



**LTG**

geologisch Instituut  
krijgslaan 281-S8  
B 9000 gent

telefoon 091-22.57.15

86/13

HYDROGEOLOGICAL SURVEY  
OF THE  
ARCO CHEMICAL PRODUCTS EUROPE  
PLANT SITE AT RIEME  
(BELGIUM)

**LTG**

geologisch instituut  
krijgslaan 281-S8  
B 9000 gent

telefoon 091-22.57.15



**ARCO CHEMICAL  
PRODUCTS EUROPE**

Authors

Prof. Dr. W. DE BREUCK  
Lic. Ph. VAN BURM  
Lic. M. VAN CAMP

Laboratory analyses

Ing. M. VERCRUYSSSE (BECEWA)

Research nr. TGO 86/13

Document nr. TGO 86/13(1)

Date : July 31, 1986

## CONTENT

1. INTRODUCTION .....	1
2. DESCRIPTION OF THE AREA AND ITS SURROUNDINGS .....	2
2.1. Location .....	2
2.2. Physiography .....	2
2.3. Hydrography .....	2
3. GEOLOGY .....	5
3.1. General .....	5
3.2. Regional geology (fig. 3) .....	5
3.3. Local geology .....	7
3.3.1. Available data .....	7
3.3.2. Complementary drilling .....	7
3.3.3. Stratigraphy .....	11
3.4. Conclusion .....	16
4. GROUNDWATER FLOW .....	17
4.1. General .....	17
4.2. Water-level measurements (table 5) .....	17
4.3. Head distribution in the KZ2 and the KZ1 aquifers .....	18
4.4. Flow velocity .....	18
4.5. Head variations .....	20
4.6. Conclusions .....	21
5. GROUNDWATER QUALITY .....	22
5.1. General .....	22
5.2. Data .....	22
5.2.1. Former analyses .....	22
5.2.2. New analyses (table 7) .....	23
5.3. Natural groundwater quality .....	24
5.3.1. Precipitation .....	24
5.3.2. Processes influencing groundwater quality .....	24
5.3.3. Quality .....	28
5.4. Groundwater quality in the ARCO area .....	28
5.4.1. KZ1 aquifer (wells 1D, 3D, 5D) .....	28
5.4.2. KZ2 aquifer (wells 1S, 2S, 3S, 4S, 5S) .....	30

5.5. Global evaluation of the groundwater quality .....	32
5.6. Probable extension of the contamination of the ARCO Area .....	34
5.7. Conclusions .....	34
6. GENERAL CONCLUSIONS .....	35
REFERENCES .....	37
APPENDICES	

## 1. INTRODUCTION

By its letter of June 9th 1986 ARCO Chemical Products Europe, Inc. instructed the Chair of Applied Geology of the State University of Ghent to carry out a hydrogeological investigation at the Rieme plant site as outlined in its proposal dated May 6th 1986 (Document TGO 86/13(0)).

The hydrogeological investigation as proposed consists of

1° the hydrogeological characterisation comprising

- the lithostratigraphy
- the groundwater levels
- the groundwater flow

by means of

- three jetted boreholes down to the clayey substratum
- five dry boreholes to a depth of approx. 12 m
- five jetted boreholes to a depth of max. 12 m
- (disturbed) samples
- installing piezometers in all boreholes
- leveling and measurement of water levels

2° the assessment of the quality of the groundwater

by means of

- on all samples (eight)

pH

specific conductance

chemical oxygen demand (COD)

- on three samples

alcalinity (phenolphthalein, methyl orange)

total organic carbon (TOC)

total organic halogens

Ba, Pb, Cd, As, Hg, Cr, Se, Na, Ag, NH<sub>4</sub>, F, Cl, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>,

coliform bacteria

radio-activity : gross alpha, gross beta

The investigation started on June 16th 1986. The report contains the following chapters : description of the area, geology, groundwater flow, groundwater quality, conclusions.

## **2. DESCRIPTION OF THE AREA AND ITS SURROUNDINGS**

### **2.1. Location**

The plant area of ARCO Chemical Products Europe, Inc., henceforth named ARCO, is located in the industrial area of the Ghent Canal Zone. It is situated on the territory of the municipalities of Evergem-Ertvelde and Ghent in the province of East-Flanders (fig. 1). The hamlet, where the plant area is located, is called Rieme.

The ARCO area is bordered to the north by the railtrack Ghent-Terneuzen, to the east by RHONE-POULENC, to the west by OLEOFINA and to the south by the road (Kuhlmannkaai).

Only the northern part of the area, occupied by the installations has been investigated.

### **2.2. Physiography**

The area is located on a ridge, the level of which attains +8 to +9 m above sealevel\* (fig. 2). The ridge rises 4 to 5 m above the surrounding landscape. To the north the RHONE-POULENC gypsum dump rises to +50 m (42 m above the area).

### **2.3. Hydrography**

The ARCO area is located on a water divide and has a sewerage system. The gypsum dump is surrounded by a drainage system. The main watercourse is the canal Ghent-Terneuzen with a water-level at +4,45 m and a depth of 13,5 m.

---

\* All levels refer to the datum level of the National Geographical Institute (Second General Leveling = TAW)



Fig. 1 - Administrative map showing the municipalities and the topographic map numbers (scale 1:300.000)

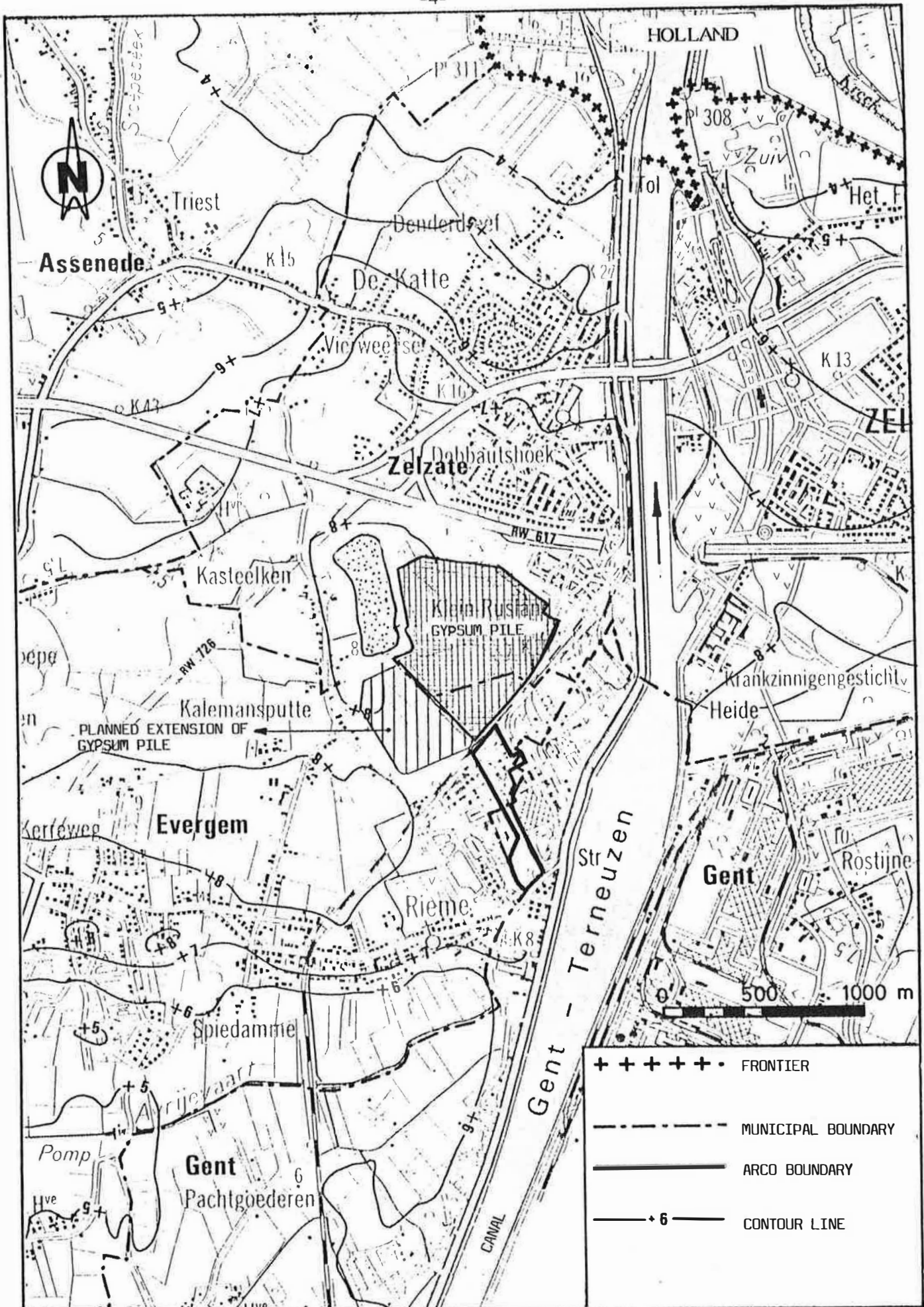


Fig. 2 - Topographic map (scale 1:25.000)



### 3. GEOLOGY

#### 3.1. General

The geology of the area is based on data from cone penetration tests and newly drilled boreholes. The general description of the underground is based on former studies in the canal zone by the Chair of Applied Geology.

#### 3.2. Regional geology (fig. 3)

The subsoil of the northern part of the Province of East-Flanders is characterised by the presence of a thick complex of Tertiary formations monoclinally dipping in a northeastern direction, covered by Quaternary deposits.

The larger part of the Quaternary deposits have been laid down in periglacial conditions during the Pleistocene. Hydrogeologically they consist of a continuous sandy top layer (KZ2) on a semi-pervious silty layer (KL) resting upon a continuous sandy layer (KZ1).

The Tertiary substratum is formed by alternating pervious, semi-pervious and impervious layers. They are indicated on the geological section (fig. 3) as s3, Le-P, Yd (pervious), s2, s1, P1c (semi-pervious), and a3, a2, and a1 (impervious).

The layers to be considered under the ARCO area are :

- KZ2 (unconfined aquifer)
- KL (confining layer)
- KZ1 (semi-confined aquifer)
- a3 (impervious substratum).

The layers are treated in detail in the following paragraphs.

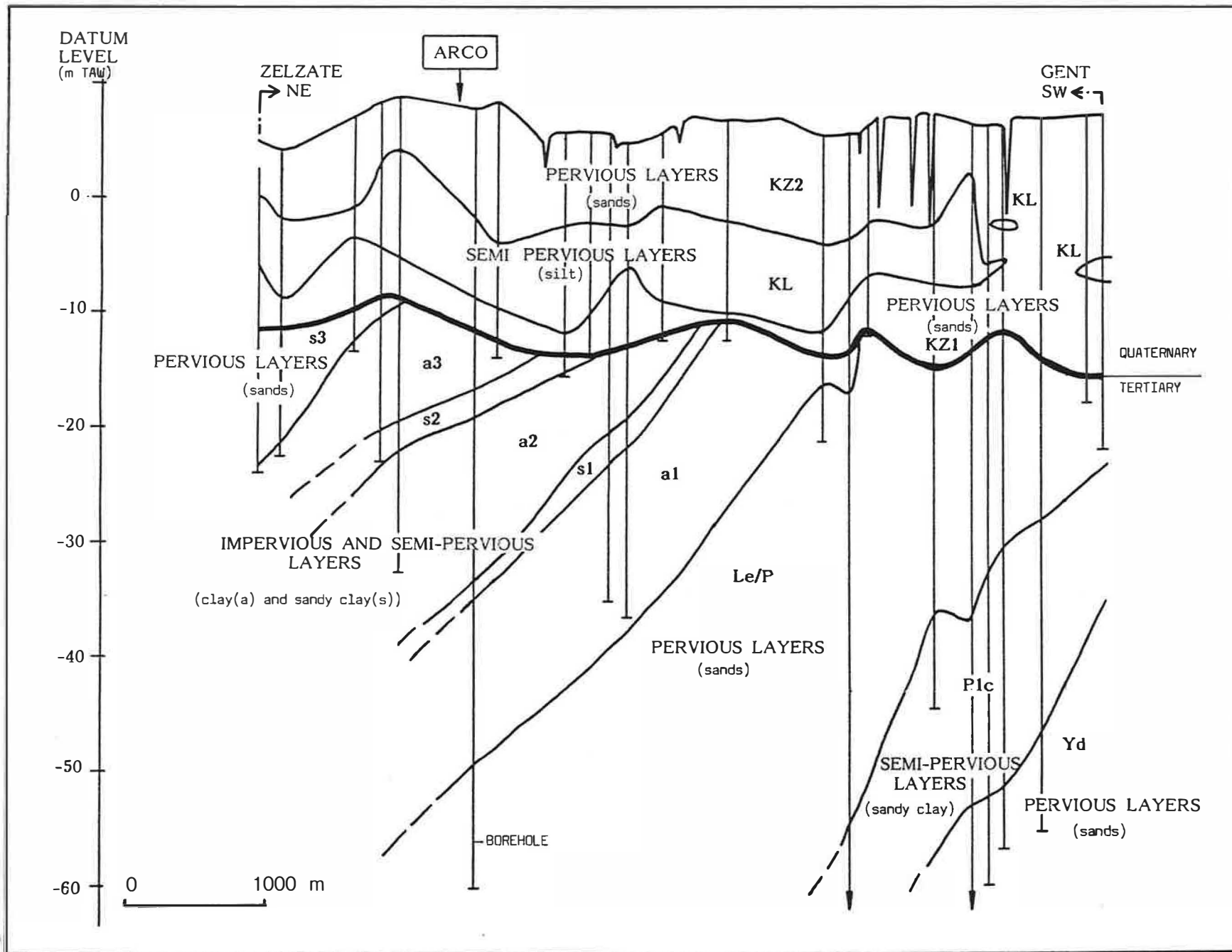


Fig. 3 - Geologic cross section Gent-Zelzate (DE BREUCK, VAN BURM & VAN CAMP, 1983)

### **3.3. Local geology**

#### **3.3.1. Available data**

##### **3.3.1.1. Studies**

Many data and results of ground and water analyses have been collected during a hydrogeological study of the Ghent canal zone by the Chair of Applied Geology (DE BREUCK et al, 1983). Some holes were drilled in the vicinity of the ARCO area.

A hydrogeological investigation was performed for the extension of the gypsum pile on behalf of RHONE-POULENC (DE BREUCK et al., 1985). Many boreholes were drilled and many groundwater analyses were made.

##### **3.3.1.2. Investigations at the ARCO area**

In 1971 9 penetration tests were made at the ARCO site on behalf of a consulting engineer (BADGER). Their location is indicated on map 1.

#### **3.3.2. Complementary drilling**

##### **3.3.2.1. General**

- According to the proposal TGO 86/13(0) several boreholes were made.
- 1° Three holes were made by jetting down to the a3 substratum; every hole was logged for natural gamma radiation, spontaneous potential and resistivity (in three different arrays). Hence the complete Quaternary sequence was investigated. In every hole a piezometer was installed in the KZ1 layer.
  - 2° Five holes were drilled by bailer to the bottom of the KZ2 layer. Disturbed samples were taken every 0,50 m. In de vicinity of each hole a hole was jetted in which a piezometer was installed in the KZ2 layer.

The exact location of every borehole was determined, as well as the elevation of the terrain and the measuring points on the observation wells (appendix 1).

The geometric characteristics are given in appendix 2 and the borehole records in appendix 3.

A general situation is given in map 1 (site layout).

#### 3.3.2.2. Jetted drilling

Three holes have been jetted (1D, 2D, 3D) down into the a3-clay substratum. The diameter was 100 mm. Each borehole has been equipped with a PVC piezometer (POLVA PVC W2G-2 Ø 63 x 2,4 mm - 10 bar) (fig. 4). The 2 m long screen has been placed in the lower aquifer KZ1 (see geological sections A-A' and A''-A'). The gravel pack is made of coarse sand (0,7-1,25 mm). Above it at the level of the semi-pervious layer KL a clay seal has been made (DURANIT clay pellets, Ø 120-130 mm); it should prevent seepage from above along the borehole.

Geophysical well logging (appendix 4) has provided information concerning the composition of the ground and the groundwater. The following measurements have been made :

- 1° caliper (solely in 1D)
- 2° spontaneous potential
- 3° single point resistance
- 4° resistivity (long normal and short normal array)
- 5° natural gamma radiation.

The results of the loggings have been used for the elaboration of the geological sections A-A' and A''-A' .

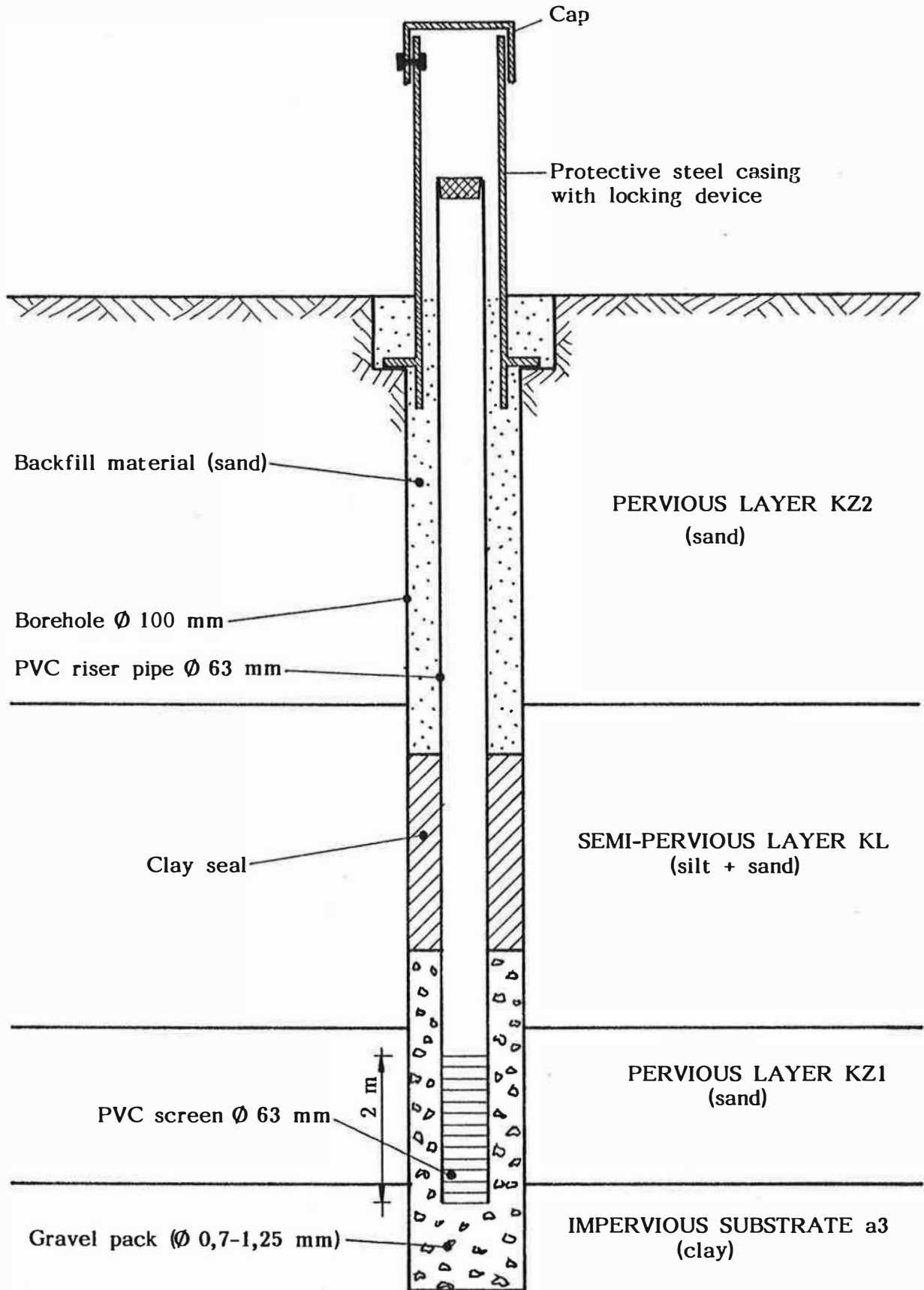


Fig. 4 - Observation well in KZ1

### 3.3.2.3. Cable-tool drilling

Five holes (1B, 2B, 3B, 4B, 5B) have been made by bailing. Three of them are located along the western edge of the ARCO-area, two at the eastern edge (map 1). They have penetrated into the top of the semi-permeable layer KL.

The diameter was 110 mm. In the unsaturated zone drilling was performed by an auger. Under the water table the hole was cased and drilling was done by a bailer.

The samples retrieved from the borehole were described on the spot. This description included colour, grain size, silt and clay content, inclusions and odour (appendix 3). The description was made according to the classification used by the Chair of Applied Geology, which is based upon the classification of the Department of Public Works (MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN, 1978) (appendix 5).

Samples, taken every half a meter, have been packed in plastic containers. Two samples have been taken and stored in glass containers : one at the water table itself (at a depth of 1,0 m) and one at 1,50 m below the water table (depth : 2,5 m). These samples have been handed over to Mr. VERPOORTEN (ARCO) on July 4.

After completing the drilling all these holes have been filled with the material, that was extracted from them.

### 3.3.2.4. Shallow jetting

In the immediate vicinity of the bailed holes (map 1) one additional shallow hole was drilled by jetting (1S, 2S, 3S, 4S, 5S). All these holes were ended in the most permeable parts of KZ2.

The diameter of the holes was 90 mm. Each hole has been equipped with a piezometer of the same composition as the deeper holes (see 3.3.2.2.).

#### 3.3.2.5. Leveling

The top of the piezometers and the ground surface have been leveled referring to the datum level of the National Geographical Institute (NGI) (appendix 2). The marker at the railway station of Ertvelde (Gp48 of NGI) has been used as a starting point. Besides the new ARCO piezometers, the ATOCHEM piezometers D, E, G, and H have also been leveled (appendix 2).

### 3.3.3. Stratigraphy

#### 3.3.3.1. General

The lithostratigraphy of the ARCO area is based on all available data. It is well demonstrated by the geological sections A-A' and A''-A' . The results of the laboratory tests have been extracted from a hydrogeological study of the Ghent Canal Zone (DE BREUCK et al., 1983). Layers are discussed successively from the top layer downwards.

#### 3.3.3.2. Fill and disturbed soil

The origin of the top layer of fill and disturbed soil is very diverse. It can consist from inert rubble to chemical waste. In the present limited study it is not possible to give an accurate description of this layer.

The bailed borings showed the presence of the following soils :

- 1B poorly disturbed to undisturbed ground
- 2B brown sandy soil with all kinds of coarse stone fragments and glass (approx. 2,20 m)

- 3B - brown sandy soil with fragments of red brown stony material and gray white clayey material (approx. 0,50 m)
- red brown stony material (approx. 0,70 m)
  - black sandy soil with red brown stony material and brick fragments (approx. 0,20 m)
  - ashes and brick fragments, sand, glass (approx. 0,70 m)
  - brown sandy soil with black sticky material and brick fragments (approx. 1,10 m).

At site 3 a relatively high natural gamma radiation has been measured in the top 1 m layer (geophysical logging 3D, appendix 4).

- 4B grey sandy soil with all kinds of stone fragments (approx. 0,80 m)
- 5B - all kinds of stone fragments (approx. 0,40 m)
- brown sandy soil with stone fragments (approx. 0,60 m)
  - white grey clayey material with stone fragments (approx. 0,25 m)
  - grey ashes with stone fragments (approx. 0,55 m)
  - stone fragments (approx. 0,20 m).

The fill and disturbed soil consists mainly of sandy material with many stone fragments. The maximum thickness of this layer is 2,8 m.

### 3.3.3.3. The pervious KZ2 layer

The layer KZ2 is of fluvio-glacial and eolian origin and has been laid down during the Pleistocene (mainly Weichselian).

The layer consists of fine sand containing locally some silt, clay or peat. In the ARCO area many wooden fragments and plant fibres are present in the upper part. Stratification is subhorizontal.

Some characteristics of the KZ2 aquifer of the Ghent Canal Zone are given in table 1.



Table 1. Characteristics of the KZ2-layer (DE BREUCK et al., 1983)

Parameter	Unit	Average	Minimum	Maximum	N
<u>Grain size</u>					
d < 2 μm	%	5,5	1,0	13,5	21
2 μm < d < 63 μm	%	17,1	4,0	52,5	21
63 μm < d < 200 μm	%	72,0	40,0	90,5	89
200 μm < d < 2 mm	%	19,0	0,5	61,5	90
2 mm < d	%	8,1	0,1	30,5	4
d <sub>50</sub> (median)	μm	137	64,0	188	88
I <sub>p</sub> (plasticity index)	-	2,5	0,1	10,1	17
n (porosity)	%	37,2	32,8	41,4	11
k (permeability from pumping test)	m/d	-		4	1

The aquifer KZ2 under the ARCO area attains 10 m.

#### 3.3.3.4. The semi-pervious KL layer

The semi-pervious layer KL has been formed mainly as a wind deposit and worked by solifluxion processes during the Weichselian.

The layer is rather changeable in constitution. Usually its is composed of silt between a silty sand zone above and below. The silt contains sand and peat horizons. The bailed borings on the ARCO area attained the sandy top horizon of the KL layer.

Some characteristics of the KL layer are given in tables 2 and 3.

The KL layer under the ARCO area attains 3 to 8 m.

Tabel 2. Characteristics of the silt or clay in the semi-pervious layer  
KL (DE BREUCK et al., 1983)

Parameter	Unit	Average	Minimum	Maximum	N
<u>Grain size</u>					
d < 2 μm	%	7,8	0,0	27,0	131
2 μm < d < 63 μm	%	66,9	37,0	95,0	131
63 μm < d < 200 μm	%	20,1	2,0	43,0	131
200 μm < d < 2 mm	%	5,2	0,5	17,5	130
2 mm < d	%	-	-	-	-
d <sub>50</sub> (median)	μm	41,0	16,0	150	83
I <sub>p</sub> (plasticity index)	-	10,7	5,0	29,5	131
n (porosity)	%	42,7	12,7	54,6	40
k (vertical permeability)	m/d	-	3 × 10 <sup>-5</sup>	0,13	26

Tabel 3. Characteristics of the sand in the semi-pervious layer KL  
(DE BREUCK et al., 1983)

Parameter	Unit	Average	Minimum	Maximum	N
<u>Grain size</u>					
d < 2 μm	%	6,7	5,5	9,0	5
2 μm < d < 63 μm	%	15,1	9,5	27,5	5
63 μm < d < 200 μm	%	47,9	8,5	74,0	32
200 μm < d < 2 mm	%	43,4	4,5	88,0	32
2 mm < d	%	1,1	0,8	1,6	3
d <sub>50</sub> (median)	μm	188	139	250	30
I <sub>p</sub> (plasticity index)	-	3,1	0,0	7,5	5
n (porosity)	%	35,1	26,3	44,6	6
k (permeability)	m/d	ca. 13	< 3	18	-

### 3.3.3.5. The pervious KZ1 layer

The KZ1 is mainly composed of estuarine and fluvio-periglacial material. The deposit was formed in the Eemian and forms a semi-confined aquifer.

The KZ1 layer consists of fine sand, somewhat coarser than that in the KZ2 layer. At the bottom a thin bed of gravel may be found. Where the sand is silty the transition between the KL and the KZ1 layer is difficult to discern. Some characteristics of the KZ1 layer are given in table 4.

The KZ1 layer attains 1 to 2,5 m under the ARCO area.

Table 4. Characteristics of the KZ1 layer (DE BREUCK et al., 1983)

Parameter	Unit	Average	Minimum	Maximum	N
<u>Grain size</u>					
d < 2 μm	%	8,8	5,0	12,5	6
2 μm < d < 63 μm	%	25,8	13,0	36,5	6
63 μm < d < 200 μm	%	61,4	51,5	71,0	6
200 μm < d < 2 mm	%	4,0	1,0	10,0	6
2 mm < d	%	-	-	-	6
d <sub>50</sub> (median)	μm	101	37,0	170	69
I <sub>p</sub> (plasticity index)	-	4,8	0,4	9,7	6
n (porosity)	%	38,9	31,9	48,2	5

#### 3.3.3.6. The impervious a3 layer

The a3 layer is a part of a thick complex of layers that can be considered as impervious (see 3.2). The layer is composed of green grey semi-stiff to stiff clay with lenses of sandy clay and clayey sand. In the ARCO area the a3 layer attains 7 m; the complex consisting of a3, s2, a2, s1, a1 attains a thickness of approx. 40 m (see 3.2.).

#### 3.4. Conclusion

The top layer consists of fill and disturbed soils of mainly sandy composition with all kinds of stone fragments. Its thickness attains not more than 3 m. Under this layer one encounters successively an unconfined aquifer KZ2, a semi-pervious silty layer KL, a semi-confined aquifer KZ1 and a clayey substratum. Their average thicknesses are successively 10 m, 5 m, and 2 m.

This complex is of Quaternary age, the substratum of Tertiary age. The latter, composed of clayey material, attains a thickness of 40 m and may be considered as almost impervious. Deeper one finds alternating sandy and clayey formations of Tertiary age.

#### 4. GROUNDWATER FLOW

##### 4.1. General

The groundwater flow pattern is based on the water level measurements in the recent piezometers. The period of observation is too short to evaluate the head fluctuations.

Groundwater flow in the KZ2 and KZ1 aquifer can be deduced from the contour maps.

##### 4.2. Water-level measurements (table 5)

Water levels were measured on June 27, 1986 and on July 4, 1986. On June 27 measurements were also made in the D, E, G, and H piezometers of ATOCHEM. Since the values obtained in the latter did not fit well into the pattern it is assumed that they do not transmit the head in the aquifer because of faulty construction.

Table 5. Heads in the KZ2 and the KZ1 aquifers

Layer	Well nr.	Head (in m TAW)	
		June 27, 1986	July 4, 1986
KZ2	1S	+6,855	+6,759
KZ2	2S	+7,322	+7,130
KZ2	3S	+7,697	+7,356
KZ2	4S	+7,937	+7,785
KZ2	5S	+7,271	+7,144
KZ1	1D	+6,858	+6,758
KZ1	3D	+7,832	+7,483
KZ1	5D	+7,248	+7,138
KZ2 (ATOCHEM)	D	+6,636	not measured
KZ2	E	+8,008	
KZ2	G	+7,788	
KZ2	H	+7,172	

#### 4.3. Head distribution in the KZ2 and the KZ1 aquifers

The maps 2 and 3 are showing the contours of the heads on June 27, 1986. The flow in both aquifers is directed from north to south and southwest. It fits into the general flow distribution pattern which is directed from the gypsum pile towards the canal (fig. 5)(DE BREUCK et al., 1985).

The head difference between KZ2 and KZ1 is small and decreases towards the canal.

#### 4.4. Flow velocity

The flow velocity may be estimated on the basis of the Darcy formula :

$$v = k.i$$

v = Darcy velocity (m/d)

k = permeability (m/d)

i = hydraulic gradient (-)

True velocity  $v'$  is given by :

$$v' = \frac{k.i}{n}$$

n = porosity (-)

The hydraulic gradients in both layers under ARCO are approximately the same; permeability for KZ1 and KZ2 are respectively 13 m/d and 4 m/d (DE BREUCK et al., 1985). Considering a value of 0,35 for n one obtains :

$$v'_{KZ1} = \frac{13 \times 0,00344}{0,35} \text{ m/d} = 0,128 \text{ m/d} \\ = 46,6 \text{ m/year}$$

$$v'_{KZ2} = \frac{4 \times 0,00344}{0,35} \text{ m/d} = 0,0393 \text{ m/d} \\ = 14,4 \text{ m/year}$$

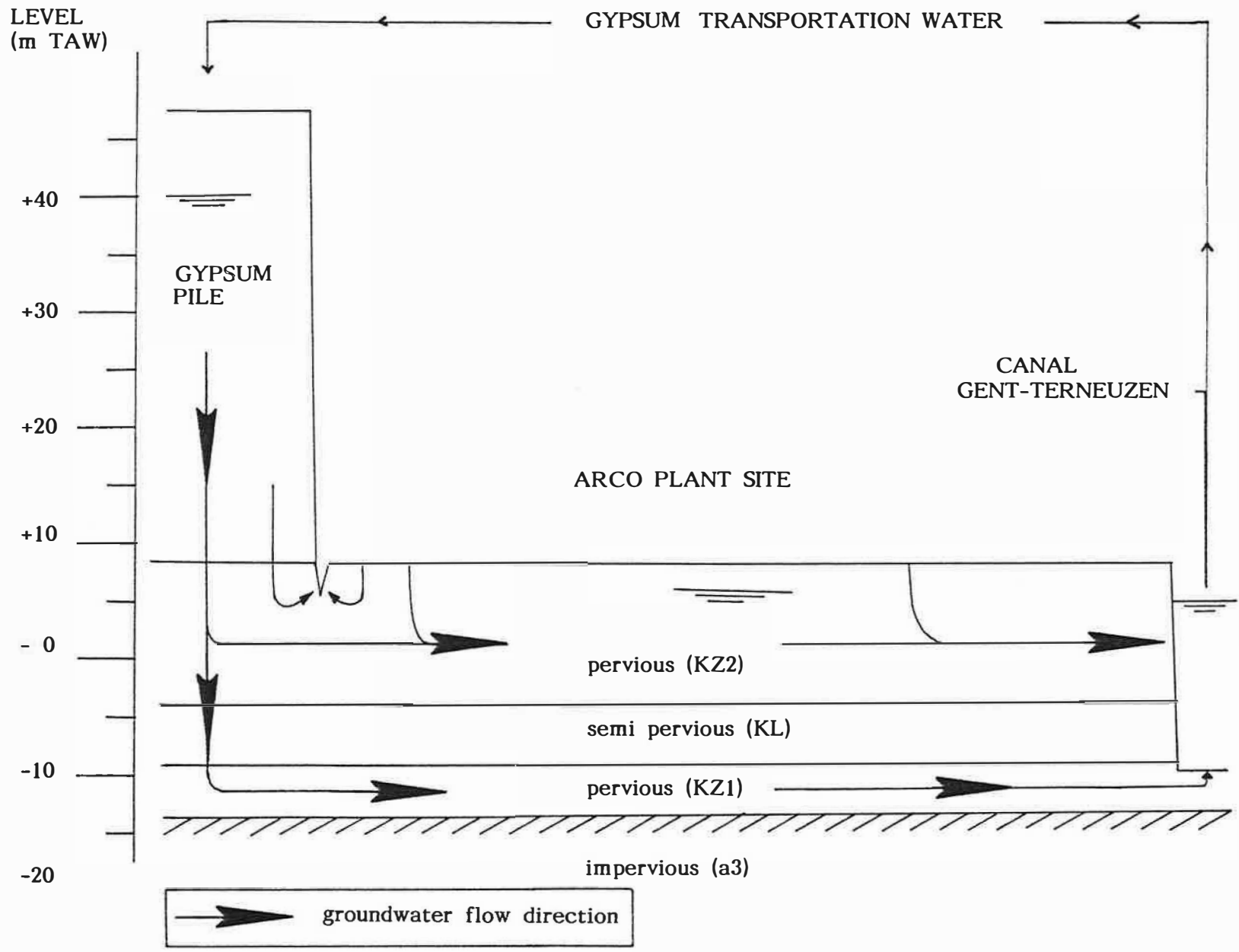


Fig. 5 - Groundwater flow pattern in KZ2 and KZ1

#### 4.5. Head variations

Head variations may occur as a result of natural or man made causes. The main natural factors are precipitation, other recharge, and evapotranspiration. Man made influences are groundwater withdrawal and surface water control. Head variations may be divided in

- pluriannum variations caused by a succession of wet and dry years
- seasonal variations as a result of a succession of a discharge and recharge period
- irregular variations caused by short periods of heavy rainfall, groundwater withdrawal, ...

The short period of observation does not allow to evaluate these variations. Prior studies indicate these to be rather small (less than 1 m)(DE BREUCK et al., 1985). No groundwater extractions are known to exist in the immediate vicinity of the ARCO area.

Values for the distribution of the precipitation in the area are available from the meteorological station CS51 of the Royal Meteorological Institute at Zelzate. The pluviometric normal for Zelzate is 765 mm per year.

The part of the precipitation reaching the water table can be calculated on the basis of evaporation data. These are not available for the Zelzate area. Values are available from the observation station CS8 at Melle near Ghent : the yearly evaporation is 425 mm per year (on grassland).

The difference between the yearly precipitation and the yearly evaporation gives 340 mm surplus on grassland. The real infiltration in the ARCO area will be much smaller since larger parts of it are impervious (roads, installations, buildings).



#### 4.6. Conclusions

Water levels, measured twice in the observation wells, respectively on June 27 and July 4, indicate a groundwater flow in the ARCO area in the KZ1 and in the KZ2 aquifer from the gypsum pile to the Ghent-Terneuzen Canal.

Flow velocity in the KZ1 aquifer is 47 m per year in the KZ2 aquifer 14 m per year.

Former studies have demonstrated that groundwater levels vary less than 1 m.

## 5. GROUNDWATER QUALITY

### 5.1. General

The description of the water quality is based on former and new analyses.

Chapter 5 contains the following items : available data, natural groundwater quality, groundwater quality in KZ1 and KZ2 and conclusions.

### 5.2. Data

#### 5.2.1. Former analyses

In the nine ATOCHEM wells (A to I, see map 1) two to three groundwater and soil samples have been collected by ATOCHEM in 1985. They were taken at 1, 5 and 10 m depths. The sampling procedure is not known; likely the samples were taken during the jetting of the holes.

The following parameters were determined on the samples taken at 5 m depth :

Hg, Pb, Zn, Cd, V (AAS)

As (colorimetry)

F (potentiometry, specific electrode)

phenol (according to the French Standard AFNORT90-109)

dichloropropane (LLE, Gas chromatography)

dichloro-isopropylether (LLE, Gas chromatography).

Results are given in table 6.

ATOCHEM concludes that the values thus analysed are normal for an industrial area.

Table 6. Results of analyses on samples from ATOCHEM wells (5 m depth)

ATOACHEM borehole	Parameter (ppm)									
	Hg	Pb	Zn	Cd	V	As	F	Fenol	DCP	DCIPE
A	*	*	*	*	*	0,05	0,43	<0,5	5	18
B	*	*	*	*	*	0,06	0,29	<0,5	222	241
C	*	*	3	*	*	0,09	1,66	<0,5	*	*
D	*	*	*	*	*	2,2	8	<0,5	*	*
E	*	*	*	*	*	0,07	63,6	<0,5	*	*
F	*	*	*	*	*	1	1,5	<0,5	*	*
G	*	*	*	*	*	1	0,5	<0,5	*	*
H	*	*	*	*	*	0,06	0,29	<0,5	48	46
I	*	*	*	*	*	*	0,39	<0,5	*	*

\* below detection limit

According to ARCO the other samples collected by ATOCHEM were handed over to a laboratory of the State University of Ghent. Results of these analyses are not known to us.

In the studies of DE BREUCK et al. (1983; 1985) no analysis has been made of groundwater in the ARCO area. Results of analyses of groundwater of the surrounding area are available, though. These will be mentioned in the further discussion.

## 5.2.2. New Analyses (table 7)

### 5.2.2.1. Groundwater sampling and analysis

For the purpose of this study, groundwater has been sampled from the 8 new observation wells. This was done in collaboration with BECEWA on June 26, 1986. Samples were taken by means of a centrifugal pump at a yield of 1,5 m<sup>3</sup>/h; the samples itself was taken after approx. 30 min. of pumping.

The results of the analyses are given in table 7. The following analytical methods have been used :

AAS (Na, Cd, Hg, Pb, Se, As)

Gas chromatography (organic halogens)

Specific electrode (F)

Colorimetry ( $\text{PO}_4$ , Kjeldahl-N,  $\text{Cr}^{6+}$ )

Potentiometry (Cb, Ag)

Gravimetry ( $\text{SO}_4$ )

Titration ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ )

Flame photometry (Ba)

### **5.3. Natural groundwater quality**

#### **5.3.1. Precipitation**

The rainwater infiltrating into the sandy ridge on which ARCO is located is more or less influenced by the presence of the particles in the air.

Table 8 shows the average quality of the rainwater (1981-1982) at the measuring stations of Sas-van-Gent (Westdam 37), the Netherlands and Ertvelde (Stuivenbergstraat).

The pH is low for Sas-van-Gent (normal 5,6). Chloride is normal for the area. The sulphate content is fairly high. At Sas-van-Gent phosphate and fluorine contents are rather high, while at Ertvelde ammonia content is high.

#### **5.3.2. Processes influencing groundwater quality**

Biological, physical and chemical processes in the insaturated and saturated zones are complex. An interaction takes place between these processes, making it difficult to schematize the evolution of the quality of groundwater on its way through the ground.

Table 7 - Groundwater quality

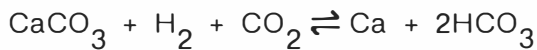
PARAMETER	UNIT	OBSERVATION WELL							
		Shallow					Deep		
		1S	2S	3S	4S	5S	1D	3D	5D
Specific conduct. (20°C)	µS/cm	6.025	9.471	18.613	17.805	7.155	3.182	6.836	4.879
PH	-	6,79	6,61	6,34	6,05	6,37	6,74	6,45	6,49
Alcalinity									
Phenolphthalein	°F	0	0	0					
Methylorange	°F	71,6	90,6	109,6					
COD	mg O <sub>2</sub> /l	383	1885	1381	1406	241	380	129	124
TOC	mg C/l	53,5	71,5	11,5					
Cl <sup>-</sup>	mg/l	1776	1119	5876					
SO <sub>4</sub>	mg/l	245	750	911					
HCO <sub>3</sub>	mg/l	874	1105	1240					
CO <sub>3</sub>	mg/l	0	0	0					
PO <sub>4</sub>	mg/l	<0,05	12,6	<0,05					
Kjeldahl-N	mg/l	10,95	361	677					
Na	mg/l	985	1025	2030					
Cd	µg/l	<2	<2	<2					
Hg	µg/l	2,8	<2,5	<2,5					
Ag	mg/l	<1	<1	<1					
Cr(6+)	mg/l	0,07	0,02	<0,01					
Pb	µg/l	15	<5	<5					
Ba	mg/l	126	160	152					
F	mg/l	0,48	1,48	1,09					
Se	µg/l	200	<10	100					
As	µg/l	15	362	<15					
Total organic halogens	mg/l	<0,010	420	<0,010					
Radioactivity									
α	Bq/l	0,10	0,09	0,20					
β	Bq/l	1,11	1,74	1,66					
Total bacteria per ml		3800	150	6000					
Coliforms per 100 ml		120	0	250					
E. Coli per 100 ml		0	0	0					
Faecal streptococcus per 100 ml		0	0	0					

Table 8. Average quality of different waters (rainwater, natural groundwater, canal water)(Spec. conduct in  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , COD in  $\text{mg O}_2/\text{l}$ , total hardness in  $^\circ\text{F}$ , concentrations in  $\text{mg}/\text{l}$ )

Parameter	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Spec. conduct.					453		6250
pH	4,74	5,59					7,3
T Diss.solids			406	449			
COD							130
TH			24	28	22,7		129
$\text{Cl}^-$	5,6	2,90	28	43	25,6	17,4	2087
$\text{SO}_4$	10,9	15,3	28	143	30,5	3,7	556
$\text{NO}_3$	3,7	3,84			0,09	0,2	0,5
$\text{PO}_4$	0,7	0,17				3,9	10,1
$\text{HCO}_3$	1,1				246,4	262	
$\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$			260	140			
F	0,19	0,12				0,6	
Na	2,9	1,61			17,4	15,5	1413
K	0,4	0,22			4,3	2,6	
Na + K			22	31			
Ca	1,9	2,04			73,1	65,8	
Mg	0,5				8,3	8,8	174
$\text{NH}_4$	2,3	5,79			1,59	2,6	13,6
Fe					3,82	2,9	

- (1) Rainwater at Sas-van-Gent (The Netherlands), 1981-1982 (DE BREUCK et al., 1983)
- (2) Rainwater at Evergem-Ertvelde, 1982 (DE BREUCK et al., 1983)
- (3) Group 3 - groundwater; samples from East- and West-Flanders (DE MOOR & DE BREUCK, 1959)
- (4) Group 8 - groundwater; samples from East- and West-Flanders (DE MOOR & DE BREUCK, 1969)
- (5) b<sub>0</sub>-type of groundwater; samples from the Ghent Canal zone (DE BREUCK et al., 1983)
- (6) non contaminated groundwater in the vicinity of ARCO area; samples from 4 observation wells (DE BREUCK et al., 1985)
- (7) Canal Ghent-Terneuzen water (period 1968-1982)(DE BREUCK et al., 1985)

Natural organic components are usually converted into  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  by using oxygen. Nitrogen and sulphur are transformed into  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  and  $\text{SO}_4$  in aerobe conditions. In anaerobe conditions denitrification, sulphate reduction, and methane formation take place whereby  $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  and  $\text{CO}_2$  are formed. Hence the partial pressure of  $\text{CO}_2$  increases in soil air while the partial pressure of  $\text{O}_2$  decreases. The quantity of  $\text{CO}_2$  dissolved in groundwater depends on the quantity of  $\text{CO}_2$  produced and the contact between the infiltrating rainwater and the soil air. The  $\text{CO}_2$  contributes to the dissolution of  $\text{CaCO}_3$  in groundwater according to the following reaction :



An excess of  $\text{CO}_2$  makes groundwater aggressive towards  $\text{CaCO}_3$ . If oxygen is present in the saturated zone more  $\text{CO}_2$  and  $\text{HCO}_3$  is generated at greater depths resulting in an increase in Ca and hence in hardness.

The evaporation occurring during infiltration results in a concentration of dissolved solids the ratio between the components remaining almost constant. The concentration factor is the ratio between precipitation and the surplus. For the canal zone it varies between 2 (grazing land) over 4 (deciduous trees) to 5 (pine trees)(DE BREUCK et al, 1983). Since chloride does almost not interact with the soil and in the assumption that rainwater is the only source for chloride, the Cl-content of the rainwater and the concentration factor provide a basis for calculating the normal Cl-content of the natural water :

$$C_{\text{Clg}} = A \cdot C_{\text{Clr}}$$

$C_{\text{Clg}}$  = Cl concentration in groundwater

$C_{\text{Clr}}$  = Cl concentration in rainwater

A = concentration factor.

The average Cl content in the rain being 5 mg/l and a concentration factor varying between 2 and 4 the natural Cl content of the groundwater varies between 10 and 20 mg/l (see table 8(6)).

### 5.3.3. Quality

According to a study of the groundwater in the unconfined aquifer in the "Flemish Valley" (DE MOOR & DE BREUCK, 1969) two types of water are encountered in the area :

- moderately fresh to fresh, moderately hard calcium and bicarbonate containing water. Some average values are given in table 8 (group 3 water).
- moderately fresh, moderately hard sulphate-containing water with average values given in table 8 (group 8 water).

According to the hydrogeological study of DE BREUCK et al. (1983) the ARCO area is located in the zone characterised by a natural groundwater of type  $b_0$  (table 8).

Table 8 also shows the composition of non-contaminated groundwater in the immediate vicinity of the ARCO area.

## 5.4. Groundwater quality in the ARCO area

### 5.4.1. KZ1 aquifer (wells 1D, 3D, 5D)

#### 5.4.1.1. Phosphogypsum percolate (DE BREUCK et al., 1985)

The phosphogypsum percolate has a marked influence on the groundwater in the KZ1 aquifer.

The composition of the percolate, which infiltrates at a rate of 1,2 million  $m^3$ /year is determined by :

- the material dissolution from the gypsum waste
- the quality of the transportation water
- the quality of waste water, which was occasionally brought on the gypsum pile.



In literature it is mentioned that the pore water in experimental gypsum piles, sprinkled with rainwater, has a high sulphate content (up to 4000 mg/l), a high phosphate content (up to 20 mg/l), and a high fluoride content (up to 10 mg/l). Heavy metals also can be detected.

The transportation water for the gypsum at Rieme is taken from the canal Ghent-Terneuzen. The average composition of the canal between 0 and 5 m depth for the period January 1968-December 1982 at the RHONE-POULENC CHEMIE factory is shown in table 8. The quality of this water may be considered as that of the gypsum transportation water for the latest 20 years. Micropollutants in the canal may thus have been brought into the groundwater.

It cannot be excluded that brackish waste water has been discharged onto the gypsum pile; this is suggested by the presence of locally very high chloride concentrations at the foot of the gypsum pile.

#### 5.4.1.2. Comments

The results are shown in table 7. Only specific conductance, pH and COD have been determined. Specific conductance has its highest value near the gypsum pile (3D) and decreases, due to dispersion, towards the canal (5D, 1D). Laboratory data are confirmed by the geophysical logs (LN and SN) (appendix 5). The values are much larger than those of non-contaminated groundwater in the area (table 8) and exceed also the Belgian Standard for drinking water (appendix 6).

COD values are in good agreement with those in canal water; the higher value in 1D indicates a probable pollution by organic components. COD values largely exceed the normal.

The groundwater quality observed fits very well into the hydrogeological pattern of the area (fig. 5), where gypsum percolate enters into the KZ2 and KZ1 aquifers.

#### 5.4.2. KZ2 aquifer (wells 1S, 2S, 3S, 4S, 5S)

##### 5.4.2.1. Pollution sources

The groundwater in the KZ2 aquifer is also influenced by the gypsum pile. Besides its composition is being altered by local sources e.g.

- the waste dump at the railway Ghent-Terneuzen; the composition of this dump is very heterogeneous : besides gypsum and inert demolition materials other materials may occur
- fill in former bomb craters of W.WII
- leakages from pipes, installations ...
- vanished stock piles of products.

It is not possible to indicate the contamination source for each of the shallow wells because of the variety of possibilities.

##### 5.4.2.2. Comments

The results are shown in table 7. Samples from 1S, 2S and 3S have been analysed for many parameters, samples from 4S and 5S for only specific conductance, pH and COD.

COD values, especially in 2S, 3S and 4S are very high. TOC values are equally exceptionally high for groundwater.  $\text{Cl}^-$  content of 1S and 2S are high (just below the average concentration in the canal, 2087 mg/l); in 3S concentration is so high (5878 mg/l) that one must conclude that waste water containing much chloride must have polluted the groundwater. The normal concentration should be lower than 20 mg/l. The standard for drinking water is 200 mg/l.

Sulphate content is high especially in 2S and 3S, though lower than expected in the vicinity of the gypsum pile.

Bicarbonate values are high. In normal groundwater in the vicinity concentrations are lower than 300 mg/l.

Only in 2S the  $\text{PO}_4$  content is three times higher than normal or twice the standard for drinking water.

Nitrogen content is very high especially in 2S and 3S; the values exceed largely the Belgian standards for waste water discharge (50 mg/l for the textile sector, 60 mg/l for the brewery sector, ...).

Sodium concentrations are high and in 3S its value is three times that of average canal water (1413 mg/l). In normal groundwater sodium concentration is less than 20 mg/l; the standard for drinking water is 150 mg/l.

Concentrations of Cd, Hg, Ag, Cr, Pb and F are not high. In 1S and probably in 2S and 3S the Hg concentration (2,8  $\mu\text{g/l}$ ) exceeds the drinking water standard (1  $\mu\text{g/l}$ ). In 1S Cr (70  $\mu\text{g/l}$ ) slightly exceeds the standard for drinking water (50  $\mu\text{g/l}$ ).

Barium concentrations are extremely high for groundwater, especially in the presence of sulphate. Hence barium may be present as another compound.

High selenium contents are encountered in 1S and 3S. The standard for drinking water is 10  $\mu\text{g/l}$ . High selenium concentrations may result from the fabrication of sulphuric acid in leaden chambers; it is very likely that the waste of this process has been dumped on the site.

Arsenicum content is high in 2S. The standard for drinking water is 50  $\mu\text{g/l}$ .

The normally expected values for Cd, Hg, Ag, Cr, Pb, Ba, Se and As in the groundwater in the area are not known.

The concentration of organic halogen compounds is very high in 2S (420 mg/l). Their presence has not been demonstrated in 1S and 3S. The compound detected in 2S is 1,1 - dichloropropane. It has been leaked into the ground from the propylene-oxide fabrication unit. According to the smell detected during the drilling this product is probably present at 9,5 m depth above the KL layer in 1B. This indicates that contaminated groundwater has probably migrated over a distance of more than 200 m from the spill area. In the ATOCHEM wells A, B and H (map 1) significant quantities of dichloropropane have been found. Under the spill area contamination can extend a short distance upstreams before stabilizing (fig. 6). The bulk of the contaminants moves away from the spill area in a downgradient direction.

In the laboratory a slight smell of another petroleum derivatives has been detected in the sample from 1S.

The radioactivity ( $\alpha$  and  $\beta$ ) is rather low in all samples, but still 3 to 5 times higher than in normal Belgian groundwater (according to an oral communication by the Nationaal Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie).

From a microbiological standpoint the number of germs is small. Bacteriologically the water from 2S meets the standard for drinking water.

#### 5.5. Global evaluation of the groundwater quality

According to the present knowledge of the composition of the groundwater in the canal zone one can state that :

- 1° all samples have a high TDS content
- 2° especially shallow groundwater shows very high COD values
- 3° TOC values are very high in shallow wells
- 4° a very high  $Cl^-$  content has been detected in 3S
- 5° in 2S and 3S extremely high nitrogen and barium values have been detected; 1S also has a high barium content

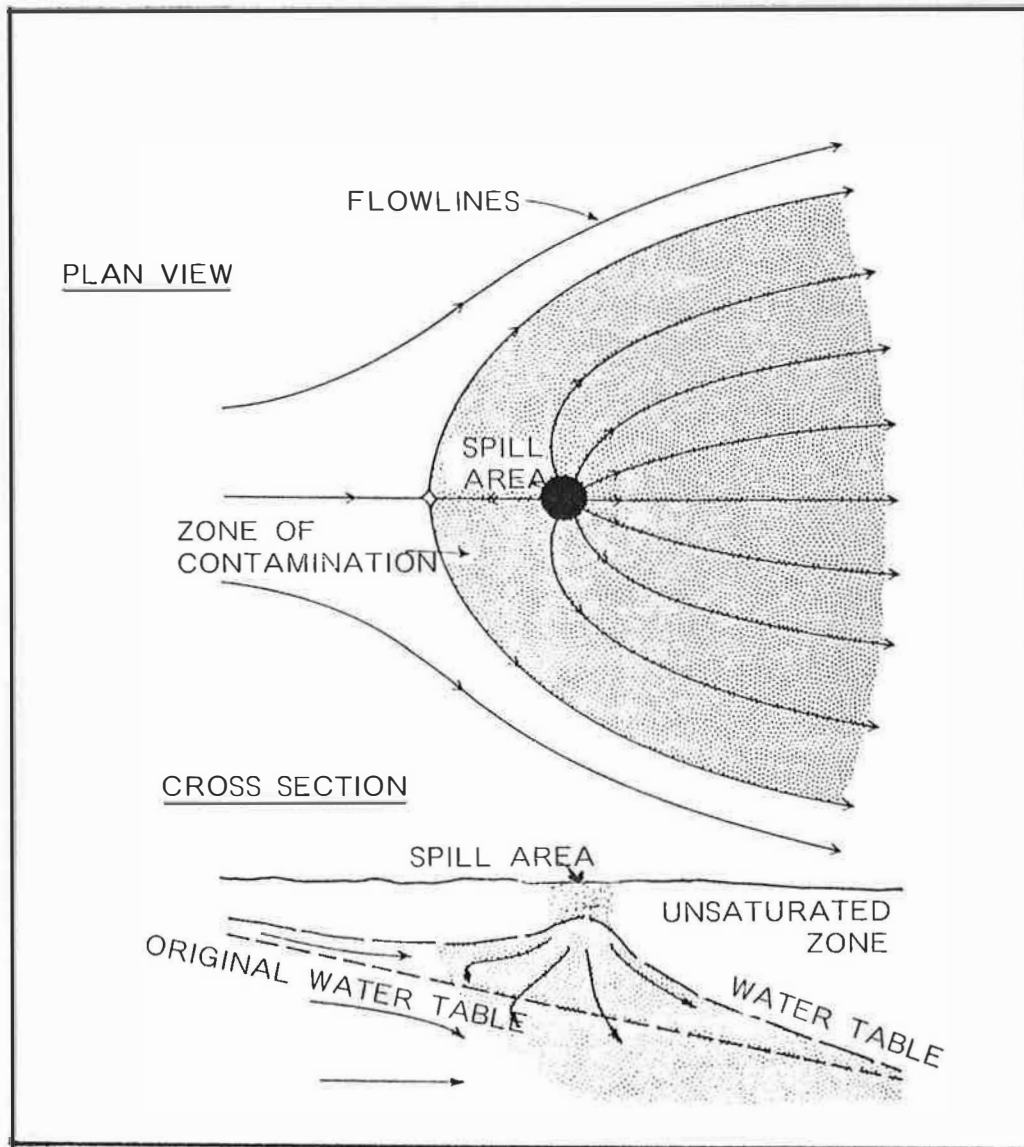


Fig. 6 - Diagrams showing lines of flow of a contaminant from a spill area above a sloping water table

- 6° high selenium concentrations have been found in 1S and 3S; a high arsenic content has been measured in 2S
- 7° an extremely high concentration of organic halogens has been detected in 2S.

#### **5.6. Probable extension of the contamination of the ARCO Area**

Although no investigations have been made in the western terranes some conclusions may be drawn concerning the extension of the contamination outside the ARCO area. These are based on the groundwater movement (maps 2 and 3).

Contaminated water from the ARCO area will move into the terranes of OLEOFINA, EDO, VAMIX, and FINA. Because of the degree of pollution (especially by dichloropropane) the groundwater will not be fit for certain uses.

#### **5.7. Conclusions**

Eight wells in the ARCO area have been sampled. Three groundwater samples from the shallow wells have been analysed for several parameters.

The uncontaminated normal groundwater in the area is a fresh water with a TDS content below 500 mg/l. The groundwater in the ARCO area is all contaminated : the water in the KZ1 aquifer has a composition very similar to that of canal water; the water in the KZ2 aquifer is probably highly contaminated by several pollution sources in the ARCO Area itself. Specific conductances of 19000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  have been measured. In one or more samples high to very high concentrations have been detected for the following parameters : COD, TOC,  $\text{Cl}^-$ , N, Ba, Se, As, organic halogens. Especially the groundwater below the former propylene-oxide fabrication unit is extremely contaminated.

The contaminated groundwater from the ARCO area has probably moved westwards in the surrounding terranes.

## 6. GENERAL CONCLUSIONS

The top layer consists of fill and disturbed soils of mainly sandy composition with all kinds of stone fragments. Its thickness attains not more than 3 m. Under this layer one encounters successively an unconfined aquifer KZ2, a semi-pervious silty layer KL, a semi-confined aquifer KZ1 and a clayey substratum. Their average thicknesses are successively 10 m, 5 m, and 2 m.

This complex is of Quaternary age, the substratum of Tertiary age. The latter, composed of clayey material, attains a thickness of 40 m and may be considered as almost impervious. Deeper one finds alternating sandy and clayey formations of Tertiary age.

Water levels, measured twice in the observation wells, respectively on June 27 and July 4, indicate a groundwater flow in the ARCO area in the KZ1 and in the KZ2 aquifer from the gypsum pile to the Ghent-Terneuzen Canal.

Flow velocity in the KZ1 aquifer is 47 m per year in the KZ2 aquifer 14 m per year.

Former studies have demonstrated that groundwater levels vary less than 1 m.

Eight wells in the ARCO area have been sampled. Three groundwater samples from the shallow wells have been analysed for several parameters.

The uncontaminated normal groundwater in the area is a fresh water with a TDS content below 500 mg/l. The groundwater in the ARCO area is all contaminated : the water in the KZ1 aquifer has a composition very similar to that of canal water; the water in the KZ2 aquifer is probably highly contaminated by several pollution sources in the ARCO Area itself.

Specific conductances of 19000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  have been measured. In one or more samples high to very high concentrations have been detected for the following parameters : COD, TOC,  $\text{Cl}^-$ , N, Ba, Se, As, organic halogens. Especially the groundwater below the former propylene-oxide fabrication unit is extremely contaminated.

The contaminated groundwater from the ARCO area has probably moved westwards in the surrounding terranes.



REFERENCES

- DE BREUCK, W., DE VOS J., LEBBE, L., PEDE, K., VAN BURM, Ph. & VAN CAMP, M., (1985). Hydrogeologisch onderzoek van de terreinen van RHONE-POULENC CHEMIE N.V. te Rieme. 196 p. + 218 p. (annex), 22 maps, Gent : Rijksuniversiteit - Leerstoel voor Toegepaste Geologie (rapport TGO 84/02).
- DE BREUCK, W., VAN BURM, Ph. & VAN CAMP, M. (1983). Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone. 243 p. + 293 p. (annex), 42 maps, Gent : Rijksuniversiteit - Leerstoel voor Toegepaste Geologie (rapport TGO 81/07).
- DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1969). De freatische waters in het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. Natuurwet. Tijdschr., 51, 3-68.
- MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN (1978). Type-Bestek 150. Hoofdstuk C. Bouwmaterialen. 75 p. Brussel : Wegengfonds.

**APPENDIX 1**  
**SITUATION PLANS**

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie  
Prof. Dr. W. De Breuck

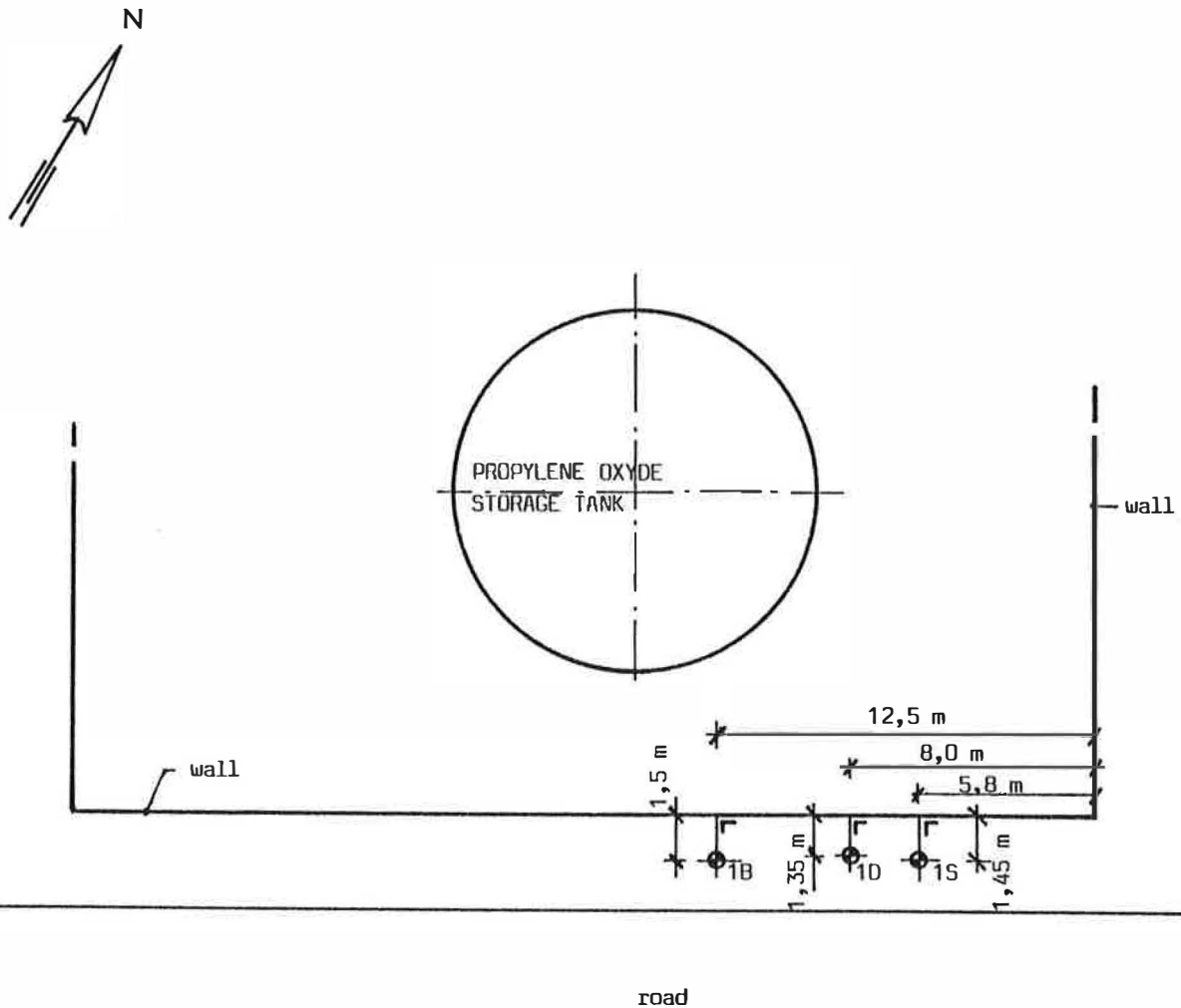
L T G

RESEARCH  
nr. : TGO86/13

SITUATION PLAN  
1B  
boring nr. : 1S  
1D

Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

boring nr. 1B , 1S , 1D  
NGI-map nr. : Zelzate 14/2  
cadastral map nr. : Evergem 4A1  
parcel nr. : 13h2



scale 1/250

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie  
Prof. Dr. W. De Breuck

L T G

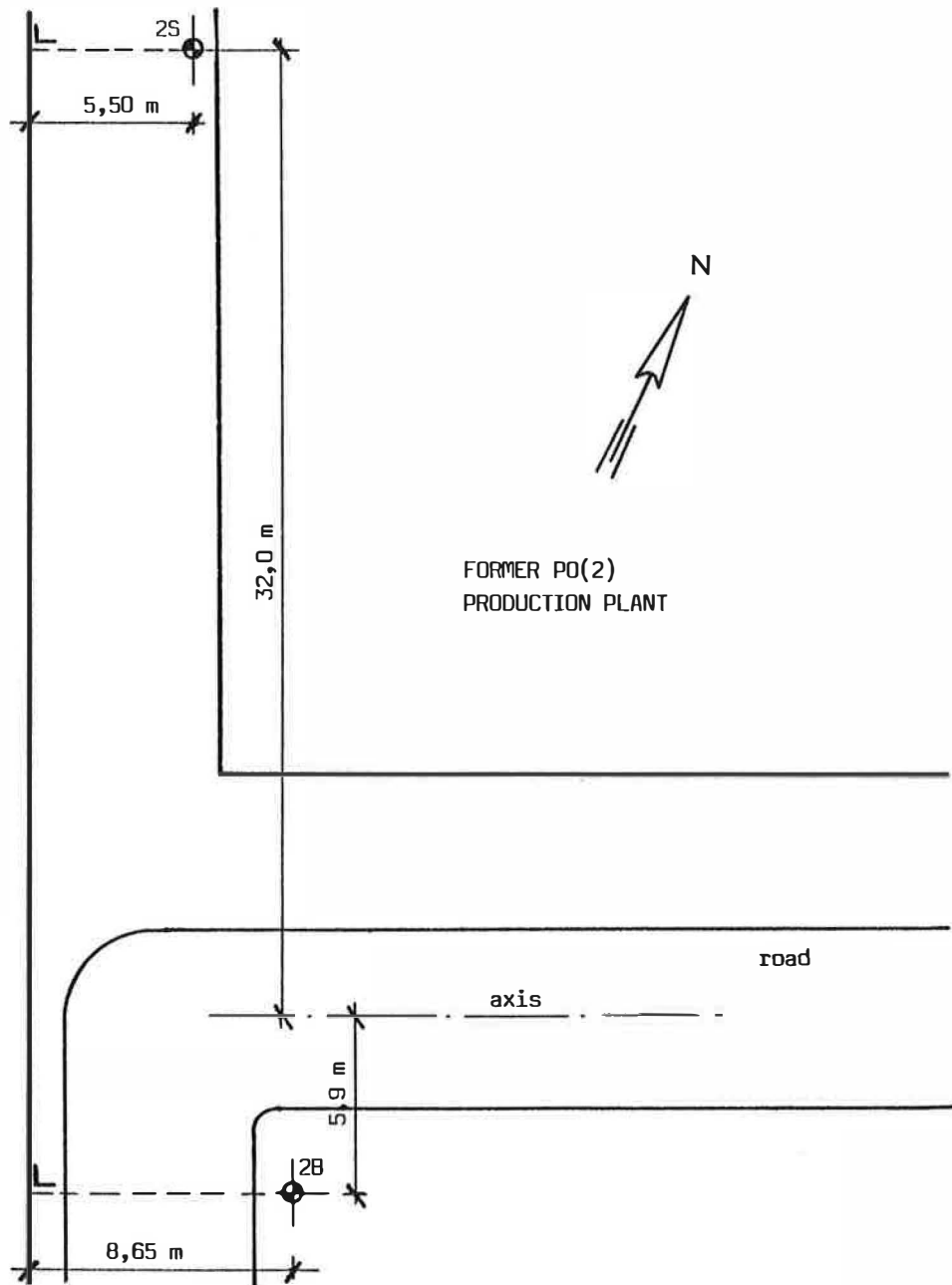
RESEARCH  
nr. : TGO86/13

SITUATION PLAN  
boring nr. : 2B  
2S

Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

boring nr. 2B , 2S  
NGI-map nr. : 14/2 Zelzate  
cadastral map nr. : Evergem 4A1  
parcel nr. : 13<sup>h2</sup>

OLEOFINA



scale 1/250

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie  
Prof. Dr. W. De Breuck

L T G

RESEARCH  
nr. : TGO86/13

SITUATION PLAN  
3B  
boring nr. : 3S  
3D

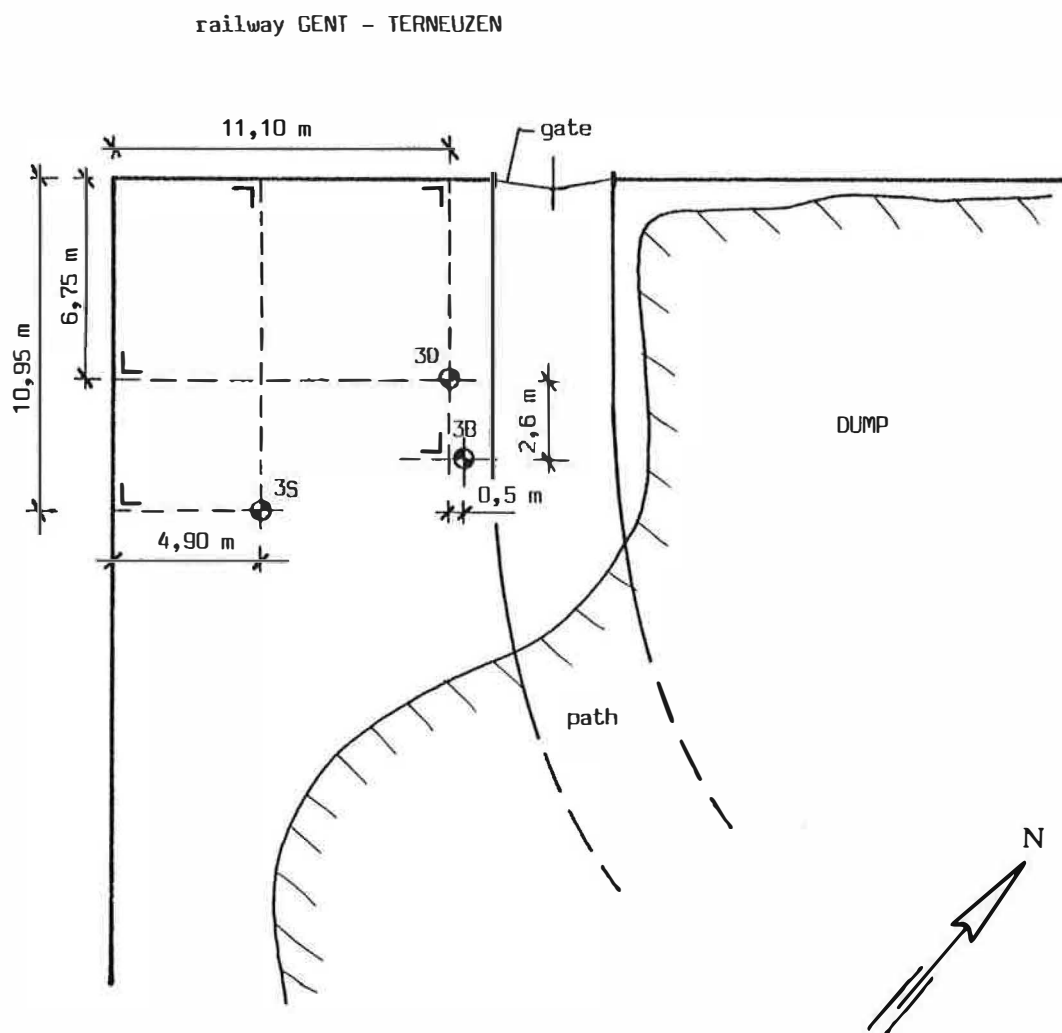
Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

boring nr. 3B , 3S , 3D

NGI-map nr. : 14/2 Zelzate

cadastral map nr. : Evergem 4A1

parcel nr. : 125<sup>b</sup> (3B and 3D) ; 122<sup>n</sup> (3S)



scale 1/250

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie  
Prof. Dr. W. De Breuck

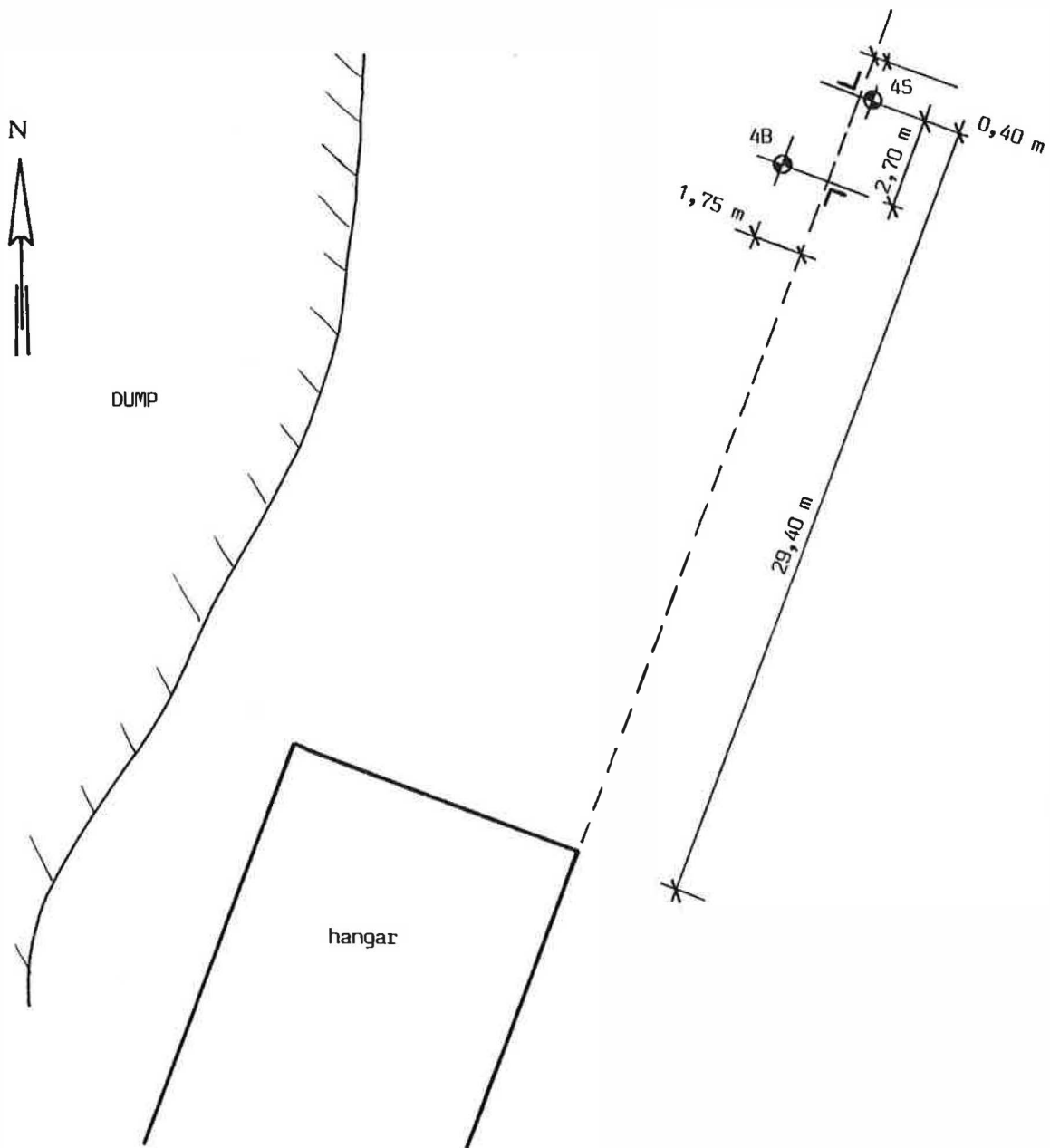
L T G

RESEARCH  
nr. : TGO86/13

SITUATION PLAN  
boring nr. : 4B  
4S

Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

boring nr. 4B , 4S  
NGI-map nr. : 14/2 Zelzate  
cadastral map nr. : Evergem 4A1  
parcel nr. : 13<sup>r2</sup>



scale 1/250

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie  
Prof. Dr. W. De Breuck

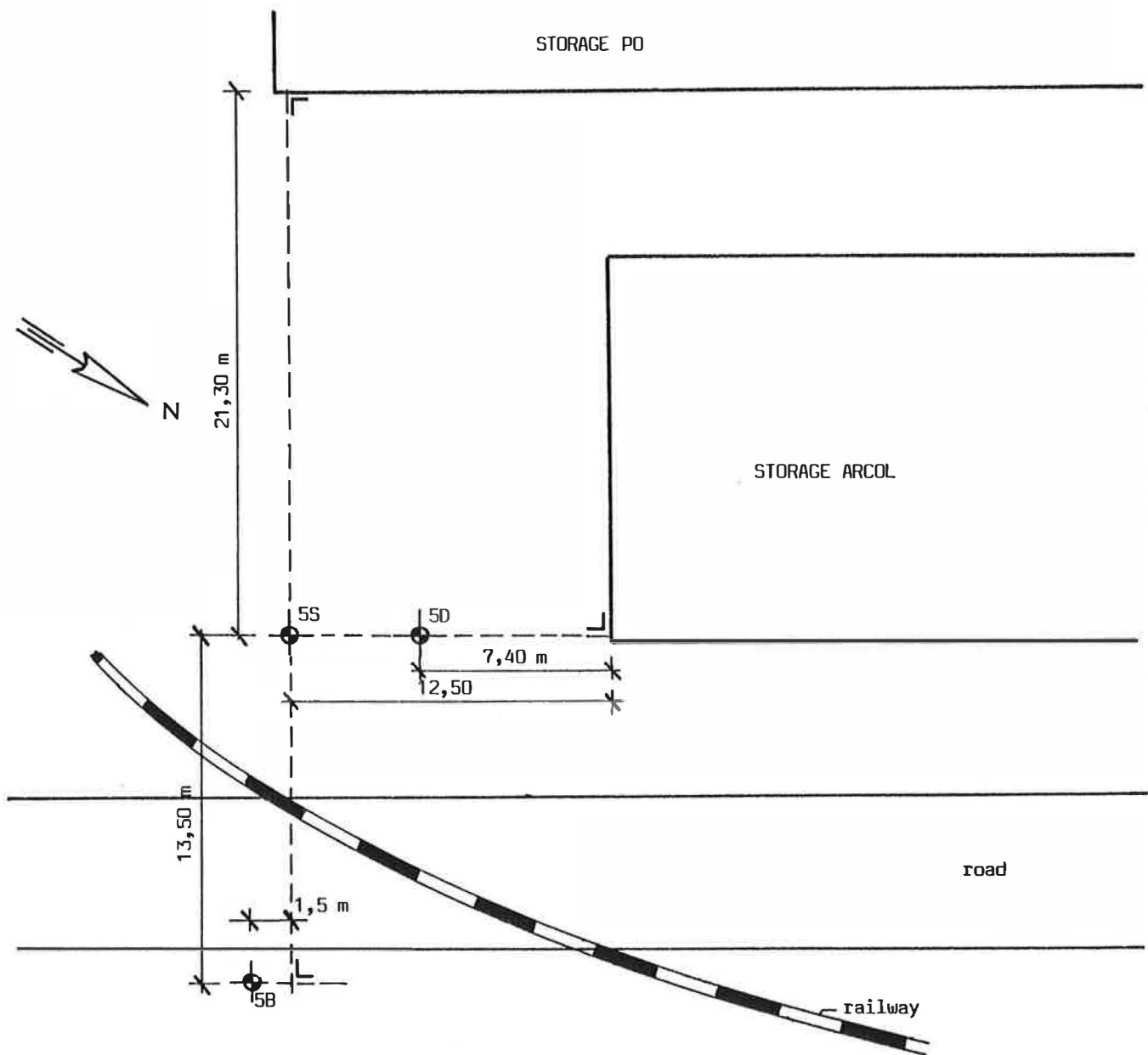
L T G

RESEARCH  
nr. : TGO86/13

SITUATION PLAN  
5B  
boring nr. : 5S  
5D

Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

boring nr. 5B , 5S , 5D  
NGI-map nr. : 14/2 Zelzate  
cadastral map nr. : Evergem 4A1  
parcel nr. : 13h2



scale 1/250

APPENDIX 2  
GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE  
OBSERVATION WELLS



borehole nr.	screen nr.	Co-ordinates		Ground elevation (m TAW)	Elevation measuring point (m TAW) *	Screen		length (m)	Ø (mm)		
		x	y			depth (m)				level (m TAW)	
						TOP	- BASIS			TOP	- BASIS
1S	1S			+8,2	+8,907	7,0	- 9,0	+1,2/-0,8	2,0	63	
1D	1D			+8,2	+8,816	17,5	- 19,5	-9,3/-11,3	2,0	63	
2S	2S			+8,2	+8,900	7,0	- 9,0	+1,2/-0,8	2,0	63	
3S	3S			+8,7	+9,360	8,5	- 10,5	+0,2/-1,8	2,0	63	
3D	3D			+8,7	+9,348	18,0	- 20,0	-9,3/-11,3	2,0	63	
4S	4S			+8,7	+9,337	7,5	- 9,5	+1,2/-0,8	2,0	63	
5S	5S			+8,2	+8,909	8,4	- 10,4	-0,2/-2,2	2,0	63	
5D	5D			+8,2	+8,918	16,5	- 18,5	-8,3/-10,3	2,0	63	
ATOCHEM WELLS											
D	D			+8,6	+8,606	1,97	(?)	+6,64	(?)	?	63
E	E			+8,7	+9,631	1,38	(?)	+7,28	(?)	?	63
G	G			+8,6	+9,218	3,11	(?)	+5,46	(?)	?	90
H	H			+8,5	+9,149	3,62	(?)	+4,85	(?)	?	90

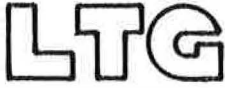
SEE MAP 1

\* Top of the 63 mm PVC-pipe

APPENDIX 3  
BOREHOLE RECORDS





rijksuniversiteit gent leerstoel voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			RESEARCH nr. : TGO86/13	BOREHOLE RECORD nr. : 3B
Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)				
date : 19 + 20/06/86 drilling method : Auger ( to 1,5m ) Bailer ( from 1,5 to 12,75 m )				
			elevation (ground level) z = + 8,7 (m TAW)	
nr.	Description of strata	depth (m)		
		top	basis	
3	Brown sandy soil with fragments of redbrown stony material and grey white clayey material	0	0,5	
	Reddish brown stony material	0,5	0,8	
4	Black sandy soil with red brown stony material and brick fragments	0,8	1,0	
	Ashes and brick fragments	1,0	1,2	
5	Black sandy soil with glass	1,2	1,7	
7	Brown sandy soil with black sticky material and brick fragments	1,7	2,8	
15	Brown to grey fine sand with plant fibres	2,8	6,8	
20	Grey fine sand with few silt lumps and plant fibres	6,8	9,0	
25	Greenish grey fine sand	9,0	11,5	
27	Greenish grey silty fine sand	11,5	12,75	
	<u>Remark:</u> at 9,5 m : ammonia odour.			

rijksuniversiteit gent  
leerstoel voor  
toegepaste geologie

L T G

RESEARCH

BOREHOLE RECORD

nr. : TGO86/13

nr. : 4 B

Prof. Dr. W. De Breuck

Research : HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE ARCO CHEMICAL PRODUCTS  
EUROPE PLANT SITE AT RIEME (BELGIUM)

date : 23 + 24/06/86

drilling method : Auger ( to 1,5 m )

Bailer ( from 1,5 to 13,5 m )

elevation (ground level)

z = +8,7 (m TAW)

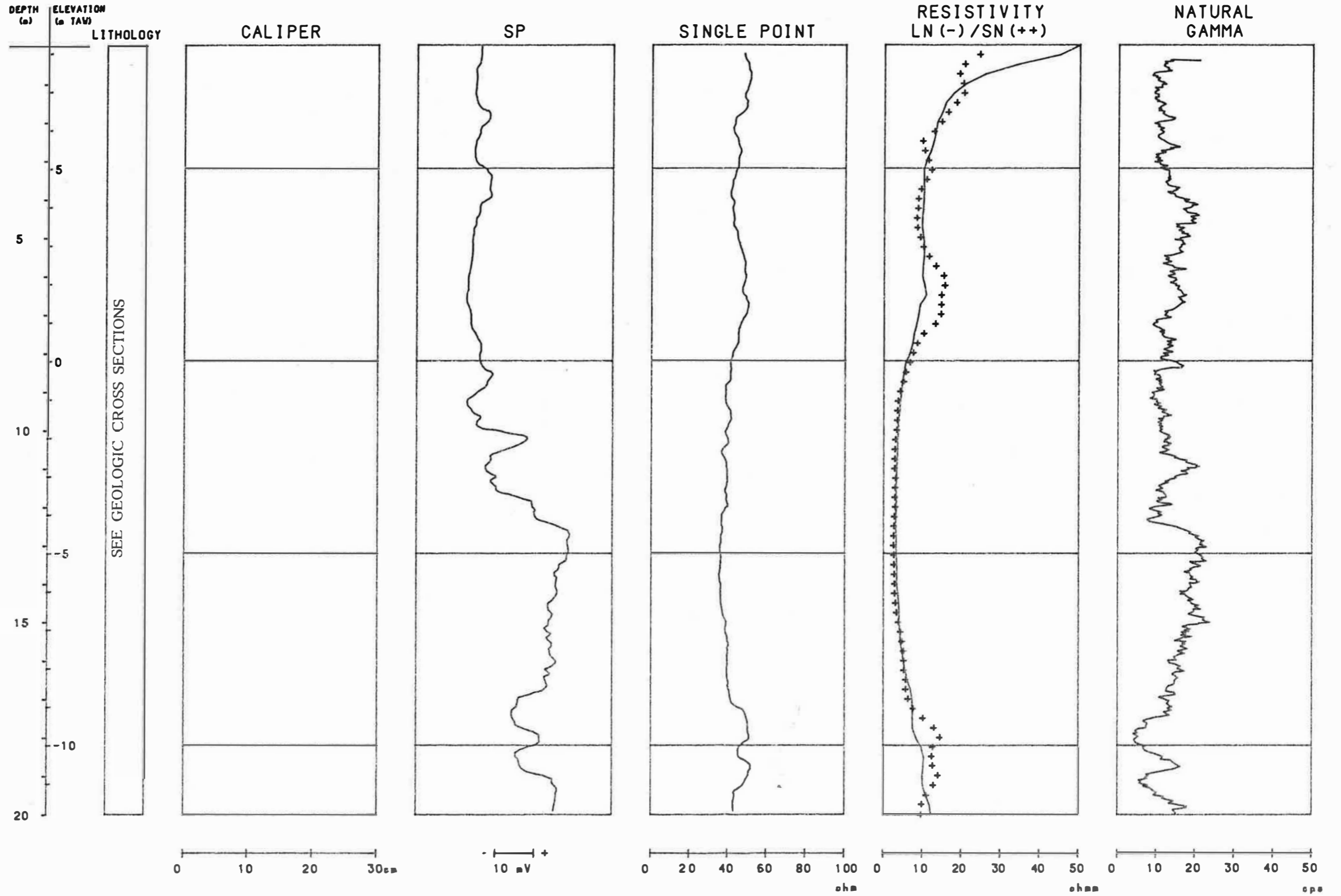
nr.	Description of strata	depth (m)	
		top	basis
1	Grey sandy soil with all kinds of stone fragments	0,0	0,8
2	Black fine sand with plant fibres	0,8	1,3
4	Brown fine sand with black material ( wood ? )	1,3	2,2
6	Brown fine sand	2,2	3,2
7	Brown fine sand with many plant fibres	3,2	3,7
	Dark brown peat	3,7	3,8
11	Brown and grey fine sand with many plant fibres	3,8	5,7
	Greyish brown silt with few sand	5,7	5,8
12	Grey fine sand with few silt lumps and plant fibres	5,8	6,2
19	Grey fine sand with few silt lumps	6,2	9,7
22	Grey fine sand	9,7	11,0
23	Grey fine slightly silty sand	11,0	11,5
25	Grey fine sand	11,5	12,5
27	Grey silty fine sand	12,5	13,5

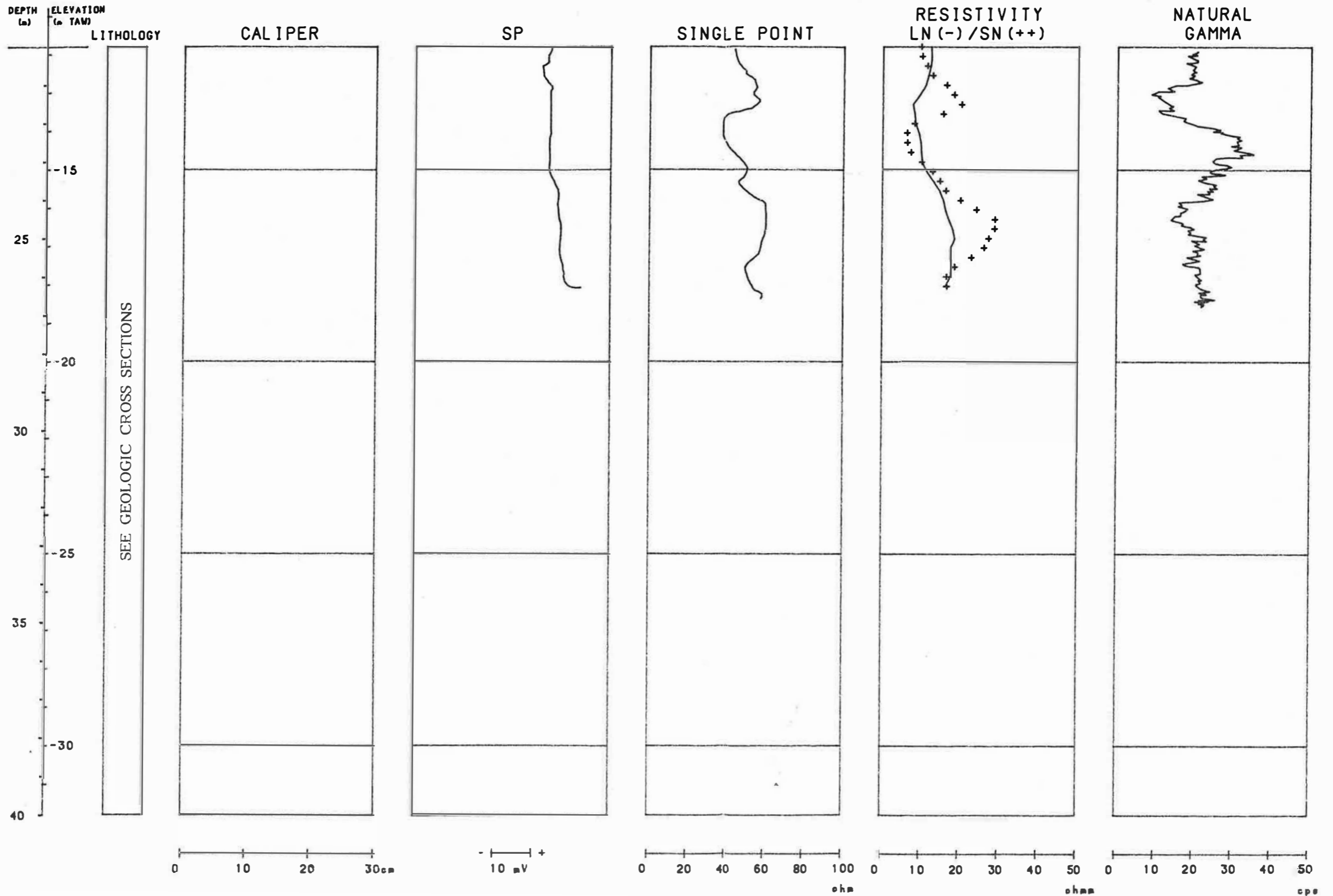
Remark: at 6,5 m: ammonia odour.

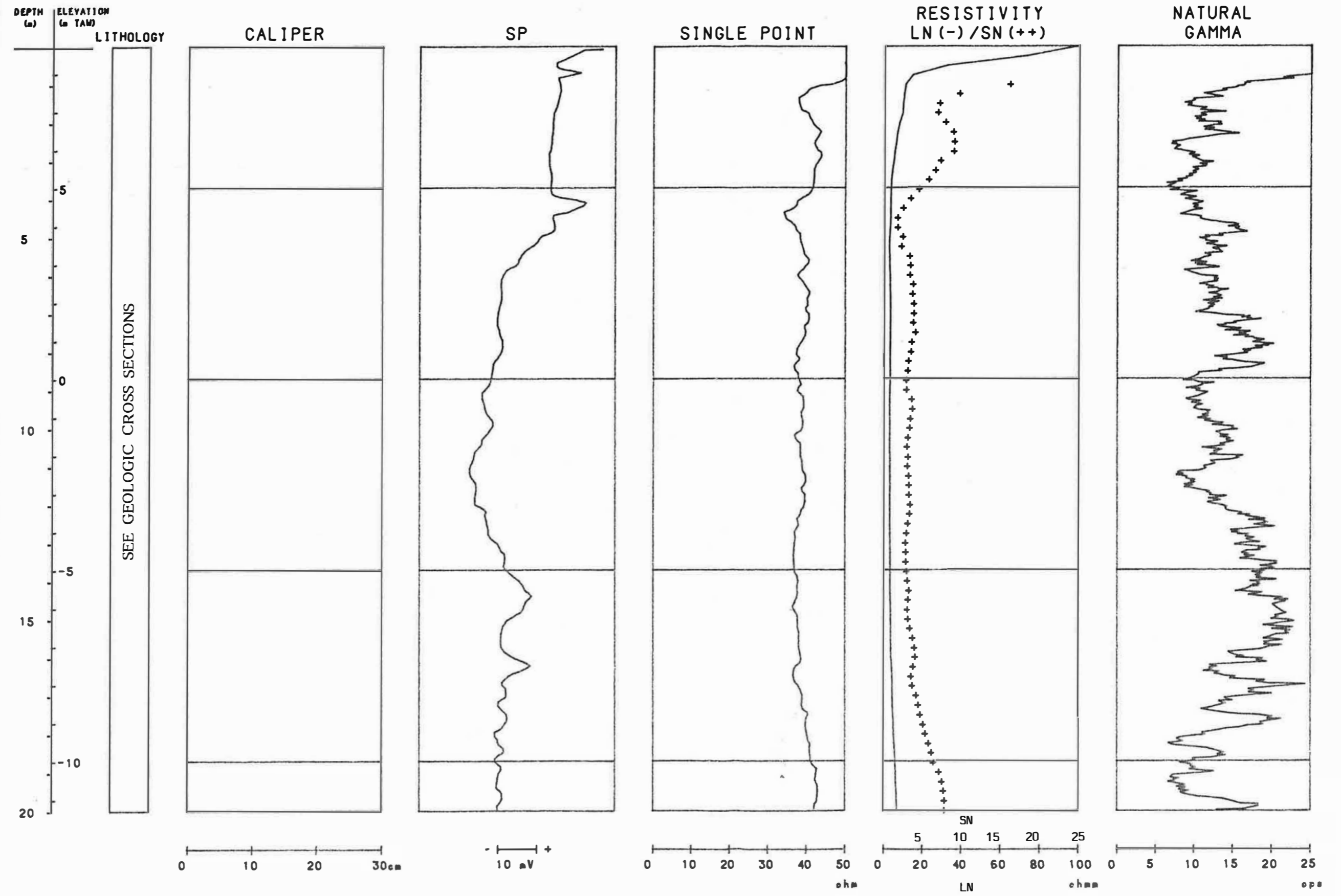


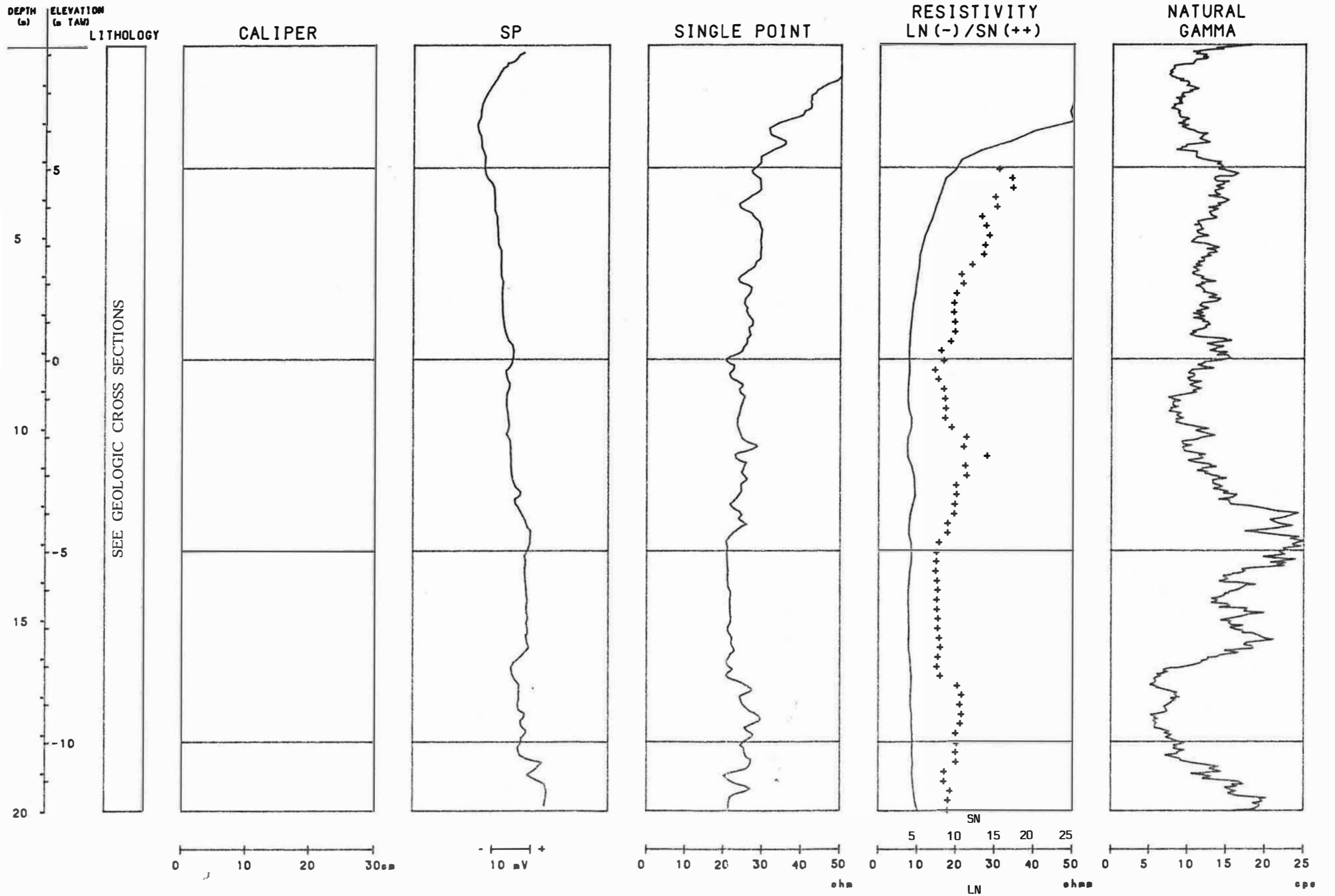
APPENDIX 4  
GEOPHYSICAL LOGS











APPENDIX 5  
SOIL CLASSIFICATION

SOIL CLASSIFICATION SYSTEM FOR CIVIL ENGINEERING PURPOSES

The soil classification system is established by the PUBLIC WORKS DEPARTMENT (MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN, 1978) and is based on :

- grain size
- plasticity index
- organic content
- carbon dioxide content

\* Classification system

NAME	PLASTICITY INDEX Ip	GRAIN SIZE CRITERIA (see next table)
clay	$I_p \geq 25$	
sandy clay	$15 < I_p < 25$	$III + IV + V \geq 50 \%$
silty clay	$15 \leq I_p < 25$	$III + IV + V < 50 \%$ II < 50 %
silt	$15 < I_p < 25$	II $\geq 50 \%$
	$5 < I_p < 15$	$III + IV + V < 50 \%$
clayey sand	$5 < I_p < 15$	$III + IV + V \geq 50 \%$ I $\geq II_a$
silty sand	$5 < I_p < 15$	$III + IV + V \geq 50 \%$ I < IIa
slightly clayey sand	$I_p < 5$	I $\geq II_a$
slightly silty sand	$I_p < 5$	I < IIa
fine sand	non plastic	III $\geq 50 \%$
medium sand		$III + IV > 50 \%$ IV < 50 %
coarse sand		IV $\geq 50 \%$
fine gravel		V $\geq 50 \%$
medium gravel		VI $\geq 50 \%$
coarse gravel		
peat	organic content > 5 %	
marl	clayey soil with more than 10 % CO <sub>2</sub>	

\* Grain size : Fractions

FRACTION	CHARACTERISTICS	FRACTION NAME
I	$d \leq 0,002 \text{ mm}$	clay
II	$0,002 \text{ mm} < d \leq 0,060 \text{ mm}$	silt
IIa	$0,002 \text{ mm} < d \leq 0,020 \text{ mm}$	-
III	$0,060 \text{ mm} < d \leq 0,200 \text{ mm}$	
IV	$0,200 \text{ mm} < d < 2 \text{ mm}$	sand
V	$2 \text{ mm} < d < 20 \text{ mm}$	
VI	$200 \text{ mm} < d$	gravel

d = Sieve opening or equivalent diameter

APPENDIX 6  
BELGIAN DRINKING WATER STANDARDS

N. 84 — 1277

27 APRIL 1984. — Koninklijk besluit  
betreffende de kwaliteit van het leidingwater

BOUDEWIJN, Koning der Belgen,

Aan allen die nu zijn en hierna wezen zullen, Onze Groet.

Gelet op het Verdrag van 25 maart 1957 tot oprichting van de Europese Economische Gemeenschap, goedgekeurd door de wet van 2 december 1957;

Gelet op de richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen nr. 80/778 van 15 juli 1980 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water;

Gelet op de wet van 24 januari 1977 betreffende de bescherming van de gezondheid van de verbruikers op het stuk van de voedingsmiddelen en andere produkten;

Gelet op de bijzondere wet van 8 augustus 1980 tot hervorming der instellingen, inzonderheid op artikel 6, § 1, V, 1<sup>o</sup>, b;

Gelet op het advies van de Hoge Gezondheidsraad van 16 augustus 1982;

Gelet op het advies van de Waalse Executieve van 22 december 1982;

Gelet op het advies van de Brusselse Executieve van 11 januari 1983;

Gelet op het advies van de Vlaamse Executieve van 27 april 1983;

Gelet op het advies van de Raad van State;

Op de voordracht van Onze Ministers van Sociale Zaken en van Onze Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu en op het advies van onze in Raad vergaderde Ministers,

Hebben Wij besloten en besluiten Wij :

**Artikel 1.** De bepalingen van dit besluit zijn toepasselijk op het water dat door middel van een waterleidingsnet wordt geleverd en bestemd is voor menselijke consumptie. Enkel het water dat door natuurlijke personen voor het gebruik van hun gezin wordt geput valt buiten het kader van dit besluit.

**Art. 2.** Behoudens afwijkingen vermeld in artikelen 4, 5 en 6 is het verboden leidingwater te leveren wanneer op het ogenblik van de levering ervan aan de verbruikers :

1. een of ander van zijn parameters de maximaal toelaatbare waarde overschrijdt of beneden de minimumwaarde ligt zoals vastgesteld in de tabellen van bijlage I van dit besluit.

2. het radioactieve stoffen bevat in concentraties die groter zijn dan de maximaal toelaatbare waarden vastgesteld voor de bevolking in haar geheel in artikel 20.5 van het koninklijk besluit van 28 februari 1983 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking en van de werknemers tegen het gevaar van ioniserende stralingen.

3. in het leidingwater enig andere stof wordt vastgesteld in concentraties die schadelijk zijn voor de gezondheid.

**Art. 3. § 1.** De enige toevoegsels alsmede de maximumwaarden ervan die bij de behandeling van leidingwater mogen worden aangevend, zijn opgenomen in bijlage IV van dit besluit.

§ 2. De procedure, die moet gevolgd worden, om deze lijst te wijzigen is deze die vastgelegd werd bij koninklijk besluit van 1 december 1977 tot vaststelling van de procedure voor inschrijving op de lijsten van toevoegsels en van contaminanten, evenals voor wijzigingen van diezelfde lijsten.

§ 3. Het gebruik van toevoegsels mag niet tot gevolg hebben, dat de in bijlage I van dit besluit vastgestelde maximumwaarden overschreden worden.

**Art. 4.** Na raadpleging van de Hoge Gezondheidsraad en van het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, kan de Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid hoort, afwijkingen toestaan op de bepalingen van artikelen 2 en 3 van dit besluit, ten einde rekening te houden met de natuur en de structuur van de bodem van het gebied waarvan de desbetreffende voorzieningsbron afhankelijk is.

Het antwoord op de aanvraag tot afwijking moet binnen de zestig dagen gegeven zijn. Deze termijn is éénmaal verlengbaar. Wanneer na 120 kalenderdagen geen beslissing genomen werd, dient de afwijking als toegestaan beschouwd te worden.

De afwijkingen toegestaan overeenkomstig dit artikel, mogen in geen geval betrekking hebben op giftige en microbiologische factoren en evenmin in tegenstelling zijn met de eisen gesteld aan de bescherming van de volksgezondheid.

De afwijkingen voorzien in artikel 4 kunnen slechts worden toegestaan indien de overschrijdingen niet tot gevolg hebben dat de kwaliteit van het leidingwater minder goed wordt, dan deze vastgelegd door de wettelijke beschikkingen geldend vóór 15 juli 1980.

F. 84 — 1277

27 AVRIL 1984. — Arrêté royal  
relatif à la qualité de l'eau distribuée par réseau

BAUDOUIN, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, Salut.

Vu le traité du 25 mars 1957 instituant la Communauté économique européenne, approuvé par la loi du 2 décembre 1957;

Vu la directive du Conseil des Communautés européennes n<sup>o</sup> 80/778 du 15 juillet 1980 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine;

Vu la loi du 24 janvier 1977 relative à la protection de la santé des consommateurs en ce qui concerne les denrées alimentaires et autres produits;

Vu la loi spéciale du 8 août 1980 de réformes institutionnelles, notamment l'article 6, § 1, V, 1<sup>o</sup>, b;

Vu l'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène du 16 août 1982;

Vu l'avis de l'Exécutif wallon en date du 22 décembre 1982;

Vu l'avis de l'Exécutif bruxellois en date du 11 janvier 1983;

Vu l'avis de l'Exécutif flamand en date du 27 avril 1983;

Vu l'avis du Conseil d'Etat;

Sur la proposition de Notre Ministre des Affaires sociales et de Notre Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement et de l'avis de Nos Ministres qui en ont délibéré en Conseil,

Nous avons arrêté et arrêtons :

**Article 1er.** Le présent arrêté vise l'eau, distribuée par réseau, ci-après dénommée eau de distribution, et destinée à la consommation humaine. Seule n'est pas visée l'eau puisée par les personnes physiques privées à l'usage de leur ménage.

**Art. 2.** Hormis les dérogations prévues aux articles 4, 5 et 6 il est interdit de fournir de l'eau de distribution lorsqu'au moment de la fourniture aux consommateurs :

1. un ou plusieurs de ses paramètres dépasse la valeur maximale admissible ou se trouve en deça de la valeur minimale requise d'après les tableaux de l'annexe I du présent arrêté.

2. elle contient des substances radioactives à des doses dépassant les concentrations admissibles fixées pour la population dans son ensemble, dans l'article 20.5 de l'arrêté royal du 28 février 1983 portant règlement général sur la protection de la population et des travailleurs contre le danger des radiations ionisantes.

3. il est constaté qu'elle contient une autre substance à une concentration nocive pour la santé.

**Art. 3. § 1er.** Les seuls auxiliaires technologiques et autres additifs pouvant être utilisés dans les traitements de l'eau de distribution ainsi que les doses maximales à mettre en œuvre, sont repris à l'annexe IV du présent arrêté.

§ 2. La procédure à utiliser pour modifier cette liste est celle prévue par l'arrêté royal du 1er décembre 1977 déterminant la procédure d'inscription sur les listes d'additifs et de contaminants, ainsi que de modification des mêmes listes.

§ 3. L'utilisation des auxiliaires technologiques et autres additifs ne peut entraîner un dépassement des concentrations maximales prévues à l'annexe I du présent arrêté.

**Art. 4.** Après consultation du Conseil Supérieur d'Hygiène, et de l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions, peut accorder des dérogations aux dispositions des articles 2 et 3 du présent arrêté, pour tenir compte des situations relatives à la nature et à la structure des terrains de l'aire dont est tributaire la ressource considérée.

La réponse à la demande de dérogation doit être donnée dans un délai de 60 jours. Ce délai est renouvelable une seule fois. Si après 120 jours calendrier aucune décision n'a été prise, la dérogation doit être considérée comme accordée.

Les dérogations accordées en vertu du présent article, ne peuvent en aucun cas concerner les facteurs toxiques et microbiologiques, ni faire abstraction des impératifs imposés par la protection de la santé publique.

Les dérogations prévues à l'article 4 ne peuvent être accordées que si les dépassements n'ont pas pour effet que la qualité de l'eau de distribution soit moins bonne que celle admise par les dispositions légales en vigueur avant le 15 juillet 1980.



Art. 5. Bij ernstige omstandigheden die door een noodgeval of door uitzonderlijk weer zijn ontstaan, kan de Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid behoort gedurende een beperkte tijd en tot een maximumwaarde die het zal vaststellen, een overschrijding van de in bijlage I vastgestelde maximaal toelaatbare waarde toestaan, voor zover door die overschrijding geen enkel onaanvaardbaar risico voor de Volksgezondheid ontstaat en de distributie van het leidingwater op geen enkele andere wijze kan verzekerd worden.

Art. 6. De publiekrechtelijke of privaatrechtelijke personen die een waterleidingsnet exploiteren zijn verplicht :

1. De kwaliteitscontroles uit te voeren met de frequentie aangegeven in bijlage II.

Alle maatregelen te nemen opdat de resultaten ter beschikking gesteld zouden worden van de Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid behoort.

Bij de kwaliteitscontroles zal er verwezen worden naar de aanbevolen methoden vermeld in bijlage III van dit besluit. Laboratoria die andere methoden gebruiken, moeten zich ervan vergewissen, dat daarmee resultaten worden verkregen, die gelijkwaardig zijn aan of vergelijkbaar met die welke worden verkregen met de in bijlage III aangegeven methoden.

2. Na vaststelling dat het leidingwater niet meer aan de voorwaarden van artikel 2 voldoet, onmiddellijk de verbruikers te waarschuwen evenals de Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid behoort.

Wanneer het een strikt plaatselijk verschijnsel betreft, met name wanneer storingen optreden, hetzij ingevolge onderhoudswerken in het distributienet, hetzij ingevolge wijzigingen van de stromingvoorwaarden in het net, die kwalitatieve gevolgen hebben voor het leidingwater, volstaat het dat de publiekrechtelijke of privaatrechtelijke personen vermeld in de eerste alinea van dit artikel onmiddellijk de betrokken verbruikers na de vaststelling waarschuwen dat het leidingwater tijdelijk voor de consumptie ongeschikt is.

Ingeval uitzonderlijk alleen de microbiologische parameters in het gedrang komen, volstaat het eveneens de verbruikers te verwittigen dat het water bestemd voor consumptie niet mag gebruikt worden zonder dat het vooraf gekookt is.

3. Zo vlug mogelijk maatregelen te treffen om de toestand te verhelpen waardoor niet voldaan wordt aan de bepalingen van artikel 2 en onmiddellijk de Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid behoort, inlichten.

4. De Minister tot wiens bevoegdheid de Volksgezondheid behoort in te lichten over het in gebruik nemen van elke nieuwe waterwinning, van nieuwe installaties voor het opslaan of het behandelen van het leidingwater of van de aan die installaties aangebrachte belangrijke wijzigingen.

Art. 7. De toepassing van de krachtens dit koninklijk besluit genomen maatregelen mag niet tot direct of indirect gevolg hebben dat de huidige kwaliteit van het voor menselijke consumptie bestemde water achteruitgaat, of de verontreiniging van het water dat bestemd is voor de produktie van drinkwater, toeneemt.

Art. 8. Overtredingen van de bepalingen van de artikelen 2, 3 en 6 van dit besluit worden gestraft met de straffen voorzien in de artikelen 14 en 15 van de wet van 24 januari 1977 betreffende de bescherming van de gezondheid van de verbruikers op het stuk van de voedingsmiddelen en andere produkten.

Art. 9. Worden opgeheven vanaf 15 juli 1985 :

1. het koninklijk besluit van 24 april 1965 betreffende het voor de voeding bestemd water, gewijzigd door het koninklijk besluit van 6 mei 1966;

2. het ministerieel besluit van 10 mei 1965 houdende vaststelling van de in voor de voeding bestemd water toegelaten toevoegsels.

Art. 10. Dit besluit treedt in werking op 15 juli 1985.

Wat betreft de technologische hulpstoffen is het toegelaten de produkten vermeld in bijlage IV van dit besluit aan te wenden vanaf de datum van bekendmaking van onderhavig besluit in het *Belgisch Staatsblad*.

Art. 11. Onze Minister van Sociale Zaken en Onze Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu zijn belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Motril — Spanje, 27 april 1984.

BOUDEWIJN

Van Koningswege :

De Minister van Sociale Zaken,

J.-L. DEHAENE

De Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu,

F. AERTS

Art. 5. En cas de circonstances accidentelles graves, ou de situations relatives à des circonstances météorologiques exceptionnelles, le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions peut autoriser pendant une période de temps limitée et jusqu'à concurrence d'une valeur maximale qu'il fixera, un dépassement des concentrations maximales admissibles arrêtées à l'annexe I, dans la mesure où ce dépassement ne présente aucun risque inacceptable pour la santé publique et où la distribution par réseau ne peut être assurée d'aucune autre façon.

Art. 6. Les personnes de droit public ou privé qui exploitent un réseau de distribution d'eau sont tenues :

1. d'effectuer des contrôles de qualité suivant la fréquence indiquée à l'annexe II.

Prendre toutes mesures pour que le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions dispose des résultats.

Pour effectuer les contrôles de qualité il sera fait référence aux méthodes recommandées indiquées à l'annexe III du présent arrêté. Les laboratoires qui utilisent d'autres méthodes doivent s'assurer qu'elles conduisent à des résultats équivalents ou comparables à ceux obtenus avec les méthodes indiquées à l'annexe III.

2. Après constatation d'avertir immédiatement les consommateurs ainsi que le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions au cas où l'eau de distribution ne satisfait plus aux conditions fixées à l'article 2.

S'il s'agit d'un phénomène strictement local, notamment lorsqu'une perturbation se produit, soit après des travaux d'entretien au réseau, soit après des modifications des conditions d'écoulement, pouvant avoir une conséquence sur la qualité de l'eau de distribution, d'avertir immédiatement après constat les consommateurs concernés que l'eau de distribution est temporairement impropre à la consommation.

Si exceptionnellement seuls les paramètres microbiologiques sont en cause il suffit également de signaler aux consommateurs que l'eau ne peut être consommée à des alimentaires qu'après avoir été préalablement bouillie.

3. De prendre aussitôt que possible des mesures en vue de remédier aux situations qui ne satisfont pas aux dispositions de l'article 2 et d'informer immédiatement le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions.

4. D'informer le Ministre qui a la Santé publique dans ses attributions de la mise en service de nouveaux captages, de nouvelles installations d'emmagasinage ou de traitement de l'eau de distribution ou de modifications importantes apportées à ces ouvrages.

Art. 7. L'application des dispositions prises en vertu du présent arrêté royal ne peut avoir pour effet de permettre directement ou indirectement, d'une part, la dégradation de la qualité actuelle des eaux destinées à la consommation humaine, et, d'autre part, l'accroissement de la pollution des eaux destinées à la production d'eau potable.

Art. 8. Les infractions aux dispositions des articles 2, 3 et 6 du présent arrêté sont punies conformément aux articles 14 et 15 de la loi du 24 janvier 1977 relative à la protection de la santé des consommateurs en ce qui concerne les denrées alimentaires et les autres produits.

Art. 9. Sont abrogés à partir du 15 juillet 1985 :

1. l'arrêté royal du 24 avril 1965 relatif à l'eau alimentaire, modifié par l'arrêté royal du 6 mai 1966;

2. l'arrêté ministériel du 10 mai 1965 fixant la liste des additifs autorisés dans l'eau alimentaire.

Art. 10. Le présent arrêté entre en vigueur le 15 juillet 1985.

En ce qui concerne les auxiliaires technologiques, il est admis que les produits mentionnés à l'annexe IV du présent arrêté soient employés dès sa publication au *Moniteur belge*.

Art. 11. Notre Ministre des Affaires sociales et Notre Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement sont chargés de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Motril — Espagne, le 27 avril 1984.

BAUDOUIN

Par le Roi :

Le Ministre des Affaires sociales,

J.-L. DEHAENE

Le Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement,

F. AERTS

BIJLAGE I  
Lijst van Parameters

## A. Organoleptische parameters :

	Parameters	Opgave van de uitkomsten	Maximaal toelaatbare concentratie (MTC)
1	Kleur	mg/l schaal Pt/co	20
2	Troebelingsgraad	mg/l SiO <sub>2</sub> Jacksonseenheden	10 4
3	Reuk	verdunningsfaktor	2 bij 12°C 3 bij 25°C
4	Smaak	verdunningsfaktor	2 bij 12°C 3 bij 25°C

## B. Fysische-chemische parameters (in samenhang met de natuurlijke structuur van het water) :

5	Temperatuur	°C	25
6	Waterstofionenconcentratie	pH-eenheid	6,5 ≤ pH ≤ 9,2 het water zou niet mogen kalkagressief zijn
7	Geleidingsvermogen voor elektriciteit	μS cm <sup>-1</sup> bij 20°C	2100
8	Chloriden	mg/l Cl	200
9	Sulfaten	mg/l SO <sub>4</sub>	250
10	Silicium	mg/l SiO <sub>2</sub>	—
11	Calcium	mg/l Ca	270
12	Magnesium	mg/l Mg	50
13	Natrium	mg/l Na	150
14	Kalium	mg/l K	12
15	Aluminium	mg/l Al	0,1 (1)
16	Totale hardheid	zie tabel F	270 mg/l Ca of equivalente cationen
17	Droogresten	mg/l na drogen bij 100°C	1500
18	Opgeloste zuurstof	% O <sub>2</sub> -verzadiging	> 75 % uitgezonderd (2) grondwater
19	Vrij kooldioxyde	mg/l CO <sub>2</sub>	het water zou niet mogen kalkagressief zijn

(1) deze norm is een jaargemiddelde, tijdelijk overschrijdingen tot 0,2 mg/l worden toegelaten.

(2) dit cijfer is een aanbeveling.

## C. Parameters betreffende ongewenste stoffen (in te grote hoeveelheden) : (3)

20	Nitraten	mg/l NO <sub>3</sub>	50
21	Nitrieten	mg/l NO <sub>2</sub>	0,1
22	Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5
23	Kjeldahlstikstof (N van NO <sub>2</sub> en NO <sub>3</sub> uitgezonderd)	mg/l N	1
24	Oxydeerbaarheid in verwarmde oplossing en in zuur milieu (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l O <sub>2</sub>	5
25	Organisch koolstoftotaal (TOC)	mg/l C	de oorzaken van een verhoging van de normale concentratie moeten worden opgespoord
26	Zwavelwaterstof	μg/l S	niet organoleptisch opspoorbaar
27	Met chloroform extraheerbare stoffen	droogrest mg/l	—
28	Geëmulgeerde of opgeloste koolwaterstoffen (na extractie met ether); minerale oliën	μg/l	10

(3) sommige van deze stoffen kunnen zelfs giftig zijn wanneer zij zich in zeer belangrijke hoeveelheden voordoen.

29	Fenolen (fenolgetal)	$\mu\text{g/l C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,5 met uitzondering van natuurlijke fenolen die niet chloor reageren
30	Borium	$\mu\text{g/l B}$	—
31	Oppervlakreactieve stoffen (die reageren op methyleenblauw)	$\mu\text{g/l}$ (laurylsulfaat)	200
32	Andere gechloreerde koolwaterstoffen die niet onder parameter nr. 55 vallen		
32bis	Trihalomethanen	$\mu\text{g/l}$	100
33	IJzer	$\mu\text{g/l Fe}$	200
34	Mangaan	$\mu\text{g/l Mn}$	50
35	Koper	$\mu\text{g/l Cu}$	1000 (100 bij de ingang van het distributienet)
36	Zink	$\mu\text{g/l Zn}$	5000 (200 bij ingang van het distributienet)
37	Fosfor	$\mu\text{g/l P}_2\text{O}_5$	5000
38	Fluor	$\mu\text{g/l}$	1500
39	Kobalt	$\mu\text{g/l Co}$	—
40	Gesuspendeerde materie	$\mu\text{g/l G.M.}$	0 in afwezigheid van ijzer (4)
41	Vrije Chloorresten	$\mu\text{g/l Cl}$	250
42	Barium	$\mu\text{g/l Ba}$	—
43	Zilver	$\mu\text{g/l Ag}$	10

(4) als aanbeveling.

D. Parameters betreffende toxische concentraties van zekere stoffen :

44	Arsenicum	$\mu\text{g/l As}$	50
45	Beryllium	$\mu\text{g/l Be}$	—
46	Cadmium	$\mu\text{g/l Cd}$	5
47	Cyanide	$\mu\text{g/l Cn}$	10
48	Chroom	$\mu\text{g/l Cr}$	50
49	Kwik	$\mu\text{g/l Hg}$	1
50	Nikkel	$\mu\text{g/l Ni}$	50
51	Lood (5)	$\mu\text{g/l Pb}$	50 (in stromend water)
52	Antimonium	$\mu\text{g/l Sb}$	10
53	Selenium	$\mu\text{g/l Se}$	10
54	Vanadium	$\mu\text{g/l V}$	—
55	Pesticiden en aanverwante produkten : — per afzonderlijke stof — totaal	$\mu\text{g/l}$	0,1 0,5
<p>Onder pesticiden en aanverwante produkten worden verstaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— insecticiden : <ul style="list-style-type: none"> <li>— persistente organische chloorverbindingen</li> <li>— organische fosforverbindingen</li> <li>— carbamaten</li> </ul> </li> <li>— herbiciden</li> <li>— fungiciden</li> <li>— PCB's en PCT's</li> </ul>			

(5) bij loden leidingen zou het gehalte aan lood niet meer mogen bedragen dan 50  $\mu\text{g/l}$  in een monster dat genomen is na doorstroming. Indien het monster direct is genomen of na doorstroming en het gehalte aan lood veelvuldig of in aanzienlijke mate 100  $\mu\text{g/l}$  overschrijdt, dienen er passende maatregelen te worden genomen ten einde de blootstelling aan lood van de gebruiker te verminderen.

58	Aromatische polycyclische koolwaterstoffen	µg/l	0,2
Referentiestoffen : — fluoranteen — benzo 3,4 fluoranteen — benzo 11,12 fluoranteen — benzo 3,4 pyreen — benzo 1,12 peryleen — indeno-pyreen (1,2,3 cd)			

## E. Microbiologische Parameters (6) :

	Parameters	Uitkomsten : hoeveelheid van het monster in ml	Maximaal toelaatbare concentratie (MTC)
57	Totaal aantal colibacteriën	100	afwezigheid in 100 ml
58	Faecale colibacteriën	100	afwezigheid in 100 ml
59	Faecale streptokokken	100	afwezigheid in 100 ml
00	Sulfietreducerende clostridia	20	afwezigheid in 20 ml

Leidingwater mag geen pathogene organismen bevatten.

Ten einde het microbiologische onderzoek van leidingwater zo volledig mogelijk te doen, verdient het aanbeveling naast de in tabel E vermelde kiemen, een onderzoek te verrichten naar :

- algen
- kleine dierlijke organismen
- faecale bacteriöfagen
- ziektekiemen, zoals :
  - salmonella (afwezigheid in 2000 ml)
  - pathogene stafylokokken
  - enterovirussen
  - parasitaire organismen

(6) mits er een voldoende aantal monsters wordt onderzocht (95 pct. moet aan de eis voldoen.)

61	Totaal aantal kiemen bij 22°C of 37°C	
----	---------------------------------------	--

## Opmerking :

De telling van het totaal aantal kiemen bij 22° of 37°C is nuttig om een regelmatige controle van de waterkwaliteit te verzekeren.

F. Min. vereiste concentratie voor leidingwater dat aan de verbruiker wordt geleverd en een ontharding of ontziltling heeft ondergaan :

	Parameters	Opgave van de uitkomsten	Min. vereiste concentratie
	Total hardheid	mg/l equivalent Ca	calcium : 54 magnesium : 6
	Waterstofionenconcentratie	pH	referentie parameter 6
	Alkaliteit	mg/l HCO <sub>3</sub>	30
	Opgeloste zuurstof	—	—
Het water zou niet mogen kalkagressief zijn			

Gezien om te worden gevoegd bij Ons besluit van 27 april 1984.

BOUDEWIJN

Van Koningswege :  
De Minister van Sociale Zaken,  
J.-L. DEHAENE

De Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu,  
F. AERTS

## ANNEXE I

## Liste des paramètres

## A. Paramètres organoleptiques :

	Paramètres	Expression des résultats	Concentration maximale admissible
1	Couleur	mg/l échelle PU/co	20
2	Turbidité	mg/l SiO <sub>2</sub> unités Jackson	10 4

3	Odeur	taux de dilution	2 à 12°C 3 à 25°C
4	Saveur	taux de dilution	2 à 12°C 3 à 25°C

## B. Paramètres physico-chimiques (en relation avec la structure naturelle des eaux) :

5	Température	°C	25
6	Concentration en ions hydrogène	unité pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,2$ l'eau ne devrait pas être agressive vis-à-vis de $\text{CaCO}_3$
7	Conductivité	$\mu\text{S cm}^{-1}$ bij 20°C	2100
8	Chlorure	mg/l Cl	200
9	Sulfates	mg/l $\text{SO}_4$	250
10	Silice	mg/l $\text{SiO}_2$	—
11	Calcium	mg/l Ca	270
12	Magnésium	mg/l Mg	50
13	Sodium	mg/l Na	150
14	Potassium	mg/l K	12
15	Aluminium	mg/l Al	0,1 (1)
16	Dureté totale	voir tableau F	270 mg/l Ca ou cations équivalent
17	Résidus secs	mg/l après séchage à 180°C	1500
18	Oxygène dissous	% $\text{O}_2$ de saturation	> 75 % excepté pour les eaux (2) souterraines
19	Anhydride carbonique	mg/l $\text{CO}_2$	l'eau ne devrait pas être agressive vis-à-vis du $\text{CaCO}_3$

(1) cette norme est une moyenne annuelle, des dépassements temporaires sont tolérés jusqu'à 0,2 mg/l.

(2) ce chiffre est une recommandation.

## C. Paramètres concernant des substances indésirables (quantités excessives) (3):

20	Nitrates	mg/l $\text{NO}_3$	50
21	Nitrites	mg/l $\text{NO}_2$	0,1
22	Ammonium	mg/l $\text{NH}_4$	0,5
23	Azote Kjeldahl (N de $\text{NO}_2$ et $\text{NO}_3$ exclus)	mg/l N	1
24	Oxydabilité à chaud et en milieu acide ( $\text{KMnO}_4$ )	mg/l $\text{O}_2$	5
25	Carbone organique total (TOC)	mg/l C	toute cause d'augmentation des concentrations habituelles doit être recherchée
26	Hydrogène sulfuré	$\mu\text{g/l S}$	non détectable organoleptiquement
27	Substances extractibles au chloroforme	résidu sec mg/l	—
28	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés (après extraction par éther); huiles minérales	$\mu\text{g/l}$	10
29	Phénols (indice phénols)	$\mu\text{g/l C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,5 à l'exclusion des phénols naturels qui ne réagissent pas au chlore
30	Bore	$\mu\text{g/l B}$	—
31	Agents de surface (réagissant au bleu de méthylène)	$\mu\text{g/l}$ (laurylsulfate)	200

(3) certaines de ces substances peuvent même être toxiques lorsqu'elles sont présentées en quantités très importantes.

32	Autres composés organochlorés ne relevant par du paramètre n° 55		
33	Trihalométhanes	µg/l	100
34	Fer	µg/l Fe	200
35	Manganèse	µg/l Mn	50
36	Cuivre	µg/l Cu	1000 (100 entrée réseau)
37	Zinc	µg/l Zn	5000 (200 entrée réseau)
38	Phosphore	µg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5000
39	Fluor	µg/l	1500
40	Cobalt	µg/l Co	—
41	Matières en suspension	µg/l M.S.	0 en absence de fer (4)
42	Chlore libre résiduel	µg/l Cl	250
43	Baryum	µg/l Ba	—
44	Argent	µg/l Ag	10

(4) comme recommandation.

D. Paramètres concernant les concentrations toxiques de certaines substances :

44	Arsenic	µg/l As	50
45	Beryllium	g/l Be	—
46	Cadmium	µg/l Cd	5
47	Cyanure	µg/l Cn	10
48	Chrome	µg/l Cr	50
49	Mercure	µg/l Hg	1
50	Nickel	µg/l Ni	50
51	Plomb (5)	µg/l Pb	50
52	Antimoine	µg/l Sb	10
53	Selenium	µg/l Se	10
54	Vanadium	µg/l V	—
55	Pesticides et produits apparentés : — par substance individualisée — au total	µg/l	0,1 0,5
<p>On entant par pesticides et produits apparentés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— les insecticides : <ul style="list-style-type: none"> <li>— organochlorés persistants</li> <li>— organophosphorés</li> <li>— carbamates</li> </ul> </li> <li>— les herbicides</li> <li>— les fongicides</li> <li>— les PCB en PCT</li> </ul>			
56	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	0,2
<p>Substances de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— fluoranthène</li> <li>— benzo 3,4 fluoranthène</li> <li>— benzo 1,12 fluoranthène</li> <li>— benzo 3,4 pyrène</li> <li>— benzo 1,12 pérylène</li> <li>— indeno-pyrène (1,2,3 cd)</li> </ul>			

) Dans le cas de canalisation en plomb, la teneur en plomb ne devrait pas être supérieure à 50 µg/l dans un échantillon prélevé après écoulement. Si l'échantillon est prélevé directement ou après écoulement et que la teneur en plomb dépasse fréquemment ou sensiblement µg/l, des mesures appropriées doivent être prises afin de réduire les risques d'exposition du consommateur au plomb.

## E. Paramètres microbiologiques :

	Paramètres	Volume de l'échantillon en ml	Concentration maximale admissible*
57	Coliformes totaux (6)	100	absence dans 100 ml
58	Coliformes fécaux	100	absence dans 100 ml
59	Streptocoques fécaux	100	absence dans 100 ml
60	Clostridium sulfitoréducteurs	20	absence dans 20 ml

Les eaux de distribution ne doivent pas contenir d'organismes pathogènes.

En vue de compléter en tant que de besoin, l'examen microbiologique des eaux de distribution, il convient de rechercher, outre les germes figurant au tableau E :

- les algues
- les animalcules
- les bactériophages fécaux
- les germes pathogènes tels que :
  - les salmonelles (absence dans 2000 ml)
  - les staphylocoques pathogènes
  - les entérovirus
  - les parasites

(6) sous réserve qu'un nombre suffisant d'échantillon soit examiné (95 p.c. de résultats conformes.)

61	Dénombrement des germes totaux à 22°C ou 37°C	
----	---	--

Remarque :

Le dénombrement des germes totaux à 22°C ou 37°C est utile pour la surveillance régulière de l'eau.

F. Concentration minimale requise pour les eaux de distribution ayant subi un traitement d'adoucissement ou de dessalement :

	Paramètres	Expression des résultats	Concentration minimale requise
1	Dureté totale	mg/l équivalent Ca	calcium : 54 magnésium : 6
2	Concentration en ions hydrogène	pH	référence paramètre 6
3	Alcalinité	mg/l HCO <sub>3</sub>	30
4	Oxygène dissous	—	—

L'eau ne devrait pas être agressive vis-à-vis du CaCO<sub>3</sub>

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 27 avril 1984.

BAUDOUIN

Par le Roi :

Le Ministre des Affaires sociales,

J.-L. DEHAENE

Le Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement,

F. AERTS

BIJLAGE II

Schema en frequentie van modelanalyses

A. Schema van modelanalyses (voor de controles in aanmerking te nemen parameters) :

	Modelanalyse In aanmerking te nemen parameters	Minimumcontrole (C 1)	Gewone controle (C 2)	Periodieke controle (C 3)	Controle op ongeregelde tijdstippen bij situaties van bijzondere of toevallige aard - (C 4)
A	Organoleptische para- meters	— reuk (7) — smaak (7)	— reuk — smaak — troebelingsgraad (aspect)		De in aanmerking te nemen parameters zijn te bepalen volgens omstan- digheden en de potentiële risico's alle voorwaarden die een nefaste invloed op de waterkwaliteit zouden kunnen hebben in acht genomen.

B	Fysisch-chemische parameters	— geleidingsvermogen voor elektriciteit of een andere fysisch-chemische parameter — chloorresten (8)	— temperatuur — geleidingsvermogen voor elektriciteit of een andere fysisch-chemische parameter — pH — chloorresten (8)	Gewone controleanalyse + andere parameters volgens voetnota (9) sulfitreducerende clostridia
C	Ongewenste parameters		— nitraten — nitrieten — ammonium	
D	Toxische parameters			
E	Microbiologische parameters	— totaal aantal colibacteriën of telling totalen bij 22° en 37° — faecale colibacteriën	— totaal aantal colibacteriën — faecale streptokokken — faecale colibacteriën — telling totalen bij 22° en 37°	

Opmerking : Er dient een modelanalyse, een zogenaamde eerste analyse, te worden toegevoegd die met name wordt uitgevoerd vóór de exploitatie van een bron. De in aanmerking te nemen parameters zijn die van de gewone controleanalyse, waarop onder andere verschillende toxische of ongewenste stoffen op grond van vermoedens aan toegevoegd kunnen worden. De lijst moet worden opgesteld door de bevoegde nationale autoriteiten.

(7) Kwalitatieve schatting.

(8) Of andere stoffen en uitsluitend bij behandeling.

(9) Deze parameters worden bepaald door de bevoegde autoriteiten, waarbij alle omstandigheden in aanmerking worden genomen die nadelig kunnen zijn voor de kwaliteit van het drinkwater dat aan de gebruiker wordt geleverd en die het mogelijk kunnen maken de ionenbalans van de bestanddelen te beoordelen.

Microbiologische parameters	— totaal aantal colibacteriën — faecale colibacteriën — faecale streptokokken — telling totalen bij 22° en 37°
-----------------------------	---

Opmerking :

Er dient een modelanalyse, een zogenaamde eerste analyse, te worden toegevoegd die met name wordt uitgevoerd vóór de exploitatie van een bron. De in aanmerking te nemen parameters zijn die van de gewone controleanalyse, waar andere parameters van bijlage I, door de nationale overheid nodig geacht, in functie van de omstandigheden, aan toegevoegd worden.

(1) Kwalitatieve schatting

(2) Of andere desinfectiestoffen en uitsluitend bij behandeling.

B. Tabel van de minimale frequentie van de monsternemingen met het oog op modelanalyses (10)

Hoeveelheid geproduceerd en gedistilleerd water/dag	Bevolking (berekening gebaseerd op 200 l/dag per inwoner)	Analyse C1	Analyse C2	Analyse C3	Analyse C4
		Aantal monsternemingen/jaar	Aantal monsternemingen/jaar		Frequentie bepalen op basis van bijzondere situatie
100	500	0	3	1	
1 000	5 000	0	3	1	
2 000	10 000	12	3	1	
10 000	50 000	60	6	1	
20 000	100 000	120	12	2	
30 000	150 000	180	18	3	
60 000	300 000	360	36	6	
100 000	500 000	360	60	10	
200 000	1 000 000	360	120	20	
1 000 000	5 000 000	360	120	20	

(10) a) Het is aangeraden in normale omstandigheden de monsternemingen op zo regelmatig mogelijke tijdsintervallen te verrichten.

b) In geval het water gedesinfecteerd moet worden, moet de frequentie van de microbiologische analyses verdubbeld worden, evenals deze van de bepalingen van het ontsmettingsmiddel.

Gezien om te worden gevoegd bij Ons besluit van 27 april 1984.

BOUDEWIJN

Van Koningswege :

De Minister van Sociale Zaken,

J.-L. DEHAENE

De Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu,

F. AERTS



## ANNEXE II

## Modèles et fréquence des analyses types

## A. Tableau des modèles d'analyses types (paramètres à prendre en considération pour les contrôles) :

	Analyses types Paramètres à prendre en considération	Contrôle minimal (C 1)	Contrôle courant (C 2)	Contrôle périodique (C 3)	Contrôle occasionnel pour situations particulières ou accidentelles (C 4)
A	Paramètres organo- leptiques	— odeur (7) — saveur (7)	—odeur — saveur — turbidité (aspect)	Analyse de contrôle courant + autres paramètres selon renvoi (9) Clostridium sulfitoré- ducteurs	Paramètres à déterminer selon les circonstances et les risques potentiels en prenant en considération toutes les conditions qui pourraient avoir un effet néfaste sur la qualité l'eau de distribution.
B	Paramètres physico- chimiques	— conductivité ou un autre paramètre phy- sico-chimique — chlore libre résiduel (8)	— température — conductivité ou un autre paramètre phy- sico-chimique — pH — chlore libre rési- duel (8)		
C	Paramètres indésira- bles		— nitrates — nitrites — ammoniacque		
D	Paramètres toxiques				
E	Paramètres microbio- logiques	— coliformes totaux — dénombrements totaux à 22° et 37° — coliformes fécaux	— coliformes totaux — coliformes fécaux — dénombrement totaux à 22° et 37° — streptocoques fécaux		

## N.B. :

Il convient d'ajouter une analyse, dite de premier examen, réalisée notamment avant la mise en exploitation d'une ressource. Les paramètres à prendre en considération seraient ceux de l'analyse de contrôle courant auxquels pourraient s'ajouter entre autres, diverses substances toxiques ou indésirables selon présomption. La liste serait établie par les autorités nationales compétentes.

(7) Evaluation qualitative.

(8) Ou autres substances et seulement en cas de traitement.

(9) Ces paramètres sont déterminés par l'autorité compétente en prenant en considération toutes les conditions qui pourraient avoir un effet sur la qualité de l'eau potable livrée au consommateur et qui pourraient permettre l'évaluation de la balance ionique des constituants.

## B. Tableau de la fréquence minimale des prélèvements en vue des analyses types : (10)

Volume d'eau pro- duit ou distribué m <sup>3</sup> /jour	Population concernée (base de calcul 200 l/ jour habit.)	Analyse C1	Analyse C2	Analyse C3	Analyse C4
		Nombre des prélè- vements/an	Nombre des prélè- vements/an	Nombre des prélè- vements/an	Fréquence à déter- miner selon la situa- tion particulière
100	500	6	3	1	
1 000	5 000	6	3	1	
2 000	10 000	12	3	1	
10 000	50 000	60	6	1	
20 000	100 000	120	12	2	
30 000	150 000	180	18	3	
60 000	300 000	360	36	6	
100 000	500 000	360	60	10	
200 000	1 000 000	360	120	20	
1 000 000	5 000 000	360	120	20	

(10) a) Il est recommandé dans les circonstances normales de procéder aux prélèvements à des intervalles aussi réguliers que possible.

b) Dans le cas d'eaux qui doivent subir un traitement de désinfection, la fréquence des analyses microbiologiques est à doubler, ainsi que celle des déterminations du désinfectant.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 27 avril 1984.

BAUDOUIN

Par le Roi :

Le Ministre des Affaires sociales,

J.-L. DEHAENE

Le secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement,

F. AERTS

## BIJLAGE III

Analysemethoden aanbevolen door de Richtlijn van de  
Europese Gemeenschap

## A. Organoleptische parameters

1. Kleur	Fotometrische methode en ijking op de Pt/Co-schaal
2. Troebellingsgraad	Bepaling met kiezelgoer — Bepaling met formazine — Methode volgens Secchi
3. Reuk	Door opeenvolgende verdunningen, bepaling bij 12°C of 25°C
4. Smaak	Door opeenvolgende verdunningen, bepaling bij 12°C of 25°C

## B. Fysisch-chemische parameters

5. Temperatuur	Thermometrie
6. Waterstofionenconcentratie	Elektrometrie
7. Geleidingsvermogen voor elektriciteit	Elektrometrie
8. Chloriden	Titrimetrie — Methode van Mohr
9. Sulfaten	Gravimetrie — Complexometrie — Spectrofotometrie
10. Silicium	Absorptiespectrofotometrie
11. Calcium	Atomaire absorptie — Complexometrie
12. Magnesium	Atomaire absorptie
13. Natrium	Atomaire absorptie
14. Kalium	Atomaire absorptie
15. Aluminium	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
16. Totale hardheid	Complexometrie
17. Droogresten	Droopdampen bij 180°C en wegen
18. Opgeloste zuurstof	Winkler-methode — Methode met specifieke elektroden
19. Vrij kooldioxyde	Acidimetrie

## C. Parameters betreffende ongewenste stoffen

20. Nitraten	Absorptiespectrofotometrie — Methode met specifieke elektroden
21. Nitrieten	Absorptiespectrofotometrie
22. Ammonium	Absorptiespectrofotometrie
23. Kjeldahl-stikstof	Oxydatie — Titrimetrie/Absorptiespectrofotometrie
24. Oxydeerbaarheid	KMnO <sub>4</sub> , tien minuten doorkoken in zuur milieu
25. Totaal organische koolstof (TOC)	—
26. Zwavelwaterstof	Absorptiespectrofotometrie
27. Met chloroform extraheerbare stoffen	Extractie vloeistof/vloeistof met gezuiverde chloroform met neutrale pH; weging van het residu
28. Koolwaterstoffen (opgelost of geëmulgeerd); minerale oliën	Infrarood absorptiespectrofotometrie
29. Fenolen (fenolgetal)	Absorptiespectrofotometrie, methode met paranitraniline en methode met 4 aminoantypyrine
30. Borium	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
31. Oppervlaktactieve stoffen (die reageren op methyleenblauw)	Absorptiespectrofotometrie met methyleenblauw
32. Andere organische chloorverbindingen	Gas- of vloeistofchromatografie na extractie door geschikte oplosmiddelen en zuivering — indien nodig identificatie van de bestanddelen van de mengsels; kwantitatieve bepaling
33. IJzer	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
34. Mangaan	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
35. Koper	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
36. Zink	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
37. Fosfor	Absorptiespectrofotometrie
38. Fluor	Absorptiespectrofotometrie — methode met specifieke elektroden
39. Kobalt	—
40. Gesuspendeerde materie	Methode van filtreren over poreus membraan 0,45 µ <sup>m</sup> centrifugerend (minimumtijd 15 minuten en gemiddelde versnelling 2800 tot 3200 g), droging bij 105°C en weging
41. Chloorresten	Titrimetrie — Absorptiespectrofotometrie
42. Barium	Atomaire absorptie

## D. Parameters betreffende toxische concentraties van zekere stoffen

3. Zilver	Atomaire absorptie
4. Arsenicum	Absorptiespectrofotometrie — Atomaire absorptie
5. Beryllium	—
6. Cadmium	Atomaire absorptie
7. Cyaniden	Absorptiespectrofotometrie
8. Chroom	Atomaire absorptie — Absorptiespectrofotometrie
9. Kwik	Atomaire absorptie
0. Nikkel	Atomaire absorptie

51. Lood	Atomaire absorptie
52. Antimonium	Absorptiespectrofotometrie
53. Selenium	Atomaire absorptie
54. Vanadium	—
55. Pesticiden en aanverwante producten	zie methode sub 32
56. Aromatische polycyclische koolwaterstoffen	Meting van fluorescentie-intensiteit in het ultraviolet na extractie met hexaan — Gaschromatografie of meting van de fluorescentie in het ultraviolet na dunne-laagchromatografie — Vergelijkende metingen ten opzichte van een mengsel van zes ijkstoffen met dezelfde concentratie (1)

## E. Microbiologische parameters

57. (2) Totale colibacteriën	Gisting in meervoudige proefbuisjes. Steekenting van de positieve buisjes op een medium voor bevestiging. Tellen volgens techniek van het meest waarschijnlijke aantal (MWA)
	of
58. (2) Fecale colibacteriën	Membraanfiltratie en kweek op een geschikt medium zoals lactose-tergitolagar, endo-agar of bouillon met 0,4 pct. teepol. Enting en identificatie van de verdachte kolonies Incubatietemperaatuur voor totaal aantal colibacteriën : 37°C. Incubatietemperaatuur voor fecale colibacteriën : 44°C
	(1) In aanmerking te nemen ijkstoffen : fluoranteen, benzo-3,4 fluoranteen, benzo-11,12 fluoranteen, benzo-3,4 pyreen, benzo-1,12 peryleën en indeno (1,2,3-cd) pyreen
59. (2) Fecale streptokokken	Natriumazide-methode (Litsky). Tellen volgens techniek van het meest waarschijnlijke aantal (MWA). Membraanfiltratie en kweek op een geschikt medium
60. (2) Sulfietreducerende clostridia	Na verwarming van het monster tot 80°C, telling van de sporen door : — uitzaan in voedingsbodem met glucose, sulfiet en ijzer en de kolonies met zwarte kring tellen; — filtreren over membraanfilter, het omgekeerde filter plaatsen op voedingsbodem met glucose, sulfiet en ijzer, overdekt met agar, telling van de zwarte kolonies; — verdeling over kweekbuisjes « DRCM » (Differential Reinforced Clostridial Medium), overbrengen van de zwarte buisjes op voedingsbodem met lakmoesmelk; telling volgens MWA: Enting door opneming in agar-voedingsbodem.
61 (2) Telling totale kiemen	
Salmonella	Aanvullende onderzoeken Concentratie door membraanfiltratie. Enting op medium voor voor-aanrijking. Aanrijking, steekenting op agar voor isolatiedoeleinden — Identificatie
Pathogene stafylokokken	Filtreren over membraan en kweken op specifieke voedingsbodem (bij voorbeeld hypersaliene voedingsbodem volgens Chapman). Aantonen van de pathogeniteit
Fecale bacteriofagen	Techniek volgens Guélin
Enterovirussen	Concentratie voor filtreren, uitvlokken of centrifugeren en identificatie
	(2) Opmerking : De incubatie duurt gewoonlijk 24 of 48 uur, behalve voor totaaltellingen, in welk geval de incubatietijd 48 of 72 uur bedraagt.
Protozoa	Concentratie door filtreren over membraan, microscopisch onderzoek, pathogeniteitstest
Kleine dierlijke organismen (wormen-larven)	Concentratie door filtreren over membraan, microscopisch onderzoek, pathogeniteitstest

## F. Minimaal vereiste concentratie

Alkaliteit	Acidimetrie met methyloorange
------------	-------------------------------

Gezien om te worden gevoegd bij Ons besluit van 27 april 1984.

BAUDOUIN

Van Koningswege :  
De Minister van Sociale Zaken,  
J.-L. DEHAENE

De Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu,  
F. AERTS

## ANNEXE III

## Méthodes analytiques recommandées par la directive du marché commun

## A. Paramètres organoleptiques

Couleur	Méthode photométrique aux étalons de l'échelle Pt/Co
Turbidité	Méthode à la silice — Méthode à la formazine — Méthode de Secchi
Odeur	Par dilutions successives, mesures faites à 12°C ou à 25°C
Saveur	Par dilutions successives, mesures faites à 12°C ou à 25°C

## B. Paramètres physico-chimiques

Température	Thermométrie
Concentration en ions hydrogène	Electrométrie
Conductivité	Electrométrie
Chlorures	Titrimétrie — Méthode de Mohr
Sulfates	Gravimétrie — Complexométrie — Spectrophotométrie
Silice	Spectrophotométrie d'absorption
Calcium	Absorption atomique — Complexométrie
Magnésium	Absorption atomique
Sodium	Absorption atomique
Potassium	Absorption atomique
Aluminium	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Dureté totale	Complexométrie
Résidu sec	Dessiccation à 100°C et pesée
Oxygène dissous	Méthode de Winkler — Méthode avec électrodes spécifiques
Anhydride carbonique libre	Acidimétrie

## C. Paramètres concernant les substances indésirables

Nitrates	Spectrophotométrie d'absorption — Méthode aux électrodes spécifiques
Nitrites	Spectrophotométrie d'absorption
Ammonium	Spectrophotométrie d'absorption
Azote Kjeldahl	Oxydation — Titrimétrie/Spectrophotométrie d'absorption
Oxydabilité	KMnO <sub>4</sub> à l'ébullition pendant 10 minutes en milieu acide
Carbone organique total (TOC)	
Hydrogène sulfuré	Spectrophotométrie d'absorption
Substances extractibles au chloroforme	Extraction liquide/liquide par du chloroforme purifié à pH neutre — pesée du résidu
Hydrocarbures (dissous ou émulsionnés); huiles minérales	Spectrophotométrie d'absorption infrarouge
Phénole (indice phénols)	Spectrophotométrie d'absorption, méthode à la paranitraniline et méthode à l' amino-4-antipyrine
Bore	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Agents de surface (réagissant au bleu de méthylène)	Spectrophotométrie d'absorption au bleu de méthylène
Autres composés organochlorés	Chromatographie en phase gazeuse ou liquide après extraction par solvants appropriés et purification. Identification si nécessaire des constituants des mélanges. Détermination quantitative
Fer	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Manganèse	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Cuivre	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Zinc	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Phosphore	Spectrophotométrie d'absorption
Fluor	Spectrophotométrie d'absorption — Méthode avec électrodes spécifiques
Cobalt	—
Matières en suspension	Méthode par filtration sur membrane poreuse 0,45 µm ou centrifugation (temps minimum 15 min. et accélération moyenne 2000 à 3200 g) séchage à 105°C et pesée
Chlore résiduel	Titrimétrie — Spectrophotométrie d'absorption
Baryum	Absorption atomique

## D. Paramètres concernant les concentrations de certaines substances

Argent	Absorption atomique
Arsenic	Spectrophotométrie d'absorption — Absorption atomique
Béryllium	—
Cadmium	Absorption atomique
Cyanures	Spectrophotométrie d'absorption
Chrome	Absorption atomique — Spectrophotométrie d'absorption
Mercure	Absorption atomique
Nickel	Absorption atomique
Plomb	Absorption atomique

52. Antimoine  
 53. Sélénium  
 54. Vanadium  
 55. Pesticides et produits aromatiques  
 56. Hydrocarbures polycycliques aromatiques

Spectrophotométrie d'absorption  
 Absorption atomique

—  
 Voir méthode visée au point 32

Mesure de l'intensité de fluorescence dans l'ultraviolet après extraction à l'hexane-Chromatographie en phase gazeuse ou mesure de la fluorescence dans l'ultra-violet après chromatographie en couches minces. Mesures comparatives par rapport à un mélange de six substances étalons ayant la même concentration (1)

(1) Substances étalons à prendre en considération : fluoranthène, benzo-3,4 fluoranthène, benzo-11,12 fluoranthène, benzo-3,4 pyrène, benzo-1,12 perylène et indéno (1,2,3-cd) pyrène.

#### E. Paramètres microbiologiques

57. (2) Coliformes totaux

Fermentation en tubes multiples — Repiquage des tubes positifs sur milieu de confirmation — Dénombrement selon le nombre le plus probable (NPP)

ou

Filtration sur membrane et culture sur un milieu approprié tel que gélose lactosée au tergitol, gélose d'endo, bouillon au teepol 0,4 p.c., repiquage et identification des colonies suspectes. Pour les coliformes totaux, température d'incubation 37°C. Pour les coliformes fécaux, température d'incubation 44°C.

59 (2) Streptocoques fécaux

Méthode à l'azoture de sodium (Litky).  
 Dénombrement selon le nombre le plus probable.

60 (2) Clostridiiums sulfitoréducteurs

Filtration sur membrane et culture sur milieu approprié.

Après chauffage de l'échantillon à 80°C, dénombrement des spores par :

- ensemencement dans milieu avec glucose, sulfite et fer et dénombrement des colonies avec halonoir;
  - filtration sur membrane, dépôt du filtre renversé sur milieu avec glucose, sulfite et fer, recouvert de gélose, dénombrement des colonies noires;
  - répartition en tubes de milieu « DRCM » (Différentiel reinforced clostridia medium), repiquage des tubes noirs sur milieu au lait tournesolé, dénombrement selon le nombre le plus probable.
- Inoculation par incorporation en gélose nutritive

61 (2) Dénombrement des germes totaux

(2) Remarque : En ce qui concerne la période d'incubation, elle est en général de 24 h ou de 40 h, sauf pour les dénombrements totaux où elle est de 40 h ou de 72 h.

#### Tests complémentaires

Salmonelles

Concentration par filtration sur membrane. Inoculation sur milieu de préenrichissement. Enrichissement, repiquage sur gélose d'isolement. Identification.

Staphylocoques pathogènes

Filtration sur membrane et culture sur milieu spécifique (par exemple milieu hypersalé de Chapman). Mise en évidence des caractères de pathogénicité.

Bactériophages fécaux

Technique de Guélin

Entérovirus

Concentration par filtration, par floculation ou par centrifugation et identification

Protozoaires

Concentration par filtration sur membrane, examen microscopique, test de pathogénicité

Animalcules (vers-larves)

Concentration par filtration sur membrane — Examen microscopique — Test de pathogénicité

#### F. Concentration minimale requise

Alcalinité

Acidimétrie au méthylorange

Vu pour être annexé à Notre arrêté au 27 avril 1984.

BAUDOUIN

Par le Roi :  
 Le Ministre des Affaires sociales,  
 J.-L. DEHAENE

Le Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement,  
 F. AERTS

## BIJLAGE IV

## Toevoegsels toegelaten voor de waterbehandeling

Voor desinfectie of oxydatie :

Stoffen	Basiseenheid (kg)	Maximum toe te passen dosering (g/m <sup>3</sup> )
Chloor	Cl <sub>2</sub>	30
Chlooriumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Chlooriumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Calciumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Chlooriumchloriet	NaClO <sub>2</sub>	5
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	0,5
Ammoniumchloride	NH <sub>4</sub> Cl	1,5
Ammoniumsulfaat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,8
Svoveldioxyde	SO <sub>2</sub>	2
Chlooriumwaterstofsulfiet	NaHSO <sub>3</sub>	4
Chlooriumdisulfiet	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,5
Chlooriumsulfiet	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	7
Calciumsulfiet	CaSO <sub>3</sub>	5
Chloorsulfiet	CuSO <sub>4</sub>	5
Chlooriumpermanganaat	KMnO <sub>4</sub>	2
Ozon	O <sub>3</sub>	10
Waterstof	O <sub>2</sub>	30
Waterstofperoxyde	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10
Ultravioletstraling (enkel in uitzonderlijke gevallen)		0,5

Voor coagulatie-flocculatie :

Stoffen	Basiseenheid (kg)	Maximum toe te passen dosering (g/m <sup>3</sup> )
Aluminiumsulfaat	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	150
Aluminiumalumiinaat	Na <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	30
Aluminiumpolyhydroxychloride	Al <sub>n</sub> (OH) <sub>m</sub> Cl <sub>3n-m</sub>	100
Aluminiumpolyhydroxychlorosulfaat	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ n \text{ Al} \quad   \\   \\ \text{Cl} \\   \\ \text{(SO}_4\text{)} \\   \\ 1,5 \end{array}$	100
Aluminiumaluminiumfluoridesulfaat	AlFSO <sub>4</sub>	10
IJzer(II)sulfaat	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	100
IJzer(III)sulfaat	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	200
IJzer(III)chloride	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	100
IJzer(III)chloridesulfaat	FeClSO <sub>4</sub>	70
Polymere van dimethyl diallyl ammonium chloride met een molecuulair gewicht begrepen tussen 400 000 en 3 000 000 met minstens 10 pct. monomeren	(C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> NCl) <sub>n</sub>	5

Voor pH correctie en/of mineralisatie :

Stoffen	Basiseenheid (kg)	Maximum toe te passen dosering (g/m <sup>3</sup> )
Chloorloog	NaOH	100
Chlooriumcarbonaat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	200
Chlooriumwaterstofcarbonaat	NaHCO <sub>3</sub>	200
Chlooriumchloride	NaCl	130
Chlooride kalk	CaO	200
Hydroxyde kalk	Ca(OH) <sub>2</sub>	200
Calciumcarbonaat	CaCO <sub>3</sub>	300
Calciumchloride	CaCl <sub>2</sub>	120
Calciumsulfaat	CaSO <sub>4</sub>	140
Calciumcalciumoxydecarbonaat	CaCO <sub>3</sub> MgO	300
Calciumoxyde	MgO	80
Calciumcarbonaat	MgCO <sub>3</sub>	175

Koolstofdioxide	CO <sub>2</sub>	50
Waterstofchloride (zoutzuur)	HCl	25
Waterstofsulfaat (zwavelzuur)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30

4. Dit besluit is niet toepasselijk op technische hulpstukken die als filtermassa gebruikt worden.

5. Allerlei :

Reagens	Basiseenheid (kg)	Maximum toe te passen dosering (g/m <sup>3</sup> )
Natriumsilicaat	SiO <sub>2</sub>	10
Natriumhexametafosfaat	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5
Natrium, kalium of calciumzouten van mono- of polyfosforzuur	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5

Gezien om te worden gevoegd bij Ons besluit van 27 april 1984.

**BOUDEWIJN**

Van Koningswege :

De Minister van Sociale Zaken,

J.-L. DEHAENE

De Staatssecretaris voor Volksgezondheid en Leefmilieu,

F. AERTS

**ANNEXE IV**

Auxiliaires technologiques autorisés pour le traitement de l'eau

1. Pour la désinfection ou l'oxydation :

Reagens	Unité de base (kg)	Dose maximale à mettre en œuvre (g/m <sup>3</sup> )
Chlore	Cl <sub>2</sub>	30
Hypochlorite de sodium	Cl <sub>2</sub>	30
Hypochlorite de calcium	Cl <sub>2</sub>	30
Hypochlorite de magnésium	Cl <sub>2</sub>	30
Chlorite de sodium	NaClO <sub>2</sub>	5
Ammoniaque	NH <sub>3</sub>	0,5
Chlorure d'ammonium	NH <sub>4</sub> Cl	1,5
Sulfate d'ammonium	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,8
Anhydride sulfureux	SO <sub>2</sub>	2
Bisulfite de sodium	NaHSO <sub>3</sub>	4
Métabisulfite de sodium	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,5
Sulfite de sodium	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	7
Sulfite de calcium	CaSO <sub>3</sub>	5
Sulfate de cuivre	CuSO <sub>4</sub>	5
Permanganate de potassium	KMnO <sub>4</sub>	2
Ozone	O <sub>3</sub>	10
Oxygène	O <sub>2</sub>	30
Peroxyde d'hydrogène	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10
Pyréthrines (à réserver pour les cas exceptionnels)		0,5

2. Pour la coagulation-floculation :

Réactif	Unité de base (kg)	Dose maximale à mettre en œuvre (g/m <sup>3</sup> )
Sulfate d'aluminium	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O	150
Aluminate de sodium	Na <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	30
Polyhydroxychloru d'aluminium	Al <sub>n</sub> (OH) <sub>m</sub> Cl <sub>3n-m</sub>	100
	OH 1,5	
Polyhydroxychlorosulfate d'aluminium	n Al Cl 1,5 (SO <sub>4</sub> ) O <sub>2</sub>	100

ral (fluorosulfate d'aluminium)	AlF <sub>3</sub> SO <sub>4</sub>	10
lfate ferreux	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	100
lfate ferrique	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	200
lorure ferrique	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	100
orosulfate ferrique	FeClSO <sub>4</sub>	70
ompolymères du chlorure de diméthyl diallyl ammonium de ds moléculaire entre 400 000 et 3 000 000 avec moins de 10 p.c. monomère	(C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> NCl) <sub>n</sub>	5

. Pour la correction du pH et/ou la minéralisation :

actif	Unité de base (kg)	Dose maximale à mettre en œuvre (g/m <sup>3</sup> )
de caustique	NaOH	100
arbonate de sodium	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	200
arbonate de sodium	NaHCO <sub>3</sub>	200
lorure de sodium	NaCl	150
aux vive	CaO	200
aux éteinte	Ca(OH) <sub>2</sub>	200
arbonate de calcium	CaCO <sub>3</sub>	300
lorure de calcium	CaCl <sub>2</sub>	120
lfate de calcium	CaSO <sub>4</sub>	140
agnésie	CaCO <sub>3</sub> ·MgO	300
droxyde-oxyde de magnésium	MgO	80
arbonate de magnésium	HgCO <sub>3</sub>	175
dydride carbonique	CO <sub>2</sub>	50
ide chlorhydrique	HCl	25
ide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30

4. Les auxiliaires technologiques utilisés en tant que matières filtrantes ne sont pas visés par le présent arrêté.

5. Divers :

actif	Unité de base (kg)	Dose maximale à mettre en œuvre (g/m <sup>3</sup> )
licate de sodium	SiO <sub>2</sub>	10
examétaphosphate de sodium	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5
ls de sodium, potassium ou calcium d'acides mono ou polyphos- oriques	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 27 avril 1984.

BAUDOUIN

Par le Roi :

Le Ministre des Affaires sociales  
J.-L. DEHAENE

Le Secrétaire d'Etat à la Santé publique et à l'Environnement,  
F. AERTS

84 — 1278 (83 — 721)

APRIL 1983. — Koninklijk besluit tot vaststelling van de nadere  
egelen voor erkenning van geneesheren-specialisten en van  
huisartsen. — Erratum

Belgisch Staatsblad van 27 april 1983, bladzijde 5312 :

In artikel 11 leze men de tweede zin als volgt : « Vooraleer het sta-  
plan aan de bevoegde kamer wordt voorgelegd, gaat het bestuur  
of de voorschriften van artikel 10, van het tweede lid van dit arti-  
len van artikel 12 volledig zijn nageleefd ».

F. 84 — 1278 (83 — 721)

21 AVRIL 1983. — Arrêté royal fixant les modalités de l'agrément  
des médecins spécialistes et des médecins généralistes. — Erra-  
tum

Moniteur belge du 27 avril 1983, page 5312 :

À l'article 11, il y a lieu de lire la deuxième phrase comme suit :  
« Avant de soumettre le plan de stage à la chambre compétente,  
l'administration vérifie si les dispositions de l'article 10, du second  
alinéa du présent article et de l'article 12 ont été entièrement obser-  
vées ».