



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

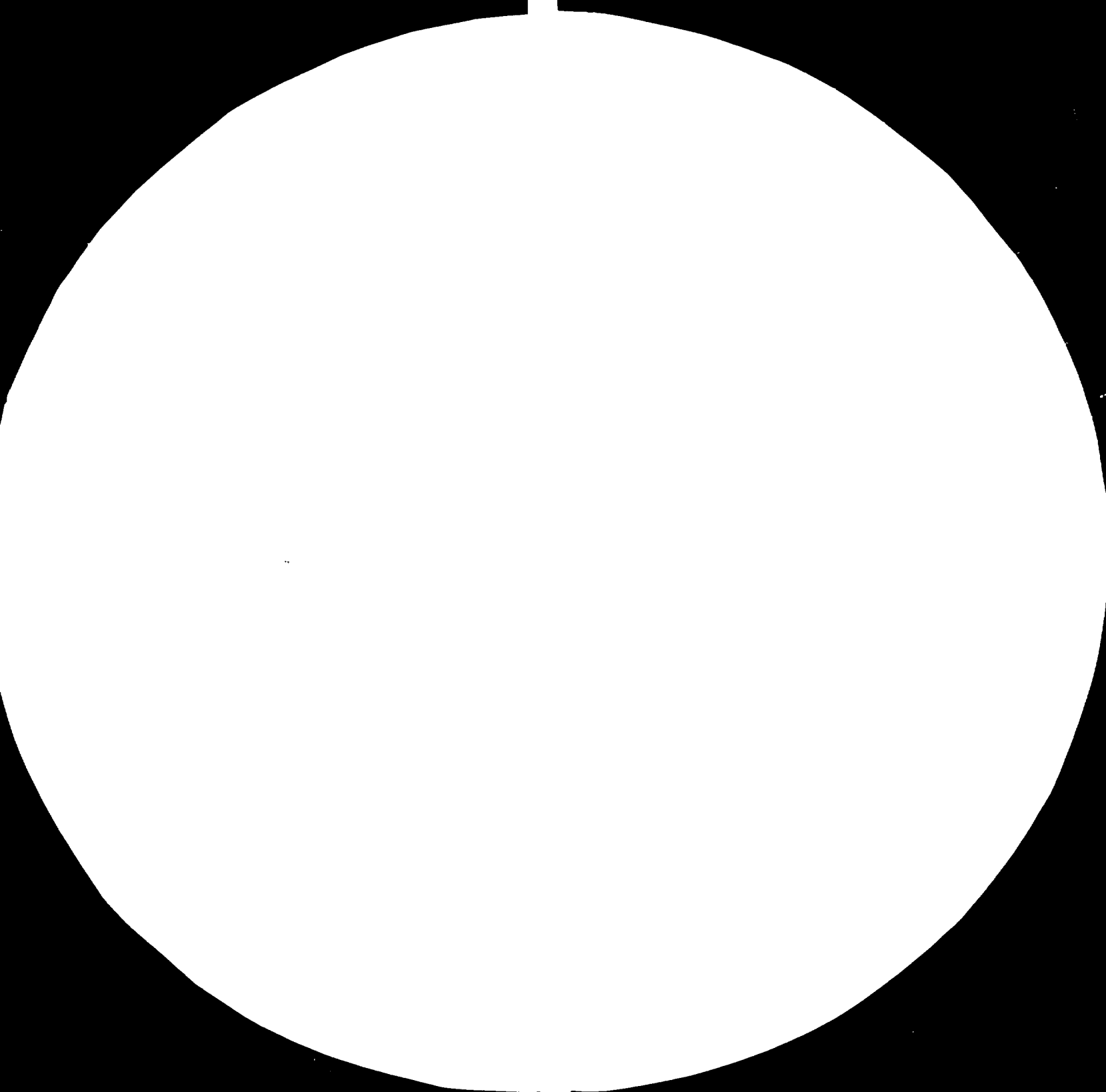
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





28



32



36



40



## MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010  
ANALOGUE TO TEST CHART 1010A

# ALUMINIUM PECHINEY

DÉPARTEMENT MATIÈRES PREMIÈRES ET ALUMINE  
DIRECTION DE LA TECHNOLOGIE

14034



→ Pemberton

1984

UNIDO CONTRACT N° 83/18  
PROJECT N° DP/CPR/81/034  
ACTIVITY CODE DP/02/31.8

14034

China.

ENERGY CONSERVATION IN THE  
ALUMINIUM INDUSTRY.

ZHENG ZHOU ALUMINA PLANT  
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

MODIFICATION OF THE ROTARY KILN N° 2  
FEASIBILITY STUDY

NOVEMBER 83 AND JULY 84

CONTRACT BETWEEN  
THE UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION  
AND  
ALUMINIUM PÉCHINEY

CONTENTS

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u> .....	3
1. <u>SUMMARY AND CONCLUSION OF FEASIBILITY STUDY</u> .....	4
2. <u>DESCRIPTION OF THE MODIFICATION</u> .....	6
3. <u>LIST OF EQUIPMENT UNITS AND THEIR CHARACTERISTICS</u> .....	11
3.1. Combustion .....	11
3.2. Kiln .....	12
3.3. Feed end building .....	13
3.4. Exhaust fan .....	13
3.5. Refractory and insulating lining .....	14
3.6. Instrumentation - Electricals .....	14
<u>TRANSFORMATION SCHEDULE</u> .....	15
4. <u>DETERMINATION OF INCREASE IN CAPACITY</u> .....	16
4.1. Temperature at fume box .....	16
4.2. Determination of rotational speed of the kiln .....	17
5. <u>DETERMINATION OF NEW HEAT CONSUMPTION</u> .....	19
5.1. Determination of saving on heat consumption .....	19
5.2. Influence of parameters variation on fuel savings .....	21
6. <u>DETERMINATION OF ELECTRIC CONSUMPTION AFTER TRANSFORMATION</u> .....	26
6.1. Determination of power consumed by the exhaust fan according to production alternative .....	26
6.2. Primary air fan .....	27
6.3. Electric consumption .....	27

7. <u>ECONOMICAL ASSESMENT</u> .....	29
7.1. Investment cost .....	29
7.2. Operating cost saving .....	36
7.3. Profitability .....	36
8. <u>NEW FLASH CALCINER ALTERNATIVE</u> .....	39
8.1. Principle and process of flash calciner .....	39
8.2. Economical comparison between a new flash calciner and a modified existing rotary kiln .....	44
APPENDICES I .....	46
II .....	50
III .....	53
IV .....	61
PRINT OUTS V .....	64
APPENDIX VI .....	73

\*\*\*  
\*

## INTRODUCTION

In the ZHENG ZHOU alumina plant the alumina is calcined in 3 conventional rotary kilns.

Generally the fuel oil consumption of this kind of kiln amounts to 110 to 130 kg/ton of alumina.

Therefore under the pressure of increasing fuel oil price, ALUMINIUM PECHINEY in collaboration with FIVES CAIL BABCOCK, has developed a heat recovering system to reduce the specific fuel oil consumption by modifying his existing rotary kilns.

Then by the contract n° 83/18, UNIDO has entrusted ALUMINIUM PECHINEY to carry out feasibility study to assist the GOVERNMENT OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA and the ZHENG ZHOU ALUMINA PLANT in their decision concerning the modification of the kiln n° 2, depending on the investment cost and the expected fuel oil savings.



## 1. SUMMARY AND CONCLUSIONS OF FEASIBILITY STUDY

An ALUMINIUM PECHINEY team went to ZHENG ZHOU, in May 83, to collect all technical and economical information required to carry out the feasibility study.

The planned modification concerns the kiln n° 2 installed about 20 years ago.

The modifications involved can be summarized as follows :

- Modification of hydrate feed,
- Implementation of 2 cyclones with the afferent ducts. These are located on a new steel structure by the existing feed end building,
- Relocation of the fire zone by setting up a new burner further upstream, rotating together with the kiln,
- Modification of the ends of the kiln.

All these modifications can be undertaken without any major difficulties.

One point which required special attention was the implementation of the cyclones and ducts. At first sight it is conceivable to set them inside the existing building, but due to the fact that it is a concrete structure, modifications and reinforcements involved would induce many difficulties ; on the other hand the shut down of the kiln might last longer.

Concerning the energy savings the results of the study are very attractive.

The present fuel oil consumption of the kiln n° 2 is 122 kg of fuel oil per ton of alumina. The expected oil consumption after modification is in the range of 91 kg/ton of alumina, that is to say a saving of approximately 8,500 to 9,000 tons of fuel oil per year.

According to the fuel oil price and an expected investment of 6,365,000 Yuans, the annual saving, the pay back period and the rate of return before tax are as follow :

Fuel oil price	Annual saving (Yuan)	Pay back period (Years)	Rate of return (%)
100 \$/ton (local price)	$1,771 \times 10^3$	3.59	27.06
190 \$/ton (international price)	$3,365 \times 10^3$	1.89	52.78

All the above have been calculated with a daily production of the kiln of 850 mtd. But it is expected that the kiln will be able to produce 950 mtd and upward; taking this into account the profitability become then much higher.

Furthermore an alternative solution consisting in the implementation of a flash calciner has been studied.

With an expected investment cost of 11,700,000 Yuans, and a fuel oil consumption of 77 kg per ton of alumina the profitability of this new calciner with regard to the present situation is summarized as follow

Fuel oil price	Annual saving (Yuan)	Pay back period (Years)	Rate of return (%)
100 \$/ton (local price)	$2,572 \times 10^3$	4.5	19
190 \$/ton (international price)	$4,887 \times 10^3$	2.4	37.2

As it could be foreseen the heavy over capitalization required by a new calciner makes the existing kiln modification more attractive.

Of course, in case of a new investment (extention or new plant) the flash calciner is the best solution.

## 2. DESCRIPTION OF THE MODIFICATION

The modification has been studied for kiln n° 2 of the ZHENG ZHOU plant.

The main characteristics of this kiln are as follows :

- Length : 79 m
- Shell diameter : 3.60 m
- Refractories thickness : 150 mm
- Slope : 2 %
- Rotating speed : 1.97 RPM
- Year of erection : 1965

The dust collection system consists of 2 stages of cyclones in serie and an electrostatic precipitator behind the exhaust fan. The first stage consists of 12 cyclones, 1 m diameter ; the second stage of 24 cyclones, 0.8 m diameter.

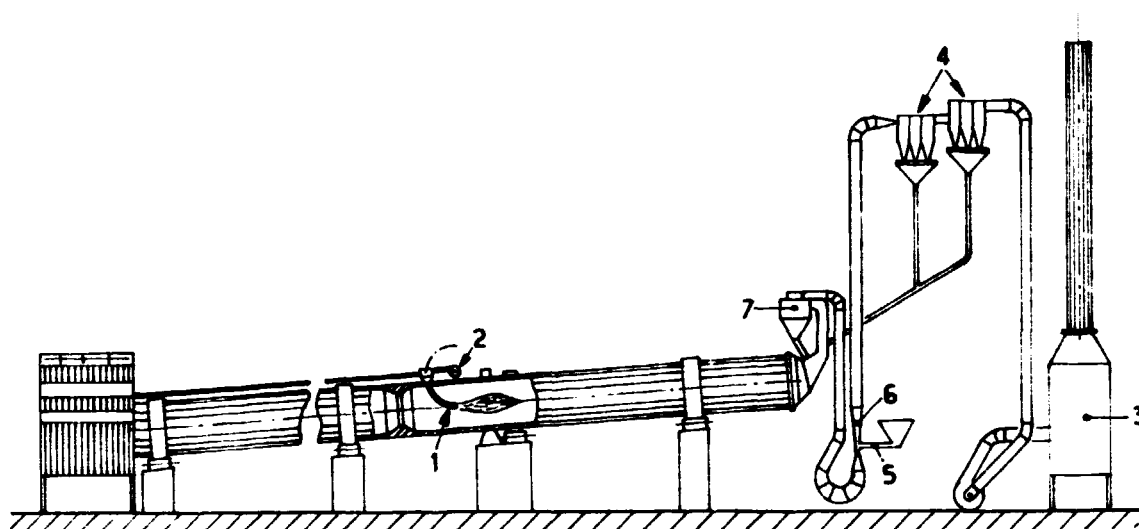
Alumina is cooled in a rotary cooler.

### Aims of the modification

- To recover a maximum heat from the fumes by lowering the temperature to the minimum value acceptable by the existence of cold points which would lead to condensation.
- To improve heat recovery from alumina during cooling by secondary air.
- To lower thermal losses.
- To increase the capacity of the kiln.

The modification consists essentially in relocating the upstream exchange zone outside of the kiln ; to this end a pneumatic lift heat exchanger is fitted at the point of exit of the kiln gases and a gas-solid separator stage (cyclones) is added. A pneumatic conveyor dryer is also fitted after the overflow of these cyclones, the existing cyclones are used to separate the dried product from the fumes.

The fire zone is moved further upstream, thereby creating a product cooling zone downstream, this in addition to the existing cooling device.



- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. burner                     | 5. feed screw            |
| 2. primary air fan            | 6. venturi dryer         |
| 3. electrostatic precipitator | 7. precalcining cyclones |
| 4. cyclones                   |                          |

The above illustration show what the conversion entails :

The burner is moved upstream from its usual position ; the burner is curved and rotates with the kiln, together with its primary air fan and feed piping.

The secondary air is taken in at the downstream end of the kiln and cools the calcined alumina on its way to the burner.

Between the kiln gas exit and the electrostatic precipitator a two stage exchanger has been fitted for transfer of heat from the gas to the alumina.

The first stage (with respect to the flow of gas) consists of a fume flue duct feeding into a pair of cyclones mounted in parallel. In this stage, the fed alumina (dry hydrate) is partially dehydrated and preheated to 350-370°C before entering the kiln.

The gases then pass to a second stage in which it flash dries the moist hydrate fed in by means of a screw conveyor. A venturi system assists the pneumatic conveyance and mixing of the hydrate. The dried product is collected in the existing cyclones and electrostatic precipitator, whence it goes to the first exchange stage and thence to the kiln.

#### General description of the modification

Taking into account the local conditions, the 2 following general dispositions are adopted for the feasibility study :

- First : The additional cyclones are located outside the existing building.
- Second : The new curved burner is located at 35 m from the feed end of the kiln.

The modification will involve the following :

#### - In the building at the feed end of the kiln

New structural steelwork will be erected outside the building to support the new cyclones.

Provision has been made to replace the existing fan by a more performant one. The existing fan can operate under the new operating conditions nevertheless its efficiency is poor and it is desirable to have a variable speed fan.

Hydrate feed will be modified as from the existing hopper outlet. We planned weigh belt conveyor feeding a hopper on a weighing device located above the flash tube feed screw.

The existing cyclones will be inspected and repaired. Their separation capabilities and structural strength will be checked under the new operating conditions.

#### - On the rotary kiln itself

2 solutions are possible :

Solution 1 :

Adaptation of a new kiln inlet head without shortening the shell. This solution creates several difficulties from the point of view of lay-out.

Judging from information received, warping stress on the shell is at an acceptable level. There will be increased loads on certain roller supports. The compatibility of the mechanical strength of the supports (riding ring and rollers) with these new loads\* will need to be tested. This cannot be done at the present time owing to lack of information on mechanical strength of rollers and steel trackways.

Solution 2 :

Shortening the kiln by 5.50 m. This solution facilitates the installation of equipment outside the building. This solution has been chosen for this study. Warping stress on the shell is at an acceptable level. There will be increased loads on certain supports. The compatibility of the mechanical strength of the roller supports with these new loads\* will need to be tested, as stated in paragraph 1.

We are retaining Solution 2 for the purposes of this study in the full knowledge that neither the specific consumption of the kiln nor investment will increase dramatically whatever solution is adopted.

Modification on the kiln will therefore be as follows :

- The existing inlet head will be replaced by a retractable head adapted to resist higher temperature.
- The internal heat exchanger will be removed and new refractory bricks will be installed in the new fire zone (the bricks downstream the burner remain as they are).
- A new burner complete with accessories (rotating seal, fuel piping, motor and primary air fan, electric feed rails, ignition hatch).
- An access platform to the burner will be erected.
- The existing burner will be replaced by a smaller one used only to pre-heat the kiln during start up.

\* The loads will be as follows :

- Solution 1 : 83.2 t, 122.1 t, 189 t, 170.4 t
- Solution 2 : 84.7 t, 114.5 t, 211.1 t, 111.3 t

- A hold back device will be added and the rotation speed will be adapted to the new operating conditions.
- Lubrication of the drive gear will be checked on account of the new temperatures.
- Kiln expansion will need to be verified and the rollers and riding ring may have to be shifted.
- Gas analysers (CO and O<sub>2</sub>) will be installed for combustion control. They will continuously monitor combustion.
- The control room will be equipped with fuel and hydrate feed system controls, alongwith temperature, depression, and gas analysis recorders.
- The new burner platform will be equipped with kiln rotating motor switch box.

New operating conditions after transformation (at maximum capacity)

	Temperatures (averages)
Secondary air kiln inlet	200°C
Alumina exit kiln	700°C
Fumes exit kiln	1 100°C
Alumina kiln inlet	350°C
Fumes exit stage 2 cyclones	380°C
Fumes exit stage 1 cyclones	140°C
Alumina exit stage 1	120°C
	Negative pressures (averages)
Exit kiln	- 10 WG
Inlet stage 2 cyclones	- 50 WG
Exit stage 2 cyclones	- 130 WG
Inlet stage 1 cyclones	- 280 WG
Fan suction	- 400 WG
	Flows
Fuel oil	3,600 kg/h
Secondary air	35,800 Nm <sup>3</sup> /h
Primary air	6,300 Nm <sup>3</sup> /h
Fumes at 5 % excess air	44,680 Nm <sup>3</sup> /h
Wet gas at stack	93,000 Nm <sup>3</sup> /h or 141 000 m <sup>3</sup> /h
Parasite air	12,400 Nm <sup>3</sup> /h

### 3. LIST OF EQUIPMENT UNITS AND THEIR CHARACTERISTICS

#### 3.1. Combustion

- Curved burner	37,000 th/h
- Type of fuel oil	Fuel oil n° 2
- Max flow	3,700 kg/h
- Fuel oil pressure	40 bars
- Fuel oil temperature	120°C
- Viscosity	2-3°E
- Max combustion air flow	42,500 Nm <sup>3</sup> /h
- Max primary air flow	6,400 Nm <sup>3</sup> /h

This burner and its accessories include :

- 1 special curved type feed nozzle (+ 1 spare) made up of :
  - . 1 central curved type jacket tube
  - . 1 outer tube made of refractory steel
  - . 1 clamping flange on kiln shell
  - . 2 burner pipes for each feed nozzle
- 1 kit for refractory work
  - . 1 cement formwork
  - . 1 drying oven with temperature programming
- 1 primary air fan
  - . max flow : 7,500 Nm<sup>3</sup>/h, 600 mmCE
  - . 22 kW motor drive on stand-by current
  - . flow regulator valve
  - . 1 thermal shield
  - . 1 duct
  - . counterweights
- Auxiliary equipment items for fuel supply
  - . 1 frame complete with valves and fittings, manometer, thermometer
  - . 1 set of spray nozzles
  - . fuel oil hose pipes
  - . 1 drainage tank and accessories
  - . 1 steam leaching station



- . fuel pipes
- . One 2 circuit rotating seal
- . electrical trolleys
- 1 general manifold consisting of :
  - . one equipment unit for cleaning the spray nozzles
  - . switch box for kiln rotation
  - . intercoms for communicating with the control room
- 1 ignition opening upstream the burner
- 1 fuel oil pre-heating set consisting of :
  - . 1 steam pre-heating unit and accessories
  - . high pressure pump
  - . fuel meters
  - . fuel regulator unit
- the pre-heating burner and accessories (including a small primary air fan).

### 3.2. Kiln

#### 3.2.1. Feed end

- 1 refractory retaining ring at the feed end of the kiln
- 1 flexible metal rubbing seal
- refractory lining in the firing zone (over approx 40 m)
- concrete refractory lining at feed end of kiln
- 1 device for recovering the product should overflowing occur at feed end of the kiln

#### 3.2.2. Central

- a set of pulley to modify the rotation speed
- hold-back device

#### 3.2.3. Discharge

- adaptation of pre-heating burner and fuel-oil rotating seal
- modification of kiln-cooler connection

### 3.3. Feed end building

#### 3.3.1. Erection of cyclone support structure

#### 3.3.2. Plate work

- 1 refractory lined fume chamber on retractable support
- 1 length of duct lined with refractory material
- 1 inlet bend to precalciner cyclones lined with refractory material
- 1 set of 2 cyclones :
  - . 1 cylindrical part, 3 m high, 3.30 m diameter, lined with 2 layers of refractory material (refractory and insulating 200 mm thick)
  - . 1 conical part, approx 2 m high, also lined with refractory material

These cyclones lie on sliding rods for expansion.

- 1 insulated gas exhaust duct with manhole
- 1 inlet bend
- 2 product recovery tubes located under the drying cyclones, equipped with flap valves
- 2 product recovery tubes located under the dehydrating cyclones, equipped with flap valves
- 1 expansion joint set

These ducts are made of 8 mm thick steel.

#### 3.3.3. Liaison between the hydrate nopper and venturi flash dryer

- 1 weigh belt conveyor
- 1 lined feed hopper on weighing device
- 1 double feed screw complete with control mechanism
- feed line control regulator

### 3.4. Exhaust fan

The existing fan may cope with the new operating conditions, once certain modifications have been made (400 mmCE, 160,000 m<sup>3</sup>/h). Neverthe-

less as its efficiency is very poor, it would be wise to replace it by a modern fan equipped with a variable speed device which would facilitate start up and regulation of combustion. For the purposes of this study we have replaced the fan.

### 3.5. Refractory and insulating lining

3.5.1. High alumina content lining for the tuyere and feed end ring retainer

3.5.2. 40-50 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bricks for the firing zone, approx. 40 m

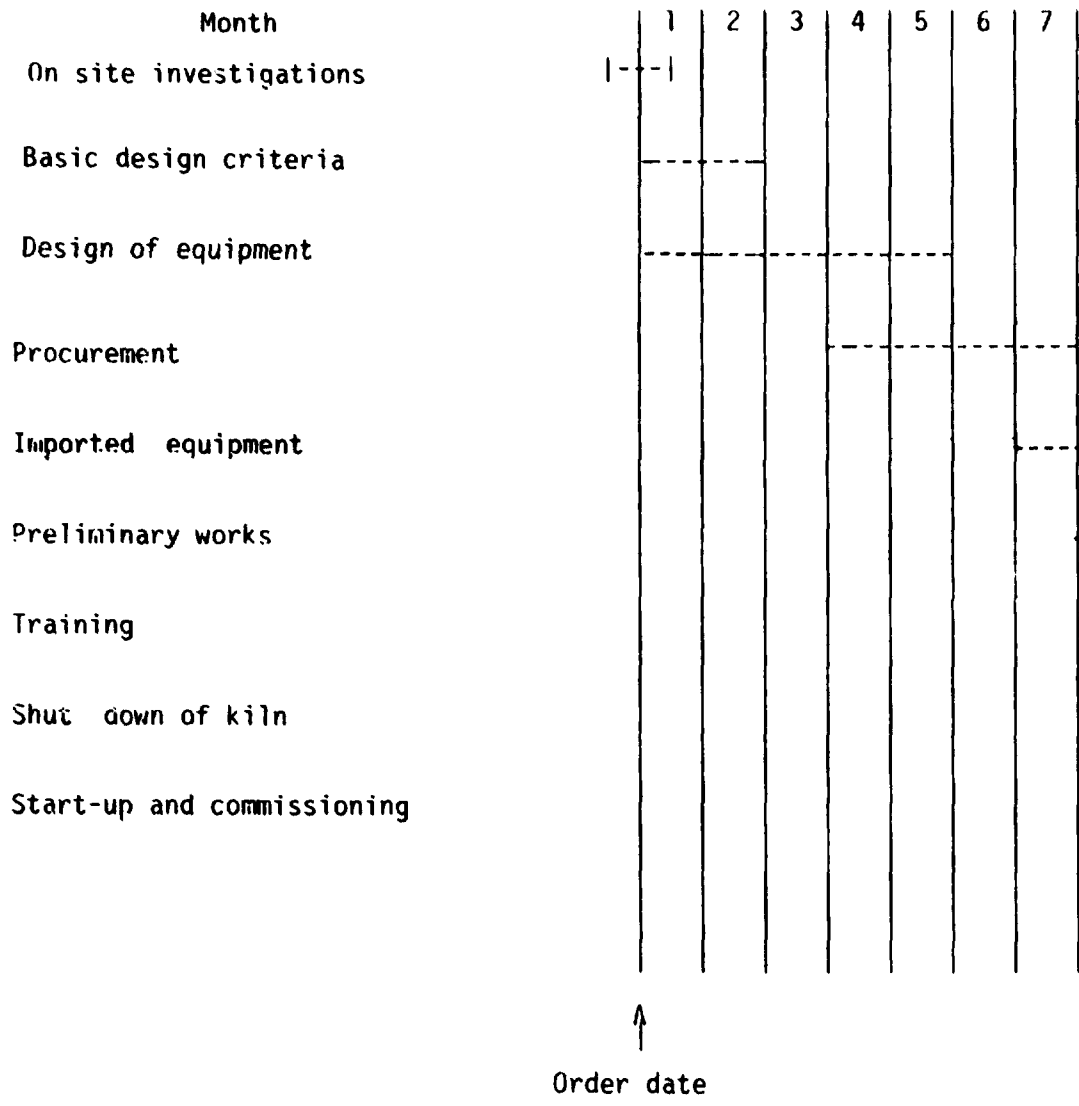
3.5.3. Refractory and insulating lining for the static heat exchanger

3.5.4. Insulating material

### 3.6. Instrumentation - Electricals

- CO and O<sub>2</sub> gas analyser with automatic gas sampler
- regulation loops for hydrate feed and fuel oil flow
- miscellaneous measurements (temperature, pressure, etc...)
- equipping of control room
- electrical power supply for new motors

TRANSFORMATION SCHEDULE



8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

#### 4. DETERMINATION OF INCREASE IN CAPACITY

The maximum hourly flow rate of a modified kiln is limited by the following :

- The entrainment of alumina which leads to an increase in the temperature of alumina exit and then to a heat loss ;
- Maximum capacity of induced air fan due to the increase of the gas flow and to the increase of entrainment of product ;
- Optimum operating factor, which to our experience is essentially a function of the life of refractories due to :
  - a. too high a temperature in the fume box,
  - b. too high a rotating speed of the kiln.

So to achieve an overall operating factor of 87 to 90 % it is advisable

- not to exceed a temperature at the fume box of 1,200°C,
- not to exceed a rotational speed of 1.6-1.7 RPM.

To this day in the five modified kilns now in operation the increase in capacity has been superior to 15 %.

##### 4.1. Temperature at fume box

The burner has been located at 35 m from the upper part of the kiln so that at 950 MTD of production, fume box temperature will not exceed 1,200°C (calculated temperature : 1,100°C).

To maintain a reasonable life time of the fume box lining, it is advisable not to exceed this temperature.

Nevertheless fan and motor capacities have been designed for higher production.

#### 4.2. Determination of rotating speed of the kiln

The flow rate of a rotary kiln is given by the following formula (Heiligenstaedt) :

$$P = 148 n \operatorname{tg} \alpha \varphi d^3 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \nu}{\sin \rho}$$

- n rotational speed of the kiln RPM
- $\nu$  angle of the kiln with the horizontal ( $\operatorname{tg} \nu = \text{slope}$ )
- $\rho$  dynamic angle of repose of the product
- $\varphi$  filling coefficient
- d internal diameter of the kiln

Apparent density of alumina in the kiln : 1 t/m<sup>3</sup>

The difficulty in applying this formula is to determine a mean value for  $\rho$  and  $\varphi$ . These values are changing along the kiln because of changing characteristics of the product during calcination.

We have determined these values from our experience with modified kiln (d = 3.2 m, slope 2 %), we found  $\rho = 23^\circ$ ,  $\varphi = 0.12$ .

These values have been determined for Sandy alumina calcination, (no more than 10 % in weight of particles smaller than 45  $\mu$ , SSA > 60 m<sup>2</sup>/g and a fume velocity not exceeding 9 m/s in the kiln (and 12 m/s in the restricted section of the upper end of the kiln). In that case entrainment of alumina from the kiln remains limited.

For ZHENG ZHOU kiln  $\text{tg } \nu \approx \sin \nu = 0.02$

$$\text{and } \text{tg } \alpha = \frac{0.02}{\sin 23} = 0.051$$

$$\text{At 850 MTD } n = \frac{850/24/60}{2.48 \times 0.12 \times 3.13 \times 0.051} = 1.3 \text{ RPM}$$

$$\text{At 950 MTD } n = 1.46 \text{ RPM}$$

Verification of fume velocity in the kiln at 950 MTD

- Volume of fume 12.41 Nm<sup>3</sup>/kg oil
- Volume of water (30 % of structural water) 198 Nm<sup>3</sup>/t Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Wet fume flow at kiln outlet  $\frac{950}{24} \times (12.4 \times 91.2 + 198) = 52,638 \text{ Nm}^3/\text{h}$   
namely at 1,100°C : 264,732 m<sup>3</sup>/h
- Section of the kiln : 8.04 m<sup>2</sup> Velocity : 9.14 m/s
- Restricted section at outlet of the kiln 6.24 m<sup>2</sup> V : 11.8 m/s

#### CONCLUSION

The modified kiln has been designed to operate on a nominal flow of 850 MTD. Minimum capacity will be 600 MTD. With reference to our past experience on modified kilns with same diameter 950 MTD of Sandy coarse alumina (SSA > 60 m<sup>2</sup>/g and less than 10 % < 45 μ) could be produced. This flow rate can be obtained if the existing hydrate feed and alumina handling toward the silo are able to handle this amount of alumina.

Nominal yearly capacity of the kiln should be  $850 \times 0.87 \times 365 = 270,000$  MTY. The maximum production of  $950 \times 0.87 \times 365 = 300,000$  MTY could be achieved for Sandy coarse alumina (SSA > 60 m<sup>2</sup>/g and less than 10 % < 45 μ) with an equipment in good working condition.



## 5. DETERMINATION OF NEW HEAT CONSUMPTION

Determination of the heat consumption of the kiln was calculated using the model described in Appendix II.

This method has been tested on existing modified kilns.

Simulations were carried out to find out the influence of certain parameters on the heat consumption.

The following parameters were explored :

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> production : 750 and 950 t/day
- Excess air at combustion : 5 %-35 %
- Moisture content in hydrate : 9 %-13 %
- Incoming parasite air : (including air slide of the electroprecipitator) : 5,000-30,000 kg/h (excluding air entering via kiln seal)
- Thickness of refractory : 0.15-0.25 m
- Alumina entrainment from kiln : 30 %-45 % of production
- % primary air in burner : 15 %-25 %
- Length of kiln : 74-79 m
- Position of burner

The following parameters remained unchanged :

- Air entering via kiln seal : 11,000 kg/h
- Alumina entrainment from cooler : 10 % production
- Geometrical characteristics other than length : slope 2 %, shell diameter 3.6 m, rotation speed 1.3 RPM
- Wind velocity : 5 m/s

### 5.1. Determination of saving on heat consumption

We have taken the following values for the parameters :

- Excess air at combustion : 5 %
- Moisture content in hydrate : 11 %

- Flow parasite air : 5,000 kg/h
- Thickness of bricks : 200 mm
- Entrainment from kiln in % production : 750 t/day 30 %  
950 t/day 40 %
- Primary air in % total combustion air : 15 %
- Calcination temperature : 1,070°C

We also drew up calculations by varying :

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> production : 750 and 950 t/day
- Gas temperatures exit kiln
- The 2 lengths of the kiln according to the 2 envisaged solutions :  
74 and 79 m

Results :

Flow Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> t/day	Kiln length m	Fume box	Position of burner	Specific consumption kcal/kg	T° at stack	T° of alumina exit kiln
750	79	1,000	35.7 m	895	132.4	644.2
950	79	1,100	35.8 m	900	135.3	723.5
750	74	1,050	33 m	900	134.1	688.1
950	74	1,100	35.3 m	900	135.3	766.9

We note that specific consumption will be approx. 900 kcal/kg.

Position of burner :

The position of the burner must satisfy 2 criteria :

- It must be such that the temperature in the fume box is not excessive
- Moreover, the temperature at the stack must not be too low (condensation at 80° at electroprecipitator cold points).

The burner can therefore be located between 30 and 40 m from the feed end of the kiln from the thermal point of view.

Savings on heat consumption :

The heat consumption given are those under steady operating conditions.

Fuel consumption before transformation\* : 122.6 kg/t i.e.

$$9,870 \times 122.6 = 1,210 \text{ kcal/kg}$$

Fuel consumption after transformation\*\* : 91.2 kg/t i.e.

$$9,870 \times 91.2 = 900 \text{ kcal/kg}$$

The saving is therefore : 31.4 kg fuel/t or 310 kcal/kg

## 5.2. Influence of parameters variation on fuel savings

### 5.2.1. Influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> production

There is little variation in specific consumption, whichever production alternative is adopted within the scope studied (750 and 950 t/day). This is due to the increase in alumina entrainment from the kiln with an increase in production. Increase in entrainment leads to an increase in the temperature of alumina exit kiln, which more than compensates for heat losses per tonne of alumina.

### 5.2.2. Influence of alumina entrainment from the kiln

As already mentioned in the preceding paragraph, increase in entrainment leads to an increase in the temperature of alumina exit kiln.

Assuming that entrainment from the kiln can be kept to 30 % of production at 950 t/day, consumption would be 890 kcal/kg :

Production	Specific consumption	Entrainment	T° of alumina exit kiln
950 t/day	900 kcal/kg	40 %	790°C
750 t/day	890 kcal/kg	30 %	735°C

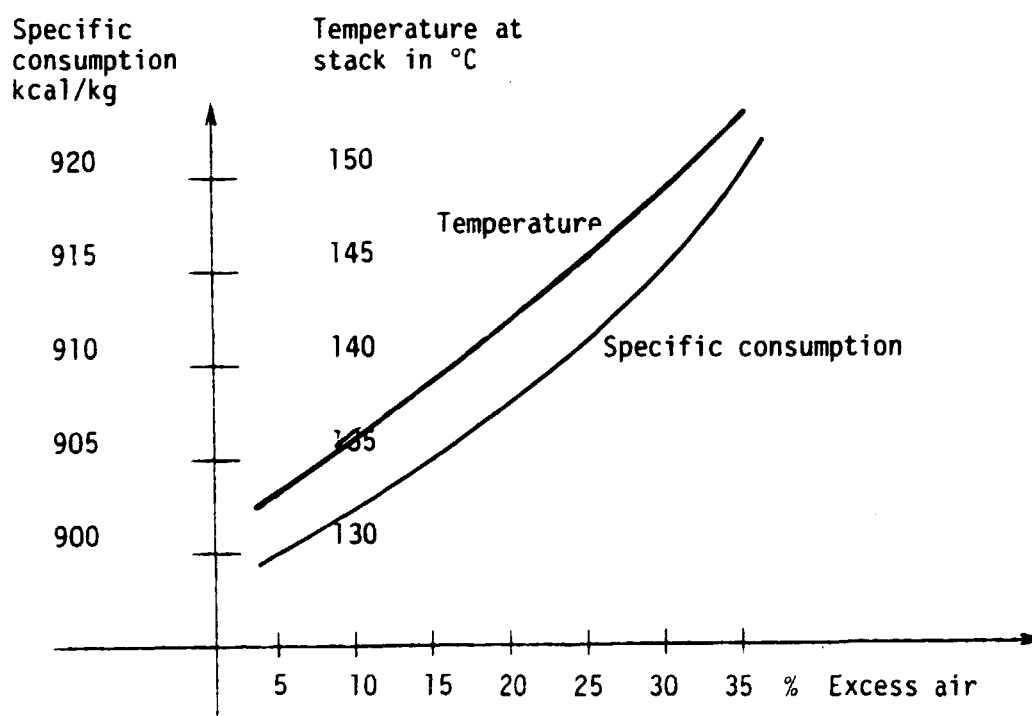
\* See Appendix I for heat balance before transformation

\*\* See Appendix III for heat balance after transformation

## 5.2.3. Influence of excess air at combustion

We varied the percentage of excess air at combustion for a production of 950 t/day.

% excess air	Specific consumption kcal/kg	Temperature at stack °C
5	900	132
15	905	139
30	915	148
35	920	151



Of course specific consumption and temperature rise at the stack when % of excess air at combustion increases. It is therefore advantageous to keep air in excess at the lowest possible percentage which is compatible with efficient combustion. With fume analysers it is common practice to operate with 5 % air in excess. However it may be necessary to increase air in excess if the temperature at stack is too low to avoid condensation at the cold points.

#### 5.2.4. Influence of moisture content in hydrate

A 1 % increase in moisture leads to a 5 kcal/kg increase in specific consumption and a decrease in temperature of the fumes at stack. The increase in specific consumption may be even higher if it is deemed necessary to increase excess air at combustion in order to raise the temperature above the admitted limit (125°C).

At 950 t/day we have for example :

Moisture content	T° at stack °C	Excess air %	Specific consumption kcal/kg	T° at stack °C	Excess air %	Specific consumption kcal/kg
9	149	5	890	149	5	890
10	141	5	895	141	5	895
11	132	5	900	132	5	900
12	121	5	905	125	10	908
13	115	5	910	125	17	917

It can be observed that if moisture content exceeds 12 % it is necessary to increase air in excess so that the gases at stack are at a temperature of 125°C.

#### 5.2.5. Influence of incoming parasite air

An increase in incoming parasite air leads to a slight increase in specific consumption and a drop in temperature of gases at stack. Specific consumption is higher if the amount of incoming air is such that it leads to too low a temperature at stack, thus necessitating an increase of air in excess at combustion to raise the said temperature to 125°C.

Example : at 950 t/day.

Flow of parasite air kg/h	Specific consumption kcal/kg	Excess air %	T° at stack °C
5,000	900	5	132
15,000	903	5	127
30,000	907	5	121
30,000	910	10	125

#### 5.2.6. Influence of a variation in the thickness of refractories

Thickness mm	Specific consumption kcal/kg	Heat losses kcal/kg
150	920	138
200	900	117
250	890	103

Generally speaking, optimum thickness for bricks lies between 200 and 250 mm. Brickwork 150 mm thick is not satisfactory and leads to excess consumption (20 kcal/kg) when compared to brickwork 200 mm thick.

#### 5.2.7. Influence of variation in the amount of primary air

Primary air does not play any part in recovering heat from alumina (that is in the process of being cooled). For a production of 950 t/day if primary air increases from 15 % to 25 %, specific consumption increases from 900 kcal/kg to 910 kcal.

#### 5.2.8. Geometric data

Within the scope studied (length of kiln 74 m and 79 m, position of burner 33-40 m) these parameters do not have a great influence on specific consumption.

5.2.9. Improvement of heat transfer from alumina in the process of being cooled

By adding a cyclone between kiln discharge end and the rotary cooler, it is possible to lower specific consumption to 860 kcal/kg, i.e. an extra saving of 40 kcal/kg.

## 6. DETERMINATION OF ELECTRIC CONSUMPTION AFTER TRANSFORMATION

### 6.1. Determination of power consumed by the exhaust fan according to production alternative

Variation of negative pressure in the kiln for a rated production :

- Of 850 t/day :

Fume flow : 126,000 m<sup>3</sup>/h

Negative pressure at fume box - 30 mm WG (water gauge)

Negative pressure cyclones inlet - 50 mm WG

Negative pressure exit cyclones - 130 mm WG

Negative pressure inlet cyclones - 280 mm WG

Negative pressure fan suction - 400 mm WG

- Of 950 t/day :

Fume flow : 140,000 m<sup>3</sup>/h

Negative pressure :  $400 \times \left(\frac{140}{126}\right)^2 = \underline{494 \text{ mm WG}}$

- Of 750 t/day :

Fume flow : 110,000 m<sup>3</sup>/h

Negative pressure :  $400 \times \left(\frac{110}{126}\right)^2 = \underline{305 \text{ mm WG}}$

Production	Required power	Hydraulic coupling efficiency	Calculated power
950 t/day	220 kW	96 %	229 kW
850 t/day	160 kW	90 %	178 kW
750 t/day	110 kW	85 %	130 kW

To take into account an increase in incoming parasitic air during operation due to degradation of air tightness of the kiln, the power of the exhaust fan motor selected will be 355 kW (French standard).



### 6.2. Primary air fan

At 950 t/day : flow 6,300 Nm <sup>3</sup> /h	2 m <sup>3</sup> /s	650 mm WG
calculated power	17 kW	
selected motor	22 kW	

### 6.3. Electric consumption

The table on the following page gives the list of motors and their corresponding power consumptions according to production alternative adopted (750 t/day, 850 t/day, 950 t/day).

Power consumptions which will remain unchanged, after kiln modification are not mentioned i.e. :

- power consumed by the electroprecipitator,
- power consumed by the cooler water circuit,
- power consumed by handling of calcined alumina.

A power consumption of 13 kWh/t can be retained, thus a saving of  $22.6 - 13 = 9.6$  kWh/t (due to the replacement of the large secondary air fan and of the exhaust fan).

## ELECTRIC CONSUMPTION

	Before transformation		After transformation			
	Installed power kW	Calculated power kW	Installed power kW	Calculated power		
				750	850	950
<u>List of motors</u>						
Conveyor belt	13	7	13	7	7	7
Feeder under hopper	7.5	5	7.5	5	5	5
Weighing conveyor	-		5	2.5	2.5	2.5
Feed screw	9.5	5	18.5	6.5	7	8.5
Kiln rotation	135	40	135	85	85	85
Cooler rotation	100	75	100	75	75	75
Blower fan*	260	240	22	16	18	20
Exhaust fan	650	280	355	130	178	229
Primary air fan	-	-	22	16	16	16
Fuel oil pump				5.0	5.5	6.0
Airslide heating (if necessary)	-	-	75	50	50	50
Airslide fluidisation	-	-	15	10	10	10
Miscellaneous				2	2	2
	kW					
TOTAL	1,250	707	768	410	461	516
	kWh/t					
		22.6		13.1	13.0	13.0

\* Replacement of blower fan and secondary air circuit.

## 7. ECONOMICAL ASSESMENT

### 7.1. Investment cost

#### 7.1.1. Basis of estimates

Costs of equipment and erection to be performed in China were estimated from the data given by the engineers of ZHENG ZHOU to the A.P. team during its stay in China in May 1983.

These data can be found on paragraph 7.1.2.

The basic criterion adopted is that maximum material and equipment will be purchased in the People's Republic of China.

Overseas procurements are kept to a minimum limited to very specific and proprietary items. Their erection cost is estimated at 5 % of their FOB price.

Price level : October 1983

Currency :

Figures are given in YUANS, with the following conversion rates :

1 YUAN = 3.76 French Francs

1 YUAN = 0.495 Dollar

Taxes :

No taxes have been taken into account.

Transport and freight :

ZHENG ZHOU data include transport costs. For imported supplies an average rate of 20 % on FOB costs is applied for ocean freight plus 10 % for the transportation from port to ZHENG ZHOU.

Engineering :

Engineering costs includes basic and detailed engineering.

Know-how and Royalties :

Know-how and royalties have been entered as the equivalent of 9 months of saving of fuel oil at world market price (US\$ 190 per ton). Of course after commercial discussion it might be possible to spread over several years the payment of this amount.

Technical assistance :

To assist the owner during erection and start-up, the contractor will send specialists to ZHENG ZHOU.

The delegation of the corresponding personnel will entail foreign exchange expenses as well as Yuan expenses.

The expenses taken into account are approximate, and will be discussed between the owner and the contractor, in due time.

Owner's costs :

This item covers the expenses related to the ZHENG ZHOU personnel in charge of the project, i.e. purchasing, design, construction management, and all temporary facilities required during the construction. They have been estimated at 3 % of the direct cost.

Contingencies :

Contingencies are an amount estimated to cover unforeseen costs (except force majeure items), which are regularly encountered but difficult or impossible to pin point, such as :

- civil work due to soil conditions,
- atmospheric conditions,
- errors in estimates and omissions,
- etc...

## 7.1.2. Cost data gathered in ZHENG ZHOU

a. Excavation	3.5 Y/m <sup>3</sup>
b. Concrete including reinforcing steel and forms :	
- with 25 to 30 kg of steel per m <sup>3</sup>	147 Y/m <sup>3</sup>
- per extra kg of steel	0.8 Y/m <sup>3</sup>

c. Structural steel (supplied and erected)		
- heavy frame building	1,730	Y/t
- walkways	2,415	Y/t
- stairs	1,700	Y/t
d. Piping (supplied and erected)		
mean diameter 100 mm	2,100	Y/t
e. Electrical		
Cost per horse power installed :		
- motors	125	Y/HP
- cables	100	Y/HP
- switch-gear and accessories	55	Y/HP
- transformers	110	Y/HP
	Total	390 Y/HP
f. Instrumentation		
Cost installed :		
- temperature (measured and recorded)	5,000	Y/unit
- pressure ( " " )	5,000	Y/unit
- flow meter ( " regulated)	12,000	Y/unit
- Weigh scale ( " " )	16,000	Y/unit
g. Insulation		
Cost per m3 for equipment item	1,350	Y/m3
" " piping	1,120	Y/m3
h. Refractories		
Bricks or concrete	912	Y/m3
i. Transport		
For imported equipment, from port to plant site : 10 % of the equipment cost.		
j. Escalation		
No escalation or if needed included in the prices.		
k. Platework (supplied and erected)		
	2,800	Y/t
	(including cyclones)	

## 1. Fan

Similar to existing exhaust fan

130,000 Y

Including :

- motor
- erection
- civil works

## 7.1.3. Cost estimate

## SUMMARY

	In thousand YUANS		
	Local	Foreign expenses	Total
DIRECT COSTS	2,095	405	2,500
INDIRECT COSTS			
- Engineering		580	580
- Construction supervision	24	135	159
- Training and start-up	20	121	141
- Owner's costs	85		85
- Know-how and royalties	-	2,380	2,380
TOTAL 1	2,224	3,621	5,845
Contingencies	334	186	520
GRAND TOTAL	2,558	3,807	6,365

DIRECT COSTS

	Unit prices Yuans	Quantity	In thousand Yuans		
			Local	Imported	Total
<u>CIVIL WORK</u>			<u>25</u>	-	<u>25</u>
Column footings	185	70 m3	13		13
Longitudinal beams	"	18 "	3,5		3,5
Slab	"	26 "	4,8		4,8
Miscellaneous			3,7		3,7
<u>STRUCTURE STEEL</u>			<u>260</u>	-	<u>260</u>
Heavy structure	1 730	133 t	230		230
Walkways	2 415	4 t	10		10
Stairs	1 700	4,5 t	8		8
Miscellaneous	2 415	5 t	12		12
<u>EQUIPMENT</u>			<u>1,306</u>	<u>229</u>	<u>1,535</u>
Belt conveyor	13 000	1 u	13		13
Hydrate hopper	2 800	2 t	5,6		5,6
Hydrate screew		1 u	56		56
Venturi and ducts	2 800	43,5 t	121,8		121,8
Expansion joints	4 500	4,3 t	19,4		19,4
Flap valves	7 000	1,7 t	11,9		11,9
Cyclones	2 800	22 t	61,6		61,6
Fume flue before cyclone	2 800	11,7 t	32,8		32,8
Fume box	2 800	9 t	25,2		25,2
Refractory steel accessories	10 000	3 t	30		30
Retractable support	3 500	2,5 t	8,8		8,8
Overlapping seal end of kiln		1 u	58,8		58,8
Firing equipment including:			43	210	253
. Main burner					
. Fan					
. Preheating burner					
. Fuel oil rotating seal					

## DIRECT COSTS

(continued)

	Unit prices Yuans	Quantity	In thousand Yuans		
			Local	Imported	Total
Electrical trolley			21		21
Burner support	4 000	2,2 t	8,8		8,8
Oil rotating seal support	2 800	1 t	2,8		2,8
Fuel oil feeding system			204		204
Exhaust fan (variable speed)	170 000	1 u	170		170
Primary air fan (preheating)	6 000	1 u	6		6
Secondary air fan	21 000	1 u	21		21
Miscellaneous platework	3 500	3 t	10,5		10,5
Refractory concrete		5,5 t	3	19	22
Oven for drying concrete			70		70
Refractories	912	175 m3	160		160
Insulation	1 150	70 m3	80,5		80,5
Miscellaneous (hoists ...)			60,5		60,5
<u>PIPING AND FITTING</u>			<u>29</u>	<u>-</u>	<u>29</u>
Pipes	2 100	7 t	14,7		14,7
Valves			5,4		5,4
Insulation	1 120	8 m3	8,9		8,9
<u>ELECTRICAL EQUIPMENT</u>			<u>76</u>	<u>-</u>	<u>76</u>
Including motor and lighting					
<u>INSTRUMENTATION</u>			<u>285</u>	<u>133</u>	<u>418</u>
Pressure and temperature measurement			175		175
Weighing scale	16 000	1 u	16		16
Fuel oil flow meter		1 u	12		12
Weighted hopper		1 u	5	29	34



DIRECT COSTS

(continued)

	Unit prices Yuans	Quantity	In thousand Yuans		
			Local	Imported	Total
Gas analyzer		1 u	15	104	119
Miscellaneous (tachometers..)			42		42
Panel, telephone ...			20		20
<u>PRELIMINARY WORKS</u>			<u>45</u>		<u>45</u>
Dismantling					
Displacement (of cables, walkways ...)					
<u>SPARES</u>			<u>69</u>	<u>43</u>	<u>112</u>
TOTAL DIRECT COSTS			2,095 =====	405 =====	2,500 =====

## 7.2. Operating cost saving

After modification of the kiln, there will be a saving on electrical power consumption and on kiln maintenance. However this saving, though appreciable is negligible in comparison of the fuel oil saving. Therefore only this latter has been taken into account.

The fuel oil saving will be 31.4 kg per ton of calcined alumina.

Assuming the following :

- production rate of the kiln : 850 t/day
- operating factor of the kiln: 0.9
- fuel oil price, 2 hypothesis are envisaged :
  - . 100 \$/ton (202.02 Yuans)
  - . 190 \$/ton (383.84 Yuans)

Then the annual fuel oil saving will be :

$$- \frac{31.4}{1,000} \times 850 \times 365 \times 0.9 = 8,768 \text{ tons}$$

And, depending on the oil price, the cost saving will be :

- 8,768 t x 202.02 Y  $\approx$  1,771,000 Yuans
- 8,768 t x 383.84 Y  $\approx$  3,365,000 Yuans

Note :

100 \$ is the domestic price in China given to A.P.'s team during their stay in ZHENG ZHOU.

190 \$ is the average world price.

## 7.3. Profitability

### 7.3.1. Pay back period

Depending on the fuel oil price taken into account, the pay back period is :

- 3.59 years for 100 \$/t oil
- 1.89 " " 190 \$/t oil

### 7.3.2. Rate of return

The rate of return has been calculated according to the following assumptions :

- 100 % equity
- before tax
- without escalation on fuel oil price
- investment expenses period : 1 year
- life of the project : 15 years

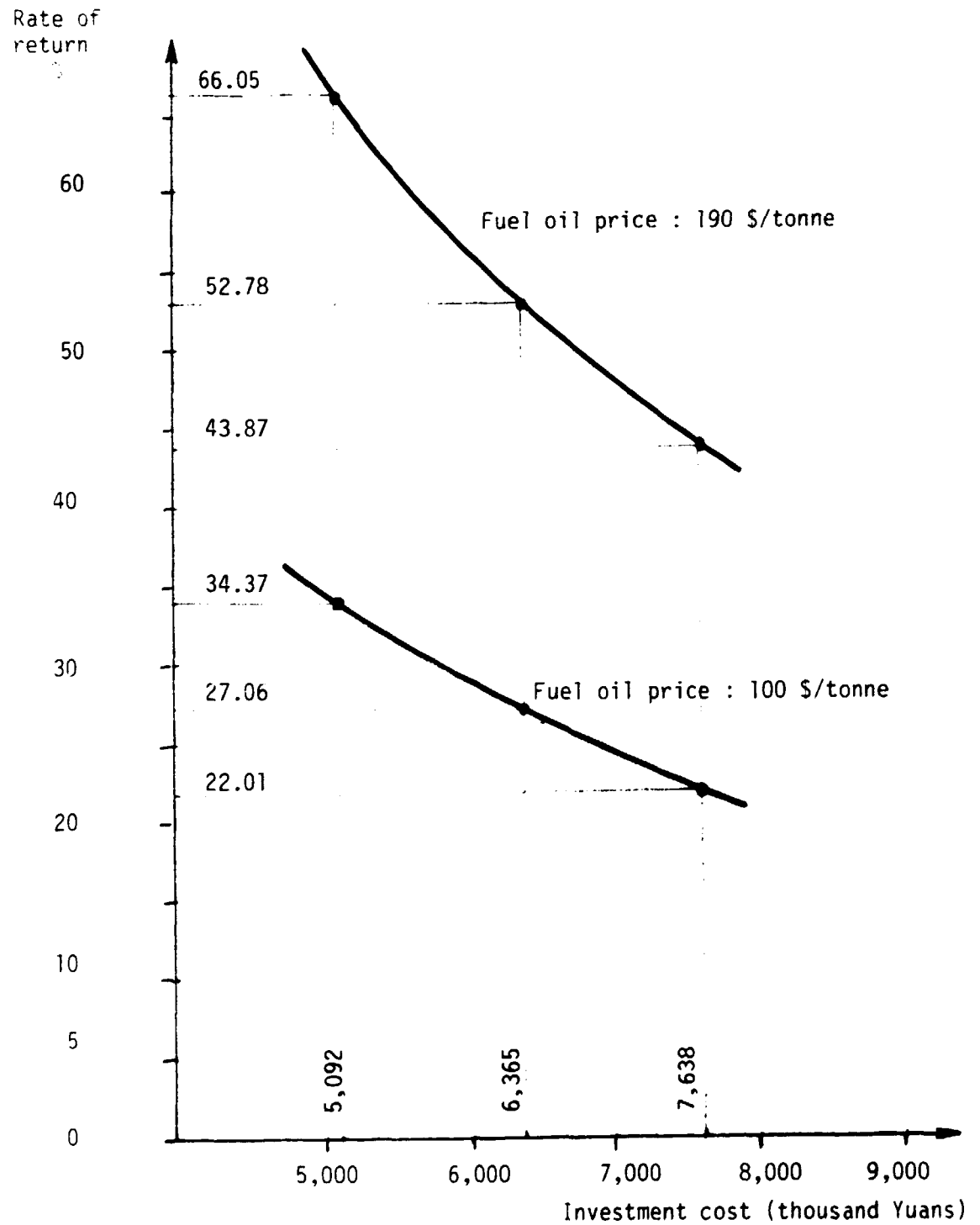
Then the rate of return is :

- fuel oil at 100 \$/t : 27,06 %
- fuel oil at 190 \$/t : 52,78 %

### 7.3.3. Sensitivity

In order to show how the profitability of the project can be altered, we checked the impact of changes in the investment cost in a range of  $\pm 20$  %.

The results are shown on the following diagram.



Note :

Cash flow calculation is given in Appendix V.

## 8. NEW FLASH CALCINER ALTERNATIVE

For some years, new types of calciners, with low fuel oil consumption have been developed.

Up to now a few stationary calciners (circulating fluid bed calciner) are in operation in the alumina industry, with an oil consumption about 30 % lower than in a conventional rotary kiln.

Recently, a new system has been developed, first in the cement then in the alumina industry : the flash calciner.

The overall operating cost of the latter is similar to the fluid bed type but with a lower investment cost.

After a guide description of the flash type calciner and in accordance with the contract, an economic comparison between the modification of kiln n° 2 and the implementation of a new calciner of the flash type has been made.

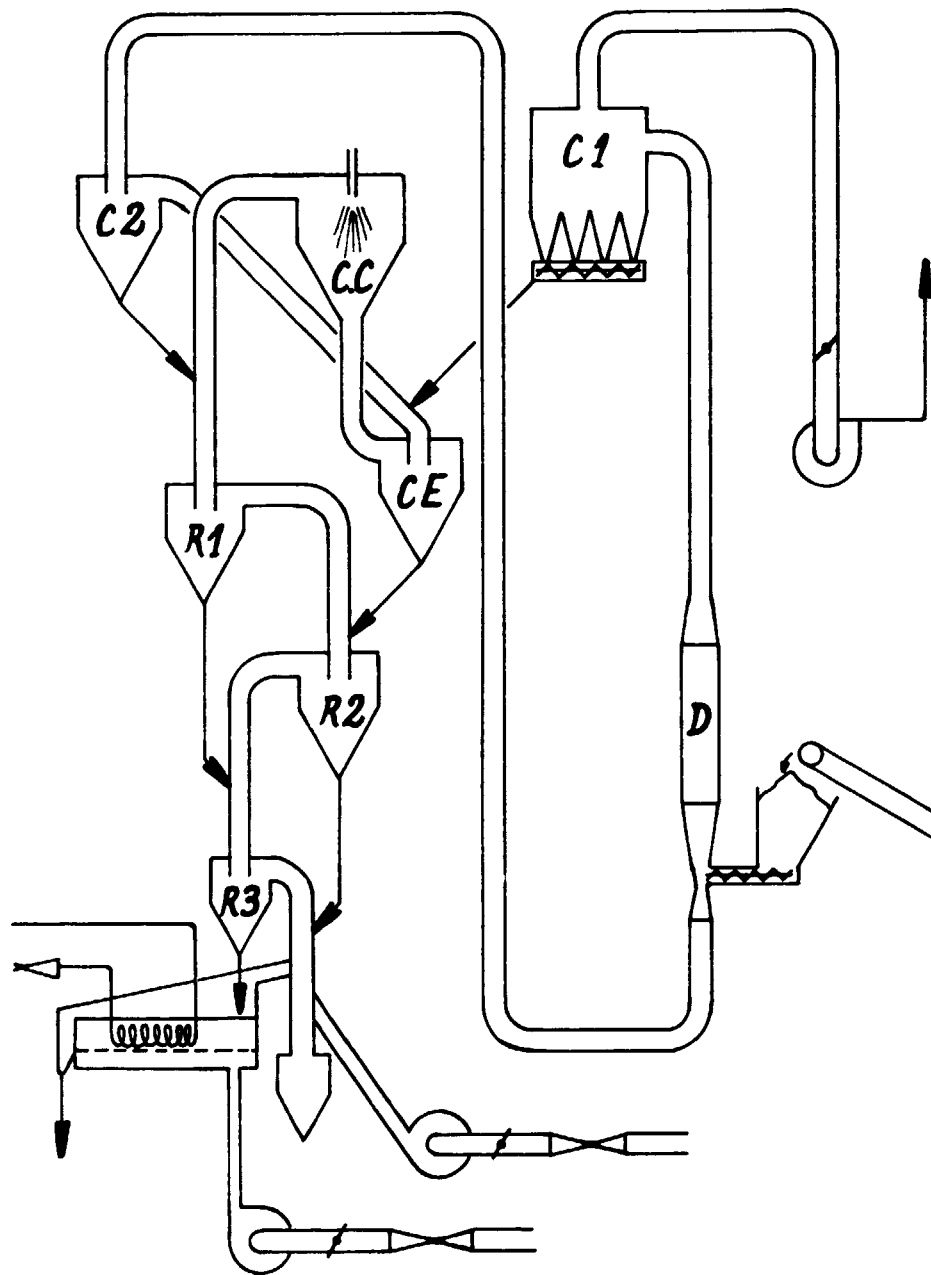
### 8.1. Principle and process of flash calciner

#### 8.1.1. Principle

The alumina is calcined in gas suspension during a short retention time (a few seconds) at the calcination temperature in a flash reactor. The heating and cooling of the alumina take place in a serie of cyclones.

#### 8.1.2. Process description (Represented on the flow diagram page 38 )

A flash calciner has three processing zones :  
preheating, calcining and cooling



FLOW DIAGRAM OF A FLASH CALCINER

Preheating zone :

It consists of :

- a vertical venturi flash dryer (D) to dry the wet hydrate
- a multicyclone (C1) to separate the dried hydrate from the exhaust gases
- an electrostatic precipitator for dedusting the exhaust gases
- an exchange cyclone (C2) to preheat the dried hydrate with the hot gases leaving the cyclone (CE).

Calcining zone :

It consists of :

- a combustion chamber (reactor) (CC), in which fuel oil is introduced through several burners located at the top
- a cyclone (CE) separating the calcined alumina from the hot gases

Cooling zone

It consists of :

- a set of three cooling cyclones (R1), (R2), (R3) acting as heat exchanger between the hot calcined alumina and the secondary combustion air
- a final fluidised bed cooler to cool the calcined alumina down to a temperature suitable for handling and storage

### 8.1.3. Heat consumption

Heat balance of a flash calciner is dealt within Appendix IV.

Specific fuel consumption would therefore be 760 kcal/kg. This consumption varies slightly according to the capacity of the kiln and the quality of insulation. The chosen insulation for this study corresponds to heat losses of 2,500 th/h.

The difference is broken up as follows :

- 50 kcal/kg due to reduction in heat losses
- 90 kcal/kg due to improved heat transfer on alumina in the process of being cooled, thanks to the 3 cyclone stages.

It has also to be noted that specific consumption will be as low as 860 kcal/kg for a modified rotary kiln equipped with satellite coolers.

This shows that further to the proposed modification of kiln n° 2, an improvement could be achieved in heat consumption, by adding a cyclone between the kiln and the existing cooler ; however with a higher investment cost.

#### 8.1.4. Electric consumption

The list of motors, installed power and calculated power is found in Appendix IV (at 950 t/day). Electric consumption per tonne Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is 16.5 kWh (power consumption of electrostatic-precipitator, alumina feed and the cooler water circuit have been left out).

The difference in consumption between the flash calciner and the modified kiln is therefore  $16.5 - 13 = 3.5$  kWh/t in favour of the rotary kiln.

#### 8.1.5. Alumina quality

Different types of alumina can be distinguished according to degrees of calcination :

##### 8.1.5.1. Floury type alumina

Calcined at a high temperature ( $> 1,150^{\circ}\text{C}$ ) often using a fluorure based mineral agent to facilitate transformation into alpha alumina. This type of alumina is known as "floury alumina" because of its angle of repose. The high alpha content alumina is fragile and breaks easily during handling. This does not represent any drawback because the properties of this type of alumina are such, that there is little



dust during handling. Attrition is no concern for this type of alumina.

This quality of alumina is used in the pots equipped with discontinuous peripheral feeding system that are not equipped with dry gas cleaning process. This quality of alumina is also used for certain non metallurgical applications.

Only calcination in a rotary kiln makes it possible to obtain alumina at more than 90 % alpha on account of the flow characteristics of this alumina. This quality of alumina is still produced in the modified kilns at Gardanne. It cannot be produced in a static calciner.

#### 8.1.5.2. Sandy type alumina

Calcined at a lower temperature without mineral agent. This is the so called "sandy alumina" because of its flow characteristics (angle of repose). The % of fine particles must be at its lowest permissible level to avoid swirls during handling.

This type of alumina, must be used on electrolysis cells equipped with a dry gas cleaning process.

This type of alumina can be obtained in both rotary kiln and static calciner.

As far as attrition is concerned, it is mainly dependent on gas velocity in the precalcination zone in the calciner, whether in a modified rotary kiln or a flash calciner (for a given quality of hydrate to be calcined).

For alumina qualities tested, it was possible to limit attrition to a 2 % increase at 45  $\mu$  underscreen by limiting gas velocity. An important point to note is that no grain size smaller than 15  $\mu$  underscreen appear. The fine grain size ( $< 15 \mu$ ) is the cause of dust during handling. It is therefore the largest grains which break thus resulting in a favourable narrowing of the grain range.

## 8.2. Economical comparison between a new flash calciner and a modified existing rotary kiln

### 8.2.1. Cost estimate of a flash calciner

	Local	Imported*	Total
DIRECT COSTS	6,878	1,228	8,106
INDIRECT COSTS			
- Engineering		1,350	1,350
- Construction supervision	60	295	355
- Training and start-up	30	180	210
- Owner's costs	160		160
TOTAL 1	7,128	3,053	10,181
Contingencies	1,069	450	1,519
GRAND TOTAL	8,197	3,503	11,700

\* Sources : Fives Cail Babcock

### 8.2.2. Economical comparison

The profitability of the modification of the kiln n° 2 is given in chapter 7.3.

The profitability of a new flash calciner has been calculated with the same assumptions as in chapter 7. , except the investment expenses period which is 20 months. So the expenditure schedule is :

- 1st year : 6,700,000 Yuans
- 2nd year : 5,000,000 Yuans

The expected fuel oil saving is 45.6 kg per ton of calcined alumina, or 12,733 t/year.

Then the cost savings per year are :

- with a fuel oil price of 100 \$/t : 2,572,000 Yuans
- with a fuel oil price of 190 \$/t : 4,887,000 Yuans

and accordingly the pay back period and the rate of return for a flash calciner are :

- 4.55 years and 19.04 %
- 2.39 years and 37.22 %

to be compared to :

- 3.59 years and 27.06 %
- 1.89 year and 52.78 %

for the modification of kiln n° 2.

### 8.2.3. Conclusion

As seen it is more profitable to modify the kiln n° 2 than to install a new calciner.

As a matter of fact, in a new plant, the flash calciner is certainly a better solution than a rotary kilns (lower investment and lower fuel oil consumption). But in an existing plant with rotary kilns, it is more profitable to have them modified, not only due to a good rate of return but also for its low investment cost.

APPENDIX IHEAT BALANCE OF KILN BEFORE MODIFICATIONData

Fuel composition : C 86 %  
                   H 12,7 %  
                   S 0,5 %  
                   N2 0,4 %

Net heat of combustion : 9,780 kcal/kg fuel oil

Fuel temperature at burner : 150°C

Fuel flow : 3,739 kg/h

Al2O3 feed : 30.5 t/h (732 t/day)

Hydrate temperature : 40°C

Moisture content in hydrate : 11 %

Temperature at stack : 220°C

O2 content at stack : 12 %

CO2 content at stack : 6 %

Temperature of alumina exit kiln : 1,014°C

Secondary air temperature : 311°C

Alpha content in alumina produced : 36 %

Ambiant temperature : 25°C

Preliminary calculations

(See Appendix II for combustion calculations)

Air required for combustion : 11.14 Nm<sup>3</sup>/kg fuel oil

Secondary air flow (no primary air)  $11.14 \times 1.302 \times 3,739 = 54,231$  Nm<sup>3</sup>/h

- Composition : N2 11.33 Nm<sup>3</sup>/kg

                  O2 3.013

                  H2O 0.160

Moist flue products : 11.85 Nm<sup>3</sup>/h

- Composition of combustion products with excess air e and including water from alumina

N2  $8.7085 (1 + e) + 0.0032$

CO2 1.6038  
 SO2 0.0035  
 O2 2.3146 e  
 H2O  $1.5346 + 0.1234 e + \frac{894}{122.6}$

	Exit kiln (30.2 %)	Stack (141 %)
N2	11.3417	20.991
CO2	1.6038	1.6038
SO2	0.0035	0.0035
O2	0.7	3.264
H2O	8.864	9

Heat balance (basis 25°C)

Entries :		kcal/kg
- Sensible heat from fuel (150°C)	$0.479 (150 - 25) 122.6$	7.3
- Fuel	$9,870 \times 122.6$	1,210
- Parasite air at 25°C		0
- Secondary air at 311°C	N2 $0.317 \times (311 - 25) \times 11.33 \times 122.6 \times 10^{-3}$ O2 $0.339 \times (311 - 25) \times 3.013 \times 122.6 \times 10^{-3}$ H2O $0.372 \times (311 - 25) \times 0.16 \times 122.6 \times 10^{-3}$	125.9 35.8 2
- Sensible heat from dry hydrate at 40°C	$0.443 \times (40 - 25)$	6.6
- Hydrate moisture sensible heat at 40°		2.8
		<hr/> 1,390.4

Exits :		
- Reaction heat	$478.4 - 0.36 \times 44.1$	462.5
- Sensible heat from alumina at 1,014°C	$0.36 \times 0.271 (1,014 - 25)$ $0.64 \times 0.2475 (1,014 - 25)$	96.5 156.7
- Evaporation of hydrate moisture	$\frac{0.11}{0.89} \frac{156}{102} \times 583.4$	110.3
- Heat from fumes at 220°C		
N2	$0.315 \times (220 - 25) \times 20.9907 \times 122.6 \times 10^{-3}$	158
CO2	$0.447 \times (220 - 25) \times 1.6038 \times 122.6 \times 10^{-3}$	17
O2	$0.337 \times (220 - 25) \times 3.2636 \times 122.6 \times 10^{-3}$	26.3
SO2	$0.465 \times (220 - 25) \times 0.0035 \times 122.6 \times 10^{-3}$	-
H2O	$0.369 \times (220 - 25) \times 9 \times 122.6 \times 10^{-3}$	79.4
- Heat loss from shell		P

---

1,106.7 + P

Heat loss can be deduced by difference : P = 283.7 kcal/kg

$283.7 \times 30.5 = 8,653 \text{ th/h}$

$$\text{Kiln efficiency} : \frac{572.8}{1,210} = 47.3 \%$$

Incoming parasite air :  $11.14 (1.41 - 0.302) \times 3,739 = 46,150 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Specific heat of the different elements

- For gasses in cal/mole/°K at temperature T

$$\begin{aligned} \text{N}_2 & 6.66 + 1.02 \cdot 10^{-3} T \\ \text{O}_2 & 7.16 + 10^{-3} T - 0.4 \cdot 10^5/T^2 \\ \text{CO}_2 & 10.55 + 2.16 \cdot 10^{-3} T - 2.04 \cdot 10^5/T^2 \\ \text{SO}_2 & 10.38 + 2.54 \cdot 10^{-3} T - 1.42 \cdot 10^5/T^2 \\ \text{H}_2\text{O} & 7.17 + 2.56 \cdot 10^{-3} T + 0.08 \cdot 10^5/T^2 \end{aligned}$$

Average heat between 298 and T°K in cal/mole

$$\begin{aligned} \text{N}_2 & 6.66 (T - 298) + 0.51 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) \\ \text{O}_2 & 7.16 (T - 298) + 0.5 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + 0.4 \cdot 10^5 (1/T - 1/298) \\ \text{CO}_2 & 10.55 (T - 298) + 1.08 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + 2.04 \cdot 10^5 (1/T - 1/298) \\ \text{SO}_2 & 10.38 (T - 298) + 1.27 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + 1.42 \cdot 10^5 (1/T - 1/298) \\ \text{H}_2\text{O} & 7.17 (T - 298) + 1.28 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + 0.08 \cdot 10^5 (1/T - 1/298) \end{aligned}$$

Average specific heat in kcal/Nm<sup>3</sup>/°C :

	between 25 and 220°C	between 25 and 311°C
N <sub>2</sub>	0.315	0.317
O <sub>2</sub>	0.337	0.339
CO <sub>2</sub>	0.447	
SO <sub>2</sub>	0.465	
H <sub>2</sub> O	0.368	0.372

- For solids in cal/mole/°K at T

$$\begin{aligned} \text{A1203 } \alpha & 27.43 + 3.06 \cdot 10^{-3} T - 8.47 \cdot 10^5/T^2 \\ & \text{gamma } 16.37 + 11.2 \cdot 10^{-3} T \\ \text{A1203 } 3\text{H}_2\text{O} & 14.63 + 100.2 \cdot 10^{-3} T \end{aligned}$$

Average heat between 25 and t°C in cal/mole

$$\begin{aligned} \alpha & 27.43 (T - 298) + 1.53 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + 8.47 \cdot 10^5 (1/T - 1/298) \\ \text{gamma} & 16.37 (T - 298) + 5.6 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) \\ \text{A1203 } 3\text{H}_2\text{O} & 14.63 (T - 298) + 50.1 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) \end{aligned}$$

Average specific heat :	°C	Cp kcal/Nm <sup>3</sup> /°C
alpha	1,014	0.271
gamma	1,014	0.2475
A1203 3H2O	40	0.443

Heat from fuel (according to Perry - Chemical Engineers Handbook)

$$C_p 15^\circ\text{C} = \frac{0.388 + 0.00045 (32 + 1.8 \times 25)}{P}$$

$$C_{pT} = \frac{0.388 + 0.00045 (32 + 1.8 t)}{P}$$

$$C_{\bar{p}} = \frac{C_p 15^\circ\text{C} + C_{pT}}{2}$$

i.e.  $D = 0.98$  at  $15^\circ\text{C}$

$$C_p 15^\circ\text{C} = 0.423$$

$$C_p 150^\circ\text{C} = 0.535$$

$$C_{\bar{p}} = 0.479$$

APPENDIX IIDESCRIPTION OF CALCULATION MODEL FOR A KILN WITH PRECALCINATION STAGE AT FEED  
END1. Combustion

Fuel composition % C, % H, % S, % N

fuel density at 15°C

Composition of air at 20°C with 50 % moisture content

O<sub>2</sub> 1 kgN<sub>2</sub> 3.292 kgH<sub>2</sub>O 0.030 kg

Air required for combustion as a function of fuel oil composition :

 $V_a \text{ Nm}^3/\text{kg} = 3.371 (2.667 C + 7.937 H + 0.998 S)$ Volume of air at combustion :  $V_a (1 + e)$  e = excess air

Flue products :

 $V_f \text{ Nm}^3/\text{kg} = 8.99 C + 32.311 H + 3.364 S + 0.8 N$ 

Volume of wet fumes ( apart from wetness from product) :

 $V_f + e V_a$ 

Composition of fumes as a function of excess air :

N<sub>2</sub>  $22.4/28 (1 + e) (8.78 C + 26.129 H + 3.285 S) + 22.4/28 N$ CO<sub>2</sub>  $22.4/44 \times 3.664 C$ SO<sub>2</sub>  $22.4/64.07 \times 1.998 S$ O<sub>2</sub>  $22.4/32 e (2.667 C + 7.937 H + 0.998 S)$ H<sub>2</sub>O  $22.4/18 (0.08 C + 9.167 H + 0.03 S) + 22.4/18 \ 0.03 e (2.667 C + 7.937 H + 0.998 S)$ 2. Dehydration model

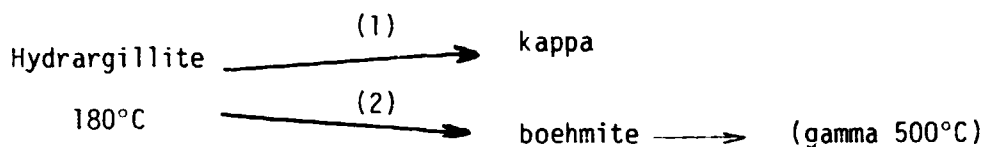
Dehydration of hydrargillite after elimination of wetness depends on :

- the rise in temperature programme
- the alumina grain size

Dehydration begins at 180°C and leads to a mixture of boehmite and kappa type alumina, followed by gamma type alumina if the temperature exceeds 500°C.



During this procedure two changes occur at the same time :



(1) is favoured by a dry atmosphere, a gradual rise in temperature and a fine grain size.

(2) is favoured by a wet atmosphere, a rapid rise in temperature and a large grain size.

We have adopted the following model on account of the comments cited above :

Dehydration is assumed to take place in 4 sequences ; the first two take place in the precalcinator stage and the last two in the rotary kiln.

1st sequence : a fraction of the hydrargillite is transformed into boehmite.

2nd sequence : the residual hydrargillite is transformed into kappa alumina.

The transformations hydrargillite to kappa and hydrargillite to gamma have very similar heat results (- 465.7 kcal/kg for kappa and - 478.4 kcal/kg for gamma).

In the model we put kappa and gamma into the same category vis a vis heat results.

3rd sequence : transformation of boehmite into gamma.

4th sequence : partial transformation of gamma into alpha as a function of calcination.

The transformation gamma to alpha is exothermic (+ 44.1 kcal/kg).

### 3. Calculation model

Experience has shown that a difference of approx. 20°C persists between gas and solid after separation in the cyclones. Cyclone efficiency was taken at 90 %. Incoming parasite air and alumina entrainment in the kiln are taken into account.

The calculation is done by successive reiteration starting from the heat exchanger at the feed end and continuing to the discharge end of the rotary kiln.

We fixed a value for specific consumption and chose the value of the gas temperature exit kiln. An initial calculation by successive reiteration makes it possible to balance the heat balance on the heat exchanger at feed end for these data. The calculation is continued per section of length of the rotary kiln. The amount of heat exchanged is calculated from the heat transfer relations by convection and radiation. The thermal balance makes it possible to deduce the temperatures of gas entering the section and alumina being discharged from the section.

The calculation continues till the alumina calcination temperature is reached. The corresponding length indicates burner position.

The same type of calculation is used in the alumina cooling stage right to the final balance.

If the calculated temperature of secondary air is different from that established by the heat recovery capacity of the cooler, the whole calculation is repeated with a new value for specific consumption.

## APPENDIX III

## 1. HEAT BALANCES OF MODIFIED KILN

## 1.1. 950 t/day - kiln length : 79 m

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> feed : 39,580 kg/h  
 Hydrate temperature : 40°C  
 Moisture content in hydrate : 11 %  
 Specific consumption : 900 kcal/kg - 91,2 kg/t  
 Temperature at stack : 135.3°C  
 Excess air at stack : 36.14 %  
 Alumina temperature exit kiln : 723.5°C  
 Secondary air temperature inlet : 182°C  
 Alpha alumina content : 36 %  
 Composition of fumes (see Appendices I and II)  
 Excess air : 36.14 % at stack

N <sub>2</sub>	11.86	} Nm <sup>3</sup> /kg fuel
CO <sub>2</sub>	1.6038	
SO <sub>2</sub>	0.0035	
O <sub>2</sub>	0.8365	
H <sub>2</sub> O	11.38	

Mean specific heat :

	kcal/Nm <sup>3</sup>  °C 135.3°C	kcal/Nm <sup>3</sup>  °C 182°C
N <sub>2</sub>	0.313	0.317
O <sub>2</sub>	0.32	0.325
CO <sub>2</sub>	0.43	
SO <sub>2</sub>	0.45	
H <sub>2</sub> O	0.357	0.367

Specific heat of alumina :

	°C	C <sub>p</sub>	°C	C <sub>p</sub>
Alpha	723.1	0.263	182	0.224
Gamma	723.1	0.231	182	0.202

Secondary air of combustion (85 % total air)

$$\text{N}_2 \quad 8.708 \times 1.05 \times 0.85 = 7.77$$

$$\text{O}_2 \quad 2.3146 \times 1.05 \times 0.85 = 2.066$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 0.123 \times 1.05 \times 0.85 = 0.11$$

Heat balance

	kcal/kg	
Entries :		
Heat from fuel $0.479 (150 - 25) 91.2 =$	5.5	
Fuel combustion $9,870 \times 91.2$	900	
Secondary air of combustion at $182^\circ\text{C}$ :		
- $\text{N}_2 \quad 7.77 \times 91.2 (182 - 25) \times 0.317 \cdot 10^{-3}$	35.3	} 45.5
- $\text{O}_2 \quad 2.066 \times 91.2 (182 - 25) \times 0.325 \cdot 10^{-3}$	9.6	
- $\text{H}_2\text{O} \quad 0.11 \times 91.2 (182 - 25) \times 0.367 \cdot 10^{-3}$	0.6	
Heat from hydrate at $40^\circ\text{C}$	6.6	} 9.4
Hydrate moisture sensible heat	2.8	
Alumina entrainment (10 %) at $182^\circ\text{C}$ :		
alpha $0.224 \times 0.36 (182 - 25) 0.1$	1,3	} 3.3
gamma $0.202 \times 0.64 (182 - 25) 0.1$	2	
	<hr/> 963.7	
Exits :		
Reaction heat	462.5	
Heat from alumina at $723.5^\circ\text{C}$ :		
- $0.263 \times 0.36 (723.5 - 25) \times 1.1$	72.7	} 186.3
- $0.231 \times 0.64 (723.5 - 25) \times 1.1$	113.6	
Evaporation of moisture	110.3	
Heat from fume at stack ( $135.3^\circ\text{C}$ )		
- $\text{N}_2 \quad 0.313 \times 11.86 \times 91.2 (135.3 - 25) \cdot 10^{-3}$	37.3	} 87.8
- $\text{CO}_2 \quad 0.43 \times 1.6031 \times 91.2 (135.3 - 25) \cdot 10^{-3}$	6.9	
- $\text{O}_2 \quad 0.32 \times 0.8365 \times 91.2 (135.3 - 25) \cdot 10^{-3}$	2.7	
- $\text{SO}_2 \quad -$		
- $\text{H}_2\text{O} \quad 0.357 \times 11.384 \times 91.2 (135.3 - 25) \cdot 10^{-3}$	40.9	
Heat losses : kiln shell 3,641 th/h	92	} 116
cyclones 950 th/h	24	
	<hr/> 962.9	
Heat efficiency of kiln : $\frac{572.8}{900} =$	<u>63.6 %</u>	

1.2. 750 t/day

Alumina feed : 31,250 kg/h

Temperature at stack : 132.4°C

Excess air at stack : 44.45 %

Alumina temperature exit kiln : 644.2°C

Secondary air temperature : 180.7°C

Composition of fumes (see Appendices I and II)      e = 44.45 %

N<sub>2</sub> 12.583CO<sub>2</sub> 1.6038SO<sub>2</sub> 0.0035O<sub>2</sub> 1.03H<sub>2</sub>O 11.45

Specific consumption : 895 kcal/kg - 90.7 kg fuel/t

- Mean specific heat of alpha alumina at 644.2°C : 0.257 kcal|kg|°C

- Mean specific heat of gamma alumina at 644.2°C : 0.227 kcal|kg|°C

Heat balance

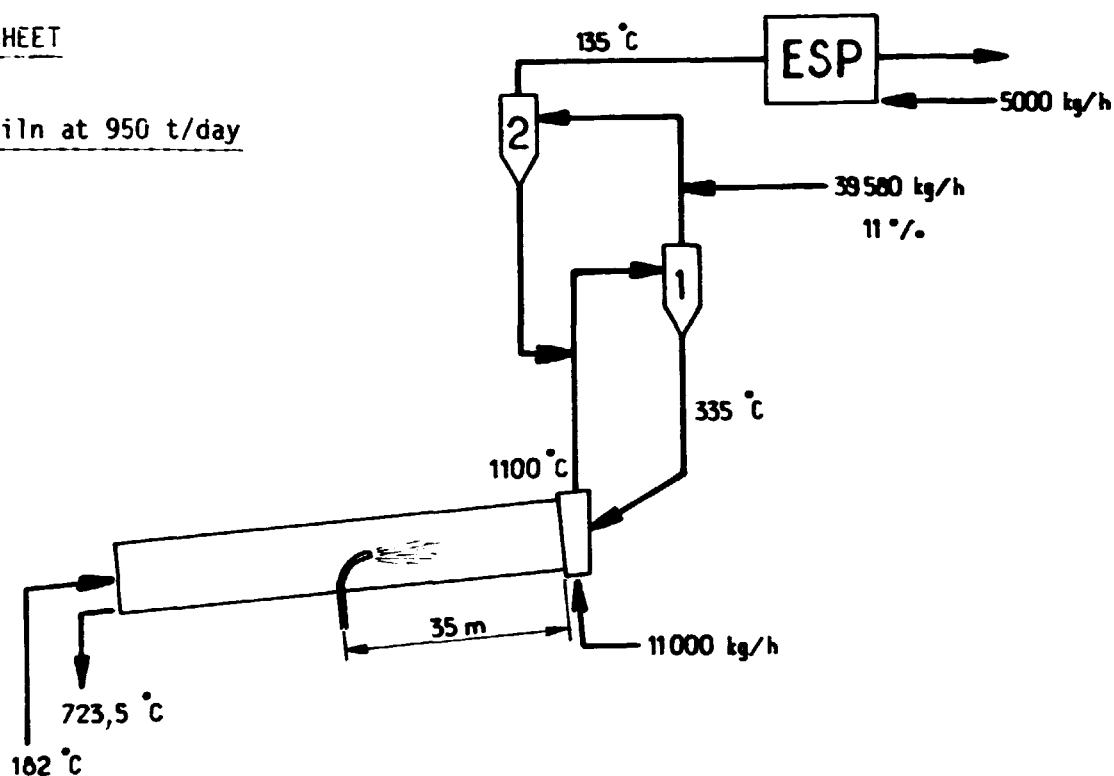
Entry :	kcal/kg
Heat from fuel	5.5
Fuel combustion	895
Combustion secondary air at 180.7°C	
- N <sub>2</sub> $7.77 \times 90.7 \times (180.7 - 25) \times 0.317 \cdot 10^{-3}$	34.8
- O <sub>2</sub> $2.066 \times 90.7 \times (180.7 - 25) \times 0.325 \cdot 10^{-3}$	9.5
- H <sub>2</sub> O $0.11 \times 90.7 \times (180.7 - 25) \times 0.367 \cdot 10^{-3}$	0.6
Heat from hydrate at 140°C	6.6
Heat of entrained alumina from cooler :	
alpha $0.224 \times 0.36 (180.7 - 25) \times 0.1$	1.3
gamma $0.202 \times 0.64 (180.7 - 25) \times 0.1$	2
	<hr/>
	955.2
Exit :	
Reaction heat	462.5
Heat from alumina at 644.2°C :	
alpha $0.257 \times 0.36 (644.2 - 25) \times 1.1$	63
gamma $0.227 \times 0.64 (644.2 - 25) \times 1.1$	99
	} 162

Evaporation of hydrate moisture	110.3	
Heat from fumes at stack (132.4°C)		
- N <sub>2</sub> 0.313 x 12.583 x 90.7 (132.4 - 25) 10 <sup>-3</sup>	38.4	} 88.1
- CO <sub>2</sub> 0.43 x 1.6038 x 90.7 (132.4 - 25) 10 <sup>-3</sup>	6.7	
- O <sub>2</sub> 0.32 x 1.03 x 90.7 (132.4 - 25) 10 <sup>-3</sup>	3.2	
- H <sub>2</sub> O 0.357 x 11.45 x 90.7 (132.4 - 25) 10 <sup>-3</sup>	39.8	
Heat losses : kiln shell 3,447 th/h	110.3	} 133.3
cyclones 719 th/h	23	
	<u>956.2</u>	

Heat efficiency of kiln :  $\frac{572.8}{895} = 64\%$

## 2. FLOW-SHEET

## 2.1. Kiln at 950 t/day



Cyclone efficiency : 90 %

Production : 950 t/day

Wind velocity : 5 m/s

Heat consumption : 900 kcal/kg

Temperature at fume box : 1,100°C

Excess air of combustion : 5 %

Moisture content in hydrate : 11 %

Hydrate temperature : 40°C

Air entering via the flexible metal seal : 11,000 kg/h

Air via electro precipitator : 5,000 kg/h

Degrees of dehydration (stage 1) : 70 % (loss on ignition 15 %)

Fume temperature exit 1st stage : 355°C

Fume temperature exit 2nd stage : 135.4°C

Excess air at stack : 36.14 %

Calcination temperature : 1,070°C

Temperature of alumina entering kiln : 335°C

Rate of alumina entrainment in kiln : 40 %

Rate of alumina entrainment in cooler : 10 %

Secondary air temperature at kiln inlet : 182°C

Alumina temperature exit kiln : 723.5°C

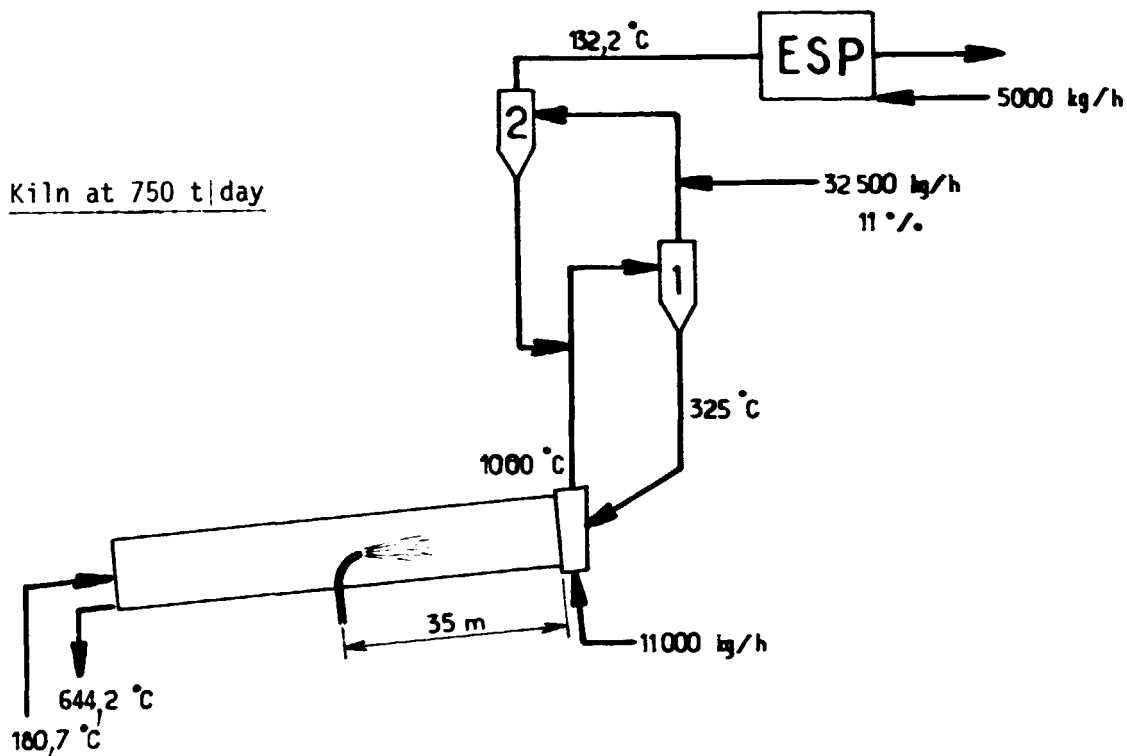
Fume flow at stack 25.61 x 91.2 x 39.58 ≈ 93,000 Nm<sup>3</sup>/h

Temperatures at various points of the kiln :

	Feed end									Discharge end	
Length	0	10	20	30	35	40	50	60	70	79 m	
°C	166	200	234	284	314	206	193	177	159	143	



## 2.2. Kiln at 750 t/day



Cyclone efficiency : 90 %

Production : 750 t/day

Wind velocity : 5 m/s

Heat consumption : 895 kcal/kg

Temperature at fume box : 1,000°C

Excess air of combustion : 5 %

Moisture content in hydrate : 11 %

Hydrate temperature : 40°C

Air entering via the flexible metal seal : 11,000 kg/h

Air via electro precipitator : 5,000 kg/h

Degrees of progress of dehydration exit stage 1 : 50 %

Fume temperature exit stage 1 : 345°C

Fume temperature exit stage 2 : 132.2°C

Excess air at stack : 44.67 %

Temperature of alumina entering kiln : 325°C

Rate of alumina entrainment in kiln : 30 %

Rate of alumina entrainment in cooler : 10 %

Secondary air temperature at kiln inlet : 180.7°C

Alumina temperature exit kiln : 644.2°C

Gas flow to stack : 73,000 Nm<sup>3</sup>/h - 110,000 m<sup>3</sup>/h

Temperatures at various points of the kiln :

Length	Feed end									Discharge end
	0	10	20	30	35	40	50	60	70	79 m
°C	156	181	228	286	319	203	185	167	150	131

APPENDIX IVHEAT BALANCE AND ELECTRIC CONSUMPTION OF A FLASH CALCINER PRODUCING 950 T/DAY

Composition of fuel : idem for rotary kiln

Same characteristics for hydrate :

- Moisture content : 11 %
- Temperature : 40°C
- Ambient temperature : 25°C

Process data

- Air for fluidized handling of electroprecipitator dust : 5,000 kg/h
- Primary air : 14 %
- Fume temperature exit kiln : 1,150°C
- Alumina entrainment at separator cyclone : 30 %
- Excess air of combustion : 25 % (necessary to maintain a sufficient temperature at stack. This excess air may be reduced if the moisture content in the hydrate is less than 11 %)
- Specific consumption : this depends on the characteristics of the insulation selected, for the economic evaluation chosen, calculations show a specific consumption of 760 kcal/kg (total heat losses 2,500 th/h).

Calculation of physical parameters :

- Temperature at stack : 124°C (for calculation method see Appendix II)
- Excess air at stack : 36.53 %
- Temperature of alumina exit cooler (3 cyclone stages)

Hypotheses : difference of 20°C between gas-solid exit cyclone

As an initial approximation for order of magnitude

- + cyclone efficiency : 100 %
- +  $C_p$  alumina : 0.25 ( $C_p$  specific heat)
- +  $C_p$  air : 0.32

Air flow to cooler :  $11.14 \times 1.25 \times 0.86 \times 77 \approx 922 \text{ Nm}^3/\text{t}$

T3 being the alumina temperature exit 3 heat exchange stages

T1 being the temperature of air in the 3 heat exchange stages

We have :

$$\frac{1,150 - t_1 - 20}{T_3 - 20 - 25} = \left( \frac{922 \times 0.32}{1,000 \times 0.25} \right)^3 = 1.435$$

$$\frac{1,150 - T_3}{t_1 - 25} = \frac{922 \times 0.32}{1,000 \times 0.25}$$

Hence  $T_3 = 274^\circ\text{C}$  Temperature of alumina exit the 3rd cooling cyclone  
 $t_1 = 801^\circ\text{C}$

Composition of gasses at stack (36.53 % excess air)

N<sub>2</sub> 11.89 Nm<sup>3</sup>/kg fuel

CO<sub>2</sub> 1.6038 "

O<sub>2</sub> 0.845 "

H<sub>2</sub>O 13.19 "

Specific heat of alumina at 274°C : 0.207

Heat balance

Reference temperature : 25°C

Ambiant temperature : 25°C

Entries :	kcal/kg
Fuel oil 0.479 (150 - 25) x 77	4.6
Combustion	760
Heat from hydrate	6.6
Heat from moisture	2.8
	<hr/>
	774
Exits :	
Reaction heat (0 % alpha)	478.4
Heat from alumina at 274°C 0.207 x (274 - 25)	51.5
Hydrate moisture evaporation	110.3
Sensible heat of fumes at stack (36.53 % excess air)	
- N <sub>2</sub> 0.31 x 11.89 x 77 (124 - 25) 10 <sup>-3</sup>	28
- CO <sub>2</sub> 0.42 x 1.6038 x 77 (124 - 25) 10 <sup>-3</sup>	5.1
- O <sub>2</sub> 0.32 x 0.845 x 77 (124 - 25) 10 <sup>-3</sup>	2
- H <sub>2</sub> O 0.35 x 13.19 x 77 (124 - 25) 10 <sup>-3</sup>	35.2
Heat losses 2,500 th/h	63
	<hr/>
	773.5

Calcination efficiency :  $\frac{588.7}{760} = 77.5 \%$

ELECTRIC CONSUMPTION

List of motors	Installed power kW	Power consumed kW
Conveyor belt	13	7
Feeder under hopper	4	2.2
Weigh belt	5	2.5
Feed screw	18.5	12
Exhaust fan	332	321
Relay fan	18.5	11
Blower fan	160	116
Fluidisation fan	55	49
Primary air fan	18.5	15
6 air locks	8.8	5.8
3 reddler conveyors	6.6	5.25
Fuel oil pump	18.5	16.3
Heating for hoppers	90	90
	748	653
		16.5 kWh/t

APPENDIX VCOMPUTER PRINTOUTS

	Pages
Modification of kiln n° 2	65
New kiln flash type	71

## PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KILN 2

INVESTMENT : 6365

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 1771.25

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	6365.00	-6365.00	-6365.00	-6365.00
1	1771.25	0.00	1771.25	1394.03	-4970.97
2	1771.25	0.00	1771.25	1097.14	-3873.83
3	1771.25	0.00	1771.25	863.48	-3010.35
4	1771.25	0.00	1771.25	679.59	-2330.77
5	1771.25	0.00	1771.25	534.05	-1796.71
6	1771.25	0.00	1771.25	420.95	-1374.96
7	1771.25	0.00	1771.25	331.30	-1043.67
8	1771.25	0.00	1771.25	260.74	-782.93
9	1771.25	0.00	1771.25	205.21	-577.72
10	1771.25	0.00	1771.25	161.51	-416.21
11	1771.25	0.00	1771.25	127.11	-289.10
12	1771.25	0.00	1771.25	100.04	-189.06
13	1771.25	0.00	1771.25	78.73	-110.32
14	1771.25	0.00	1771.25	61.97	-48.36
15	1771.25	0.00	1771.25	48.77	.41

RATE OF RETURN= 27.06%

## PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KILN 2

INVESTMENT : 6365

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 3365.37

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	6365.00	-6365.00	-6365.00	-6365.00
1	3365.37	0.00	3365.37	2262.76	-4102.24
2	3365.37	0.00	3365.37	1441.78	-2720.46
3	3365.37	0.00	3365.37	943.70	-1776.76
4	3365.37	0.00	3365.37	617.68	-1159.08
5	3365.37	0.00	3365.37	404.30	-754.78
6	3365.37	0.00	3365.37	264.63	-490.15
7	3365.37	0.00	3365.37	173.21	-316.95
8	3365.37	0.00	3365.37	113.37	-203.58
9	3365.37	0.00	3365.37	74.21	-129.37
10	3365.37	0.00	3365.37	49.57	-80.80
11	3365.37	0.00	3365.37	31.79	-49.01
12	3365.37	0.00	3365.37	20.81	-28.20
13	3365.37	0.00	3365.37	13.62	-14.58
14	3365.37	0.00	3365.37	8.91	-5.67
15	3365.37	0.00	3365.37	5.83	0.17

RATE OF RETURN= 52.78%



## PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KTR N 2

INVESTMENT : 5092

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 1771.25

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	5092.00	-5092.00	-5092.00	-5092.00
1	1771.25	0.00	1771.25	1318.19	-3773.81
2	1771.25	0.00	1771.25	981.01	-2792.80
3	1771.25	0.00	1771.25	730.08	-2062.71
4	1771.25	0.00	1771.25	543.34	-1519.37
5	1771.25	0.00	1771.25	404.36	-1115.01
6	1771.25	0.00	1771.25	300.93	-814.08
7	1771.25	0.00	1771.25	223.96	-590.13
8	1771.25	0.00	1771.25	166.67	-423.46
9	1771.25	0.00	1771.25	124.04	-299.42
10	1771.25	0.00	1771.25	92.31	-207.11
11	1771.25	0.00	1771.25	68.70	-138.41
12	1771.25	0.00	1771.25	51.13	-87.28
13	1771.25	0.00	1771.25	38.05	-49.23
14	1771.25	0.00	1771.25	28.32	-20.91
15	1771.25	0.00	1771.25	21.07	0.06

RATE OF RETURN= 34.37%

PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KILN 2

INVESTMENT : 5892

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 3365.37

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	5892.00	-5892.00	-5892.00	-5892.00
1	3365.37	0.00	3365.37	2826.72	-3065.28
2	3365.37	0.00	3365.37	1220.55	-1844.73
3	3365.37	0.00	3365.37	735.05	-1109.68
4	3365.37	0.00	3365.37	442.67	-667.01
5	3365.37	0.00	3365.37	266.59	-400.43
6	3365.37	0.00	3365.37	160.55	-239.88
7	3365.37	0.00	3365.37	96.69	-143.20
8	3365.37	0.00	3365.37	58.23	-84.97
9	3365.37	0.00	3365.37	35.07	-49.90
10	3365.37	0.00	3365.37	21.12	-28.79
11	3365.37	0.00	3365.37	12.72	-16.07
12	3365.37	0.00	3365.37	7.56	-8.51
13	3365.37	0.00	3365.37	4.61	-3.80
14	3365.37	0.00	3365.37	2.78	-1.02
15	3365.37	0.00	3365.37	1.67	.65

RATE OF RETURN= 64.05%

## PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KTLN 2

INVESTMENT : 7638

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 1771.25

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	7638.00	-7638.00	-7638.00	-7638.00
1	1771.25	0.00	1771.25	1451.73	-6186.27
2	1771.25	0.00	1771.25	1157.84	-4996.43
3	1771.25	0.00	1771.25	975.20	-4021.23
4	1771.25	0.00	1771.25	799.28	-3221.96
5	1771.25	0.00	1771.25	655.89	-2566.06
6	1771.25	0.00	1771.25	536.92	-2027.95
7	1771.25	0.00	1771.25	440.86	-1589.09
8	1771.25	0.00	1771.25	360.68	-1229.21
9	1771.25	0.00	1771.25	295.61	-933.60
10	1771.25	0.00	1771.25	242.28	-691.31
11	1771.25	0.00	1771.25	198.58	-492.74
12	1771.25	0.00	1771.25	162.76	-329.98
13	1771.25	0.00	1771.25	133.39	-196.59
14	1771.25	0.00	1771.25	109.33	-87.26
15	1771.25	0.00	1771.25	89.61	2.35

RATE OF RETURN= 22.01%

## PROFITABILITY

PROJECT: ZENGZHOU KILN 2

INVESTMENT : 7638

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 3365.37

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	7638.00	-7638.00	-7638.00	-7638.00
1	3365.37	0.00	3365.37	2339.17	-5298.83
2	3365.37	0.00	3365.37	1625.89	-3672.93
3	3365.37	0.00	3365.37	1130.11	-2542.82
4	3365.37	0.00	3365.37	785.51	-1757.31
5	3365.37	0.00	3365.37	545.99	-1211.32
6	3365.37	0.00	3365.37	379.50	-831.82
7	3365.37	0.00	3365.37	263.78	-568.04
8	3365.37	0.00	3365.37	183.35	-384.70
9	3365.37	0.00	3365.37	127.44	-257.26
10	3365.37	0.00	3365.37	88.58	-168.68
11	3365.37	0.00	3365.37	61.57	-107.11
12	3365.37	0.00	3365.37	42.75	-64.36
13	3365.37	0.00	3365.37	29.25	-34.97
14	3365.37	0.00	3365.37	20.30	-13.90
15	3365.37	0.00	3365.37	14.37	.48

RATE OF RETURN= 43.87%

CALCUL DE RENTABILITE

PROJET: ZENGZHOU NEW KTLN

INVESTMENT: 11700

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 2572.25

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	6700.00	-6700.00	-6700.00	-6700.00
1	643.06	5000.00	-4356.94	-3660.06	-10360.06
2	2572.25	0.00	2572.25	1815.21	-8544.85
3	2572.25	0.00	2572.25	1524.08	-7019.97
4	2572.25	0.00	2572.25	1280.98	-5738.99
5	2572.25	0.00	2572.25	1076.09	-4662.90
6	2572.25	0.00	2572.25	903.97	-3758.92
7	2572.25	0.00	2572.25	759.39	-2999.53
8	2572.25	0.00	2572.25	637.93	-2361.61
9	2572.25	0.00	2572.25	535.89	-1825.72
10	2572.25	0.00	2572.25	450.18	-1375.54
11	2572.25	0.00	2572.25	378.17	-997.36
12	2572.25	0.00	2572.25	317.69	-679.68
13	2572.25	0.00	2572.25	266.87	-412.80
14	2572.25	0.00	2572.25	224.19	-188.61
15	2572.25	0.00	2572.25	188.33	-.28

TAX OF RENTABILITE= 19.04%

YEAR	MARGIN	INVESTMENT	CASH FLOW	DISCOUNTED CASH FLOW	CUMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	0.00	6700.00	-6700.00	-6700.00	-6700.00
1	1225.82	5000.00	-3778.18	-2753.37	-9453.37
2	4997.29	0.00	4997.29	2595.57	-6857.80
3	4997.29	0.00	4997.29	1891.54	-4966.26
4	4997.29	0.00	4997.29	1379.47	-3587.79
5	4997.29	0.00	4997.29	1004.57	-2583.22
6	4997.29	0.00	4997.29	732.07	-1851.13
7	4997.29	0.00	4997.29	533.51	-1317.62
8	4997.29	0.00	4997.29	398.80	-918.82
9	4997.29	0.00	4997.29	293.34	-645.48
10	4997.29	0.00	4997.29	216.49	-428.99
11	4997.29	0.00	4997.29	159.48	-269.51
12	4997.29	0.00	4997.29	119.55	-149.95
13	4997.29	0.00	4997.29	79.92	-69.93
14	4997.29	0.00	4997.29	58.24	-41.69
15	4997.29	0.00	4997.29	42.44	-1.75

TOTAL OF RENTABILITIE= 37.22%

ON CUA DE RENTABILITE

PROFIT: ZFMGZM01 NEW KILN

INVESTMENT: 11700

LIFE CYCLE: 15

ANNUAL MARGIN: 4097.28

APPENDIX VI

ANSWERS TO QUESTIONS OF ZHENG ZHOU ALUMINA PLANT AS STATED IN THEIR LETTER  
DATED 10th JULY 1984

Ref. UNIDO DP/CPR/034 - 18th JUNE 1984

1. Fuel oil burners

The two kinds of burners are still in operation in the retrofitted kilns - both burners are supplied by PILLARD, a French manufacturer.

a. MY burner

This burner is a fuel oil atomizer type. It has two fuel oil lines a primary and a secondary. By altering the pressure drop between the two oil lines (from 0.5 to 2 bars) we can modify the shape of the flame to adapt it to the quality of the calcined product. This adjustment is being done during normal operation of the kilns.

The oil pressure varies usually from 20 to 40 bars.

This burner is used for sandy type alumina.

The drawbacks of this burner are, among others :

- narrow range of oil flow
- limited possibility of altering the shape of the flame. However the shape can be altered during normal operation of the kiln.

b. ZV2 burner

This is an air oil atomizer.

It is easy to shift from MY to ZV2 burner. It only necessitates the changing of atomizer sets and to send air in one of the line instead of oil.



The pressure at burner can vary from one to twenty bars during normal operation. Thus a much larger range than with a MY type.

Then the shape of the flame can be widely modified by changing the angle of atomization. However this necessitates to stop the kiln in order to replace the atomizer set.

Air consumption is approximately in volume 8 % of oil flow.

Air pressure must be supplied at 6 bars. Its variation range at burner, depending on oil pressure is from 2 to 6 bars.

This burner can be used to calcinate either floury or sandy type alumina.

## 2. Primary air consumption

The amount of primary air consumed represents from 15 to 25 % of total air of combustion. It is adjusted according to the flame. It is not advisable to have less than 15 % of primary air, because the purpose of primary air is to cool the burner nozzle.

## 3. Cost of importing the patent for modification of the kiln

The cost of the patent includes :

- The basic and detailed engineering to allow the construction in China of the major portion of equipment. This is given as drawings and operation manual.
- The cost of the patent itself, which can be either a lump sum or a percentage of the fuel oil saving.

If required staff can be deputed to China for construction and start-up supervision. This is, as a rule, reimbursed on a daily rate basis.

For the sake of this feasibility study as mentioned in pages 29, 30 and 32, the amount entered for the engineering is 580,000 Yuans (this sum will of course depend on the amount of detailed drawings required by the buyer); the know how and royalties represent nine months of fuel oil saving.

4. Enclosed are joined, as requested, different supplier catalogues (in French language) :

- Multipipe dust collector (RESEARCH COTTRELL)
- Gas analyser (SCHLUMBERGER, FERRER AURAN)
- Opacimeter (PILLARD)
- Weighing scale (SAUTELMA)
- Fuel oil flow meter (ENDRESS-HAUSER)

# Research-Cottrell

## dépoussiéreurs mécaniques

### Le Cyclo-Trell

#### Son Principe :

Le Cyclo-Trell est constitué d'une série de deux tubes concentriques.

Sous l'effet de la pression, les gaz pénètrent entre les tubes où la forme aérodynamique d'une aube fixe leur imprime un mouvement spiral.

La force centrifuge ainsi produite sépare les poussières des gaz moins lourds. Puis, par leur propre poids, les poussières glissent le long des parois du tube externe jusque dans une trémie placée au bas du caisson.

Les gaz purifiés, arrivés en fin de course sont réaspirés dans le tube interne.

A l'entrée de ce tube, une aube fixe redresseuse réduit la perte de charge totale.



Cyclo-Trell : vue du circuit des gaz.

#### Ses Avantages :

- Rendement élevé
- Frais d'installation minimes
- Entretien aisé
- Disposition facile

**plus classique, mais aussi plus efficace dans certains cas**

### **Son Principe :**

L'INVO-TRELL utilise également la force centrifuge pour atteindre un haut rendement de dépoussiérage.

Mais le mouvement spiral est obtenu ici par une aménée tangentielle des gaz sous pression.

### **Ses Caractéristiques :**

L'INVO-TRELL se prête à une infinité de dispositions, dans tous les formats, pour répondre à n'importe quelles exigences.

L'épaisseur des tôles varie de 4 à 10 mm selon la poussière à traiter et le diamètre des tubes.

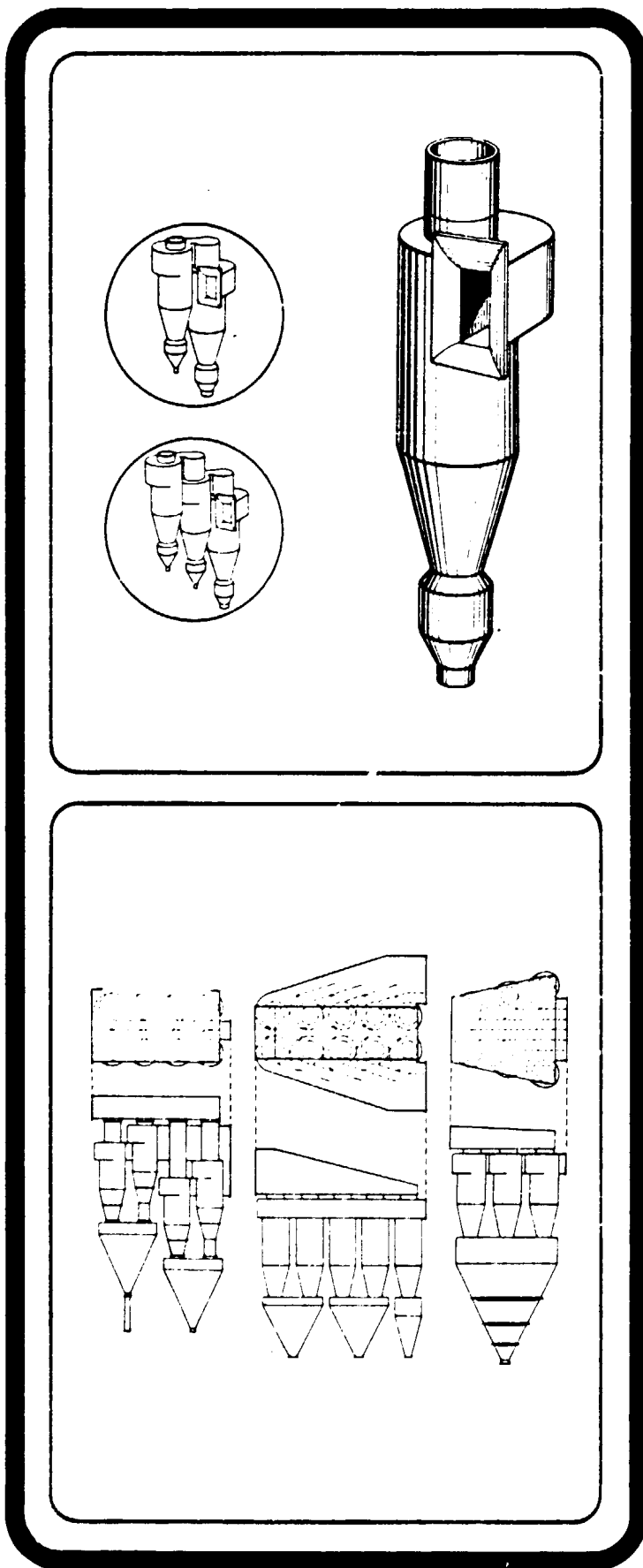
Un revêtement de treillis d'acier que l'on recouvre d'un ciment résistant à l'abrasion équipe toutes les surfaces qui seront soumises à de sévères conditions d'abrasion.

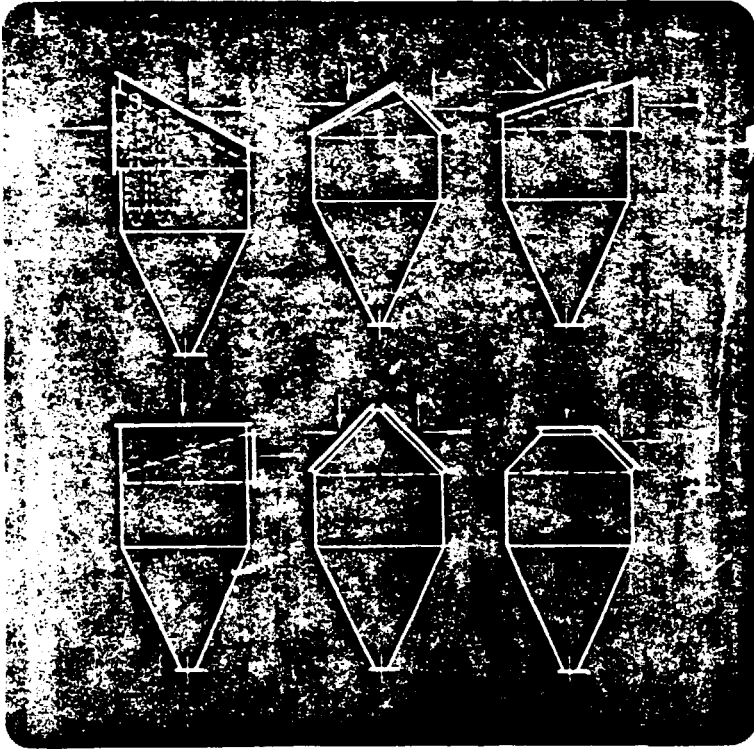
### **Ses Applications :**

L'INVO-TRELL est réservé aux installations destinées à éliminer de lourdes charges de poussières, par exemple dans les cimenteries. Les poussières très abrasives représentent un autre cas d'application de l'INVO-TRELL.

Dans les raffineries de pétrole, l'INVO-TRELL récupère les catalyseurs en suspension dans les gaz du régénérateur et du réacteur.

L'INVO-TRELL s'utilise également pour certaines applications d'épuration des gaz dans l'industrie chimique ou dans les usines d'agglomération de minerais.





Pour chacune de ces industries  
**RESEARCH COTTRELL** possède  
 une solution idéale de  
 dépoussiérage des gaz

Produits chimiques - Plâtriers - Pétrochimie -  
 Pulpes et papier - Métaux ferreux et non  
 ferreux - Pétroles - Cimenteries - Industrie  
 charbonnière - Centrales électriques -  
 Asphaltes - Céramique - Engrais chimiques.

**Poussières récoltées :**

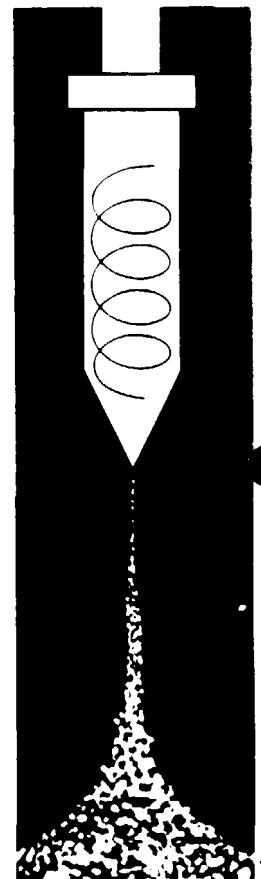
Ciment - Cendres volantes - Cuivre -  
 Mélanges d'hématite magnétique - Cendres  
 d'incinérateurs - Poussières de roches -  
 Scories - Minerai de fer - Sable - Verre pilé -  
 Poussières de charbon - Cendres de soude -  
 Brumes huileuses - Phosphates - Catalyseurs -  
 Fer - Sable à mica - Acier - Coke - Silices  
 Fondants de brassage - Plâtres - Taconite.

**RESEARCH COTTRELL** étudie votre problème de dépoussiérage et  
 de récupération de produits de valeur

Le haut niveau des réalisations industrielles **RESEARCH-COTTRELL** dans le monde entier vous garantit la parfaite mise au point du système de dépoussiérage qui vous sera fourni. Avant de s'arrêter au choix d'un matériel, nos ingénieurs étudient :

- le type d'utilisation
- le rendement souhaité
- le débit des gaz à purifier
- leur température
- leur pression
- leur analyse chimique
- leur teneur en poussière
- la nature des poussières
- le but : récupération, anti-pollution...
- la capacité des trémies
- le temps d'emménagement
- le mode d'évacuation des poussières
- les fréquences d'arrêt et de mise en marche
- les limitations d'espace
- la chute de pression maximum admissible
- l'altitude au-dessus du niveau de la mer
- les vents dominants
- et toute autre considération particulière : législation locale, etc.

En fonction du rendement désiré, nos ingénieurs choisissent le ou les systèmes les plus appropriés :  
 Cyclo-Trell ou Invo-Trell, électrofiltre, filtres à manches scrubber.



**RESEARCH-COTTRELL BELGIUM**

Rue Masquelier, 31  
 7000 MONS  
 Tel 065 31 41 64  
 Telex 57 561

**RESEARCH-COTTRELL FRANCE S.A.**

Tour LITWIN  
 10, Rue Jean-Joures  
 92807 PUTEAUX LA DEFENSE  
 Tel 775 68-16  
 Telex 612723

**RESEARCH-COTTRELL**

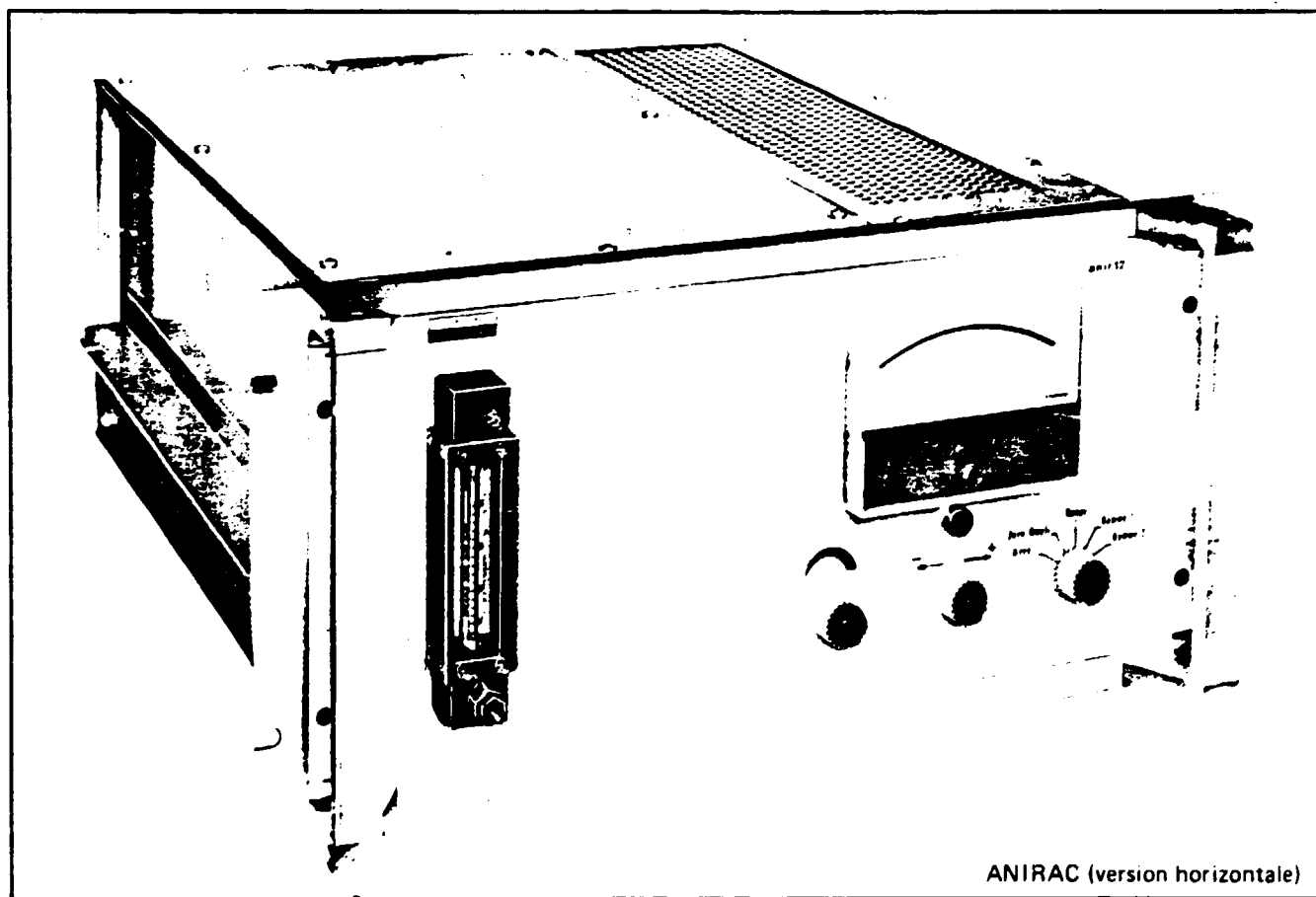
DEUTSCHLAND GmbH  
 An der Schanz, 2 (012)  
 D-5 KÖLN 60  
 Colonia Hockhaus  
 Tel 02 21 76.60.54/55  
 Telex 888 5295

# ANALYSEUR DE GAZ

## TYPE ANIR 12/2

à absorption de rayonnement infrarouge

Licence ONERA



ANIRAC (version horizontale)

**CO - CO<sub>2</sub> - CH<sub>4</sub> et autres constituants gazeux**

**3 versions :**

- en tiroir (ANIRAC)
  - version horizontale
  - version verticale
- en coffret (ANITABLE)

**Sortie en courants normalisés**

**Interchangeabilité immédiate du tube d'analyse et de la cellule**

**Grande sensibilité (ex. en CO<sub>2</sub> 50 p.p.m. à la pression atmosphérique)**

**Commutateur électronique d'échelle**

**Lecture directe**

**Pseudo-tarage**

**Electronique transistorisée**

L'ANIR 12 est un appareil d'analyse de gaz basé sur le principe de l'absorption de rayonnement infra-rouge ; il assure la mesure en continu, de la teneur d'un gaz considéré dans un mélange binaire ou complexe.

### DOMAINE D'APPLICATIONS\*

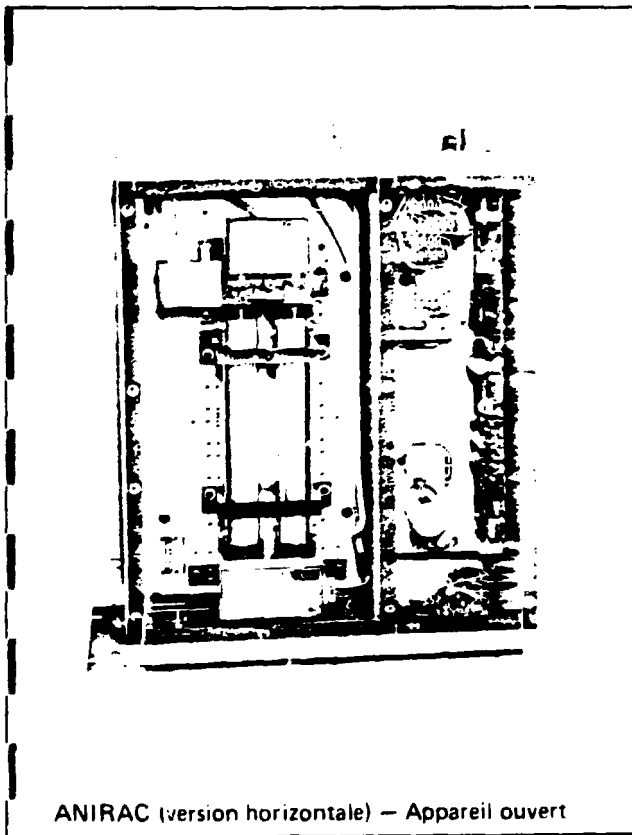
Dosages divers (CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> et hydrocarbures) dans de nombreux domaines parmi lesquels on peut notamment citer :

**Industrie :** contrôle de combustion de foyers, de moteurs explosions ou réacteurs (CO et CO<sub>2</sub>). Mesures de rendement de combustions. Contrôle de gaz de hauts fourneaux (CO et CO<sub>2</sub>) et de gaz de gazogènes. Surveillance et régulation d'atmosphères de four de traitements thermiques.

**Sécurité des locaux :** dosage de vapeurs explosives d'hydrocarbures. Détection de fuites ...

**Hygiène et toxicologie :** dosage du CO ou d'autres gaz dans les atmosphères confinées (parkings souterrains, ateliers, métro, tunnels, routiers, sous-marin, etc...)

Liste non limitative



ANIRAC (version horizontale) — Appareil ouvert

### FONCTIONNEMENT

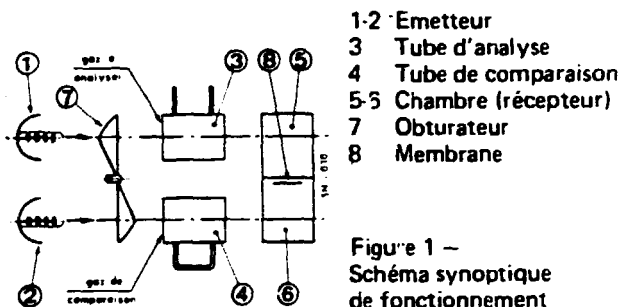
L'analyseur comprend deux émetteurs identiques (1) et (2), constitués de spirales, chauffées électriquement au rouge naissant et munies de réflecteurs ; deux tubes d'égale longueur (3) et (4) servent, l'un de tube d'analyse, l'autre tube de comparaison. Dans le premier, circule le mélange gazeux à analyser ; le second contient un gaz neutre.

La réception sélective du rayonnement est automatiquement réalisée en remplissant les deux chambres (5) et (6) du récepteur par le même gaz que celui que l'on veut doser. Ce gaz absorbera les seules radiations qui peuvent être affaiblies par la présence, dans le mélange, de l'élément à doser. Les autres radiations ne seront pas absorbées par le gaz du récepteur, mais peuvent l'être par les parois de ce dernier. Une membrane (8), très mince, sépare les chambres (5) et (6) du récepteur.

Du fait que l'émission infra-rouge est interrompue, cinq fois par seconde, par la rotation d'un obturateur (7), les températures et, par suite, les pressions qui règnent dans les deux chambres de mesure se trouvent modulées à la fréquence de passage des pales de l'obturateur.

En l'absence du gaz à analyser les modulations de pression dans les chambres (5) et (6) sont rendues identiques par le réglage du zéro de l'appareil : aucune vibration au niveau de la membrane (8).

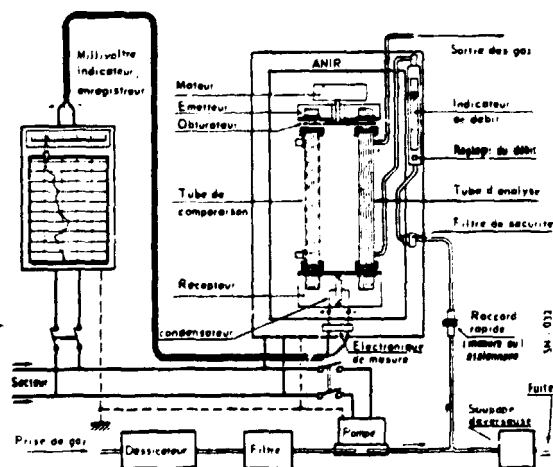
La différence de pression instantanée est, entre les deux chambres, modulée avec une intensité sensiblement proportionnelle à l'affaiblissement sélectif subi par l'un des rayonnements.



La membrane séparant les deux chambres, constitue l'armature d'un condensateur électrique ; elle permet de substituer à la mesure de variation de pression une mesure de capacité électrique.

Cette mesure s'effectue au moyen d'un amplificateur électronique à circuits intégrés dont le signal de sortie fait dévier un milliampèremètre indicateur. Ce signal peut être également enregistré ou peut commander une régulation.

Les fenêtres, transparentes à l'infra-rouge, sont en fluorure de calcium. L'utilisation de chambres d'analyses de longueurs appropriées offre la possibilité de mesurer des concentrations différentes. De même, un échange de récepteur permet le dosage d'un autre gaz.



# CARACTERISTIQUES GENERALES

## Présentation

ANIRAC (version horizontale) : tiroir standard international 19 pouces - 5 unités pour montage en rack.  
 ANIRAC (version verticale) : tiroir standard international 19 pouces - 13 unités pour montage en rack.  
 ANITABLE : coffret pouvant être posé sur une table.

## Encombrement

ANIRAC : voir figures 3 et 4.  
 ANITABLE : largeur : 526 mm, profondeur : 565 mm  
 hauteur : 285 mm (hauteur libre nécessaire pour ouvrir le couvercle : 750 mm).

## Masse

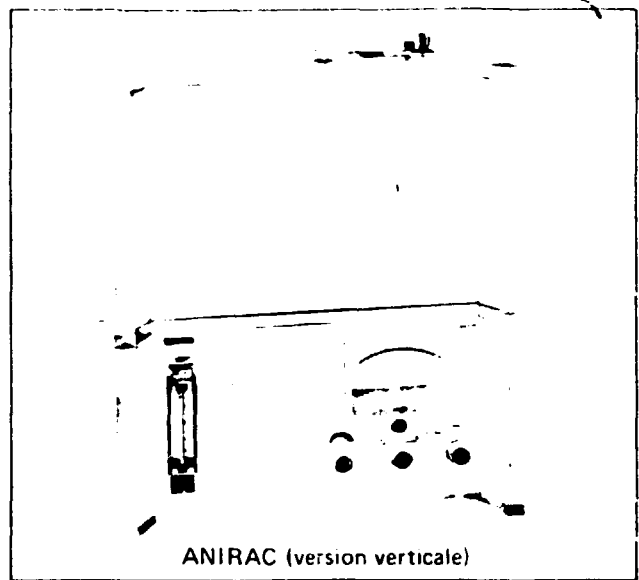
ANIRAC : 25 kg ANITABLE : 30 kg

## Raccordements électriques

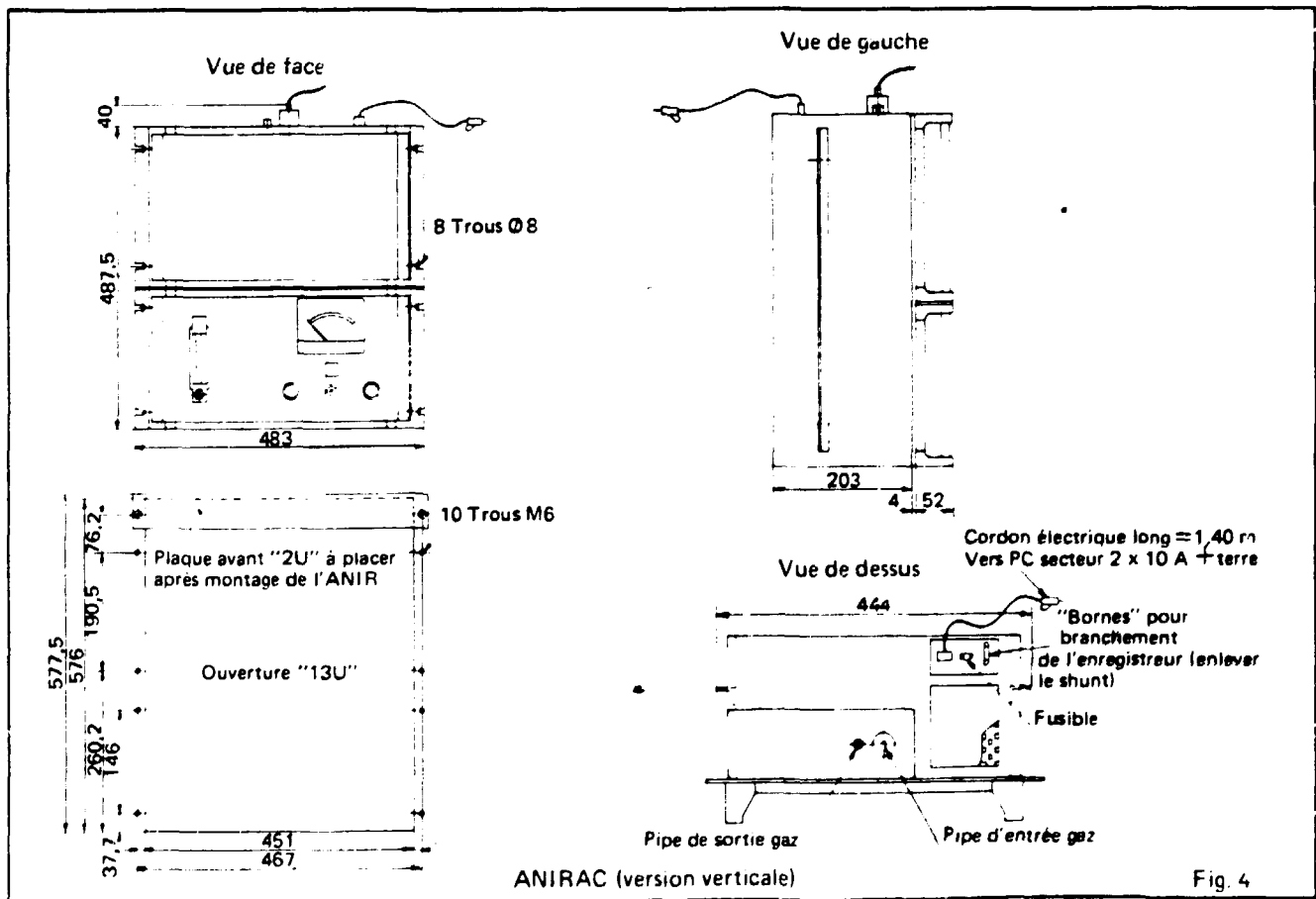
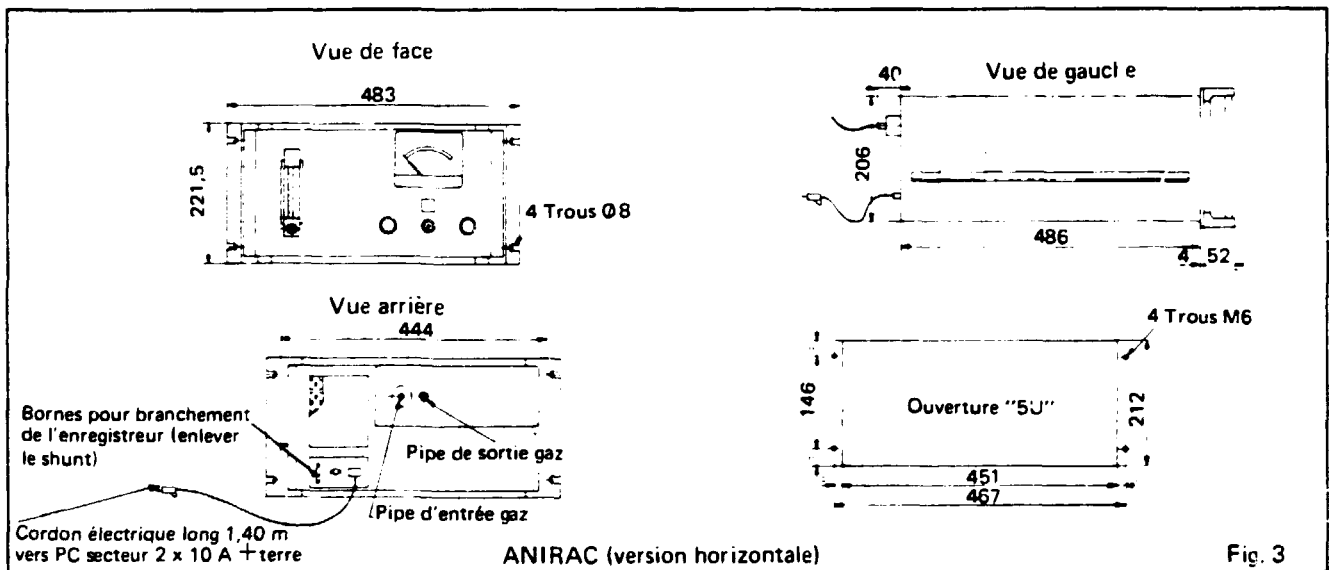
A l'arrière (voir figures 3 et 4) : par cordon (alimentation) par bornes (appareil de mesure) ou sur shunt.

## Raccordements gaz

A l'arrière (voir figures 3 et 4).



ANIRAC (version verticale)

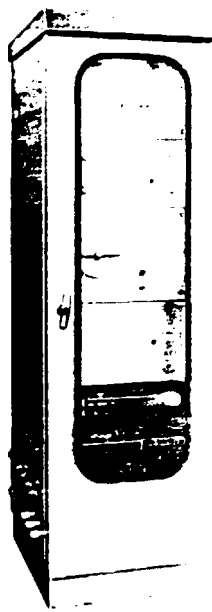





# CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Echelle standard (en %) :	CO : 0,03 - 0,1 - 0,3 - 5 - 10 CH4 : 3	CO2 : 1 - 5 - 10 - 20
- Etendue de mesure minimale (à la pression atmosphérique) :	CO : 0 à 100 ppm*	SO2 : 0 à 1000 ppm
	CO2 : 0 à 100 ppm	NH3 : 0 à 1000 ppm
	CH4 : 0 à 1000 ppm	Autres échelles
	C2H2 : 0 à 500 ppm	ou autres gaz sur demande
- Etendue de mesure maximale :	0 à 100% (pour tous gaz condensables dont le point de rosée est inférieur à la température ambiante).	
- Commutation d'échelle :	Nombre de gammes : 1 ou 2 - Dynamique maximale : 1 à 5	
- Signal de sortie :	0,5 à 5 - 1 à 10 - 2 à 20 - 4 à 20 - 5 à 50 mA (sous tension maximale 24 V). Sélection par commutateur.	
- Longueurs des chambres de mesure :	0,5 - 1 - 2,5 - 5 - 10 - 25 - 60 - 133 - 233 - 270 mm	
- Fidélité :	Meilleure que 1% de l'étendue de mesure	
- Reproductibilité :	2% par semaine	
- Temps de réponse (pour une chambre de 1 mm) :	Temps mort (de 0 à 10% de l'échelle) : négligeable Temps de montée (de 10% à 90% de l'échelle) : 2,8 s	
- Débit moyen des gaz :	60 litres/heure (sans effet sur la mesure).	
- Vitesse d'obturation des cellules :	5 cycles/seconde	
- Température ambiante limite de fonctionnement :	+ 15 à + 35° (autres températures sur demande)	
- Traitement de gaz :	Pompe, prise de gaz, filtre et autres accessoires sur demande	
- Alimentation - Consommation :	127 V - 220 V - ± 15% 50 Hz, 100 VA environ	
- Pression d'alimentation :	De 10 à 200 mbar - indication directement proportionnelle à la pression régnant dans le tube de mesure.	

\* Pour les faibles sensibilités, on emploie fréquemment une autre unité désignée par le symbole ppm (partie par millions) :  
 1 ppm =  $10^{-6}$  =  $10^{-4}$  %      1 % =  $10^4$  ppm      Exemple : 1% de CO =  $10^4$  ppm = 10 000 ppm

<p><b>ARMOIRE D'ANALYSE DE CO</b></p> <p>L'armoire ci-contre comprend de haut en bas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un programmeur cyclique multi-directions</li> <li>- un tiroir ANIR12 version horizontale</li> <li>- un ensemble de prélèvement des gaz</li> <li>- un ensemble de traitement des gaz (HYGROSTOP)</li> </ul>		<p><b>ENSEMBLE INDUSTRIEL DE GAZ ANAPACK</b></p>  <p>L'armoire industrielle ci-dessus comprend de haut en bas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un tiroir analyseur de gaz (type ANIRAC - version verticale)</li> <li>- un tiroir complémentaire pouvant contenir un ensemble de traitement du gaz à analyser et un ensemble de traitement du signal délivré par l'analyseur.</li> </ul>
<p>Exemple de réalisation : montage de l'ANIRAC dans une armoire.</p>		

Pour toute commande ou demande de renseignements, nous retourner notre questionnaire installation d'analyse de gaz.

OCTOBRE 1975

C	N	O	34-10	F
---	---	---	-------	---

COMPTEURS SCHLUMBERGER  
 DIVISION CONTROLE INDUSTRIEL  
 100 RUE DE PARIS 91302-MASSY-FRANCE  
 TEL 91 022 02 TELEX 690713

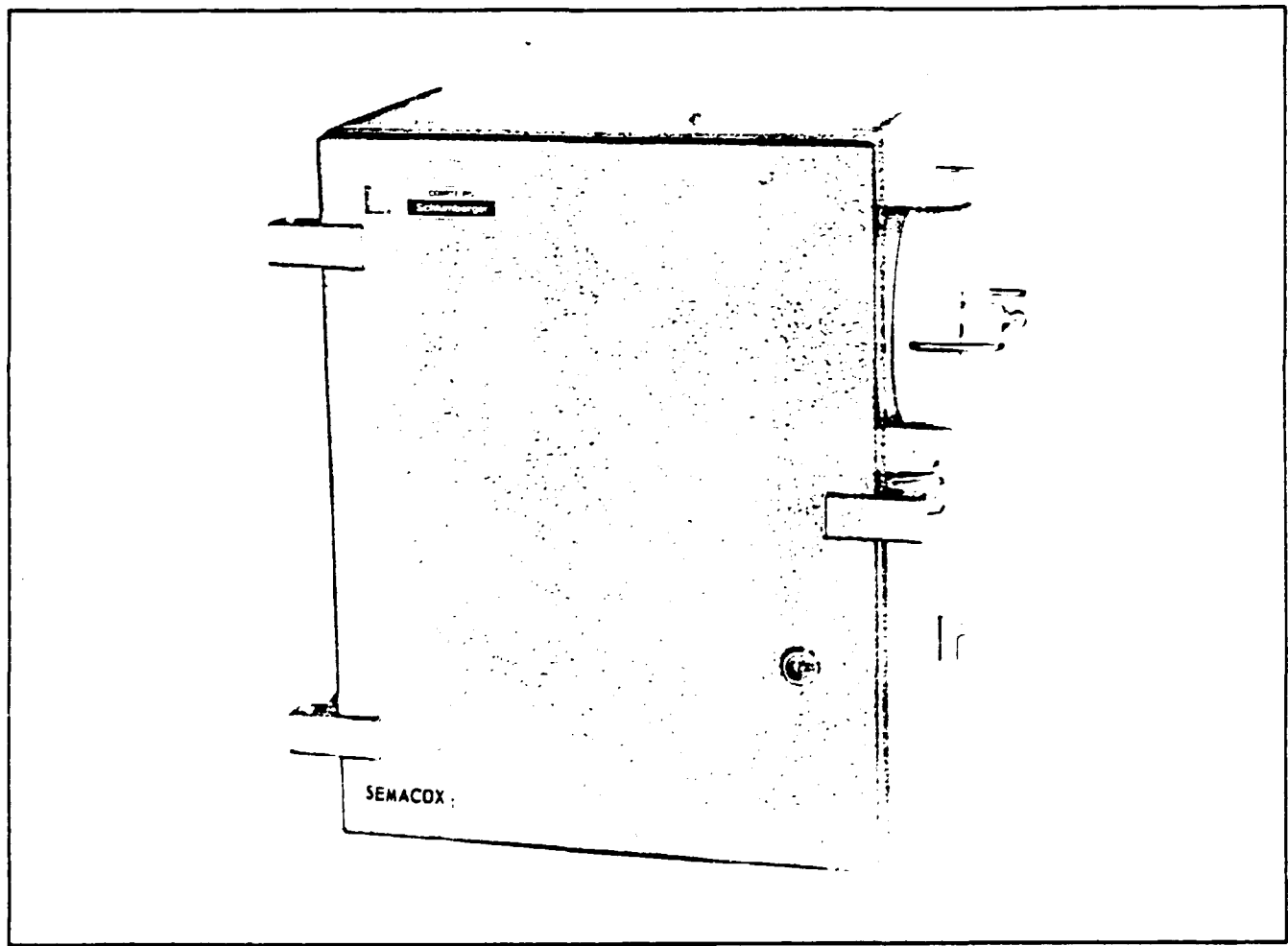
Les caractéristiques, cotes et schémas, n'engagent  
 Compteurs Schlumberger qu'après confirmation

# ANALYSEUR D'OXYGENE

LICENCE ST GOBAIN

## TYPE SEMACOX

MESURE DE LA SUSCEPTIBILITE DES GAZ PARAMAGNETIQUES



Insensible à tous les gaz diamagnétiques.

Très grande fiabilité

Insensible aux variations de la température ambiante

Etendues de mesure :  
toutes gammes de 0 à 4 % jusqu'à  
0 à 100 % de O<sub>2</sub>

Sortie en courant

Etalonnage utilisant l'air ambiant

Option : régulateur de débit

Le Semacox est un analyseur de gaz utilisant les propriétés paramagnétiques de l'oxygène. Il mesure, en continu, la teneur en oxygène d'un mélange de gaz.

**Insensible aux gaz diamagnétiques.**

Appareil à convection thermo-magnétique. Cellule compacte et interchangeable dont la forme et les diverses symétries ont été étudiées de façon à réaliser un ensemble insensible aux autres constituants du gaz à analyser.

**Très grande fiabilité.**

La construction en fait un appareil très simple d'emploi et d'une grande robustesse.

**Insensible aux variations de la température ambiante** grâce à la réalisation de la cellule et à un régulateur qui maintient la température de la cellule à une valeur constante.

**Etendue de mesure :**

Toutes les gammes de 0 - 4 % jusqu'à 0 - 100 % de  $O_2$ .

**Sortie en courant :**

Sortie (4-20 ou 0-20 mA), indépendante de la tension et de la fréquence du secteur. Aucune interférence entre les réglages du gain et du zéro.

Étalonnage utilisant l'air ambiant.

**Réglage du zéro :**

Le basculement de l'aimant, en éliminant l'influence du champ magnétique sur le gaz contenu dans la cellule, permet d'effectuer le réglage du zéro sans nécessiter un gaz neutre ( $N_2$  par exemple.)

**Réglage du gain :**

Un inverseur Mesure-Tarage met en service sur la position "tarage" un diviseur de tension dont le rapport a été déterminé de sorte qu'il soit égal au rapport existant entre la fin d'échelle de l'appareil et la teneur en oxygène de l'air ambiant (ce réglage tient compte de la courbe de réponse des cellules).

L'appareil se présente sous la forme d'un boîtier étanche, fermant à clé, comprenant à l'extérieur : un filtre à membrane - à l'intérieur : un aimant et une cellule de mesure, un

## APPLICATIONS

Utilisation dans de nombreux domaines parmi lesquels on peut citer :

Réglage de l'excès d'air dans tous les contrôles de combustion : centrales thermiques et chaufferies. Fours de céramique, fours à chaux, cimenteries, fours de traitement thermique.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le mélange gazeux est acheminé vers une chambre A (fig. 1) dans laquelle un aimant N et S crée un champ magnétique hétérogène entre deux pièces polaires B et B'. Deux sondes C et D constituées de fil de platine sur un support en verre sont disposées de façon symétrique dans la cellule, l'une entre les pièces polaires de l'aimant, l'autre entre des pièces magnétiques E de même forme que les pièces polaires de l'aimant.

Ces deux sondes sont parcourues par un courant électrique qui élève leur température moyenne à environ  $250^{\circ}C$ .

Le gaz paramagnétique est attiré dans la zone de champ magnétique élevé où il s'échauffe au contact de la sonde, sa susceptibilité paramagnétique diminue, il est chassé de la zone de champ magnétique élevé par du gaz non encore chauffé.

Le "vent magnétique" V qui s'établit à proximité de la sonde située dans le champ magnétique a pour effet de refroidir. La variation de résistance de cette sonde placée dans une branche d'un pont de Wheatstone fournit un signal électrique approximativement proportionnel à la teneur en molécules paramagnétiques. Un amplificateur délivre un courant proportionnel à la tension fournie par le pont de Wheatstone.

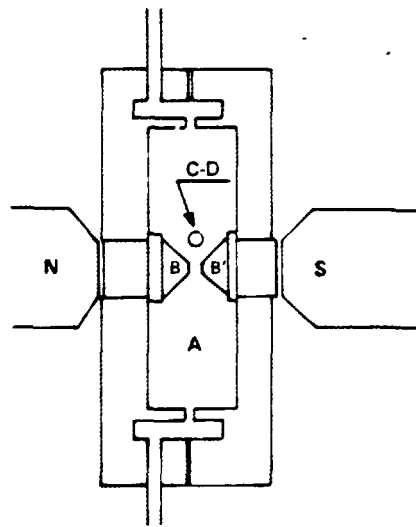
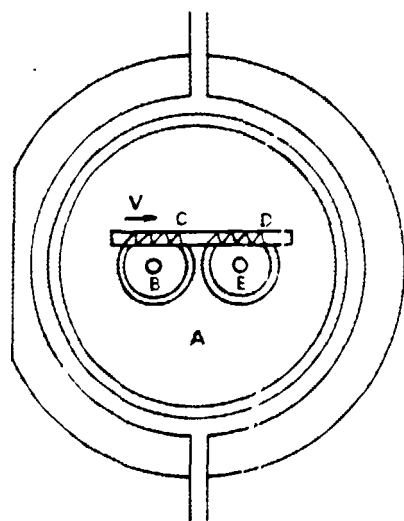


Fig. 1

régulateur de débit (option) un débitmètre muni d'un robinet de réglage. Un circuit imprimé sur lequel sont rassemblés tous les organes de réglages électriques, consigne du thermostat, alimentation stabilisée de la cellule, réglage du zéro, réglage du gain, étalonnage.

## CARACTERISTIQUES GENERALES

Présentation	Coffret étanche au ruissellement
Encombrement	Voir Fig. 2
Masse	20 kg environ
Fixation	Mural au moyen de pattes (Voir Fig. 2)
Raccordement	
Raccordement électrique	Par bornier à vis placé sur le circuit imprimé à l'intérieur du coffret et passage des câbles par presse-étoupe n° 13 (Voir Fig. 2)
Raccordement gaz	3 raccords 1/4" F.

**Remarque :** L'analyseur peut être muni d'une régulation assurant un débit constant dans la cellule de mesure indépendamment de la surpression d'entrée pour toute valeur de celle-ci comprise entre 100 et 1000 mbar. Il est, dans ce cas,

alimenté avec un débit plus important, la différence entre le débit d'entrée et le débit nominal étant alors rejetée par la pipe "fuite" à l'extérieur de l'appareil sans passer ni dans la cellule de mesure, ni dans le débitmètre.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Etendues de mesure *	Toutes les étendues de mesure de 0 à 4 % jusqu'à 0 à 100 % de O <sub>2</sub>
Etendues de mesure standards	0 - 5 %, 0 - 10 %, 0 - 25 %
Etendues de mesure non standards	sur demande
Courbe d'étalonnage	jointe à l'appareil
Signal de sortie	4 - 20 mA ou 0-20 mA dans 1000 Ω max.
Fidélité	2 % de l'étendue de mesure
Reproductibilité	3 % de l'étendue de mesure par semaine
Temps de réponse	
Temps mort de 0 à 10 % de l'échelle	15 s. environ
Temps de montée de 10 à 90 % de l'échelle	45 s. environ
Température ambiante	+ 15 à + 35°C avec consigne de température réglée à + 45°C
Limite de fonctionnement	Consigne de température réglable de + 30 à + 70°C
Pression atmosphérique	Indication directement proportionnelle à la pression atmosphérique
Pression d'alimentation	Sans influence pour toute pression d'alimentation comprise entre 100 et 1000 mbar pour les appareils munis du régulateur de débit
Alimentation	
Secteur	220 V ± 10 %
Fréquence	45 à 65 Hz
Consommation	50 VA environ
Gaz parasite (sélectivité)	Coefficient d'interaction (définition AFNOR) : rapport entre la concentration d'oxygène et celle du gaz parasite donnant une réponse identique. < 10 <sup>-2</sup> pour tous les gaz non paramagnétiques.

\* Tous les appareils disposent en plus de leur étendue de mesure, d'une étendue de mesure 0 - 21 % de O<sub>2</sub> sur la

position "tarage" servant à étalonner l'appareil à l'air ambiant.

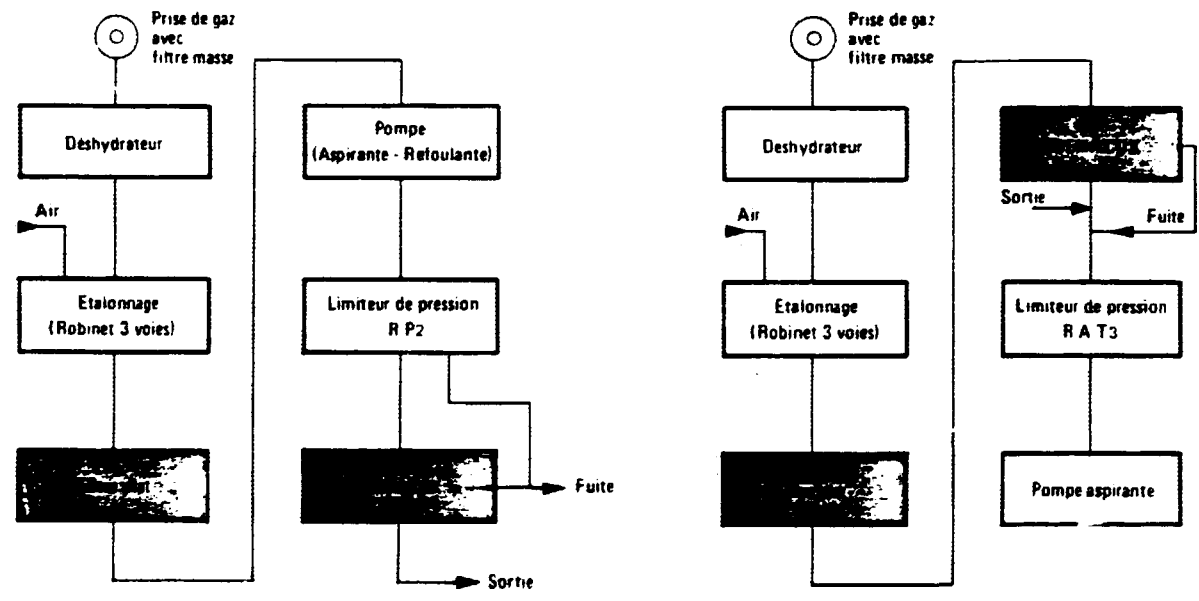
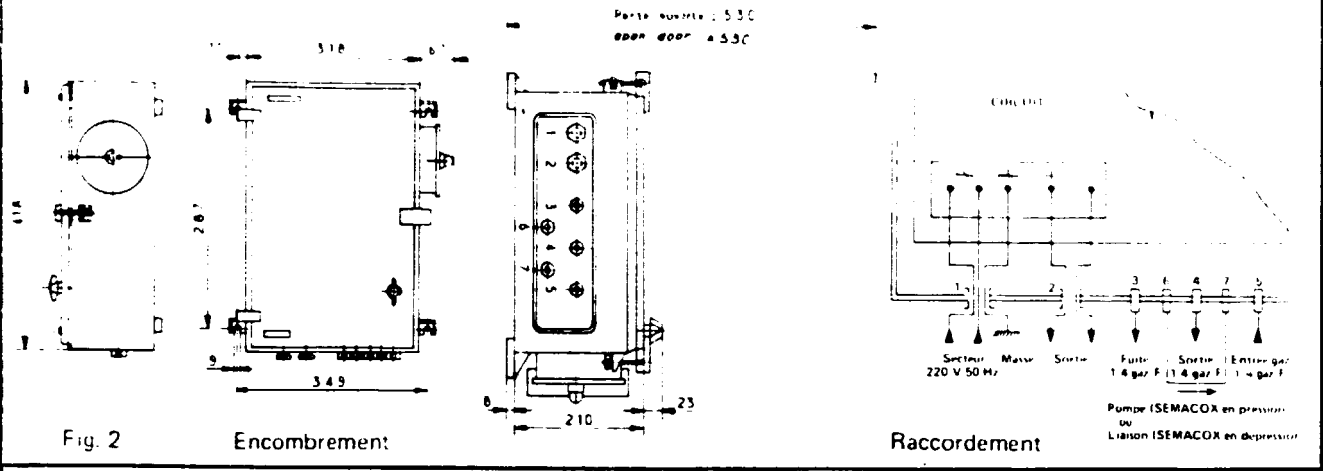


Fig. 3

NOVEMBRE 1975

C	N	O	34-01	F
---	---	---	-------	---

COMPTEURS SCHLUMBERGER  
DIVISION CONTROLE INDUSTRIEL  
100 RUE DE PARIS 91302-MASSY-FRANCE  
TEL 930 22 02 TELEX 690713

les caractéristiques, cotes et schémas, n'engagent  
Compteurs Schlumberger qu'après confirmation



SYSTEME DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLON GAZEUX

# Station SPEG 7801

## ● GENERALITES

La conduite automatique d'unités de production industrielle comportant des fours, nécessite le contrôle des gaz de combustion. Analyser les gaz sous-entend de disposer, à l'entrée des analyseurs, d'un échantillon dont les principales caractéristiques doivent être :

- la propreté (élimination des poussières, goudrons, vapeurs corrosives, sels etc...)
- un débit suffisant pour alimenter les analyseurs donnant un temps de réponse minimal de manière à pouvoir être exploité en régulation

La "Station SPEG 7801" a été créée pour servir d'interface entre le "process" et les analyseurs.

La "Station SPEG 7801" assure le prélèvement et l'échantillonnage des gaz à fournir aux analyseurs. Elle est équipée d'une "pompe à anneau liquide" assurant un grand débit de gaz, ce qui permet une analyse rapide, sans avoir la contrainte de proximité par rapport à la prise d'échantillon.

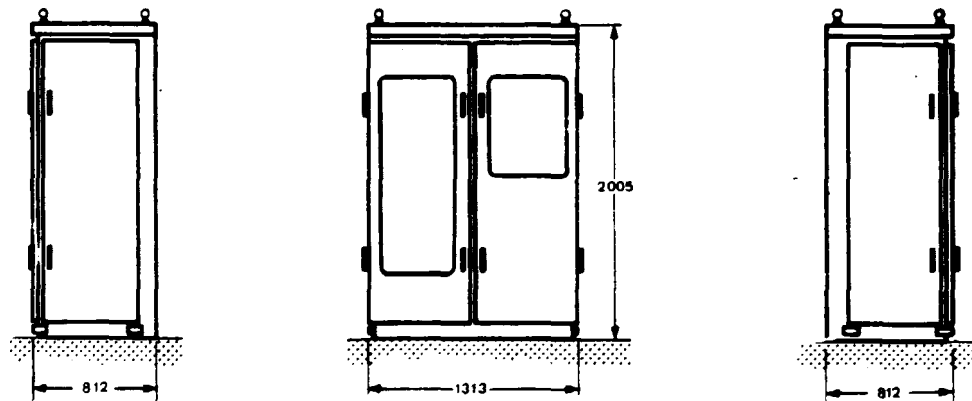
## ● APPLICATIONS

Tous les prélèvements de gaz à taux de poussières élevé (100 à 1.000 g / m<sup>3</sup>) et dans des conditions de température pouvant atteindre 1.200° C.

## ● AVANTAGES

- ▶ Fonctionnement automatique
- ▶ Possibilité de commandes à distance
- ▶ Possibilité de contrôle à distance de l'indication des analyseurs
- ▶ Exploitation aisée depuis le synoptique local équipé de commandes
- ▶ Prise analyse gaz "laboratoire" placée sur le synoptique local
- ▶ Lavage des gaz dès le prélèvement
- ▶ Sécurité rendant impossible l'introduction d'eau dans les analyseurs
- ▶ Préparateur boues sur circuit gaz dès sortie de la canne de prélèvement
- ▶ Faible consommation d'eau
- ▶ Raccordement "eau ville" ou "eau industrielle"
- ▶ Ballon tampon réserve d'eau pour une autonomie de 15mn
- ▶ Régulateur de pression sur le circuit d'eau
- ▶ Mini-pompe de collecte des eaux de fuites et vidanges
- ▶ Ensemble monobloc facilitant le transport et le montage sur chantier
- ▶ 1 seul élément périphérique : la canne de prélèvement
- ▶ Entrées et sorties latérales des cables et tubes, d'où possibilité de mise en place contre un mur
- ▶ Vitres en "glace sécurit"
- ▶ Armoire thermostatée (mise hors gel)
- ▶ Accessibilité aisée grâce à 4 grandes portes
- ▶ Maintenance périodique courante ne nécessitant pas d'outillage
- ▶ Réduction du nombre d'interventions périodiques de maintenance
- ▶ Eléments d'automatisme montés sur "rack coulissant 19"
- ▶ Automatisme modulaire sur cartes circuits imprimés embrochables
- ▶ Equipements électriques protégés par disjoncteurs.

## ● PRESENTATION



Nota : pour alimentations fluides, voir page 4

## ● EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRE A DEFINIR

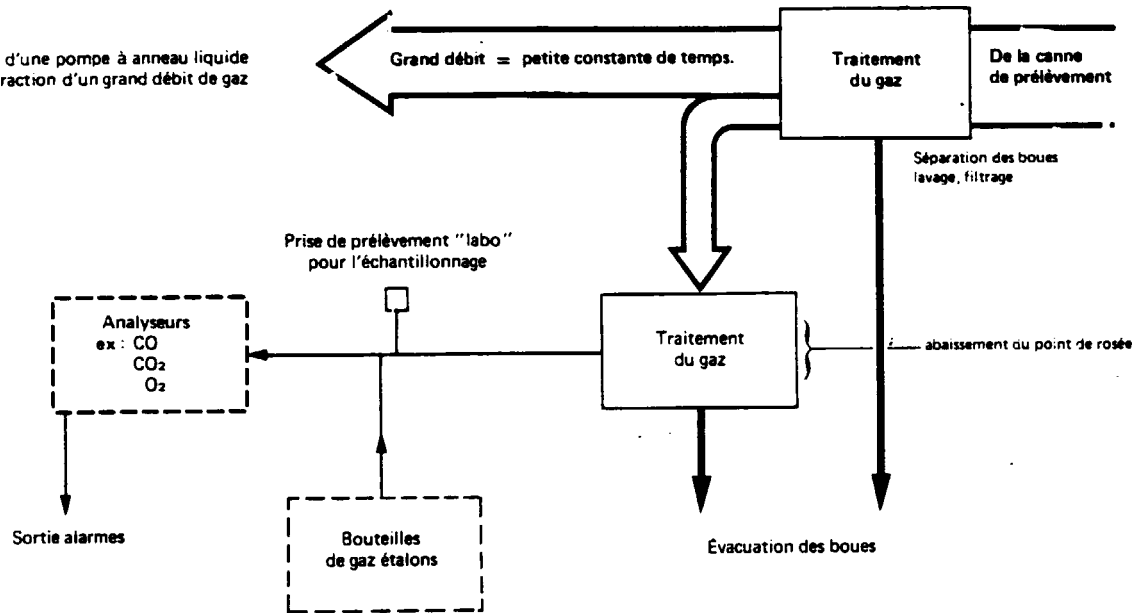
Le ou les analyseurs de gaz pouvant être logé dans un volume laissé libre (l = 515mm, h = 935mm, P = 500mm)  
La canne de prélèvement (longueur, nécessité d'un support refroidi, etc ...)

## ● EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES EN OPTION

- ▶ Alimentation depuis réseau basse pression par adjonction d'une pompe
- ▶ Possibilité de relever la pression si la Station SPEG 7801 est en haut d'une tour
- ▶ Alimentation en eau possible par pompage depuis un bassin se trouvant à proximité
- ▶ Surfiltration possible pour eau industrielle "non propre"
- ▶ Depuis la station, possibilité de contrôle de l'eau de refroidissement de la canne
- ▶ Fourniture d'un support refroidi (nécessaire pour température
- ▶ Refroidissement, "en circuit fermé", de la canne et du fourreau support
- ▶ Bouteilles de gaz titrés pour étalonnage et contrôles
- ▶ Télécommande depuis la "Salle Centrale" du "Test" sur échantillon de gaz titrés
- ▶ Modules de seuils sur informations analogiques "sorties analyseurs"
- ▶ Conditionneur d'air pour caisson automatisme - analyse
- ▶ Caisson TRAITEMENT GAZ recouvert de peinture plastifiée
- ▶ Poignées de porte pouvant être équipées de serrures.

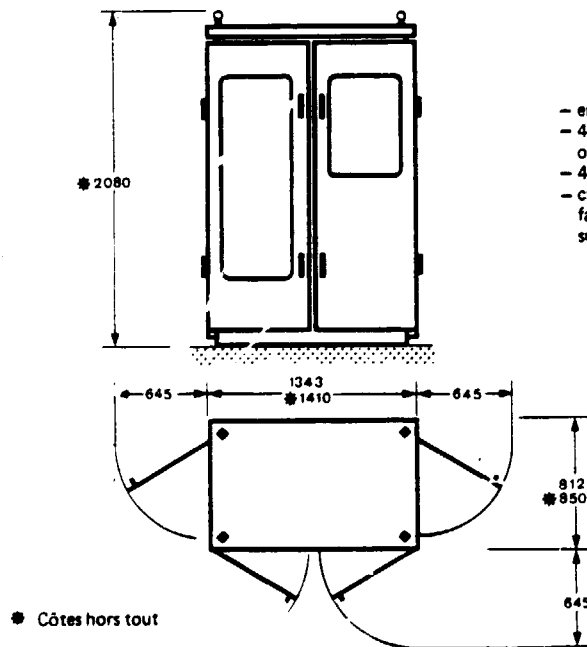
## ● PRINCIPE SCHEMA BLOC

L'utilisation d'une pompe à anneau liquide permet l'extraction d'un grand débit de gaz



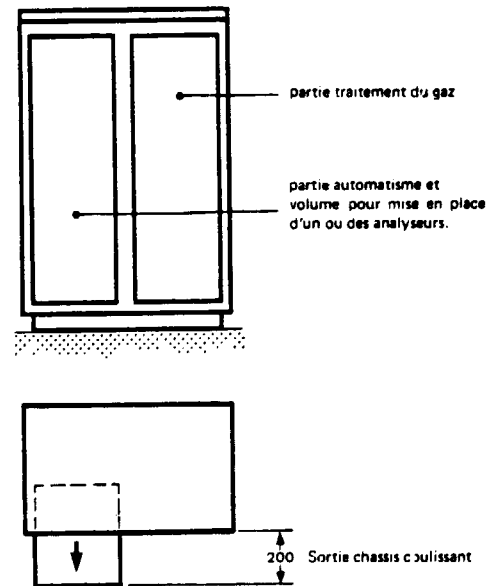
## ● CONSTRUCTION: PRINCIPES GENERAUX

### ► ENCOMBREMENT

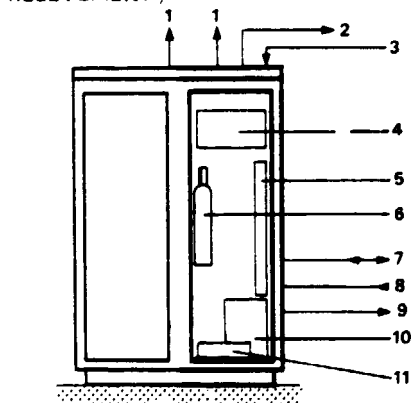


- ensemble monobloc
- 4 portes d'accès aux organes intérieurs
- 4 anneaux de levage
- châssis coulissant facilitant l'intervention sur les équipements

### ► DISPOSITION DES EQUIPEMENTS

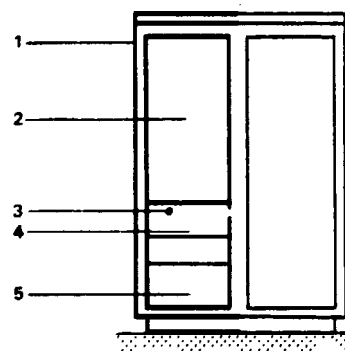


### ► PARTIE PRELEVEMENT / TRAITEMENT



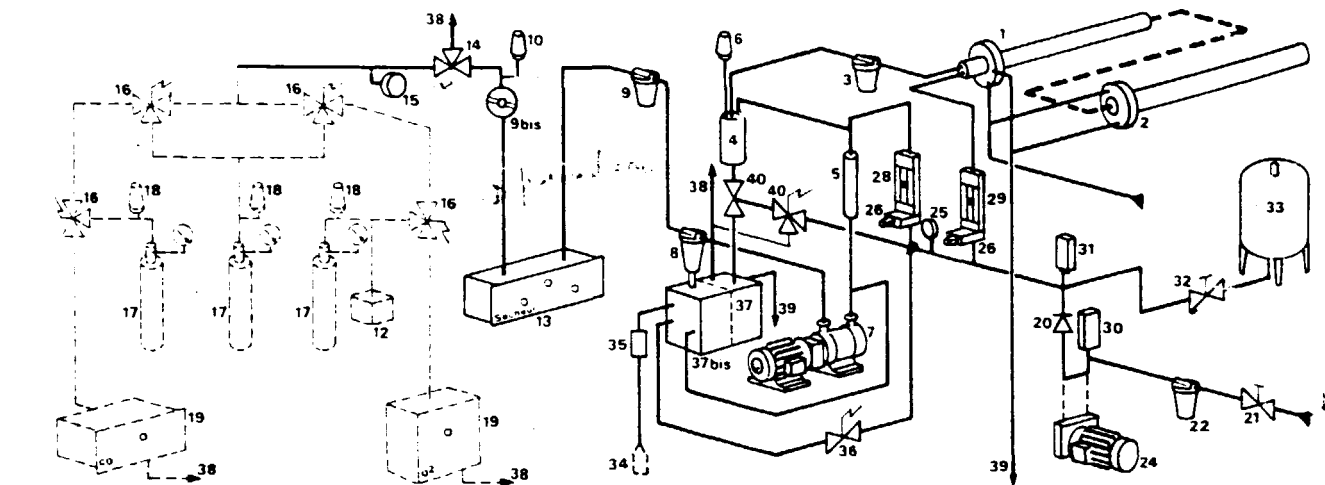
- 1 évent
- 2 ligne alimentation eau de pulvérisation
- 3 ligne gaz échantillon et eau
- 4 platine de contrôle et régulation des débits
- 5 séparateur et échangeur -laveur
- 6 bouteilles de gaz titres (oootions)
- 7 ligne alimentation eau ballon tampon
- 8 ligne alimentation eau industrielle
- 9 évacuation boues
- 10 bac à boues

### ► PARTIE AUTOMATISME: RACK 19"



- 1 Entrée de câbles
- 2 Volume prévu pour mise en place des analyseurs
- 3 Prise d'échantillon "labo"
- 4 Tiroir d'automatisme avec synoptique et commandes
- 5 Tiroir sécheur à réfrigération

## ● SCHEMA DE PRINCIPE



- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1 Canne de prélèvement   | 15 Prise "labo" prélèvement d'échantillon gaz et injection gaz titrés | 28 Débitmètre alimentation en eau de la pompe à anneau liquide                                |
| 2 Fourreau support refroidi  | 16 Electrovanne de sélection "gaz titrés" pour étalonnage (option)    | 29 Débitmètre injection d'eau dans la canne   |
| 3 Préséparateur boue   | 17 Bouteilles "gaz titrés" (option)                                   | 30 Indicateur - transmetteur de sens du débit d'eau (marche sur accumulateur tampon)          |
| 4 Séparateur boues / gaz   | 18 Pressostats détection bouteilles "gaz titrés" vides (option)       | 31 Régulateur de marche pompe - accélérateur (option)   |
| 5 Contrôle visuel de circulation                                   | 19 Analyseurs (option)  | 32 Robinet d'isolement  |
| 6 Pressostat sécurité bouchage "canne de prélèvement"              | 20 Clapet anti-retour arrivée d'eau industrielle                      | 33 Ballon d'eau "accumulateur-tampon" (100 litres) avec clapet de sécurité                    |
| 7 Pompe à eau à anneau liquide                                     | 21 Robinet d'arrêt arrivée d'eau industrielle                         | 34 Crépine filtre   |
| 8 Filtre - laveur - séparateur eau/gaz                             | 22 Filtre arrivée d'eau   | 35 Pompe récupération eau condensation ; goutte à goutte pompe ; (fonctionnement automatique) |
| 9 Filtre cyclone séparateur eau/gaz                                | 24 Accélérateur / pompe de mise en pression (option)                  | 36 Electrovanne d'émulsion des boues  |
| 10 Pressostat "pression insuffisante" (colmatage filtres, etc ...) | 25 Manomètre arrivée d'eau 0 - 10 bars                                | 37 Bac de récupération des boues  |
| 12 Compresseur d'air   | 26 Régulateur - détenteur "eau cabine" (réglage fin)                  | 38 Event  |
| 13 Sécheur à réfrigération   |   | 39 Evacuation   |
| 14 Electrovanne de mise à l'air libre (étalonnage et sécurités)    |   | 40 Electrovanne EV1   |

## ● PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

A l'extrémité de la canne (1), l'échantillon est prélevé en même temps que l'eau d'injection, de sorte que l'on véhicule, dans la ligne de mesure, du gaz et des boues. Dès la sortie de la canne de prélèvement, un préséparateur (3) permet d'éliminer une partie des boues, ce qui diminue les risques de colmatage de la ligne de mesure.

En cas de colmatage de la canne ou de la ligne d'échantillon, la dépression créée par la pompe est contrôlée par le pressostat (6), dès la détection du phénomène la vanne (40) se ferme, la pompe crée une dépression dans la ligne d'une valeur de l'ordre de 0,8 Bar pendant 20 secondes. Cette dépression permet un décolmatage de la ligne, passé ce temps si l'obstruction persiste la station est arrêtée avec signalisation du défaut "aspiration bouchée". Faire déboucher la canne ou la ligne et mettre en marche.

La station SPEG 7801 est composée de :

- 1 préséparateur (4) qui élimine les parties solides et liquides (boues) de l'échantillon qui arrive de la canne de prélèvement, aspiré par la pompe à anneau liquide (7). Les parties solides tombent dans le bac à boues (37) placé à la partie inférieure du caisson.
- 1 filtre - laveur - séparateur eau/gaz (8)
- 1 filtre cyclone séparateur eau/gaz (9)
- 1 sécheur à réfrigération (13) qui abaisse le point de rosée à 4°C, et contrôle l'absence d'eau dans l'échantillon par l'intermédiaire d'un détecteur d'eau.
- 1 prise "labo" (15), placée en façade du synoptique, permet, d'une part un contrôle du gaz distribué aux analyseurs, et d'autre part, une injection de gaz titrés.

Les gaz excédentaires ainsi que l'eau, issus du séparateur "eau/gaz" (8), sont dirigés vers l'un des compartiments du bac (37) qui maintient, par ailleurs, une garde hydraulique sur le séparateur. Les gaz excédentaires sont évacués à l'extérieur par l'évent (38) qui récupère par ailleurs les gaz analysés.

A la partie inférieure du bac à boues, une injection d'eau, cyclique, par l'électrovanne (36) permet d'émulsionner les boues avant leur évacuation. Une reprise d'eau propre, dans un des compartiments du bac (37), est dirigée vers l'entrée de la pompe à anneau liquide. Ce recyclage a été rendu possible du fait de la mise en place, sur la station SPEG 7801, d'un compartiment "eau propre". Il y a de ce fait une économie (environ 90 l/h) sur l'eau d'alimentation.

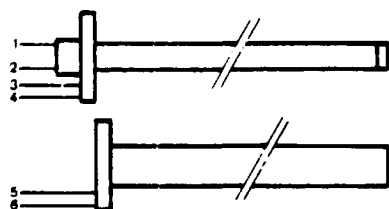
Dans les installations industrielles, il est bien connu que les "fluides" posent souvent des problèmes.

Afin de s'affranchir d'un manque d'eau momentanément, la station SPEG 7801, a été pourvue, en standard, d'un ballon tampon de 100 litres, permettant une autonomie de 15 minutes.

L'eau "industrielle" alimentant la station, doit être propre et de qualité définie en page 4 de la présente documentation.

Le circuit d'eau, à l'entrée de la SPEG 7801, est équipée d'un clapet et d'un filtre assurant un traitement "primaire". Chaque débit mètre (28) et (29) est équipé d'un régulateur (26) pour réglage "fin".

## ● CANNE DE PRELEVEMENT



- 1 Entrée eau de pulvérisation
- 2 Sortie échantillon gaz et boues
- 3-4 Entrée - sortie eau de refroidissement \*
- 5-6 Entrée - sortie eau de refroidissement \*

\* voir note page 4

## CONSTITUTION:

Corps Hastelloy C ou inconel.  
Tête acier inox.  
Tubes intérieurs acier inox.  
Longueur à la demande entre 1 et 4 mètres.  
Température maxi d'utilisation 1.600° environ.  
Tous raccords en acier inox.

La canne de prélèvement de la station SPEG 7801 se présente sous la forme d'un cylindre de 34 mm de diamètre extérieur. Les différentes canalisations intérieures assurent le transfert de l'échantillon de gaz et le refroidissement de la canne.

Au dessus d'une longueur de canne de 1500 mm ou pour une température dépassant 1000° C, il est nécessaire d'équiper la canne d'un fourreau support refroidi (water-jacket) dont la longueur sera fonction de celle de la canne.



## ● CARACTERISTIQUES

### ■ Caractéristiques générales

- présentation :			
- armoire monobloc			
- ensemble en tôles mécano-soudées, épaisseur 20/10			
- peinture extérieure châssis : laque polyuréthane brillante bleue foncée RAL 5010 sur sous couche polyuréthane			
- peinture extérieure portes : laque polyuréthane brillante bleue pâle CCR 1590 sur sous couche polyuréthane			
- peinture intérieure de la station : peinture époxy grise brillante sur tôle sablée			
- encombrement :	largeur hors tout	mm	1410
	hauteur hors tout	mm	2080
	profondeur hors tout	mm	850
- Masse : suivant équipement		kg	475 à 500
- Manutention : 4 anneaux de levage			

### ■ Caractéristiques électriques

- tension d'alimentation standard	TRI + T	50Hz	V	220/380
- puissance absorbée		max	KVA	2,6
- signalisations reportées	contacts secs			tout ou rien

### ■ Caractéristiques "alimentation eau ville ou industrielle" et évacuations

- pression	max	bar	6
	mini	bar	4
- consommation *	moenne	l/h	100
- degré hydrotimétrique		degrés	20
- température à l'arrivée		°C	25
- évacuation boues	Ø conduite	mm	26/34
- évacuation gaz (évent)	Ø conduite	mm	8/10

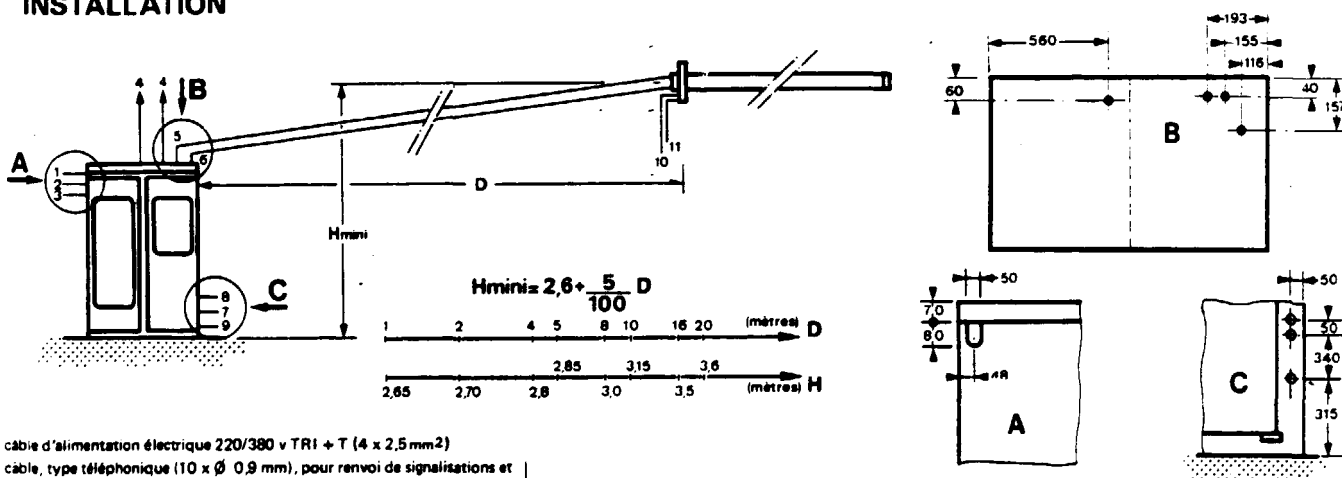
### ■ Caractéristiques "circuit échantillon"

- débit gaz dans circuit prélèvement	l/h	2000 environ
- temps de réponse, pour une ligne de 10 m par exemple (hors temps de réponse analyseur)	s	5 environ
- température limite de la canne de prélèvement avec support refroidi	°C	1600 max.

#### \* Note :

cette consommation d'eau ne tient pas compte de l'eau de refroidissement de la canne de prélèvement et du fourreau support refroidi qu'il faut assurer par ailleurs. Par mesure de sécurité (manque d'eau, entartrage, gel ...) il est recommandé d'utiliser le refroidissement en circuit fermé CIFER que nous proposons en options.

## ● INSTALLATION



- 1 câble d'alimentation électrique 220/380 v TRI + T (4 x 2,5 mm<sup>2</sup>)
- 2 câble, type téléphonique (10 x Ø 0,9 mm), pour renvoi de signalisations et télécommandes éventuelles.
- 3 câbles pour signaux analogiques issus des analyseurs (caractéristiques fonction des analyseurs)
- 4 tube d'évent, longueur mini 1 m (tube Rylsen ou Nylon Ø 10/12 - raccord inox sur la station)
- 5 tube pour alimentation de la canne de prélèvement en "eau de pulvérisation" (tube Rylsen ou Nylon Ø 10/12 - raccord inox sur la station)
- 6 tube de "ligne de mesure" pour gaz échantillon - eau (tube Rylsen ou Nylon Ø 10/12 - raccord inox sur la station)
- 7 alimentation en "eau ville ou industrielle" (raccord taraudé 3/8" gaz-femelle cylindrique)
- 8 tube d'alimentation du ballon-tampon\*\* (raccord taraudé 3/8" gaz-femelle-cylindrique)
- 9 évacuation boues (raccord taraudé 1" gaz-femelle-cylindrique)
- 10 eau de refroidissement de la canne de prélèvement
- 11 évacuation de l'eau de refroidissement de la canne de prélèvement.

- 1 signalisation d'un défaut d'origine électrique
- 2 signalisation d'un défaut sur le "circuit eau" de la station
- 3 signalisation d'un défaut sur le "circuit gaz" de la station
- 4 signalisation d'un "manque de pression" sur les bouteilles d'étalonnage en gaz titrés
- 5 signalisation "station en test étalonnage"
- 6 commande "local-distance"
- 7, 8, 9 validation et commandes des tests d'étalonnage
- 10 1 paire "disponible"

\*\* équipement à placer à proximité de la station. Encombrement : Ø 500 H. 920.

## ● RENSEIGNEMENTS POUR ETUDE D'UN PROJET

- Caractéristique du gaz à prélever
- Températures, de service, maximum d'utilisation
- Taux de poussière dans le gaz et composition
- Implantation de la canne de prélèvement et caractéristiques du lieu d'implantation (épaisseurs : parois, briquetage, calorifugeage ...)

- Tension alimentation électrique
- Caractéristiques de l'eau d'alimentation
- Caractéristiques des analyseurs (marque, type, dimensions, standard de sortie ...)

## ● AUTRES FABRICATIONS

- Contrôleurs CNV 01 et CNV 02 (voir notice NC 037920) pour Surveillance Numérique de Mouvement
- Capteurs CNRB 4 pour contrôle de rotation (voir FT 037921)
- Périodemètre CNP 01 (voir FT 037922) pour Surveillance Numérique de Mouvement
- Contrôle de défauts (voir notice NC 067905)

- Pupitres de contrôle
- Tableaux synoptiques
- Armoires d'automatismes "CAMARGUE"
- Filtres à air "FAIRAIR"

NC067925/09.10.0103  
b:018\*13

# FERRER AURAN

téléphone-électronique-électricité

société au capital de 7.582.800 F  
88 av. de la capelette - 13362 marseille cédex 4 - tél.(91)79.90.99  
adresse télég. ETABFERRER-MARSEILLE - télex 400467  
C.C.P. marseille 1094.75 - siren : 058.80.9765

THOMSON-CSF TELEPHONE

# OPASTOP GP 1000

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

- Boîtier type étanche, peinture époxy, livré avec auvent de protection. Dimensions 340 × 450 × 300 mm
- Alimentation : 110 - 127 - 220 ou 240 V - 50 Hz.
- Puissance absorbée : 250 VA.
- Signal de sortie 0-20 mA ou 4-20 mA sur une charge maximum de 625 ohms.
- Sortie d'alarme par contact inverseur non alimenté (1 A / 220V 50 Hz).
- Circuit imprimé transistorisé (circuits intégrés).
- Cellule thermostatée et polarisée optiquement.
- Air de balayage, qualité contrôle (sec et déshuilé), débit 2 à 3 N m<sup>3</sup>/h.
- Capteur en acier inoxydable :
  - Portée normale 200 × 60 mm - Poids 1 kg
  - Grande portée 300 × 150 mm - Poids 4 kg (option)
- Fibres optiques :
  - Longueur 1,20 ou 2,20 m (option)
  - Diamètre 4 mm ou 8 mm (option)
- Température maximum d'utilisation 350° C (400° C en pointe)
- Dispositif séparé de contrôle de la fidélité de la mesure livrable en option (peut être commun à plusieurs appareils).

Edition Mai 74 - CIII 6 4 a-1



## ENTREPRISE GÉNÉRALE DE CHAUFFAGE INDUSTRIEL

S. A. au Capital de 10 120 000 Francs

### MARSEILLE

13, Rue Raymond TEISSERE (8<sup>e</sup>) Tel (91) 75-30-11 + - Telex 43 330  
Adresse Postale B P N° 56 13268 MARSEILLE Cedex 2

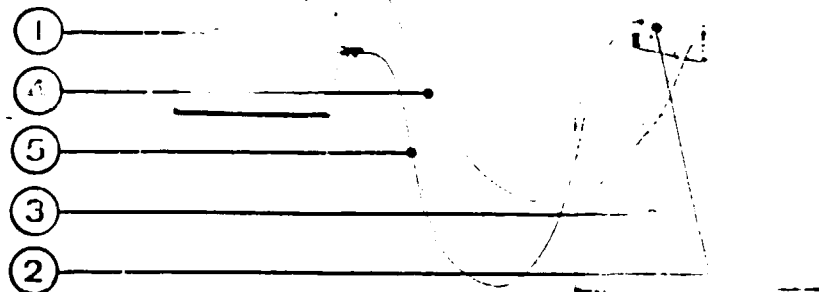
### PARIS

124, Avenue François ARAGO 92000 NANTERRE  
Tel. (11) 782-45-00 + - Telex 62 133

# OPASTOP GP 1000

## DESCRIPTION

## FONCTIONNEMENT



L'OPASTOP GP 1000 se compose :

- D'un **COFFRET ELECTRONIQUE** (1) renfermant le dispositif d'émission de lumière, la cellule de mesure et ses diodes électroluminescentes de polarisation optique, l'alimentation stabilisée (option) le circuit électronique imprimé, entièrement transistorisé avec ses potentiomètres de réglage et d'étalonnage.

- D'un **CAPTEUR** (2) disposé d'un seul côté de la gaine à contrôler (3). Le capteur représenté ci-contre à l'échelle, est relié au coffret par deux fibres optiques protégées chacune par une gaine métallique et inoxydable.

Les fibres optiques ayant la propriété de transporter la lumière, la fibre émettrice (4) dont une extrémité est reliée au bloc projecteur, émet par une autre extrémité, à une fréquence de 1000 Hz un rayon lumineux d'amplitude constante dans la zone de mesure.

L'autre fibre optique (5) reçoit d'une part la lumière cyclique et d'autre part la lumière parasite qui se sont réfléchies sur les particules en suspension se trouvant dans la veine gazeuse, et transmet ce flux lumineux composite à l'élément sensible de mesure dans le coffret électronique.

Le circuit électronique fait la distinction entre la lumière cyclique et la lumière continue et élabore un signal niveau haut dont la valeur dépend de la teneur en particules des gaz contrôlés.

Cette conception originale de l'OPASTOP GP 1000, brevetée en France et à l'étranger, lui confère un grand nombre d'avantages sur les opacimètres conventionnels qui, en général, possèdent un émetteur et un capteur disposés de part et d'autre de la cheminée :

- **GRANDE SENSIBILITÉ** pour une faible opacité des gaz : lorsque les particules en suspension dans la veine gazeuse sont peu nombreuses, elles réfléchissent peu la lumière. Une faible variation de leur densité, et par conséquent de l'opacité, se traduit par une grande variation du flux lumineux réfléchi transmis à la cellule. On peut ainsi dire de l'OPASTOP GP 1000 qu'il "voit" la fumée invisible. Avec un opacimètre conventionnel, au contraire, lorsque l'opacité est faible, le flux lumineux reçu par la cellule est important. Une faible variation d'opacité ne peut entraîner que la détection d'une faible fraction de celui-ci et il en résulte une sensibilité très insuffisante.

- **FIXATION D'UN SEUL COTÉ** de la gaine à contrôler, par conséquent mesure de l'opacité indépendante du diamètre de celle-ci. Toute déformation de la gaine ou du support de capteur ne peut plus modifier l'axe optique de la visée, elle est donc sans influence sur la mesure.

- **PROTECTION** de la lampe du projecteur, de la cellule et du coffret, contre l'échauffement dû au rayonnement des gaz, grâce à l'emploi des fibres optiques qui permettent d'éloigner le coffret tout en transmettant intégralement les flux lumineux.

- **TRÈS FAIBLE CONSOMMATION D'AIR** qui ne sert qu'à balayer l'extrémité des fibres optiques pour éviter leur salissure.

- **GRANDE FACILITÉ D'ÉTALONNAGE.**

La chaîne électronique de l'OPASTOP GP 1000 possède un relayage qui permet le déclenchement d'une alarme en cas de dépassement d'une opacité déterminée. En outre, l'appareil délivre un signal électrique qui peut être utilisé pour :

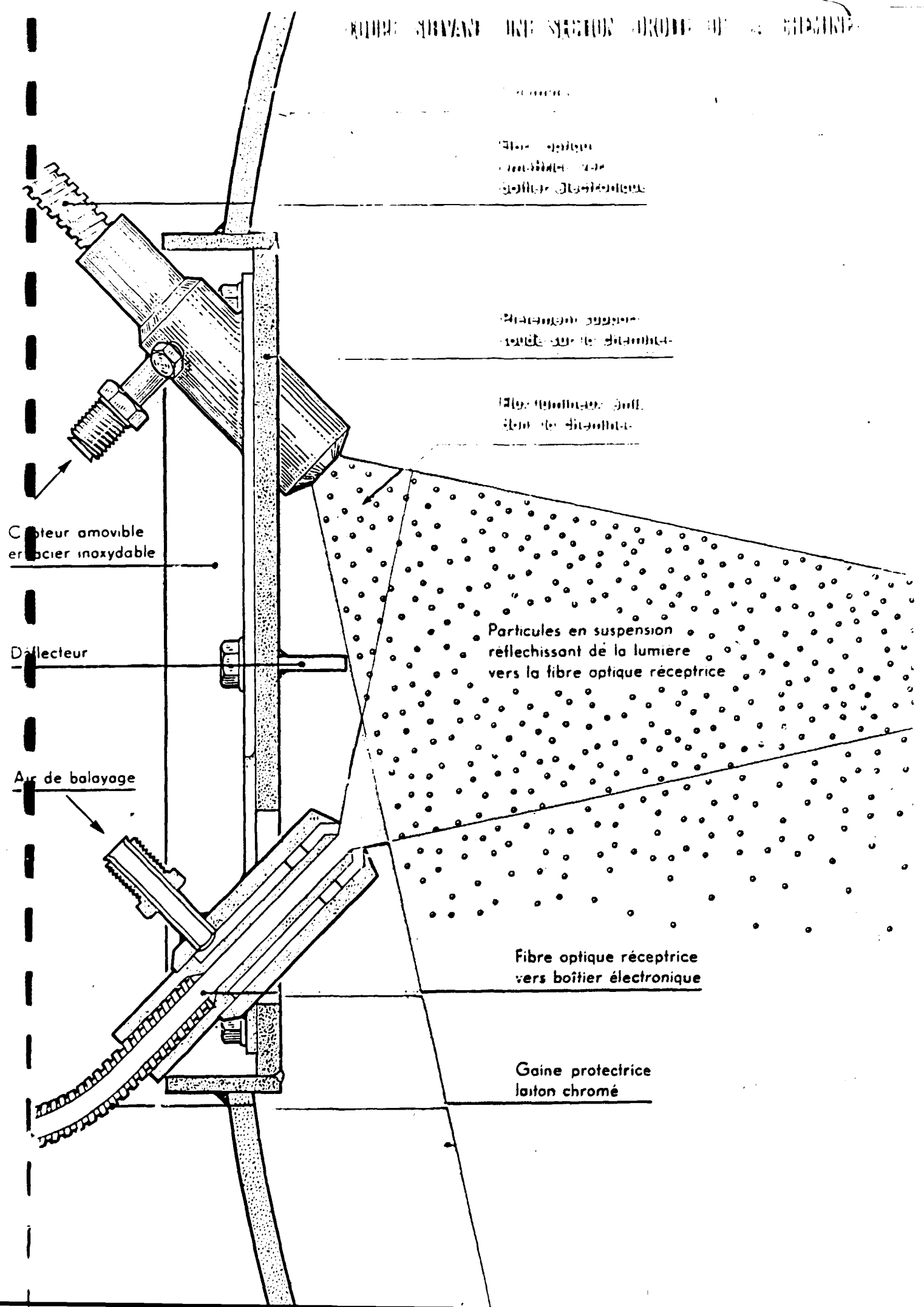
- L'INDICATION ou L'ENREGISTREMENT de l'opacité

- LA RÉGULATION AUTOMATIQUE de la chauffe à partir de l'opacité des fumées (voir notre notice SERVOPASTOP).

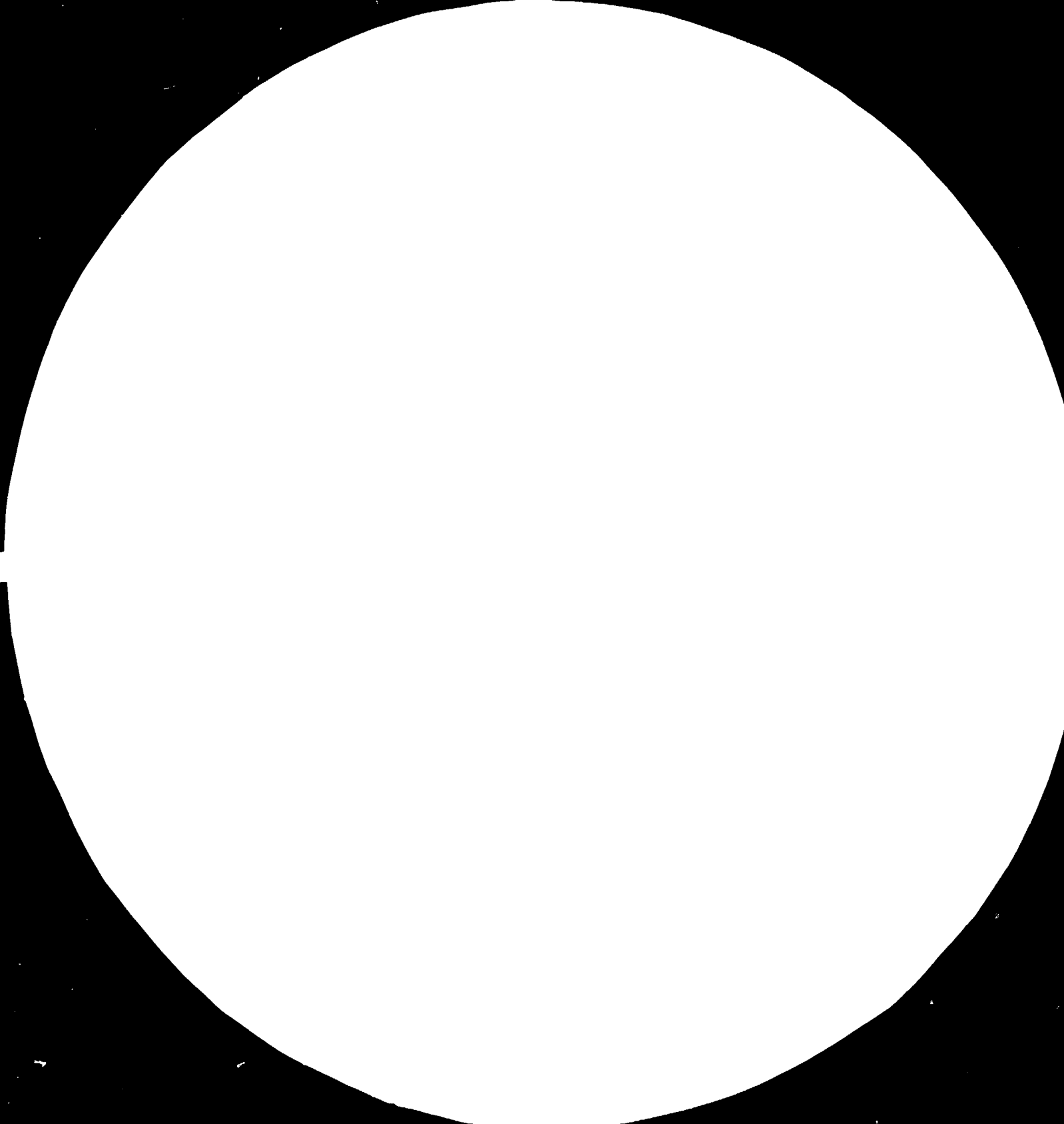
- L'INTRODUCTION D'UN ASSERVISSEMENT DANS UN AUTOMATISME

L'enregistreur ou le régulateur ne sont pas fournis avec l'appareil.

APPAREIL SERVANT UNE SECTION GÉNÉRALE DE LA MÉTHODE



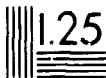
84.12.03  
AD.86.07  
1115.5+10





28

25



RESOLUTION TEST CHART

1.0 1.1 1.25 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.2 3.6 4.0 4.5 5.0 5.6 6.3 7.1 8.0 9.0 10.0 11.2 12.5 14.0 16.0 18.0 20.0 22.5 25.0 28.0 32.0 36.0 40.0 45.0 50.0 56.0 63.0 71.0 80.0 90.0 100.0

NOTICE 20977

BASCULE CAUTELMA

Principes - Description  
Mise en Service  
Consignes d'Exploitation  
Entretien - Déoannage

CAUTELMA



# PRINCIPES GENERAUX

## 1 - BASCULE INTEGRATRICE SUR TRANSPORTEUR A BANDE

### 1-1 - Fonction de l'instrument

La fonction de cet instrument est de mesurer le débit de matière en vrac manutentionnée par le transporteur, et de totaliser le poids passé.

### 1-2 - Utilisation

L'instrument effectue une mesure continue. Il peut donc être facilement incorporé dans une chaîne de manutention.

Homologué en Classes I et II (précision commerciale et précision ordinaire) par le SERVICE DES INSTRUMENTS DE MESURE FRANCAIS suivant les numéros d'approbation 77.1.01.647.1.3 du 21 juillet 1977, et 75.1.02.647.1.4 du 31 janvier 1975, il permet d'effectuer des transactions commerciales telles que chargement ou déchargement de navires, péniches, camions ou wagons.

Il est aussi utilisé dans des industries très diverses : alimentaires, chimiques, métallurgiques, cimentières, plâtrières, etc... pour le contrôle de production, la délivrance des charges, l'asservissement d'extracteurs. L'instrument permet également le contrôle de la production minière : il est homologué en sécurité intrinsèque par le CERCHAR, suivant le numéro MS. N° 8/77 du 14 janvier 1977.

### 1-3 - Description

Cet instrument comporte les parties principales suivantes :

- un transporteur à bande,
- un récepteur de charge (Rep. 1) mesurant le poids de produit sur une partie définie de la bande du transporteur,
- un capteur de pesage (Rep. 2) mesurant l'effort P fournit par le récepteur de charge. Celui-ci est alimenté par un signal V proportionnel à la vitesse de la bande ; il délivre alors un signal proportionnel au produit POIDS x VITESSE, soit au DEBIT de matière,
- un capteur de vitesse logique (Rep. 3) mesurant la vitesse de rotation du tambour mené,
- un calculateur qui rassemble les fonctions de mesures et de contrôles nécessaires au traitement des signaux.

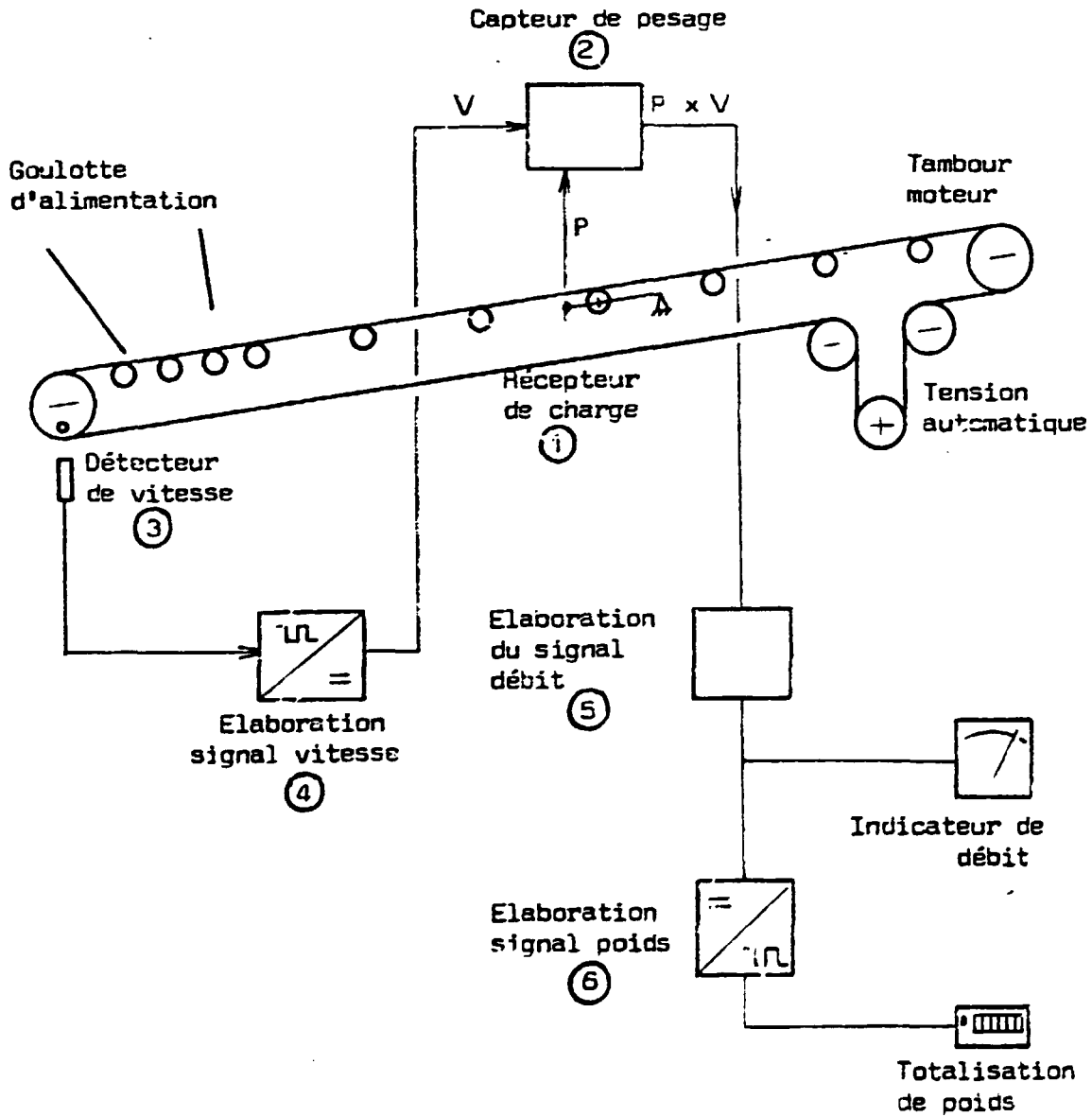
#### Fonctions mesures :

élaboration Signal VITESSE	{ Rep. 4 }
élaboration Signal DEBIT	{ Rep. 5 }
élaboration Signal POIDS	{ Rep. 6 }

.../...

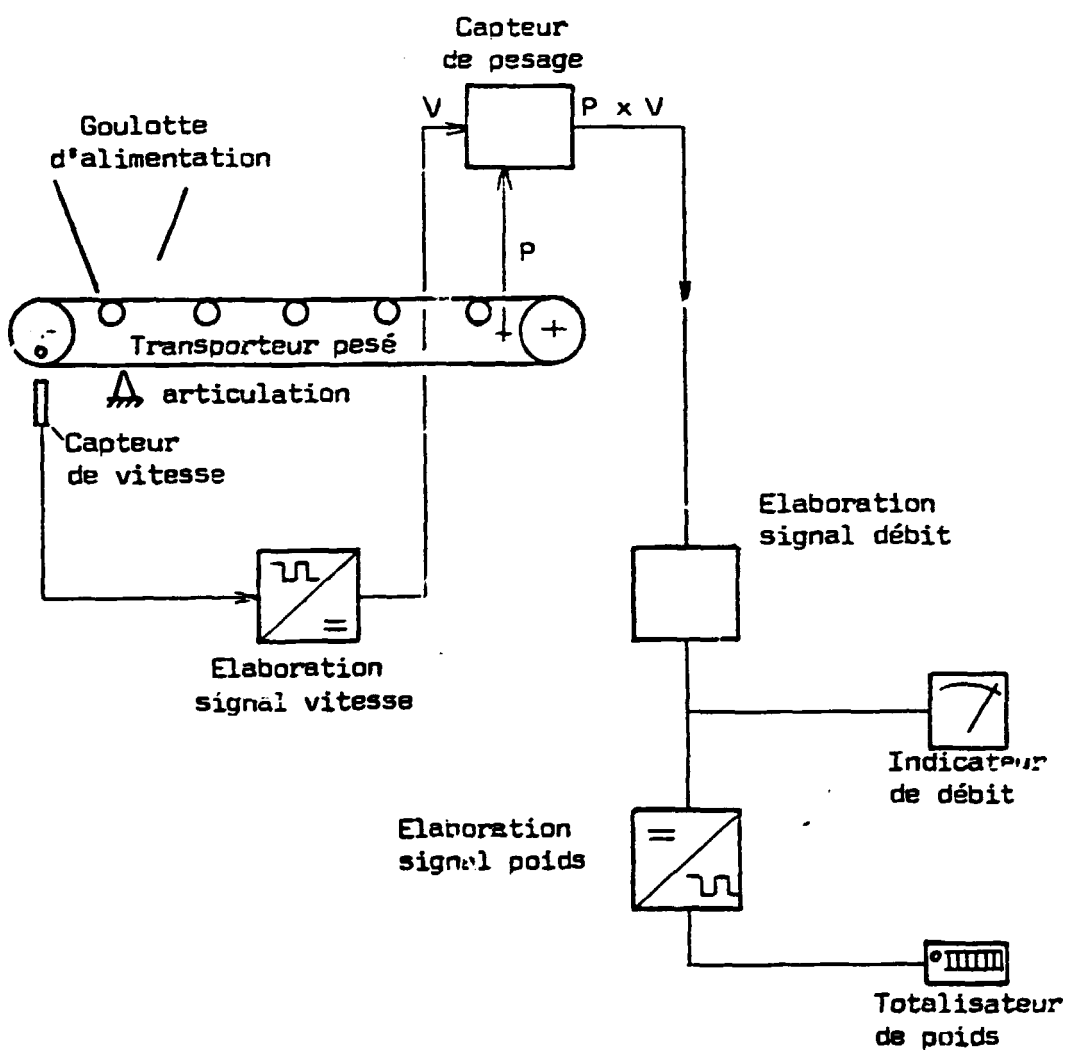
Fonctions contrôles :

contrôle automatique du zéro ou tarage,  
 contrôle automatique de la pente ou étalonnage  
 contrôle de bon fonctionnement.



2 - TRANSPORTEUR-PESEUR

Le principe de l'instrument est identique à celui de la bascule sur transporteur, mais le récepteur de charge est constituée par le transporteur lui-même, celui-ci étant entièrement pesé. En général, la chute de matière sur le transporteur est effectuée dans le plan des lames d'articulation.



### 3 - REGULATION DU DEBIT D'ALIMENTATION

Suivant l'installation, la distance de l'alimentateur à la bascule impose au produit des temps de parcours (appelés aussi temps de propagation) importants (plusieurs secondes).

Le débit de l'alimentateur est alors asservi au débit de consigne par l'intermédiaire d'un régulateur à action cyclique. Suivant l'écart observé entre le débit moyen et le débit de consigne, celui-ci corrige périodiquement le débit de l'alimentateur. Le temps entre deux corrections est alors supérieur au temps de propagation et les corrections sont données sous forme d'impulsions + ou - proportionnelles à l'écart en débit observé.

#### Nota :

Le temps de réponse du régulateur ne pouvant être inférieur au temps de propagation, les régulations de débit sont généralement utilisées dans le but d'alimenter régulièrement les circuits de manutention et la bascule. Les régulations rapides et précises destinées au dosage sont réservées aux REGULATEURS PONDERAUX.

### 4 - PRESELECTION DE CHARGE

L'équipement de pesage, complété par un présélecteur de poids, permet de réaliser des charges à partir d'un poids présélectionné.

Le présélecteur peut être placé à distance (poste de chargement).

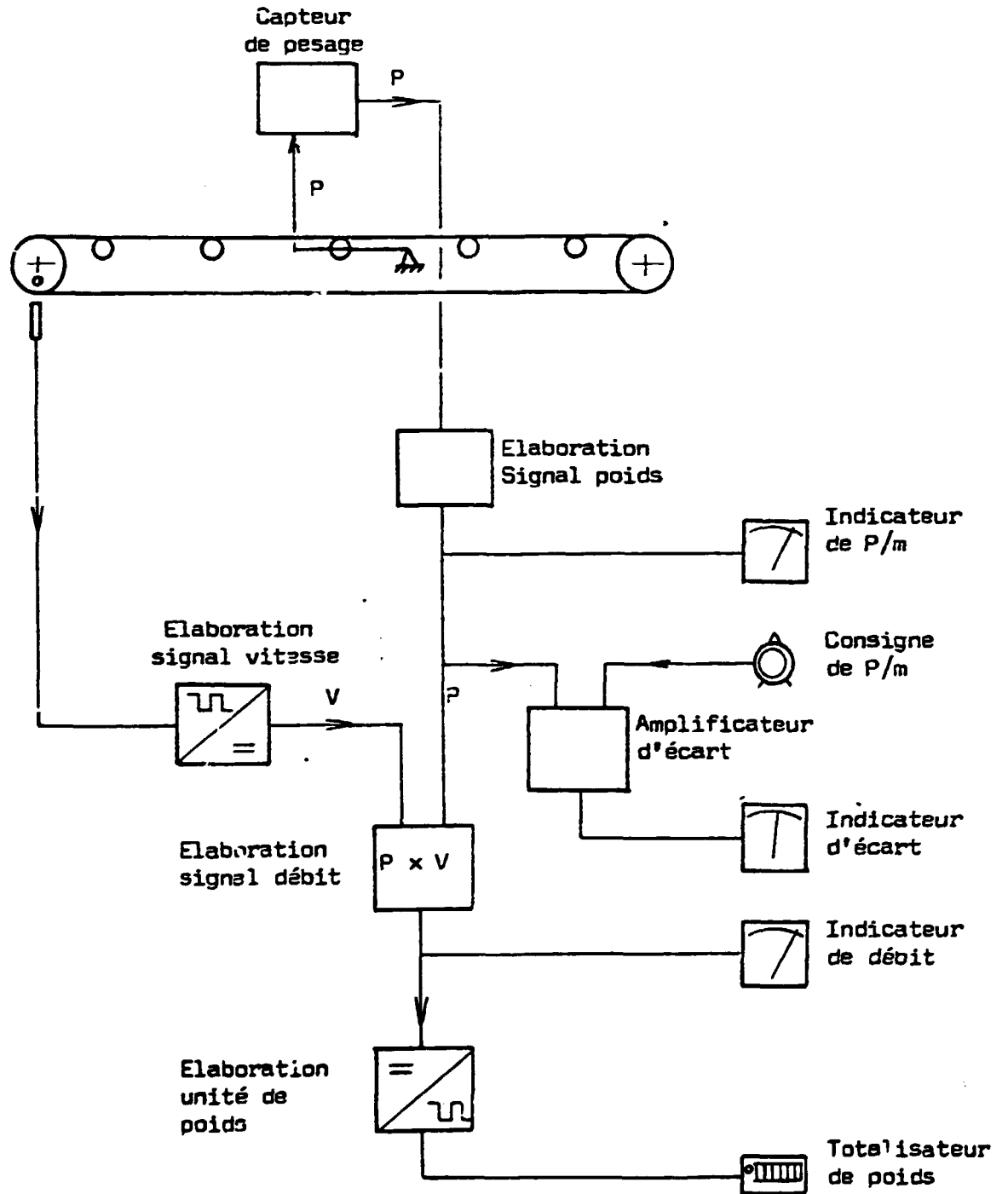
### 5 - PESEUR DEUX GAMMES

La bande peseuse est entraînée par un groupe motoréducteur asynchrone à deux vitesses, reconstituant ainsi à demi-débit, ou au quart de débit, un poids sur le peseur égal au poids pesé au débit nominal.

Ainsi, la même précision est assurée sur une plus large plage.

6 - CONTROLE DE POIDS PAR METRE

La fonction principale de l'instrument consiste à mesurer le poids par mètre de matière sur une bande transporteuse, et à indiquer l'écart en poids par rapport au poids par mètre souhaité.



.../...

## DESCRIPTION

### 1 - TRANSPORTEUR A BANDE

De type classique, celui-ci devra satisfaire aux normes préconisées lors de l'étude suivant la classe de précision définie, la précision de pesage étant à la fois fonction des performances de la bascule et des caractéristiques du transporteur.

### 2 - RECEPTEURS DE CHARGE

Ils sont de 3 types suivant le nombre de stations de rouleaux peseurs.

#### 2-1 - Récepteur de charge mono-rouleau type MIDOUZ

Le train de rouleaux peseurs est monté sur un mécanisme semi-Roberval constitué d'un levier double, perpendiculaire au transporteur (Rep. 1) recevant un cadre parallélépipédique, support du train de rouleaux (Rep. 2) auquel un contre-fléau supérieur assure la stabilité (Rep. 3). Ce levier double est relié directement au capteur (Rep. 4) de pesage par une tringle d'attaque (Rep. 5).

Toutes les articulations sont réalisées par lames inox, insensibles à la corrosion et aux vibrations.

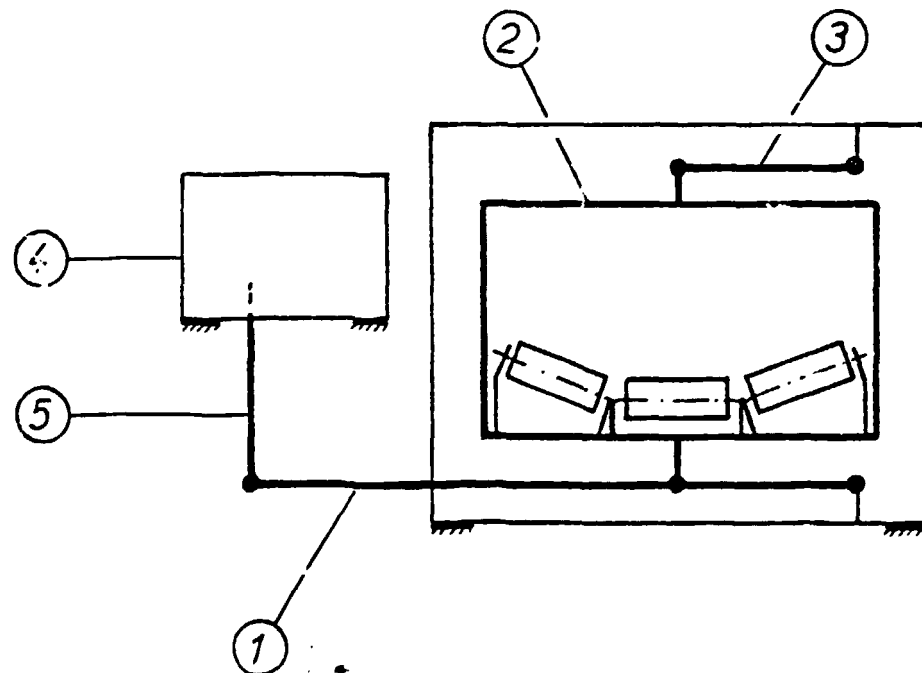


Schéma de principe

7

2-2 -- Récepteur de charge mono-rouleau type LOREN

Le Support du train de rouleau (Rep. 1) est reçu par un levier double (Rep. 2) parallèle au transporteur. La liaison du levier double au capteur de pesage (Rep. 3) peut être effectuée directement ou par l'intermédiaire d'un levier.

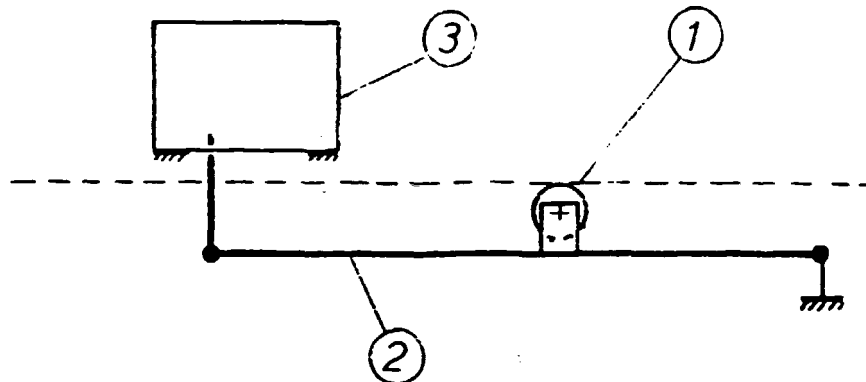


Schéma de principe

2-3 - Récepteur de charge multi-rouleaux (exemple : 2 stations)

Les supports de trains de rouleaux (Rep. 1) sont reçus par des leviers doubles (Rep. 2) parallèles au transporteur. Un système d'attache (Rep. 3) permet alors de réunir les leviers doubles de chaque train de rouleaux à une même tringle pour l'attaque du capteur de pesage (Rep. 4).

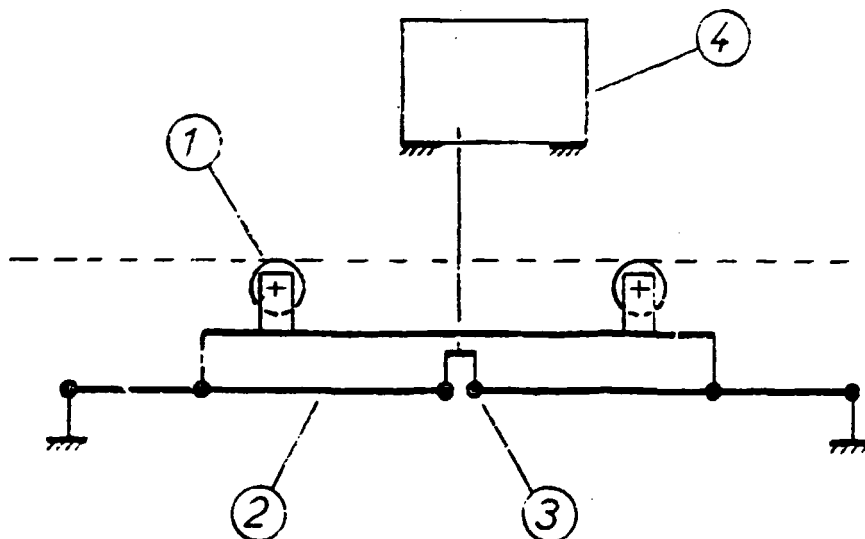


Schéma de principe

Les récepteurs de charges multi-rouleaux sont généralement utilisés pour les transporteurs ne répondant pas aux normes préconisées (inclinaison, rayon de courbure,...) et pour les transporteurs à godets métalliques. Ils permettent d'allonger la longueur de pesage

.../...

### 3 - CAPTEUR DE PESAGE

Celui-ci est composé d'un caisson contenant la balance, le détecteur GP, le module d'entrée.

#### 3-1 - La balance à rappel par gravité, ou peson à tangente, qui est composée :

- d'un cadre réglable par vis calantes avant montage de la balance (11),
- d'un support posé et fixé au cadre, assemblant les divers éléments (11),
- d'un bras primaire attaqué par la tige de puissance (26) pénétrant le caisson à travers un disque d'étanchéité. La longueur de la tige est réglable.
- éventuellement, d'un bras secondaire suivant la portée (23),
- d'un bras sensible portant la masse pendulaire et la masse de tare (18),
- au bras sensible sont fixés rigidement un frein à palette se déplaçant dans l'huile silicone, et l'électrode mobile (30) par l'intermédiaire d'une bague isolante,
- d'un couteau permettant d'appliquer un godet d'étalonnage (34). Lorsque l'étalonnage est automatique, ce godet est manoeuvrable par un petit treuil électrique.

#### 3-2 - Le détecteur GP (37)

Celui-ci est constitué d'un corps en plastique renfermant deux électrodes fixes baignant dans une charge support du champ électrodynamique. Ces électrodes sont alimentées par une tension alternative de grandeur électrique proportionnelle à la vitesse (tension U2). La charge active est isolée de l'ambiance par une charge isolante de densité inférieure. Une troisième électrode, dite curseur, est reliée rigidement par l'intermédiaire d'une tige isolée au bras sensible. Le curseur se déplace entre les deux électrodes fixes en suivant le mouvement du bras.

Le champ entre les deux électrodes est très voisin d'un champ uniforme. La fonction position du curseur par rapport à l'effort appliqué étant rendue linéaire par réglage de la came mécanique du bras sensible, la tension U3 issue du curseur est donc fonction linéaire de l'effort appliqué (position du bras sensible) et de la vitesse (tension U2=cv), donc fonction linéaire du débit instantané.

$$U3 = a (cv) + b (cv) \rho$$

a, b	constantes
v	vitesse
$\rho$	poïds

L'impédance du détecteur GP est fonction de la température, mais cette variation n'entraîne aucune incidence sur la mesure 3, l'impédance d'entrée de l'étage de lecture étant très élevée.

L'impédance du GP est comprise entre 1 Kohm et 30 Kohms (courant entre 6 et 0,2 mA).



L'impédance vue du curseur est du même ordre.

Note : Il est interdit d'appliquer une tension continue aux bornes du détecteur GP, donc d'effectuer des mesures à l'ohmètre.

### 3-3 - Le module d'entrée - schema N° 121 801

Celui-ci est constitué d'un circuit intégré moulé dans du silastène. Le coefficient de transfert est pratiquement égal à un (son gain propre étant d'environ 200.000).

La sortie 3A est donc égale à la tension d'entrée 3 avec une grande précision. L'impédance d'entrée en 3 est supérieure à 150 Megohms.

L'impédance de sortie est très faible et de l'ordre de quelques ohms, ce qui permet une liaison à longue distance avec le calculateur. Toutefois, le circuit saturant pour des courants parasites de l'ordre de quelques mA, il est recommandé d'effectuer une liaison 3A avec un câble monofilaire blindé si la distance excède une dizaine de mètres.

Le module d'entrée est alimenté à partir du calculateur par les tensions stabilisées + 15v et - 15v par rapport à la masse des circuits 8M (masse isolée de la terre).

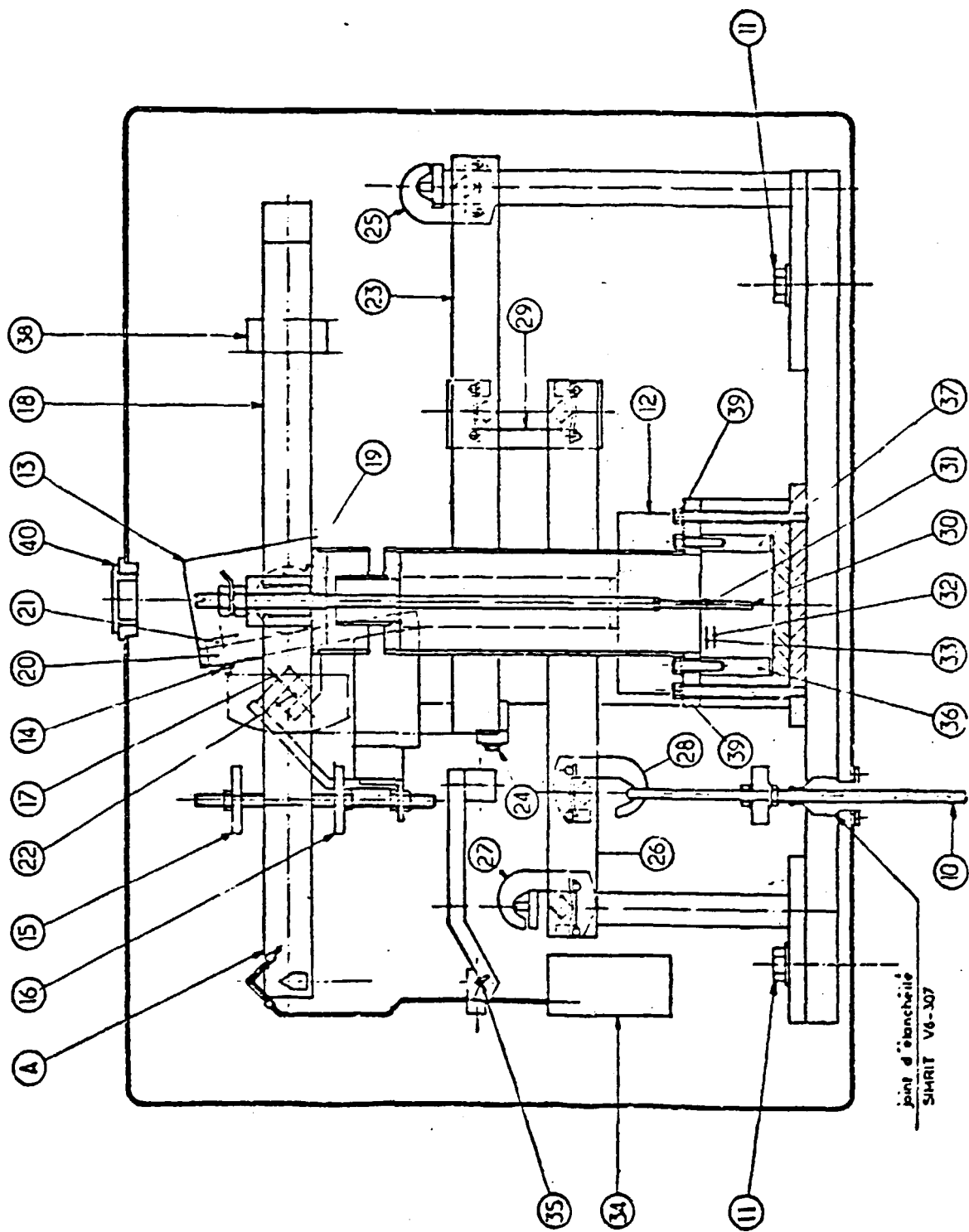
### 4 - CAPTEUR DE VITESSE

Le capteur de vitesse est composé d'un traducteur de déplacement constitué par un tambour mené de grand diamètre (entraîné par la face propre de la bande), muni sur l'une de ses bases d'un bossage ou d'un creux et d'un détecteur de proximité solidaire du transporteur.

En marche normale, le détecteur de proximité émet une impulsion électrique à chaque passage de la bosse ou du creux.

La fréquence des impulsions est donc proportionnelle à la vitesse de la bande.

Ce signal impulsionnel est transformé en signal alternatif par un module du calculateur pour alimenter le capteur de pesage.



LE CAPTEUR CAPRI HEFE

## 5 - CALCULATEUR

De construction fonctionnelle, le calculateur SAUTELMA est câblé dans un système éprouvé dans l'industrie électronique. Il se présente sous forme de bac à cartes, de dimensions suivant les normes 19" USA 93.9 ; DIN 41949 CEI, 8 U, 82 fractions profondeur 289.

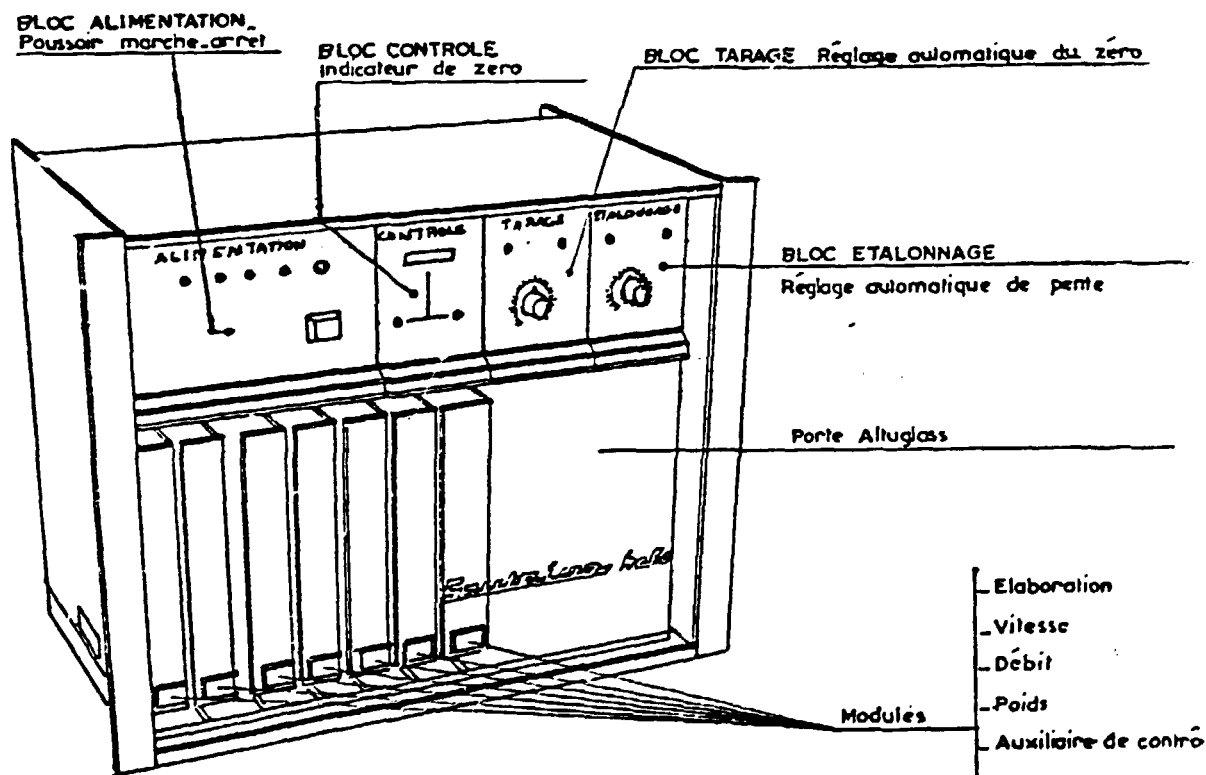
Ce bac comporte deux compartiments :

- 1 compartiment supérieur pour recevoir les différents blocs :
  - alimentation
  - contrôle
  - tarage automatique ou manuel
  - étalonnage automatique, semi-automatique ou manuel.
- 1 compartiment inférieur destiné aux divers modules :
  - débit
  - intégrateur
  - etc...

Le calculateur est fermé par une plaque frontale basculante en altuglas de couleur marron.

Il peut être monté dans une armoire 19" ou dans un caisson mural.

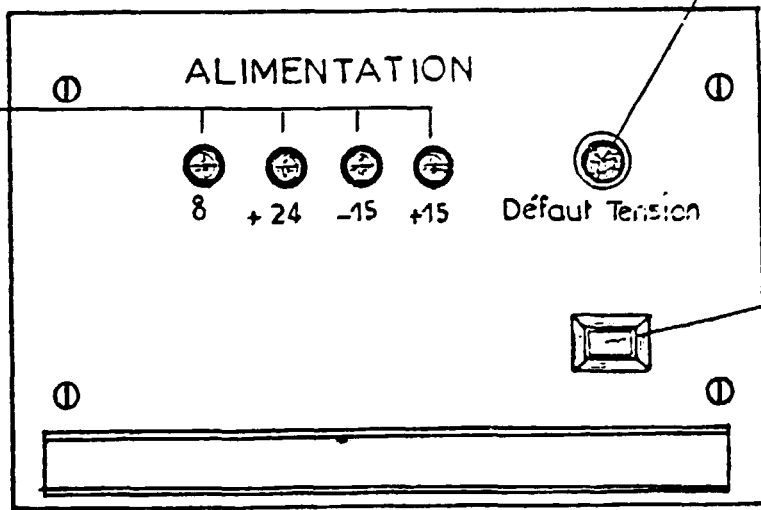
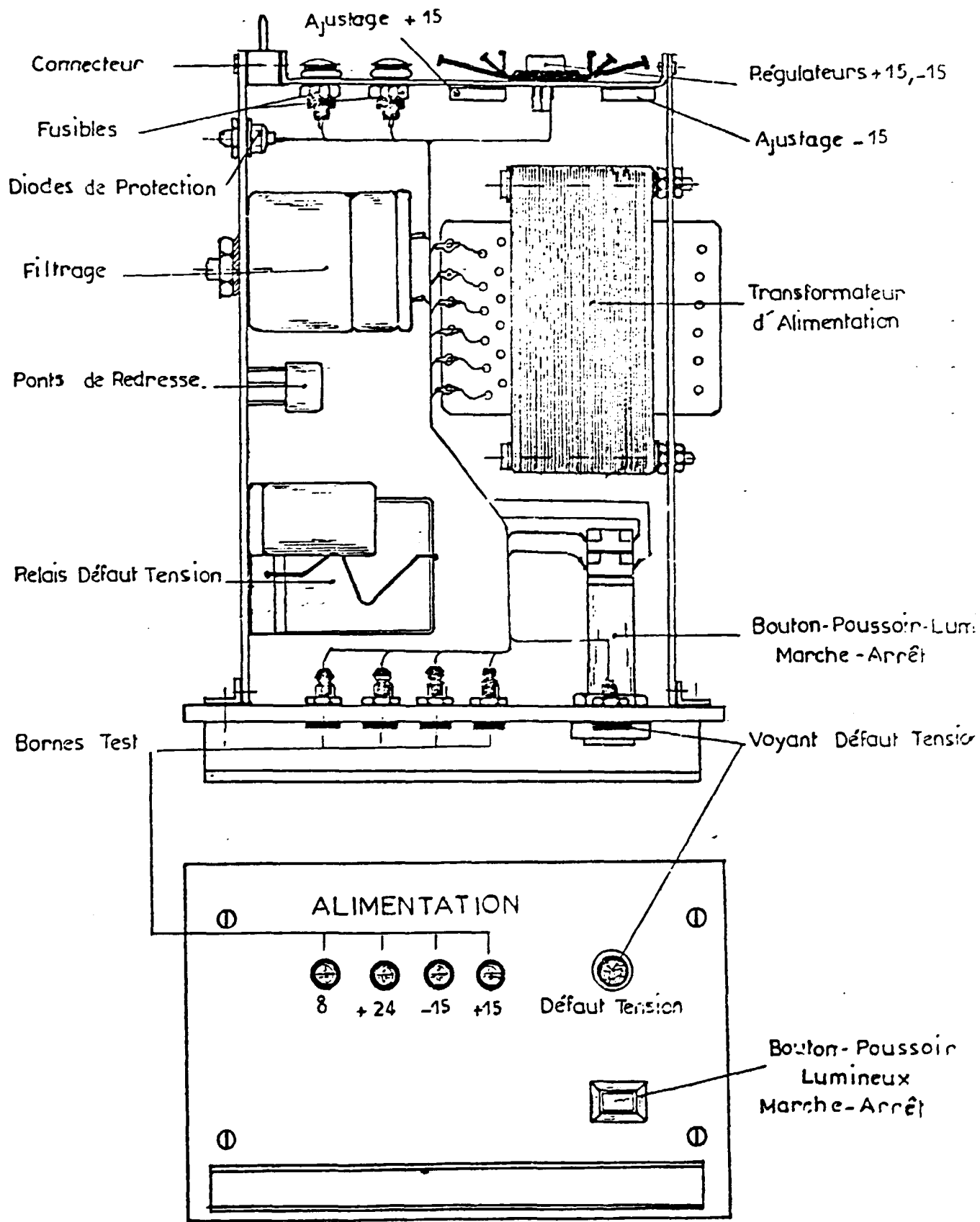
Un toron souple, débrochable soit par un connecteur soit par un bornier, relie le calculateur aux éléments extérieurs.



CALCULATEUR HEFE

5-1 - Bloc Alimentation - Schéma N° 121 795

- dimensions : 167 x 107,7 - 33 T. x 21 T.
- embrochable par connecteur
- entrées : 110v ou 220v + 10, - 15% 50-60 Hz
- sorties : + 15v stabilisés 0,5A ondulation 10mv
- 15v stabilisés 0,5A ondulation 10mv
- + 24v non stabilisés 2,5A
- rigidité diélectrique : réseau châssis 1,5 KV  
classe de 1 VDE 0411.
- alimentation équipée d'un régulateur positif et d'un régulateur négatif
- coefficient de température  $3.10^{-4}$
- régulation  $2.10^{-3}$
- réglages des tensions de sorties (+ 15 ; - 15)  
par trimmer
- protection à l'entrée par fusibles calibrés temporisés 1A
- protection de sortie par fusibles calibrés temporisés 3,15A
  - contre les courts-circuits (limitation 2,8A)
  - contre les élévations de température du régulateur
  - contre les surtensions
- un système électronique signale le défaut d'une des trois tensions de sortie
- bornes test de contrôle en face avant.



BLOC ALIMENTATION

5-2 - Bloc contrôle

- dimensions : 81 x 107,7 ou 16 T. x 21 T.
- embrochable par connecteur

5-21 - Fonctions :

- visualiser au moyen du micro-ampèremètre les signaux I, J GP avec deux sensibilités : 1 et x 20
- permet de simuler la marche du calculateur en "l'isolant" du capteur.

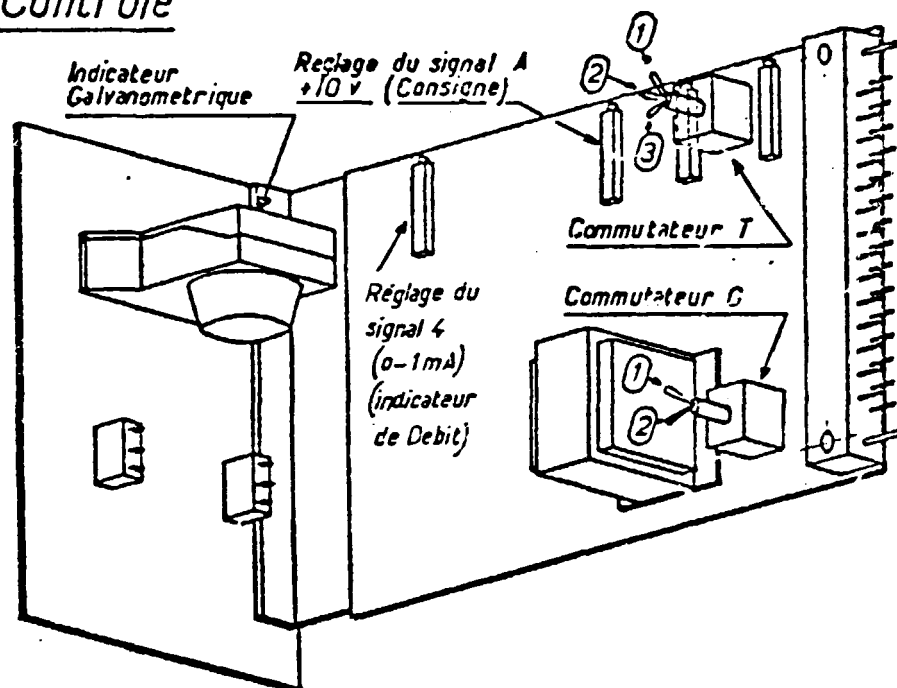
Marche à vide simulée : commutateur en position basse

Marche au débit maximum simulée : commutateur en position centrale

Marche normale : commutateur en position haute.

5-22 - Ajustages :

- du signal 4 (0,1 mA) pour indication du débit
- du signal A, (+ 10v) alimentant l'afficheur de consigne.

Bloc Contrôle

### 5-3 - Bloc tarage

- dimensions : 81 x 107,7 ou 16 T. x 21 T.
- embrochable par connecteur.

#### 5-31 - En version automatique

En face avant :

- le potentiomètre de tare avec bouton-flèche
- un bouton-poussoir de R à Z de l'intégrateur
- un voyant lumineux "réglage en service".

Eléments internes :

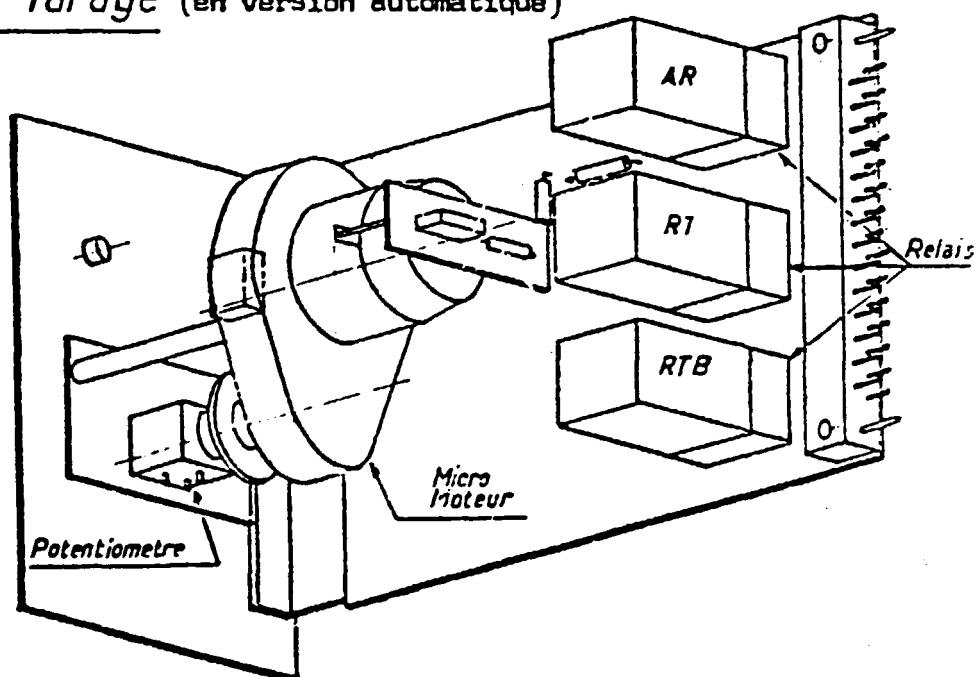
- 1 ensemble motoréducteur accouplé au potentiomètre
- un circuit imprimé comportant les relais de tare
- les résistances de réglages de la chaîne de tare et du gain du module ATA.

#### 5-32 - En version manuelle

En face avant :

- le potentiomètre de tare avec bouton-flèche
- un bouton-poussoir de R à Z de l'intégrateur
- un circuit imprimé avec les résistances de réglage du gain du module ATA et de la chaîne de tare.

### Bloc Tarage (en version automatique)



5-4 - Bloc étalonnage

- dimensions : 81 x 107,7 ou 16 T. x 21 T.
- embrochable par connecteur.

5-41 - En version automatique

En face avant :

- le potentiomètre d'étalonnage avec bouton-flèche
- un bouton-poussoir de mise en étalonnage ME
- un bouton-poussoir d'acquiescement étalonnage ACQ
- un voyant lumineux "étalonnage en service".

Eléments internes :

- un motoréducteur accouplé au potentiomètre d'étalonnage.

5-42 - En version semi-automatique

En face avant :

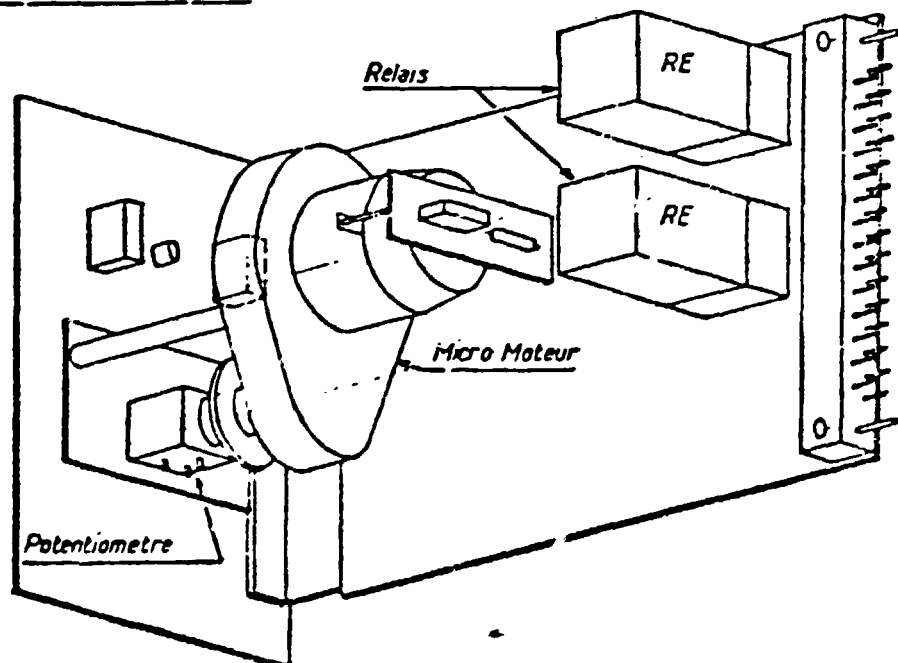
- un potentiomètre d'étalonnage avec bouton-flèche
- un totalisateur d'impulsions d'étalonnage
- un interrupteur de mise en étalonnage
- un interrupteur pour coupure de la totalisation extérieure
- un circuit imprimé.

5-43 - En version manuelle

En face avant :

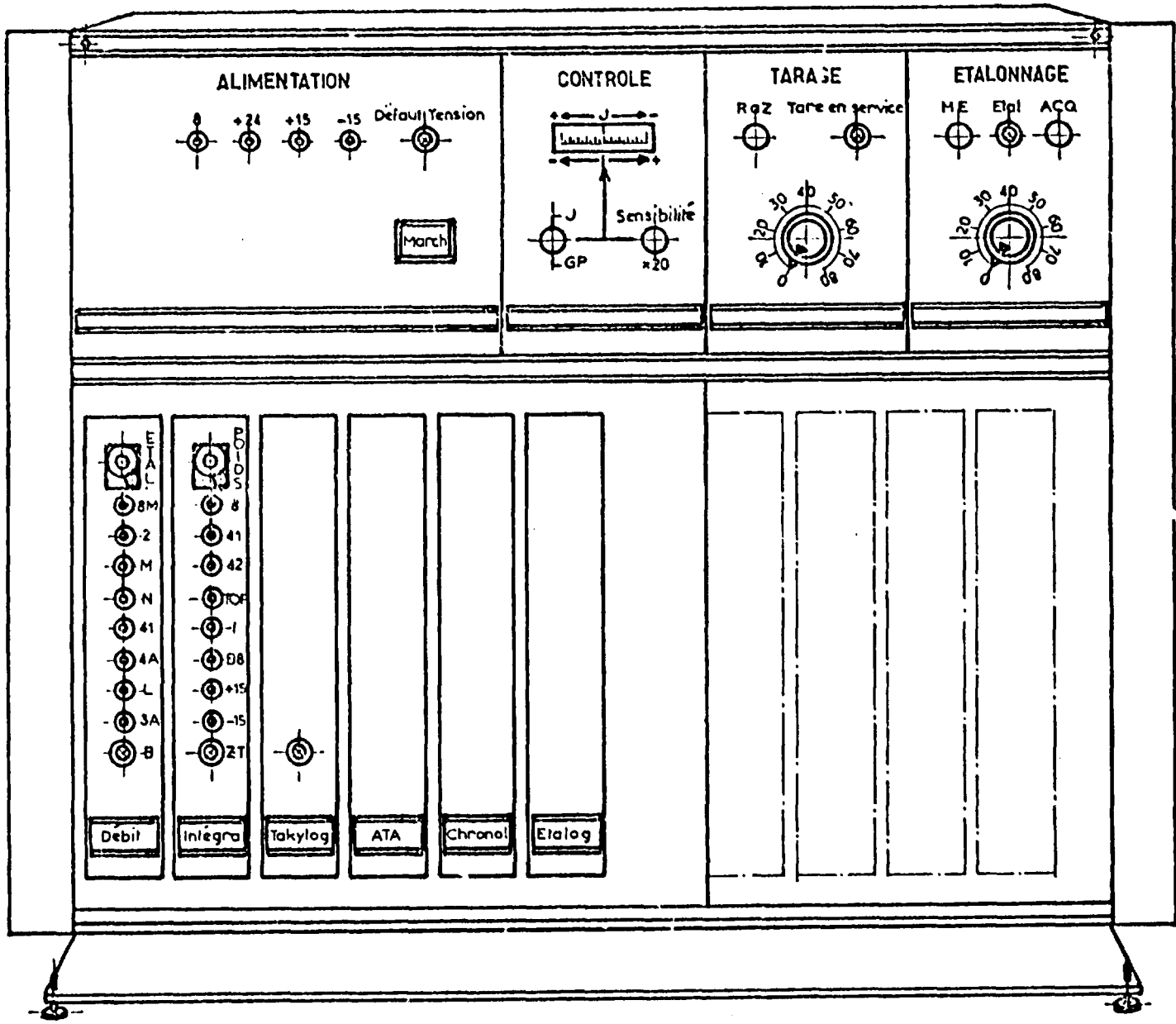
- un potentiomètre d'étalonnage avec bouton-flèche
- un circuit imprimé.

Bloc Etalonnage (en version automatique)



.../...





Face avant du CALCULATEUR HEFE - Standard

5-5 - Elaboration signal débitMODULE DEBIT

Repère : N° 131915 - Schéma N° 121 796

Dimensions : 186,7 x 193

Principe : transforme le signal alternatif issu du détecteur GP en un signal continu proportionnel au débit instantané.

SIGNALS :

Entrée 3 : 2, signal analogique : tension alternative, proportionnelle à la vitesse, provenant du module takylog, simulog ou simulateur, proportionnelle à la vitesse  $-U_2 = cv$ .  
c = constante, v = vitesse.

Sortie 4 : M, signal analogique : tension continue négative, proportionnelle à la vitesse, alimentant la chaîne de tare (signal  $U_2$  redressé).

Entrée 15 : 3a, signal analogique : tension alternative, provenant du module d'entrée,  $U_{3a} = a (cv) + b (cv) p$  a, b constantes

Sortie 13 : L, signal analogique : tension continue positive (signal 3A redressé).

Entrée 5 : N, signal analogique : tension continue négative, opposition de tare (fraction réglable de M par le bouton de tare)

Sortie 7 : 41, signal analogique : tension continue de 0 à -10v, proportionnelle au débit instantané  $U_{41} = kq$  (au standard -10v correspondant à la portée mécanique maximum du peseur)

Sortie 6 : 4A, signal analogique : tension continue de 0 à +10v, proportionnelle au débit moyen filtré sur une vingtaine de secondes - impédance de sortie 20 ohms courant max. 30mA.

Entrée 9 : entrée de la boucle de contre-réaction du sommateur A6 : permet d'insérer le potentiomètre de réglage d'étalonnage dans la boucle pour ajustage du signal 41 (débit instantané).

.../...

Sortie 11 : B1, signal logique + 10v temporisé d'environ 30 sec. (valeur standard modifiable), apparaissant lorsque le peseur est à l'arrêt ou en marche à vide (signal débit inférieur à 7 % ou 2 % du maximum).

Sortie 12 : B, signal logiques, identique à B1, mais n'apparaissant que lorsque le transporteur est en marche à vide.

Sortie 14 : CQ, signal logique : empêche la condamnation du signal débit par D lorsque la bande peseuse est en marche (utilisation spéciale).

### REGLAGES :

#### Réglages d'exploitation :

- réglage de la tare : bouton situé en face avant du bloc TARAGE

Etendue de réglage standard :

+ 1 %	peseur Classe 1
+ 2,5 %	peseur Classe 2
+ 10 %	tout autre peseur ou doseur

- réglage de la pente : bouton situé en face avant du bloc ETALONNAGE

Etendue de réglage standard 10 %. Lorsque l'appareil est destiné aux transactions commerciales, le réglage est inaccessible.

#### AJUSTAGES :

- Sur face avant du module : ajustage du niveau de tension du signal débit par bouton "ETAL". Etendue de réglage 10 % (lorsque l'appareil est destiné aux transactions commerciales, ce réglage est supprimé).

- Sur bloc TARAGE : chaîne de résistance pour l'ajustage à la norme de l'étendue de réglage du bouton TARAGE.

- Sur module ; résistances R11 et R10 : ajustage à la norme de l'étendue de réglage du bouton du bloc ETALONNAGE.

résistances R4, R5 et R6 : ajustage à la norme de l'étendue de réglage du bouton "ETAL" placé en face avant du module (en précision Classe 1, le potentiomètre "ETAL" est shunté par un cavalier.

.../...

- Gain de l'amplificateur délivrant le signal débit moyen 4A : choix du gain par déplacement du cavalier en  $G = 1$ ,  $G = 1,5$  ou  $G = x$  (gain ajustable par potentiomètre P1 et résistances R2 et R3).
- Choix du seuil (2 % ou 7 %) par déplacement du cavalier - ajustage de la temporisation pour l'enclenchement du signal B1 par R13.
- Ajustage du zéro des amplificateurs A7 et A8 par P2 et P3.

DESCRIPTION :

1 - Redressement des signaux 2 et 3A et création du signal débit 41.

Le redressement est effectué par détection et mesure de la valeur de la crête positive.

Le signal 2 inversé en phase (par A1) commande un comparateur (A2) qui émet une fine impulsion au passage de la crête. Pendant le temps de l'impulsion la valeur de la tension de crête est captée par la fermeture de F, A2 et H3, puis mémorisée par les amplis A4 et A5 jusqu'à l'apparition de l'impulsion suivante. Les signaux 2 et 3A redressés sont alors appelés M et L. Une fraction du signal M, réglable par le potentiomètre de tarage, devient le signal N.

Les signaux L et N sont opposés à l'entrée de l'additionneur A6. Le niveau du signal de sortie est alors réglable par le potentiomètre "ETAL." placé en face avant du module, puis par le potentiomètre du bloc ETALONNAGE. Il est alors appelé signal 41. Le signal 41 est inversé par A8 (signal 4A) qui effectue une prise de valeur moyenne.

2 - Création des signaux logiques B1 et B

Lorsque le débit se maintient en-dessous du seuil de 2 % ou 7 % du débit maximum, un circuit de temporisation est déclenché. Au bout de 30 secondes apparaît le signal B1. B1 indique alors un arrêt de la bande peseuse ou un arrêt d'alimentation en produit.

Lorsque le débit remonte au-dessus du seuil, B1 disparaît immédiatement. Signal logique D = celui-ci apparaît lorsque le signal M est supérieur à 7 % de sa valeur nominale.

La présence du signal D indique la marche de la bande peseuse.

Le signal B, indiquant la marche à vide du peseur, est créé par B1 et D. B apparaît donc comme B1, sauf si la bande peseuse est arrêtée.

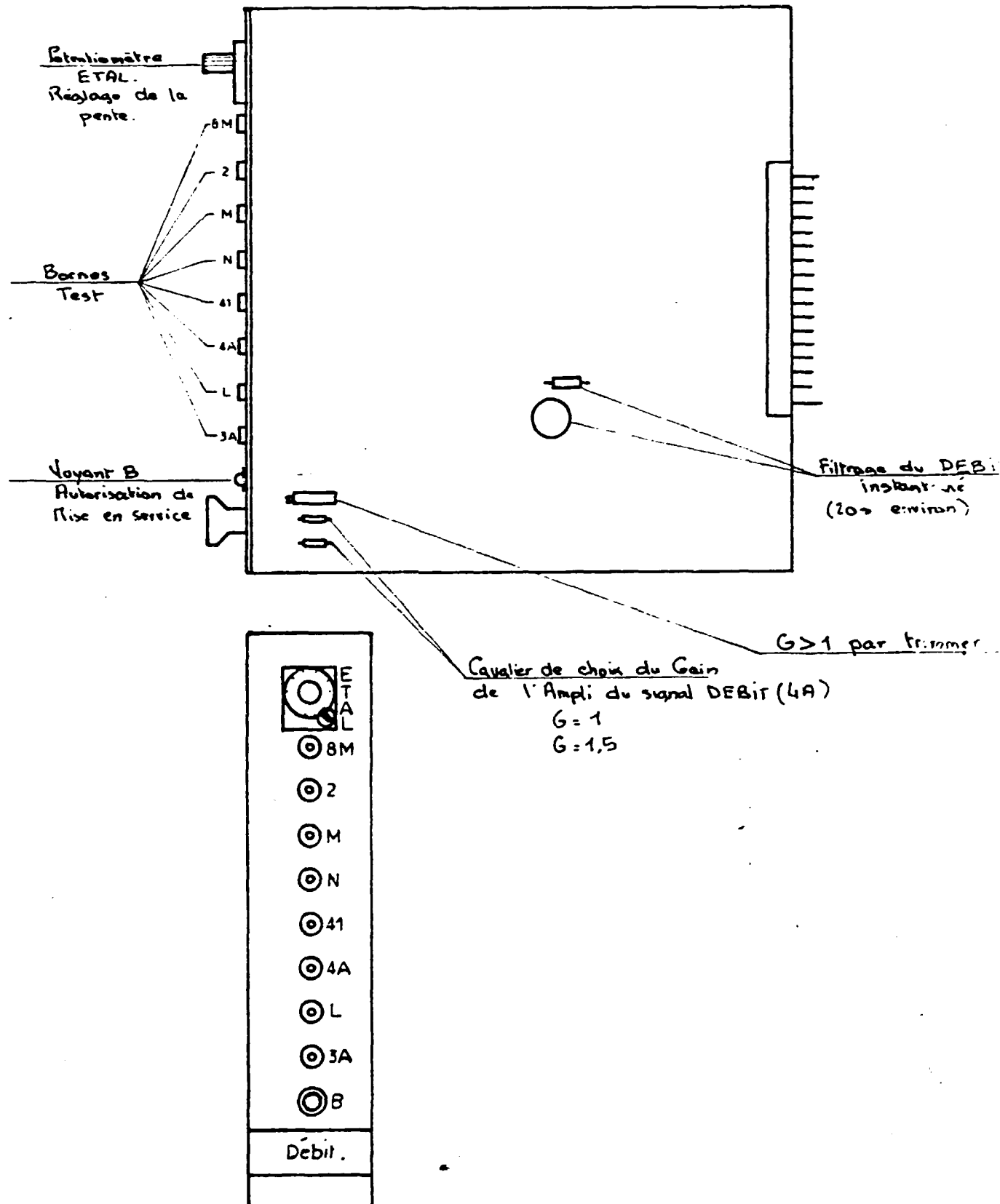
.../...

NOTA :

- 1 - Le tarage automatique est enclenché par l'apparition de B. Ce signal peut être condamné, lors de la marche de l'extracteur, si le débit de celui-ci peut devenir inférieur au seuil de l'enclenchement du tarage.
- 2 - Le module débit est un module interchangeable avec tout autre module débit pour des appareils standards. Entre peseur et Doseur il sera peut être nécessaire de déplacer le cavalier pour changer le gain de l'inverseur AB.

.../...

# Module DEBIT



5-6- Elaboration des unités de poidsMODULE INTEGRATEUR (et bande fine)

Repère : 131 916 - Schéma N° 121 797

Dimensions : 186,7 x 193

Principe : le module émet un signal impulsionnel ZT de fréquence proportionnelle à la valeur du signal débit  $U_{41}$ . A chaque impulsion correspond une unité de poids.

SIGNAUX :

Entrée 4 : 42, signal analogique provenant du signal 41, mais pondéré par le réglage du potentiomètre "POIDS" placé en face avant du module.

Entrée 12: M, signal analogique condamnant le comptage en cas d'arrêt de la bande peseuse.

Entrée 14: 88, signal logique. Remise à zéro extérieure de l'intégrateur.

Entrée 5 : 81, signal logique. Interdit la remise à zéro interne de l'intégrateur et le comptage.

Entrée 10: CE, signal logique. Interdit le comptage pendant l'étalonnage.

Sortie 11: I, signal analogique d'intégration - 10v à + 10v. Impédance de sortie de quelques ohms.

Sortie 13: Top, signal logique. Impulsion brève de fin d'intégration.

Sortie 6 : Z, signal logique impulsionnel de 40ms capable d'actionner le totalisateur mécanique de poids.

Sortie 3 : US, tension stabilisée.

Sortie 15: CQ, signal logique empêchant la condamnation de l'intégrateur par M lorsque la bande peseuse est en marche (utilisation spéciale).

.../...

REGLAGE EXTERNE :

- réglage de la constante de temps de l'intégrateur par le potentiomètre "POIDS" placé en face avant du module (étendue de réglage 10 %).

AJUSTAGES INTERNES :

- ajustage du zéro de l'intégrateur par le trimmer P1 sur le module.
- sur carte auxiliaire débrochable peuvent s'ajuster :
  - a) condensateurs d'intégration CI, fonction de la période d'intégration au débit maximum.
  - b) condensateurs de décharge CD
  - c) condensateurs de traînage CT; ajustage de la linéarité de l'intégrateur.

DESCRIPTION :1 - Intégrateur :

Le signal 41, image du débit de matière, ajusté par le potentiomètre "POIDS", est intégré analogiquement par un amplificateur (A1) à contre-réaction RC de très grand gain (environ 400.000).

Le signal intégré I peut croître positivement ou négativement, suivant le signe du signal 41 (cas du tarage).

Lorsque le signal 41 est négatif (0 à -10v suivant le débit), le signal I croît en valeur positive.

Le signal I, comparé à une tension zenner haute stabilité à l'entrée d'un comparateur (A2), déclenche celui-ci pour un niveau de tension de + 10v. Ce comparateur émet le signal impulsionnel Top par l'intermédiaire de A3. Le signal top effectue alors une remise à zéro de l'intégrateur en rendant l'effet de champ conducteur, et crée par l'intermédiaire de A4 l'impulsion Z de comptage.

2 - Compensation de trainage

La durée du signal top (calibrée par la capacité CD) de quelques millièmes de la période d'intégration la plus brève, introduit une petite non-linéarité appelée traînage. Celle-ci est compensée par une avance de signal de fin d'intégration ajustable par la capacité CT.

.../...



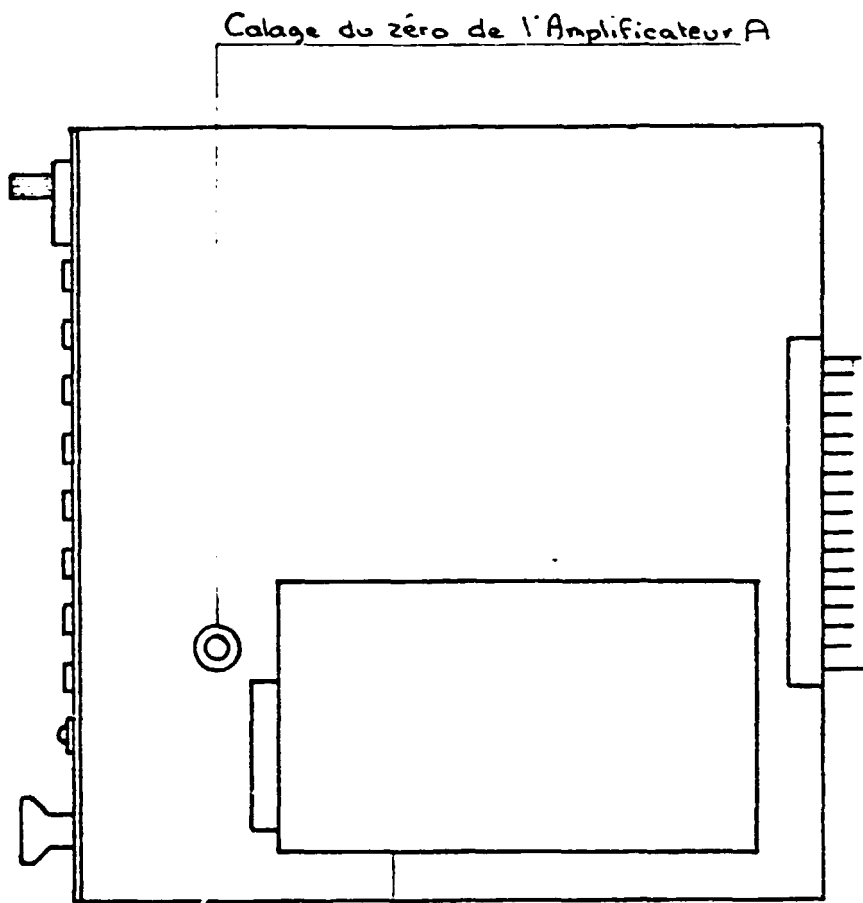
- Bande fine : Schéma N° 121 798

Le signal impulsionnel Z, représentant une unité de poids, est émis avec une avance d'une demi-unité. Suppression du comptage systématique par défaut : (utilisé pour la pesée de petites quantités par rapport à l'unité). Le module bande fine peut émettre 1 à 4 unités pour une intégration du signal I

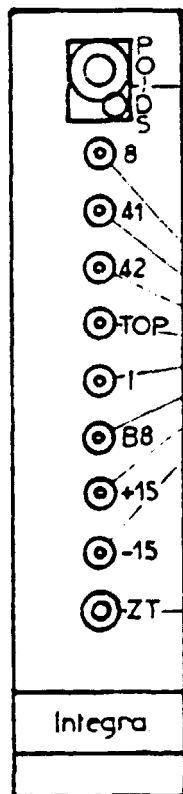
REMARQUE :

Dans le cas d'une pièce de rechange, l'intégrateur est standard. Seule la carte dite "AUXILIAIRE INTEGRATEUR" qui porte les condensateurs d'intégration, de décharge et de traînage est spécifique au type d'appareil. Celle-ci est embrochable sur le module.

.../...



Carte Auxiliaire d'intégration  
(Spécifique à l'appareil)



Ajustage de la Constante de temps  
de l'intégrateur (étendue de réglage 10%)

Bornes test

Voyant ZT: Visualisation des  
impulsions de poids

### 5-7 - Elaboration du signal vitesse

Celui-ci peut être élaboré à partir du module TAKYLOG ou du module SIMULATEUR.

#### MODULE TAKYLOG VD

---

Repère : 14153 - Schéma N° 121804

Dimensions : 186,7 x 193

Principe : Le module TAKYLOG convertit le signal de vitesse logique émis par le détecteur de proximité du tambour tachymétrique en un signal analogique. Celui-ci est utilisé pour alimenter le capteur de pesage.

#### SIGNAUX :

Entrée 4 : CT, signal logique impulsionnel provenant du détecteur de proximité. La fréquence du signal est proportionnelle à la vitesse de rotation du tambour tachymétrique.

Entrée 14 : US, tension stabilisée provenant du module INTEGRATEUR.

Entrée 5 : M, signal analogique - tension continue négative proportionnelle à la vitesse. Le signal M est élaboré par le module DEBIT à partir du signal vitesse 2.

Sortie 3 : 2, signal alternatif de valeur de crête proportionnelle à la vitesse.

Sortie 7 : a, signal logique. Mise en forme du signal CT par A1.

Sortie 15 : VS signal analogique 0/ + 5v image de la vitesse du transport.

Sortie 6 : IGP signal analogique image du courant dans le capteur GP

#### Réglages

Condensateurs C2 :  
Ils permettent l'ajustage des longueurs d'impulsions E et  $\int$ .

Celles-ci doivent être de 0,5 % de la période du signal CT appelées T1.

Calcul de C2 :  $C2 = 0,22 T1$  (C2 en nF, T1 en secondes)

Précision du réglage :  $\pm 20$  %.

.../...

Condensateur C1 :

Il permet d'ajuster la constante de temps de l'intégrateur A 1/3

Calcul de C1 :  $C1 = 1,8 T1$

C1 est ajusté pour avoir le signal M égal à - 8,5 v à la vitesse maximum.

Le réglage fin se fera par le trimmer sur la carte adaptable

DESCRIPTION :

Le signal provenant du détecteur de proximité est filtré, mis en forme puis transformé en deux impulsions brèves successives  $\delta$  et  $\epsilon$ .

En début de période,  $\epsilon$  remet à zéro l'intégrateur A1/3 En fin de période  $\delta$  interrompt l'intégration de la tension US et met en mémoire la valeur de crête (sortie A1/3) La tension mémorisée inversement proportionnelle à la vitesse est appliquée à un circuit hyperbolique constitué de deux intégrateurs associés.

Le premier, A1/1, crée un signal de fréquence inverse à la vitesse. Le deuxième intégrateur, B3/1 alimenté par la tension stabilisée US, est piloté suivant la fréquence du signal de A1/1 par mémorisation de la tension de sortie de B 3/1 en fin d'intégration, On obtient alors une tension proportionnelle à la vitesse appelée Uv.

La tension Uv, opposée au signal M, est appliquée à l'intégrateur B3/3 qui pilote la sortie de l'oscillateur A3/3. La proportionnalité entre le signal M et la tension Uv, donc à la vitesse, est ainsi assurée.

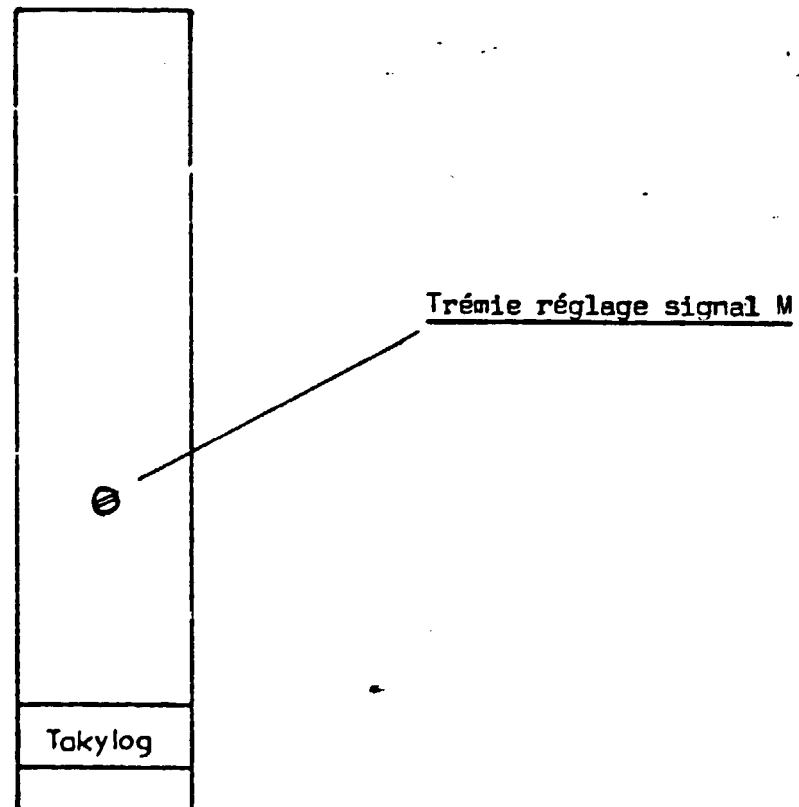
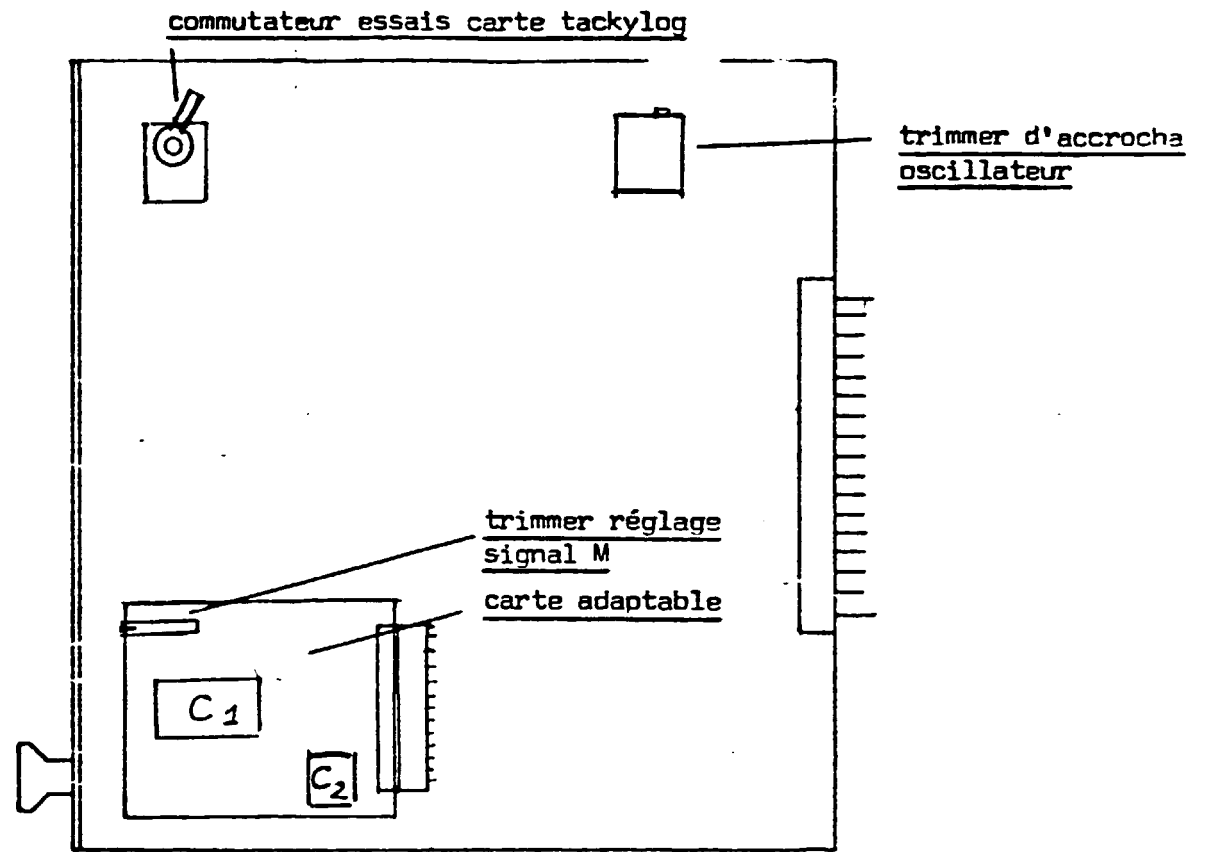
Pour une vitesse inférieure à un seuil (en général 1/3 de la vitesse maximum), le signal 2 est condamné par CS. (sortie B 2/1)

REMARQUE :

- Dans le cas d'une pièce de rechange, reporter la carte adaptable
- Dans le cas d'un appareil 2 gammes, le signal CT provient du module 2 GAMMES.
- Le commutateur "essais" permet de contrôler le bon fonctionnement du module tackylog
  - Position 1 : Le tackylog fonctionne lorsque le transporteur est à l'arrêt. ( le détecteur de vitesse n'est pas utilisé).
  - Position 3 : Marche normale du tackylog.

.../...

Module TAKYLOG



## MODULE SIMULATEUR

Repère : 131 420 A - Schéma N° 131 420 A

Dimensions : 186,7 x 193

### SIGNAUX :

Entrée 5 : M, signal analogique provenant du module DEBIT

Sortie 3 : 2, signal alternatif dont la valeur de crête est stabilisée.

Sortie 6 : CS, signal alternatif provenant de l'oscillateur. Ce signal est maintenu à zéro lors de l'arrêt du peseur.

### DESCRIPTION :

Le module simulateur crée une tension alternative dont la valeur de crête est stabilisée (8,5v) par une boucle de régulation. (comparaison du signal M à une tension ZENER).

Le transporteur étant à l'arrêt, le signal 2 est maintenu à zéro (mise à la masse du signal CS par un contact auxiliaire de la commande du peseur).

### REGLAGES :

- réglage du gain de l'oscillateur par potentiomètre.
- ajustage de la tension M par le pont de résistance à l'attaque de l'amplificateur A9.
- centrage de la plage de régulation par potentiomètre à l'entrée de l'amplificateur de sortie (A9).

### REMARQUE :

Module standard interchangeable.

NOTA : Ce module comporte aussi les fonctions vibration et fusage (voir § 2-11)

5-8 - Auxiliaire de contrôle du zéro ou Tarage Automatique.

La fonction est réalisée par les modules ATA et CHRONOLOG.

MODULE A T A

Repère : 131 419 C - Schéma N° 121 800

Dimensions: 186,7 x 193

Principe : Le module effectue la mise à zéro de la fonction pesage (et dosage) en agissant sur le micro-moteur accouplé au bouton TARAGE.

SIGNALS :

Entrée 3 : RG, signal analogique I pondéré par réglage extérieur au module.

Entrée 4 : BB, signal logique impulsionnel apparaissant à chaque tour ou nombre entier de tours de bande.

Entrée 15 : B2, signal logique autorisant le tarage automatique.

Sortie 10 : RT, signal logique commandant le relais autorisant le fonctionnement du micro-moteur de tarage.

Entrée 11 : ME, signal logique. Demande manuelle d'étalonnage.

Entrée 13 : ACQ, signal logique. Acquiescement manuel d'étalonnage.

Sortie 12 : ME1, signal logique, ordre d'étalonnage.

Sortie 14 : RTB, signal logique commandant le relais "Bonne fin de tare".

Sorties 5 et 7 : MTA1 et MTA2, signaux logiques alimentant l'induit du micro-moteur accouplé au bouton TARAGE.

Sortie 9 : BT, verrouillage du circuit de commande du micro-moteur de tarage.

.../...

REGLAGES

- Tolérance de la fourchette de tare
- Ajustage de la résistance RG (bloc TARAGE)
- Ajustage sur module du zéro de l'amplificateur A1.

DESCRIPTIONEnclenchement du tarage :

L'apparition de B2 crée une impulsion ouvrant le circuit bistable A7 autorisant le tarage par collage du relais AT. Le circuit bistable est désarmé à chaque apparition du signal B8, puis immédiatement réarmé par l'impulsion de contrôle si une nouvelle correction est nécessaire.

Commande du moteur de tarage :

Durant le temps de l'impulsion B8, la commande du micro-moteur est autorisée. Le temps de commande étant alors fonction de l'écart à la sortie de A1, le réglage est effectué en un minimum de temps.

Remarque : Module standard interchangeable.

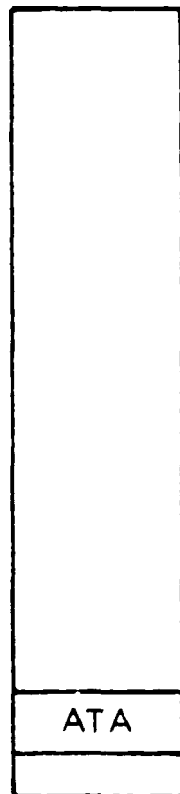
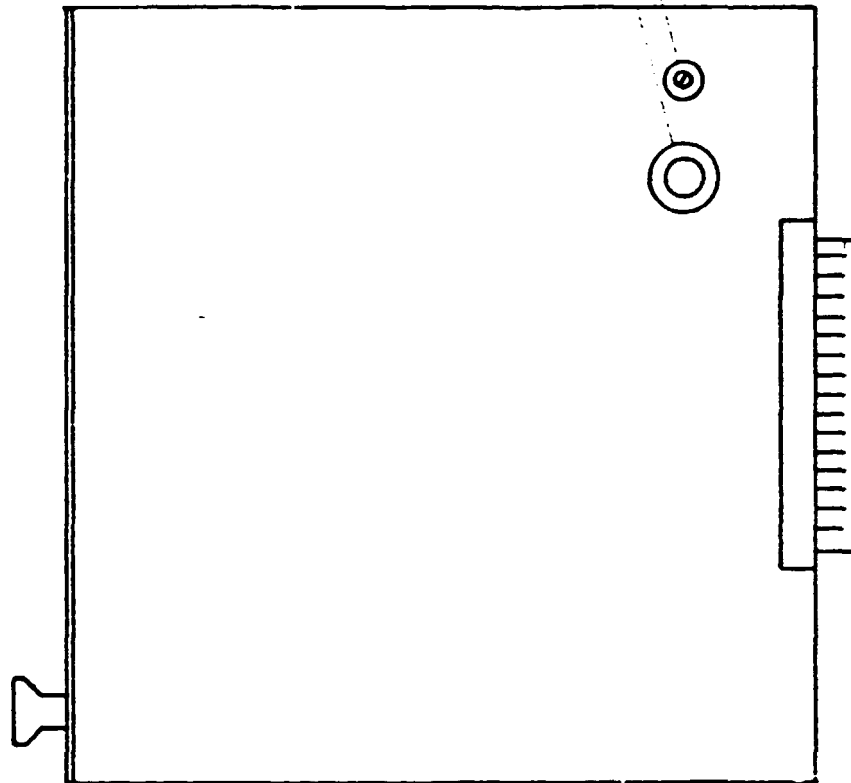
.../...



# Module ATA

Calage de L'Ampli

Ampli d'écart



## MODULE CHRONOLOG

---

Repère : 131 648 A - Schéma N° 131 648 A

Dimensions : 186,7 x 193

SIGNALS :

Entrée 3 : a, signal logique impulsionnel provenant du détecteur de vitesse, mise en forme par le module TAKYLOG.

Entrée 14 : Top, signal logique de fin d'intégration provenant du module INTEGRATEUR.

Entrée 5 : B, signal logique provenant du module DEBIT.

Entrée, Sortie 4 : b3, signal logique impulsionnel de remise à zéro des compteurs.

Sortie 7 : B2, signal logique mise en forme du signal B.

Sortie 10 : 1/2 CA, signal logique - fin de demi-came, émis à chaque impulsion du signal a.

Sortie 11 : CA, signal logique. Fin de came

Sortie 15 : TC, signal logique - fin de comptage des impulsions Top.

Sortie 9 : CH, signal logique. Acquiescement d'étalonnage.

REGLAGES :

- Positionnement des diodes du compteur d'impulsions du détecteur de vitesse correspondant au nombre binaire, caractéristique de n tours de bande ;

- Positionnement des diodes du compteur tops correspondant au nombre binaire caractéristique de l'étalonnage ;

.../...

- Ajustage de la tolérance par longueur d'impulsion came et demi-came. Les deux condensateurs  $C=10^{-2} nTb$  ( $nTb =$  temps de  $n$  tours de bande en secondes) pour une tolérance de 1 milliè.

#### DESCRIPTION :

Le chronolog est un auxiliaire de tarage et d'étalonnage.

Avec l'ATA, il détermine  $n$  tours de bande par le comptage d'impulsions du détecteur de vitesse et émet b8,

Avec l'ETALOG, il compte le nombre de tops d'étalonnage et émet TC. A chaque impulsion du détecteur de vitesse, il émet  $1/2 Ca$ , fin de synchronisation (qui n'est utilisée qu'après une synchronisation).

En fin de comptage d'impulsions du détecteur de vitesse, il émet la came C et la fin de came CA.

La durée de  $1/2 Ca$  est égale à la moitié de la durée de C, et coïncide avec la première moitié de la came.

La durée de  $1/2 Ca$ , rapportée à la durée de  $n$  tours de bande, détermine la tolérance de réglage.

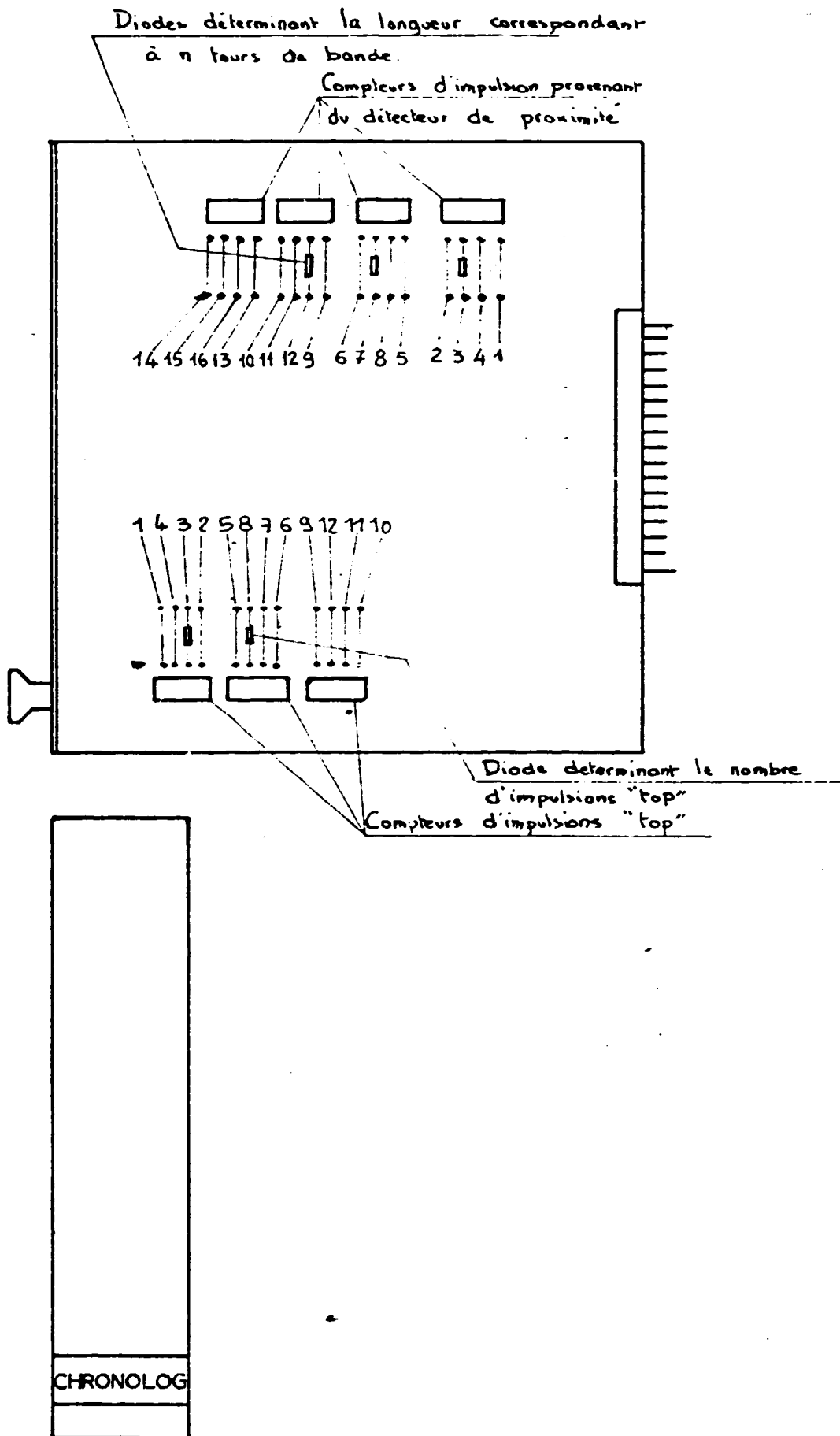
Il décide la fin d'étalonnage dans la tolérance (coïncidence de TC et de la came) et émet CH (acquiescement automatique de l'étalonnage).

Avec l'étalonnage semi-automatique, il détermine une longueur de bande par comptage d'impulsions du détecteur de vitesse et émet CH.

Remarque : Dans le cas d'une pièce de rechange, reporter les diodes des compteurs du tour de bande et celles des compteurs des tops à leurs positionnements respectifs.

.../...

# Module CHRONOLOG



5-9 - Auxiliaire de contrôle de la PENTE Ou ETALONNAGE

- En version automatique, la fonction est réalisée par le module ETALOG,
- En version semi-automatique, la fonction est réalisée par le module SEMI-AUTOMATIQUE.

MODULE ETALOG

---

- Repère : 131 649 - Schéma N° 131 649
- Dimensions : 186,7 x 193
- Principe : Il contrôle la pente de la fonction pesage et ajuste, si nécessaire, la valeur du signal débit en agissant sur le micro-moteur accouplé au bouton ETALONNAGE.

SIGNAUX

- Entrée 4 : ME1, signal logique. Enclenchement de l'étalonnage.
- Entrée 10 : 1/2 CA, signal logique - Fin de synchronisation.
- Entrée 9 : TC, signal logique. Début de synchronisation et commande "trop vite".
- Entrée 11 : Ca, signal logique - début de synchronisation et commande "trop lent".
- Entrée 7 : B8, signal logique : remise à zéro des compteurs et synchronisation.
- Sorties 13 et 14 : MTe1 et MTe2, signaux logiques commandant le micro-moteur accouplé au bouton ETALONNAGE.
- Sortie 5 : RE, signal logique - commande du relais d'étalonnage.
- Sortie 6 : CE, signal logique. Condamnation de la totalisation pendant l'étalonnage.
- Sortie 15 : BE, verrouillage du circuit de commande du micro-moteur.

REGLAGES :

Le module ETALOG ne comporte aucun réglage.

DESCRIPTION :

En début d'étalonnage, le circuit A3 émet le signal b8 et retarde le début de l'opération jusqu'à mise en place du godet (par le relais RE). La synchronisation b8 est stoppée à la demi-came, et l'intégration commence.

Si l'intégrateur est dans la tolérance, le signal TC coïncide avec le signal CA. Le signal CH est alors émis; celui-ci commande l'acquiescement de l'étalonnage et la remontée du godet d'étalonnage. Pendant l'étalonnage le signal CE condamne l'envoi des unités allant au totalisateur.

Si l'intégrateur est trop vite, Tc arrive avant CA, provoque une commande du micro-moteur et une synchronisation.

Si l'intégrateur est trop lent, Ca (fin de C) arrive avant Tc, provoque une commande du micro-moteur et une synchronisation.

Remarques : Module standard interchangeable.

MODULE D'ETALONNAGE SEMI-AUTOMATIQUE

---

Repère : 131 478 B - Schéma N° 131 478 B  
Dimensions : 186,7 x 193  
Principe : La Pente de la fonction pesage est contrôlée en comparant le chiffre déterminé par le module au chiffre de référence (ou d'étalonnage) de l'appareil. Une correction du signal Débit se fait alors manuellement par action sur le potentiomètre ETALONNAGE.

SIGNAUX :

Entrée 3 : CT, signal logique impulsionnel provenant du détecteur de vitesse.  
Entrée 10 : Z, signal logique impulsionnel de comptage.  
Entrée 6 : ET, signal logique commandant l'enclenchement des circuits de contrôle.  
Entrée 9 : CH, signal logique impulsionnel. L'apparition du signal CH condamne l'émission du signal Ze.  
Sortie 11 : Ze, signal logique impulsionnel actionnant le totalisateur mécanique du bloc ETALONNAGE.  
Sortie 4 : BB, signal logique impulsionnel de synchronisation.

DESCRIPTION :

La période du signal CH correspond à une certaine longueur de bande passée. La relation d'étalonnage établie entre la totalisation de poids et la longueur de bande passée est de la forme  $U = pl$

L'opération d'étalonnage consiste à vérifier la constance de cette relation.

La longueur de bande est fixée par le module CHRONOLOG par comptage d'un certain nombre d'impulsions du détecteur de proximité. Pendant le temps nécessaire au passage de la longueur de bande, les unités de poids sont reçues par le totalisateur du bloc ETALONNAGE.

.../...

Marche normale : Les impulsions vers le compteur d'étalonnage sont bloquées par la position repos de la bascule formée par A1 et T5.

Etalonnage : L'interrupteur "Normal-Etalonnage" est basculé sur la position "Etalonnage". Celui-ci effectue une remise à zéro des circuits de comptage du module CHRONOLOG.

A la première impulsion du détecteur de proximité, la bascule (A1 et T5) autorise l'envoi des unités au totalisateur du bloc ETALONNAGE. L'apparition du signal CH, correspondant à la longueur de bande calculée, ferme alors la voie du comptage. Le chiffre totalisé est alors comparé au chiffre d'étalonnage (ou de référence) de l'appareil.

.../...



5-10 - Régulateur à action cycliqueMODULE R.I.P.

Repère : 121 817 - Schéma N° 131 537 A  
Dimensions : 186,7 x 193  
Principe : Le module RIP est un régulateur à action cyclique. Il commande le débit de l'alimentateur par impulsions proportionnelles à l'écart mesure/consigne observé.

SIGNAUX

Entrée 5 : 41, signal analogique 0/- 10v image du débit de matière provenant du module DEBIT.  
Entrée 3 : 5, signal analogique, consigne en débit (en standard 0/+ 10v). Entrée du circuit à haute impédance.  
Entrée 13 : CB, signal logique. Blocage des actions du régulateur lorsque l'alimentateur est à l'arrêt.  
Entrée 15 : TE, signal logique, provoque la remise à zéro de l'écart mesure/consigne. Il est commandé par appui sur le bouton-poussoir "RAZ" en face avant du module.  
Entrée 11 : CPA, signal logique. Permet de libérer l'amplificateur d'écart lorsque celui-ci est condamné par l'arrêt de l'alimentateur pour effectuer l'opération de contrôle du régulateur.  
 Le signal CPA est obtenu en plaçant l'interrupteur de face avant du module sur "Coupure".  
Sortie 10 : J, signal analogique. Ecart mesure/consigne.  
Sortie 12 : D-, signal logique actionnant le relais de diminution du débit de l'alimentateur.  
Sortie 6 : M+, signal logique actionnant le relais d'augmentation du débit de l'alimentateur.  
Sorties 7 et 9 : A+ et A-, signaux logiques commandant les relais d'alarme lors d'un manque ou d'un excès matière.  
Sortie 4 : EP, signal analogique 0/+ 10v.  
 Signal de consigne relayé en puissance.

REGLAGESExtérieurs :

Ajustage du signal 41 (débit matière) par action sur le bloc ETALONNAGE, (Etalonnage de la fonction dosage).

En face avant du module :

Ajustage du temps de repos,  
Ajustage du temps maximum de correction,  
Ajustage de l'action du régulateur.

Sur module :

Ajustage du zéro de l'amplificateur d'écart par potentiomètre P1,  
Ajustage par diode du temps de condamnation des alarmes lors du démarrage du régulateur.

DESCRIPTION

Le signal de consigne, relayé en puissance par A1, est opposé au signal 41 (débit mesuré) par le sommateur A2, qui effectue une moyenne de l'écart mesure/consigne.

Lorsque l'action du régulateur est autorisée, une impulsion de durée proportionnelle à la valeur de l'écart est élaborée par la décharge linéaire de la capacité C2 et les comparateurs A5 et A6.

Les temps de propagation et de correction sont élaborés par l'oscillateur constitué de l'intégrateur A7 et du comparateur A8.

Les alarmes sont déclenchées par les comparateurs A9 et A10 suivant le niveau du signal d'écart. Au démarrage, celles-ci sont condamnées par le circuit A11.

FONCTIONNEMENT

Le régulateur est associé à la marche du transporteur et de l'alimentateur lorsque celui-ci est commandé en automatique. Si le débit de consigne n'est pas respecté, une alarme manque ou excès matière est émise.

REGLAGE DU REGULATEUR - MODE OPERATOIRE1 - Relevé des caractéristiques de l'installation

1-1 - Relevé du temps de propagation du produit  $T_p$ , soit le temps nécessaire au produit pour aller de l'alimentateur à la bascule.

.../...

1-2 - Relevé du temps de réponse  $T_a$  du servo-moteur de l'alimentateur. Pour cela, régler manuellement l'alimentateur pour obtenir le débit maximum, puis commander continûment la fermeture de l'alimentateur en chronométrant le temps que mettra le servo-moteur pour fermer celui-ci.

## 2 - Réglage du temps de repos du régulateur ( $T_r$ )

Le temps de repos est égal au temps de propagation du produit  $T_p$  majoré du temps d'observation (temps d'observation : 10 secondes). Pour cela, l'alimentateur étant à l'arrêt et le transporteur en marche à vide, afficher un débit en consigne (exemple 50%) et débloquer le régulateur en positionnant l'interrupteur en face avant du module sur "coupure".

Agir alors sur le bouton de réglage "Tr" pour que le temps d'extinction du voyant "+" corresponde au temps de repos  $T_r$  (bouton et voyant en face avant du module).

## 3 - Réglage de l'action du régulateur

Caler le bouton de réglage "Tc M" au maximum. L'alimentateur étant à l'arrêt et le transporteur en marche à vide, débloquer le régulateur en positionnant l'interrupteur en face avant du module sur "coupure". Afficher en consigne un débit égal à 20% du débit de consigne maximum, et agir sur le bouton de réglage "Tc" pour que le temps de l'impulsion lumineuse du voyant "+" corresponde à 20% du temps de réponse du servo-moteur  $T_a$ .

## 4 - Réglage du temps de correction maximum Tc M

Le temps de correction maximum du régulateur permet de minimiser l'action de celui-ci lorsque le régime d'alimentation est fortement perturbé. En général, l'action d'une impulsion du régulateur est limitée à une correction représentant 20% du débit maximum de consigne.

Pour cela, dans les mêmes conditions que l'essai précédent, afficher 50% de débit en consigne et limiter le temps de l'impulsion lumineuse du voyant "+" à 20% du temps de réponse " $T_a$ " du servo-moteur.

### Nota :

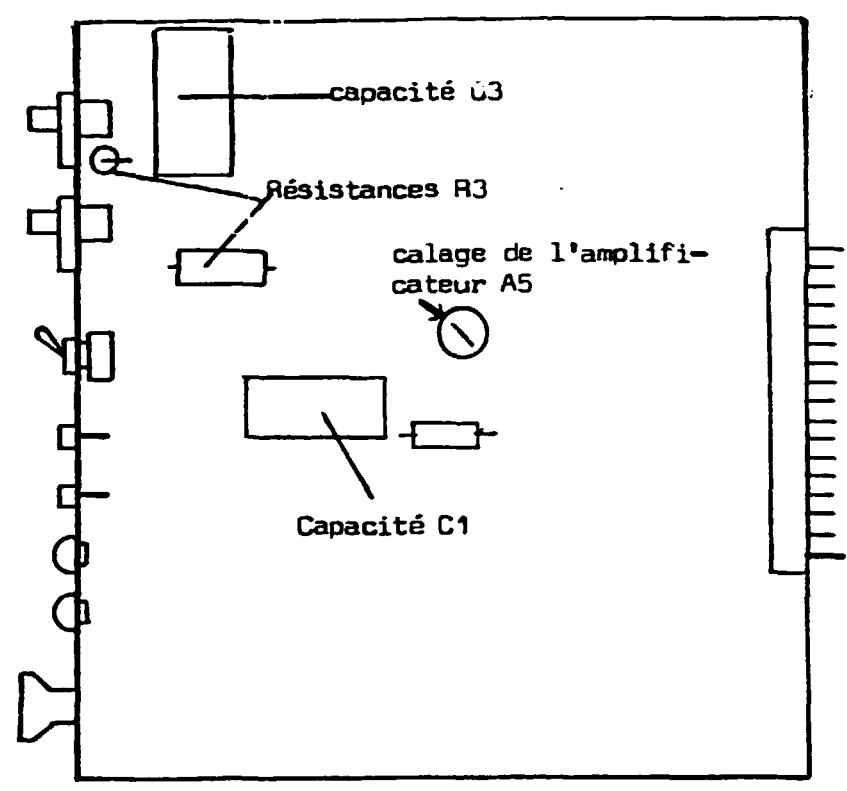
1- Le seuil d'insensibilité du régulateur est normalement réglé à 0,5%.

Suivant l'insensibilité du servo-moteur, pour éviter des corrections intempestives, le seuil d'insensibilité peut être augmenté en agissant sur les tensions de références des comparateurs A 5 et A 6.

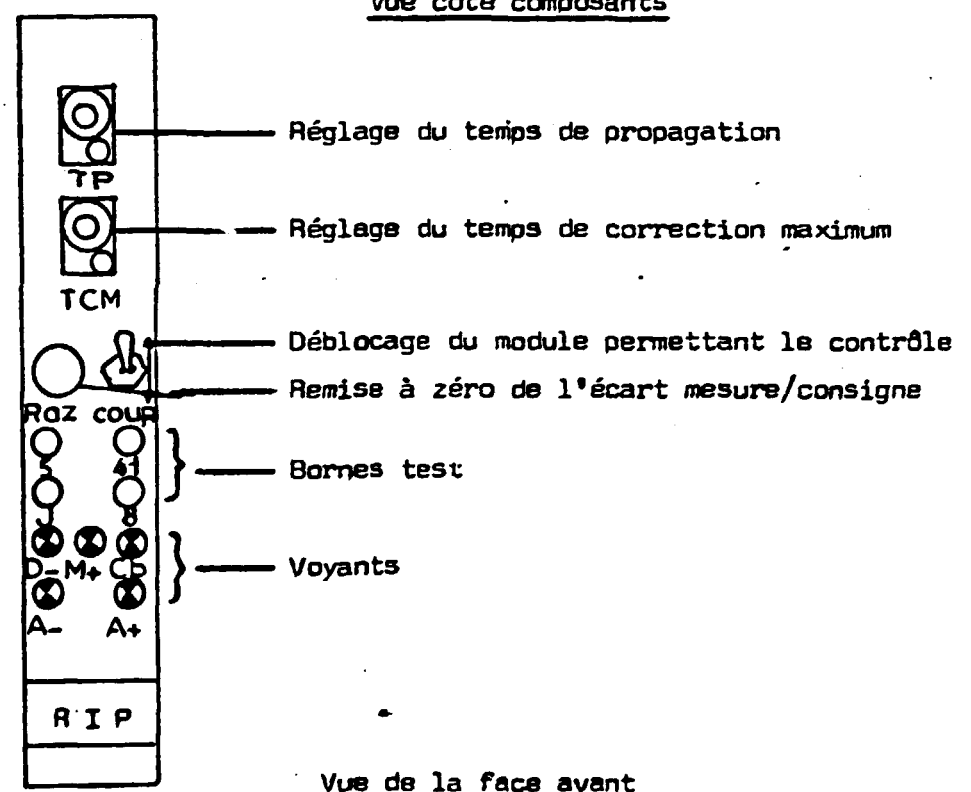
2- Suivant la régularité du débit instantané et le temps de parcours du produit, la capacité C1 qui effectue la valeur moyenne de l'écart mesure/consigne peut être diminuée.

3- Le module est standard, donc interchangeable.

MODULE R.I.P.



Vue côté composants



Vue de la face avant

5-11 - Auxiliaire de contrôle des circuits de mesureMODULE SECURITE

- Repère : 131 677 - Schéma N° 131 677 C
- Dimensions : 186,7 x 193
- Principe : Le module sécurité exerce la surveillance des principaux signaux de mesure.  
 Il contrôle le débit de matière et signale tout excès de débit (supérieur à 100 % du débit maximum) ou insuffisance de débit (inférieur à 20 % du débit maximum)  
 Il contrôle la fonction poids et signale tout défaut de comptage.  
 Il contrôle la position du potentiomètre de tarage et signale le talonnage de celui-ci.

SIGNAUX

- Entrée 4 : 41, signal analogique 0/-10v image du débit de matière provenant du module DEBIT.
- Entrée 3 : ZT, signal logique impulsionnel actionnant le totalisateur de poids.
- Entrée 9 : M, signal analogique : tension continue négative proportionnelle à la vitesse, alimentant la chaîne de tare.
- Entrée 6 : N, signal analogique : tension continue négative opposition de tare (tension du curseur du potentiomètre de tarage).
- Entrée 5 : N1, signal analogique : tension continue négative (tension de tête du potentiomètre de tarage).
- Entrée 7 : N2, signal analogique : tension continue négative (tension de pied du potentiomètre de tarage).
- Entrée 10 : L, signal analogique : tension continue positive, image de la position de l'électrode mobile.
- Entrée 12 : CE, signal logique condamnant l'alarme comptage lors de l'étalonnage de la bascule.

.../...

- Entrée 13 : P1, signal logique condamnant l'alarme insuffisance de débit lors du tarage ou de l'arrêt de la bascule.
- Sortie 11 : AT, signal logique commandant le relais d'alarme talonnage.
- Sortie 14 : AC, signal logique commandant le relais d'alarme comptage.
- Sortie 15 : AQ, signal logique commandant le relais d'alarme débit.

REGLAGES :

Réglage de la constante de temps de l'intégrateur de comparaison A1 par le potentiomètre P1 ou la capacité C1. Ce réglage est effectué en Usine et dépend de la constante de temps du module INTEGRATEUR.

DESCRIPTION :

- Détection du talonnage du potentiomètre de Tarage (bloc TARAGE).

Le signal du curseur N est comparé par les comparateurs A9 et A10 aux tensions de tête N1 et de pied N2 du potentiomètre. Pour 100 % de course mécanique du curseur, le signal d'alarme est émis lorsque celui-ci se trouve à moins de 10 % d'une butée. L'alarme est condamnée lorsque le signal vitesse disparaît (arrêt du transporteur).

- Détection d'un débit anormal

Le signal Débit 41 est comparé par le comparateur A6. L'alarme débit insuffisant est émise lorsque celui-ci est inférieur à 20 % du débit maximum.

Le signal L, image de la position de l'électrode mobile du capteur, est comparé par le comparateur A5. L'alarme excès matière est émise lorsque l'électrode mobile se trouve à plus de 90 % de la modulation mécanique du capteur de pesage.

- Détection d'un défaut de comptage

L'intégrateur A1 est synchronisé par le signal impulsionnel ZT (dont une impulsion correspond à une unité de poids) à l'intégrateur du module INTEGRATEUR. L'alarme défaut comptage est émise dès l'absence d'une impulsion du signal ZT ou pour une impulsion supplémentaire indésirable. L'alarme est condamnée lorsque le débit est inférieur à 20 % du débit maximum et lors de l'étalonnage automatique (absence du signal ZT).

.../...

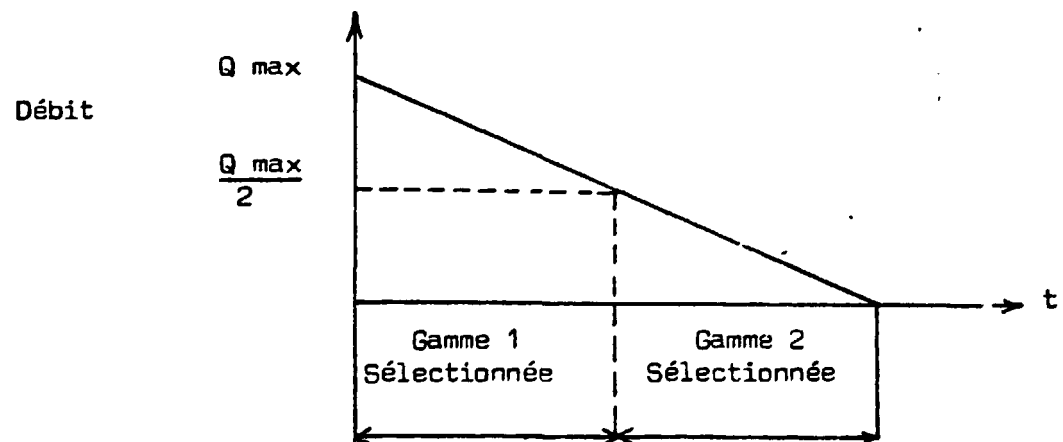
5-12 - Auxiliaire d'adaptation 2 gammesMODULE 2 GAMES

Repère : 131 842 - Schéma N° 131 842

Dimensions : 186,7 x 193

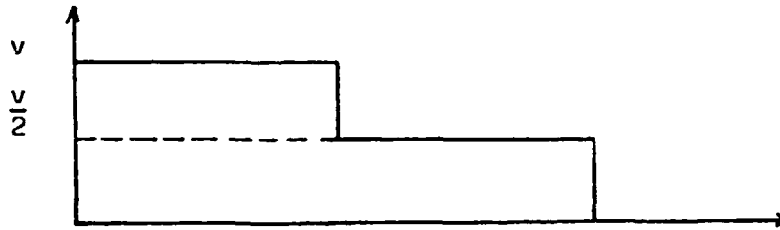
Principe : Suivant la gamme sélectionnée, le module adapte le niveau du signal Débit instantané.  
Il renouvelle le niveau du signal vitesse alimentant le capteur de pesage lorsque l'appareil fonctionne dans la gamme correspondant à la petite vitesse.

Diagramme de fonctionnement (pour une variation de Débit du maximum à zéro avec un changement de gamme à demi-débit).

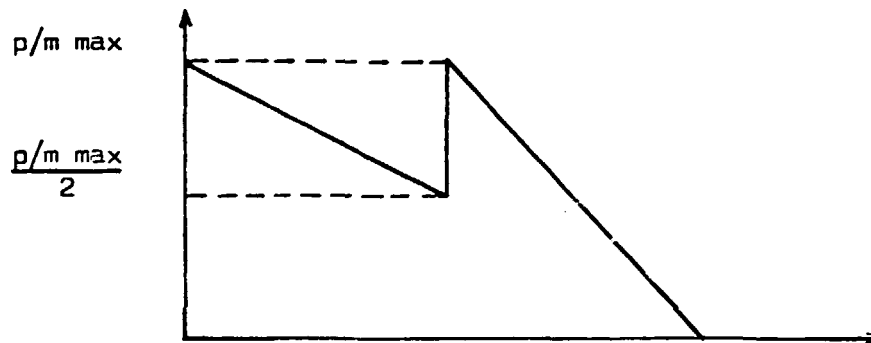


.../...

- Vitesse de la bande peseuse en fonction de la gamme sélectionnée



- Poids par mètre sur la bande peseuse



Nota : La petite vitesse peut être le quart de la grande vitesse.

### SIGNAUX

- Entrée 4 : 5, signal analogique 0/ + 10 v, consigne en Débit. Entrée en haute impédance.
- Entrée 5 : 41, signal analogique 0/ - 10 v (image du Débit instantané) provient du module DEBIT.
- Entrée 10 : CT, signal logique impulsionnel provenant du Détecteur de proximité. La fréquence du signal est proportionnelle à la vitesse de rotation du tambour tachymétrique.
- Entrée 11 : B, signal logique provenant du module DEBIT. Pendant son apparition (tarage), il impose le fonctionnement en gamme 2 (grande vitesse).



- Entrée 13 : CE, signal logique apparaissant pendant l'étalonnage. Il impose le fonctionnement en gamme 2.
- Sortie 3 : 5G, identique au signal 5, mais relayé par l'amplificateur A1. Sortie en basse impédance.
- Sortie 7 : 41G, signal analogique 0/ - 10 v (signal 41 corrigé suivant la gamme). Il est envoyé aux modules INTEGRATEUR et TMV.
- Sortie 12 : CG, signal logique impulsionnel. Il est envoyé au module TAKYLOG.  
En gamme 1, la fréquence du signal CG est identique à celle de CT.  
En gamme 2, la fréquence du signal CG correspond à celle de CT divisée par le rapport grande vitesse sur petite vitesse.  
La fréquence du signal CG est donc la même quelle que soit la gamme sélectionnée (aux glissements près du moteur).
- Sortie 14 : G1, signal logique actionnant un relais commandant la gamme 1.
- Sortie 15 : G2, signal logique actionnant un relais commandant la gamme 2.

DESCRIPTION :

La gamme est sélectionnée par les comparateurs A2 et A3 suivant le niveau de tension du signal S

Gamme I :

La fréquence du signal CT est divisée par les compteurs dans un rapport K

$$K = \frac{CT}{CG}$$

Le signal 41 G est identique au signal 41 (signal Débit).

Gamme II :

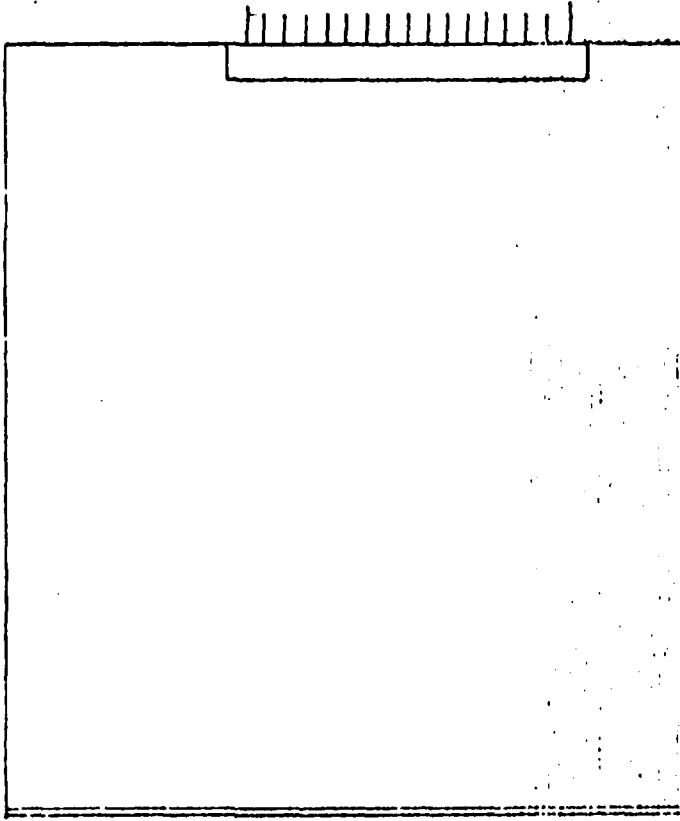
Le rapport de démultiplication est égal à  $\frac{K}{2}$  pour une vitesse réduite de

moitié ou  $\frac{K}{4}$  pour une vitesse réduite au quart de la vitesse en gamme I.

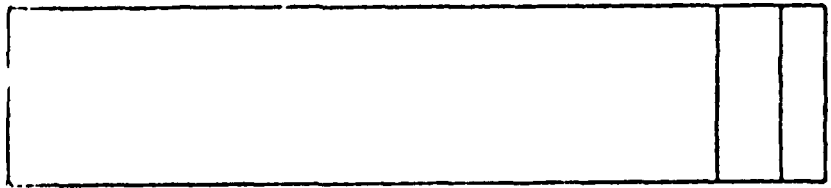
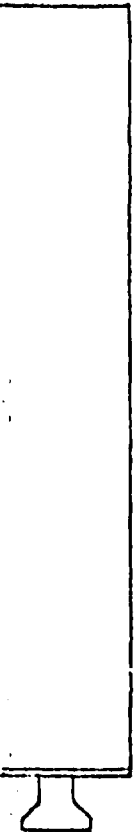
Le signal 41G est égal au signal 41 divisé dans le rapport des vitesses par 2 ou par 4.

Lors du tarage ou de l'étalonnage, la gamme correspondant à la plus grande vitesse est imposée par les signaux logiques B et CP.

Module 2 GAMES



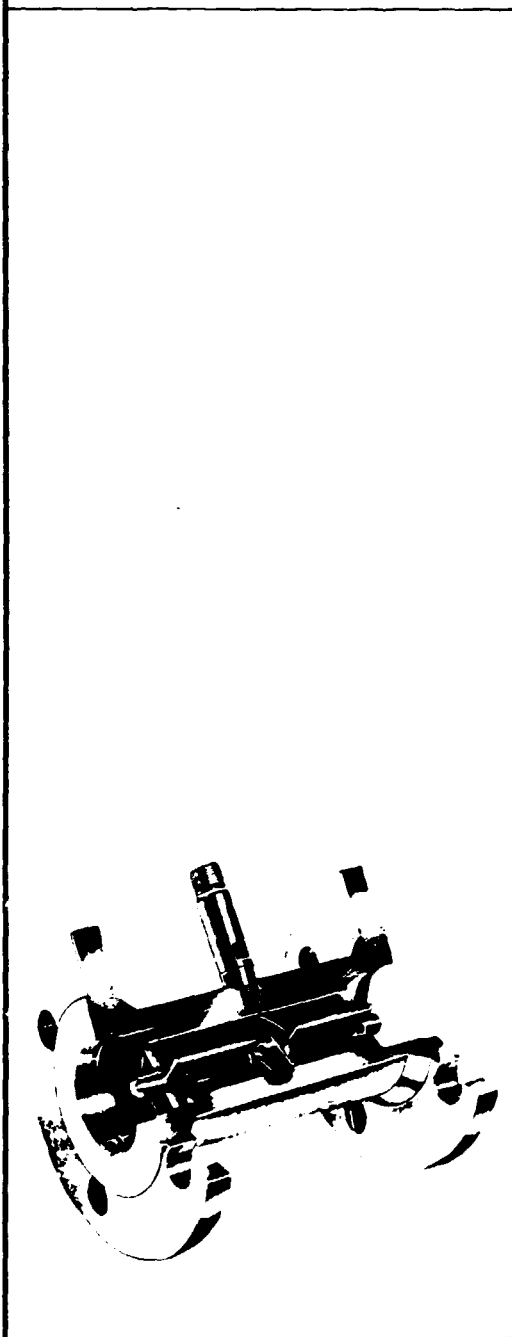
.....  
/.....



12/1980

HM...F  
HM...E

## Mesureur à turbine



Ces appareils sont destinés à la mesure précise et à la totalisation de débits de liquides.

Ils peuvent être utilisés pour la régulation, le contrôle et le dosage.

Ils permettent la mesure de débits compris entre 0,3 et 25000 l/mn (fluides non visqueux) dans les diamètres de 3 à 250 mm.

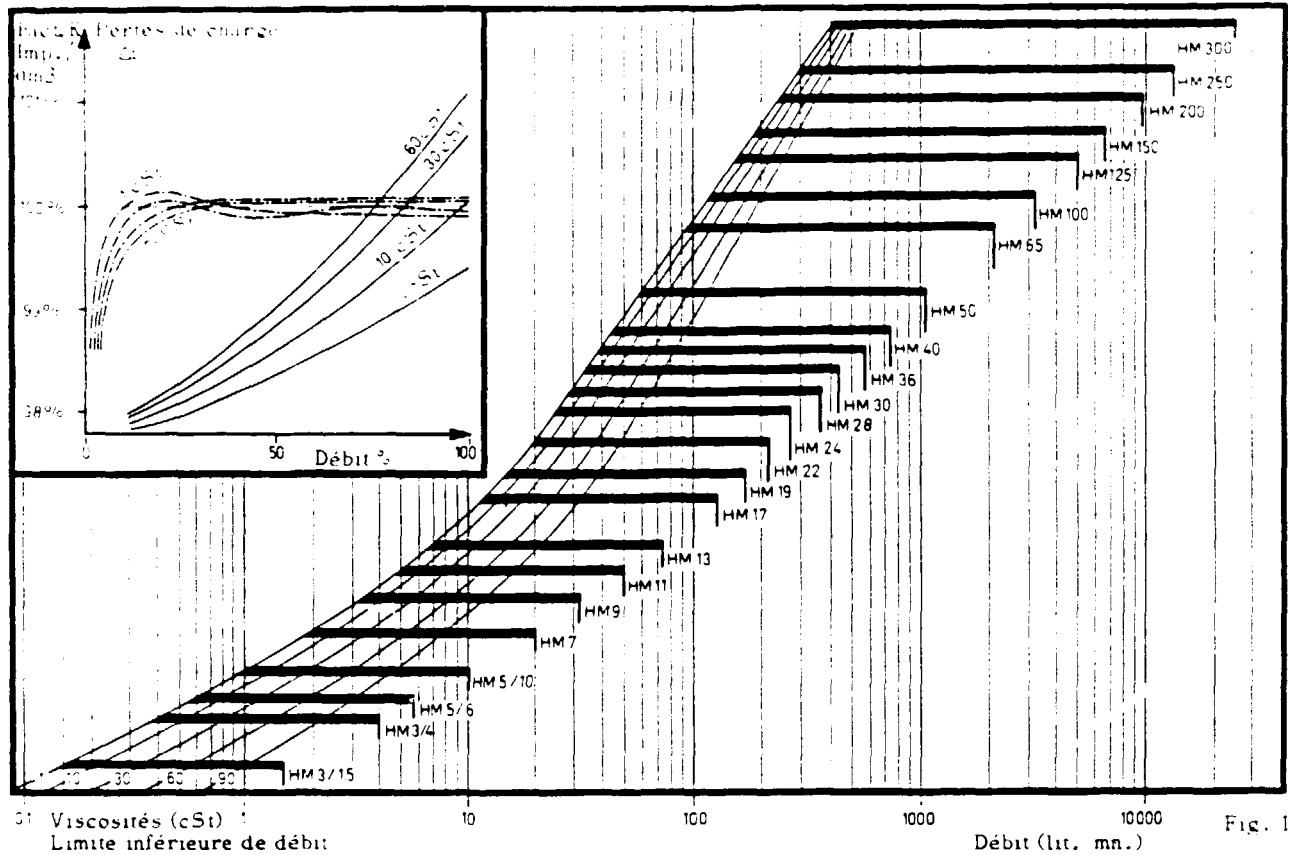
Des mesureurs pour débits faibles (à partir de 3 l/h) sont également livrables.

Les étalonnages peuvent être effectués jusqu'à des viscosités maximales de 20 à 200 cP selon le diamètre nominal.

La tenue chimique est élevée grâce à une juste combinaison de matériaux.



Endress - Hauser S.A.  
68330 Huningue  
Tél. (89) 670085  
Télex 881511



**ERREUR DE MESURE**

Pour les mesureurs à turbine deux sortes d'erreurs sont indiquées :

1. L'erreur de linéarité relative à la valeur du facteur K en fonction du débit instantané.
2. L'erreur de reproductibilité.

L'erreur de linéarité exprime en pourcent la dispersion de la valeur du facteur K correspondant à un débit instantané défini par rapport au facteur K moyen  $K_{max} + K_{min}$ , dans l'ensemble de la gamme.

2

En général, l'erreur de linéarité est comprise entre  $\pm 0,15\%$  et  $\pm 1\%$  de la valeur instantanée pour l'ensemble de la gamme linéaire du mesureur; rapportée à la valeur max, cette erreur de linéarité est sensiblement plus faible surtout dans le bas de la gamme de mesure.

L'étendue de mesure linéaire dépend, pour les mesureurs hydrodynamiques tels que les mesureurs à turbine, du nombre de Reynolds du fluide et des dimensions du mesureur.

L'augmentation de viscosité du fluide provoque l'augmentation d'erreur de linéarité dans la partie inférieure de la gamme de mesure, c'est-à-dire que la gamme de mesure se réduit pour les faibles vitesses. L'écoulement devient laminaire et l'influence de la viscosité se trouve réduite avec l'augmentation des dimensions du mesureur.

La deuxième erreur correspond à la dispersion du facteur K lors de mesures répétées dans les mêmes conditions. Cette erreur est en général de l'ordre de 0,2 à 0,5% et peut augmenter à 1% pour les faibles vitesses et pour les faibles dimensions du mesureur.

**RACCORDEMENT DU MESUREUR (fig. 5)**

Le raccordement au mesureur se fait par l'intermédiaire d'un connecteur amphenol (livré avec le mesureur). Pour la liaison avec le préamplificateur ED 11 il faut prévoir un câble blindé à 2 conducteurs (type NF 1002 2 x 0,75) de 2 mètres de longueur maximum.

Pour les caractéristiques techniques du préamplificateur et des électroniques d'exploitation se reporter aux notices concernant ces appareils.

Le préamplificateur et les électroniques d'exploitations sont livrables en sécurité intrinsèque. La classe de protection est (EX) I G 5.

**TEMPERATURES**

Exécution standard : - 20 à + 120° C

Exécution spéciale : jusqu'à - 220° C et + 350° C.

**MATERIAUX**

Les pièces du mesureur en contact avec le fluide peuvent être exécutées en matériaux différents, et de ce fait, peuvent présenter une grande résistance chimique.

Corps :

Exécution standard : 1.4541 C / 10 CNT 18.10 pour HM ... F et HM ... E

Exécution spéciale : 1.4571 C / 10 CNT 18.12 pour HM ... F et HM ... E à partir de 10<sup>3</sup> lit. mn.



Endress + Hauser S.A.

Siege social  
Z. I. rue du lac  
68330 HUNINGUE  
Tel: 0891620085

Bureau de vente  
17 bis, rue du Chemin Vert  
94100 SAINT-MANDÉ  
Tel: 8862955

Informations techniques

02.02.76.40

SERIE HM

MESUREUR A TURBINE

Supports de patiers (en option)

Exécution standard : 1.12307  
pour HM ... F et HM ... F

Exécution spéciale : 1.12771 (1.12307 CNDT 18.12)  
pour HM ... F et HM ... F  
à partir de DN 13 mm

Rotors

Exécution standard : 1.12121  
pour HM ... F et HM ... F

Exécution spéciale : 1.12571 (1.12121 CNDT 18.12)  
pour HM ... F et HM ... F  
à partir de DN 13 mm

Caractéristiques

Exécution standard : 1.12122 trempé  
ou carbure de tungstène

Exécution spéciale : Hastelloy B2 ou tantale avec  
support de patiers en téflon.

Supports de patiers:

Teflon, graphite ou carbure de tungstène

EXÉCUTIONS SPÉCIALES

Pour la mesure de fluides ayant une température de li-  
qufaction élevée, les mesureurs peuvent être équipés  
de manteau chauffant. Le chauffage s'effectue par l'in-  
termédiaire de vapeur, de fluide chauffé ou de câble  
électrique chauffant.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Type HM ... F, E	Gamme de mesure pour viscosité 1-5t (1mm)	Perte de charge à débit max. (bar)	Facteur d'impulsion (Imp/l ± 5%)	Fréquence max. (Hz)	Tension de sortie max. (mV crête) ± 20%
3	0,3 - 1,5	0,4	70000	1750	5
4	0,5 - 2	1,0	35000	2300	5
5	0,5 - 6	0,5	23000	2300	10
6	1,2 - 10	0,8	10500	1700	10
7	3 - 30	0,2	5100	1700	15
9	4 - 40	0,2	2100	1155	17
11	5,5 - 55	0,4	2900	2200	20
13	8 - 80	0,2	990	1200	25
17	12 - 120	0,3	880	1760	27
19	15 - 150	0,3	670	1670	30
22	20 - 200	0,3	500	1670	31
24	25 - 250	0,3	380	1600	40
28	20 - 360	0,3	320	1900	42
30	25 - 400	0,3	280	1860	45
36	40 - 500	0,3	150	1370	48
40	40 - 750	0,2	112	1200	52
50	60 - 1200	0,2	70	1200	64
65	100 - 2000	0,2	40	1330	80
80	120 - 3200	0,2	14	750	100
100	160 - 5000	0,2	7,5	625	120
			Imp / m <sup>3</sup>		
125	200 - 6600	0,1	4500	495	125
150	250 - 10000	0,1	3400	570	140
200	350 - 13400	0,1	415	93	150
250	630 - 25000	0,1	260	110	160



DIMENSIONS DES MESUREURS A BRIDES (mm)

Type HM ... F	Gamme de mesure pour viscosité 1 cSt		Viscosité max. (cSt)	Raccord DN (mm)	PN (bar)	L	D	k	Perçage des brides	
	l/nr	m3/h							Nombre	Ø
3/15	0.3-1.5	0.018-0.09	20	15	16/40	110	95	65	4	14
4/15	0.5-4	0.03-0.24								
5/15	0.8-6	0.05-0.36	35	15	64/100	110	105	75	4	14
6/15	1.2-10	0.07-0.60								
7/15	3-20	0.18-1.20	70	25	16/40	150	115	85	4	14
9/15	3.3-33	0.2-1.98								
11/15	8-50	0.48-3.00	70	25	64/100	150	140	100	4	18
9/25	3.3-33	0.2-1.98								
11/25	8-50	0.5-3	70	25	16/40	150	115	85	4	14
13/25	10-85	0.6-5.10								
17/25	12-120	0.7-7.2	100	40	16/40	174	150	110	4	18
19/25	15-150	0.9-9								
22/25	20-200	1.2-12	100	40	64/100	174	170	125	4	23
24/25	25-250	1.5-15								
22/40	20-200	1.2-12	100	40	16/40	174	150	110	4	18
24/40	25-250	1.5-15								
28/40	20-360	1.2-21.6	100	40	64/100	174	170	125	4	23
30/40	25-400	1.5-24								
36/40	40-500	2.4-30.00	100	50	16/40	210	165	125	4	18
40	40-750	2.4-45								
50	60-1200	3.6-72	100	50	64	210	180	135	4	23
			100	50	100	210	195	145	4	27
65	100-2000	6-120	200	65	16	258	185	145	4	18
			200	65	40	258	185	145	8	18
			200	65	64	258	205	160	8	23
			200	65	100	258	220	170	8	27
80	120-3200	7.2-192	200	80	16/40	316	200	160	8	18
			200	80	64	316	215	170	8	23
			200	80	100	316	230	180	8	27
100	160-5000	9.6-300	200	100	16	386	220	180	8	18
			200	100	40	386	235	190	8	23
			200	100	64	386	250	200	8	27
			200	100	100	386	265	210	8	30
125	200-6600	12-396	200	125	16	400	250	210	8	18
			200	125	40	400	270	220	8	27
			200	125	64	400	295	240	8	30
			200	125	100	400	315	250	8	33
150	250-10000	15-600	200	150	16	580	285	240	8	23
			200	150	40	580	300	250	8	27
			200	150	64	580	345	280	8	33
			200	150	100	580	355	290	12	33
200	350-13400	21-604	200	200	16	400	340	295	12	23
			200	200	40	400	375	320	12	30
			200	200	64	400	415	345	12	36
			200	200	100	400	430	360	12	36
250	630-25000	38-1500	200	250	16	500	405	355	12	27
			200	250	40	500	450	385	12	33
			200	250	64	500	470	400	12	36
			200	250	100	500	505	430	12	39



COUPE D'UN MESUREUR  
KUPPERS SERIE ERMETO

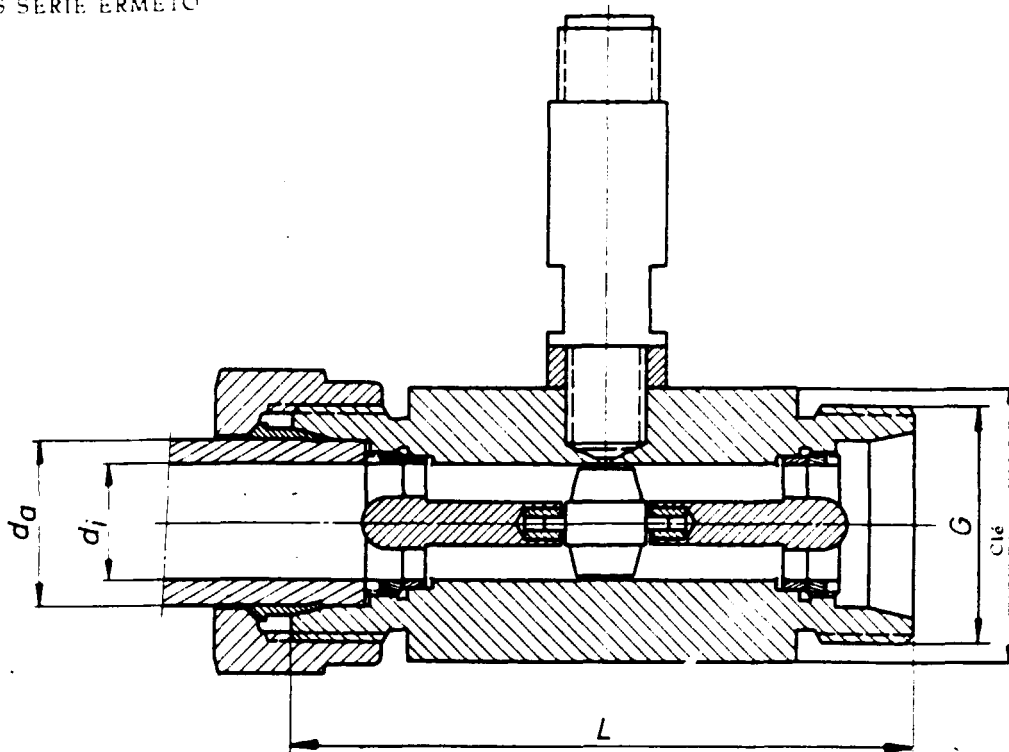


Fig. 2

COUPE D'UN MESUREUR  
KUPPERS A BRIDES

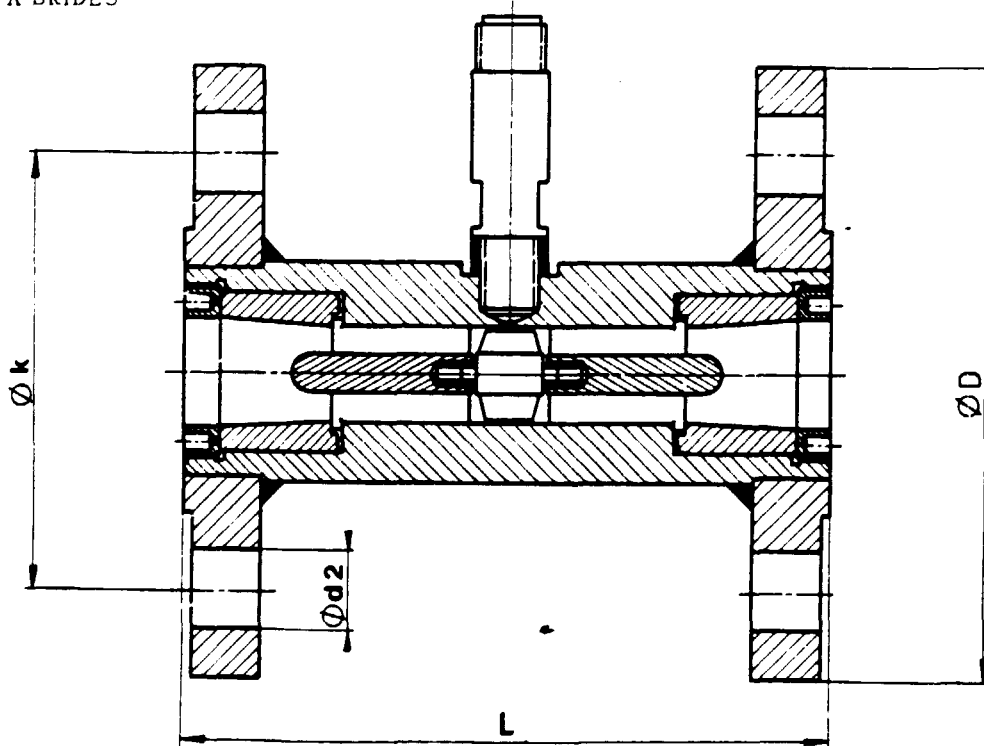


Fig. 3





DIMENSIONS DES ERREURS SERIE HERMETO (mm)

Type HM...E	Gamme de mesure pour viscosité 1 cSt		Viscosité max. (cSt)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	G	Clé	PN (bar)	Raccord E - O
	l/min	m <sup>3</sup> /h								
3	0,3 - 1,5	0,018 - 0,09	20	3	6	50	M 15 x 1,5	30	640	m 6 s
4	0,5 - 2	0,030 - 0,24								
5	0,8 - 6	0,048 - 0,36	35	5	8	56	M 16 x 1,5	30	640	m 8 s
6	1,2 - 10	0,072 - 0,60								
7	3 - 20	0,18 - 1,20	70	7	12	62	M 20 x 1,5	30	640	m 12 s
9	3,3 - 33	0,20 - 1,98								
11	8 - 50	0,48 - 3,00								
13	10 - 85	0,60 - 5,10								
17	12 - 120	0,70 - 7,20								
19	15 - 150	0,90 - 9,00								
22	20 - 200	1,20 - 12,00	100	22	28	117	M 36 x 2	46	400	m 25 s
24	25 - 250	1,50 - 15,00								
28	20 - 360	1,20 - 21,00								
30	25 - 400	1,50 - 24,00								
36	40 - 500	2,40 - 30,00								

PLAN DE RACCORDEMENT POUR MESUREURS A TURBINE HM...F et HM...E

