

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par

Kamel BOUKHTOUCHE
Moh Cherif AGROUCHE

Thème

Automatisation et supervision centralisée du réseau d'auscultation du barrage Taksebt

Mémoire soutenu publiquement le 14 / 07 / 2016 devant le jury composé de :

Mme Fadila BOUDJEMA

MAA, Dép Automatique UMMTO, Président

Mr Takfarinas CHELLI

MAA, Dép Automatique UMMTO, Encadreur

Mme Soria ALIK

Ingénieur d'état, Barrage Taksebt, Co-Encadreur

Mme Zohra HALICHE

MAB, Dép Automatique UMMTO, Examineur

Mme Ouiza BOUKENDOUR

MAB, Dép Automatique UMMTO, Examineur

Remerciements

Nous remercions en premier lieu les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail ainsi que notre encadreur **Mr CHELLI Takfarinas** qui a accepté de nous encadrer pour réaliser ce travail, ainsi que tous les enseignants de département Automatique.

Nous tenons aussi à remercier la directrice du barrage Taksebt et notre Co-encadreuse **Mme ALIK Soria** qui nous a proposé ce thème et qui nous a beaucoup aidé par ses précieux conseils et sa disponibilité dans la réalisation de ce travail qui nous a permis d'enrichir nos connaissances en Automatique et de fréquenter le domaine de l'hydraulique et de la géotechnique.

Nous tenons aussi à remercier toute l'équipe chargée d'auscultation au barrage Taksebt principalement **Mr CHIKHAOUI Ahmed** et **Mr HASNI Hakim** qui nous ont beaucoup aidé dans notre travail. Ainsi que tous les fonctionnaires du barrage Taksebt.

Nous tenons à remercier la société **SISGEO** (le géant italien de fabrication des composants des systèmes d'auscultation) principalement son directeur technique **Mr BROZZI Lorenzo** qui nous a beaucoup aidé par ses conseils et ses orientations.

Nous tenons à remercier infiniment nos familles qui nous ont énormément aidé moralement et financièrement dans ces longues années d'études, ainsi que nos amis : **Bilal, Sabah, Sara** qui ont partagé les difficultés de ce travail avec nous.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents dont le sacrifice, la tendresse, l'amour, la patience, le soutien, l'aide et les encouragements sont le secret de ma réussite.

A ma chère sœur

A mes chers frères

A ma grand-mère

A toute ma grande famille; oncles, tantes, cousins.

A mon binôme

A mes amis

Et tous ceux qui ont attribué à la réalisation de ce travail que ce soit de près ou de loin.

Kamel



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents dont le sacrifice, la tendresse, l'amour, la patience, le soutien, l'aide et les encouragements sont le secret de ma réussite.

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A mes grands parents

A toute ma grande famille; oncles, tantes, cousins.

A mon binôme

A mes amis

Et tous ceux qui ont attribué à la réalisation de ce travail que ce soit de près ou de loin.

Moh Cherif

Listes des figures

Figure I.1: image satellite du barrage Taksebt.....	5
Figure I.2: Station de prise d'eau du barrage Taksebt	6
Figure I.3: vue de la digue de barrage Taksebt	6
Figure I.4: vue de l'évacuateur de crue	7
Figure I.5: Barrage de Malpasset après la rupture	8
Figure I.6: barrage des Ouches après la rupture	8
Figure I.7: cellule de tassement à boule.....	10
Figure I.8: Image d'un tube inclinométrique	11
Figure I.9: sonde inclinométrique digital	11
Figure I.10: Extensomètre à corde vibrante	12
Figure I.11: Image de fissuromètre Vinchon	13
Figure I.12: Capteur de pression interstitielle	13
Figure I.13: image des cellules de pression totales	14
Figure I.14: exemple d'un piézomètre ouvert.....	15
Figure I.15: Exemple d'un manomètre	15
Figure I.16: cellule piézométrique à corde vibrante	16
Figure I.17: Station de mesure de pression N°01.....	17
Figure I.18: Ensemble des cellules de la station de mesure 01	18
Figure I.19: Station de mesure de pression N°02.....	19
Figure I.20: Ensemble des cellules de la station 02.....	19
Figure I.21: station de mesure de pression N°03	20
Figure I.22: Ensemble des cellules de la station 03.....	21
Figure I.23: Boitier de mesure de pression.....	22
Figure I.24: Prise des mesures de pression	22
Figure I.25: photo d'un drain au niveau de barrage Taksebt	23
Figure I.26: vue d'un déversoir	24

Figure II.1: manomètre à sortie électrique.....	27
Figure II.2: fissuromètre 3D à sortie électrique.....	28
Figure II.3: capteur de niveau ultrasonique	29
Figure II.4: Photo des capteurs de pression amovible	30
Figure III.1: l'API Siemens S7-400 et ses modules	33
Figure III.2: configuration matérielle de notre projet.....	34
Figure III.3: photo de châssis universel UR1 à 18 emplacements	35
Figure III.4: photo de module d'alimentation PS 405 4A.....	36
Figure III.5: Photo de la CPU 412-2 PN	36
Figure III.6: photo de coupleur émetteur IM 460-0	37
Figure III.7: photo de coupleur récepteur IM 461-0.....	37
Figure III.8: Schéma de mesure d'exploitation d'un capteur analogique sur API	38
Figure III.9: Paramétrage de module d'entrées analogiques.....	39
Figure III.10: choix du type de capteur analogique	39
Figure III.11: Présentation de bloc FC105 SCALE CONVERT	41
Figure III.12: modélisation par organigramme de l'alarme	42
Figure III.13 : mise à l'échelle d'une cellule de pression et le déclenchement de la temporisation	43
Figure III.14: commande de memento avec la temporisation T1	44
Figure III.15: le memento M1 commande l'alarme	44
Figure III.16: Tableau indiquant les valeurs de la mise à l'échelle de chaque capteur ainsi la valeur de seuil de chaque capteur	45
Figure IV.1: Intégration de projet step7.....	48
Figure IV.2: Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur Step7	49
Figure IV.3: la liaison entre l'API et l'IHM sur le WinCC flexible 2008.....	50
Figure IV.4: exemple de la table des variables	51
Figure IV.5: archivages des données	52

Figure IV.6: exemple de la configuration des limites pour l'alarme	53
Figure IV.7: Vue de l'alarme niveau 01 sur l'écran de supervision	54
Figure IV.8: Vue de l'alarme niveau 02 sur l'écran de supervision	55
Figure IV.9: Vue d'accueil de notre interface de supervision	56
Figure IV.10: la vue de STATIONS de notre interface	56
Figure IV.11: Vue de la STATION 01	57
Figure IV.12: Vue de la STATION 02	58
Figure IV.13: Vue de la STATION 03	58
Figure IV.14: Vue de PIEZOMETRES	59
Figure IV.15: Vue de MANOMETRES	59
Figure IV.16: Vue de FISSURES	60
Figure IV.17: Vue de FUITES	60

Sommaire

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Chapitre I : Présentation du réseau d'auscultation

1. Introduction	3
2. Présentation de l'Agence National des Barrages et Transferts ANBT	3
3. Présentation du barrage Taksebt	4
3.1. Définition du barrage	4
3.2. La station de prise d'eau	6
3.3. La digue	6
3.4. L'évacuateur de crue	7
4. La surveillance des barrages.....	7
5. Principe de fonctionnement du système d'auscultation	8
6. Types de mesures.....	9
6.1. Présentation des instruments de mesure des déformations	10
1. Le tassomètre	10
2. L'inclinomètre	11
3. L'extensomètre.....	12
4. Fissuromètre Vinchon.....	12
6.2. Présentation des instruments de mesure de pression.....	13
1. Les cellules de pression interstitielles.....	13
2. Les cellules de pression totales	14
3. Les piézomètres ouverts	14
4. Les manomètres.....	15
5. Les cellules piézométriques	16
6. Les stations de mesures	16
a. Définition de la station de mesures.....	16
b. Présentation de la station de mesures N°01	17
c. Présentation de la station de mesures N°02	18
d. Présentation de la station de mesures N°03.....	20

e. Principe de mesure de pression	21
6.3. Mesure des débits des fuites	23
1. le drain	23
2. le déversoir	23
3. principe de mesure	24
7. Les inconvénients de système d'auscultation actuel	25
8. Conclusion	25

Chapitre II : Amélioration de l'instrumentation

1. Introduction.....	26
2. Manomètre à sortie électrique	26
3. Fissuromètre 3D	27
4. Capteur ultrasonique pour mesurer le niveau d'eau	28
5. Capteur de pression amovible	30
6. Les câbles de connexion des capteurs	31
7. Conclusion.....	31

Chapitre III : Automatisation de réseau d'auscultation

1. Introduction	32
2. Avantages de l'installation d'un système d'auscultation automatique ..	32
3. Présentation de l'API S7-400.....	33
3.1. Généralités sur l'API S7-400.....	33
3.2. Les avantages de l'API S7-400	33
4. La configuration matérielle de l'API S7-400	34
5. Présentation de quelques composants de la configuration matérielle...35	
5.1. Le châssis	35
5.2. Le module d'alimentation PS 405 4A	35
5.3. La CPU 412-2 PN	36
5.4. Le coupleur IM 460-0	37
5.5. Le coupleur IM 461-0	37
6. Paramétrage d'un capteur analogique	38
6.1. Paramétrage du module d'entrées analogique	38
6.2. La mise à l'échelle du capteur analogique	40

7. Modélisation de l'alarme	42
8. Extrait du programme Step7	43
9. Plan proposé pour l'emplacement de L'API et de la salle de contrôle	46
10. Conclusion	46

Chapitre IV : La supervision du réseau d'auscultation

1. Introduction	47
2. Définition de la supervision	47
3. Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible 2008	48
4. Intégration de projet Step7 sur WinCC.....	48
5. Liaison entre le pupitre et l'automate.....	49
5.1. Généralités sur l'Ethernet	49
5.2. Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur Step7.....	49
5.3. Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur WinCC...	50
6. Les vues sur WinCC flexible 2008	50
6.1. Création de la table des variables.....	51
6.2. L'archivage des données	51
6.3. Configuration des alarmes	52
6.4. Les différents niveaux de l'alarme	53
7. Présentation de l'interface de supervision	55
7.1. La vue d'Accueil.....	55
7.2. La vue de STATIONS.....	56
7.3. La vue de PIEZOMZETRES	59
7.4. La vue de MANOMETRES	59
7.5. La vue de FISSURES.....	60
7.6. La vue de FUITES	60
8. Conclusion	61
Conclusion générale	62

Références bibliographiques

Annexe

Introduction générale

En vue d'amélioration et de la recherche de la performance, les exploitants des barrages ne cessent pas de faire recours aux solutions automatisées de leurs équipements. Le gain du temps, l'efficacité et l'optimisation de la main d'œuvre ; tout en garantissant la sécurité des personnes et des biens et des équipements sans faire préjudice à l'environnement.

En effet, l'évolution et l'accessibilité de l'outil informatique (matériels et logiciels) sont les facteurs qui ont facilité la conception des solutions programmées et automatisées, de plus ils perfectionnent considérablement les systèmes temps réels tels que : l'acquisition des données, la télésurveillance et les systèmes de supervision

Dans tous les barrages du monde entier quel que soit leur type et leur grandeur, la surveillance de leurs comportements est extrêmement nécessaire pour garantir la sécurité de leurs digues et du personnel et des habitants et leurs biens qui se trouvent en aval du barrage et pour éviter des catastrophes causées par la rupture et le vieillissement des barrages.

Un barrage est mené d'un réseau d'auscultation qui est un ensemble de capteurs qui mesure différentes grandeurs physiques liées à l'état de la structure de l'ouvrage

L'objectif de notre projet est d'étudier et de proposer une solution d'automatisation et une supervision du réseau d'auscultation du barrage de Taksebt ainsi une proposition d'un système d'alarme.

Pour mener à terme notre travail, nous commençons par le chapitre 1 où nous présentons globalement le réseau d'auscultation du barrage de Taksebt ainsi ses inconvénients.

Dans le deuxième chapitre nous intéressons à l'amélioration de l'instrumentation on proposant des capteurs performants et plus fiable et qui permettent une lecture automatique de leurs valeurs.

Introduction générale

Nous enchainons avec un troisième chapitre dont nous présentons une proposition d'une solution automatisée pour le réseau d'auscultation du barrage et la configuration matérielle nécessaire pour sa mise en œuvre.

Dans le quatrième et dernier chapitre nous exposons quelques définitions concernant la supervision et nous poursuivons par présenter la supervision adaptée au réseau d'auscultation.

Ce mémoire se clôture par une conclusion générale qui cite le rapport personnel et le profit de l'entreprise et des améliorations futures.

CHAPITRE

I

Présentation du réseau d'auscultation

1. Introduction:

Le barrage étant un ouvrage nécessaire aux besoins quotidiens, mais aussi peut être un danger pour la population et les biens en aval en cas de sa rupture.

C'est pour cela que chaque barrage est doté d'un système d'auscultation quel que soit sa qualité de perfection, manuel ou automatique, pour assurer la sécurité des ouvriers de ce dernier et celle de la population et des biens présentes en aval.

Dans ce chapitre nous allons présenter l'entreprise ANBT et le barrage Taksebt ainsi que les différentes parties qui le constituent.

Nous allons aussi présenter le système d'auscultation et les différents composants qui le constituent telles que : les manomètres pour mesurer la pression qu'exerce l'eau sur la digue ; les différentes cellules de pression (totales, interstitielles et piézométriques) pour mesurer la piézométrie ; les piézomètres pour la mesure de la hauteur d'eau de la nappe phréatique ; les Tassomètres, les inclinomètres, les extensomètres et les vinchons pour mesurer les déformations ainsi que les déversoirs pour mesurer les fuites.

2. Présentation de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) :

L'Agence Nationale des Barrages et Transferts en sa qualité de maître d'ouvrage délégué, sous la tutelle du Ministère des ressources en eau est chargée de la mise en œuvre des programmes nationaux de mobilisation et de transfert des eaux superficielles. Elle est également chargée de la gestion de l'exploitation de l'ensemble de ces ouvrages de mobilisation et de transfert qui à l'horizon 2025, atteindront une capacité globale de 9 milliards de mètres cubes.

Le plan de charge de l'ANBT :

- 40 projets d'études.

- 08 projets en cours de lancement.
- 22 ouvrages en cours de réalisation.
- 68 ouvrages en exploitation.

Le suivi de ce plan des charges est soutenu par les moyens suivants :

- ❖ Sur le plan des ressources humaines:

L'Agence Nationale des Barrages et Transferts dispose d'un effectif global de 2049 agents répartis comme suit :

- Encadrement : 811
- Maîtrise : 674
- Exécution : 556

- ❖ Sur le plan des ressources financières:

L'enveloppe allouée pour le programme de mobilisation de la ressource en eau s'élève à 935 milliards de dinars [1].

L'ANBT a été créé en 1985 par le Ministère des ressources en eau.

3. Présentation du barrage Taksebt :

3.1 Définition du barrage :

Au sens de la réglementation, tout ouvrage artificiel, d'une hauteur supérieure à 2m sur le terrain naturel, destiné à retenir un volume de liquide de manière temporaire ou permanente, quel que soit sa typologie constructive est un barrage.

Les barrages construits en remblai sont ainsi souvent appelés abusivement digues alors qu'il s'agit bien d'un barrage.

Le barrage de Taksebt est situé aux proximités des communes d'Irdjen, Larbaâ Nath Irathen, Ait Aissi, Beni Douala, Ait Mahmoud et Beni Yenni.

Le barrage de Taksebt est situé exactement sur la rivière Takhoukht et son prolongement la rivière d'Ait Aissi dite Oued Aissi. Il s'étend sur une surface de 550 ha, se trouve à 10 km à l'est de la ville de Tizi-Ouzou et à 100KM à l'est de la ville d'Alger. Il été officiellement mis en service le 5 juillet 2007. Il est alimenté par les eaux de pluie, de la fonte du manteau neigeux du Djurdjura et des eaux usées du grand bassin collecteur. Ce barrage est une aubaine pour des millions de gens. Le barrage est doté d'une capacité de stockage de 180 millions de mètres cubes.

Caractéristiques du barrage Taksebt :

- La hauteur de la digue du barrage est 76 mètres.
- La cote maximale est de 165 mètres
- La longueur de la digue est 515 mètres
- L'altitude du barrage est 171.50 mètres

L'investissement du projet Taksebt a couté environ 540 millions d'euros.

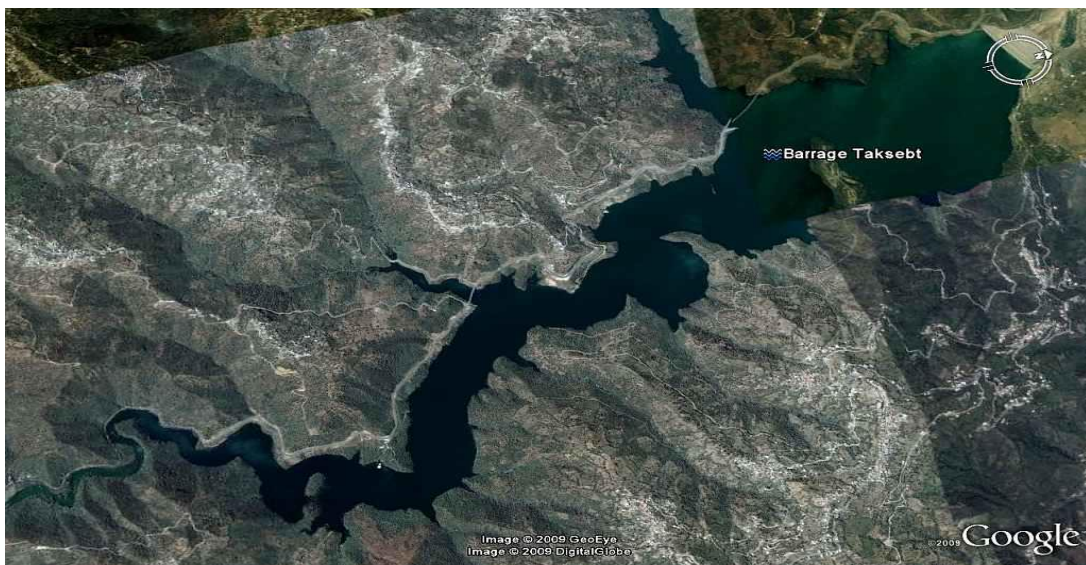


Figure I.1 : Image satellite du barrage Taksebt

Le barrage de Taksebt est constitué de trois principales parties :

- La station de prise d'eau
- La digue
- L'évacuateur de crue

3.2 La station de prise d'eau :

La station de prise d'eau est constitué de :

- Quatre prises à des niveaux différent (152.89 m, 140.89m, 128.89m et 110m).
- Une armoire de contrôle local est associée à chaque prise.
- Des armoires ont un sélecteur local et distant.
- Des vannes.



Figure I.2 : Station de prise d'eau du barrage Taksebt

3.3 La digue :

C'est l'ouvrage dont la fonction est d'empêcher les inondations ou la submersion des basses terres par les eaux d'une rivière ou de la mer en vue de protéger les populations et leurs biens.



Figure I.3 : Vue de la digue de barrage Taksebt

3.4 L'évacuateur de crues:

Il constitue l'organe principal de sécurité des barrages, son rôle est d'assurer le passage des eaux en surplus dans des conditions favorables à la sécurité du barrage et sans créer de risque d'érosion ou d'inondation en aval du barrage.



Figure I.4 : Vue de l'évacuateur de crue

4. La surveillance des barrages :

La sécurité des populations et des biens en aval du barrage dépend non seulement de la qualité de sa conception et sa construction, mais aussi d'un parfait entretien en cours d'exploitation ainsi que d'une surveillance efficace pour contrôler son comportement.

En 1959, le barrage de Malpasset, haut de 66 m et situé en amont de Fréjus (Var), cède après la rupture du terrain de fondation sur lequel s'appuyait la voûte. On dénombra 421 morts et 155 immeubles furent entièrement détruits. Mille hectares de terres agricoles furent ravagés. Les dégâts ont été estimés à deux milliards de francs.



Figure I.5: Barrage de Malpasset après la rupture

En 2001, le petit barrage des Ouches haut de 4,8m situé sur le territoire de la commune de Saint Gervais d'Auvergne (Puy-de-Dôme) s'est rompu après érosion interne du remblai constituant le barrage, provoquant d'importants dégâts dans les zones en aval longeant le ruisseau de Cubes (véhicules emportés, érosions, inondations de maisons et commerces, dépôts de boue, etc.)



Figure I.6: Barrage des Ouches après la rupture

5. Principe du fonctionnement du système d'auscultation :

L'auscultation sert à surveiller le comportement du barrage et à détecter toute anomalie qui peut être produite dans cet ouvrage. Le réseau d'auscultation sert à mesurer plusieurs paramètres (pression, niveau, débit,

déformation de l'ouvrage...) en vue de garantir la sécurité des gens et des biens en aval du barrage.

L'auscultation est une opération périodique faite par des opérateurs qui connaît très bien le barrage. Ces opérateurs se déplacent pour acquérir les mesures dans les trois stations de mesures.

Après l'acquisition de toutes les données, il faut les traiter et les analyser pour évaluer la sécurité du barrage et prévoir les risques qui menacent l'ouvrage et les biens et la population en aval de l'ouvrage et prendre d'autres mesures de sécurité si la situation de l'ouvrage est critique.

Remarque : Le traitement et l'analyse des données se fait par un bureau d'études spécialisé.

6. Types de mesures :

- Mesures de déformations :

Les déformations sont observés par :

- Tassomètres.
- Inclinomètres.
- Extensomètres.
- Fissuromètres Vinchons.

- Mesures de pression :

La piézométrie est observé par :

- Cellules de mesures de pressions interstitielles.
- Cellules de mesures de pressions totales.
- Piézomètres ouverts.
- Manomètres
- Cellules piézométriques.

- Mesures de débits

Les débits sont observés :

- A chaque tube de drainage dans la galerie d'injection et dans les galeries latérales de drainage.
- Dans le puisard de la galerie sous digue
- Sur les caniveaux d'évacuation des galeries de drainage
- En rive droite, à la jonction de la GDRD avec la galerie d'accès
- En rive gauche, au débouché de la galerie d'accès

6.1. Présentation des instruments de mesure des déformations :

1. Le Tassomètre :

Le Tassomètre est un capteur qui permet de mesurer les tassements et le soulèvement de sols ou de remblais. L'utilisation des Tassomètres permet le contrôle à long terme d'ouvrages en terre et de remblais.

Il existe plusieurs types des tassomètres (cellules de tassement à corde vibrante, cellule de tassement à boule, tassomètres à manchettes magnétiques...).



Figure I.7: Cellule de tassement à boule

La mesure des tassements au barrage Taksebt se fait par des tassomètres à manchettes magnétiques.

2. L'inclinomètre :

Il s'agit d'un appareil constitué d'une sonde équipée de roulettes qui mesure l'inclinaison d'un tube-guide scellé dans un terrain ou un ouvrage. L'inclinaison du tube-guide est mesurée en des points régulièrement espacés. Les variations des inclinaisons dans le temps permettent de calculer les déplacements horizontaux relatifs des différents points du tube [2].



Figure I.8: Image d'un tube inclinométrique

Remarque : Le relevé des mesures de tube inclinométrique se fait par une sonde inclinométrique.



Figure I.9: Sonde inclinométrique digitale

3. L'extensomètre :

L'extensomètre est un capteur qui permet de mesurer les déformations latérales de sols, remblais et massifs rocheux particulièrement sur les sites de barrages, de carrières et d'exploitations minières. Il existe plusieurs types d'extensomètres (extensomètres à corde vibrante, extensomètre à couteaux...).



Figure I.10: Extensomètre à corde vibrante.

4. Fissuromètre Vinchon :

Le fissuromètre triaxial VINCHON sert à mesurer les variations relatives d'ouverture ou fermeture d'un joint ou d'une fissure. Le VINCHON est très utilisé principalement dans le suivi des ouvrages hydrauliques (barrages, canalisations, ...), il est installable sur tout type d'ouvrage de Génie Civil où sont présents des joints de dilatation ou au-dessus de désordres visibles comme le sont les fissures dont le suivi a une importance pour la durabilité ou pour connaître le comportement de l'ouvrage.

Le VINCHON est constitué de deux pièces en inox peintes dans lesquelles sont insérées dans trois axes trois couples de touches de mesures. L'avantage de cet instrument c'est qu'il permet le suivi de l'évolution relative de l'écartement ou du raccourcissement d'une fissure sur lequel sont scellées de part et d'autre ces deux pièces antagonistes.



Figure I.11: Image de Fissuromètre Vinchon.

6.2. Présentation des instruments de mesure de pression :

1. Les cellules de pression interstitielles :

Les cellules de pression interstitielles sont des appareils de faible dimension installés lors de la construction dans le corps du barrage ou dans la fondation. Elles servent à mesurer les pressions interstitielles.

La pression interstitielle est la pression de l'eau entre les éléments solides d'un noyau en terre par exemple dans un remblai s'opposant à la charge de retenue est le siège de pressions interstitielles qu'il est essentiel de contrôler.



Figure I.12: Capteur de pression interstitielle.

2. Cellules de pression totales :

Les cellules de pression totales sont utilisées pour mesurer les pressions totales dans les barrages en terre et les remblais, ou à l'interface entre la structure et le mur d'excavation. La pression appliquée au capteur est convertie en signal électrique par un capteur de pression, et peut être relevée à distance à l'aide de divers postes de lecture portables ou enregistreurs de données.

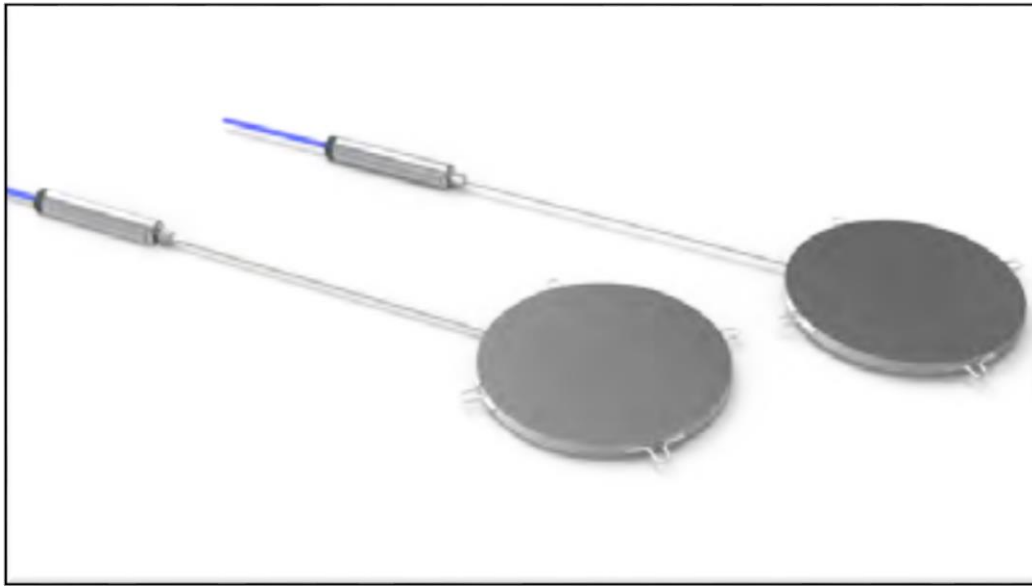


Figure I.13: Image des cellules de pression totales

3. Les piézomètres ouverts :

Quel que soit le type du barrage, sa fondation ou ses appuis subissent des pressions dues à l'écoulement de l'eau à travers la roche, elles peuvent être quantifiées localement à l'aide des piézomètres.

Les piézomètres « ouverts » sont des tubes qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe phréatique. Ils permettent d'en relever le niveau piézométrique à l'aide d'une sonde piézométrique. Le piézomètre permet de surveiller les variations de niveau de nappe.



Figure I.14: Exemple d'un piézomètre ouvert

4. Les manomètres :

Le manomètre est un instrument de mesure de la pression d'un fluide (air, huile, eau). Il est à noter que celle-ci ne peut être mesurée que par rapport à une pression de référence, en général la pression atmosphérique.

Il existe de nombreuses variantes de manomètres par exemple les manomètres hydrostatiques, les manomètres anéroïdes...

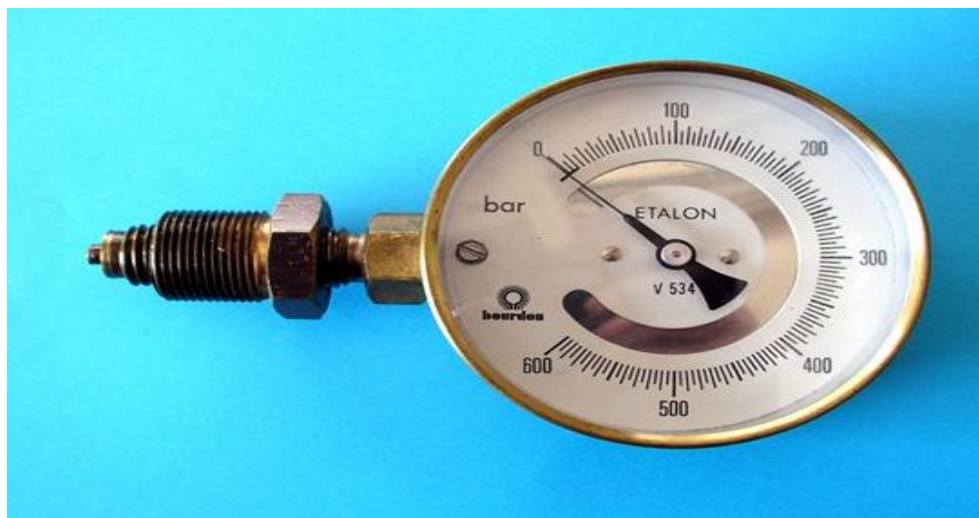


Figure I.15: Exemple d'un manomètre

5. Les cellules piézométriques :

Le rôle de ces cellules est presque le rôle des piézomètres ouverts, elles mesurent la pression de l'écoulement de l'eau à travers la roche, le type des cellules piézométriques utilisées au barrage de Taksebt c'est cellules piézométriques à corde vibrante.



Figure I.16: Cellule piézométrique à corde vibrante

6. Les Station de mesures :

Le barrage de Taksebt est doté de trois stations de mesure de pression, ces stations de mesure sont situés à l'intérieure de la digue (galeries).

a. Définition de la station de mesure :

La station de mesure est un lieu où on peut faire acquérir les données des cellules de pression qui sont branchées vers cette station, ces cellules sont installées dans le noyau de la digue.

Chaque station de mesure est dotée de plusieurs boitiers de mesure (switch terminal box), avec ces switch terminal box on peut faire sélectionner un capteur pour acquérir sa mesure.

Définition du switch terminal box : c'est un multiplexeur qui fait passer les informations délivré par certains capteurs à l'aide d'un sélectionneur.

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission.

b. Présentation de la Station N°01 :

La station de mesure de pression N°01 est composée de 5 boîtiers de mesure ou on peut lire les mesures de certains capteurs qui sont reliés vers cette station, parmi ces boîtiers il y'a quatre boîtiers de mesure qui ont quatre sélecteurs et un seul boîtier qui a deux sélecteurs, le nombre de capteurs reliés vers cette station est 89 capteurs.



Figure I.17: Station de mesure de pression N°01

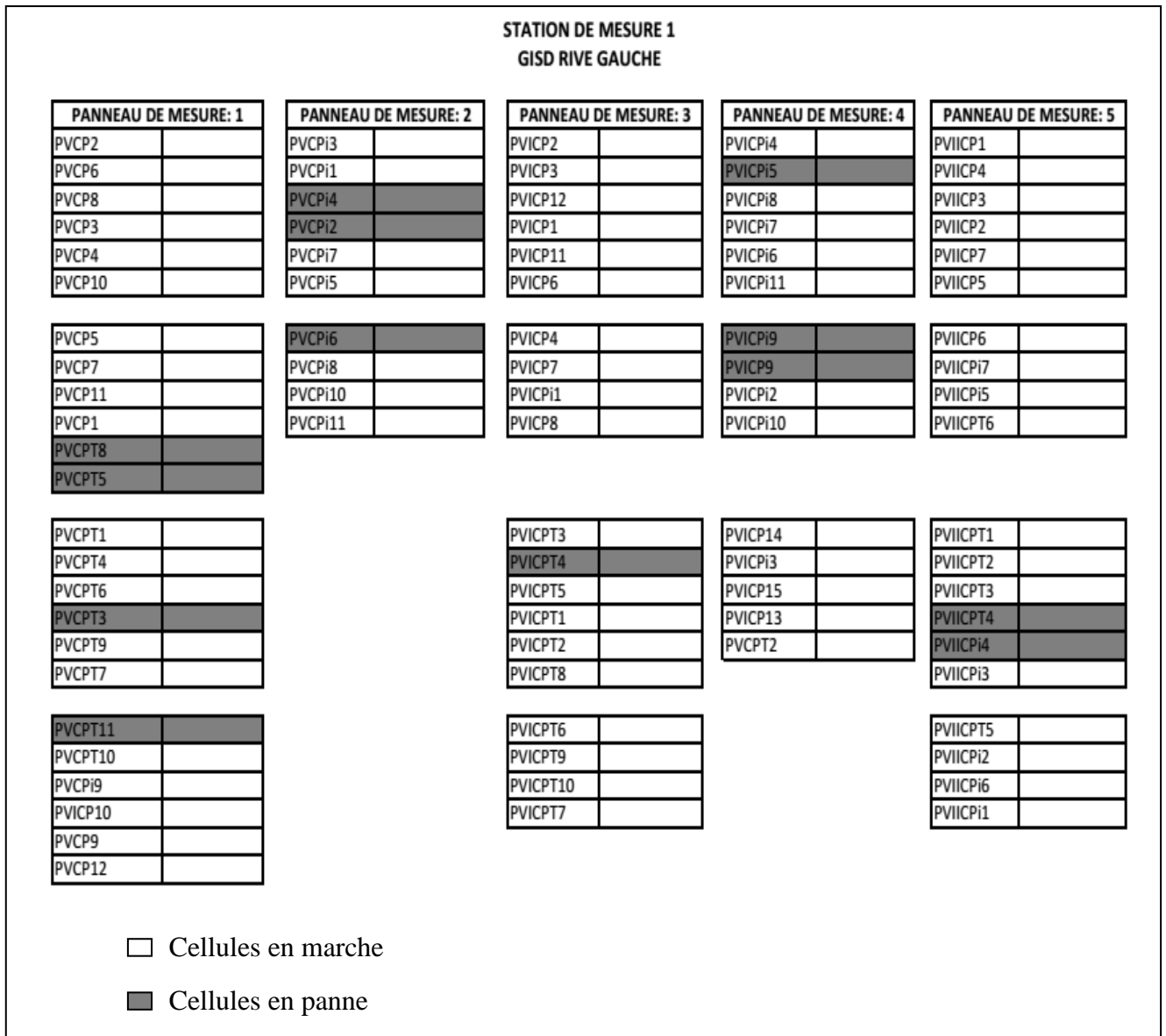


Figure I.18: Ensemble des cellules de la station de mesure 01

c. Présentation de la Station N°02

La station de mesure de pression N°02 est composée de 08 boîtiers de mesure ou on peut lire les mesures de certains capteurs qui sont reliés vers cette station, parmi ces boîtiers il y'a quatre boîtiers de mesure qui ont deux sélecteurs et quatre boîtiers qui ont un seul sélecteur, le nombre de capteurs reliés vers cette station est 61 capteurs.



Figure I.19: Station de mesure de pression N°02

STATION DE MESURE 2
ENTREE GARD

PANNEAU DE MESURE: 1	PANNEAU DE MESURE: 2	PANNEAU DE MESURE: 3	PANNEAU DE MESURE: 4
PVCP19	PVCP28	PIVCP22	PVCP13
PVCP26	PVCP24	PIVCP12	PIVCP18
PVCP22	PVCP21	PIVCP24	PIVCP13
PVCP27	PVCP25	PIVCP23	PIVCP19
		PIVCP26	PIVCP25
			PIVCP17
	PVCP23	PIVCP16	
	PVCP17	PIVCP27	
	PVCP18	PIVCP14	
	PVCP15	PIVCP20	
	PVCP14	PIVCP21	
	PVCP20	PIVCP15	
PANNEAU DE MESURE: 5	PANNEAU DE MESURE: 6	PANNEAU DE MESURE: 7	PANNEAU DE MESURE: 8
PIIICP12	PIIICP7	PIIICP16	PIICP6
PIIICP20	PIIICP12	PIIICP19	PIICP4
PIIICP18	PIIICP14	PIIICP17	PIICP7
PIIICP9	PIIICP10	PIIICP18	PIICP5
PIIICP17	PIIICP6		
PIIICP16	PIIICP8		
PIIICP10	PIIICP15		
PIIICP11	PIIICP9		
PIIICP13	PIIICP11		
PIIICP14	PIIICP13		
PIIICP19			
PIIICP15			

□ Cellules en marche

■ Cellules en panne

Figure I.20: Ensemble des cellules de la station 02

d. Présentation de la station de mesure de pression N°03 :

La station de mesure de pression N°03 est composée de 07 boîtiers de mesure ou on peut lire les mesures de certains capteurs qui sont reliés vers cette station, parmi ces boîtiers il y'a 02 boîtiers de mesure qui ont 04 sélecteurs et 04 boîtiers qui ont 02 sélecteurs et 01 boîtier qui a 01 sélecteur, le nombre de capteurs reliés vers cette station est 85 capteurs.



Figure I.21: station de mesure de pression N°03

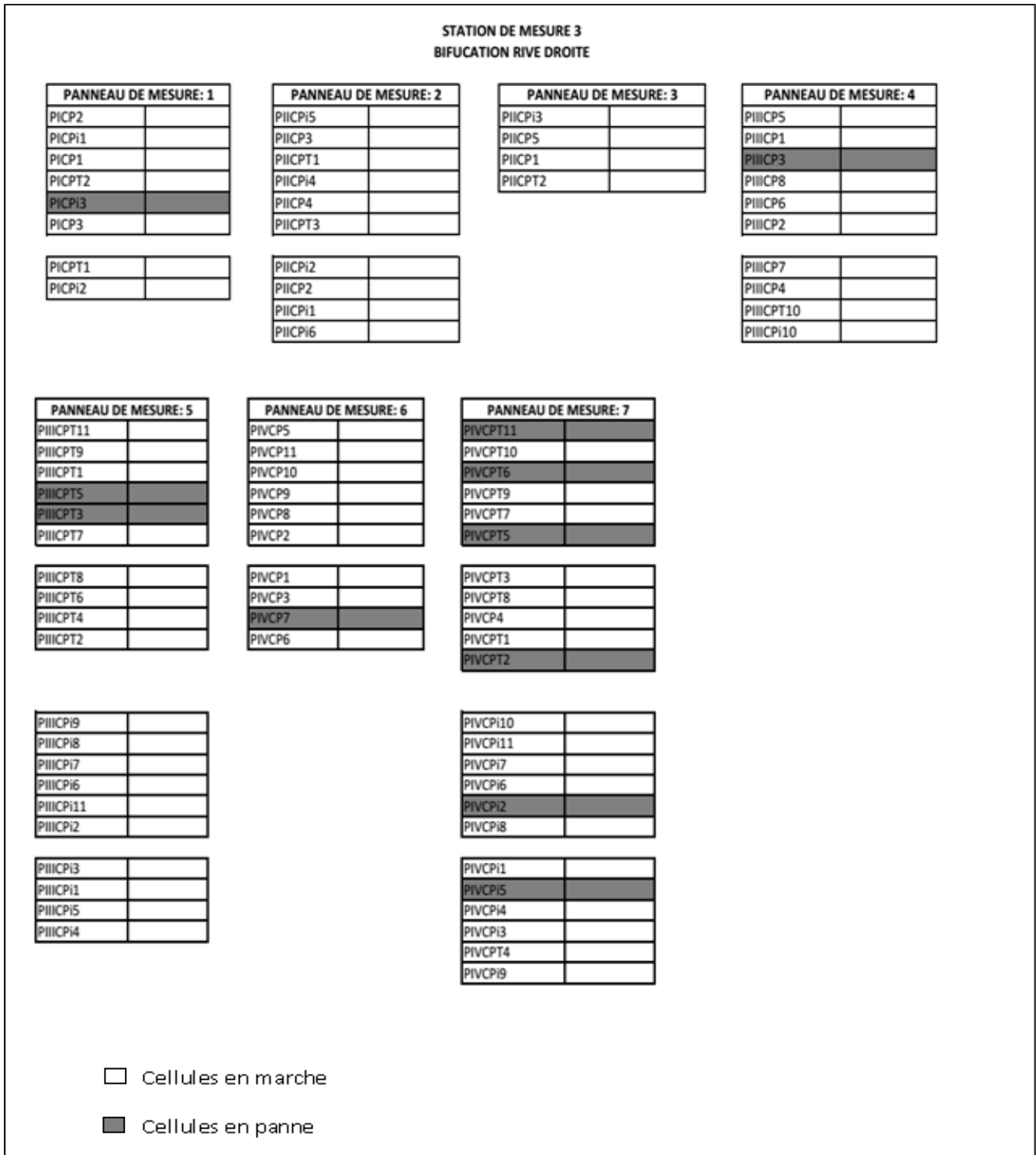


Figure I.22: Ensemble des cellules de la station 03

e. Principe de mesure de pression:

La variation de la pression exercée sur un capteur à corde vibrante implique une vibration de sa corde qui se traduit en un signal analogique 4-20mA qui sera mesuré par un appareil de mesure pour déterminer la

valeur de la pression, ensuite le bureau d'études spécialisé dans l'auscultation des barrages analyse les valeurs données par l'appareil afin de d'évaluer l'état du barrage.



Figure I.23: Boitier de mesure de pression

Présentation de l'appareil de mesure des vibrations :

Il s'agit d'un appareil portable de marque SISGEO modèle C800 VW qu'on branche vers le port de sortie de boitier de mesure, à l'aide de sélecteur du boitier on sélectionne un capteur et sa valeur sera affichée directement sur l'écran de l'appareil de mesure.



Figure I.24: Prise des mesures de pression

6.3. Mesure des débits de fuites :

La mesure des fuites de barrage de Taksebt se fait par deux types :

1-Le drain:

Il est un organe fortement perméable incorporé dans le barrage en terre. Il est généralement constitué de graviers et d'enrochements avec des caractéristiques de non altération au contact de l'eau et résistant aux grandes compressions. Il est admis que la présence de drain dans les barrages en terre est indispensable pour leur stabilité [3].



Figure I.25: photo d'un drain au niveau de barrage Taksebt

2-Le déversoir:

Le système se constitue d'un canal collecteur et d'un dispositif de tranquillisation de l'écoulement. A l'extrémité du canal une plaque déversant scellée en bout de canal crée un niveau d'eau correspondant à un débit.



Figure I.26: vue d'un déversoir

3-Principe de mesure :

La mesure se fait manuellement, si le débit de fuite au niveau des drains est important on le mesure directement sur chaque drain en utilisant une capacité graduée, le volume d'eau est alors recueilli pendant 01 minute et la lecture se fait directement sur la capacité. Si le débit n'est pas important on regroupe toutes les fuites et on le mesure au niveau de déversoir et cela consiste à prendre la hauteur d'une lame déversant d'une échancrure normalisée. Une pige calée au même niveau que le bas de l'échancrure permet de mesurer à l'aide d'une règle graduée la hauteur de la lame déversant. Le débit est déduit à l'aide d'un abaque.

Remarque :

- Les tassomètres, les extensomètres, les inclinomètres ne sont plus utilisables au barrage de Taksebt depuis 2003 et ont été remplacés par les études topographiques qui se font régulièrement parce que la surveillance d'un barrage se base sur 03 critères :
 - L'inspection visuelle
 - L'auscultation
 - Les études topographiques

L'emplacement des appareils de mesure : voir annexe.

7. Les inconvénients de système d'auscultation actuel :

- Système complètement manuel
- Difficultés d'acquisition des données en cas des conditions climatiques extrêmes et non disponibilité des équipes d'auscultation.
- Non accès aux mesures en temps réel.
- Le relevé des mesures prend beaucoup de temps et d'effectifs.
- Les erreurs de lectures humaines.
- Absence d'un système d'alarme.

8. Conclusion

Nous avons acquis des connaissances importantes sur la structure des barrages en terre et le fonctionnement des différentes parties qui les constituent.

L'auscultation est un moyen de surveillance des barrages, il existe deux types de systèmes d'auscultation : automatique et manuelle. Nous avons présentés le système d'auscultation installé au barrage Taksebt qui est de type manuel dont nous avons exposés ces différentes stations de mesures ainsi que ces instruments de mesure et la méthode suivi par l'opérateur pour l'acquisition des données délivrées par ces instruments.

CHAPITRE

II

Amélioration de l'instrumentation

1. Introduction:

Le barrage de Taksebt dispose d'un équipement bas de gamme qui est manuel ce qui augmente les erreurs de lecture à cause de l'erreur humaine et l'ancienneté du matériel.

Notre travail consiste à proposer des instruments de mesure pour améliorer le dispositif d'auscultation afin de rendre les mesures plus précises et supprimer l'intervention humaine sur le site ce qui va rendre le système plus fiable et l'opérateur plus aisé.

Pour cela nous allons présenter des nouveaux manomètres car les anciens manomètres présents sur le site sont à lecture manuelle, nous allons remplacer ces derniers par des manomètres à sortie électrique et à lecture manuelle aussi.

Les Vinchons à mesure manuelle seront aussi remplacés par des fissuromètres 3D ce qui va supprimer l'intervention humaine et rendre les mesures plus précises.

La mesure des fuites de barrage Taksebt se fait manuellement par un opérateur d'où la nécessité d'installer deux capteurs de niveau ultrasoniques sur chacune des deux rives de la digue, les piézomètres étant à mesure manuelle à l'aide d'une sonde piézométriques seront remplacés par des capteurs de pression amovible.

2. Manomètre à sortie électrique :

Partout où la pression nécessite un affichage local et en même temps la transmission d'un signal à un contrôleur central ou à une salle de contrôle, le manomètre intelliGAUGE PGT23 est l'un des meilleurs composants pour une telle installation.

Principe de fonctionnement:

Le système de mesure très fiable du tube manométrique soudé génère une rotation de l'aiguille proportionnelle à la pression. Un encodeur angulaire électronique détermine la position de l'axe de l'aiguille – capteur sans contact et donc sans aucun frottement ou contrainte. Et un signal de sortie électrique 4-20mA proportionnel à la pression est généré [4].

Caractéristiques de capteur:

- Étendue de mesure : 0 bar - 100 bars.
- Signal de sortie : analogique 4-20 mA.



Figure II.1: manomètre à sortie électrique

3. Fissuromètre 3D:

Le fissuromètre triaxial est conçu pour surveiller en trois dimensions les déplacements de joints ou de fissures. Le support de référence permet à chaque capteur de mesurer indépendamment les déplacements selon une seule des trois directions. Le fissuromètre triaxial comprend un dispositif de fixation 3D formé de deux bras et de deux ancrages. Trois capteurs de

déplacement à corde vibrante sont placés sur ces bras pour assurer la surveillance.

Les mesures peuvent être lues manuellement grâce à un boîtier de lecture ou récupérées à distance via un fils électrique de 4-20mA pour une distance maximal de 1000m [5].

Caractéristiques techniques:

- Signal de sortie: analogique 4-20 mA
- Étendue de mesure: 0-30 mm

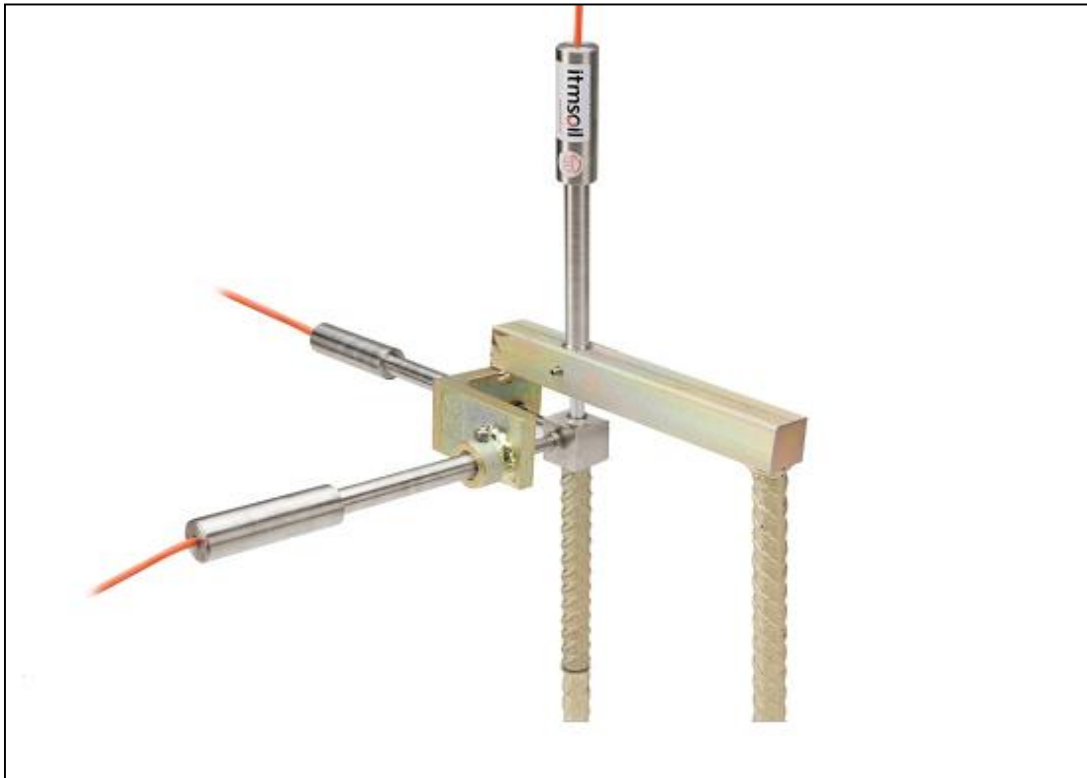


Figure II.2: fissuromètre 3D à sortie électrique.

4. Capteur ultrasonique pour mesurer le niveau d'eau:

Un capteur de niveau ultrasonique est un organe de prélèvement d'information dans un dispositif ultrasonique de détection de niveau. L'appareil calcule ensuite le niveau à partir du temps de propagation de

l'onde. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact.

Ce capteur à ultrasons délivre un signal analogique 4-20mA sur deux fils. En conséquence, la distance de transport du signal délivré par le capteur ultrasonique n'a aucune influence sur la précision de la mesure ou sur l'usure des pièces, ni même sur le courant consommé par le capteur ultrason.

Caractéristiques techniques du capteur :

- La résolution de capteur : 1 mm.
- Étendue de mesure: de 0 m à 1 m.
- Signal de sortie : analogique 4-20mA.
- Influence de la température typique: 0,01 %/°C.



Figure II.3: capteur de niveau ultrasonique

5. Capteur de pression amovible

Les capteurs de pression amovibles sont spécialement conçus pour la surveillance à long terme de la pression interstitielle et le niveau d'eau de la nappe phréatique. Ils peuvent être retirés pour les opérations de contrôle d'étalonnage et de maintenance ou être réutilisés dans d'autres trous de sonde. Les capteurs de pression amovibles sont installés dans un piézomètre à tube ouvert [6].

Le capteur utilisé pour notre projet est de marque SISGEO modèle P235C.

Caractéristiques techniques du capteur:

- signal de sortie : analogique 4-20mA.
- étendue de mesure : 0 KPa à 200 KPa.
- sensibilité : 0.025% P.E.



Figure II.4: Photo des capteurs de pression amovible

6. Les câbles de connexion des capteurs

Les câbles Sisgeo sont conçus pour diverses applications géotechniques et hydrogéologiques, et peuvent être enfouis dans le béton ou enterrés dans le sol. Tous les câbles multipolaires et les câbles de signal de Sisgeo sont pourvus d'une gaine LSZH (Low Smoke Zero Halogen) conformément aux dernières normes internationales requises.[7]

Le modèle utilisé pour notre application est un câble à deux fils qui transmette un signal électrique 4-20mA pour une distance qui peut atteindre 1000 mètres. Ce modèle porte la référence : OWE102KE0ZH

Remarque: les cellules de pression qui sont en panne ne peuvent pas être remplacés ni réparés car elles nécessitent un nouveau forage. Leurs tâche est assurée par de grand dispositif des cellules de pression qui sont en état de marche.

Même chose pour les inclinomètres, les extensomètres et les tassomètres, leurs tâche a été assurée par les études topographiques.

7. CONCLUSION

Après avoir proposé ce nouveau dispositif d'instrumentation pour l'auscultation qui nous permet d'augmenter la fiabilité et la précision du système et d'optimiser l'intervention humaine en facilitant à l'opérateur la surveillance du barrage à distance.

CHAPITRE III

Automatisation du réseau d'auscultation

1. Introduction :

Vu les inconvénients de système d'auscultation présentés dans les chapitres précédents, l'automatisation de ce réseau d'auscultation devient une nécessité extrême afin de garantir la sécurité du barrage et des personnes et leurs biens en aval de la digue, dans ce chapitre nous allons proposer notre solution automatisée pour éliminer les inconvénients de ce système et le rendre plus fiable et accessible à distance c'est-à-dire éliminer le déplacement de l'opérateur pour la récolte des données des capteurs.

Nous allons aussi proposer un système d'alarme afin de prévenir les risques ce qui augmente la fiabilité du réseau d'auscultation et le bien-être de ses opérateurs.

2. Avantages de l'installation d'un système d'auscultation automatique :

- ✚ Des capteurs automatiques augmentent beaucoup la qualité des mesures qui ne sont plus sujettes à des erreurs humaines de lecture.
- ✚ Des phénomènes variants rapidement peuvent être mesurés.
- ✚ Amélioration et accélération de la détection des anomalies, afin d'accroître le niveau du contrôle de la sécurité.
- ✚ Difficulté d'accès au barrage, ou même impossibilité d'accès, en raison de conditions climatiques extrêmes.
- ✚ Comportement particulier du barrage nécessitant une surveillance attentive avec un grand nombre de mesures, ou une fréquence élevée de lectures.
- ✚ Très grand barrages, avec des dispositifs d'auscultation comportant un grand nombre de capteurs et conduisant donc à de long temps de mesure.
- ✚ Considérations d'exploitation, en particulier présence ou non d'une équipe permanente sur le barrage [8].

3. Présentation de l'API S7-400 :

3.1. Généralités sur l'API S7-400 :

Le S7-400 est une plateforme d'automatisation conçue à la fois pour l'industrie manufacturière et le génie des procédés. Il se distingue grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacités de mémoire. Il peut s'adapter à toutes les applications spécifiques telles que la disponibilité élevée, et ou la sécurité. Le S7-400 trouve son application dans tous les secteurs tels que les industries automobiles, papetières, agro-alimentaires, chimiques et pétrolières, traitement des eaux et des déchets et bien d'autres encore [9].



Figure III.1: l'API Siemens S7-400 et ses modules.

3.2. Les avantages de l'API Siemens S7-400 :

- ✓ Modularité : l'automate S7-400 est un automate modulaire ce qui rend sa maintenance plus facile et rapide.
- ✓ Grande capacité de sa mémoire : l'automate S7-400 dispose des CPU avec grandes capacités de mémoire ce qui facilite la tâche pour les systèmes complexes.
- ✓ Dispose de plusieurs types de communication (Profibus, Ethernet, MPI...)
- ✓ Grandes performances de ses CPU.

4. La configuration matérielle de l'API S7-400:

Pour pouvoir répondre aux exigences élevées de notre système (nombre de capteurs, distance entre le bureau de contrôle et l'emplacement que nous avons choisis pour l'API,..), nous avons choisie d'utiliser un API Siemens S7-400 avec la configuration matérielle suivante :

- ❖ Un châssis universel de base UR1 avec 18 emplacements
- ❖ Un châssis d'extension ER2 avec 9 emplacements
- ❖ 02 Module d'alimentation PS 405 4A
- ❖ CPU 412-2 PN
- ❖ Un coupleur d'extension IM 460-0 (émission)
- ❖ Un coupleur d'extension IM 461-0 (réception)
- ❖ 17 modules d'entrées analogiques AI16x16 bits
- ❖ 01 module de sortie digital DO16xDC 24V/2A

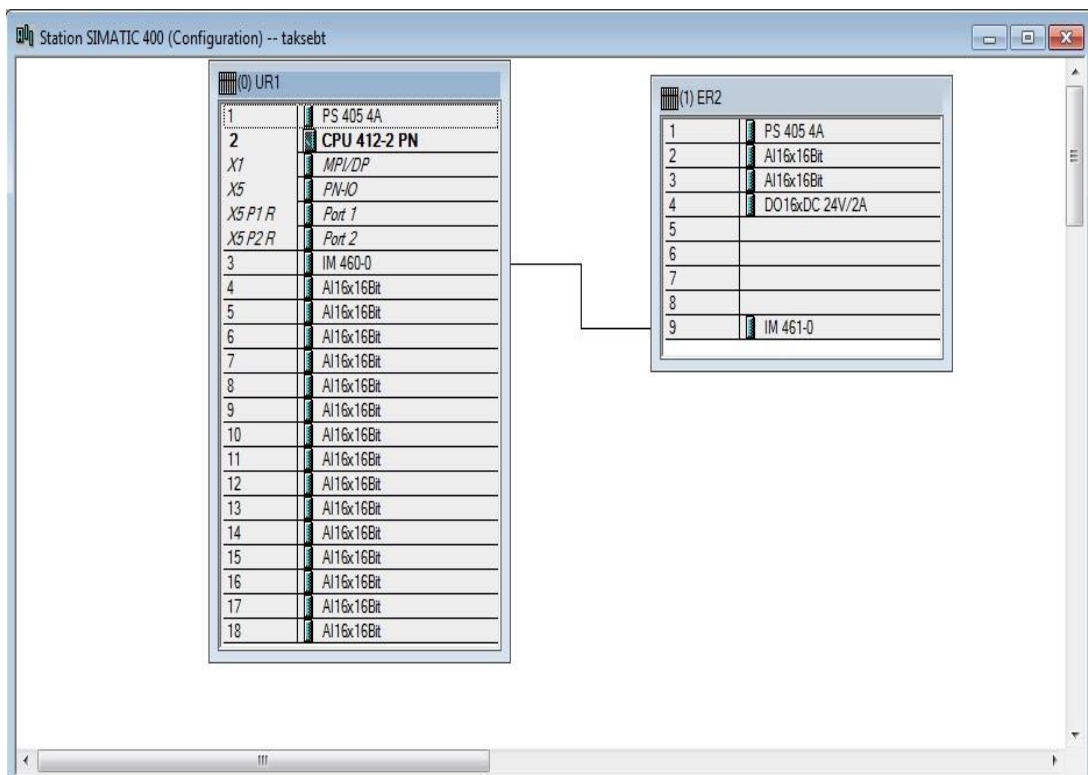


Figure III.2: configuration matérielle de notre projet

5. Présentation de quelques composants de la configuration matérielle

5.1. Le châssis :

Pour pouvoir relier tous les capteurs vers l'automate S7-400, un seul châssis ne suffit pas c'est pour cela que nous avons utilisés deux châssis, le premier est un châssis universel de base (central) qui porte le nom UR1 et qui a 18 emplacements, le deuxième est un châssis d'extension qui porte le nom ER2 et qui a 9 emplacements.

La liaison entre les deux châssis est assurée par les coupleurs (émetteur et récepteur).



Figure III.3: photo de châssis universel UR1 à 18 emplacements

5.2. Module d'alimentation PS 405 4A :

Les modules d'alimentation du S7-400 délivrent, par le biais du bus de fond de panier, les tensions d'alimentation nécessaires au fonctionnement des autres modules du châssis. Ils ne délivrent pas les tensions d'alimentation des circuits de capteurs/actionneurs des modules de signaux.

Pour notre système nous avons choisis le module d'alimentation **PS 405 4A**



Figure III.4: photo de module d'alimentation PS 405 4A

5.3. La CPU 412-2 PN :

La CPU 412-2 PN a une mémoire de travail de 1 MO, (0,5 MO code, 0,5 MO données), cette CPU a deux interfaces :

- Interface 1: MPI/DP 12 MBIT/S (X1)
- Interface 2: ETHERNET/PROFINET (X5) [10].



Figure III.5: Photo de la CPU 412-2 PN

5.4. Le coupleur IM 460-0 :

Coupleur émetteur pour extension en configuration centralisée jusqu'à 5 m, enfichable sur le châssis de base, Il permet de raccorder 8 châssis d'extension au maximum (4 par interface), ce coupleur est compatible exclusivement avec IM 461-0.



Figure III.6: photo de coupleur émetteur IM 460-0

5.5. Le coupleur IM 461-0 :

Coupleur récepteur pour extension en configuration centralisée jusqu'à 5 m, il est enfichable sur le châssis d'extension, ce coupleur est compatible exclusivement avec IM 460-0.



Figure III.7: photo de coupleur récepteur IM 461-0

6. Paramétrage d'un capteur analogique :

Pour pouvoir utiliser l'information délivrée par un capteur analogique sur l'automate SIEMENS S7-400 que nous avons choisie pour réaliser ce travail, il faut suivre certaines étapes importantes pour le bon fonctionnement du système :

- Paramétrage de module d'entrées analogiques
- La mise à l'échelle de l'entrée analogique

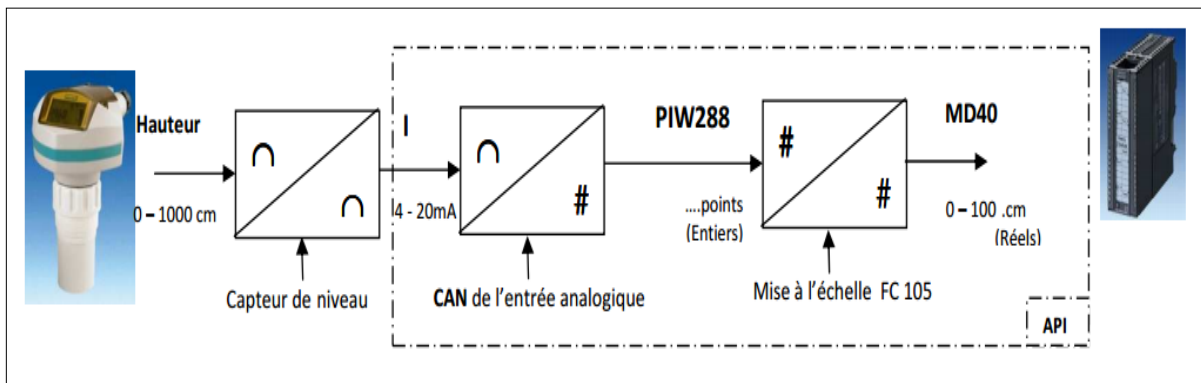


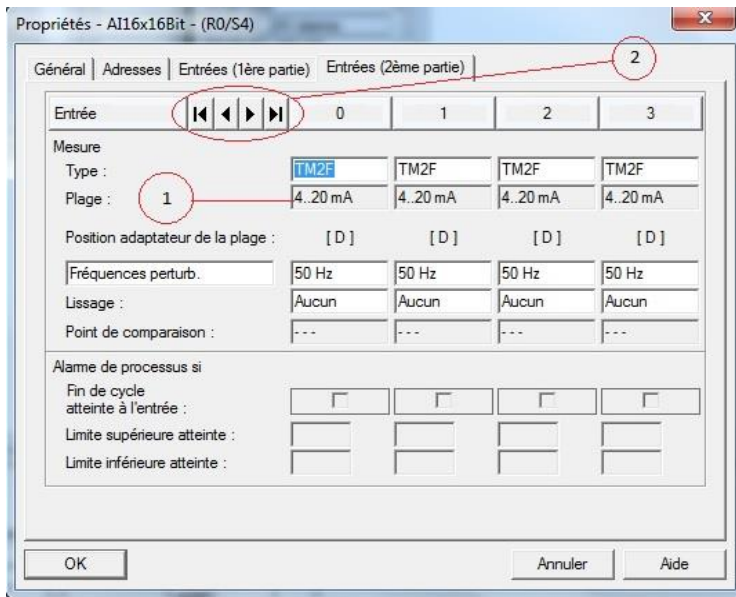
Figure III.8: Schéma de mesure d'exploitation d'un capteur analogique sur API.

6.1. Paramétrage du module d'entrées analogiques :

Cette étape nous permet d'introduire dans l'API certaines informations nécessaires pour le bon fonctionnement du capteur comme:

- Le nombre de fils de capteur (2 fils, 4 fils...)
- Nature de signal délivré par le capteur (Courant 4-20mA, Tension 0-10V)
- Type de capteur (Thermocouple, Résistance thermique...)

Chapitre III : Automatisation du réseau d'auscultation



Légende de la figure ci-contre :

1 : Nature de signal délivré par le capteur analogique.

2 : les Touches qui permettent de naviguer entre les entrées de module.

Figure III.9: Paramétrage de module d'entrées analogiques

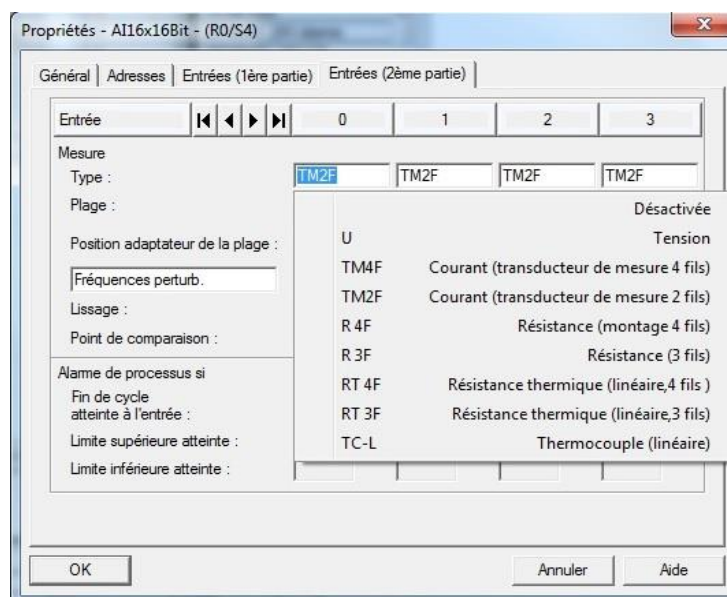


Figure III.10: choix du type de capteur analogique

On cliquant sur une case type on aura la possibilité de choisir le type du capteur ainsi que son nombre de fils, pour configurer les autres entrées de module il suffit d'utiliser les touches de navigation dans les entrées de module comme c'est indiqué dans la **figure III.9**

6.2. La mise à l'échelle du capteur analogique :

La mise à l'échelle de capteur analogique se fait par le bloc **(FC105 "SCALE CONVERT")** qui prend une valeur entière **(IN)** issue de capteur analogique et la convertit selon l'équation ci-après en une valeur réelle exprimée en unités physiques, comprises entre une limite inférieure **(LO_LIM)** et une limite supérieure **(HI_LIM)** qui représentent l'étendue de mesure du capteur. Le résultat est écrit dans le paramètre **OUT**. Si la valeur entière d'entrée se situe en dehors de la plage définie pour son type (bipolaire ou unipolaire), la sortie **(OUT)** est saturée à la valeur la plus proche de la limite inférieure **(LO_LIM)** ou supérieure **(HI_LIM)** et une erreur est signalée.

L'équation de conversion utilisée par FC105 SCALE CONVERT :

$$\text{OUT} = [((\text{FLOAT}(\text{IN}) - \text{K1}) / (\text{K2} - \text{K1})) * (\text{HI_LIM} - \text{LO_LIM})) + \text{LO_LIM}]$$

Les constantes K1 et K2 sont définies selon que la valeur d'entrée est bipolaire ou unipolaire.

- ✚ Bipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre -27648 et 27648, donc : K1 = -27648.0 et K2 = +27648.0
- ✚ Unipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre 0 et 27648, donc : K1 = 0.0 et K2 = +27648.0 [11]

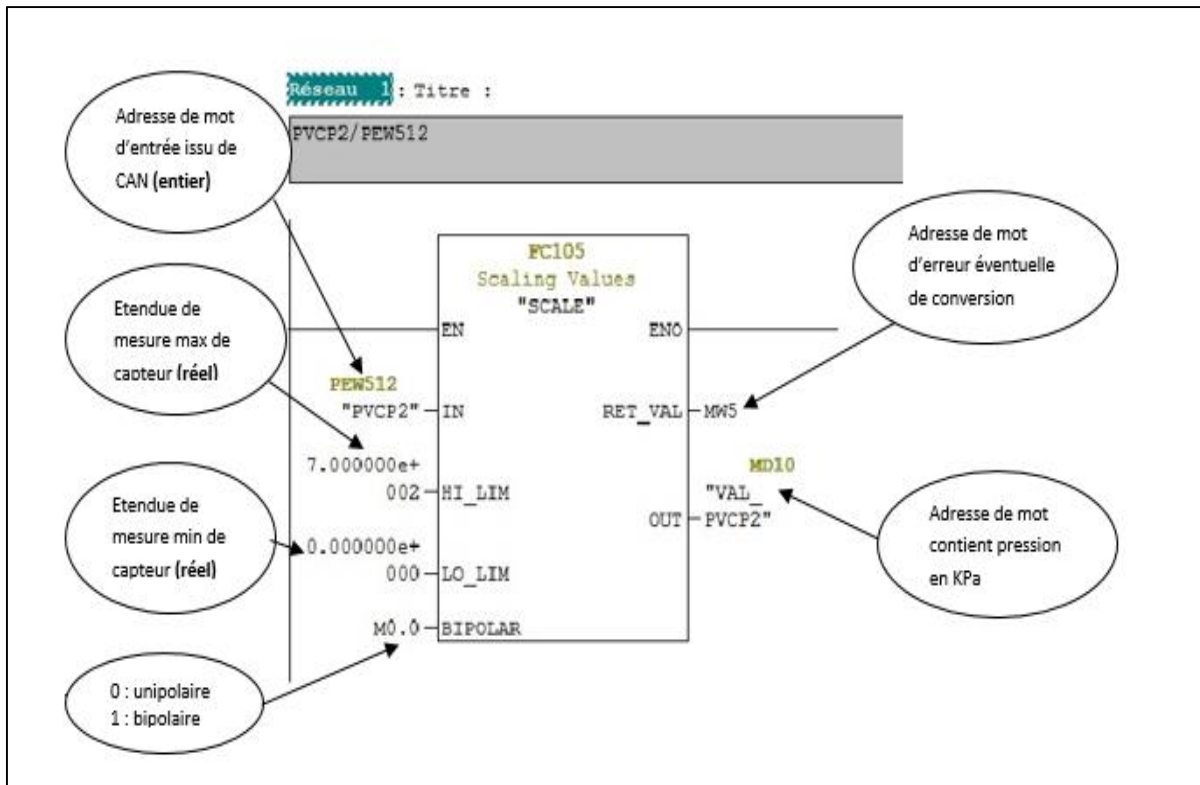


Figure III.11: Présentation de bloc FC105 SCALE CONVERT

Remarque :

La figure précédente représente un exemple de mise à l'échelle utilisée dans notre programme, il s'agit de la cellule de pression qui porte le nom PVCP2 dans notre travail, son étendue de mesure varié de 0 à 700 KPa.

7. Modélisation de l'alarme :

L'alarme s'active et se désactive selon la manière suivante :

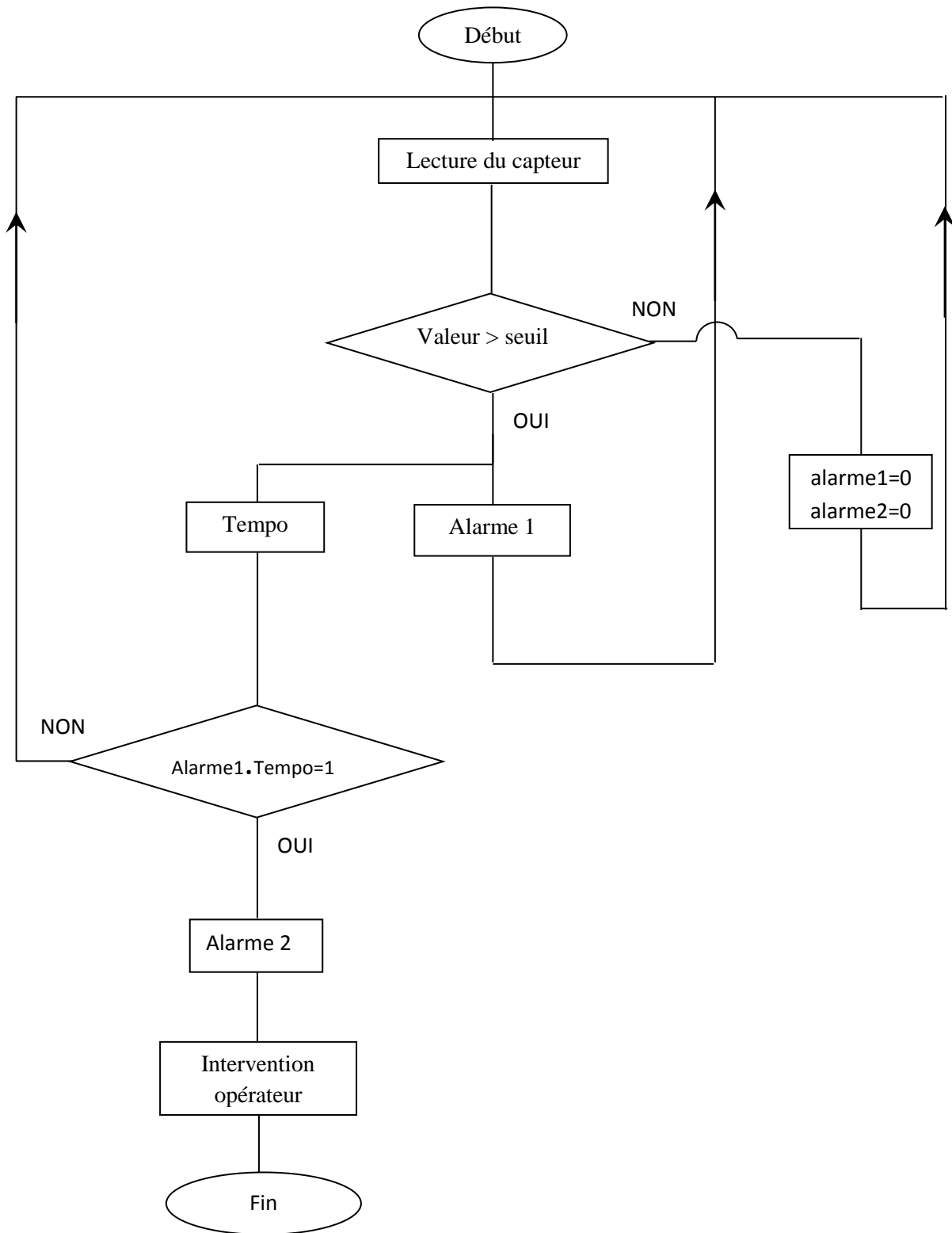


Figure III.12 : Modélisation par organigramme de l'alarme

8. Extraits du programme Step7:

- La mise à l'échelle et le déclenchement de la temporisation :

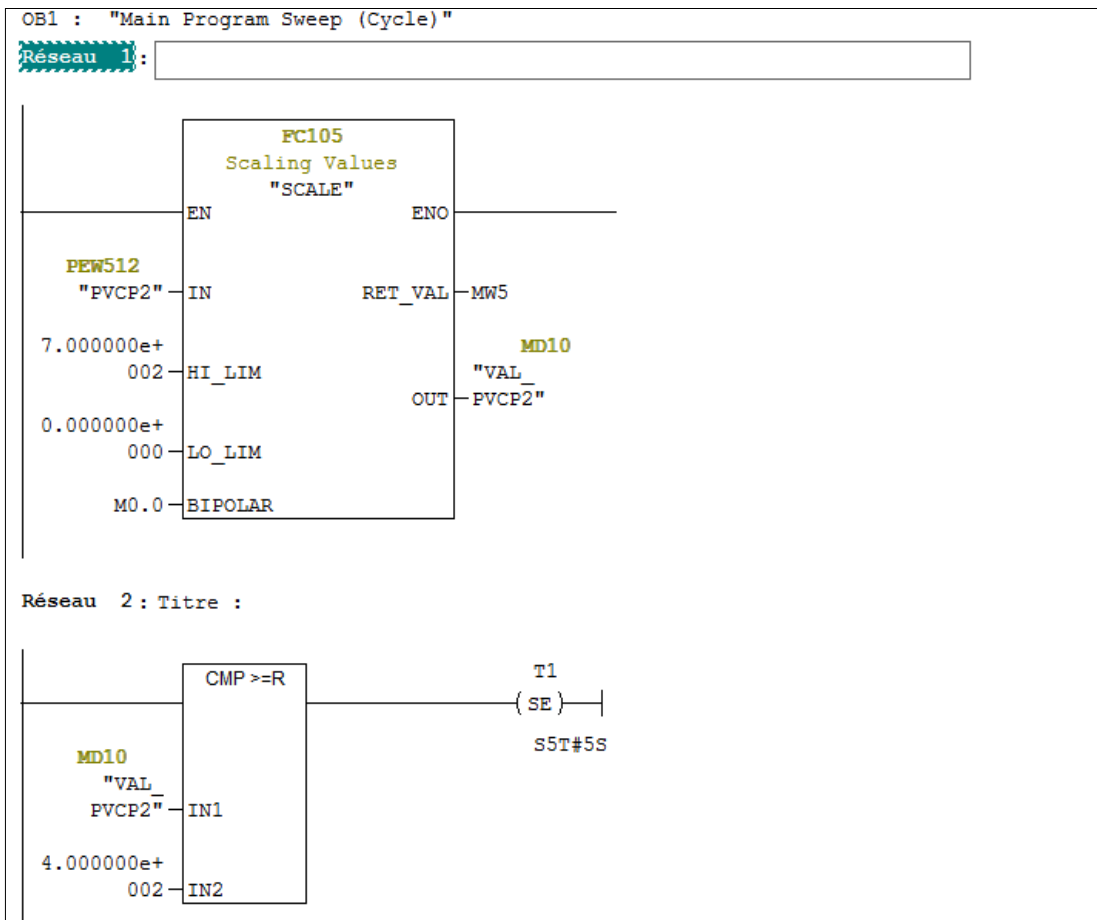


Figure III.13 : mise à l'échelle d'une cellule de pression et le déclenchement de la temporisation

Dans le premier bloc nous avons fait la mise à l'échelle (conversion analogique numérique) pour le capteur PVCP2, le deuxième bloc est un comparateur qui compare la valeur convertie(VAL_PVCP2) avec une valeur de seuil (valeur indiqué sur l'entrée IN2), lorsque la valeur convertie(VAL_PVCP2) dépasse cette valeur de seuil, la temporisation T1 va se déclencher.

- La commande de l'alarme :

Quand la temporisation T1 devient vrai, il y'a un memento M1 qui serait activé et commande l'alarme par la suite. Notre alarme sera un signal lumineux pour avertir l'opérateur qui s'occupe de l'auscultation et la surveillance du barrage.

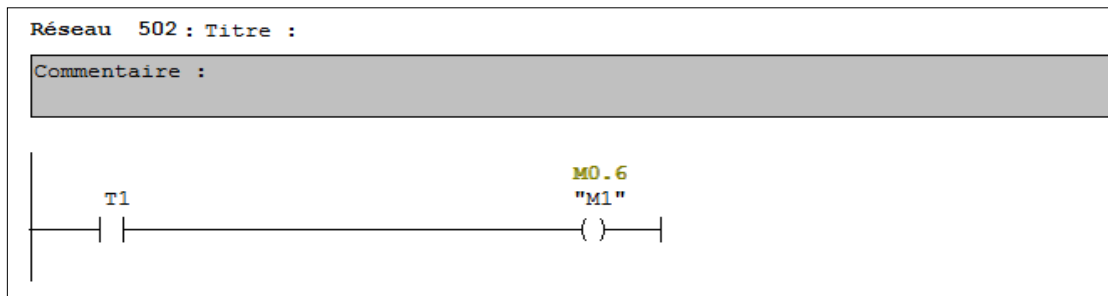


Figure III.14: commande de memento avec la temporisation T1

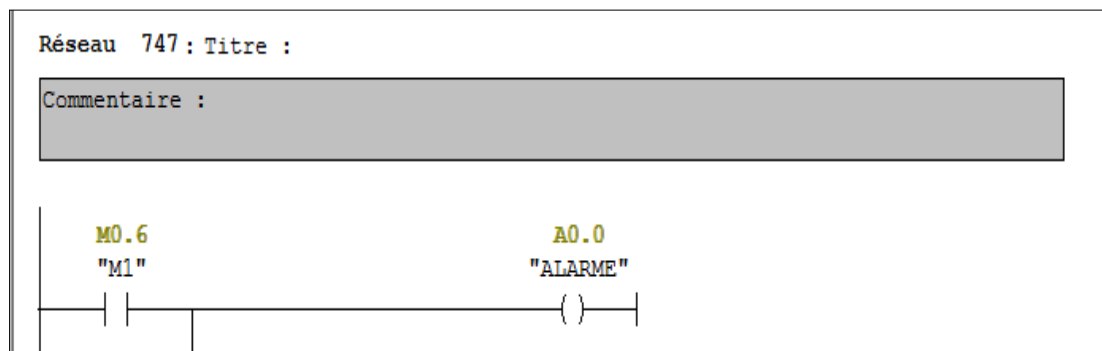


Figure III.15: le memento M1 commande l'alarme

Remarque 01: Le temps indiqué sur la temporisation T1 (5 secondes) sert juste à la simulation, parce que le temps de réponse d'un barrage est très important et il se mesure par des heures et même par des jours lorsque le niveau de barrage n'est pas élevé.

Remarque 02 : Le programme présenté en haut est juste un extrait et pas l'intégralité de notre programme qui est composé de **747 réseaux**.

Chapitre III : Automatisation du réseau d'auscultation

Remarque 03 :

L'utilisation des mémentos pour commander l'alarme sert à faciliter le travail pour identifier dans l'interface de supervision le capteur qui a déclenché l'alarme.

Remarque 04 :

Le programme présenté en haut concerne la mise à l'échelle de la cellule de pression PVCP2 et sa valeur de seuil qui déclenche une temporisation qui va commander un memento qui va commander l'alarme par la suite.

La différence entre l'exemple précédent et la totalité du programme c'est l'étendue de mesure de chaque capteur et sa valeur de seuil qui va déclencher l'alarme par la suite comme c'est indiqué dans le tableau :

Type du capteur	Étendue de mesure	Valeur de seuil
Manomètre	0-100 Bars	40 bars
Cellule de pression	0-700 KPa	400 KPa
Capteur de pression amovible	0-200 KPa	Variante (change d'un piézomètre à un autre)
Capteur de niveau	0-100 cm	10 cm
Fissuromètre 3D	0-30 mm	3 mm

Figure III.16: Tableau indiquant les valeurs de la mise à l'échelle de chaque capteur ainsi la valeur de seuil de chaque capteur

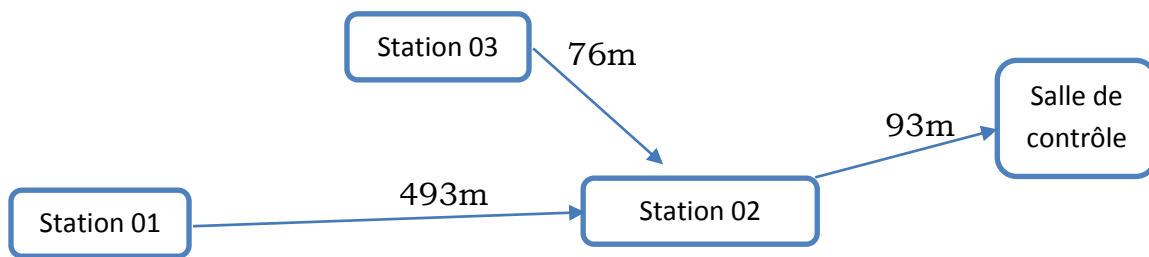
Remarque 05 :

Chaque bloc de comparaison commande une temporisation qui va commander un memento pour déclencher l'alarme par la suite sauf les blocs de comparaison utilisés pour les fissuromètres 3D ou ils commandent directement des mémentos qui déclencheront l'alarme directement.

Remarque 06 :

Chaque temporisation commande son memento spécifique, le programme au total à 245 temporisations

9. Plan proposé pour l'emplacement de l'API et de la salle de contrôle :



Notre API sera placé à la zone de la station 02 parce que c'est la station la plus proche à la salle de contrôle qu'on souhaite créer au siège de l'administration du barrage.

10. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons réussi à mettre en œuvre la solution automatisée que nous avons proposée ainsi que le système d'alarme qui permet d'alerter l'opérateur qui s'occupe de l'auscultation et de la surveillance du barrage. Nous avons aussi réussi à éliminer les inconvénients du système d'auscultation manuel, ainsi nous avons réussi à mettre les opérateurs qui s'occupent de l'auscultation à l'aise en minimisant leurs déplacements dans le barrage, autres avantages de cette solution c'est que nous avons aussi réussi à utiliser les instruments de mesure que nous avons présentés dans le chapitre II ce qui augmente la précision et la fiabilité de la surveillance du barrage.

CHAPITRE IV

La supervision

1. Introduction:

Dans ce chapitre nous allons présenter une solution pour la supervision du réseau d'auscultation du barrage de Taksebt, dans cette solution nous allons essayer de mettre l'opérateur plus à l'aise en face des difficultés de la surveillance de barrage, cette solution de la télésurveillance est favorable pour augmenter la fiabilité de ce réseau d'auscultation. Pour réaliser cette solution qui assure la visualisation des **253** capteurs et instruments de mesures en temps réel nous allons utiliser le logiciel WinCC flexible 2008 qui est très connu par son efficacité et sa fiabilité.

2. Définition de la supervision:

La supervision est à la fois une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés automatisés et une forme évoluée de dialogue Homme/Machine. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes,...etc.) et des paramètres de commande des processus confiés à des automates programmables. Elle permet aux opérateurs de surveiller l'état de fonctionnement des procédés industriels. Les logiciels de supervision permettent en temps réel la visualisation de processus et la conception de l'interface de supervision destinée aux opérateurs, ils permettent aussi le contrôle des défaillances et problèmes qui peuvent survenir dans un système automatisé. Les logiciels de supervision sont opérationnels sur un ordinateur via un bus de terrain industriel tel que ETHERNET, PROFIBUS,...etc. Il existe plusieurs logiciels de supervision proposés par plusieurs grandes entreprises commerciales, voici quelques logiciels les plus fréquents dans l'industrie:

- WinCC flexible développé par SIEMENS.
- Vijeo designer développé par Schneider.
- TopKapi développé par AREAL.

Dans notre projet le logiciel de supervision que nous allons utiliser est le WinCC flexible 2008 lancé par le géant allemand de l'industrie automatisée SIEMENS.

3. Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible 2008:

Le WinCC (Windows Control Center) est un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) ainsi qu'une interface homme-machine (IHM) développés par SIEMENS. Il est particulièrement utilisé dans la surveillance des processus industriels et des infrastructures. Le WinCC est conçu pour fonctionner sur des systèmes Windows. Il utilise Microsoft SQL Server pour gérer les connexions. Le contrôle des machines est assuré par les automates programmables (API), on déduit alors que le WinCC est une communication entre l'opérateur et les automates programmables.

4. Intégration de projet Step7 sur WinCC:

Avant d'entamer la réalisation de l'interface de supervision, il est indispensable, d'établir une liaison directe entre le WinCC flexible et notre automate Siemens S7-400 et l'intégration de notre programme Step7 dans le WinCC flexible ce qui nous permet de superviser notre système et suivre son état et recevoir des alarmes. Après l'ouverture de logiciel WinCC flexible on aura la figure ci-dessous et on clique sur l'icône marqué par l'indication n°1 dans la figure et on choisit un programme Step7 et on l'intègre dans notre projet de WinCC flexible.

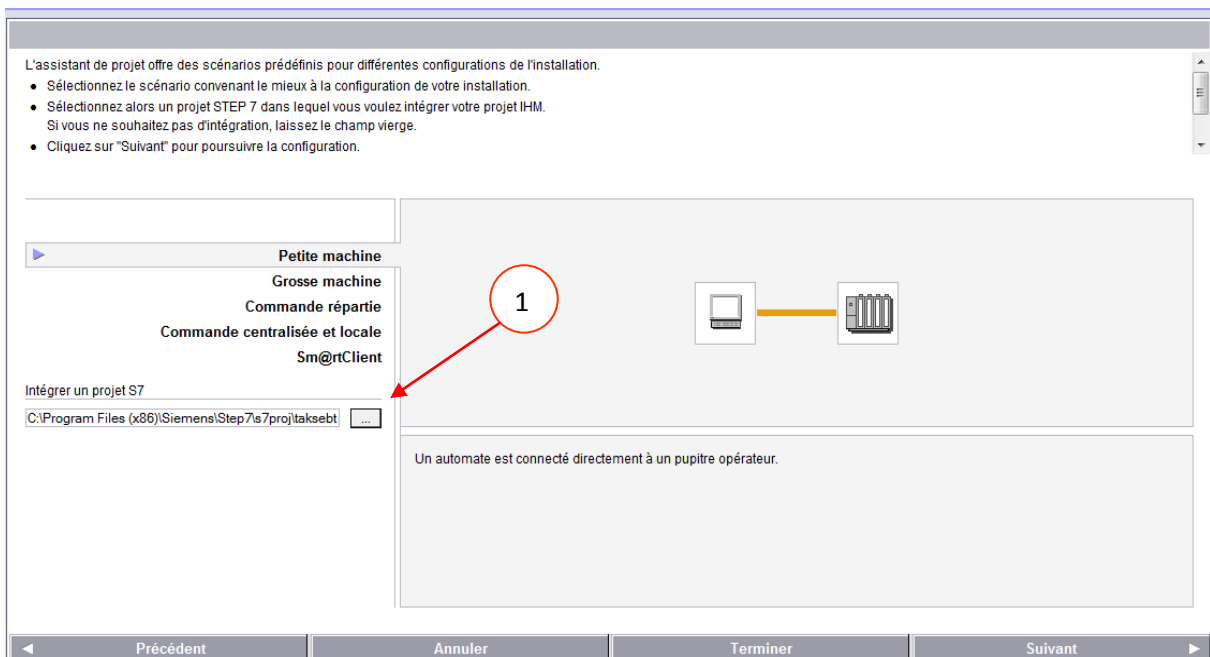


Figure IV.1: Intégration de projet step7 dans WinCC flexible

5. Liaison entre le pupitre et l'API:

La liaison entre l'API et notre pupitre est très important pour avoir une bonne supervision pour notre système. Le choix de type de connexion entre l'automate et le pupitre dépend de plusieurs critères comme la distance entre ces deux éléments, l'environnement du système...

Pour notre système nous avons choisi d'utiliser un câble Ethernet pour la liaison entre l'automate et le pupitre, la câble Ethernet serai branché dans notre CPU 412 2-PN qui dispose d'une prise pour la connexion Ethernet et dans le module de connexion Siemens CP 1411 qui serai relié à notre pupitre.

5.1. Généralités sur l'Ethernet :

L'Ethernet est un moyen de communication très utilisé dans l'industrie, il s'agit d'un câble qui dispose de deux prises RJ45, cette technologie est connue par son utilisation dans les grandes distances et sa rapidité de transmission et sa facilité de maintenance.

5.2. Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur Step7 :

Pour paramétrer le réseau Ethernet et établir une liaison directe entre l'automate et l'IHM, il faut aller dans «**la configuration de réseau**» puis dans «**sous réseaux**» et on sélectionne «**Industrial Ethernet**» après on fait la liaison entre l'API et l'IHM sur ce réseau.

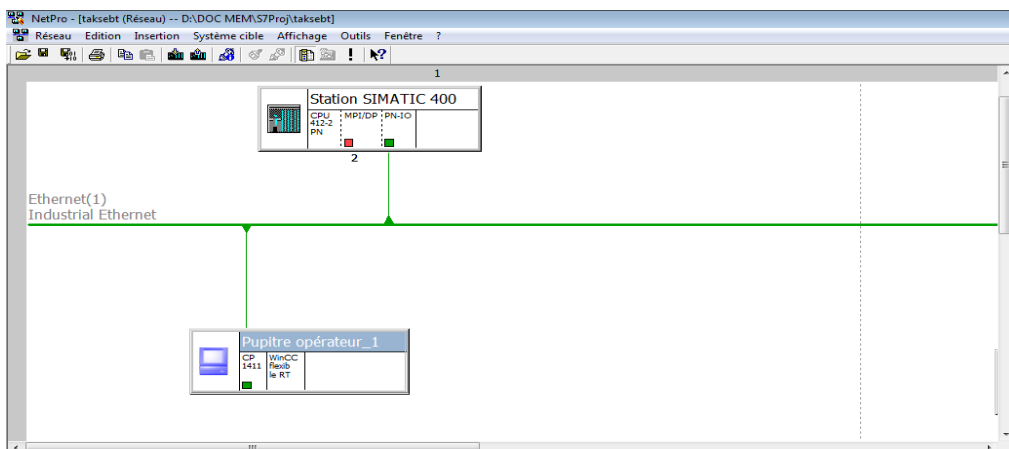


Figure IV.2: Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur Step7

5.3. Paramétrage de la liaison entre l'API et l'IHM sur WinCC flexible 2008 :

Pour paramétrer la liaison entre l'API et l'IHM sur le WinCC flexible 2008 il faut aller dans « Liaison » et on s'assure que le projet Step7 est intégré dans le WinCC flexible et la liaison n'est pas désactivée puis on sélectionne le réseau Ethernet et on établit la liaison. La liaison sur le réseau Ethernet se fait par les deux adresses IP de l'IHM et d'API.

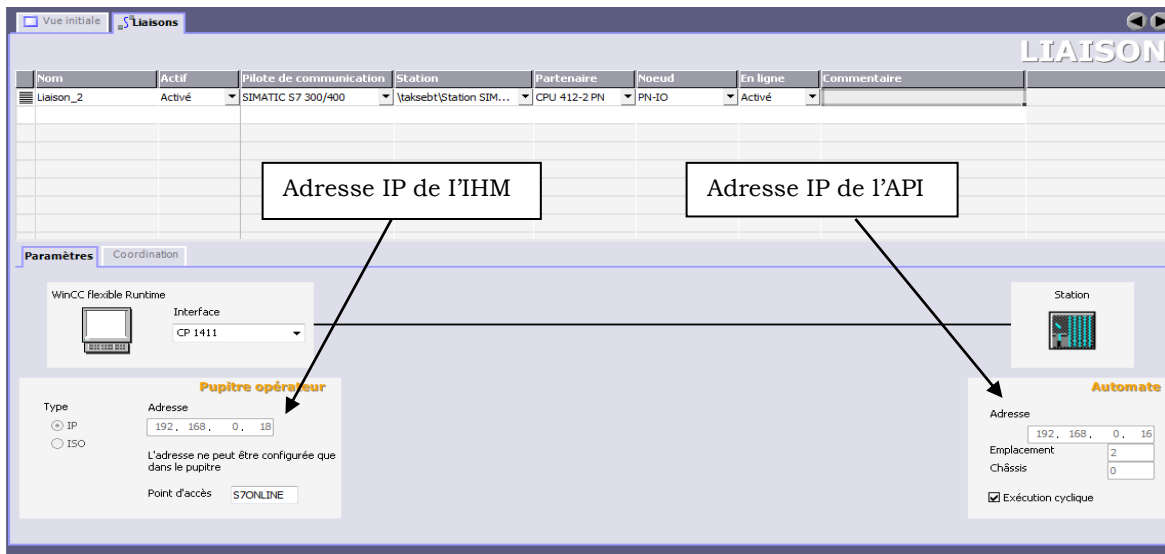


Figure IV.3: la liaison entre l'API et l'IHM sur le WinCC flexible 2008

6. Les vues sur WinCC flexible 2008:

Sur le WinCC flexible 2008, les vues sont créées pour la supervision et le contrôle des paramètres du système et c'est le but de notre projet de faire superviser en temps réel des paramètres du contrôle du réseau d'auscultation du barrage Taksebt.

Les vues peuvent être composées d'éléments statiques et d'autres dynamiques.

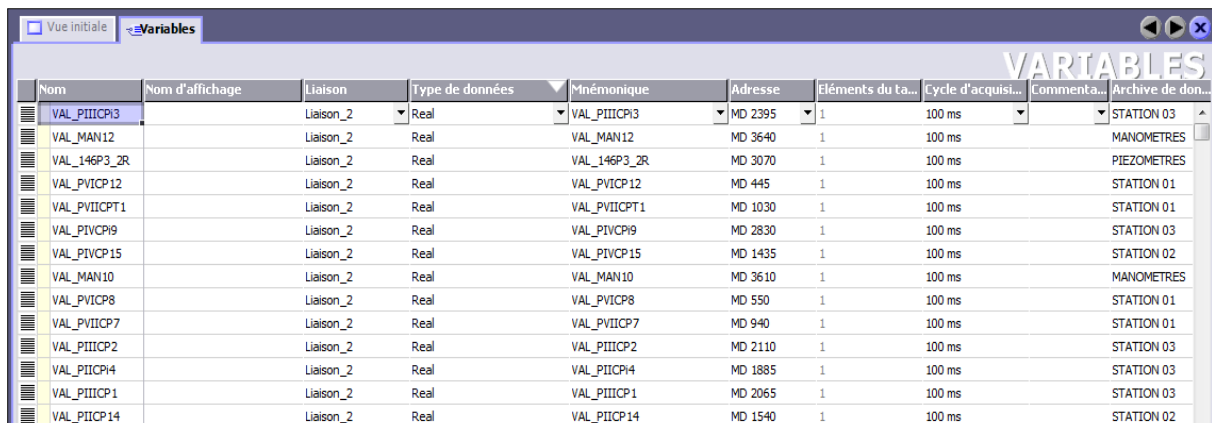
- Les éléments statiques se sont les objets qui ne changent pas au runtime.
- Les éléments dynamiques varient en fonction de la procédure, ils permettent de visualiser les paramètres du processus à partir de la mémoire

de l'API ou à partir de la mémoire du pupitre de l'opérateur sous formes des champs d'entrées/sorties par exemple.

6.1. Création de la table des variables:

Une fois la liaison entre le projet du WinCC et l'API est établie et les vues de la supervision du système sont créées, il est possible d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate (bloc de données, mémoire des entrées/sorties). Ainsi, pour la configuration des alarmes, il est indispensable de créer une table de variable sur WinCC qui contient les différentes entrées/sorties nécessaires pour paramétrer les variables qu'on veut visualiser et contrôler.

Cette table nous permet de configurer les entrées/sorties (types de variable, adresse de variable, le cycle d'acquisition, l'archive de données...)



Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commenta...	Archive de don...
VAL_PIIICP3		Liaison_2	Real	VAL_PIIICP3	MD 2395	1	100 ms	STATION 03	
VAL_MAN12		Liaison_2	Real	VAL_MAN12	MD 3640	1	100 ms	MANOMETRES	
VAL_146P3_2R		Liaison_2	Real	VAL_146P3_2R	MD 3070	1	100 ms	PIEZOMETRES	
VAL_PVICP12		Liaison_2	Real	VAL_PVICP12	MD 445	1	100 ms	STATION 01	
VAL_PVIICPT1		Liaison_2	Real	VAL_PVIICPT1	MD 1030	1	100 ms	STATION 01	
VAL_PIVCP9		Liaison_2	Real	VAL_PIVCP9	MD 2830	1	100 ms	STATION 03	
VAL_PIVCP15		Liaison_2	Real	VAL_PIVCP15	MD 1435	1	100 ms	STATION 02	
VAL_MAN10		Liaison_2	Real	VAL_MAN10	MD 3610	1	100 ms	MANOMETRES	
VAL_PVICP8		Liaison_2	Real	VAL_PVICP8	MD 550	1	100 ms	STATION 01	
VAL_PVIICP7		Liaison_2	Real	VAL_PVIICP7	MD 940	1	100 ms	STATION 01	
VAL_PIIICP2		Liaison_2	Real	VAL_PIIICP2	MD 2110	1	100 ms	STATION 03	
VAL_PIIICP4		Liaison_2	Real	VAL_PIIICP4	MD 1885	1	100 ms	STATION 03	
VAL_PIIICP1		Liaison_2	Real	VAL_PIIICP1	MD 2065	1	100 ms	STATION 03	
VAL_PIIICP14		Liaison_2	Real	VAL_PIIICP14	MD 1540	1	100 ms	STATION 02	

Figure IV.4: exemple de la table des variables

6.2. L'archivage des données:

Le WinCC flexible nous permet d'enregistrer périodiquement les valeurs des composants de surveillance de notre projet. Les valeurs sont archivées sous fichier Excel CSV (ASCII), nous avons créé sept fichier d'archivage relative à chacune de nos vues (STATION 01, STATION 02, STATION 03, PIEZOMETRES, MANOMETRES, FUITES ET VINCHONS).

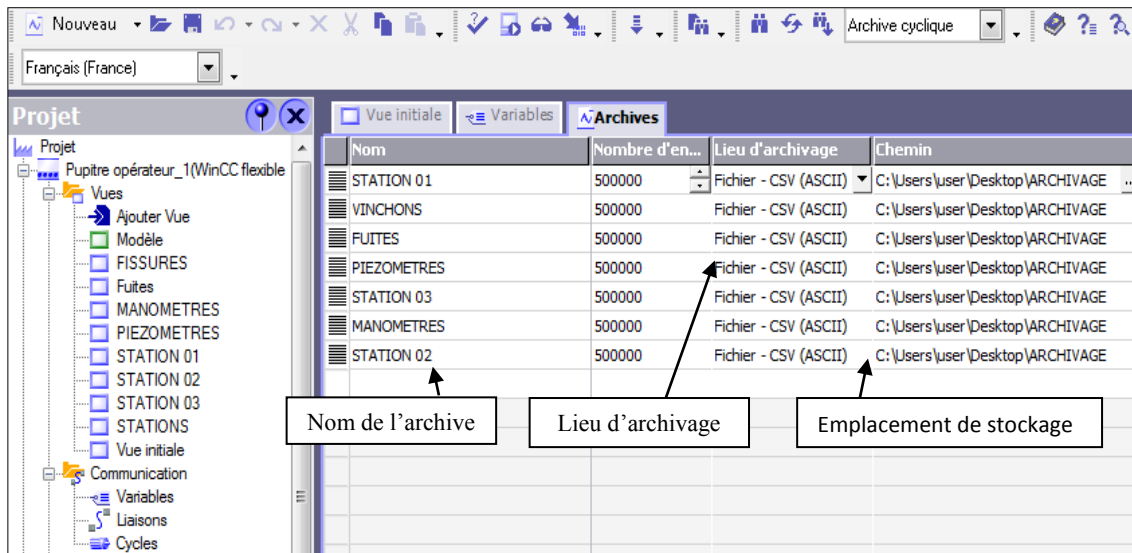


Figure IV.5: archivages des données

6.3. Configuration des alarmes:

Les alarmes sont des symptômes de comportement anormal des composants d'un quelconque système, souvent utilisées pour faciliter la surveillance et la supervision et augmenter la sécurité et la fiabilité du système. Elles permettent à l'opérateur de réagir rapidement en face de toutes anomalies détectées dans le système.

Pour configurer une alarme sur le WinCC flexible 2008 il faut aller à la fenêtre projet ouvrir le dossier "communication" sélectionner l'objet "variables" ouvrir les propriétés de la variables à configurer et sélectionner "Limites" et ensuite nous pouvons entrer la valeur des limites supérieurs ou inférieurs puis on coche «créer l'alarme» et on configure les paramètres de l'alarme on cliquant sur l'icône à côté.

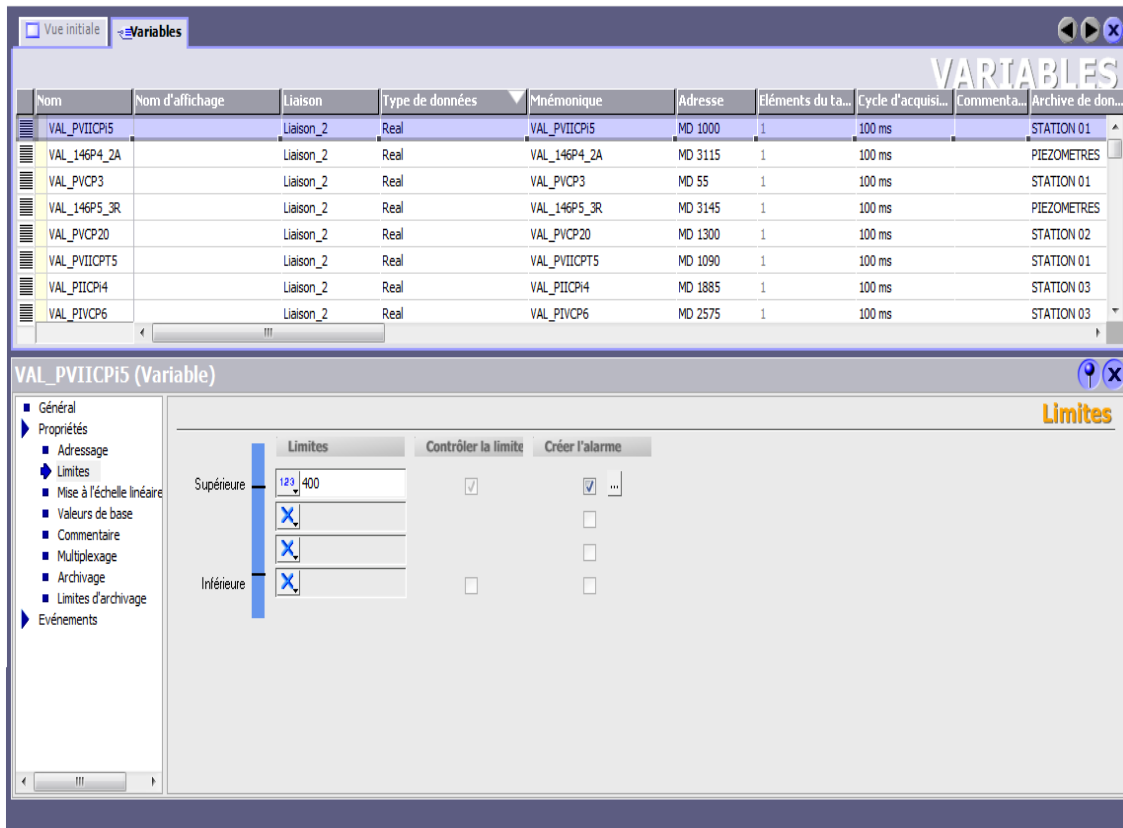


Figure IV.6: exemple de la configuration des limites pour l'alarme

6.4. Les différents niveaux de l'alarme de notre système:

Notre projet est constitué d'une alarme à deux niveaux:

- Alarme niveau 01 :

Cette alarme sert d'avertissement à l'opérateur pour se préparer à un éventuel déplacement sur le barrage et cela en préparant le matériel nécessaire pour l'inspection. Elle se déclenche quand le capteur a atteint la limite supérieure configurée dans notre système.

Cette alarme s'agit d'un clignotement jaune sur l'interface de supervision.

Exemple: Les cellules de pression déclenche l'alarme quand leur limite supérieure qui est de 400 KPa est atteinte, et c'est un clignotement de couleur jaune sur notre écran de supervision.

CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR
PVCP19	0,000 KPa	PIVCP24	0,000 KPa	PIICP14	0,000 KPa
PVCP26	0,000 KPa	PIVCP23	0,000 KPa	PIICP10	0,000 KPa
PVCP22	0,000 KPa	PIVCP26	0,000 KPa	PIICP6	0,000 KPa
PVCP27	0,000 KPa	PIVCP16	0,000 KPa	PIICP8	0,000 KPa
PVCP28	0,000 KPa	PIVCP27	0,000 KPa	PIICP15	0,000 KPa
PVCP24	427,980 KPa	PIVCP20	0,000 KPa	PIICP9	0,000 KPa
PVCP21	0,000 KPa	PIVCP15	0,000 KPa	PIICP11	0,000 KPa
PVCP25	0,000 KPa	PIIICP12	0,000 KPa	PIICP19	0,000 KPa
PVCP23	0,000 KPa	PIIICP20	0,000 KPa	PIICP17	0,000 KPa
PVCP15	0,000 KPa	PIIICP18	0,000 KPa	PICP6	0,000 KPa
PVCP20	0,000 KPa	PIIICP9	0,000 KPa	PICP4	0,000 KPa
PIVCP22	0,000 KPa	PIIICP17	0,000 KPa	PICP7	0,000 KPa
PIVCP12	0,000 KPa	PIICP12	0,000 KPa	PICP5	0,000 KPa

Accueil STATIONS Imprimer vue

Figure IV.7: Vue de l'alarme niveau 01 sur l'écran de supervision.

- Alarme niveau 02 :

Cette alarme est une indication à l'opérateur pour se déplacer sur le lieu de capteur s'il est accessible ou faire une inspection sur le barrage et voir la cause de la défaillance. Elle se déclenche après une temporisation prédéfinie sur le logiciel Step7. Cette alarme est un signal lumineux qui sera implanté dans plusieurs endroits de barrage et un clignotement rouge sur notre interface de supervision. Cette alarme rend la surveillance plus facile.

Exemple:

Quand une cellule atteint leur limite supérieure qui est de 400 KPa après une temporisation.


CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR
PVCP19	0,000 KPa	PIVCP24	0,000 KPa	PIICP14	0,000 KPa
PVCP26	0,000 KPa	PIVCP23	0,000 KPa	PIICP10	0,000 KPa
PVCP22	0,000 KPa	PIVCP26	0,000 KPa	PIICP6	0,000 KPa
PVCP27	0,000 KPa	PIVCP16	0,000 KPa	PIICP8	0,000 KPa
PVCP28	0,000 KPa	PIVCP27	0,000 KPa	PIICP15	0,000 KPa
 PVCP24	474,060 KPa	PIVCP20	0,000 KPa	PIICP9	0,000 KPa
PVCP21	0,000 KPa	PIVCP15	0,000 KPa	PIICP11	0,000 KPa
PVCP25	0,000 KPa	PIICP12	0,000 KPa	PIICP19	0,000 KPa
PVCP23	0,000 KPa	PIICP20	0,000 KPa	PIICP17	0,000 KPa
PVCP15	0,000 KPa	PIICP18	0,000 KPa	PICP6	0,000 KPa
PVCP20	0,000 KPa	PIICP9	0,000 KPa	PICP4	0,000 KPa
PIVCP22	0,000 KPa	PIICP17	0,000 KPa	PICP7	0,000 KPa
PIVCP12	0,000 KPa	PIICP12	0,000 KPa	PICP5	0,000 KPa

Figure IV.8: Vue de l'alarme niveau O2 sur l'écran de supervision

7. Présentation de l'interface de supervision :

En vue de faciliter la visualisation des données de tous les capteurs et les instruments de mesures installés dans la digue du barrage de Taksebt et recevoir des alarmes en temps réel, nous avons créé plusieurs vues qui sont :

7.1. La vue d'accueil : Cette vue c'est la vue initial dans notre interface de supervision, dans cette vue on trouve accès vers tous les autres vues de notre interface.

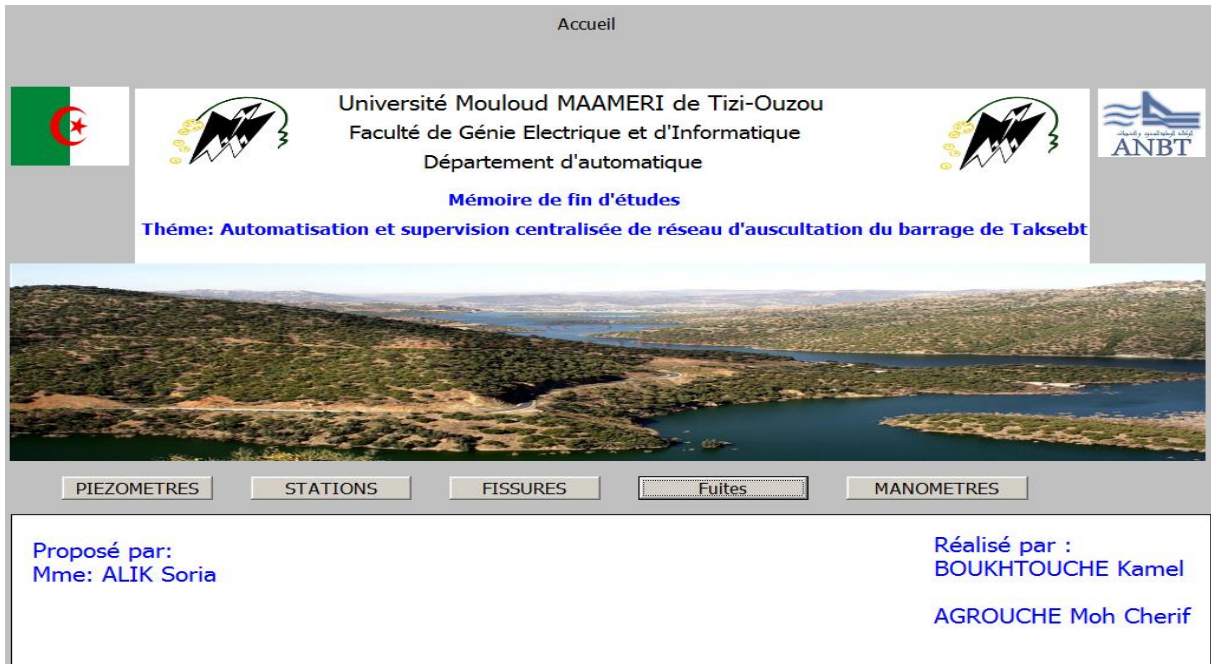


Figure IV.9: Vue d'accueil de notre interface de supervision

7.2. La vue de STATIONS :

Dans cette vue on trouve accès vers les trois 03 stations de mesure des cellules de pression et un accès pour revenir à la vue d'accueil.



Figure IV.10: la vue de STATIONS de notre interface.

Chapitre IV : La supervision

Les vues qui ont accès depuis la vue des STATIONS sont :

- La vue de la STATION 01 : dans cette vue on peut visualiser tous les capteurs qui sont reliés vers cette station. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue, et un bouton pour aller vers la vue d'accueil et un autre bouton pour aller à la vue de STATIONS

STATION 01

CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR
PVCP2	0,000 KPa	PVCP12	0,000 KPa	PVICPT5	0,000 KPa	PVCPT2	0,000 KPa
PVCP6	0,000 KPa	PVCPi3	0,000 KPa	PVICPT1	0,000 KPa	PVIICP1	0,000 KPa
PVCP8	0,000 KPa	PVCPi1	0,000 KPa	PVICPT2	0,000 KPa	PVIICP4	0,000 KPa
PVCP3	0,000 KPa	PVCPi7	0,000 KPa	PVICPT8	0,000 KPa	PVIICP3	0,000 KPa
PVCP4	0,000 KPa	PVCPi5	0,000 KPa	PVICPT6	0,000 KPa	PVIICP2	0,000 KPa
PVCP10	0,000 KPa	PVCPi8	0,000 KPa	PVICPT9	0,000 KPa	PVIICP7	0,000 KPa
PVCP5	0,000 KPa	PVCPi10	0,000 KPa	PVICPT10	0,000 KPa	PVIICP5	0,000 KPa
PVCP7	0,000 KPa	PVCPi11	0,000 KPa	PVICPT7	0,000 KPa	PVIICP6	0,000 KPa
PVCP11	0,000 KPa	PVICP2	0,000 KPa	PVICi4	0,000 KPa	PVIICPi7	0,000 KPa
PVCP1	0,000 KPa	PVICP3	0,000 KPa	PVICi8	0,000 KPa	PVIICP5	0,000 KPa
PVCPT1	0,000 KPa	PVICP12	0,000 KPa	PVICi7	0,000 KPa	PVIICPT6	0,000 KPa
PVCPT4	0,000 KPa	PVICP1	0,000 KPa	PVICi6	0,000 KPa	PVIICPT1	0,000 KPa
PVCPT6	0,000 KPa	PVICP11	0,000 KPa	PVICi11	0,000 KPa	PVIICPT2	0,000 KPa
PVCPT9	0,000 KPa	PVICP6	0,000 KPa	PVICi2	0,000 KPa	PVIICPT3	0,000 KPa
PVCPT7	0,000 KPa	PVICP4	0,000 KPa	PVICi10	0,000 KPa	PVIICPi3	0,000 KPa
PVCPT10	0,000 KPa	PVICP7	0,000 KPa	PVICP14	0,000 KPa	PVIICPT5	0,000 KPa
PVCPi9	0,000 KPa	PVICP1	0,000 KPa	PVICi3	0,000 KPa	PVIICPi2	0,000 KPa
PVICP10	0,000 KPa	PVICP8	0,000 KPa	PVICP15	0,000 KPa	PVIICPi6	0,000 KPa
PVCP9	0,000 KPa	PVICPT3	0,000 KPa	PVICP13	0,000 KPa	PVIICPi1	0,000 KPa

STATIONS
Accueil
Imprimer vue

Figure IV.11: Vue de la STATION 01

- La vue de STATION 02 : dans cette vue on peut visualiser tous les capteurs qui sont reliés vers cette station. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue, et un bouton pour aller vers la vue d'accueil et un autre bouton pour aller à la vue de STATIONS

Chapitre IV : La supervision

STATION 02

CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR
PVCP19	0,000 KPa	PIVCP24	0,000 KPa	PIICP14	0,000 KPa
PVCP26	0,000 KPa	PIVCP23	0,000 KPa	PIICP10	0,000 KPa
PVCP22	0,000 KPa	PIVCP26	0,000 KPa	PIICP6	0,000 KPa
PVCP27	0,000 KPa	PIVCP16	0,000 KPa	PIICP8	0,000 KPa
PVCP28	0,000 KPa	PIVCP27	0,000 KPa	PIICP15	0,000 KPa
PVCP24	0,000 KPa	PIVCP20	0,000 KPa	PIICP9	0,000 KPa
PVCP21	0,000 KPa	PIVCP15	0,000 KPa	PIICP11	0,000 KPa
PVCP25	0,000 KPa	PIIICP12	0,000 KPa	PIICP19	0,000 KPa
PVCP23	0,000 KPa	PIIICP20	0,000 KPa	PIICP17	0,000 KPa
PVCP15	0,000 KPa	PIIICP18	0,000 KPa	PICP6	0,000 KPa
PVCP20	0,000 KPa	PIIICP9	0,000 KPa	PICP4	0,000 KPa
PIVCP22	0,000 KPa	PIIICP17	0,000 KPa	PICP7	0,000 KPa
PIVCP12	0,000 KPa	PIICP12	0,000 KPa	PICP5	0,000 KPa

Figure IV.12: Vue de la STATION 02

- La vue de STATION 03 : dans cette vue on peut visualiser tous les capteurs qui sont relievés vers cette station. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue, et un bouton pour aller vers la vue d'accueil et un autre bouton pour aller à la vue de STATIONS.

STATION 03


CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR	CELLULE	VALEUR
PICP2	0,000 KPa	PIICP1	0,000 KPa	PIIICPi9	0,000 KPa	PIVCPT10	0,000 KPa
PICPi1	0,000 KPa	PIICPT2	0,000 KPa	PIIICPi8	0,000 KPa	PIVCPT9	0,000 KPa
PICP1	0,000 KPa	PIIICP5	0,000 KPa	PIIICPi7	0,000 KPa	PIVCPT7	0,000 KPa
PICP2	0,000 KPa	PIIICP1	0,000 KPa	PIIICPi6	0,000 KPa	PIVCPT3	0,000 KPa
PICP3	0,000 KPa	PIIICP8	0,000 KPa	PIIICPi11	0,000 KPa	PIVCPT8	0,000 KPa
PICP2	0,000 KPa	PIIICP6	0,000 KPa	PIIICPi2	0,000 KPa	PIVCP4	0,000 KPa
PICPi2	0,000 KPa	PIIICP2	0,000 KPa	PIIICPi3	0,000 KPa	PIVCPT1	0,000 KPa
PIICPi5	0,000 KPa	PIIICP7	0,000 KPa	PIIICPi1	0,000 KPa	PIVCP10	0,000 KPa
PIICP3	0,000 KPa	PIIICP4	0,000 KPa	PIIICPi5	0,000 KPa	PIVCP11	0,000 KPa
PIICPT1	0,000 KPa	PIIICPT10	0,000 KPa	PIIICPi4	0,000 KPa	PIVCPi7	0,000 KPa
PIICPi4	0,000 KPa	PIIICPi10	0,000 KPa	PIVCP5	0,000 KPa	PIVCPi6	0,000 KPa
PIICP4	0,000 KPa	PIIICPT11	0,000 KPa	PIVCP11	0,000 KPa	PIVCPi8	0,000 KPa
PIICPT3	0,000 KPa	PIIICPT9	0,000 KPa	PIVCP10	0,000 KPa	PIVCPi1	0,000 KPa
PIICPi2	0,000 KPa	PIIICPT1	0,000 KPa	PIVCP9	0,000 KPa	PIVCPi4	0,000 KPa
PIICP2	0,000 KPa	PIIICPT7	0,000 KPa	PIVCP8	0,000 KPa	PIVCPi3	0,000 KPa
PIICPi1	0,000 KPa	PIIICPT8	0,000 KPa	PIVCP2	0,000 KPa	PIVCP4	0,000 KPa
PIICPi6	0,000 KPa	PIIICPT6	0,000 KPa	PIVCP1	0,000 KPa	PIVCPi9	0,000 KPa
PIICP3	0,000 KPa	PIIICPT4	0,000 KPa	PIVCP3	0,000 KPa		
PIICP5	0,000 KPa	PIIICPT2	0,000 KPa	PIVCP6	0,000 KPa		

Figure IV.13: Vue de la STATION 03


Chapitre IV : La supervision

7.3. La vue de PIEZOMETRES : dans cette vue on peut visualiser l'ensemble des piézomètres qui se trouvent dans le barrage de Taksebt. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue et un autre bouton pour aller vers la vue d'accueil.

PIEZOMETRES



Auscultation de barrage TAKSEBT (PIEZOMETRES)



PIEZOMETRE	VALEUR	PIEZOMETRE	VALEUR	PIEZOMETRE	VALEUR
125P1_S	0,000 KPa	146P2_2R	0,000 KPa	104P4_S	0,000 KPa
125P1_R	0,000 KPa	146P3_2R	0,000 KPa	104P5_A	0,000 KPa
125P2_A	0,000 KPa	146P3_1S	0,000 KPa	104P5_S	0,000 KPa
125P2_S	0,000 KPa	146P4_3R	0,000 KPa	104P2_SNP	0,000 KPa
125P3_S	0,000 KPa	146P4_2A	0,000 KPa	157P2_S	0,000 KPa
125P3_R	0,000 KPa	146P4_1S	0,000 KPa	157P3_A	0,000 KPa
125P4_A	0,000 KPa	146P5_3R	0,000 KPa	157P3_S	0,000 KPa
125P4_S	0,000 KPa	146P5_2A	0,000 KPa	157P4_A	0,000 KPa
125P4_R	0,000 KPa	146P5_1S	0,000 KPa	164P4BIS_A	0,000 KPa
125P5_S	0,000 KPa	146P6_2R	0,000 KPa	164P4BIS_S	0,000 KPa
125P5_R	0,000 KPa	146P6_1S	0,000 KPa	157P5_A	0,000 KPa
125P5_A	0,000 KPa	104P3_A	0,000 KPa	157P5_S	0,000 KPa
146P1_2R	0,000 KPa	104P3_S	0,000 KPa	157P6_S	0,000 KPa
146P1_1S	0,000 KPa	104P4_A	0,000 KPa	157P6_A	0,000 KPa

Figure IV.14: Vue de PIEZOMETRES

7.4. La vue de MANOMETRES : dans cette vue on peut visualiser l'ensemble des manomètres qui se trouvent dans le barrage de Taksebt. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue et un autre bouton pour aller vers la vue d'accueil.

MANOMETRES

MANOMETRE	VALEUR	MANOMETRE	VALEUR
MAN 01	0,0 Bars	MAN 07	0,0 Bars
MAN 02	0,0 Bars	MAN 08	0,0 Bars
MAN 03	0,0 Bars	MAN 09	0,0 Bars
MAN 04	0,0 Bars	MAN 10	0,0 Bars
MAN 05	0,0 Bars	MAN 11	0,0 Bars
MAN 06	0,0 Bars	MAN 12	0,0 Bars

Figure IV.15: Vue de MANOMETRES

7.5. La vue de FISSURES : dans cette vue on peut visualiser l'ensemble des fissures qui se trouvent dans les galeries du barrage de Taksebt. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue et un autre bouton pour aller vers la vue d'accueil.

VINCHON 01	VALEUR	VINCHON 02	VALEUR
AXE X	0,000 mm	AXE X	0,000 mm
AXE Y	0,000 mm	AXE Y	0,000 mm
AXE Z	0,000 mm	AXE Z	0,000 mm

Accueil Imprimer vue

Figure IV.16: Vue de FISSURES

7.6. La vue de FUTES : dans cette vue on peut visualiser l'ensemble des fuites qui se trouvent dans les galeries du barrage de Taksebt. On a ajouté un bouton pour l'impression de la vue et un autre bouton pour aller vers la vue d'accueil.

FUTE 01	VALEUR	FUTE 02	VALEUR
RIVE DROITE	0,000 mm	RIVE GAUCHE	0,000 mm

Accueil Imprimer vue

Figure IV.17: Vue de FUTES

8. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons réussi à mettre en œuvre le système de supervision qui nous permet de visualiser toutes les données des capteurs et des instruments de mesures en temps réel.

L'interface de supervision nous permet aussi de détecter toutes anomalies ou défaillances qui peuvent se produire. Elle rend l'opérateur qui est chargé de l'auscultation plus aisé grâce aux alarmes qui s'affiche sur l'écran de supervision et la minimisation de son déplacement dans le barrage.

Conclusion générale

Durant notre projet, nous avons vu que l'automatisation et la supervision des systèmes d'auscultation est une solution qui permet de minimiser les risques des ruptures des barrages et rendre l'équipe chargée d'auscultation plus aise en minimisant leurs déplacements dans les milieux difficiles du barrage.

En effet, ce mémoire de fin d'étude est une expérience très bénéfique, il nous a permis d'enrichir nos connaissances théoriques et pratiques acquises durant notre cursus et de fréquenter le coté professionnel des entreprises et surtout de mettre nos connaissances théoriques en œuvre, d'ailleurs du point de vue software, ce projet nous a orientés directement vers des langages de programmation des API tel que le langage LADDER, ainsi que différents logiciels utilisés dans notre solution à savoir le WinCC flexible 2008 et le Step7.

Ce travail nous a fait connaître un climat professionnel, où Nous avons pu acquérir une expérience concernant la conception d'une solution automatisée pour la surveillance des ouvrages génie civil.

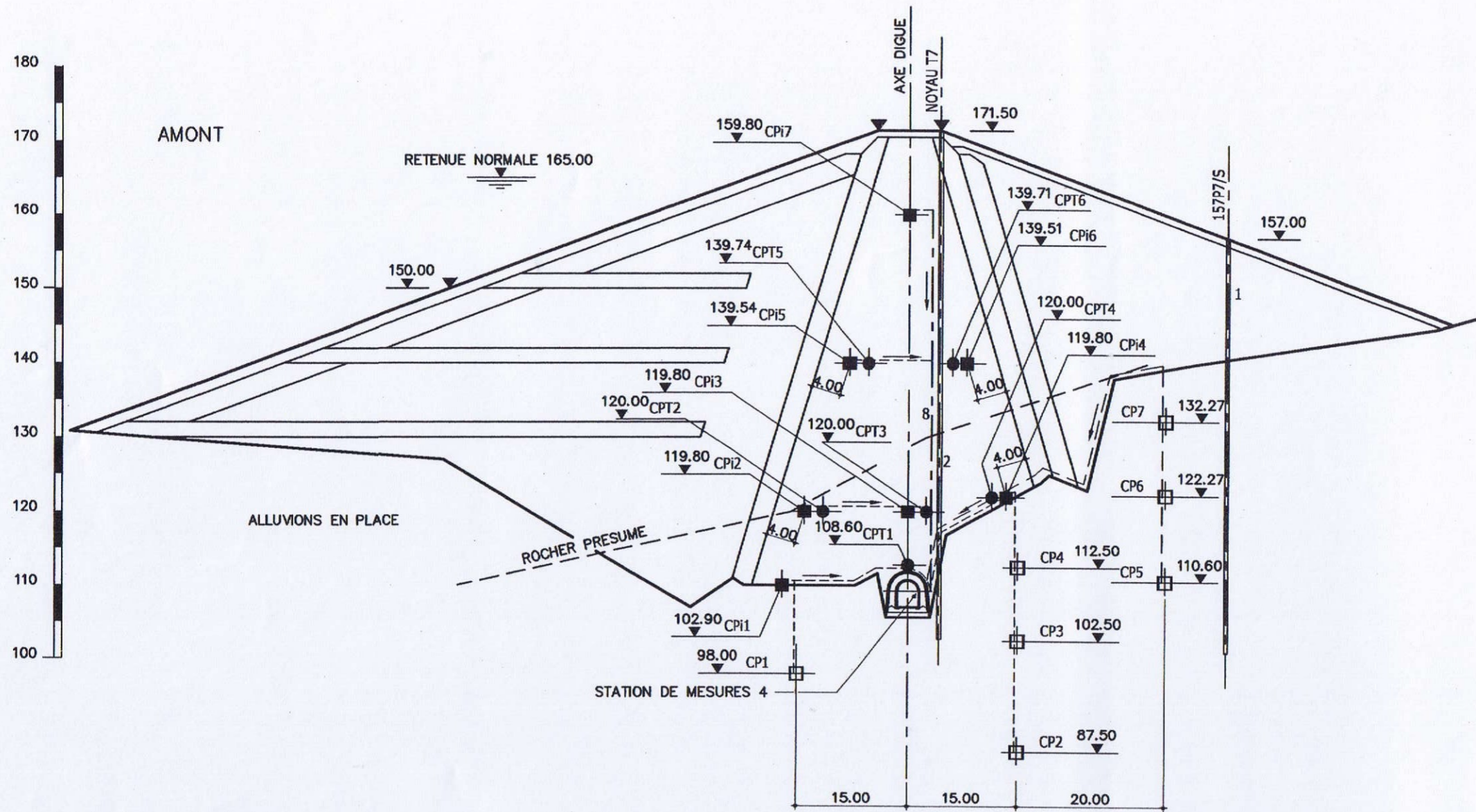
Ce travail reste, comme toute œuvre humaine, incomplet et perfectible, pour cela nous recommandons d'améliorer notre solution pour l'automatisation et la supervision. Nous proposons ci-dessous des améliorations pour les travaux futurs :

- ❖ Proposer une solution pour le traitement des données.
- ❖ Ajouter un système pour l'envoi des alarmes par email et par SMS
- ❖ La supervision de réseau d'auscultation via un Smartphone.
- ❖ En fin, on espère que nos efforts puissent servir à quelque chose et que ce mémoire soit un bon guide pour les promotions futures.

Références bibliographiques

- [1]. <http://www.anbt.dz>.
- [2]. **Activité 4. Systèmes d'instrumentation Glossaire, piloté par : Cete et RAVA Interreg IIIA projet179 RiskYdrogeo**
- [3]. **MESSAID BELKACEM. Étude de la position efficace des drains dans les barrages en terre. Université de BATNA. Thèse de doctorat, 2009.**
- [4]. **Fiche technique WIKA PV 12.04 · 11/2009 www.wika.fr.**
- [5]. **fiche technique J3 www.fr.itmosoil.com.**
- [6]. **Sisgeo catalogue français 2015, www.sisgeo.com.**
- [7]. <http://www.sisgeo.fr>, LSZH_FR_05_12/2015.
- [8]. **Commission internationale des grands barrages, Système d'auscultation automatique des barrages, bulletin 118, 2000.**
- [9]. **SIEMENS. SIMATIC S7-SCL V5.3 POUR S7-300/400. Manuel 2005.**
- [10]. **SIEMENS FICHE TECHNIQUE DU PRODUIT 6ES7412-2EK06-0AB0, 16/12/2011.**
- [11]. **Page d'aide, logiciel SIMATIC S7 V5.5 SP1.**

PROFIL DE MESURES 7 CUM.430.00



- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
- ⊠ CELLULE PIEZOMETRIQUE
- ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS

- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les schistes)
- 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
- 3 FORAGE DRAINANT ϕ 125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
- 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
- 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
- 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
- 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
- 8 PUIS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
- - - - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL

NOTE

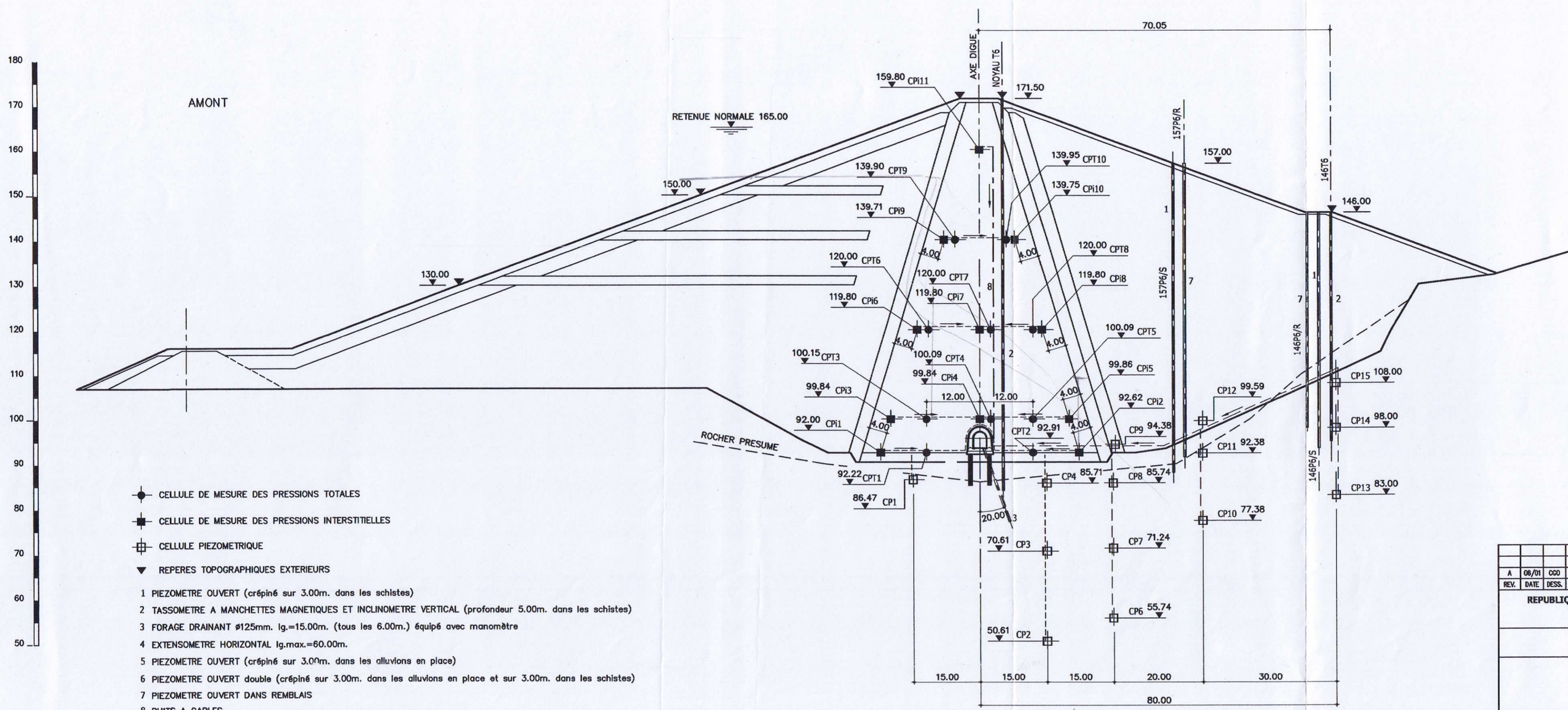
LES TUYAUX DU PUIS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPR.	MOE	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION
A	06/01	CGD						
								MODIFICATIONS :
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU AGENCE NATIONALE DES BARRAGES								
BARRAGE DE TAKSEBT MONOGRAPHIE								
DIGUE AUSCULTATION PROFIL DE MESURES 7								
DRESSE :		CGD	DATE :		05/01			
VERIFIE :		MOE	ECHELLE :					
APPROUVE :		MOE	REMPLECE LE No					
DOSSIER			CODE	FORMAT	FEUILLE			
N					1/1.			
REFERENCES DU PLAN :								
8 3 3 9 3 6 2 0 A H 0 0 1 4 A								
No D'AFFAIRE			D/S/G		NUMERO		REV.	

Tractebel Engineering

Division Hydraulique
 Avenue Arlone, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel.: 32-2-773.97.11
 Fax : 32-2-773.89.50

PROFIL DE MESURES 6 CUM.380.00



- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
- CELLULE PIEZOMETRIQUE
- ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS

- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les schistes)
- 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
- 3 FORAGE DRAINANT Ø125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
- 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
- 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
- 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
- 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
- 8 PUIITS A CABLES

- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL

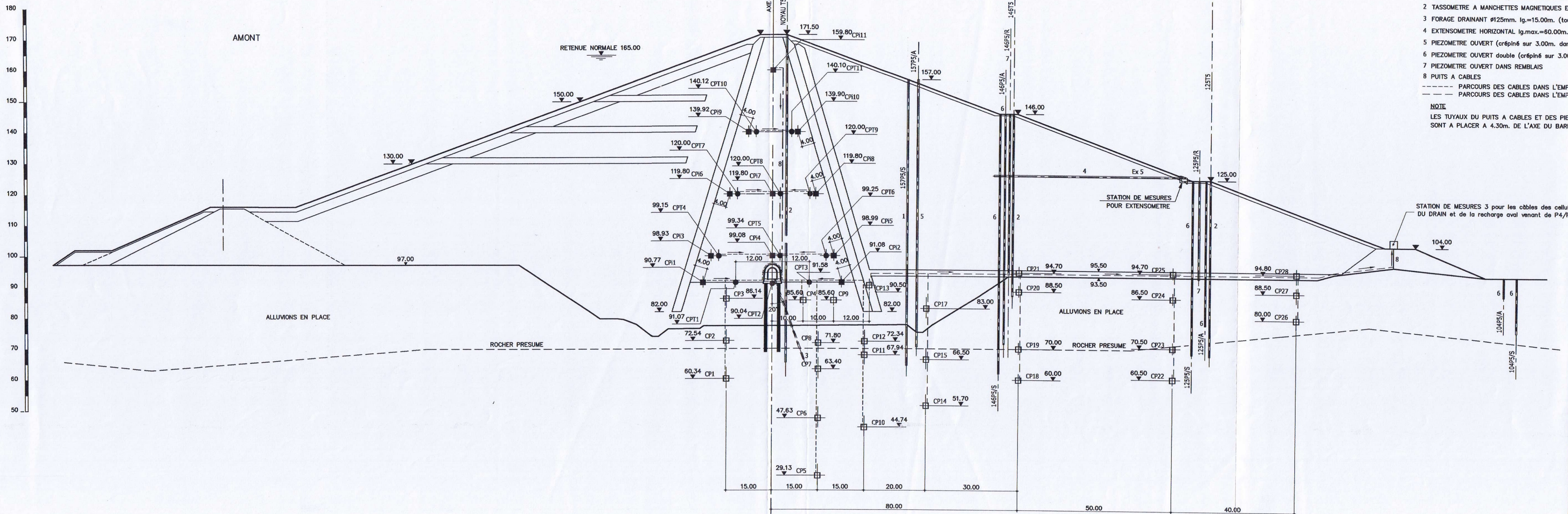
NOTE

LES TUYAUX DU PUIITS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

A	08/01	CGO	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION		
REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPL.		MODIFICATIONS :	
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU AGENCE NATIONALE DES BARRAGES							
BARRAGE DE TAKSEBT MONOGRAPHIE							
DIGUE AUSCULTATION PROFIL DE MESURES 6							
DRESSE :		CGO	DATE :	05/01			
VERIFIE :		CGO	ECHELLE :				
APPROUVE :		MOE	REMPLECE LE No				
DOSSIER			CODE	FORMAT	FEUILLE		
		N			1/1.		
REFERENCES DU PLAN :							
8 3 3 9 3 6 2 0 A H 0 0 1 3 A							
No D'AFFAIRE		D/S/G		NUMERO		REV.	

Tractebel Engineering
 Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel.: 32-2-773.97.11
 Fax : 32-2-773.89.50

PROFIL DE MESURES 5 CUM.295.00



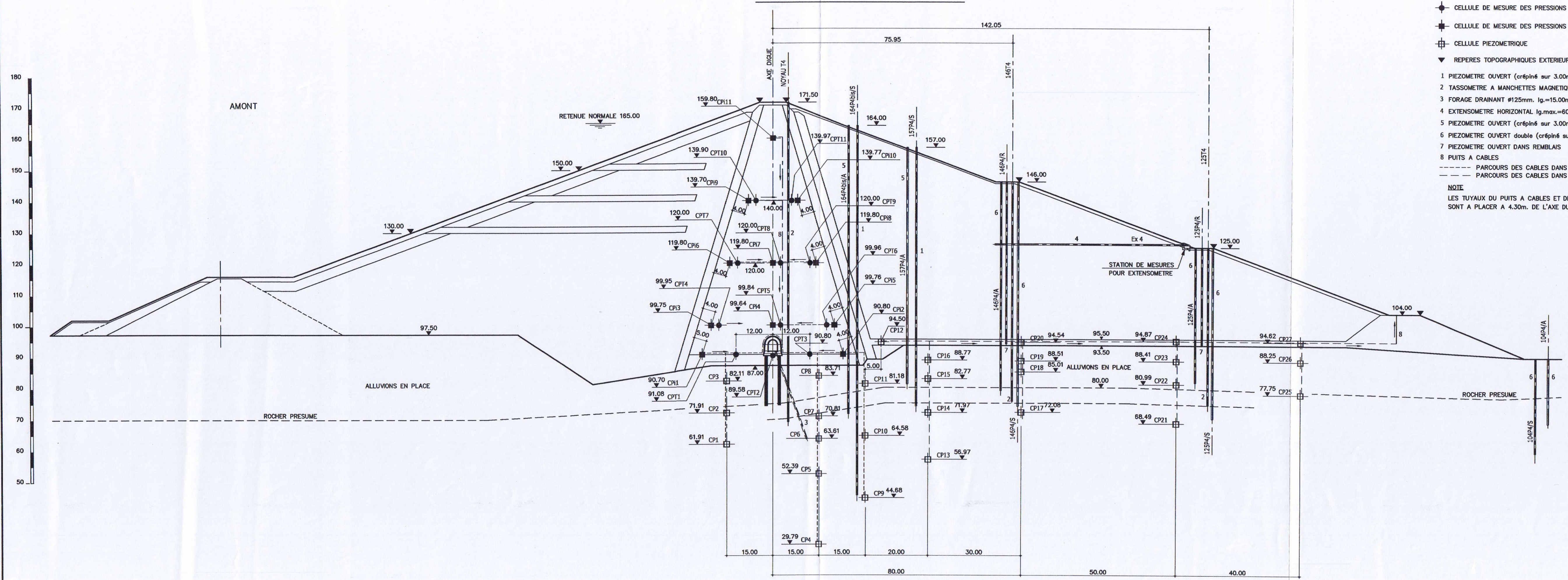
- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
 - CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
 - ⊠ CELLULE PIEZOMETRIQUE
 - ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS
- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les schistes)
 - 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
 - 3 FORAGE DRAINANT #125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
 - 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
 - 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
 - 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
 - 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
 - 8 PUIXS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
 - - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL

NOTE
 LES TUYAUX DU PUIXS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPR.	MODIFICATIONS :
A	06/01	CGO	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU AGENCE NATIONALE DES BARRAGES					
BARRAGE DE TAKSEBT MONOGRAPHIE					
DIGUE AUSCULTATION PROFIL DE MESURES 5					
DRESSE :		CGO	DATE :	05/01	
VERIFIE :		MOE	ECHELLE :		
APPROUVE :		MOE	REMPLECE LE No		
DOSSIER		CODE	FORMAT	FEUILLE	
I		N		1/1	
REFERENCES DU PLAN :					
8	3	3	9	3	6
No D'AFFAIRE			D/S/G		NUMERO
REV.			REV.		REV.

Tractebel Engineering
 Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel: 32-2-773.97.11
 Fax: 32-2-773.88.50

PROFIL DE MESURES 4 CUM.240.00

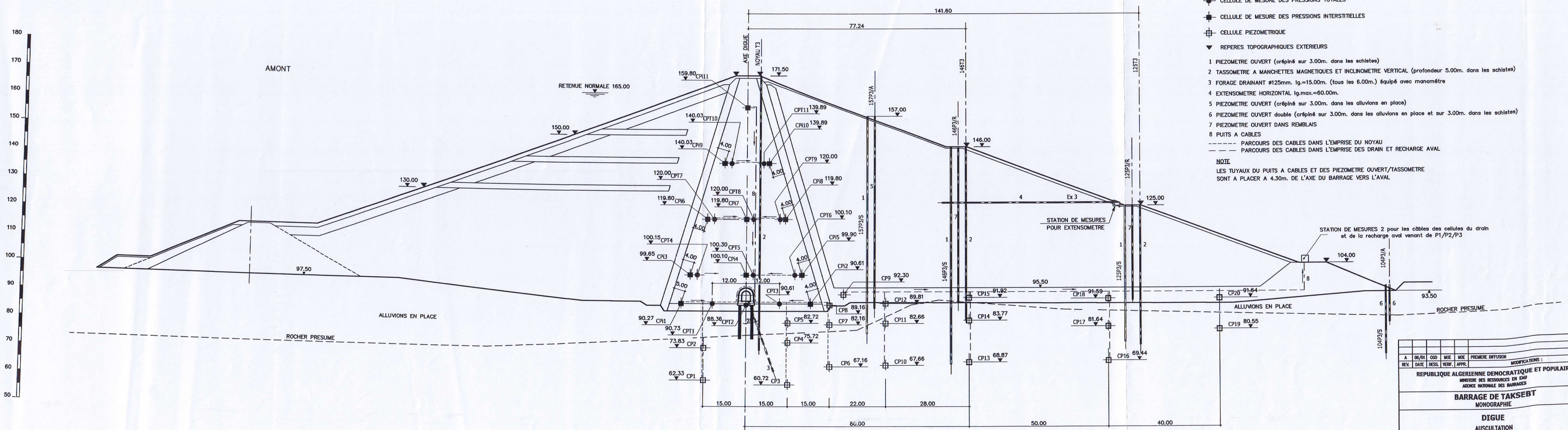


- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
 - CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
 - CELLULE PIEZOMETRIQUE
 - ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS
- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les schistes)
 - 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
 - 3 FORAGE DRAINANT ø125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
 - 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
 - 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
 - 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
 - 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
 - 8 PUIS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
 - - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL
- NOTE**
 LES TUYAUX DU PUIS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPL.	PREMIERE DIFFUSION
A	06/01	OGD	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION
MODIFICATIONS :					
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU AGENCE NATIONALE DES BARRAGES					
BARRAGE DE TAKSEBT MONOGRAPHIE					
DIGUE AUSCULTATION PROFIL DE MESURES 4					
DRESSE :		OGD	DATE :	06/01	
VERIFE :		MOE	ECHELLE :		
APPROUVE :		MOE	REPLACE LE No		
DOSSIER		CODE	FORMAT	FEUILLE	
		N		1/1	
REFERENCES DU PLAN :					
8	3	9	3	6	2
0	A	H	0	0	1
1					A
No D'AFFAIRE	D/S/G	NUMERO	REV.		

Tractebel Engineering
 Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel: 32-2-773.97.11
 Fax: 32-2-773.89.50

PROFIL DE MESURES 3 CUM.185.00



- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
 - CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
 - ⊠ CELLULE PIEZOMETRIQUE
 - ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS
- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les schistes)
 - 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
 - 3 FORAGE DRAINANT Ø125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
 - 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
 - 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
 - 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
 - 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
 - 8 PUIS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
 - - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL
- NOTE**
 LES TUYAUX DU PUIS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPR.	MODIFICATIONS :
A	06/01	CGD	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
 AGENCE NATIONALE DES BARRAGES

BARRAGE DE TAKSEBT
 MONOGRAPHIE

DIGUE
 AUSCULTATION
 PROFIL DE MESURES 3

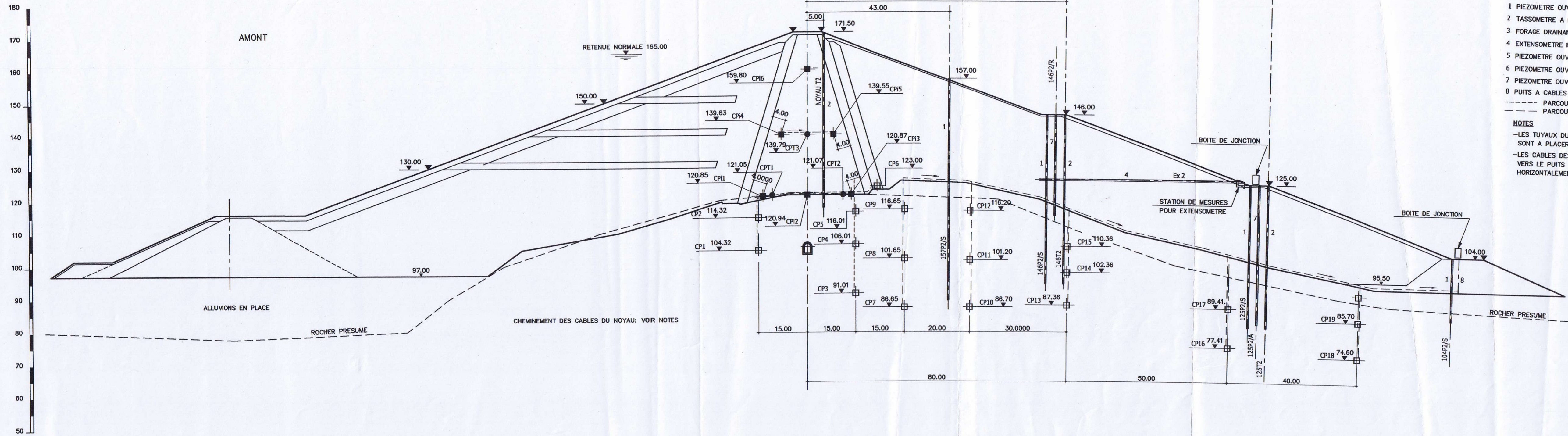
DRESSE :	CGD	DATE :	06/01
VERIFIE :	MOE	ECHELLE :	
APPROUVE :	MOE	REEMPLACE LE No	
DOSSIER		CODE	FORMAT
N			1/1

REFERENCES DU PLAN :

8	3	3	9	3	6	2	0	A	H	0	0	1	0	A	
No D'AFFAIRE													D/S/G	NUMERO	REV.

Tractebel Engineering
 Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel.: 32-2-773.9711
 Fax : 32-2-773.8950

PROFIL DE MESURES 2 CUM.110.00



- ◆ CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
 - CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
 - CELLULE PIEZOMETRIQUE
 - ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS
- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les schistes)
 - 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
 - 3 FORAGE DRAINANT ø125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
 - 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
 - 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
 - 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépîné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
 - 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
 - 8 PUIITS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
 - - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL

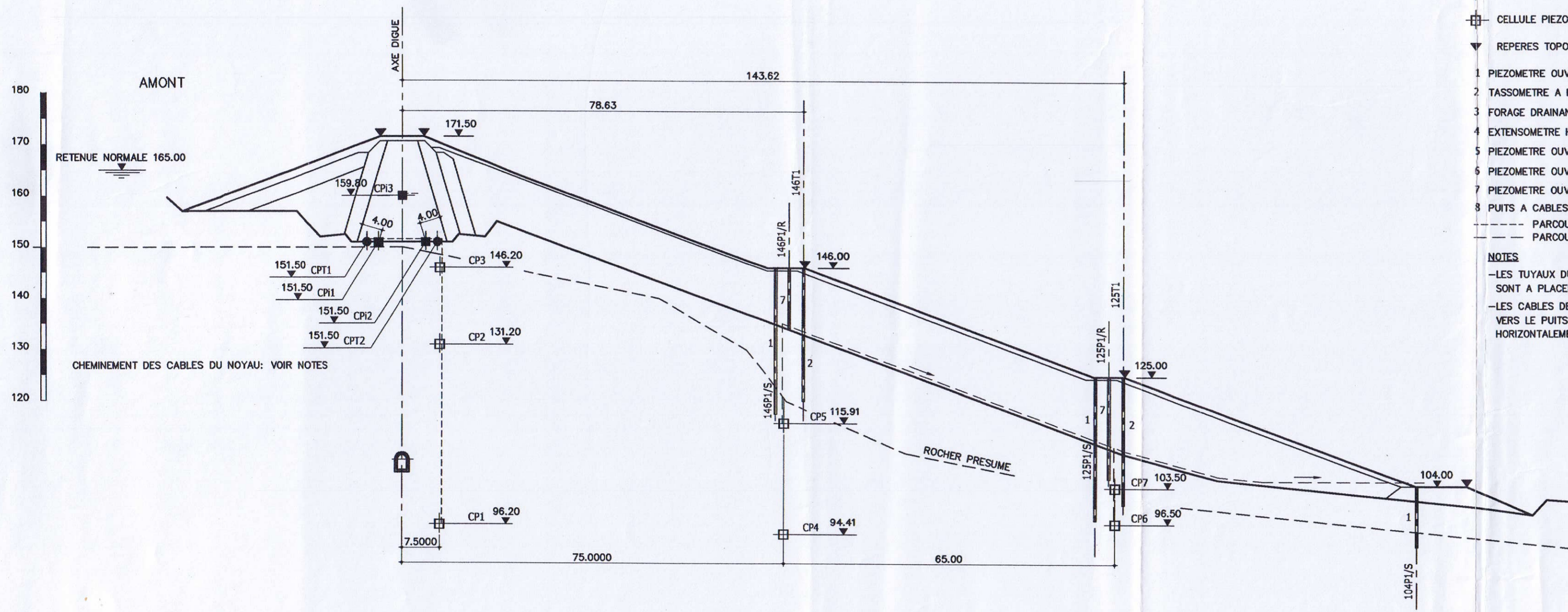
NOTES

- LES TUYAUX DU PUIITS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL
- LES CABLES DES CELLULES DANS ET SOUS NOYAU CHEMINANT DE P1 ET P2 VERS LE PUIITS A CABLES A LA CUMULEE 125.00 SONT A PLACER HORIZONTELEMENT ET A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPR.	MODIFICATIONS :
A	08/01	CGO	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU AGENCE NATIONALE DES BARRAGES					
BARRAGE DE TAKSEBT MONOGRAPHIE					
DIGUE AUSCULTATION PROFIL DE MESURES 2					
DRESSE :		CGO	DATE :	08/01	
VERIFIE :		MOE	ECHELLE :		
APPROUVE :		MOE	REPLAQUE LE No		
DOSSIER		CODE	FORMAT	FEMILLE	
N				1/1	
REFERENCES DU PLAN :					
8 3 3 9 3 6 2 0 A H 0 0 0 9 A					
No D'AFFAIRE	D/S/G	NUMERO	REV.		

Tractebel Engineering
 Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tél.: 32-2-773.97.11
 Fax : 32-2-773.99.50

PROFIL DE MESURES 1 CUM.60.00



- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS TOTALES
- CELLULE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES
- CELLULE PIEZOMETRIQUE
- ▼ REPERES TOPOGRAPHIQUES EXTERIEURS
- 1 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les schistes)
- 2 TASSOMETRE A MANCHETTES MAGNETIQUES ET INCLINOMETRE VERTICAL (profondeur 5.00m. dans les schistes)
- 3 FORAGE DRAINANT Ø125mm. lg.=15.00m. (tous les 6.00m.) équipé avec manomètre
- 4 EXTENSOMETRE HORIZONTAL lg.max.=60.00m.
- 5 PIEZOMETRE OUVERT (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place)
- 6 PIEZOMETRE OUVERT double (crépiné sur 3.00m. dans les alluvions en place et sur 3.00m. dans les schistes)
- 7 PIEZOMETRE OUVERT DANS REMBLAIS
- 8 PUIXS A CABLES
- PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DU NOYAU
- - - PARCOURS DES CABLES DANS L'EMPRISE DES DRAIN ET RECHARGE AVAL

NOTES

- LES TUYAUX DU PUIXS A CABLES ET DES PIEZOMETRE OUVERT/TASSOMETRE SONT A PLACER A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL
- LES CABLES DES CELLULES DANS ET SOUS NOYAU CHEMINANT DE P1 ET P2 VERS LE PUIXS A CABLES A LA CUMULEE 125.00 SONT A PLACER HORIZONTALEMENT ET A 4.30m. DE L'AXE DU BARRAGE VERS L'AVAL

REV.	DATE	DESS.	VERIF.	APPR.	MODIFICATIONS :
A	06/01	CGO	MOE	MOE	PREMIERE DIFFUSION

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
 AGENCE NATIONALE DES BARRAGES

BARRAGE DE TAKSEBT
 MONOGRAPHIE

DIGUE
 AUSCULTATION
 PROFIL DE MESURES 1

Tractebel Engineering

Division Hydraulique
 Avenue Ariane, 7
 B-1200 BRUXELLES
 Tel.: 32-2-773.97.11
 Fax : 32-2-773.89.50

DRESSE :	CGO	DATE :	06/01
VERIFIE :	MOE	ECHELLE :	
APPROUVE :	MOE	REMPLECE LE No	
DOSSIER	CODE	FORMAT	FEUILLE
N			1/1
REFERENCES DU PLAN :			
8	3	3	6
2	0	A	H
0	0	0	8
A			
No D'AFFAIRE	D/S/O	NUMERO	REV.

