / 99,22
P 2.....) (101,12).....)	- / -	1,22 / 99,90	1,65 / 99,57	2,00 / 99,12	2,03 / 99,09
P 4.....) (101,38).....)	- / -	- / -	- / -	1,72 / 99,66	1,74 / 99,64
Fossé au N.E du dépôt (102 m)	Pas de niveau d'eau observé dans le fossé.				

- la mise en place d'un écran étanche vertical , sur la périphérie évitera tout contact avec les eaux de nappe.

Pour atteindre ces objectifs, différents travaux et aménagements doivent être entrepris , il appartient , à présent , au gestionnaire du dépôt (ECOSPACE) de préciser techniquement et économiquement les solutions envisagées.

Toutefois, dans leurs grandes prescriptions et définitions, ils devront se rapprocher des points spécifiés ci-après.

Le récent levé altimétrique (voir figure 4) , fait par ECOSPACE , donne les lignes directrices des travaux à entreprendre , par ailleurs, illustrées par les plans et schémas. (figures 5 à 7).

Par ailleurs, en vue du dimensionnement final des ouvrages, il serait nécessaire de réaliser des sondages aux quatres angles du dépôt, dans ces conditions, les travaux à réaliser seraient les suivants :

a/ Reconnaissance

Pour déterminer précisément les niveaux de nappes et la perméabilité des terrains (passage entre marnes altérées et marnes saines) quatre sondages (équipés en piézomètre) aux limites du dépôt sont à réaliser.

b/ Préparation et décapage du site (figure 5)

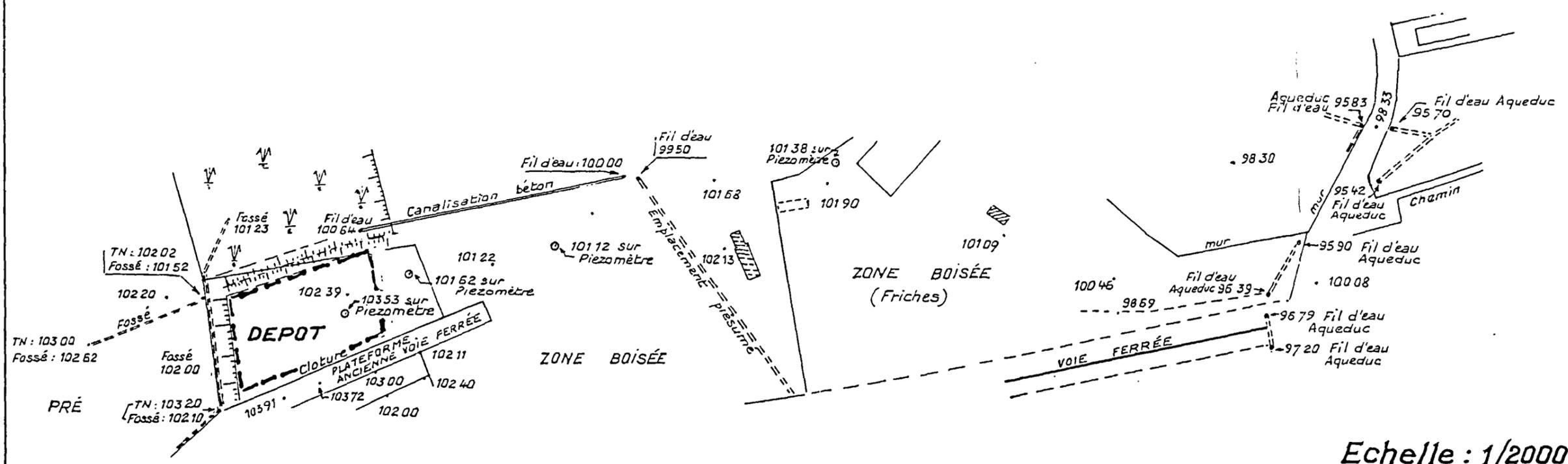
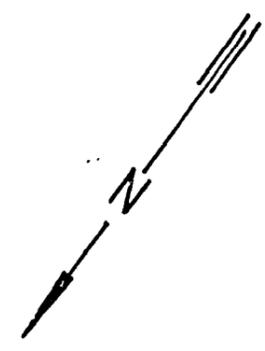
Sur une superficie de l'ordre de 3 000 m², selon un quadrilatère de 75 x 40 m (le dépôt est supposé être inscrit , dans cette aire , d'après les recoupements de différents plans) , il sera réalisé un débroussaillage et un décapage des marnes de couverture. Le décapage sera conduit de façon à obtenir une surface inclinée dont les cotes sont :

- * 102 m à l'angle D au Nord,
- * 101,5 m à l'angle C au Nord-Est,
- * 101,5 m à l'angle B au Sud-Ouest,
- * 101 m à l'angle A au Sud.

Le matériau de décapage sera mis en stockage temporaire pour reprise ultérieure.

Commune de GOUHENANS

Nivellement



Echelle : 1/2000

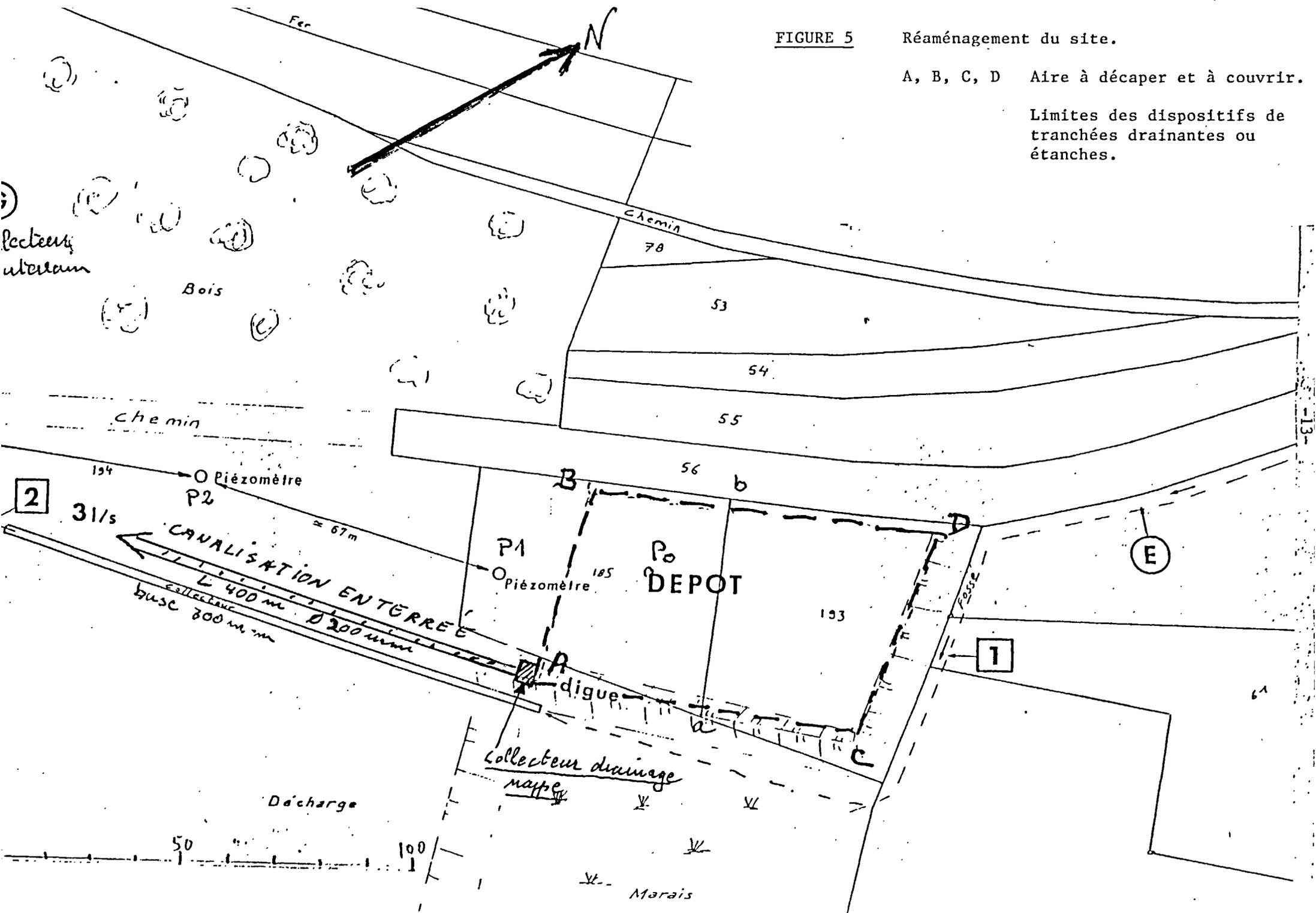
FIGURE 4 Levé topographique du site.

FIGURE 5

Réaménagement du site.

A, B, C, D Aire à décaper et à couvrir.

Limites des dispositifs de tranchées drainantes ou étanches.



c / Confinement latéral

Solution drainage de nappe

Tout autour du dépôt, soit sur 230 ml, on réalisera une tranchée drainante de 4 m de profondeur, pénétrant de l'ordre de 2 m dans la nappe, sa largeur sera supérieure à 0,6 m. Elle atteindra les cotes :

- * 98 m en D
- * 97,5 m en C
- * 97,5 m en B
- * 97 m en A

Au point A, elle aboutira à un collecteur vertical, (fosse bétonnée ou busée). A partir de ce collecteur, une canalisation souterraine (diamètre 200 mm) posée en tranchée de 4 m de profondeur environ, évacuera l'eau à 400 m de distance à hauteur des aqueducs de la route (cote 96 m, figure 4).

La tranchée périphérique sera équipée d'un drain agricole de diamètre 100 mm, posé dans une couche de gravier 6/20 mm, surmonté d'un matériau calibré 20/60.

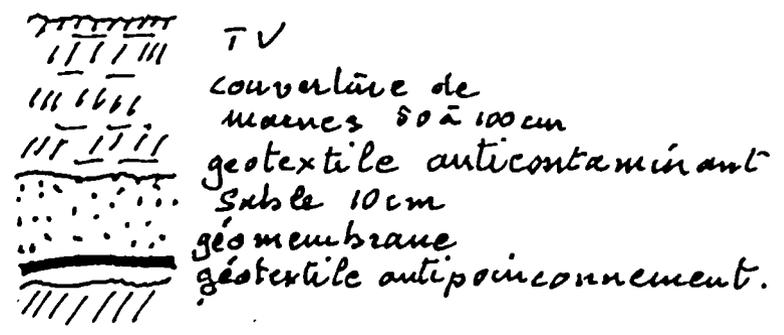
Ces mêmes tranchées serviront d'ancrage et de drainage pour la couverture de surface du dépôt (voir ci-après et figure 6).

Cette solution de drainage apparait à priori comme très délicate d'exécution et en limite des conditions minimales requises pour une bonne efficacité de fonctionnement et une bonne mise en place du dispositif.

En particulier, les profondeurs des tranchées en eau sur près de 2 m dans un matériau vraisemblablement de faible tenue, nécessiteront des étais, des épaissements, etc... lors des travaux.

Les pentes sont par ailleurs faibles, et le système demandera une surveillance et un entretien fréquent au cours du temps...; au besoin, des interventions complémentaires ultérieures pourraient s'avérer nécessaires.

COUVERTURE ÉTANCHE.



DRAINAGE PÉRIPHÉRIQUE

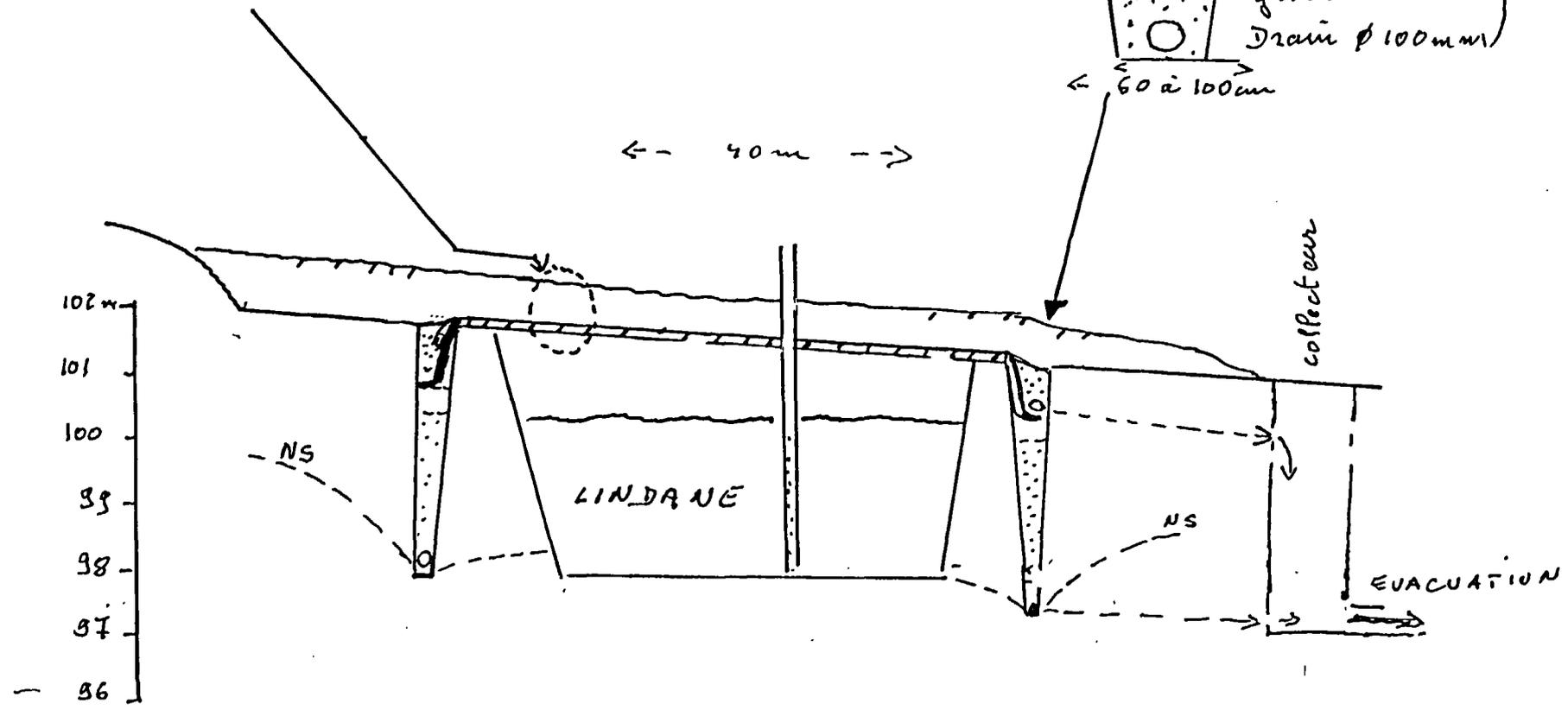
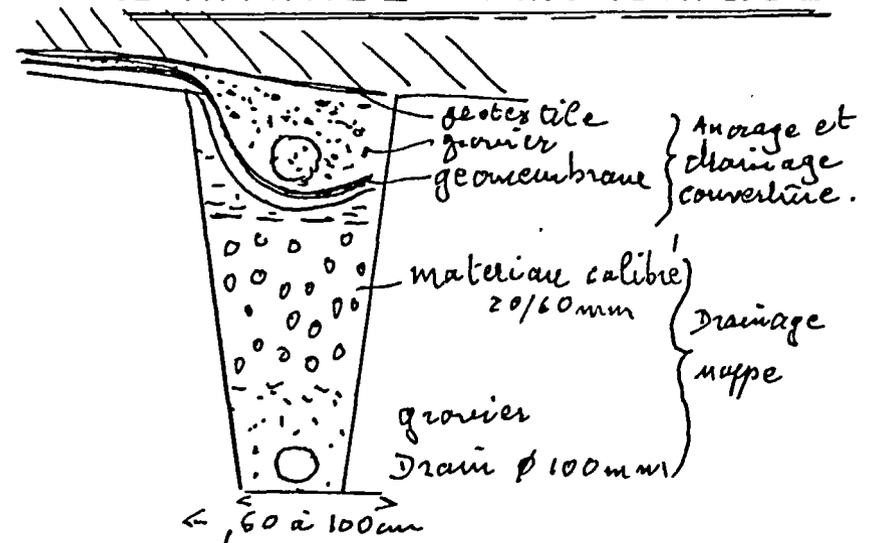


FIGURE 6 Schéma du réaménagement du site. Couverture étanche et drainage périphérique.

Solution écran étanche

On réalisera en périphérie du dépôt sur les 230 m, un écran étanche constitué par une paroi moulée dans le sol.

D'une largeur de 50 cm , d'une profondeur de 5 m (par hypothèse 1 m de pénétration dans les marnes saines à vérifier par sondages ; la profondeur de 5 m est déduite des données existantes près du piézomètre P1) , la tranchée excavée avec des machines appropriées (pelle rétro ou à cable) , sera remplie d'un mélange bentonite-ciment de perméabilité $< 10^{-8}$ m/s.

La surface étanchée représente 1 150 m².

Ainsi que représentée sur les schémas , la couverture de surface recouvrira les têtes de paroi et sera ancrée et drainée dans des fossés périphériques rejoignant l'ancien système de drainage des eaux de ruissellement.

d / Etanchéité de surface

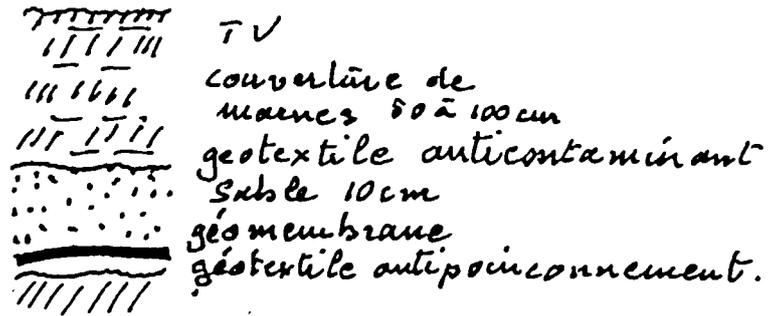
Sur l'aire décapé (3 000 m²), et englobant ou les fossés de drainage ou la paroi moulée, il sera réalisé une étanchéité de surface.

Cette couverture étanche sera du type multicouche , ancrée dans une tranchée périphérique de 1 m de profondeur, dont deux côtés seront particulièrement drainés avec des drains agricoles vers le collecteur vertical (cas des tranchées drainantes de nappe) ou vers l'ancien système de drainage (cas de la paroi moulée).

Sur les marnes décapées, on mettra successivement en place :

- un géotextile anti-poinçonnement (300 g/m²),
- une géomembrane 10/10,
- une couche de sable (10 cm),
- un géotextile anticontaminant type Bidim.

COUVERTURE ÉTANCHE.



PAROI ÉTANCHE PÉRIPHÉRIQUE

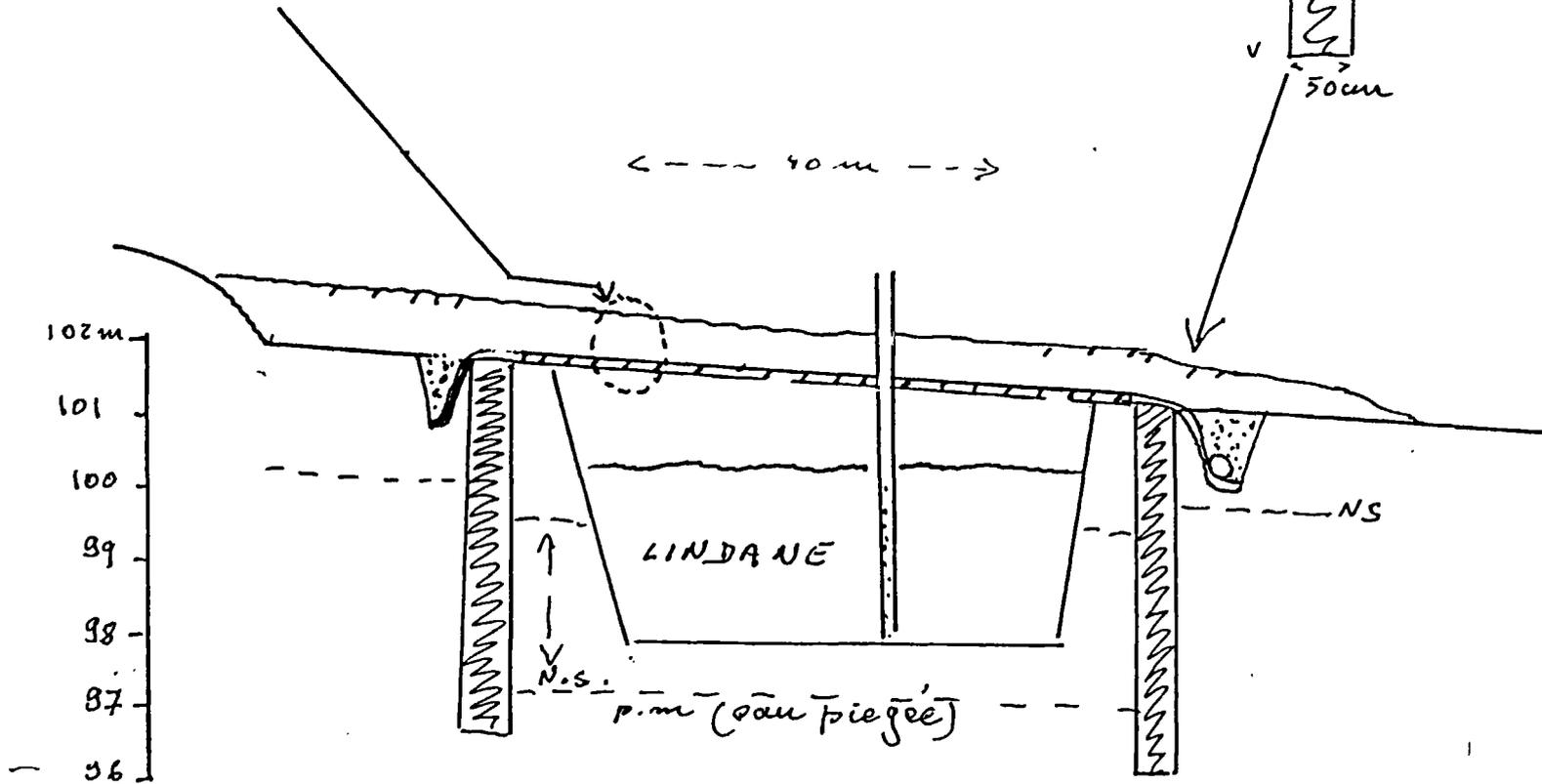
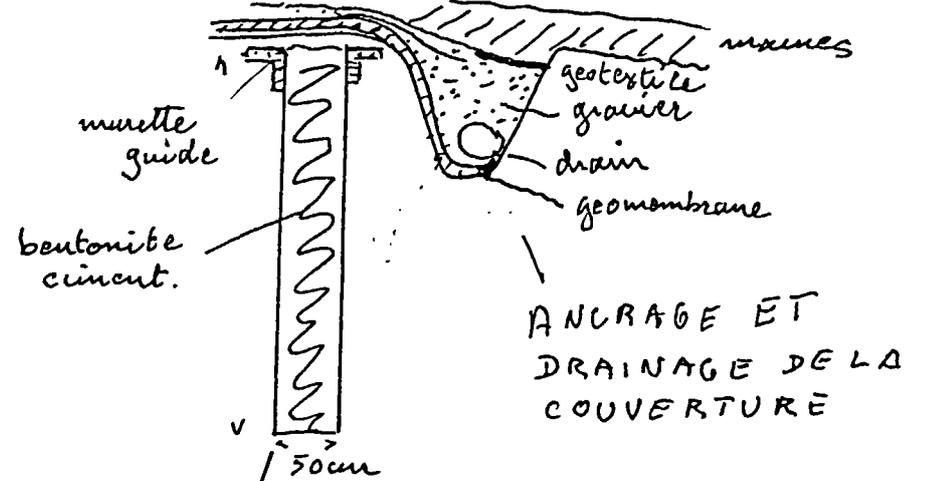


FIGURE 7 Schéma du réaménagement du site. Couverture étanche et paroi étanche périphérique.

Sur cette multi-couche , on remettra en place les marnes (50 cm) provenant du décapage ainsi qu'une couche de terre végétale.

e / Opérations diverses

Le système actuel de fossés de collecte des eaux de ruissellement sera nettoyé aux cotes actuelles.

L'aire travaillée pourra être engazonnée avec des essences spéciales (proscrire les arbustes, les buissons et plantes à racines pivotantes) : il est conseillé de clôturer l'espace de dépôt et d'en interdire l'accès à tout engin "lourd".

Le système de contrôle et de surveillance sera défini ultérieurement.

5 / CONCLUSION

L'enfouissement, en 1980, de 5 000 tonnes de déchets de fabrication de lindane dans des marnes sur le site de GOUHENANS s'est avéré défectueux, en particulier quant à l'étanchéité de la couverture. Il convient de signaler qu'un renforcement de l'étanchéité latérale n'a jamais été réalisé et que la masse des résidus se trouve en permanence "traversée" par les écoulements d'une nappe d'eaux souterraines développées dans les marnes altérées et les colluvions.

Dans ces conditions, afin d'assurer l'isolement hydraulique du dépôt, il est proposé des améliorations du confinement, à savoir :

- une étanchéité de surface par géomembrane, destinée à éviter les infiltrations directes,
- une étanchéité latérale pour limiter la propagation d'une pollution par circulation des eaux souterraines.

Ce dernier objectif peut être atteint, soit par un drainage des eaux souterraines autour du dépôt, soit par un "isolement" du dépôt à l'intérieur d'une paroi étanche.

Dans les conditions du dépôt de GOUHENANS, la seconde option technique semble préférable et serait à même d'assurer une efficacité de longue durée.

Il appartient à présent à ECOSPACE, responsable du dépôt, de présenter dans le détail, du point de vue technique et économique, les aménagements retenus.