

ORSTOM
Laboratoire d'Hydrologie
FRANCE

DGEGTH
DGRE
TUNISIE

**PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA MESURE EN CONTINU
DES NIVEAUX D'EAU ET DE LA CONCENTRATION DES
MATIERES TRANSPORTEES EN SUSPENSION PAR LES
FLEUVES A FORTE CHARGE SOLIDE**

**Rapport d'Installation en Tunisie de deux
turbidimetres.**

par R. CHARTIER
Ingénieur d'études à l'ORSTOM

Octobre 1991

Diffusion restreinte

Aide Financiere
MRT 90 L 0681

RAPPEL :

Réalisation d'un turbidimètre à mesure de pressions différentielles.

Cette expérience a pour origine une idée émise à Grenoble au cours d'une réunion entre l'ORSTOM et le CEMAGREF. Le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier s'est vu confié le soin de réaliser un premier dispositif de mesures.

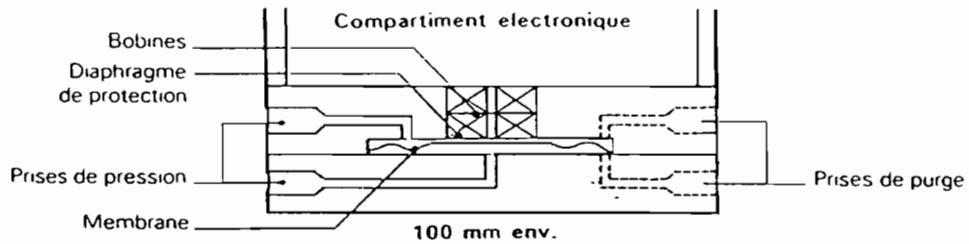
Ce dispositif devrait démontrer que des mesures de pression effectuées à deux niveaux dans une eau chargée pourraient permettre de déterminer la densité, donc la charge de l'eau.

Si les mesures effectuées expérimentalement en laboratoire ont donné satisfaction, il n'en a pas été de même lorsque l'appareil a été installé sur le terrain :

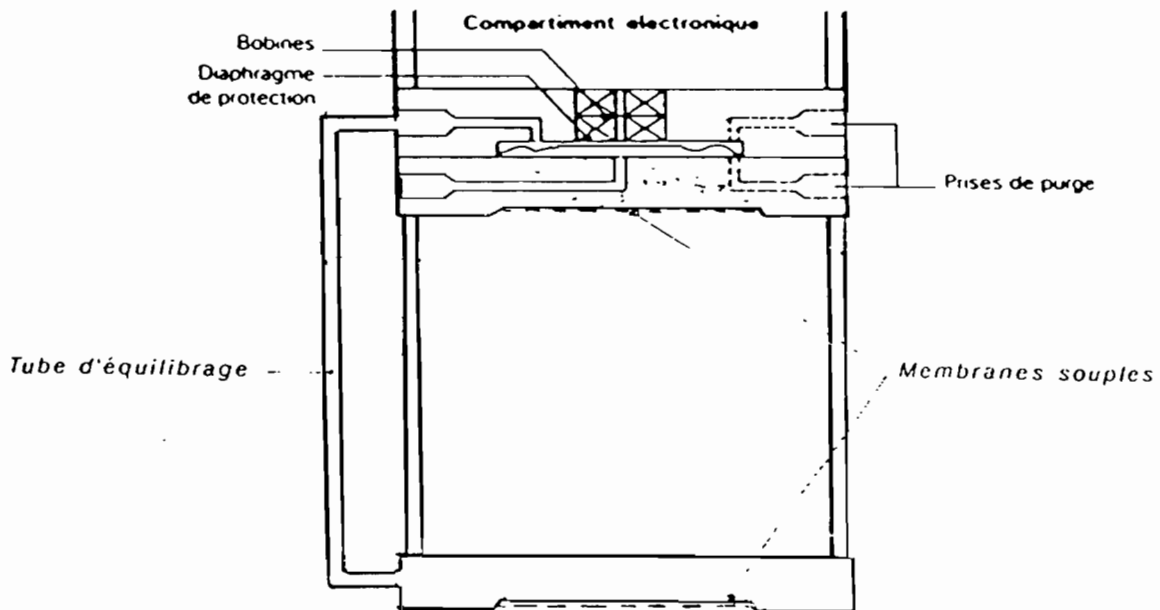
- Derive des capteurs, raidissement des membranes etc...
- De plus la grande sensibilité des capteurs en valeur absolue limitait leur surcharge en cas d'immersion (2,5 fois l'étendue de mesure).

Ceci nous a conduit à rechercher un capteur différentiel. Nous avons trouvé ce type d'appareil chez EFFA qui fabrique un capteur différentiel 0-10 mb.

Capteur EFA

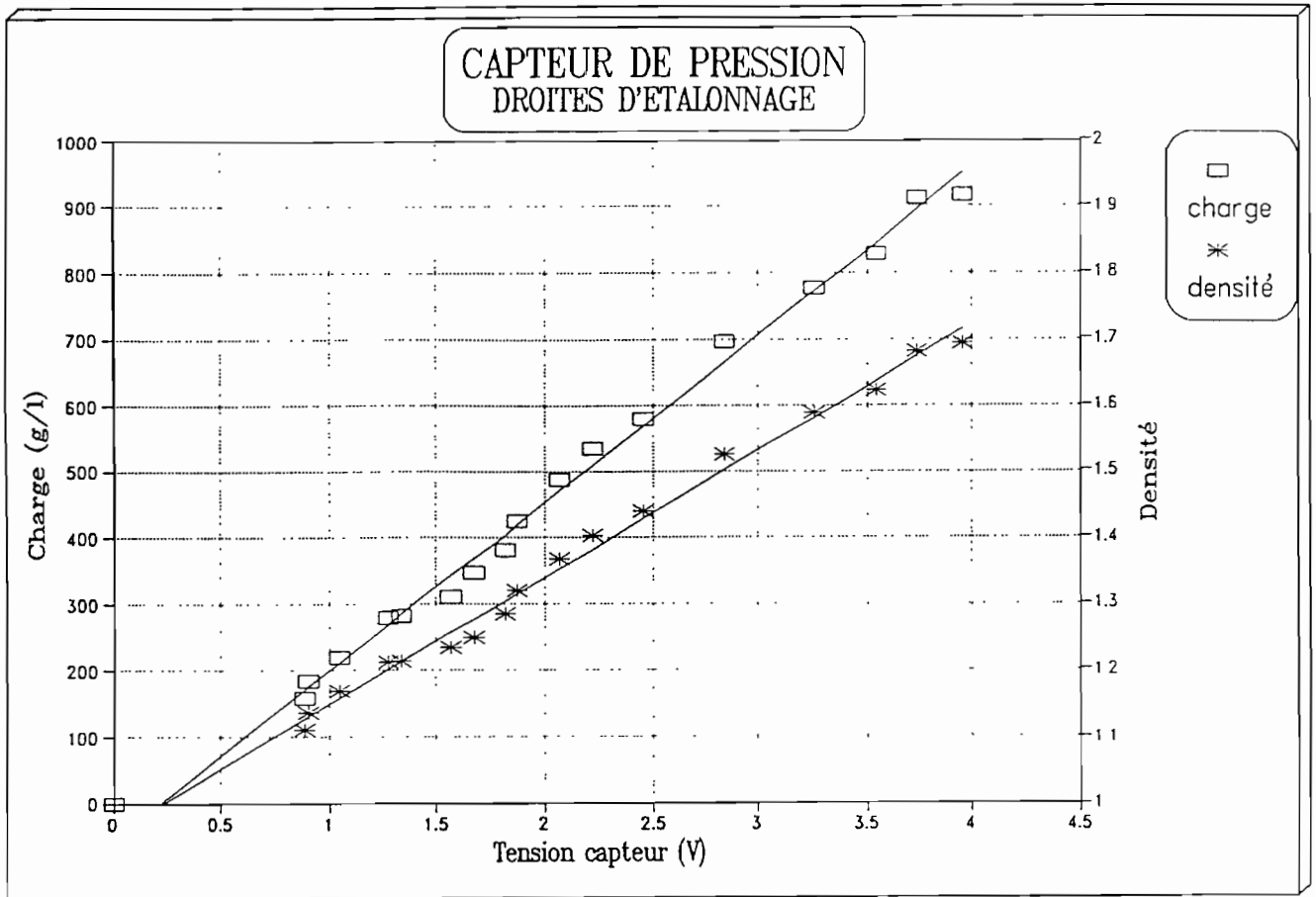


Capteur EFA modifié



Après modification, ce capteur permettait de mesurer des écarts de pression entre deux niveaux distants de 10 cm (voir figure).

Les essais en laboratoire ont donné la courbe suivante.



Pressés par le temps, il ne nous a pas été possible d'affiner ces mesures surtout dans les basses valeurs.

- Mission en Tunisie mai 1991

L'envasement des barrages en Tunisie, les eaux chargées des oueds de ce pays, nous ont amené à proposer aux services compétents tunisiens l'installation de deux turbidimètres ; l'un dans un barrage récent où l'envasement est bien suivi, l'autre à la station hydrométrique amont qui alimente ce réservoir, station qui est équipée d'un turbidimètre "Nucléaire".

MM JACCON - CHARTIER accompagnés des représentants de :

- la Direction Générale des Ressources en Eaux,
- la Direction Générale des Etudes et Grands Travaux Hydraulique,
- l'ORSTOM (mission Tunisie),

après une reconnaissance de terrain se sont mis d'accord sur les emplacements de l'implantation des capteurs et les aménagements à apporter aux stations.

Mission octobre 1991

Deux équipements ont été réalisés à partir du capteur différentiel EFFA-ORSTOM modèle DK

Les équipements comprennent :

1 capteur différentiel - une alimentation - une acquisition de données.

Un lot comprenant :

1 bloc mémoire et sa notice (transfert de données de l'acquisition)
1 interface RS 232 SC 32 A et sa notice (dialogue PC - acquisition)
1 interface SC 532 et sa notice (dialogue PC - bloc mémoire)
2 cables 9-9 x2
1 clavier de commande
1 notice CR 10 en anglais
1 notice sommaire manuscrite en français
1 disquette programme PC 208.

Barrage de SIDI SALEM (capteur n° 3137)

L'équipement est installé dans la chambre de contrôle des vannes de la tour de prise d'eau.

Le capteur est suspendu à un cable à la cote 82 soit à 1 m au dessus de l'ouvrage abritant la vanne de dévasage (voir croquis).

Un dispositif de relevage par treuil à main et mesureur de câble complète l'ensemble.

L'alimentation se fait à partir du courant secteur après régulation et charge d'une batterie tampon, la réserve de marche est d'environ trois jours.

Station de la Mejerda à BOU SALEM (capteur 3136)

Le capteur est fixé à l'extérieur de la gaine du flotteur du limnigraphe OTT X qui équipe normalement la station.

Le cable d'alimentation et de mesure remonte à l'intérieur de la gaine ; un cable de "sécurité" est attaché à un collier de fixation.

Après aménagement de la guérite du limnigraphe, l'acquisition y a été installée.

L'alimentation de l'ensemble se fait par une batterie de 6,5 Ah chargée par un panneau solaire 5 W crête protégé par une diode anti-retour fixé sur le toit de l'abri.

EQUIPEMENTS TUNISIE

CR 10

CR 10

Sidi
Salem

Bou
Salem



Portable

Interface

Interface

Clavier

Bloc

T 1600

Portable

Portable

de

mémoire

↓
Bloc

↓
Centrale

commande



Bou Salem

Alimentation
autonome

Batterie +
panneau solaire



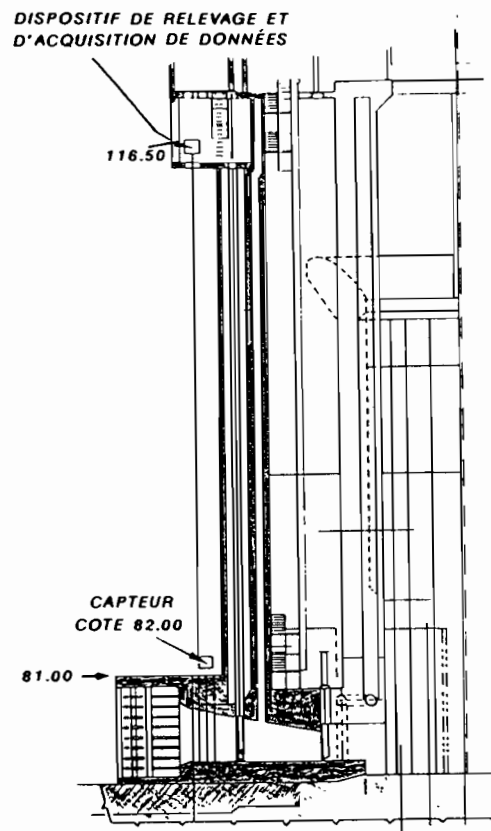
Sidi Salem

Alimentation
régulée sur secteur

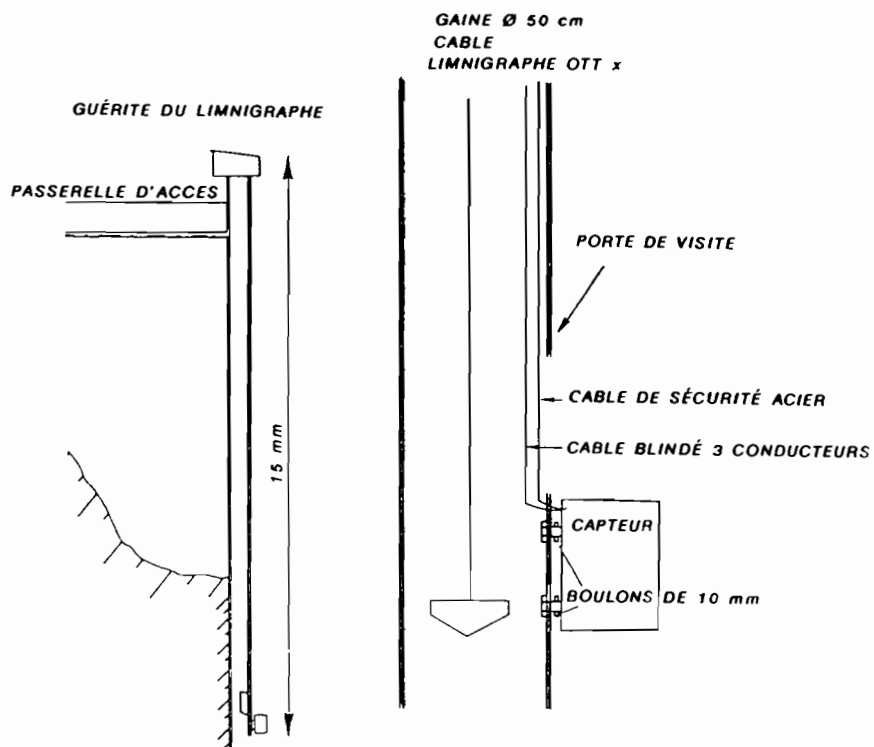
Cable et capteur
(sans sa protection)

INSTALLATION DES CAPTEURS

BARRAGE DE SIDI SALEM



MEJERDA A BOU SALEM





Bou Salem

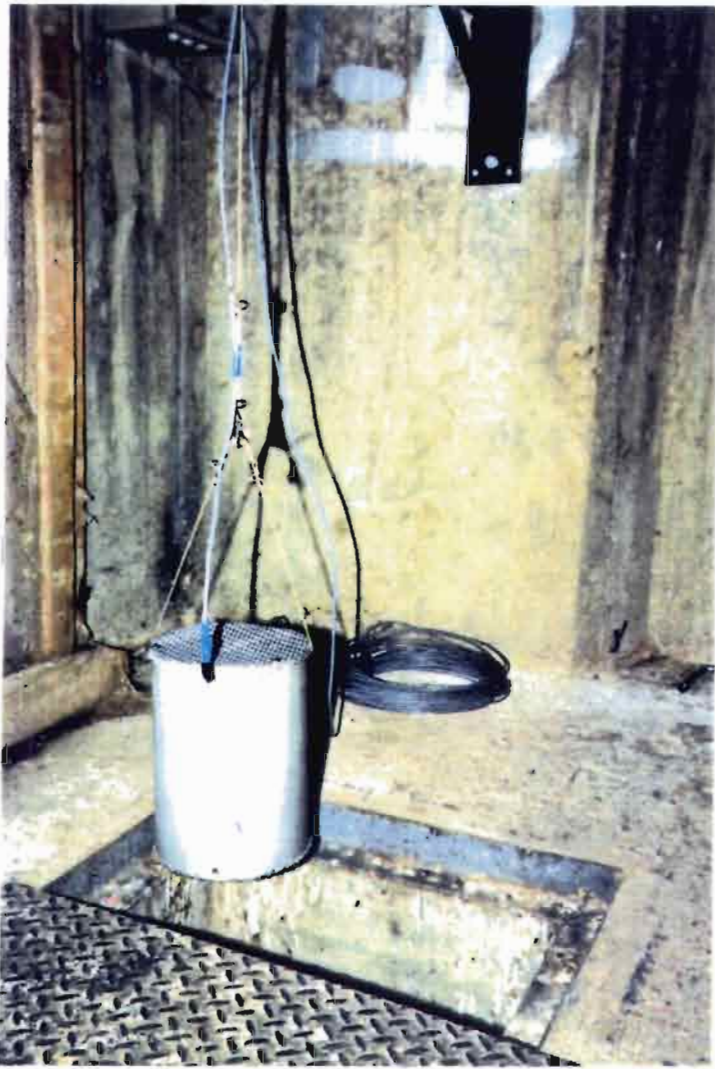
Installation sur station limnimétrique

Capteur

Mise en place



Limnigraphe
et
centrale CR 10



Capteur



Mise en place

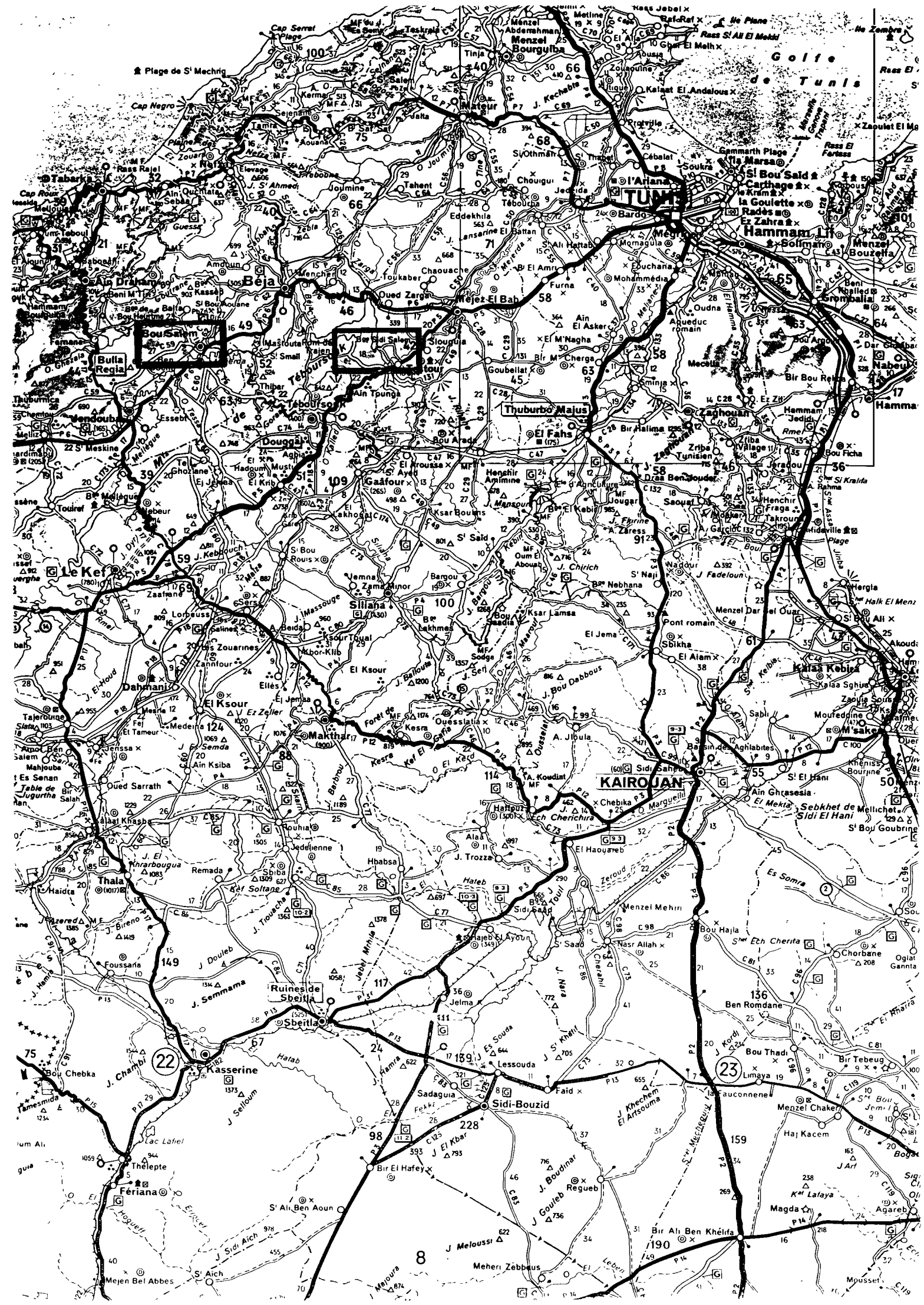


Installation terminée

Sidi Salem

ANNEXES

- Carte de Tunisie
- Notice sommaire CR 10
- Lettre à M. le Directeur de l'INRAT



Golfe de Tunis

TUNIS

KAIROUAN

Bou Salem

El Kef

Thurbo Majus

Le Kef

Dahmani

Thala

Foussana

Feriana

Ruines de Sbeitla

Sbeitla

Kasserine

Sidi-Bouزيد

Sidi Bouzid

Sidi Saïd

Cherkira

Menzel Mehri

Nasr Allah

J. Khechem El Artsouma

Bir Ali Ben Khelifa

Si Bou Said

la Goulette

Er Zahra

Hamman

Souk

Zahouan

Jeradou

Saoual

El Kef

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

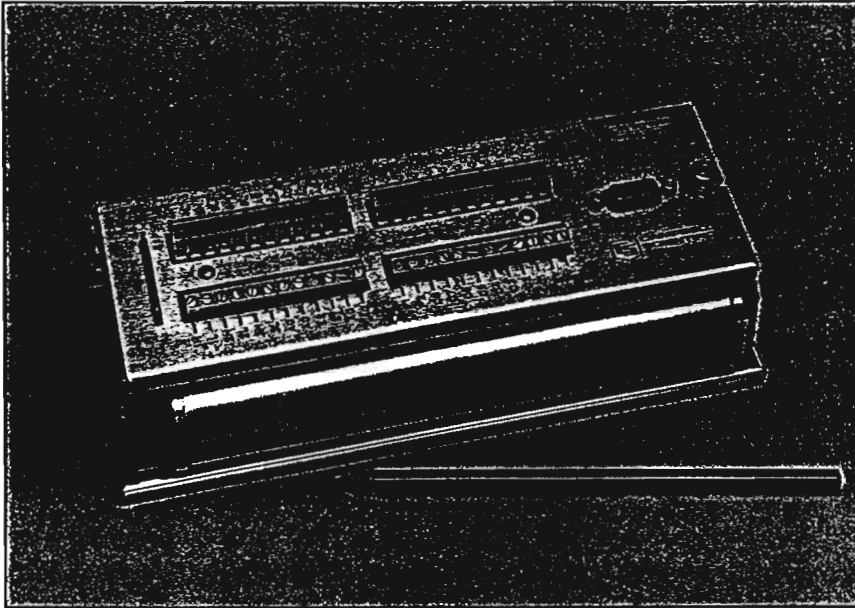
El Ksour

El Ksour

El Ksour

El Ksour

CR10 MEASUREMENT & CONTROL MODULE



A compact, research-quality instrument designed for precision measurement, signal processing and control.

- Stores 5,300 data points in internal memory, expandable to 29,900 values. Additional capacity is available with external Solid State Storage Modules.
- Exceptional computing power is in-built to provide the user with simple, yet powerful, means to collect and process data.
- 12 single-ended or 6 differential analogue inputs, with 13-bit resolution on five software selectable ranges up to $\pm 2.5V$ with a resolution of $0.33 \mu V$ available on the lowest range.
- Three switched excitation outputs which are programmable to $\pm 2.5V$ (in $0.67 mV$ increments, DC or AC) to power bridge-type sensors, e.g. PRTs, strain gauges, load cells, pressure transducers and thermistors. A Frequency Sweep Function is provided for vibrating wire transducers.
- Linearisation is provided for standard PRTs and for thermocouple measurement (T, E, K and J types).
- Two pulse counting inputs offer 16 bit performance at frequencies up to 2kHz. The inputs can be configured as a single counter which will accept pulses at up to 250kHz.
- The specification is tested and guaranteed over the range $-25^{\circ}C$ to $+50^{\circ}C$ (optionally this can be extended over $-55^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$).
- Eight digital I/O ports, each software selectable as binary input or control output.
- Extremely low power consumption (quiescent current is 0.5 mA at 12 volts) which allows long-term operation from batteries.
- Fast throughput rate allows readings to be processed into the final memory area at speeds in excess of 100 readings per second.



CAMPBELL SCIENTIFIC LTD.

14 - 20 Field Street, Shepshed, Leics. LE12 9AL, UK
Tel: 0509 601141 Fax: 0509 601091 Telex: 94016393 CAMP G

SPECIFICATIONS

These electrical specifications are valid for an ambient temperature range of -25°C to +50°C unless otherwise specified.

ANALOGUE INPUTS

NUMBER OF CHANNELS: 12 single-ended or 6 differential with any combination, software selectable.

CHANNEL EXPANSION: Increments of 32 channels multiplexed through a single CR10 channel with the Model AM32 Relay Scanner. Maximum of 6 AM32s possible.

ACCURACY OF VOLTAGE MEASUREMENTS AND ANALOGUE OUTPUT VOLTAGES: 0.2% of FSR, 0.1% of FSR (0 to 40°C).

RANGE AND RESOLUTION: Ranges are software selectable for any channel. Resolution for single-ended measurements is twice the value shown.

Full Scale Range	Resolution
±2.50 volts	333. microvolts
±0.25 volts	33.3 microvolts
±25.0 millivolts	3.33 microvolts
±7.5 millivolts	1.00 microvolts
±2.5 millivolts	0.33 microvolts

INPUT SAMPLE RATES: The fast or slow A/D conversion on the four lowest input ranges uses a 250µs or 2.72ms signal integration time, respectively. Two integrations, separated in time by half of an AC line cycle, are used with the 60 Hz or 50 Hz noise rejection option. Differential measurements include a second sampling with reversed input polarity to reduce thermal offset and common mode errors. Input sample rates are the time required to measure and convert the result to engineering units

Fast single-ended voltage:	2.6 ms
Fast differential voltage:	4.2 ms
Slow single-ended voltage:	5.1 ms
Slow differential voltage:	9.2 ms
Diff. w/50 Hz rejection:	29.4 ms
Fast diff. thermocouple:	8.6 ms

INPUT NOISE VOLTAGE:

Fast differential	- 0.82 microvolts RMS
Slow differential	- 0.25 microvolts RMS
Diff. w/50 Hz rejection	- 0.18 microvolts RMS

COMMON MODE RANGE: ±2.5 volts

DC COMMON MODE REJECTION: >140 dB

NORMAL MODE REJECTION: 70 dB at 50 Hz with 50 Hz rejection option

INPUT CURRENT: 3 nanoamps max.

INPUT RESISTANCE: 200 gigohms

EXCITATION OUTPUTS

DESCRIPTION: The CR10 has 3 switched excitations, active only during measurement, with only one output active at any time. The off state is high impedance

RANGE: ±2.5 volts

RESOLUTION: 0.67 millivolts

ACCURACY: Same as voltage input

OUTPUT CURRENT: 20 mA @ ±2.5 V, 35 mA @ ±2.0 V, 50 mA @ 1.5 V.

FREQUENCY SWEEP FUNCTION: A swept frequency square wave output between 0 and 2.5 volts is provided for vibrating wire transducers. Timing and frequency range are specified by the instruction

PERIOD AVERAGING MEASUREMENTS

DEFINITION: The time period for a specified number of cycles of an input frequency is measured, then divided by the number of cycles to obtain the average period of a single cycle.

INPUTS: Any single-ended analogue channel, signal dividing or AC coupling is normally required.

INPUT FREQUENCY RANGE:

Range Code	Preamp Gain	Input Hysteresis	Maximum Frequency
4	1	10 mV	200 kHz
3	10	1 mV	50 kHz
2	33	300 µV	20 kHz
1	100	100 µV	8 kHz

REFERENCE ACCURACY: ±40 ppm

RESOLUTION: ±100 nanoseconds divided by the number of cycles measured. Resolution is reduced by signal noise and for signals with a slow transition through the zero voltage threshold.

TIME REQUIRED FOR MEASUREMENT: Signal period times the number of cycles measured plus 1.5 cycles; minimum measurement time is 2ms

RESISTANCE & CONDUCTIVITY MEASUREMENTS

ACCURACY: 0.015% of full scale bridge output, limited by the matching bridge resistors. The excitation voltage should be programmed so the bridge output matches the full scale input voltage range.

MEASUREMENT TYPES: 6 wire and 4 wire full bridge; 4 wire, 3 wire and 2 wire half bridge. Bridge measurements are ratiometric and dual polarity to eliminate thermal emfs. AC resistance measurements use a dual polarity 750µs excitation pulse for ionic depolarisation, with the signal integration occurring over the last 250µs

PULSE COUNTERS

NUMBER OF PULSE COUNTER CHANNELS: selectable as 1 fast and 2 slow sixteen bit channels

MAXIMUM COUNT RATE: 2000 Hz, slow counters; 250 kHz, fast counters. Pulse counter channels scanned at 8 Hz

MODES: Switch closure, high frequency pulse, and low level AC.

SWITCH CLOSURE MODE

Minimum Switch Closed Time: 5ms
Minimum Switch Open Time: 6ms
Maximum Bounce Time: 1ms open without count

HIGH FREQUENCY PULSE MODE

Minimum Pulse Width: 2 µs
Maximum Input Frequency: 250 kHz
Voltage Thresholds: Count upon transition from below 1.5V to above 3.5V
Maximum Input Voltage: 0-5V (up to ±20V with external resistor)

LOW LEVEL AC MODE

(Typical of magnetic pulse flow sensors selected anemometers etc.)

Min AC Input Voltage.	6 mV RMS
Input Hysteresis	11 mV
Max AC Input Voltage:	20V RMS

AC Input (RMS)	Range
20 millivolts	1 Hz to 100 Hz
50 millivolts	0.5 Hz to 400 Hz
150 millivolts to 20V	0.3 Hz to 1000 Hz

(Consult Campbell Scientific if higher frequencies are desired.)

DIGITAL I/O PORTS

8 ports, software selectable as binary inputs or control outputs

OUTPUT VOLTAGES (no load):

high: 5 ± 0.1V low: 0.1V.

OUTPUT RESISTANCE: 500 Ohms

INPUT STATE:

high: >3 V. low: <0.8 V

INPUT RESISTANCE: 100 kOhms

TRANSIENT PROTECTION

All input and output connections to the CR10 module are protected using RC filters or transzorbis connected to a heavy copper bar between the circuit card and the case. The CR10WP Wiring Panel includes additional spark gap and transzorb protection.

CPU AND INTERFACE

PROCESSOR: Hitachi 6303 CMOS 8 bit microprocessor

MEMORY: 32K ROM, 16K RAM (expandable to 64K)

STORAGE CAPACITY: The standard CR10 stores 5332 data values in Final Storage Memory (increased to 29,908 data values in the expanded CR10). The logger has a capacity of 1986 bytes available for programming.

CR10 DISPLAY: 8 digit LCD 12.7mm digits

PERIPHERAL INTERFACE: 9 pin D-type connector for keyboard/display, storage module, cassette, modem, printer and RS232 adapter. Baud rates selectable at 300, 1200, 9600 and 76,800.

CLOCK ACCURACY: ±1 minute per month.

MAXIMUM PROGRAM EXECUTION RATE: System tasks initiated in sync with real-time up to 64Hz

POWER REQUIREMENTS

VOLTAGE: 9.6 to 16 volts

TYPICAL CURRENT DRAIN: 0.5 mA quiescent, 13 mA during processing and 35 mA during analogue measurement.

DIMENSIONS

SIZE: 198 x 89 x 38mm. 229 x 89 x 74mm with CR10WP Wiring Panel. Input connectors extend length by 3.8mm

WEIGHT: 0.91Kg

GUARANTEE

Two years against defects in materials and workmanship.



Monsieur le Directeur de l'INRAT

T U N I S

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de la poursuite du programme "Utilisation d'un capteur différentiel pour effectuer des mesures de turbidité", Monsieur R. CHARTIER installe en Tunisie deux équipements, l'un au pont de la Medjerdah à Bou Salem, l'autre à la tour de prise d'eau du barrage de Sidi Salem.

L'enregistrement des données se fait à partir "d'acquisitions de type CRIO Campbell".

Ces équipements hautement sophistiqués nécessitent un minimum de pratique pour leur manipulation.

Monsieur R. CHARTIER a eu l'occasion de collaborer à l'INRA Bordeaux avec M. Zouhair NASR, aujourd'hui bioclimatologue à l'INRAT.

Monsieur Z. NASR a largement utilisé le matériel Campbell. Compte tenu de son expérience en ce domaine, et afin d'optimiser cette expérimentation, nous souhaiterions pouvoir bénéficier de la collaboration de Monsieur NASR et qu'il puisse accompagner les ingénieurs de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) et de la Direction Générale des Etudes et Grands Travaux Hydrauliques (DGEGTH), au moins pour les premières tournées de "collectes de données", ceci au rythme d'une journée par mois environ.

Vous serait-il possible de lui accorder votre autorisation ?

En vous remerciant d'avance, je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, mes meilleures salutations.

Le Représentant de l'ORSTOM
en Tunisie,

B. DALMAYRAC