B 1858

1136

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

SECRETARIAT D'ETAT AUX RESSOURCES HYDRAULIQUES

DIRECTION GENERALE DES BARRAGES ET GRANDS TRAVAUX HYDRAULIQUES

MICROFICHÉ

Etude de Préfactibilité du Transfert des Eaux de l'Ouest Tunisien

RAPPORT GLOBAL

CONCEPT Ingénierie – INGEMA

Février 2003

INTRODUCTION

La présente étude consiste à faire l'inventaire des possibilités de transfert d'eau des oueds frontaliers tuniso-algériens vers les bassins versants tunisiens. Ces transferts concernent principalement les bassins versants des zones de l'extrême Nord-Ouest de Tabarka et de la Délégation de Ghardimaou.

Elle dégage un certain nombre de solutions de transfert, définies sur la base d'une analyse des contraintes topographiques, géologiques et hydrologiques, et qui sont jugées intéressantes du point de vue économique, comparées aux nombreuses options de transfert pouvant être envisagées.

En particulier on peut envisager quand les conditions topographiques le permettent, des adductions en canal à ciel ouvert en variante aux adductions gravitaires conçues en conduite en béton précontraint. Ces adductions assurent la dérivation des eaux des oueds et châabats, soit vers des bassins de stockage potentiels (Barrage sur Oued EDDIR, Délégation de Ghardimaou, et barrage collinaire sur Oued EL-AMOR, Délégation de Tabarka), soit vers des stations de pompage pour un refoulement jusqu'aux cols.

POTENTIEL HYDRIQUE MOBILISABLE

Les oueds frontaliers de la Délégation de Ghardimaou appartiennent à deux sous-ensembles : au nord de la région dite "Bec-du-canard" les oueds Meslène, Mermel, Berla qui sont tous affluents de l'oued Bougouss en Algérie; au sud les oueds Irouk, Dirouk, Sidi Amara, Ed-dir. tous affluents d'oued Melkeir en Algérie.

Le premier sous-ensemble a un apport moyen annuel à la frontière de 10 millions de m3. Tandis que le second présente à la frontière un apport moyen annuel estimé à 28 millions de m3 dont près de 16 Mm3 apportés par le seul Ed-Dir.

Les solutions de mobilisation préconisées parviendraient à dériver vers les bassins versants plus à l'Est respectivement 4,8 Mm3 et 10,7 Mm3 –y compris les 6,6 Mm3 à régulariser par le barrage Ed-dir-. Ainsi, les projets T1+2 et T3 préconisés ci-après dans le détail permettront-ils d'assurer le transfert vers l'Est de plus de 15 Mm3.

Dans l'extrême Nord-ouest, près de Tabarka, les trois petits oueds au nord de l'oued Zerga ont des apports annuels moyens totalisant près de 9 Mm3 dont 3,6 Mm3 s'écoulent en mer. Le projet de barrage sur Oued El-Amor (projet T6) ainsi que la dérivation vers celui-ci des deux autres oueds (projets T4 et T5) permettra de mobiliser 6,2 Mm3, qui seraient par la suite transférés vers la conduite Zerga-Kébir-Moula en construction.

Au total, les deux régions rendraient disponible un apport additionnel moyen annuel d'environ 21 Mm3. Apport qui renforcerait le volume transférable par le système du Plan Directeur des Eaux du Nord.

ANALYSE ECONOMIQUE

Plusieurs solutions de transfert ont été étudiées. Elles sont soit gravitaires, par pompage vers les cols ou par tunnels souterrains. Chacune de ces solutions a fait l'objet d'une analyse économique débouchant sur un calcul de sa rentabilité interne.

Les résultats dégagés dans les paragraphes ci-dessous permettent d'énoncer les commentaires et les conclusions suivantes :

> **Oueds de la Délégation de Ghardimaou**

Pour les projets T2 et T3, la solution de transfert par tunnel s'avère beaucoup plus économique que celle par refoulement. Cela reste valable même si l'on considère un coût unitaire élevé du linéaire de tunnel.

Pour le Projet de transfert T1 la solution par refoulement reste par contre assez compétitive grâce aux bénéfices tirés de la capacité de stockage du barrage sur oued Ed-Dir qui permet de réduire notablement le débit équipé du refoulement.

Pour le Projet de transfert T2, la variante par tunnel TT3 s'avère économiquement comparable à la variante par conduite gravitaire TC2.3. Mais les deux solutions ne peuvent être départagées à ce stade, notamment si l'on tient compte des aléas importants liés aux travaux en souterrain. Pour la conduite TC2.3, il sera également nécessaire d'effectuer des reconnaissances topographiques et géotechniques complémentaires visant à mieux préciser les conditions de fondation et de stabilité de cette conduite.

Par ailleurs une évaluation économique a été faite par comparaison des projets de transfert avec la solution de dessalement d'eau de mer considérée comme la solution de remplacement. Pour les projets T1, T1.2 et T3, il ressort de cette comparaison que le prix de revient du m3 d'eau et le taux de rentabilité interne, évalués pour chaque projet de transfert sont très avantageux. En se référant aux résultats des analyses de sensibilité pour les hypothèses les plus défavorables, ce constat se confirme nettement puisque les taux de rentabilité interne des projets restent supérieurs à 36 %.
Le TRI et le prix de revient du m3 d'eau sont plus faibles pour le Projet de transfert T1 que pour le Projet de transfert T1.2. Mais il s'agit là d'un léger écart qui ne remet pas en cause la viabilité du Projet de transfert T1 en association avec le Projet de transfert T2, et ce compte tenu de la pénurie de plus en plus croissante de la ressource en eau.

Ces projets méritent par conséquent des études plus poussées afin de mieux préciser la faisabilité des ouvrages et d'optimiser les schémas de transfert.

> **Oueds de la Délégation de Tabarka**

En ce qui concerne les projets T4, T5 et T6 de l'extrême Nord-Ouest de Tabarka, les calculs économiques conduisent à des taux de rentabilité interne respectivement égaux à 18, 24 et 33%. Ces projets, bien que moins intéressants que les précédents, restent néanmoins très avantageux, comparés à la solution de dessalement d'eau de mer. Dans l'analyse de sensibilité, ce constat se confirme pour le projet T6, mais plus faiblement pour le projet T5, et encore moins pour le projet T4.

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION GENERALE 1

2 ETUDE GEOLOGIQUE 3

2.1 GÉOLOGIE GÉNÉRALE 3
2.2 GÉOLOGIE RÉGIONALE 4
2.2.1 Le rebord occidental de la plaine de la moyenne Medjerda 5
2.2.2 Le bord ouest de la Kroumirie 5
2.2.3 Le cadre sismotectonique 6

3 ETUDE ET SYNTHESE DES DONNEES HYDROLOGIQUES 11

3.1 MORPHOLOGIE 11
3.1.1 Oueds au nord d'Oued Zerga – Tabarka 11
3.1.2 Oueds de la région nord de la Délégation de Ghardimaou 12
3.2 HYDROLOGIE 13
3.2.1 Pluviométrie 13
3.2.2 Apports annuels 13
3.2.3 Etude des crues 14

4 PRESENTATION DES PROJETS DE TRANSFERT 17

4.1 CONCEPTION ET FAISABILITÉ DES OUVRAGES DE TRANSFERT 17
4.2 PROJET DE TRANSFERT T1 18
4.3 PROJET DE TRANSFERT T2 19
4.4 PROJET DE TRANSFERT T 1+2 20
4.5 PROJET DE TRANSFERT T 3 20
4.6 PROJET DE TRANSFERT T4 21
4.7 PROJET DE TRANSFERT T5 21
4.8 PROJET DE TRANSFERT T6 21

5 CRITERES TECHNIQUES ET DONNEES DE BASE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES PROJETS DE TRANSFERT 23

5.1 NATURE DES CONDUITES 23
5.2 CALCUL DES PERTES DE CHARGE 23
5.3 DÉBIT DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ADDUCTION 23
5.3.1 Débits et volumes d'apports 23
5.3.2 Débit de dimensionnement des conduites gravitaires et de refoulement 26
5.3.3 Débit de dimensionnement des tunnels 26
5.4 IMPLANTATION ET CARACTÉRISTIQUE DES SEUILS 26
5.5 DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES GRAVITAIRES ET DE REFOULEMENT 27
5.5.1 Conduites gravitaires 27
5.5.2 Conduite de refoulement 27
5.6 RÉCAPITULATION DES VOLUMES INTER-ANNUELS TRANSFÉRABLES 27

6 CRITERES ECONOMIQUES 30

6.1 COÛT DE CONDUITES 30
6.2 COÛT DE TUNNELS SOUTERRAINS 30
6.3 COÛT DES SEUILS 30
6.4 COÛT DES STATIONS DE REFOULEMENT 31
6.4.1 Coût des équipements 31
6.4.2 Coût du génie civil : 31
6.5 FRAIS D'ÉNERGIE. 31

7 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET COUTS DES OUVRAGES DIMENSIONNES. 31

8 ANALYSE ECONOMIQUE POUR LE CALCUL DU COUT DE REVIENT DU M3 D'EAU TRANSFERE ET DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE DES PROJETS DE TRANSFERT 32

8.1 HYPOTHÈSES CONSIDÉRÉES. 32
8.2 RÉSULTATS DES CALCULS ÉCONOMIQUES 33
8.2.1 Analyse de sensibilité 34
8.2.2 Tests de sensibilité sur les coûts globaux des ouvrages (aléas physiques et financiers) et les volumes d'apports 36

9 IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES 39

10 COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS 40

11 DEFINITION DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES ET DES RECONNAISSANCES A EFFECTUER POUR LES ETUDES D'AVANT PROJET SOMMAIRE 41

ETUDES DE PREFACTIBILITE TECHNICO-ECONOMIQUE DES OUVRAGES DE STOCKAGE, DE DERIVATION ET DE TRANSFERT DES EAUX DE L'OUEST DE LA TUNISIE

1 INTRODUCTION GENERALE

La présente étude a été confiée par la Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques au groupement de bureaux d'études CONCEPT et INGEMA. Elle intervient en droite ligne de la politique nationale de mobilisation des ressources en eau, politique planifiée et suivie depuis plusieurs décennies et qui a épargné au pays toute pénurie ou rationnement de la ressource à l'inverse de plusieurs des pays du pourtour méditerranéen.

Les eaux de surface de l'Ouest du pays sont pour leur majeure partie d'ores et déjà l'objet de projets, réalisés ou en cours, de mobilisation. La partie restante est constituée par des ensembles hydrologiques situés à cheval entre la Tunisie et l'Algérie. Il s'agit des grands bassins suivants :

- les oueds frontaliers situés au nord d'oued Zarga-Tabarka;
- les oueds de la région dite du "Bec de canard", Délégation de Ghardimaou;
- les affluents frontaliers de la Medjerda et du Mellègue, son affluent principal;
- l'oued Safsaf-Kébir, affluent du Bayech.

La présente étude s'intéresse aux deux premiers ensembles vu que, d'une part l'ensemble Medjerda-Mellègue est entièrement alimenté par des oueds venant d'Algérie et que sur le territoire tunisien ils font déjà l'objet de projets de mobilisation; et d'autre part l'oued Kébir-Gafsa fait l'objet d'un projet de barrage.

Elle consiste à faire l'inventaire des possibilités de transfert d'eau des oueds frontaliers tuniso-algériens vers les bassins versants tunisiens. Ces transferts concernent principalement les bassins versants des zones de l'extrême Nord-Ouest de Tabarka et de la Délégation de Ghardimaou.

Elle dégage un certain nombre de solutions de transfert, définies sur la base d'une analyse des contraintes topographiques, géologiques et hydrologiques, et qui sont jugées intéressantes du point de vue économique, comparées aux nombreuses options de transfert pouvant être envisagées.

En particulier on peut envisager quand les conditions topographiques le permettent, des adductions en canal à ciel ouvert en variante aux adductions gravitaires conçues en conduite

en béton précontraint. Ces adductions assurent la dérivation des eaux des oueds et châabats, soit vers des bassins de stockage potentiels (Barrage sur Oued EDDIR), soit vers des stations de pompage pour un refoulement jusqu'aux cols.

A noter que l'Ingénieur-conseil a effectué fin janvier 2002 en compagnie de responsables de l'Administration centrale et régionale une visite de la région située au nord de Ghardimaou sus mentionnée.

Il a pu se rendre compte du relief relativement fort à très fort des bassins versants concernés par l'étude ainsi que de leur couvert forestier particulièrement dense. A côté des nombreux ruisseaux et châabets de moindre importance, les oueds présentant une importance relative sont souvent confondus avec la frontière internationale, ce qui rend problématique toute entreprise de barrage sur leur cours. Les rares sites plus ou moins favorables se trouvent à cheval sur la frontière. Ailleurs, les pentes particulièrement prononcées des profils en long de ces cours d'eau ne permettent pas d'envisager des ouvrages de stockage rentables.

Le présent dossier comprend ainsi les chapitres suivants :

a) Etudes géologiques régionale et de la zone couvrant les ouvrages,

b) Etudes et synthèse des données hydrologiques,

c) Présentation des projets de transfert,

d) Critères techniques et données de base pour le dimensionnement,

e) Critères économiques,

f) Coût des ouvrages,

g) Analyse économique pour le calcul du coût de revient du m3 d'eau transférée,

h) Commentaires et conclusions,

i) Analyse des impacts socio-économiques générés par le transfert des eaux,

j) Définition des travaux topographiques, des reconnaissances et des études complémentaires à réaliser.

L'ensemble de ces chapitres constitue le dossier de préfactibilité du projet de transfert.

2 ETUDE GEOLOGIQUE

2.1 Géologie générale

La Tunisie, située à l'Est de l'Afrique du Nord, représente l'aile orientale du dispositif atlasique correspondant aux zones orographiques qui s'étendent jusqu'en Algérie. Englobant, au Sud, la bordure septentrionale du continent Saharien et au Nord, l'Atlas tout entier, elle montre une paléogéographie et une orogenèse complexe.

Son aspect structural est dominé par le conflit entre les plissements atlasiques de type alpin et les plates-formes stables faisant partie du vieux craton africain. Du Nord au Sud (voir la figure N° G1), la Tunisie peut être partagée schématiquement en cinq ensembles structuraux :

1) L'archipel de la Galite formé de flysch Oligocène, injecté de roches intrusives.

2) La zone alpine septentrionale ou zone des nappes de charriage qui occupe une région essentiellement structurée au cours du Miocène dans laquelle est localisé l'ensemble du projet, objet de cette étude. Elle comprend :

   a/ les massifs gréseux Numidiens de Kroumirie et des Mogods, ainsi que les unités Telliennes charriées,

   b/ le para-autochtone et l'autochtone des Nefza, des Hedil et du Béjaoua.

3) L'Atlas tunisien, formé de plis de couverture, alignés généralement SO-NE avec une dissymétrie montrant une poussée vers le SE. On peut distinguer les zone suivantes :

   a/ l'Atlas tunisien septentrional, comprenant les plis faillés du Kef, de Téboursouk et de la région de Tunis, accompagnés d'importantes extrusions diapiriques du Trias,

   b/ l'Atlas tunisien central, formé par des larges anticlinaux Crétacés et de synclinaux emplis de Nummulitique et de Neogène,

   c/ l'île de Kasserine, môle résistant émergé au Crétacé, accidenté de quelques rides de direction générale SO - NE,

   d/ les chaînes méridionales situées entre l'île de Kasserine et la plate-forme Saharienne,

   e/ l'axe Nord-Sud, composée par une série de chaînes plus ou moins plissées, bordant à l'Est les zones précédentes. Leur direction Nord-Sud est aberrante par rapport à l'ensemble de l'Atlas Saharien de toute l'Afrique du Nord,

4) La Tunisie méridionale, faiblement plissée en surface. On distingue :

a/ La dépression peri-atlasique, située au pied de la " flexure Saharienne ", avec les chotts Jerid et Rharsa,

b/ La plate-forme saharienne qui se poursuis jusqu'au Sud du pays avec une structure du Crétacé, discordante parfois sur des plis Hercyniens enfouis.

5) La plate-forme orientale parsemée des collines ; elle se trouve au bordure de la Méditerranée, représentant une région relativement stable. Elle comprend :

a/ Une longue série de dépressions, séparant la plate-forme orientale de l'axe Nord-Sud,

b/ Le Cap Bon,

c/ Le Sahel et les basses steppes, prolongés vers l'Est en mer par le môle de Kerkennah,

d/ La Jeffara septentrionale, appartenant à l'ensemble stable de la Mer Pélagienne, se termine en Libye contre le môle de Garien,

e/ Le plateau continental, de part et d'autre du môle des Kerkennah, régulièrement instable, comprenant au Nord le Golf de Hammamet, au Sud le Golf de Gabès, en se prolongeant vers l'Est par le sillon Tripolitain.

2.2 Géologie Régionale

L'étude de préfactibilité du transfert des eaux de l'Ouest Tunisien comprend la partie Nord de la zone parallèle à la frontière Tuniso - Algérienne (l'Extrême - Nord Tunisien), plus précisément le bord Nord - Ouest de la Kroumirie et le rebord occidental de la plaine de la moyenne Medjerda (voir la figure G2). Ce territoire appartient à la zone alpine septentrionale ou zone des nappes, tel que montrée à la figure N°G1.

L'Extrême - Nord tunisien est un pays de nappes de glissement (charriages) dont la dernière immobilisation remonte au Miocène; nappes qui se sont déplacées en oblique sur les grandes directions paléogéographiques de l'autochtone, à l'origine peu inclinées sur la direction E-O. L'avant- pays et les unités allochtones qui lui sont superposées ont été par la suite, plissés et fracturés à plusieurs reprises. L'inflexion vers le N-E de l'extrémité occidentale de la chaîne nord -maghrébine est le résultat, d'une part de l'orientation du front d'immobilisation des nappes, d'autre part des effets des plissements majeurs de même direction que ceux de l'Atlas saharien, reportant vers le N - E les lignes paléogéographiques de l'autochtone et sans doute aussi des mouvements senestres tardifs des panneaux du socle nord-africain.

La composition lithologique de formations, impliquées dans la constitution de ces nappes, épais de plusieurs milliers de mètres, vont de l'Oligocène supérieur au Miocène inférieur et sont formées par des argilites plus ou moins sableuses à silteuses à la base et au sommet, encadrant des grès en partie médiane. La sédimentation de ces matériaux dits "Numidiens", essentiellement détritiques et à caractère de Flysch s'est opérée sur un fond subsident à récurrences plus grossières. Les nappes reposent par l'intermédiaire de contacts anormaux,

jalonnés par du Trias bréchique, sur un autochtone de terrains plus anciens - Crétacés à Tertiaires, parfois écaillés et fragmentés avec des injections des matériaux triasiques gypso-salifères dans les fractures les plus importantes ou parfois sous forme de diapirs bien caractéristiques.

La région comprenant l'étude en objet, peut être subdiviseé en deux parties (voir figure ou carte):

1. Le rebord occidental de la plaine de la moyenne Medjerda (lieu dit "Bec du canard"), où ils coulent les oueds Berla, les affluents en rive droite de Mermel et Messalène, les affluents en rive gauche de l'oued Irouk, oueds Sidi Amara et Cht.Touat.

2. Le bord Nord - Ouest de la Kroumirie (entre Tabarka et la frontière Tuniso-Algérienne), là, où sont situés les oueds El Amor, Dar Rhnem (ou Merista) et Ghomd Ezzena (Roum Dezzena sur les cartes 1/50.000è).

2.2.1 Le rebord occidental de la plaine de la moyenne Medjerda

La dépression de la moyenne Medjerda a une orientation E-O dans sa partie occidentale qui devient NO-SE dans sa partie orientale à la différence de nombreux autres "fossés quaternaires" de Tunisie qui présentent un allongement NO-SE (voir Figure G3).
Tout comme dans les bassins nord-orientaux, la forme des dépressions résulte de la combinaison des effets de plongement d'axe des plis ou de leur propre orientation ainsi que du jeu des flexures tardives.

A son extrémité occidentale, la dépression de la moyenne Medjerda est interrompue par des collines faites de Mio-Pliocène discordant sur le Crétacé ou le "Numidien". Ces terrains s'enfoncent sous le Quaternaire suivant la direction NE-SO qui est celle de l'important accident dit de "Ghardimaou - Cap Serrat", dont le tracé se situe à proximité immédiate de ces collines. L'accident met en contact la partie sud de la dépression de la moyenne Medjerda et les terrains qui la bordent à l'Ouest avec une structure intéressant le "Numidien", le synclinal de l'oued Ed Dir. Cette structure, dont le cœur est occupé par la formation de Babouch (le terme sommital du flysch Numidien), se développe sur une quinzaine de kilomètres en direction de l'Ouest, ce qui en fait une des structures majeures des confins algéro-tunisiens. Le flanc nord de ce synclinal, d'orientation ONO-ESE, est déversé au sud; il interrompt au SO une autre structure majeure de la région, d'orientation NE-SO, l'anticlinal de la maison forestière d'Aïn Soltane, dont les flancs sont formés par les "grès de Kroumirie" (le terme médian du "Numidien") et le cœur par la structure composite du Djebel Bessouagui.

2.2.2 Le bord ouest de la Kroumirie

Des déformations souples ont formé, au sein de "Numidien" de Kroumirie, des plis de grande ampleur qui s'organisent autour de la zone anticlinorale d'Aïn Draham - Aïn Allega (voir la figure N°G3). Le synclinal de Babouch - Tabarka fait suite au NO à cette zone, étant flanquée à l'Ouest par le couloir El Aïoun - Meloula.

Le synclinal de Babouch, avec un axe de direction NE-SO, recoupé transversalement par la côte actuelle à l'Ouest de Tabarka, se suit sur près de 25 km . Ces deux flancs, formés par les grès de Kroumiries, sont distants d'une dizaine de kilomètres dans sa partie septentrionale, à

l'Ouest d'Aïn Allega, mais ne sont éloignés que de 500 m au NO de l'anticlinal d'Aïn Draham Le caractère le plus marquant du flanc occidental du synclinal est son déversement sur toute sa longueur depuis le lieu dit "les Aiguilles" au vieux port de Tabarka, jusqu'à l'Ouest d'Hammam Bourguiba à proximité de la frontière algéro-tunisienne.

2.2.3 Le cadre sismotectonique

Dans le champ proche de la zone d'étude, à environ 20 km au SE, on note la faille régionale dite "Gardimaou-Cap Serat", de direction NE-SO, qui a une longueur d'au moins 110 km. Elle affecte les flyschs argilo-grèseux des nappes Numidiennes (Oligo-Miocène) et leur substratum Crétacé-Paléocène, tout étant jalonnée par des diapirs de sel Triasiques.

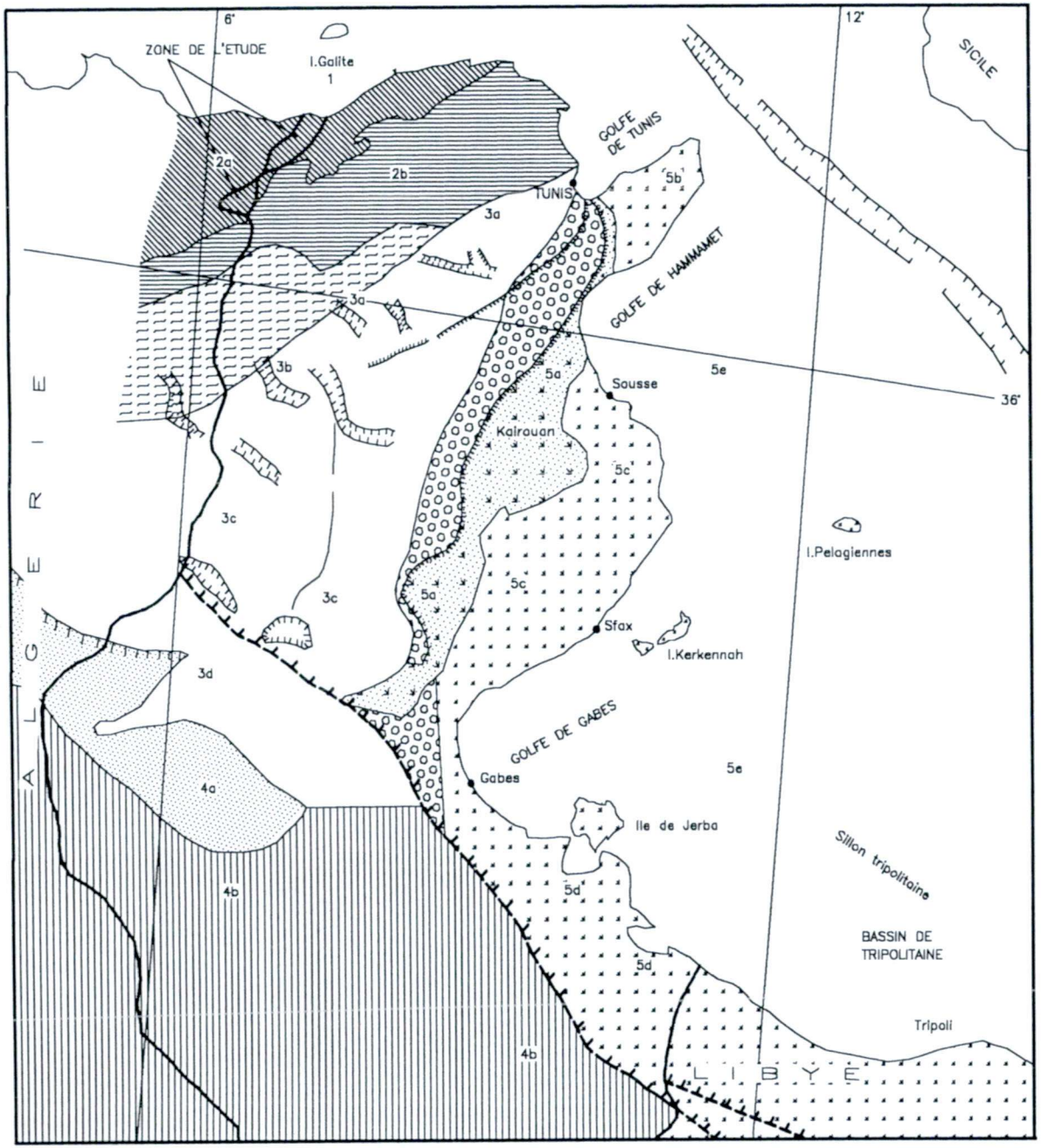
A part son rôle morphologique, cet accident majeur, dans un sens géodynamique, donne un aspect particulier à l'aléa sismique de la région. Selon l'étude d'APD du barrage Zerga de Coyne et Bellier en 1995, il a été subdivisé en 3 segments (voir figure G4):

- le segment d'Aïn Draham, (longueur d'environ 20 km),
- le segment du Cap Serrat (au mois 25 km de longueur),
- le segment de Ghardimaou (≈ 30 km).

Compte tenu de leur localisation, l'accélération au droit des sites situés dans la région du rebord occidental de la plaine de la moyenne Medjerda (Le "Bec du canard") est contrôlée exclusivement par le **segment de Ghardimaou**, alors que pour les sites, situés au bord Nord - Ouest de la Kroumirie, l'accélération est plustôt contrôlée par le **segment d'Aïn Draham**.

Selon les données des plusieurs études techniques des grands barrages, menées dans la région (barrages Barbara (SNS-STER, 1989), Zerga (COB,1995), Kébir et Moula (COB-INGEMA-CONCEPT, 2000), en l'utilisation des méthodes classiques dans le domaine pour évaluer le degré d'atténuation des accélérations sismiques, une valeur d'accélération maximale horizontale n'excédant pas **0,2 g** a été retenue**.** C'est cette valeur qu'on considère convenable pour le dimensionnement des digues, des ouvrages annexes et de transfert pendant les phases ultérieures de l'étude actuelle.

SCHEMA TECTONIQUE DE LA TUNISIE (Modifie d'aprés P.E BUROLLET 1981)



LEGENDE

1– ARCHIPEL DE LA GALITE

2–ZONE ALPINE SEPTENTRIONALE

Nappe Numidienne

Para–autochtone et l'autochtone des Nefza, Hedil et Bejaoua

3– ATLAS TUNISIEN

Zone de diapirs

Atlas central et meridional

Axe Nord–Sud

4– LA TUNISIE MERIDIONALE

Depréssion péri–athasique

Plate forme Saharienne

5– LA TUNISIE ORIENTALE

Zone des depréssions

Le Cap Bon, Sahel, la Jeffara et le mole de Kerkennah

5e– LE PLATEAU CONTINENTAL

Fossès d'éffondrement

Failles

Figure N°G1

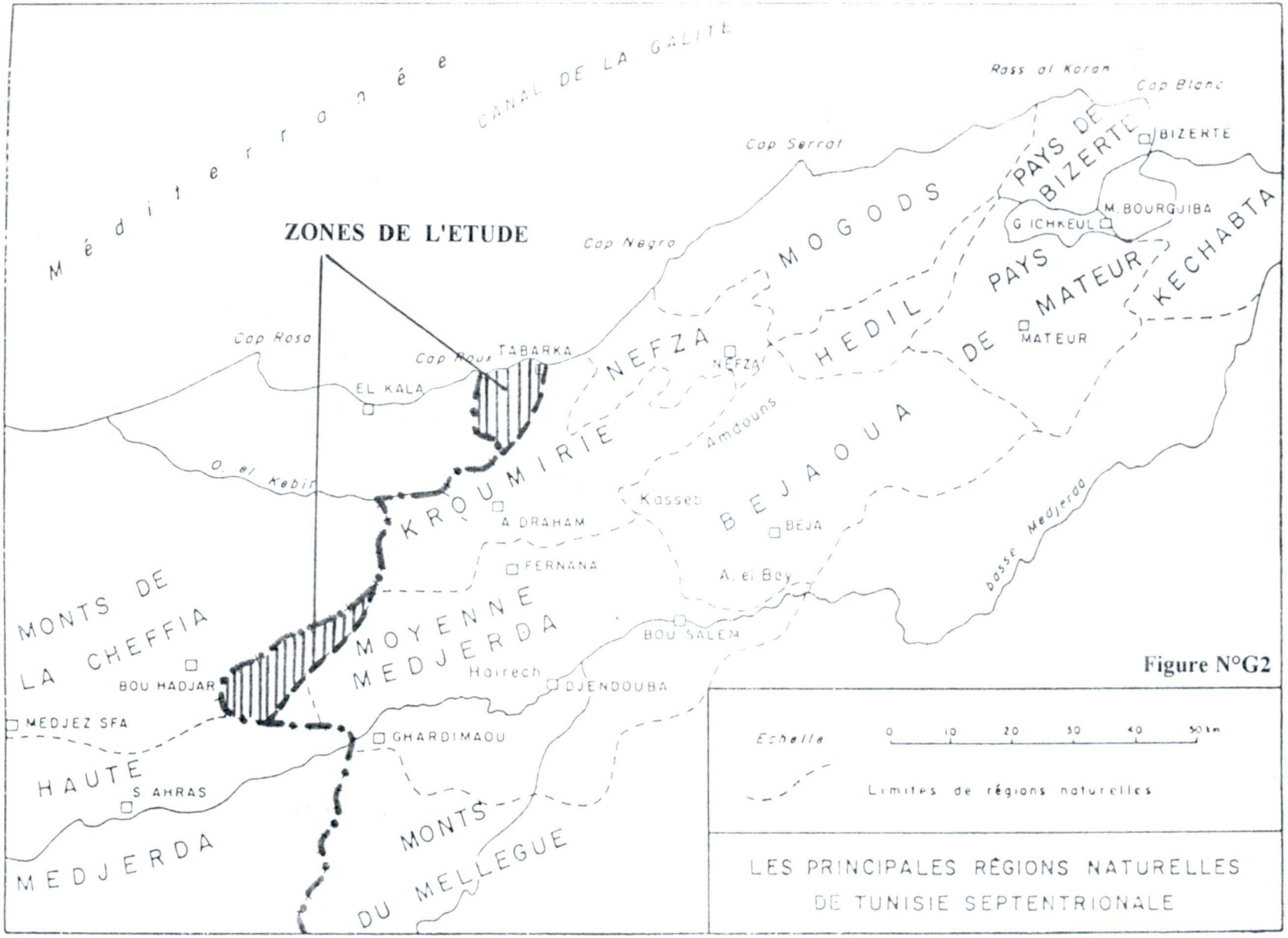
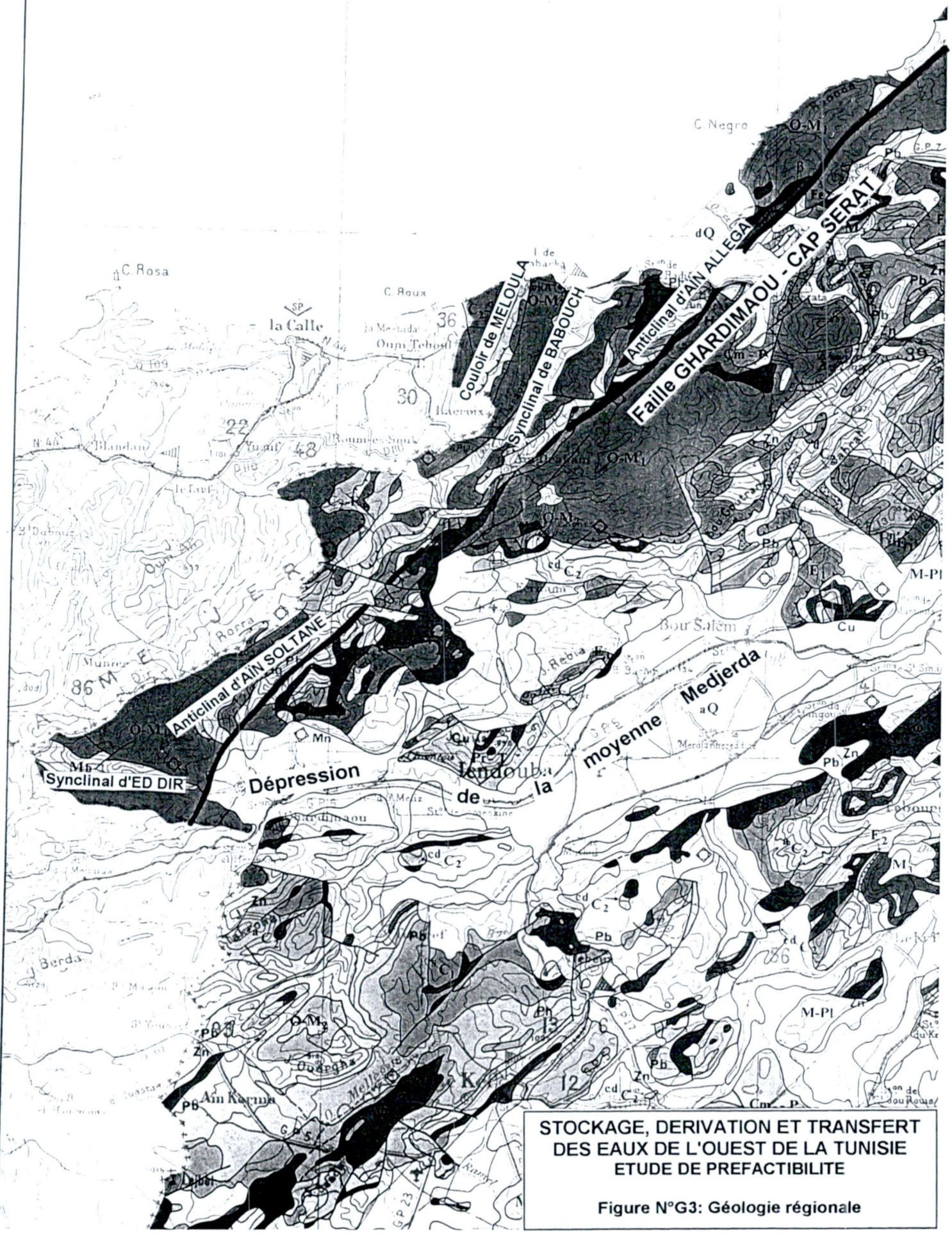
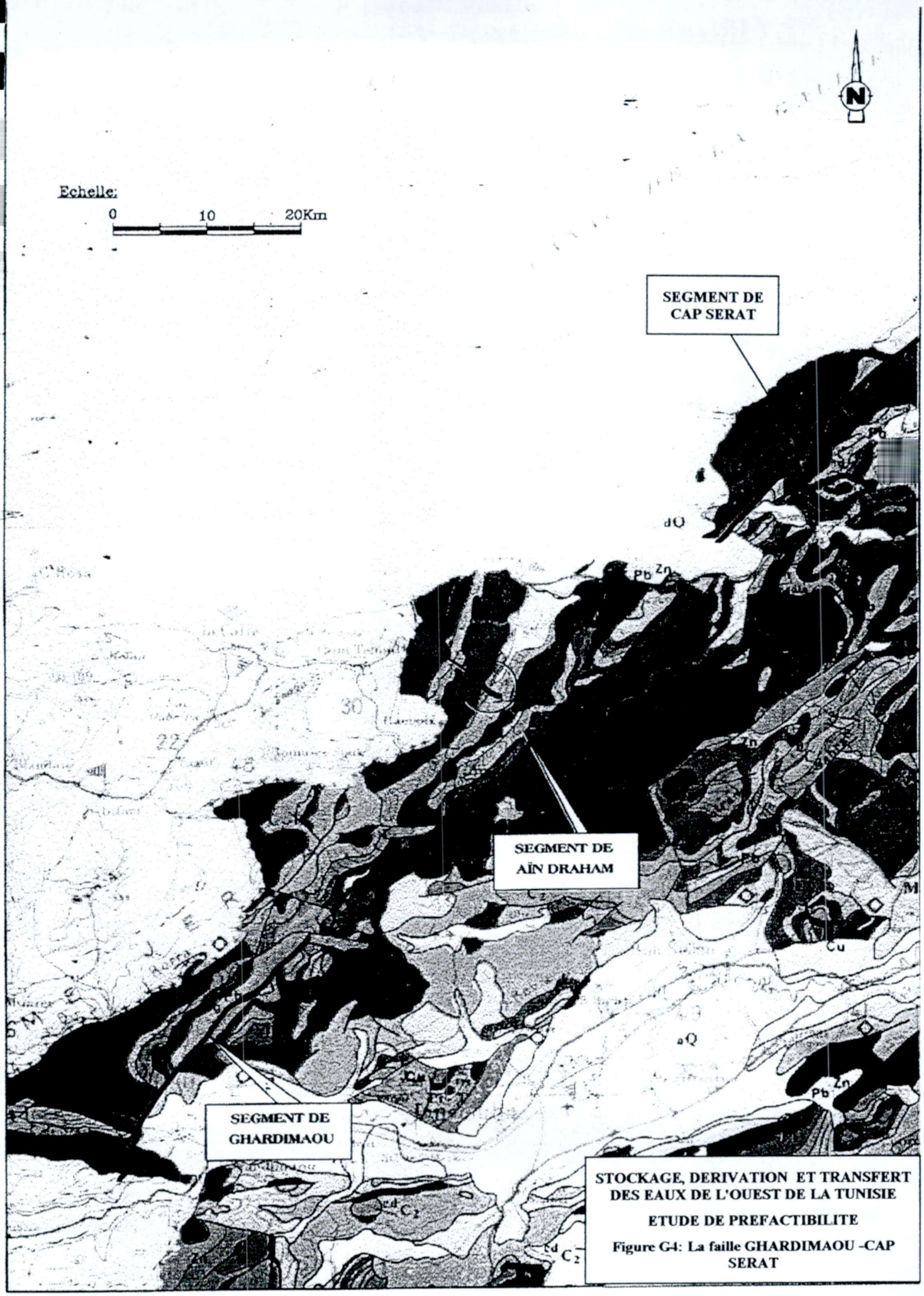

Méditerranée
CANAL DE LA GALITE
ZONES DE L'ETUDE
Rass al Koran
Cap Blanc
Cap Serrat
Cap Negro
Cap Rosa
Cap Roux
TABARKA
EL KALA
O. el Kebir
BIZERTE
PAYS DE BIZERTE
M. BOURGUIBA
G ICHKEUL
MOGODS
NEFZA
NEFZA
HEDIL
PAYS DE MATEUR
MATEUR
KECHABTA
KROUMIRIE
Amdouns
Kasseb
A DRAHAM
BEJA
BEJAOUA
FERNANA
A. el Bey
Basse Medjerda
MONTS DE LA CHEFFIA
BOU HADJAR
MEDJEZ SFA
MOYENNE MEDJERDA
Hairech
DJENDOUBA
BOU SALEM
GHARDIMAOU
HAUTE MEDJERDA
S AHRAS
MONTS DU MELLEGUE
Echelle
0 10 20 30 40 50 km
Limites de régions naturelles
LES PRINCIPALES RÉGIONS NATURELLES DE TUNISIE SEPTENTRIONALE

Figure N°G2



STOCKAGE, DERIVATION ET TRANSFERT DES EAUX DE L'OUEST DE LA TUNISIE
ETUDE DE PREFACTIBILITE

Figure N°G3: Géologie régionale



STOCKAGE, DERIVATION ET TRANSFERT DES EAUX DE L'OUEST DE LA TUNISIE

ETUDE DE PREFACTIBILITE

Figure G4: La faille GHARDIMAOU -CAP SERAT

3 ETUDE ET SYNTHESE DES DONNEES HYDROLOGIQUES

La caractérisation des bassins versants frontaliers a été bien traitée par R. Kallel dans son étude intitulée "Caractéristiques morphologiques et hydrologiques des bassins versants de l'Ouest tunisien", DGRE, 1997. Le lecteur peut se reporter à ce dernier rapport pour l'examen des aspects 3.1., 3.2.1. et 3.2.2. ci-dessous.
Seule l'étude des crues en 3.2.3, abordée différemment dans notre étude, fait l'objet d'un développement qui se distingue de l'approche de Kallel. Même si les résultats ne sont guère différents de plus de 25% pour ce qui des débits et apports de crues extrêmes, nous préconisons la méthode développée ci-dessous car s'adaptant mieux à l'hydrologie régionale des petits bassins versants de quelques km^2.
Pour faciliter le repérage du lecteur des deux études, nous avons gardé la numérotation et l'appellation des bassins versants qu'avait adoptées Kallel dans son rapport.

3.1 Morphologie

3.1.1 Oueds au nord d'Oued Zerga – Tabarka

Ces oueds sont situés à l'extrême Nord-Ouest du pays. Ils drainent la face nord exposée à la mer du massif de la Kroumirie. Ils sont au nombre de trois d'Est en Ouest :
- oued El-Amor, affluent d'oued El-Kébir avec lequel il conflue en aval de la station hydrométrique de Tabarka;
- oued Merista ou Dar Rhnem qui s'écoule directement en mer;
- oued Ghomd Zana, également côtier.

Les superficies des bassins versants aux exutoires sont respectivement de 40 km^2, 7.6 km^2 et 5 km^2.
Les oueds coulent à travers d'étroites vallées dominées par des collines qui culminent entre 300 et 450 m d'altitude et qui sont d'Est en Ouest : Kaf As-Solla au nord-est, Kaf Al-Assal à l'Est, Kef Briren au sud-est, Argoub Bou-Rouine au sud-ouest, puis la succession de collines formant la ligne de frontière jusqu'à la mer.
Les dénivelée spécifiques de ces bassins versants se situent entre 250 et 320 m, ce qui les classe dans la catégorie de relief assez fort.

Quelques sites où des retenues sont potentiellement possibles ont été identifiés sur ces trois cours d'eau. Ils sont indiqués sur l'extrait de carte en annexe et dénommés A1 et A2 pour oued Amor, B1 et B2 pour oued Merista et C pour oued Ghomd Zana.
Ce dernier site est situé exactement à cheval sur la frontière et serait de ce fait problématique, alors que les autres sites –et notamment ceux sur l'oued Amor- sont plus intéressants. Ils contrôlent respectivement les superficies suivantes :
- Oued Amor : site A1 = 17.5 km^2; site A2 = 14 km^2;
- Oued Merista : site B1 = 7.5 km^2; site B2 = 6.5 km^2.

Un examen plus poussé sur carte au 1/25.000è a montré que le profil en long de ce dernier oued, trop escarpé, ne permet pas d'ériger une retenue avec un bon rendement. Seul oued El-Amor offre cette possibilité.

Les caractéristiques hydro-morphométriques des sites potentiels de barrages collinaires seront étudiées et résumées plus loin.

3.1.2 Oueds de la région nord de la Délégation de Ghardimaou

Il s'agit des bassins versants et affluents des deux oueds frontaliers Bougouss-amont et Melkeir – Eddir.

Le premier oued, Bougouss, coule en Algérie mais reçoit les deux affluents tunisiens oued Berla et oued Messlène qui devient oued Mermel plus en aval.

L'oued Melkeir (ou Diroug, ou Irouk) coule lelong de la frontière avec l'Algérie puis conflue avec oued Ed-dir pour alimenter l'oued Bouhjar en Algérie.
L'oued Melkeir est alimenté en grande partie par les affluents qui drainent son versant tunisien et qui sont du nord au sud :
- oued Sidi Amara,
- châabet Es-Sersir,
- châabet Touat,
- châabet Feid Laâress.

Le bassin versant d'oued Ed-dir est quant à lui entièrement situé en territoire tunisien.

3.1.2.1 Bassin amont de l'Oued Bougouss

L'oued Bougouss coulant en Algérie est un affluent important de l'oued Kébir – Annaba. Il prend sa source en Tunisie dans la région de Azib El-Mroug, région tout en relief. La partie tunisienne du bassin de l'oued Bougouss (23 km^2) est drainée par oued Messlène et un affluent important, l'oued Berla. L'oued Messlène longe la frontière et reçoit du côté du versant tunisien plusieurs tributaires dont, outre oued Berla, châabet El-Mroug. Parmi les affluents qui drainent le versant algérien nous citons châabet Oum Ed-Rab et châabet El-Fouar.

La ligne de crête de ces bassins passe par les monts suivants :
- En Tunisie : Kef El-Anz à l'ouest; Jebel Oum Eddis (1106 m) au sud-ouest; Kef Bou Hammoud (1096 m) et Statir (1150 m) au sud; Fejij (896 m) au sud-est; Kef ed-Deboua (956 m), Sraï El-Majène (963 m) et Kef Nsoura (1029 m) à l'Est; Kef El-Berla (977 m) et Jebel El-Borra (1207 m) au nord-est.
- Sur la frontière : Khanguet Bou Addeb (1086 m) au nord-est; Kef Maza Bou Guergour (877 m) et Kef ech-Chabet (723 m) au nord.
- En Algérie : jebel Argoub El-Krian (921 m) et dir. (1041 m) au nord-est; Tellet El-Ouahchia (957 m) à l'ouest.

La superficie totale du bassin est de 31 km^2. La partie tunisienne a une superficie de 23 km^2. Le périmètre du bassin est de 30 km ce qui donne un coefficient de compacité de 1.51 traduisant la forme allongée du bassin. La longueur du rectangle équivalent est de 12.5 km. L'hypsométrie du bassin versant lui donne une dénivelée spécifique de 219 m ce qui le classe dans les reliefs assez forts.

3.1.2.2 Oueds Melkeir et Ed-Dir

Situé au sud-ouest de l'ensemble des bassins frontaliers de la région du Bec-de-canard, le bassin des oueds Melkeir et Ed-dir a une superficie totale de 81 km^2 dont 16 km^2 pour le versant algérien alimentant l'oued Melkeir. Celui-ci s'écoule en effet en territoire tunisien le long de la frontière au pied des Jebels Oust, Bounab et Tellet Ouahchia en Algérie. Il conflue au niveau de la frontière avec oued Ed-dir qui draine un bassin situé entièrement en Tunisie. Les oueds Melkeir et Ed-dir alimentent en Algérie l'oued Bou Hadjar qui est un affluent important de l'oued Kébir –sud (bassin d'oued Barbara).

Le bassin total des deux oueds Melkeir et Ed-dir a une superficie de 81 km^2 et un périmètre de 41 km, ce qui donne un coefficient de forme Kc = 1.27 traduisant la forme peu allongée du bassin.
Les autres caractéristiques physiques sont déduites de l'hypsométrie du bassin. La dénivelée spécifique, égale à 372 m, classe ce bassin versant dans la classe de relief assez fort.

3.2 Hydrologie

3.2.1 Pluviométrie

La région frontalière de l'extrême nord-ouest tunisien appartient à la zone la plus pluvieuse du pays où la pluviométrie moyenne annuelle dépasse les 1000 mm.

Dans son étude précitée, Kallel procède à une étude régionale par années-stations basée sur une dizaine de pluviomètres allant de Aïn Drahem au nord (altitude 715 m) à Feija au sud (altitude 730 m) et trouve une moyenne régionale de 1237 mm par année.
Pour le bassin versant d'oued Bougouss-amont, dont l'altitude médiane est de 815 m avec un maximum culminant à 1203 m, la valeur de 1270 mm adoptée par Kallel est parfaitement représentative.

L'étude de Kallel a retenu 1160 mm comme pluviométrie annuelle sur le bassin versant d'oued Melkeir, ce qui se rapproche de la moyenne inter-annuelle de la station de Feija d'altitude similaire et assez proche (5 à 6 km de la limite Est du bassin).
Cette dernière station pluviométrique est représentative de la pluviométrie régnant dans la sous-région du Bec-de-canard, c'est à dire pour les sous-bassins versants d'oued Melkeir.

Enfin, les études des barrages Zerga et Kébir-Tabarka avaient retenu une pluviométrie annuelle -basée sur les observations à Aïn Drahem et Tabarka- de respectivement 1150 mm et 1270 mm, traduisant un plus grand poids de la station pluviométrique de Tabarka, côtière et à une altitude plus faible.
C'est cette dernière station avec une moyenne inter-annuelle de 1100 mm qui servira de référence pour la pluviométrie sur les trois bassins situés à l'ouest de la ville de Tabarka.

3.2.2 Apports annuels

L'évaluation des apports moyens annuels des cours d'eau frontaliers s'écoulant vers l'Algérie se basera sur l'application de coefficients d'écoulement régionaux, déterminés à partir des

connaissances acquises sur d'autres cours d'eau de la région. Les observations hydro-pluviométriques effectuées sur les oueds Kébir-Tabarka, Ellil, Rhezala et Barbara ont donné, selon Kallel, les valeurs suivantes pour le coefficient d'écoulement :

- Kébir-Tabarka Ké = 29%
- Ellil Ké = 45%
- Rhezala-Fernana Ké = 35%
- Barbara Ké = 36%.

Les valeurs obtenues sont assez fiables car obtenues à partir de séries d'observations variant de 13 années (Barbara) à 44 années pour les deux premiers oueds (Kébir : 21 observées, 23 reconstituées).
D'autre part, les bassins de ces quatre oueds encadrent du nord au sud les bassins frontaliers étudiés et présentent par ailleurs une certaine similitude avec eux aussi bien au niveau des caractéristiques physiques que des régimes pluviométriques. Il est donc possible de considérer avec Kallel comme valeur régionale du coefficient d'écoulement la moyenne des valeurs ci-dessus, soit Ké = 36.5%.
Ces valeurs des coefficients d'écoulement présentent donc une approche fiable du phénomène du ruissellement de surface dans les bassins considérés en tenant compte implicitement des pertes (évapotranspiration, rétention par la végétation, infiltration, etc.) entrant en jeu dans la conversion des précipitations en lames ruisselées.

Pour mieux affiner les estimations des apports moyens annuels des oueds frontaliers étudiés, nous adopterons dans la présente étude deux valeurs : 36.5% pour la région du Bec-de-Canard et 27% (observée à Oued Zerga-Tabarka) pour les trois oueds à l'ouest de la ville de Tabarka.

Les apports annuels ainsi déterminés sont reportés dans les tableaux figurant en annexe.

3.2.3 Etude des crues

3.2.3.1 Nécessité d'une approche régionale

Il s'agit d'obtenir des hydrogrammes de crue pour des périodes de retour variant entre T = 10 ans et T = 1000 ans. La détermination des débits instantanés Qp(T) se fait d'habitude par analyse statistique des séries (Qp)j des débits maximaux instantanés annuels. Il convient de noter cependant que la taille des échantillons limite la portée de l'extrapolation autorisée par cette même taille. Par exemple, l'ORSTOM déconseille d'extrapoler au-delà de T = 100 à 500 ans selon le degré d'irrégularité du climat . Il est donc obligatoire de recourir à l'analyse régionale en vue de disposer d'échantillons d'une taille significative et permettant d'extrapoler jusqu'à T = 1000 ans.

Parmi les nombreuses méthodes permettant d'évaluer avec une précision acceptable Qp(T), on peut retenir une approche qui a été employée à de nombreuses reprises sous des climats très variés : la méthode des années-stations. Dans la méthode des années-stations, on commence par s'affranchir de l'effet de taille des bassins. Pour cela on peut définir soit la grandeur Yj = Qpj/Me, Me étant la médiane des Qp de la station considérée, soit le coefficient de Francou-Rodier K(Qpj). Une fois définis les Yj ou Kj, on les regroupe en un échantillon unique et on les analyse statistiquement. Si le nombre de stations est important, on peut

disposer alors de plusieurs centaines d'années-stations ce qui rend plus robuste l'extrapolation à T = 1000 ans ou même T = 10000 ans.

Dans ce qui suit et vu l'absence de mesures directes de débits sur les oueds étudiés, la méthode des années-stations a été appliquée aux variables Kj. Enfin, on a obtenu les formes d'hydrogrammes par analogie avec les formes observées pour les crues des bassins expérimentaux de la région de Sejnane, étudiés par l'ORSTOM (Etude "Analyse et modélisation des écoulements sur des bassins dans le Nord tunisien", D. Ibiza, ORSTOM, 1983).

3.2.3.2 Base de Données et Transposition aux oueds étudiés

L'étude des crues des oueds de l'extrême Nord-Ouest est effectuée par la méthode des années-stations. Les débits de pointe Qp de 7 bassins versants sont utilisés et présentent les caractéristiques suivantes : Bou Heurtma (282 km²), Melah (315 km²), Kasseb (103 km²), Kébir-Pt.Tabarka (165 km²), Zerga (60 km²), Barbara (108 km²) et Rhezala (138 km²).

Le tableau en Annexe résume l'échantillon total qui représente 153 années-stations. Il en a été dérivé les coefficients de Francou-Rodier correspondants. Plusieurs études précédentes avaient déjà conclu à l'homogénéité régionale du coefficient K pour les bassins versants de l'extrême nord tunisien (cf. Dossier hydrométrique de l'Oued Zerga (Kébir-Tabarka), Kallel, DGRE). C'est ce qui justifie davantage le recours à l'analyse régionale pour la détermination des coefficients K(T) de Francou-Rodier devant servir pour l'estimation des débits de pointe maximaux annuels Qp(T).

3.2.3.3 Analyse Statistique des débits de Pointe

Pour la série des 153 coefficients de Francou-Rodier, on commence par reconstituer les débits de pointe des 12 bassins versants à la frontière des oueds étudiés. Ensuite et pour les séries ainsi obtenues, est effectué un traitement statistique puis un ajustement à des lois connues. Il est communément admis que pour les débits instantanés maximaux annuels les lois les mieux indiquées sont celles de Gumbel et de Galton (Log.normale). Les ajustements obtenus à une loi de Gumbel, figures en annexe, donnent des coefficients de corrélation $r^2 > 0.94$. Par contre, l'ajustement pour une loi de Galton n'est pas satisfaisant.

Les équations retenues sont de la forme : $Qp(T) = a \cdot u(T) + b$

Les débits de pointe reconstitués pour différentes périodes de retour sont donnés dans le tableau en annexe.

3.2.3.4 Hydrogrammes de Crue

En l'absence d'enregistrements de crues aux sites étudiés, on utilise les observations limnigraphiques des crues enregistrées aux sites voisins. Des hydrogrammes de crues d'Oued

Zerga ont été analysés dans le " Dossier hydrométrique de l'oued Zerga (Kébir-Tabarka) " (Kallel, DGRE). Ces analyses de forme de ces hydrogrammes, reprises dans l'étude Coyne-et-Bellier de 1994, ont permis d'adopter un hydrogramme-type adimensionnel (Q/Qp) pour différentes périodes de retour au site du barrage de Zerga. Cet hydrogramme peut être adopté sans grand risque d'erreur comme hydrogramme-type régional mais seulement pour des bassins versants de taille similaire à cet oued, soit plusieurs dizaines de km^2. La même conclusion va pour l'hydrogramme-type adopté pour l'oued Barbara (Etude SNC du barrage Barbara).

Pour les oueds frontaliers objet de l'étude et à l'exception d'oued Ed-Dir (36,85 km^2), la taille des bassins versants à la frontière ne dépasse guerre les 10,5 km^2 et l'on ne peut donc utiliser l'hydrogramme-type de Zerga. L'étude de Ibiza de l'ORSTOM a été menée, quant à elle, sur des petits bassins versants de la région de Sejnane dont la taille varie de 0,311 km^2 à 13,9 km^2. Exposés à une pluviométrie annuelle variant de 800 à 1000 mm, ces bassins expérimentaux appartiennent au sous-étage humide inférieur dans la classification de Bortoli, soit le même sous-étage des bassins de la région du "Bec-de-Canard"; de même qu'ils présentent un Indice de continentalité de Gorszinsky identique à celui des bassins étudiés (cf. Etude Ibiza). Les bassins expérimentaux de Sejnane ont alors été considérés comme représentatifs des bassins versants étudiés de l'extrême Nord-Ouest.

D'après Ibiza, les hydrogrammes de crue des bassins ORSTOM de Sejnane sont caractérisés par les paramètres de forme suivants :

$$Q_{max} / Q_{moy} = 3 \qquad \text{et :} \qquad t_{base} / t_{montée} = 3.$$

Ce qui donne le volume des crues : $V = Q_{moy} \times t_b = Q_{max} \times t_c$,

en assimilant $t_b = t_c$, temps de concentration du bassin versant déterminé par la formule de Giandotti.

Les tableaux en annexe résument les débits caractéristiques et les volumes des crues de différentes fréquences pour les 15 bassins étudiés, déterminés selon l'approche régionale ci-dessus.

4 PRESENTATION DES PROJETS DE TRANSFERT

Les schémas et repérages abrégés des projets de transfert sont présentés sur les vues en plan des pièces dessinées N° H1 et N° H2 ci-joints. Leur faisabilité, conception, et description, sont données en détail dans les paragraphes ci-dessous.

4.1 Conception et faisabilité des ouvrages de transfert

La faisabilité des divers ouvrages de transfert envisagés ne pose aucun problème eu égard aux faibles contraintes au sol exercés par ceux-ci, et à la nature géologique des terrains de fondation.

C'est le cas des conduites de transfert, qui pourront être, soit enterrées à flancs de versant, soit posées et ancrées sur des massifs-berceaux. La frange superficielle d'altération des terrains d'assise, qui est le plus souvent argileuse, sera décapée préalablement.

Les ouvrages de prise seront quant à eux de deux types :

- Pour la zone nord de la Délégation de Ghardimaou, la topographie escarpée et les pentes raides des versants, incitent à regrouper en un seul ouvrage (structure unique), l'ouvrage de dérivation et la prise.

Cet ouvrage aura deux géométries différentes selon qu'il s'agit d'un ouvrage de dérivation uniquement, ou d'un ouvrage de dérivation et de refoulement :

a) Les ouvrages de dérivation seront conçus comme suit :

   - Au droit du point d'implantation, et en travers de la châabat concernée, un ouvrage de dissipation d'impact permettra de dissiper l'énergie cinétique de l'eau en vitesse du fait de la nature torrentielle des écoulements.

   - Un bassin d'équilibre de l'écoulement et d'accumulation des eaux alimentera les conduites d'adduction.

   - Un seuil haut sera ménagé dans ce bassin pour restituer une partie des eaux dérivées. Ce seuil mince sera suivi d'un radier amortisseur.

b) Les ouvrages de dérivation et de refoulement seront conçus comme suit :

   - On y trouvera également, au droit du point d'implantation, et en travers de la châabat concernée, un ouvrage de dissipation d'impact permettant de dissiper l'énergie cinétique de l'eau en vitesse.

- Il débouchera sur un bassin d'équilibre de l'écoulement et d'accumulation des eaux, qui alimentera la bâche d'aspiration.

- La bâche d'aspiration sera surmontée du local du groupe de pompage.

- Un seuil haut sera ménagé dans le bassin d'accumulation pour restituer une partie des eaux dérivées.

Au point de vue de la fondation de cette structure unique, un radier généralisé ancré au moyen de tirants passifs permettra de reprendre les efforts générés par l'impact des eaux. Cette disposition sera est nécessaire du fait de la nature parfois argileuse ou des caractéristiques mécaniques médiocres des terrains d'assise.

Il est à noter enfin que l'ouvrage de dissipation d'impact est un ouvrage classique dont le dimensionnement se fait aisément.

• Pour les ouvrages de dérivation et de prise sur les Oueds Dar Rhnem et Roum Dezenna, la configuration en vallée de leur zone d'implantation, et leur faible hauteur et encombrement, font qu'ils seront de type classique en rivière : seuil de dérivation en gabions et ouvrage d'amenée et de prise pour le refoulement, en béton armé.

Deux ouvrages de retenue de plus grande envergure s'insèrent enfin dans les aménagements de transfert envisagés, qui sont :

♦ Le barrage sur l'Oued Ed-Dir dans le Gouvernorat de Jendouba et proche de la frontière Tuniso-Algérienne. La présente étude s'est basée sur le site et la taille retenus dans l'étude d'Avant Projet Sommaire établie par le Groupement de Bureau d'études « C.N.E.A » et « VIZITERV » de Juin 2000.

Ce barrage comprend une digue en terre zonée de 45 m de hauteur, un ouvrage latéral d'évacuation des crues, et les autres ouvrages annexes classiques. La cote de retenue normale est calée à la cote 426,5 NT, correspondant à un volume stocké de 12,9 hm^3.

♦ Un barrage sur l'Oued El-Amor, implanté dans un resserrement topographique à la cote 55 NGT, et qui pourra pour une hauteur de 20 m emmagasiner un volume de l'ordre de 2,9hm^3. La superficie inondée est de 58 Ha environ.

La présence d'alluvions en vallée en quantité suffisante penche pour le parti d'une digue en terre zonée, les ouvrages d'évacuation et de prise étant naturellement assis en rive sur la fondation rigide.

4.2 Projet de transfert T1

Ce projet consiste en un transfert vers le bassin tunisien des apports des bassins frontaliers BV22 drainé par l'oued EDDIR. Sur ce dernier, un barrage est à aménager dans le but de contrôler une partie du bassin BV22, dénommé S22.

Le projet de transfert des apports arrivant dans le barrage S22 se décline en deux variantes :

- Une variante par conduite de refoulement (TP1) Ø700 mm, prenant l'eau de la retenue du barrage à la cote minimum de 400 NGT et la restituant au col séparant les bassins frontaliers et les bassins tunisiens, aux environs de la cote 570 NGT. La longueur de refoulement est de l'ordre de 2010 m.

- Une variante par tunnel souterrain (TT1) Ø2000 mm, ayant une longueur de l'ordre de 4010 m pour franchir le col de séparation. Le tunnel part de la cote minimum 400 NGT et restitue les eaux dérivées de la retenue à la cote 380 NGT.

4.3 Projet de transfert T2

Le Projet de transfert T 2 correspond à un renforcement du Projet de transfert T 1, par le transfert des apports de l'oued SIDI AMARA et des affluents de l'oued IROUK vers la retenue du barrage S22 aménagé sur l'oued EDDIR.

Le Projet de transfert T 2 permet donc en association avec le Projet de transfert T 1, d'accroître les volumes transférables de ce barrage vers les bassins tunisiens.

Il comporte d'amont en aval :

- Le seuil de prise (S15) qui reçoit les apports du BVS15, sous-bassin du BV15[1].

- La conduite gravitaire TC2.1 Ø700mm de longueur 1750 m environ, partant du seuil S15 à la cote 680 NGT et arrivant au seuil S16 à la cote 640 NGT.

- Le seuil S16 qui reçoit les apports du bassin BVS16 (sous-bassin du BV12) ainsi que les débits transités par la conduite TC2.1 et qui sert de prise d'eau pour une deuxième conduite gravitaire TC2.2.

- La conduite gravitaire TC2.2 Ø1000mm de longueur 2450 m environ, partant du seuil S16 à la cote 640 NGT et arrivant au seuil S18 à la cote 620 NGT.

- Le seuil S18 qui reçoit les apports du bassin BVS11 (sous-bassin du BV12) ainsi que les débits transités par la conduite TC2.2.

A partir de ce dernier, trois variantes de transferts vers le bassin BVS22 sont envisagées :

- Une variante d'adduction gravitaire par conduite (TC2.3) Ø1200mm, de longueur de l'ordre de 6830 m, partant de la cote 620 IGT et débouchant dans le barrage qui contrôle le bassin BVS22, à la cote 440.

[1] Les bassins versants S10 à S22 sont délimités en jaune dans la vue en plan jointe en annexe. Les sous-bassins drainés par les différents seuils projetés sont délimités en vert.

- Une variante d'adduction par conduite de refoulement (TP2) Ø1500mm, ayant une longueur de l'ordre de 1 660 m. Cette conduite part de la cote 620 NGT et restitue les eaux refoulées au col du bassin BVS22 contrôlé par le barrage, à la cote 820 NGT.
- Une variante d'adduction gravitaire par tunnel souterrain (TT2) Ø2000mm, ayant une longueur de l'ordre de 2330 m, partant de la cote 620 IGT et restituant les apports dérivés à la cote 600 NGT dans l'un des affluents amont de l'oued EDDIR, contrôlé par le barrage.

4.4 Projet de transfert T 1+2

Le Projet de transfert T 2 n'aura une raison d'être que s'il est combiné avec l'une des variantes du Projet de transfert T 1 afin de permettre le transfert des apports de l'oued SIDI AMARA et des affluents de l'oued IROUK vers le bassin tunisien après passage par la retenue du BVS22. Le projet dénommé « Projet de transfert T1+2 » correspond alors à cette combinaison, en considérant pour le Projet de transfert T 2, la variante de transfert par tunnel qui apparaît la plus intéressante économiquement à ce stade (voir §6.2).

4.5 Projet de transfert T 3

Ce projet correspond au transfert des apports de l'oued BERLA et de ses affluents MERMEL et MESSALENE.

Il comporte d'amont en aval :

- Le seuil de prise (S13) implanté sur l'oued MESSALENE recevant le BVS13, sous-bassin du BV13.
- La conduite gravitaire TC3.1 Ø500mm, de longueur 450m environ, partant du seuil S13 à la cote 720 NGT et arrivant au seuil S12 à la cote 700 NGT.
- Le seuil S12 qui reçoit les apports du bassin BVS12 (sous-bassin du BV12) ainsi que les débits transités par la conduite TC3.1. Ce seuil sert de prise d'eau pour une deuxième conduite gravitaire TC3.2.
- La conduite gravitaire TC3.2 Ø800mm, de longueur 1360m environ, partant du seuil S12 à la cote 700 NGT et arrivant au seuil S11 à la cote 680 NGT.
- Le seuil S11 qui reçoit les apports du bassin BVS11 (sous-bassin du BV12) ainsi que les débits transités par la conduite TC3.2. Ce seuil sert de prise d'eau pour une troisième conduite gravitaire TC3.3.
- La conduite gravitaire TC3.3 Ø900mm, de longueur 3090m environ, partant du seuil S11 à la cote 680 NGT et arrivant au seuil S10 à la cote 620 NGT.
- Le seuil S10 qui reçoit les apports du bassin BVS10 (sous-bassin du BV10) ainsi que les débits transités par la conduite TC3.3.

- Enfin l'adduction de transfert vers les bassins tunisiens à partir du seuil S10, soit par tunnel souterrain (TT3) Ø2000mm de 2600 m de long, partant de la cote 640 NGT et arrivant à la cote 620 NGT ; soit par conduite de refoulement (TP3) Ø1700mm de 1030 m de long, partant de la cote 620 NGT et arrivant à la cote 920 NGT .

4.6 Projet de transfert T4

Il concerne le transfert des eaux de l'Extrême-Nord Ouest Tunisien du Bassin versant frontalier de l'Oued Roum Dezenna, vers le Bassin versant de l'Oued Merista.

Le transfert d'une partie des apports du bassin BV23 sera réalisé au moyen d'un seuil (S19) implanté à quelques kilomètres en amont de l'embouchure, à la cote 70 NGT.

Une conduite de refoulement (TP4) Ø600 mm, prenant l'eau dérivée, la restituera au col près de la Grotte Ragoubet El Gounna à la cote 338 NGT. La longueur de refoulement est de l'ordre de 2332 m. L'eau transférée s'écoulera gravitairement dans une châabat du bassin versant de l'Oued Merista.

A signaler que la variante transfert par tunnel a été examinée. La longueur importante à creuser de la galerie (3,5 km) et les volumes modestes à transférer pénalisent fortement cette variante, qui a été, à l'issue de la comparaison économique, écartée.

4.7 Projet de transfert T5

Il concerne le transfert des eaux de la majeure partie des apports de l'Oued Dar Rhnem drainé par un bassin du Nord Ouest Tunisien de 7,5 km2, vers le Bassin versant de l'Oued El Amor.

Le transfert d'une partie des apports du bassin BV24 sera réalisé au moyen d'un seuil (S20) implanté également à quelques kilomètres en amont de l'embouchure, à la cote 50 NGT.

Une conduite de refoulement (TP5) Ø 700 mm, prenant l'eau dérivée, la restituera au col près du Kef El Hammam Melloula à la cote 292 NGT. La longueur de refoulement est de l'ordre de 1082 m. L'eau transférée s'écoulera gravitairement dans une châabat de la zone amont du bassin versant de l'Oued El Amor.

Pour ce projet également, la variante transfert par tunnel a été examinée. La longueur importante à creuser de la galerie (4 km) et les volumes modestes à transférer pénalisent fortement cette variante, qui a été, à l'issue de la comparaison économique, écartée.

4.8 Projet de transfert T6

La proposition de ce projet de transfert émane naturellement de la proximité de la conduite d'interconnexion de Zerga-Kébir-Moul de l'Oued El-Amor.

La recherche de site de retenue sur cet Oued a permis de dégager 2 sites potentiels, parmi lesquels le site amont (S21) a été retenu du fait de son meilleur rendement topographique.

Pour permettre une meilleure compensation des apports, il a été conféré à la digue une hauteur de 20 m environ, qui stockera un volume de 2,9 Mm^3. On pourra ainsi mobiliser 0,7 fois le module environ.

La restitution des eaux vers le Barrage Kébir sera réalisée par la conduite de refoulement TP6 de diamètre Ø 1000 et de longueur 6 km environ, puis par le tronçon amont de l'adduction Kébir-Moula (à partir du point de piquage à la cote 75 NGT environ).

Le refoulement par pompage est nécessaire du fait du dénivelé important entre le barrage El-Amor et le Barrage Kébir.

5 CRITERES TECHNIQUES ET DONNEES DE BASE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES PROJETS DE TRANSFERT

Les critères techniques qui ont servi pour le dimensionnement des ouvrages sont les suivants.

5.1 Nature des conduites

Les conduites de refoulement faisant l'objet de cette étude sont, soit en béton précontraint ou en fonte. Le choix dépend du diamètre et de la pression maximale de service (PMS) :

	PMS≤15 bars	15<PMS≤18 bars	PMS>18 bars
DN≤800 mm	BP	BP	Fonte
DN>800 mm	BP	Fonte	Fonte

5.2 Calcul des pertes de charge

Les pertes de charges linéaires dans les différentes adductions ont été calculées en utilisant la formule de Manning-Strickler. Compte tenu du fait qu'il s'agit de transiter des eaux de pluie qui peuvent être relativement chargées, le coefficient de Strickler a été limité à 60. On considère en outre, du fait de cette valeur défavorable, que les pertes de charge singulières le long des conduites sont prises en compte dans les calculs.

5.3 Débit de dimensionnement des ouvrages d'adduction

5.3.1 Débits et volumes d'apports

Les bassins versants BVS des différents seuils de prise ont été délimités sur la vue en plan ci-après en vert.

Vu que les seuils aménagés dans les différents bassins (à l'exception du BVS22) ne possèdent pas de capacité de stockage et ne représentent par conséquent que des prises au fil de l'eau, le dimensionnement des adductions est effectué sur la base des débits d'apport à l'échelle journalière.

Selon ce principe, le dimensionnement et l'évaluation des coûts des trois projets de transfert doivent être établis avec la plus grande attention afin que les résultats soient les plus précis et les plus fiables possibles.

A ce stade et au vu des données hydrologiques disponibles et dégagées, l'approche adoptée pour l'estimation des débits et volumes d'apports de crue s'est basée sur l'expérience du projeteur par comparaison avec des bassins hydrologiquement et géologiquement similaires. Il s'agit d'une approche réaliste mais qui est justifiée dans le chapitre correspondant.

Etant donné la pluviométrie abondante dans la région qui atteint des moyennes de l'ordre de 1200 mm/an, on peut affirmer que l'essentiel des apports des bassins étudiés s'étale sur une

longue période de la saison humide. Ils proviennent majoritairement de pluies continues, plutôt que crues intenses et brèves.

C'est la raison pour laquelle, l'hypothèse admise considère que la plus grande partie de l'apport annuel d'un bassin est répartie sur un minimum de 60 jours de pluie, et que le temps de concentration des pluies s'étale sur un minimum de 6 h.

Les résultats de cette évaluation assez réaliste à notre avis mais qui mérite encore une fois une analyse plus fine, sont donnés dans les tableaux suivants, pour les différents bassins étudiés :

Bassins du Projet de transfert T 2

N° de BV	15	16	18
Superficie BV (km2)	4	3.7	8.2
Apport moyen annuel du bassin BV Mm3)	1.7	1.57	3.49
Superficie du BVS du seuil (km2)	2.49	2.75	4.28
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1.06	1.17	1.82
Apport journalier du bassin BVS Aj (m3)	17615	19450	30373
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	0.82	0.90	1.41

Bassins du Projet de transfert T 3

N° de BV	13	12	11	10
Superficie BV (km2)	1.50	3.60	6.30	10.50
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	0.64	1.55	2.93	4.88
Superficie du BVS du seuil (km2)	1.40	2.33	1.21	5.69
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	0.60	1.00	0.56	2.64
Apport journalier du bassin BVS Aj (m3)	9943	16707	9377	44052
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	0.46	0.77	0.43	2.04

Bassins du Projet de transfert T 4

N° de BV	**23**
Superficie BV (km2)	4,80
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	1,41
Superficie du BVS du seuil (km2)	4,60
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1,35
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	22521
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	1,04

Bassins du Projet de transfert T 5

N° de BV	**24**
Superficie BV (km2)	7,50
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	2,20
Superficie du BVS du seuil (km2)	6.65
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1.95
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	32474
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	1.50

Bassins du Projet de transfert T 6

Apport moyen annuel du (Mm3)	2,87
Apport journalier du bassin (Mm3)	47833
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	2,21

5.3.2 Débit de dimensionnement des conduites gravitaires et de refoulement

Pour les projets T2 et T3 et pour une adduction par conduite gravitaire (TC) ou de refoulement (TP) dont la prise est située sur un seuil donné S, le débit de dimensionnement retenu est de l'ordre du débit d'apport journalier Qj du bassin BVS et des éventuels autres bassins BVS amont, connectés par conduites au même seuil S.

Cela veut dire que les projets de transfert sont dimensionnés de manière à pouvoir transférer l'intégralité des apports annuels des bassins versants des seuils aménagés. Mais étant donné qu'il reste toujours une probabilité pour qu'une partie des apports des bassins puisse arriver dans certaines périodes sous forme de crue trop forte pour pouvoir être transitée intégralement à partir des seuils, les valeurs des volumes d'apports estimés dans les tableaux précédents feront l'objet d'un test de sensibilité dans l'analyse économique pour l'évaluation du coût de revient du m3.

En ce qui concerne le Projet de transfert T 1, sachant qu'il dispose d'une réserve de stockage créée par le barrage S22 assez importante pour assurer correctement la compensation des débits d'apport, l'adduction TP1 a été équipée à ce stade pour un débit réduit à 1 m3/s.

5.3.3 Débit de dimensionnement des tunnels

On suppose que les tunnels souterrains faisant l'objet de cette étude (TT1, TT2 et TT2) ont un diamètre minimum de 2 m et ce, pour des commodités pratiques et usuelles d'accès des machines et du personnel pendant la phase d'exécution et d'exploitation. Les tunnels sont supposés revêtus en béton sur 20 cm d'épaisseur. Leur calage est choisi également de manière à pouvoir transiter gravitairement les apports atterrissant au niveau de leur prise amont. Il s'avère compte tenu du diamètre minimum de ces tunnels, que leurs capacités de transit sont élevées par rapport aux débits des apports qu'ils ont à transférer (voir annexe).

5.4 Implantation et caractéristique des seuils

L'implantation des seuils envisagés dans cette étude a été choisie selon les critères suivants :

- Drainer la plus grande surface possible du bassin versant BV sur lequel le seuil est implanté (surface délimité en jaune).
- Limiter la hauteur du seuil à moins de 10 m
- Donner suffisamment de charge aux conduites gravitaires de liaisons inter-seuils.

Les seuils seront conçus en ouvrage d'impact pour garantir une plus grande rétention des eaux et y ménager les prises des adductions de transfert.

5.5 Dimensionnement des conduites gravitaires et de refoulement

5.5.1 Conduites gravitaires

Le diamètre de chaque conduite gravitaire a été choisi de manière à consommer le maximum de la charge disponible entre amont et aval, mais tout en limitant les vitesses d'écoulement à moins de 3 m/s.

Les tracés des conduites devront être choisis de sorte à ce que les profils en long soit régulièrement descendants. Cela permettra d'éviter d'avoir des points bas favorisant le dépôt de sédiments pouvant être abondants compte tenu de la nature des sols.

Le choix du tracé de chaque conduite gravitaire est fait de manière à garder en tout point, une charge d'au moins 5 mce en régime dynamique.

D'autres variantes en canal à ciel ouvert ou en conduite gravitaire de faible pression de service, ou par combinaison des deux, peuvent être envisagées. Leur coût sera toutefois sensiblement proche de celui des solutions de base présentées.

5.5.2 Conduite de refoulement

Les diamètres des conduites de refoulement correspondent à une vitesse économique de l'ordre de 2.5 m/s

Si l'une des solutions par refoulement est retenue, une analyse pour le choix du diamètre optimal sera effectuée.

Cette analyse sera également faite pour le choix d'une solution de transfert mixte: refoulement + tunnel.

5.6 Récapitulation des volumes inter-annuels transférables

Les volumes inter-annuels pour chacun des projets de transfert envisagés et retenus sont donnés dans les tableaux ci-dessous, ainsi que les débits maximums pouvant être transités :

PROJET DE TRANSFERT T1

Tronçons	TT.1	TP.1
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	8,32	1,00
V annuel (Mm3)	17,78	17,78

PROJET DE TRANSFERT T2

Tronçons	TC 2.1	TC 2.2	TC 2.3	TP 2	TT 2
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,82	1,69	3,10	4,50	4,50
V annuel (Mm3)	1,06	2,19	4,01	5,84	5,84

PROJET DE TRANSFERT T1-2

Tronçons	TC 2.1	TC 2.2	TC 2.3	TP 2	TT 2	TT 1
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,82	1,69	3,10	4,50	4,50	8,32
V annuel (Mm3)	1,06	2,19	4,01	5,84	5,84	23,61

PROJET DE TRANSFERT T3

Tronçons	TC 3.1	TC 3.2	TC 3.3	TP 3	TT 3
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,46	1,23	1,67	3,71	3,71
V annuel (Mm3)	0,60	1,60	2,16	4,80	4,80

PROJET DE TRANSFERT T4

Tronçons	TP.4
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,18
V annuel (Mm3)	1,35

PROJET DE TRANSFERT T5

Tronçons	TP.5
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,28
V annuel (Mm3)	1.95

PROJET DE TRANSFERT T6

Tronçons	TP6
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	1,00
V annuel (Mm3)	2,87

6 CRITERES ECONOMIQUES

6.1 Coût de conduites

Les prix d'ordre utilisés pour l'estimation des coûts des conduites sont ceux appliqués sur le marché local et sont résumés dans le tableau ci-après. Ils sont exprimés en valeurs HTVA et correspondent aux conditions économiques de l'année 2002.

Diamètre	Béton armé précontraint					Fonte
	PMS5	PMS10	PMS12	PMS15	PMS18	
500	104	116	122	132	140	444
600	116	119	138	169	181	660
700	146	152	155	177	200	902
800	158	166	179	185	235	1087
900	248	255	263	277		1287
1000	296	305	315	324		1504
1100	349	357	365	377		1740
1200	405	413	422	433		2315
1400	599	606	607	608		3112
1500	631	639	640	641		3479
1600	670	678	680	680		3866
1700	756	766	767	768		4364

PMS = Pression maximale de service (en bar)

6.2 Coût de tunnels souterrains

Le coût d'ordre utilisé pour l'estimation des coûts des tunnels souterrains est de 2200 DTU/ml/HTVA. Cette valeur est issue des estimations moyennes dégagées pour des projets de construction de galeries de diamètres voisins de 2 m, réalisés soit en Tunisie, soit au Maroc. Pour ces deux pays, il s'est avéré que les coûts linéaires de ce type d'ouvrage sont en effet très proches.

Dans le calcul du prix de revient du m3 d'eau, une analyse de sensibilité a été faite sur les coûts des tunnels, pour tenir compte des aléas importants liés à la réalisation de ce type d'ouvrage. Et ce, en faisant varier le coût au mètre linéaire entre 2200 et 2900 DTU/ml.

6.3 Coût des seuils

Les coûts des seuils, y compris ceux de l'extrême Nord-Ouest, ont été estimés sur la base d'un coût de 1 MDTU/seuil qui se veut réaliste, compte tenu de la complexité de ce type d'ouvrage et des sollicitations dont il est l'objet.

Le coût du barrage de stockage aval S22 n'est pas à prendre en compte du fait que sa réalisation est prévue indépendamment du projet de transfert.

Le coût du barrage collinaire de stockage S21 a été estimé à 2 MDT.

6.4 Coût des stations de refoulement

6.4.1 Coût des équipements

Le coût des équipements des stations de pompage (y compris les groupes de secours) dépend de la puissance installée. Il est exprimé par la formule suivante :

$C(kDTU) = 0,14*203,050\ P^{0.507}$ (kw)

Ce coût ne prend pas en compte celui des lignes électriques pour lesquelles il faudra arrêter préalablement la provenance et les longueurs.

6.4.2 Coût du génie civil :

Le coût du génie civil des stations de pompage est évalué au tiers du coût des équipements. L'ordre de grandeur en découlant est à chaque fois vérifié et validé en regard de ce type d'ouvrage et des conditions difficiles de sa fondation.

6.5 Frais d'énergie.

Les dépenses d'énergie correspondent :

- à la prime fixe qui est de 3,6 DT/kWh/An,
- aux consommations d'énergie au coût moyen du kWh: e = 0,06 DT/kWh.

La prime fixe est déterminée à partir de la puissance installée en KVA, avec un cos $\Phi = 0,80$.

Les consommations d'énergie sont évaluées en fonction des volumes annuels pompés, des hauteurs manométriques totales de refoulement et du rendement global des installations de pompage, pris égal à 75%.

7 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET COUTS DES OUVRAGES DIMENSIONNES.

Les caractéristiques des ouvrages de transfert et leurs coûts sont donnés en annexes 1, 2, 3, 4, 5 et 6 respectivement pour les projets T1, T2, T3, T1.2, T4, T5 et T6;

8 ANALYSE ECONOMIQUE POUR LE CALCUL DU COUT DE REVIENT DU M3 D'EAU TRANSFERE ET DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE DES PROJETS DE TRANSFERT

La justification économique de chaque projet de transfert est faite par comparaison avec la solution de dessalement de l'eau de mer considérée comme la solution de remplacement.

L'évaluation de la rentabilité économique se fait alors sur la base de la comparaison des dépenses liées à chaque projet de transfert aux dépenses évitées de la solution de remplacement. Et ce, par l'examen de la valeur actualisée nette, du taux de rentabilité interne et du prix de revient du mètre cube d'eau.

8.1 Hypothèses considérées.

Les calculs économiques ont été effectués en adoptant les hypothèses suivantes :

- L'année de mise en service des installations considérée est 2003.
- La durée de vie des ouvrages de génie civil est de 40 ans.
- La durée de vie des équipements de pompage est de 13 ans.
- Les investissements concernant les équipements et les ouvrages de génie civil sont échelonnés à parts égales sur 2 ans.
- Les frais annuels d'entretien et d'exploitation correspondent respectivement à 3% et 1% des coûts d'investissement des équipements et des ouvrages de génie civil.

Les calculs économiques ont été effectués selon la méthode d'actualisation avec l'année de premier investissement comme année de référence.
Les taux d'actualisation retenus sont 8%, 10% et 12%.

Les investissements, dont la durée de vie n'est pas terminée à l'issue de la période d'analyse ou qui ont été renouvelés entre temps, possèdent une valeur résiduelle qui est déduite des dépenses du projet.

Le coût de revient du m^3 d'eau est calculé de la manière suivante :

$$Pm^3 = \frac{C.T.A}{V.L.A}$$

avec C.T.A = coût total actualisé comprenant les coûts d'investissement, les frais d'énergie, d'entretien et d'exploitation.

V.L.A = volume total livré pendant la période de référence pour les calculs économiques (2003/2044)

Les dépenses évitées, associées au projet de dessalement d'eau de mer, sont évaluées sur la base d'un prix de revient estimé en moyenne à 1.5 DTU par mètre cube d'eau dessalée.

Dans la comparaison économique de chaque projet de transfert avec la solution de dessalement d'eau de mer, il est tenu compte uniquement des frais d'énergie nécessaire à la mobilisation de l'eau dessalée à partir d'une installation de dessalement (□0NGT) -qui serait implantée près du barrage littoral de Sidi Barrak- vers le barrage Sejnane (cote 110.02 NGT) qui fait partie du système d'ouvrages de stockage auxquels les eaux du transfert seront destinées ; sachant que l'infrastructure de pompage et d'adduction existante entre ces deux barrages peut servir pour le transfert de la production d'une station de dessalement.

8.2 Résultats des calculs économiques

Les résultats des calculs économiques sont donnés en détail dans les annexes 1 , 2, 3 et 4. Les tableaux suivants en donnent la synthèse.

Projet de transfert T 1

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	**Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)**		
		8%	10%	12%
TP1	**46%**	**0.37**	**0.42**	**0.46**
TT1	**74%**	**0.15**	**0.18**	**0.21**

Projet de transfert T 2

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	**Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)**		
		8%	10%	12%
Variante conduite gravitaire TC2.1+TC2.2+TC2.3	**80%**	**0.13**	**0.16**	**0.19**
Variante refoulement TC2.1+TC2.2+TP2	**18%**	**0.92**	**1.03**	**1.14**
Variante tunnel TC2.1+TC2.2+TT2	**85%**	**0.12**	**0.15**	**0.17**

Projet de transfert T 3

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	**Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)**		
		8%	10%	12%
Variante tunnel TC3.1+TC3.2+TC3.3+TT3	**73%**	**0.15**	**0.18**	**0.21**
Variante refoulement TC3.1+TC3.2+TC3.3+TP3	**12%**	**1.24**	**1.39**	**1.54**

Projet de transfert T 1.2

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
Variante tunnel TC2.1+TC2.2+TT2+TT1	**77%**	**0.14**	**0.17**	**0.20**
Variante refoulement TC2.1+TC2.2+TT2+TP1	**56%**	**0.28**	**0.31**	**0.35**

Projet de transfert T4

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
Variante refoulement TP4	**18%**	**0.91**	**1.03**	**1.15**

Projet de transfert T5

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
Variante refoulement TP5	**24%**	**0.71**	**0.80**	**0.89**

Projet de transfert T6

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
Variante refoulement TP6	**33%**	**0.47**	**0.54**	**0.61**

8.2.1 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité a porté sur :

- Les volumes d'apport des bassins BVS contrôlés par les seuils qui ont été réduits de 40%.
- Les coûts des tunnels souterrains dont le coût par mètre linéaire a été augmenté de 2200 à 2900 DTU/ml.

- La variation des prix unitaires (aléas financiers) et/ou des volumes des travaux (aléas physiques). Pour tenir en compte, les coûts globaux des ouvrages ont été augmentés respectivement de 20 et 40%.

Les résultats des calculs de sensibilité obtenus sont présentés ci-après :

8.2.1.1 Tests de sensibilité sur les coûts des tunnels

Projet T1.2

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
TC2.1+TC2.2+TT2+TT1(PU=2200 DTU/ml) (Réduction des apports=0%)	**77%**	**0.14**	**0.17**	**0.20**
TC2.1+TC2.2+TT2+TT1(PU=2900 DTU/ml) (Réduction des apports=0%)	**62%**	**0.18**	**0.22**	**0.26**

Projet T3

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
TT3 (PU=2200 DTU/ml) (Réduction des apports=0%)	**73%**	**0.15**	**0.18**	**0.21**
TT3(PU=2900 DTU/ml) (Réduction des apports=0%)	**62%**	**0.18**	**0.22**	**0.26**

8.2.1.2 Tests de sensibilité sur les volumes d'apports et les coûts des tunnels

Projet T1.2

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
TT2+TT1(PU=2200DTU/ml). (Réduction des apports=0%)	**77%**	**0.14**	**0.17**	**0.20**
TT2+TT1(PU=2900 DTU/ml) (Réduction des apports=40%)	**40%**	**0.30**	**0.36**	**0.43**

Projet T3

	Taux de rentabilité interne (TRI %)	Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3=f(Taux d'actualisation)		
		8%	10%	12%
TT3(PU=2200DTU/ml) (Réduction des apports=0%)	**73%**	**0.15**	**0.18**	**0.21**
TT3(PU=2900DTU/ml) (Réduction des apports=40%)	**40%**	**0.30**	**0.37**	**0.43**

8.2.2 Tests de sensibilité sur les coûts globaux des ouvrages (aléas physiques et financiers) et les volumes d'apports

Dans cette analyse de sensibilité, le prix de revient du mètre cube d'eau est reporté dans le tableau suivant pour le taux d'actualisation de 10% :

Projet T1.2 : Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3 (Taux d'actualisation=10%).

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	0.17	0.20	0.23
	80%	0.21	0.25	0.29
	60%	0.28	0.33	0.39

Le tableau suivant représente l'analyse de sensibilité sur le TRI

Projet T1.2 : Taux de rentabilité interne.

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	77%	67%	59%
	80%	65%	56%	49%
	60%	51%	44%	38%

Projet T3 : Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3 (Taux d'actualisation=10%).

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	0.18	0.21	0.25
	80%	0.22	0.27	0.31
	60%	0.30	0.36	0.42

Projet T3 : Taux de rentabilité interne.

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	73%	63%	56%
	80%	61%	52%	46%
	60%	48%	41%	36%

Projet T4 : Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3 (Taux d'actualisation=10%).

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	1.03	1.23	1.44
	80%	1.29	1.54	1.80
	60%	1.72	2.06	2.39

Projet T4 : Taux de rentabilité interne

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	18%	14%	11%
	80%	13%	10%	7%
	60%	8%	5%	3%

Projet T5 : Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3 (Taux d'actualisation=10%).

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	0.80	0.96	1.11
	80%	1.00	1.20	1.39
	60%	1.33	1.59	1.86

Projet T5 : Taux de rentabilité interne

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	24%	20%	16%
	80%	19%	15%	12%
	60%	13%	9%	7%

Projet T6 : Prix de revient du m3 d'eau en DTU/m3 (Taux d'actualisation=10%).

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	0.54	0.65	0.75
	80%	0.67	0.81	0.94
	60%	0.90	1.08	1.26

Projet T6 : Taux de rentabilité interne

		Coefficient de majoration des coûts globaux.		
		100%	120%	140%
Coefficient de réduction des apports.	100%	33%	27%	23%
	80%	26%	22%	18%
	60%	19%	16%	13%

9 IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES

En vue d'assurer la disponibilité de l'eau de qualité satisfaisante, la Tunisie s'est engagée depuis trois décades dans une politique de mobilisation tous azimuts de ses ressources hydriques. Cette politique fut matérialisée par des Plans Directeurs intéressant les grandes régions du pays et récemment renforcée par la Stratégie Décennale 1991-2000 de mobilisation des eaux de surface.

Une sécurité d'approvisionnement est actuellement assurée à 97,5% -ce qui est relativement élevé- et il est planifié de maintenir ce taux de satisfaction des besoins croissants futurs (cf. Economie Eau 2000, 1993). Pour y parvenir et devant la surexploitation des eaux souterraines (104% des nappes phréatiques en 1995), augmenter le ratio de mobilisation des eaux de surface devient un impératif systématique. Cette mobilisation est passée de 48% en 1991 à 76% en 2000, grâce à une trentaine de grands barrages et près de trois cent barrages collinaires. Cet effort continue aujourd'hui et une dizaine de grands barrages sont aujourd'hui en construction ou en cours d'études avancées. Des projets d'interconnexion sont menés en parallèle en vue d'assurer une régularisation inter-réservoirs totale et systématique.

C'est dans ce cadre national de mobilisation totale des eaux de surface que s'insèreront les différents projets identifiés dans la présente étude. Capables de mobiliser à terme 15 millions de m3 d'eau annuellement, les différents projets étudiés ci-dessus représenteront un apport additionnel certain. Si sur le plan quantitatif ce volume annuel mobilisé ne représente aujourd'hui que 1,2% du volume total mobilisé des Eaux du Nord, sur le plan qualitatif l'apport sera plus appréciable vu la très bonne qualité des eaux de l'extrême Ouest (salinité < 1g/l).

Mais ce sera sur le plan régional que l'on mesurera l'impact positif de ce transfert vers l'Est.
Le barrage projeté sur Oued Eddir, devant régulariser un volume annuel de 6,6 Mm3, recevra ainsi un apport additionnel de 4,1 Mm3. Ce qui augmentera de 62% les ressources en eau disponibles pour les usages planifiés de la retenue d'Eddir, à savoir l'extension du périmètre irrigué de Hakim-Chemtou dans la Haute Vallée de la Medjerda et l'amélioration de la desserte en eau potable autour de la retenue. L'extension du périmètre notamment, prévue entre 1000 à 2000 ha, pourra être doublée grâce à l'apport additionnel des oueds frontaliers. Un dédoublement similaire du nombre d'emplois créés peut être espéré.

De même et à l'extrême Nord-Ouest, le potentiel mobilisable de 6,2 Mm3 des trois oueds en passant par la retenue d'oued El-Amor représentera 10% de ce qui sera mobilisé vers Sidi Berrak à partir des futurs barrages Kébir et Moula à Tabarka.

Encore une fois, l'aspect qualitatif sera-t-il préservé sinon amélioré car dans tous les cas la salinité des eaux mobilisées des oueds frontaliers est inférieure à celle des retenues situées plus à l'Est.

10 COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

Les résultats dégagés dans les paragraphes ci-dessus permettent d'énoncer les commentaires et les conclusions suivantes :

Pour les projets T2 et T3, la solution de transfert par tunnel s'avère beaucoup plus économique que celle par refoulement. Cela reste valable même si l'on considère un coût unitaire élevé du linéaire de tunnel (2900 DTU/ml).

Pour le Projet de transfert T1 la solution par refoulement reste par contre assez compétitive grâce aux bénéfices tirés de la capacité de stockage du barrage S22 qui permet de réduire notablement le débit équipé du refoulement.

Pour le Projet de transfert T2, la variante par tunnel TT2 s'avère économiquement comparable à la variante par conduite gravitaire TC2.3. Mais les deux solutions ne peuvent être départagées à ce stade, notamment si l'on tient compte des aléas importants liés aux travaux en souterrain. Pour la conduite TC2.3, il sera également nécessaire d'effectuer des reconnaissances topographiques et géotechniques complémentaires visant à mieux préciser les conditions de fondation et de stabilité de cette conduite.

Par ailleurs une évaluation économique a été faite par comparaison des projets de transfert avec la solution de dessalement d'eau de mer considérée comme la solution de remplacement. Pour les projets T1, T1.2 et T3, il ressort de cette comparaison que le prix de revient du m3 d'eau et le taux de rentabilité interne, évalués pour chaque projet de transfert sont très avantageux. En se référant aux résultats des analyses de sensibilité pour les hypothèses les plus défavorables, ce constat se confirme nettement puisque les taux de rentabilité interne des projets restent supérieurs à 36 %.
Le TRI et le prix de revient du m3 d'eau sont plus faibles pour le Projet de transfert T1 que pour le Projet de transfert T1.2. Mais il s'agit là d'un léger écart qui ne remet pas en cause la viabilité du Projet de transfert T1 en association avec le Projet de transfert T2, et ce compte tenu de la pénurie de plus en plus croissante de la ressource en eau.

Ces projets méritent par conséquent des études plus poussées afin de mieux préciser la faisabilité des ouvrages et d'optimiser les schémas de transfert.

En ce qui concerne les projets T4, T5 et T6, les calculs économiques conduisent à des taux de rentabilité interne respectivement égaux à 18, 24 et 33%. Ces projets, bien que moins intéressants que les précédents, restent néanmoins très avantageux, comparés à la solution de dessalement d'eau de mer. Dans l'analyse de sensibilité, ce constat se confirme pour le projet T6, mais plus faiblement pour le projet T5, et encore moins pour le projet T4.

11 DEFINITION DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES ET DES RECONNAISSANCES A EFFECTUER POUR LES ETUDES D'AVANT PROJET SOMMAIRE

La phase ultérieure aux présentes études concernera les études d'avant projet sommaire des projets de tranfert retenus.

Ces études intéresseront :

- La géologie et les caractéristiques géotechniques détaillées des sites des ouvrages,
- Le choix des sites d'implantation, plusieurs axes proches pouvant être proposés pour chacun des seuils de dérivation et pour le barrage collinaire S21 sur Oued El-Amor,
- Les variantes envisageables pour la conception des seuils, des ouvrages de prise et de refoulement, et du barrage S22 sur Oued Ed-Dir,
- Le choix des tracés des conduites de refoulement,
- Les prédimensionnements des ouvrages précités.

Les données hydrologiques déjà mises en évidence sont par contre suffisamment précises pour se dispenser de nouvelles études.

A l'issue des études précitées, une comparaison technico-économiques de différentes variantes envisageables devra être effectuée permettant de retenir les solutions optimales et les plus viables. Ces solutions seront ainsi retenues pour la phase suivante des études, à savoir les études d'avant projet détaillé.

Les volets d'étude énoncés plus haut nécessiteront ainsi diverses reconnaissances topographiques et géologiques, telles qu'explicitées ci-dessous :

a) Reconnaissances topographiques :

Pour les seuils de dérivation et les ouvrages de prise, la taille modeste des ouvrages amène à effectuer des levés des sites d'implantation à l'échelle 1/1000ème. Leur localisation est définie dans le présent dossier par leur cote NGT.

On procédera donc au levé des surfaces des rectangles centrés sur l'axe transversal confondu avec ces points d'implantation, et se développant de 20 m de part et d'autre de cette médiatrice. La largeur des rectangles correspondra à l'emprise du lit des châabats ou des oueds concernés, augmentée de 10 m de part et d'autre de cette emprise.

Une fois effectué le choix des implantations des seuils et des ouvrages de prise ou de restitution, le projeteur devra définir les coordonnées des points de départ et d'arrivée des conduites de transfert. On sera alors à même de lancer les levés topographiques des bandes de TN devant recevoir les assises des conduites. Cela concerne tout aussi bien les conduites de transfert d'un seuil à l'autre, que les conduites de refoulement. Les bandes auront une largeur de 5 m de part et d'autre de l'axe défini, et seront levées à l'échelle 1/1000ème.

Pour le barrage collinaire de dérivation S21, le site à lever correspond au resserrement topographique mis en évidence sur la carte TABARKA (1/50000ème). Une zone s'étendant sur 250 m de part et d'autre de cet axe sera levée à l'échelle 1/1000ème. Le levé atteindra la crête du versant rive droite, soit la cote 98 NGT environ.

b) Reconnaissances géologiques et géotechniques :

Cette reconnaissance portera uniquement sur les seuils de dérivation et du barrage collinaire S21.

Dans les axes correspondant aux implantations définies dans le présent dossier (cotes NGT), des sondages carottés seront réalisés. Leur profondeur atteindra 15 m pour la zone dite du « bec de canard » et les seuils S19 et S20 dans le Nord-Ouest Tunisien. Un levé géologique de surface de la bande cotée levée sera en outre effectué.

Pour le barrage collinaire S21, les reconnaissances seront plus poussées et consisteront :

- En un levé géologique de surface (sur la bande cotée levée).

- En une tranchée de 10 m de long dans les fondations meubles en rives et en fond de vallée suivant l'axe retenu sur la base du levé topographique établi. Les tranchées s'arrêteront au substratum, et ne dépasseront pas dans tous les cas 4 m de profondeur.

- En 10 sondages carottés (4 en vallée et 3 dans chaque rive) suivant l'axe retenu, avec essais d'eau Lugeon. Leur profondeur sera de 30 m.

Pour tous les sondages carottés, on procédera :

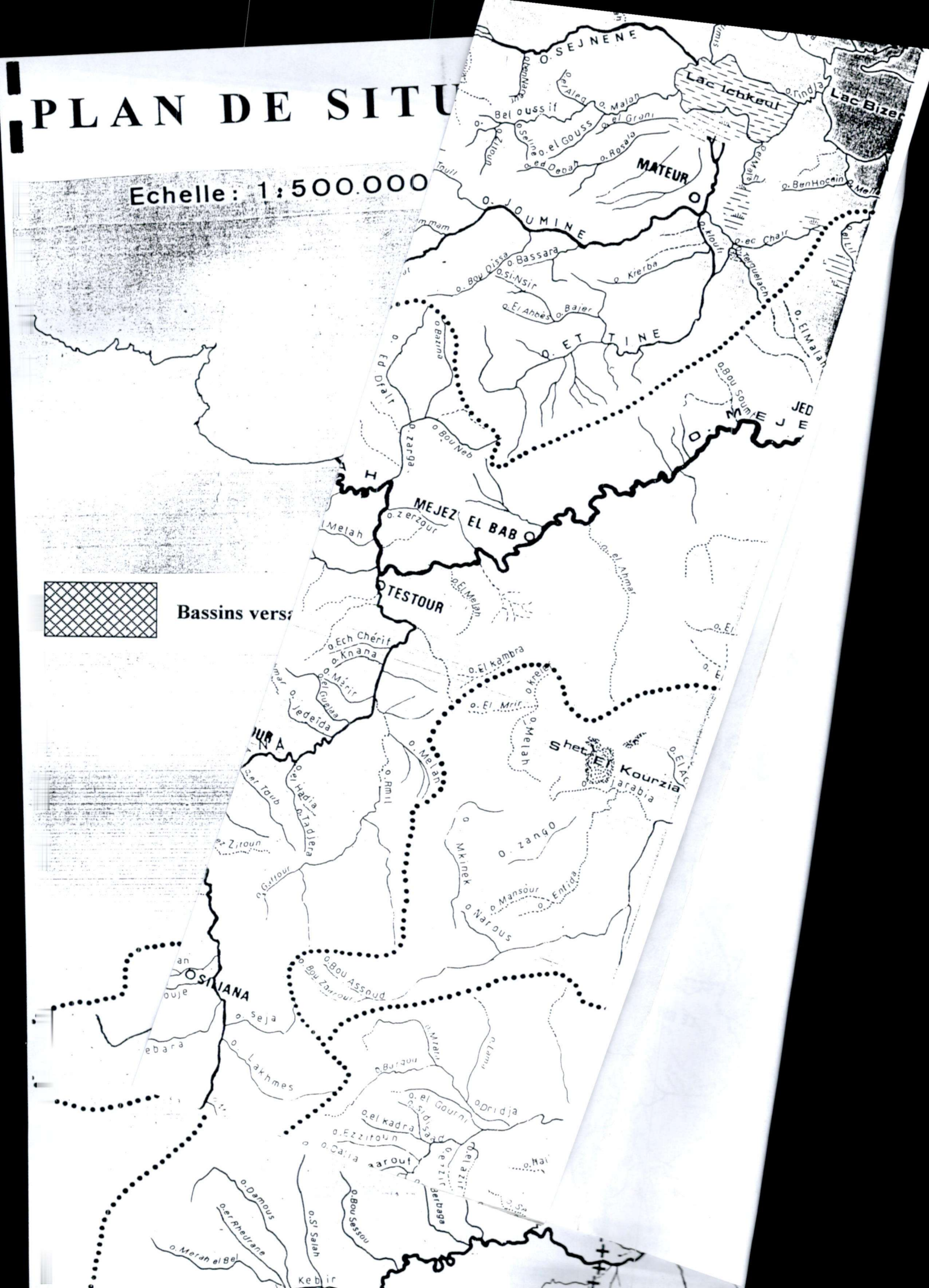
  - A l'établissement des log de sondages, avec évaluation des coefficients de récupération et localisation du niveau de la nappe phréatique,

  - Pour les sols, aux essais d'identification et triaxiaux des échantillons prélevés,

  - Pour les roches, aux mesures de densité et des résistances à la compression.

- En des puits manuels dans les zones d'emprunts décelées.

Il convient de noter qu'il ne s'agit là que de principes généraux qu'il faudra détailler davantage et adapter au cas par cas en fonction des options finalement retenues.

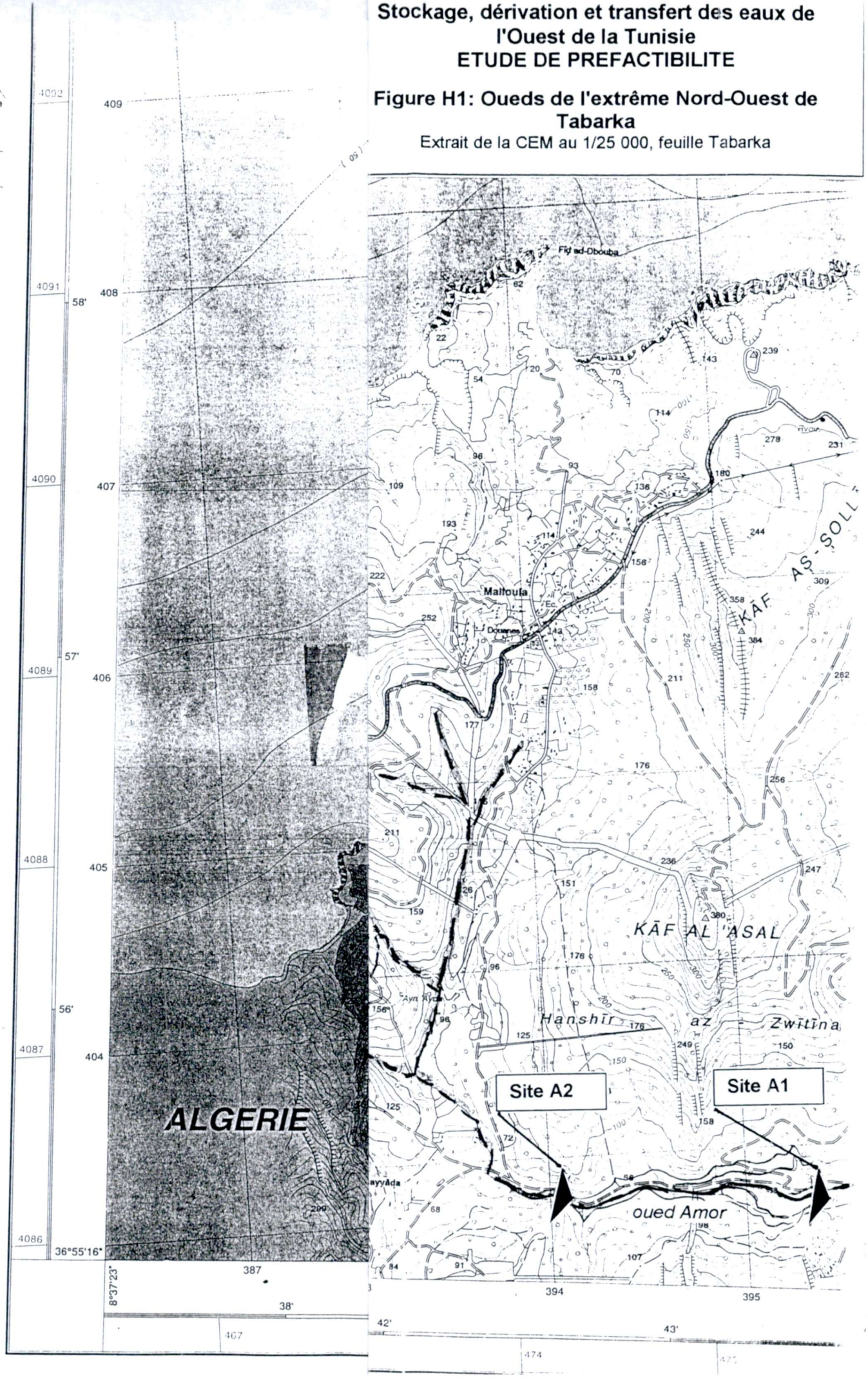

PLAN DE SITU
Echelle : 1:500.000
Bassins versa
O. SEJNENE
Lac Ichkeul
Lac Bizer
MATEUR
O. JOUMINE
O. ET TINE
MEJEZ EL BAB
TESTOUR
Shet El Kourzia
O. SILIANA
O. Lakhmes
O. Damous
O. Merah el Bel
O. Bou Sessou
O. Bou Assoud
O. Mansour
O. Narcus
O. Mkinek
O. Zango
O. Melah
O. Jedeida
O. Tadjera
O. Ech Chérif
O. Knana
O. Márir
O. Zerzour
O. Bou Neb
O. Bassara
O. Krerba
O. Si Nsir
O. Baier
O. Bou Dissa
O. Ed Dfalt
O. Bazina
O. Zarga
O. Rmil
O. Ridja
O. Sidi Saad
O. Ezzitoun
O. Gattia
O. Hai
O. Kebir

ANNEXES DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE

Stockage, dérivation et transfert des eaux de l'Ouest de la Tunisie
ETUDE DE PREFACTIBILITE

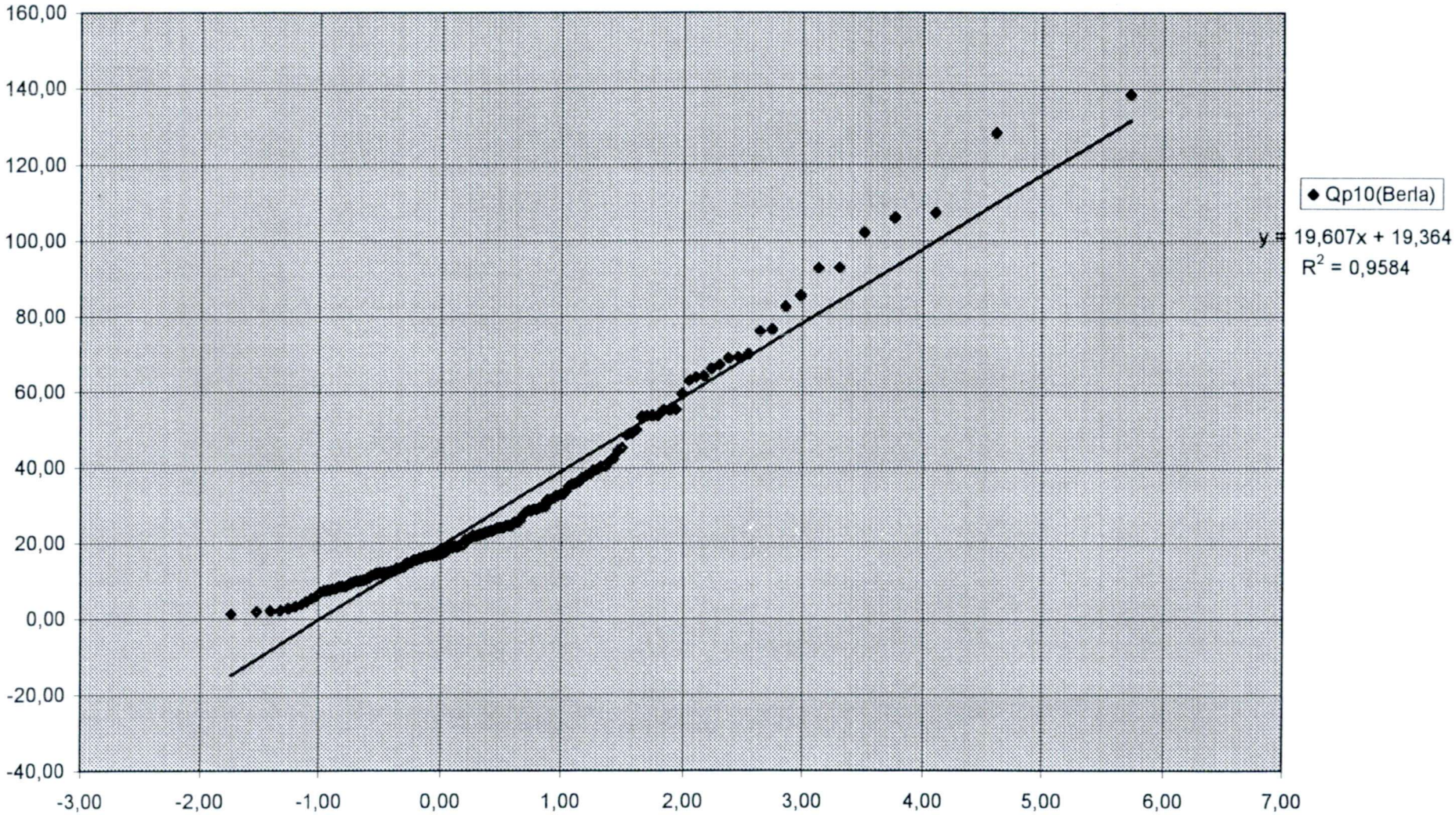
Figure H1: Oueds de l'extrême Nord-Ouest de Tabarka

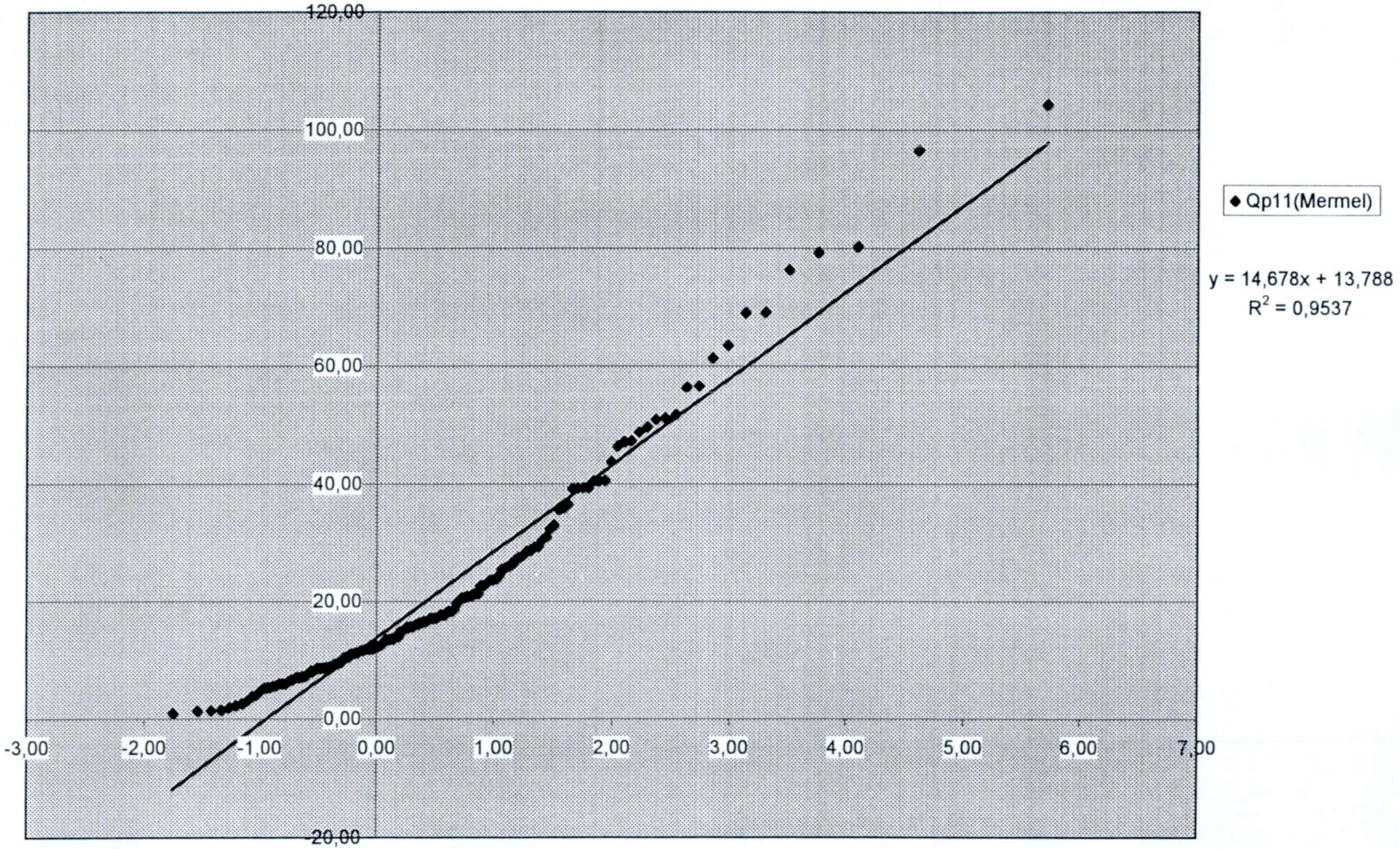
Extrait de la CEM au 1/25 000, feuille Tabarka

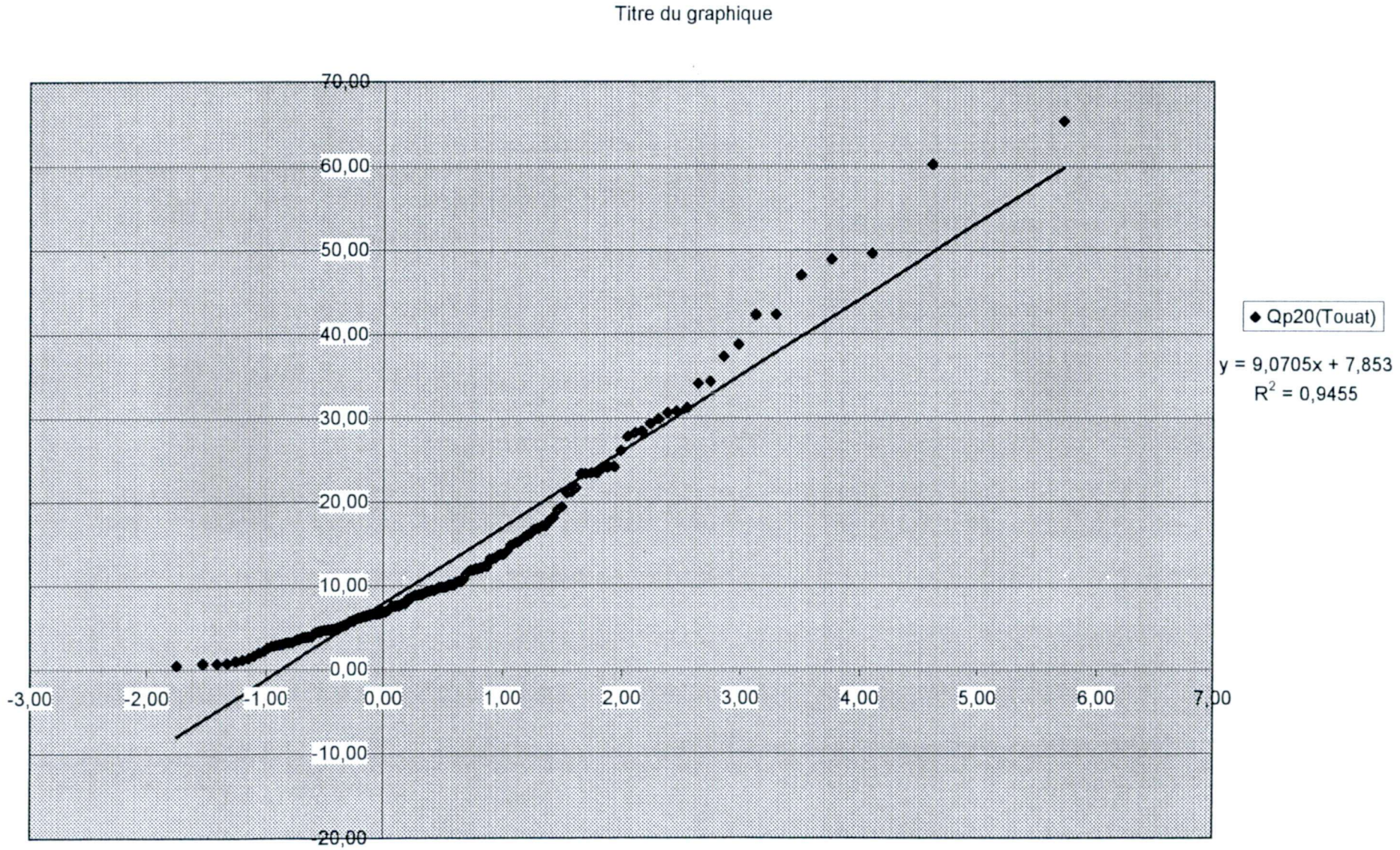


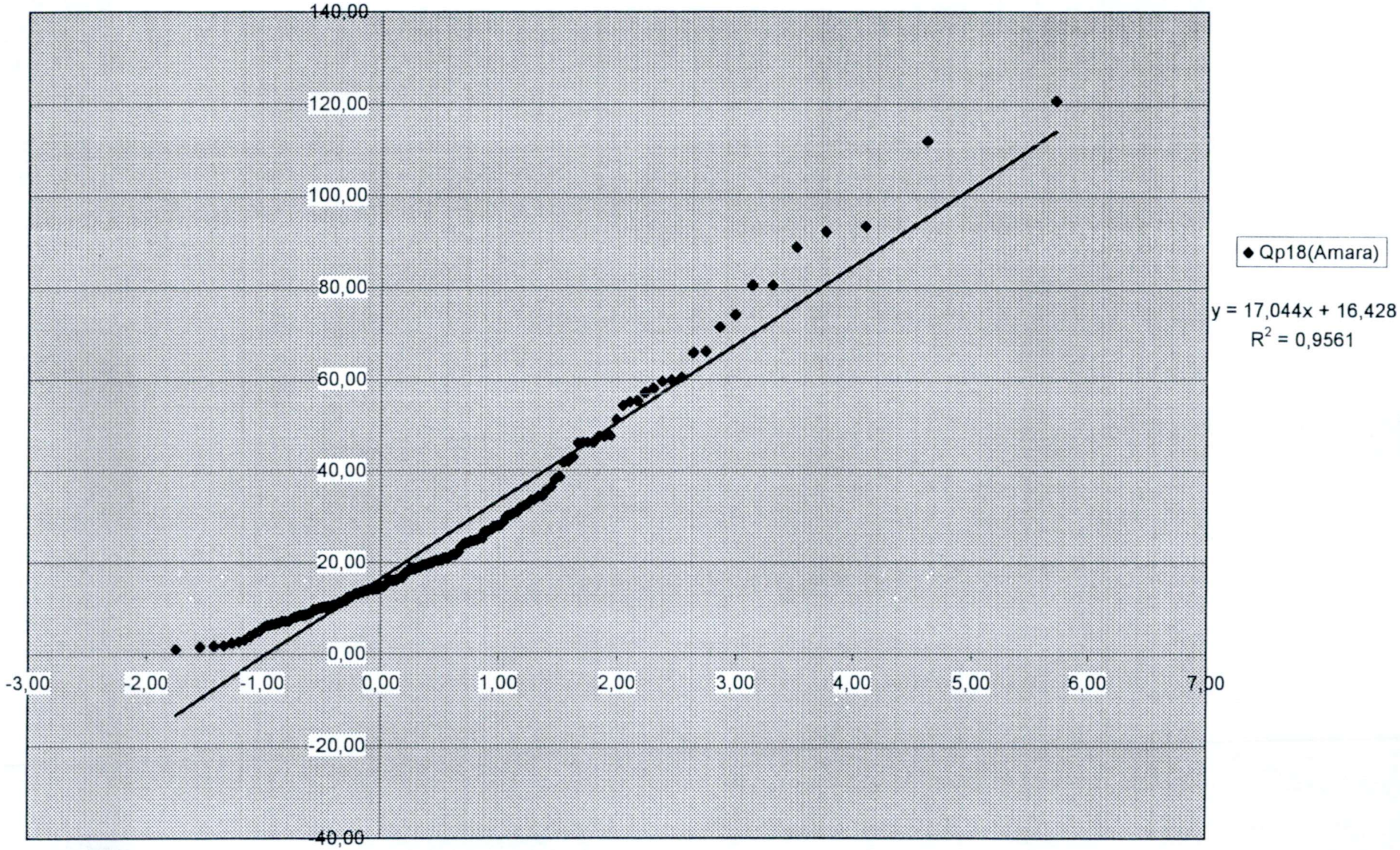
Débits de crues et Coefficient de Francou-Rodier

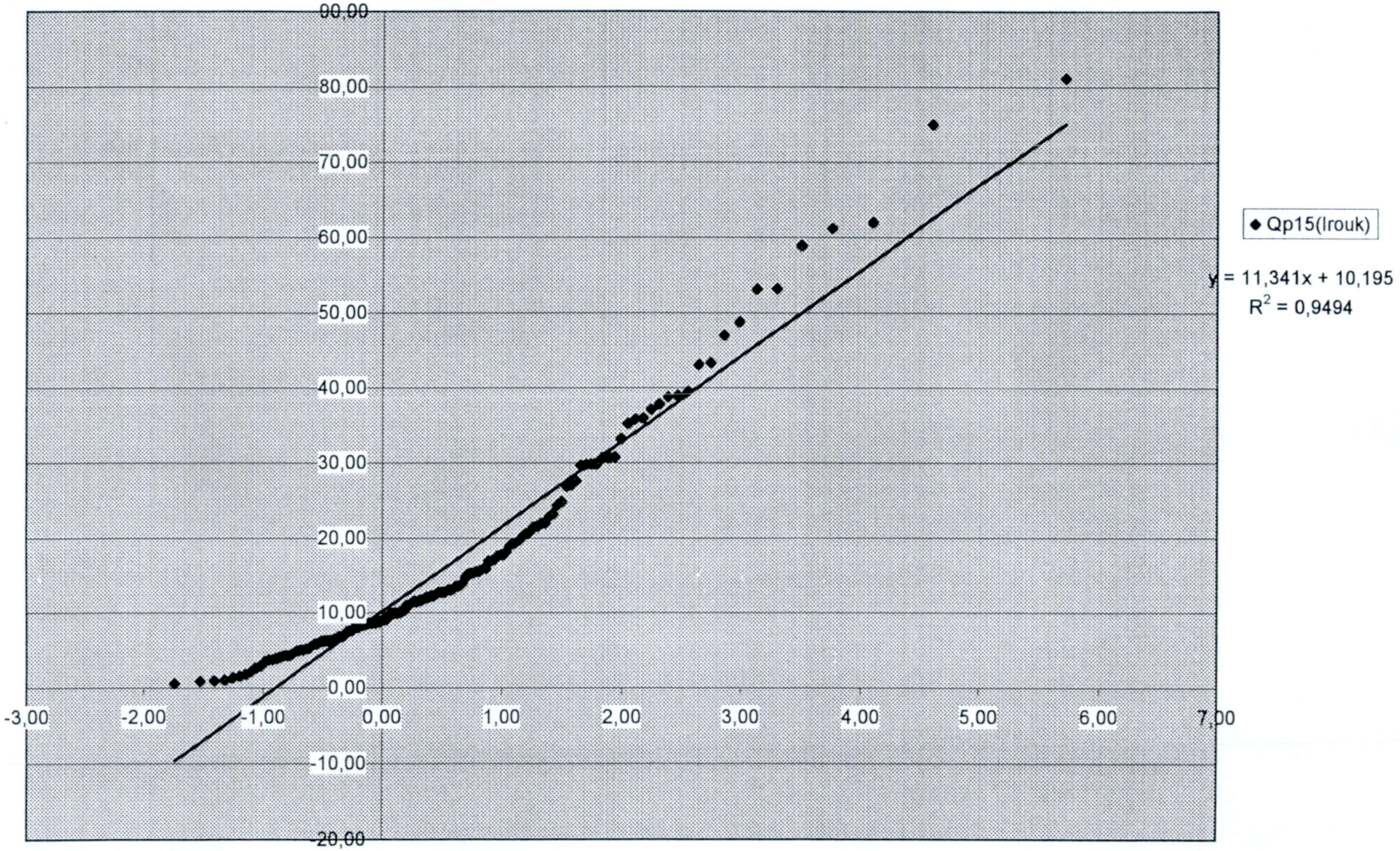
Année hydrologique	Bou Heurthma		Melah		Kasseb		Kebir		Zerga		Barbara		Guezala	
	S_{BV}= 282 km2		S_{BV}= 315 km2		S_{BV}= 103 km2		S_{BV}= 165km2		S_{BV}= 60 km2		S_{BV}= 108 km2		S_{BV}= 138 km2	
	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K	Qp(m3/s)	K
1946-1947									213	4,10			260	3,88
1947-1948									55	3,15				
1948-1949									160	3,90			139	3,42
1949-1950									90	3,50			166	3,55
1950-1951					41	2,67			62	3,24			56	2,74
1951-1952					109	3,38			88	3,48			94	3,13
1952-1953					167	3,69			109	3,63			153	3,49
1953-1954					80	3,16			70	3,32			135	3,40
1954-1955					90	3,24			45	3,01			132	3,38
1955-1956					80	3,16			74	3,36			138	3,41
1956-1957					161	3,66			113	3,66			184	3,63
1957-1958					115	3,42			107	3,62			176	3,59
1958-1959					175	3,72			90	3,50			260	3,88
1959-1960			494	3,99	45	2,74			73	3,35			64	2,84
1960-1961			317	3,64			92,9	3,03	62	3,24			200	3,69
1961-1962	190	3,29	35	1,90			114	3,18	36	2,86			117	3,29
1962-1963	272	3,58	376	3,77			63,9	2,75	53	3,13			196	3,67
1963-1964	124	2,96	663	4,22			135	3,31	38	2,90			87	3,07
1964-1965	145	3,08	715	4,28			93,7	3,03	42	2,97			88	3,08
1965-1966	411	3,90	743	4,31			71,2	2,83	45	3,01			156	3,50
1966-1967	346	3,76	228	3,38			140	3,34	100	3,57			47	2,61
1967-1968	21	1,57	169	3,14					13	2,15			22	2,05
1968-1969	119	2,93	195	3,26			103	3,10	57	3,18			52	2,69
1969-1970	213	3,38	212	3,32			122	3,23	97	3,55			153	3,49
1970-1971			399	3,82			126	3,26	195	4,04			142	3,43
1971-1972			136	2,97			152	3,40	58	3,19			75	2,96
1972-1973			358	3,74			104	3,11	188	4,01			148	3,46
1973-1974			172	3,16			122	3,23	41	2,95			17	1,86
1974-1975			488	3,98					92	3,51			259	3,88
1975-1976			222	3,36					92	3,51			122	3,32
1976-1977			343	3,70					156	3,88			33	2,35
1977-1978			71	2,46					72	3,34			41	2,51
1978-1979									29	2,71			50	2,66
1979-1980									52	3,11			64	2,84
1980-1981							81,3	2,93	73	3,35			59	2,78
1981-1982									78	3,40			61	2,81
1982-1983									121	3,70	471	4,42	130	3,37
1983-1984									43	2,98	502	4,47		
1984-1985							119	3,21	171	3,95	357	4,22	245	3,84
1985-1986			174	3,17					101	3,58	81	3,14	373	4,15
1986-1987			441	3,90					183	3,99	400	4,31	123	3,33
1987-1988			531	4,05					214	4,10	278	4,04	314	4,02
1988-1989			173	3,16					43	2,98	207	3,83	28	2,23
1989-1990									42	2,97	55	2,86	16	1,82
1990-1991											333	4,17	168	3,56
n	9	9	23	23	10	10	15	15	44	44	9	9	43	43
M	204,56	3,16	332,83	3,51	106,30	3,29	109,33	3,13	89,45	3,38	298,22	3,94	128,91	3,18
Max	411	3,90	743	4,31	175	3,72	152	3,40	214	4,10	502	4,47	373	4,15
Min	21	1,57	35	1,90	41	2,67	63,9	2,75	13	2,15	55	2,86	16	1,82
Max/Min	19,57	2,48	21,23	2,27	4,27	1,39	2,38	1,24	16,46	1,91	9,13	1,56	23,31	2,29
Me	190	3,29	317	3,64	99,5	3,31	114	3,18	73,5	3,36	333	4,17	130	3,37


160,00
140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
-20,00
-40,00
-3,00
-2,00
-1,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Qp10(Berla)
y = 19,607x + 19,364
R2 = 0,9584


120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
-20,00
-3,00
-2,00
-1,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Qp11(Mermel)
y = 14,678x + 13,788
R2 = 0,9537


Titre du graphique
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
-10,00
-20,00
-3,00
-2,00
-1,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Qp20(Touat)
y = 9,0705x + 7,853
R2 = 0,9455


140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
-20,00
-40,00
-3,00
-2,00
-1,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Qp18(Amara)
y = 17,044x + 16,428
R2 = 0,9561


90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
-10,00
-20,00
-3,00
-2,00
-1,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Qp15(Irouk)
y = 11,341x + 10,195
R2 = 0,9494

Caractéristiques des crues extrêmes - Région "Bec-du-Canard"

1. Débits des crues:

B.V. N°	Nom Oued	Affluent de...	Superficie	emps (1) d concentratio	Apport moy. annuel	Lame ruisselée	Débits des crues (m3/s) pour différentes périodes de retour					
							10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	500 ans	1000 ans
			(km2)	(min)	(Mm3)	(mm)	2,25	2,97	3,90	4,60	6,21	6,91
10	Berla	Bougouss	10,5	52	4,88	465	63	78	96	110	141	155
11	aff. O. Mermel	Bougouss	6,3	30	2,93	465	47	57	71	81	105	115
12	Ch.El-Mroug	Bougouss	3,6	35	1,55	425	34	41	51	59	76	83
13	aff. O. Meslene	Bougouss	1,5	29	0,64	425	20	25	31	35	46	50
15	aff. O. Irouk	El-Melkeir	4,0	65	1,70	425	36	44	54	62	81	89
16	aff. O. Irouk	El-Melkeir	3,7	41	1,57	425	34	42	52	60	77	85
17	aff. O. Irouk	El-Melkeir	2,2	35	0,94	425	25	31	38	44	57	63
18	Sidi Amara	El-Melkeir	8,2	37	3,49	425	55	67	83	95	122	134
19	Ch. Es-Sersir...	El-Melkeir	6,15	52	2,61	425	46	57	70	80	103	114
20	Ch. Et-Touat	El-Melkeir	2,7	50	1,15	425	28	35	43	50	64	71
21	Ch. Feid Lares	El-Melkeir	1,75	41	0,74	425	22	27	34	38	50	55
22	Ed-Dir.	El-Melkeir	36,85	93	15,66	425	134	163	200	228	292	320

2. Volumes des crues:

B.V. N°	Nom Oued	Affluent de...	Superficie	emps (1) d concentratio	Apport moy. annuel	Lame ruisselée	Apports (2) des crues ($10^3 m^3$) pour différentes périodes de retour					
							10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	500 ans	1000 ans
			(km2)	(min)	(Mm3)	(mm)	2,25	2,97	3,90	4,60	6,21	6,91
10	Berla	Bougouss	10,5	52	4,88	465	198	242	299	342	440	483
11	aff. O. Mermel	Bougouss	6,3	30	2,93	465	84	103	128	146	189	207
12	Ch.El-Mroug	Bougouss	3,6	35	1,55	425	70	87	107	123	159	175
13	aff. O. Meslene	Bougouss	1,5	29	0,64	425	35	43	53	61	79	87
15	aff. O. Irouk	El-Melkeir	4,0	65	1,70	425	139	171	212	243	314	345
16	aff. O. Irouk	El-Melkeir	3,7	41	1,57	425	84	103	128	147	190	208
17	aff. O. Irouk	El-Melkeir	2,2	35	0,94	425	53	65	81	92	120	131
18	Sidi Amara	El-Melkeir	8,2	37	3,49	425	122	149	184	211	271	298
19	Ch. Es-Sersir...	El-Melkeir	6,15	52	2,61	425	144	177	219	250	323	354
20	Ch. Et-Touat	El-Melkeir	2,7	50	1,15	425	85	104	130	149	193	212
21	Ch. Feid Lares	El-Melkeir	1,75	41	0,74	425	54	66	82	95	123	135
22	Ed-Dir.	El-Melkeir	36,85	93	15,66	425	750	910	1116	1272	1630	1785

Nota: (1) Temps de concentration déterminé par formule de Giandotti

(2) Déterminés suite à une analyse régionale des hydrogrammes de crue sur petits bassins forestiers qui a donné: Qmax/Qmoy # 3 et Tb/Tc # 3

Caractéristiques des crues extrêmes - Région Extrême Nord Tabarka

1. Débits des crues:

B.V. N°	Nom Oued	Affluent de...	Superficie	emps (1) d concentratio	Apport moy. annuel	Lame ruisselée	Débits des crues (m3/s) pour différentes périodes de retour					
							10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	500 ans	1000 ans
			(km2)	(min)	(Mm3)	(mm)	2,25	2,97	3,90	4,60	6,21	6,91
A	El Amor - Site1	Kébir-Tabark	17,5	73	5,13	293	86	105	129	148	190	208
A	El Amor - Site2	Kébir-Tabark	14	67	4,10	293	75	92	113	130	167	183
B	Dar Rhnem-S.1	côtier	7,5	55	2,20	293	52	64	79	90	116	127
B	Dar Rhnem-S.2	côtier	6,5	54	1,90	293	48	58	72	83	107	117
C	Ghomd Zana	côtier	4,8	44	1,41	293	40	49	61	69	90	98

2. Volumes des crues:

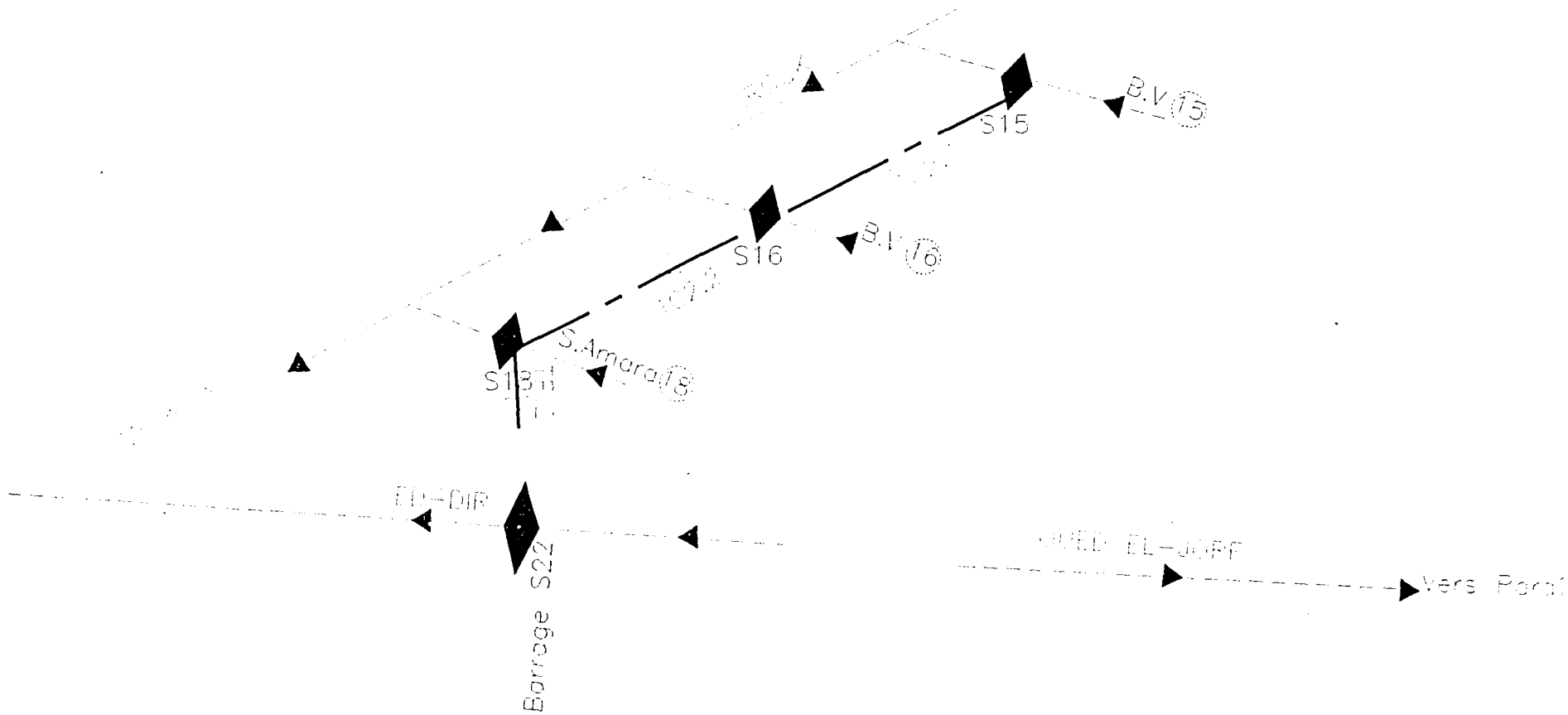
B.V. N°	Nom Oued	Affluent de...	Superficie	emps (1) d concentratio	Apport moy. annuel	Lame ruisselée	Apports (2) des crues ($10^3 m^3$) pour différentes périodes de retour					
							10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	500 ans	1000 ans
			(km2)	(min)	(Mm3)	(mm)	2,25	2,97	3,90	4,60	6,21	6,91
A	El Amor - Site1	Kébir-Tabark	17,5	73	5,13	293	377	460	566	647	831	911
A	El Amor - Site2	Kébir-Tabark	14	67	4,10	293	303	370	456	521	670	735
B	Dar Rhnem-S.1	côtier	7,5	55	2,20	293	171	210	260	297	383	420
B	Dar Rhnem-S.2	côtier	6,5	54	1,90	293	155	189	234	268	346	380
C	Ghomd Zana	côtier	4,8	44	1,41	293	105	129	160	183	237	260

Nota: (1) Temps de concentration déterminé par formule de Giandotti

(2) Déterminés suite à une analyse régionale des hydrogrammes de crue sur petits bassins forestiers qui a donné: Qmax/Qmoy # 3 et Tb/Tc # 3

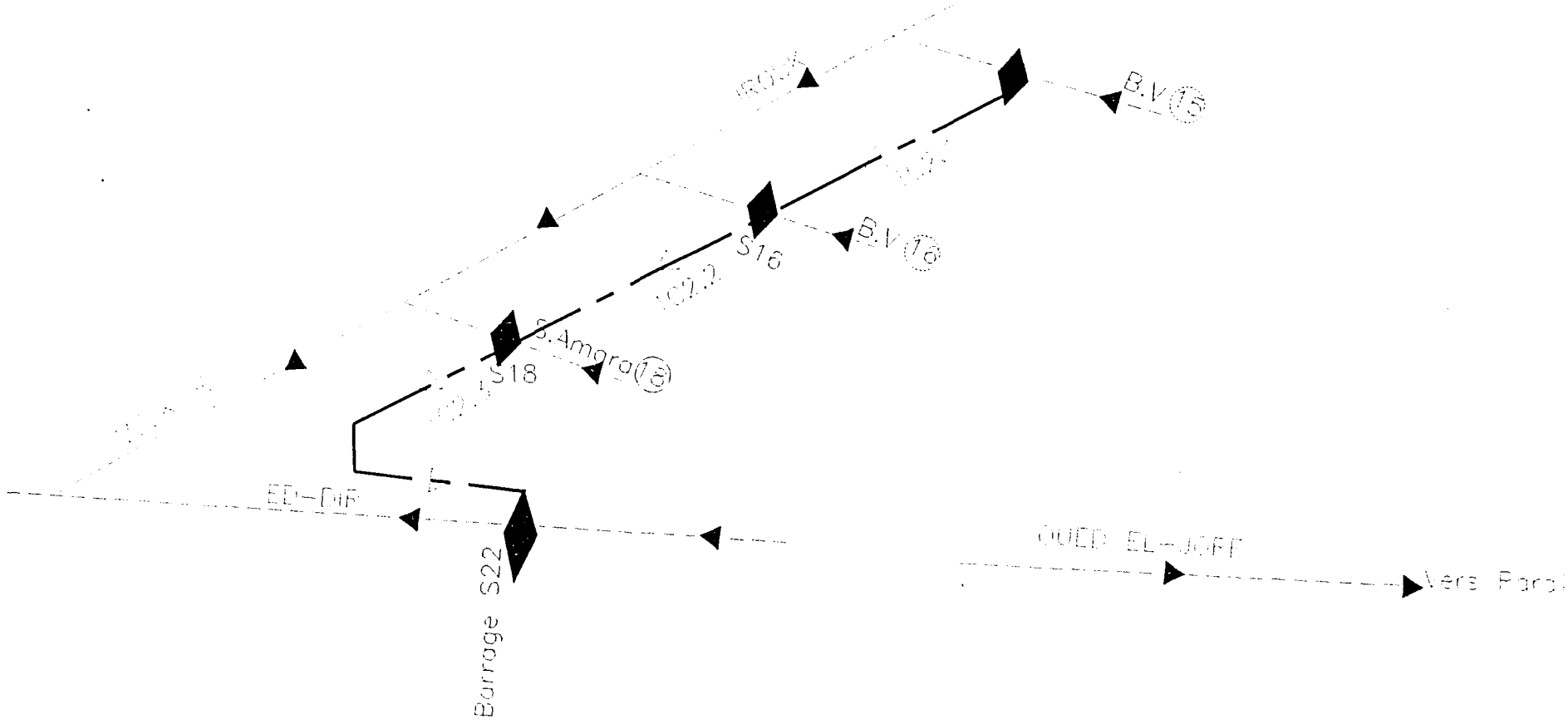
PROJET T.1+T.2
Variante refoulement TP.2

Affluents des oueds Irouk,Melkeir et Ed-Dir



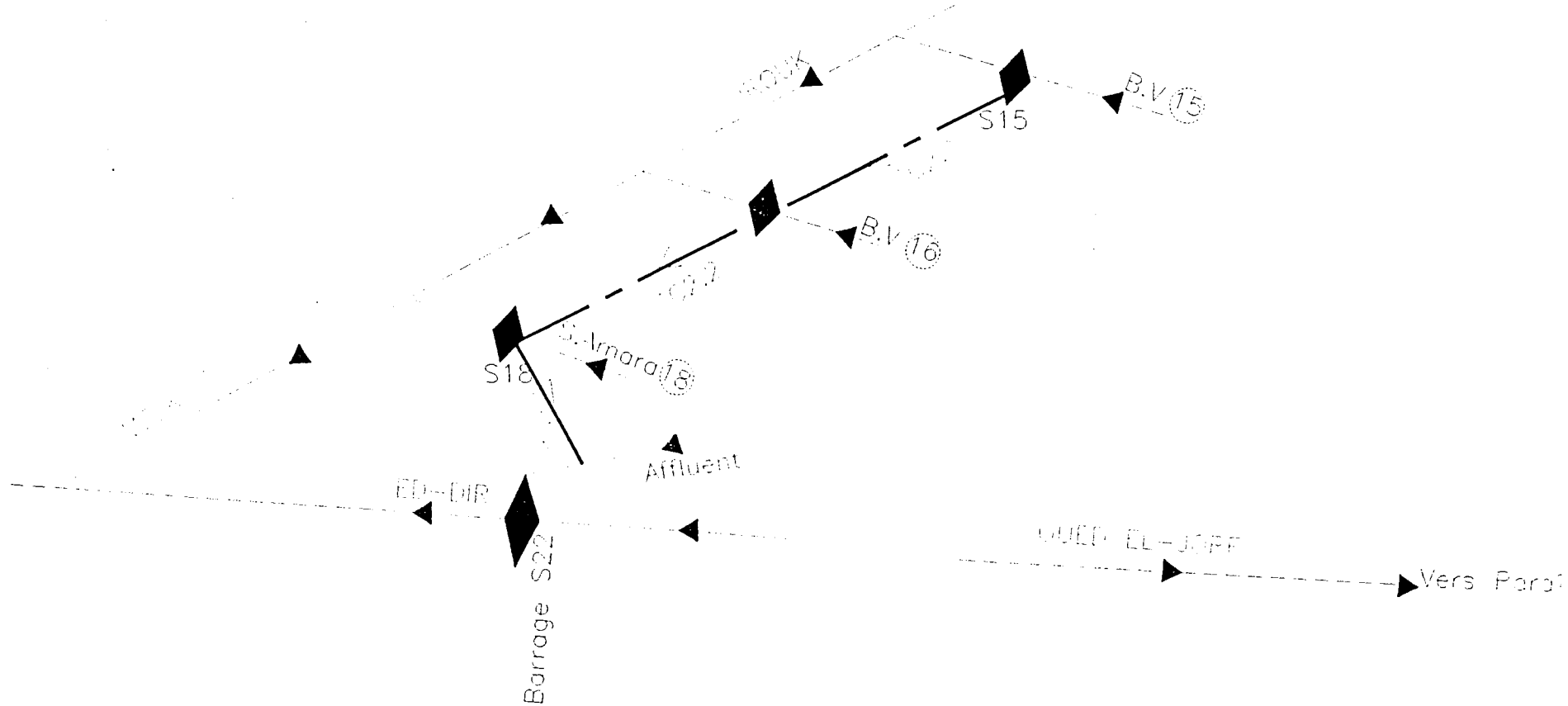
PROJET T.1+T.2
Variante gravitaire TC2.3

Affluents des oueds Irouk,Melkeir et Ed-Dir



PROJET T.1+T.2
Variante Tunnel TT.2

Affluents des oueds Irouk,Melkeir et Ed-Dir



FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T1 -

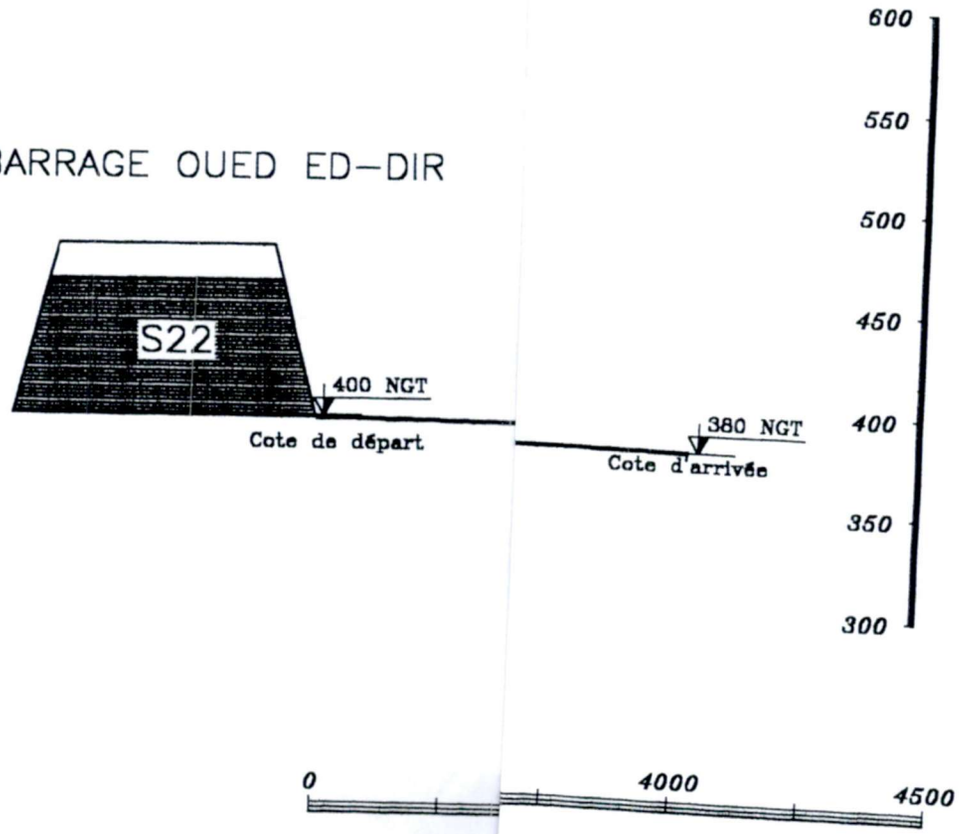
BASSINS VERSANTS CONCERNES

N° du Bassin versant	22
Superficie (km2)	36,85
N° du sous Bassin versant	BVS22
Superficie (km2)	15,30

OUVRAGES DE TRANSFERT

		Variantes de transfert pour certains tronçons	
Repérage des adductions		**Variante TT.1**	**Variante TP.1**
Nature des adductions		Galerie gravitaire	Conduite de refoulement
Cote de départ et référence du seuil / ouvrage de prise	(NGT)	400 Barrage S22 sur Oued Eddir	400 Barrage S22 sur Oued Eddir
Cote d'arrivée et référence du seuil ou du débouché	(NGT)	380 Oued El Djourf	570 Col
Diamètre	(mm)	2000	700
Linéaire	(m)	4010	2010

BARRAGE OUED ED–DIR



570 NGT

Cote d'arrivée

600

550

500

450

400

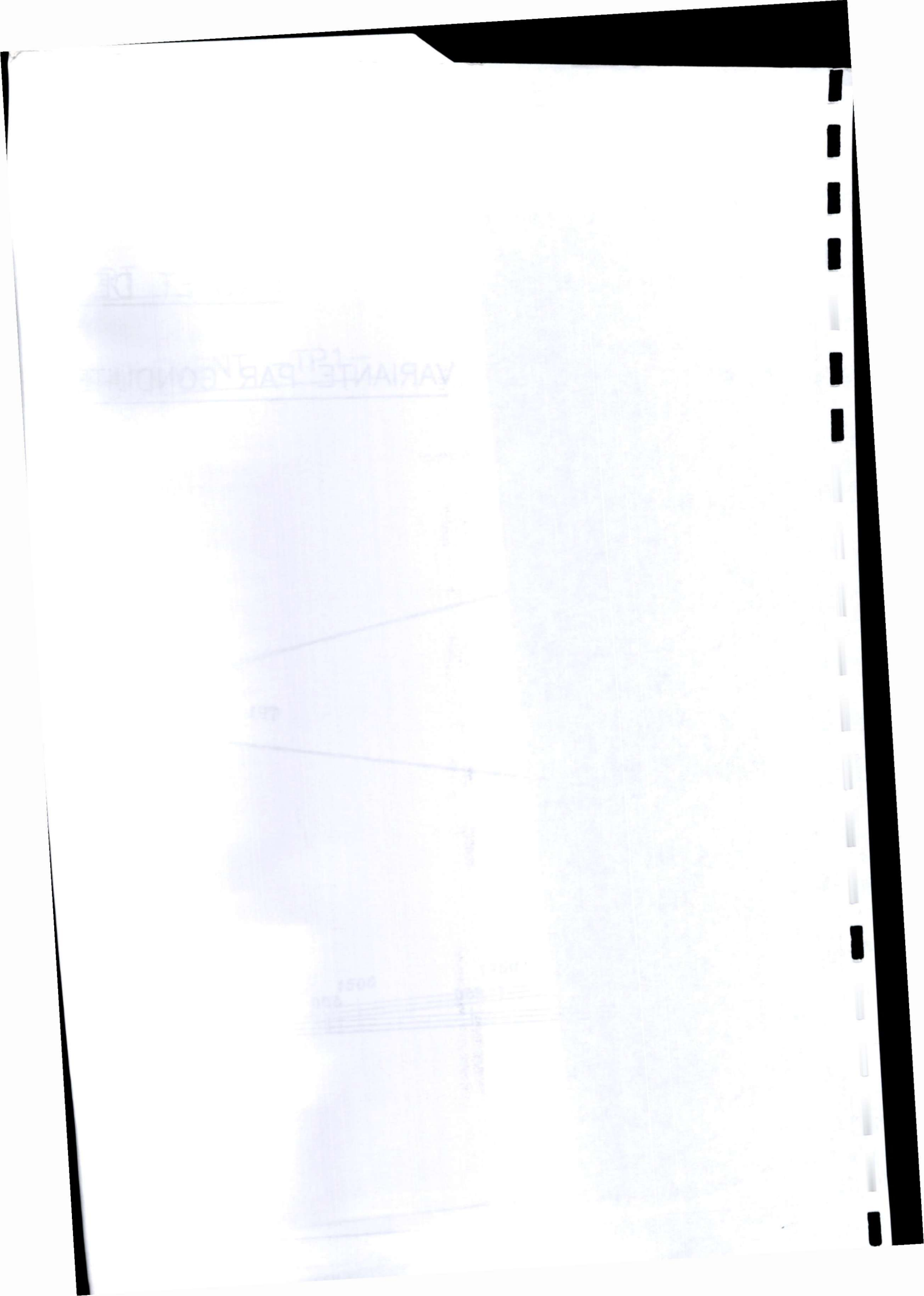
BARRAGE OUED ED-DIR

Cote de départ

0

2000

2250



FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T 2 -

BASSINS VERSANTS CONCERNES

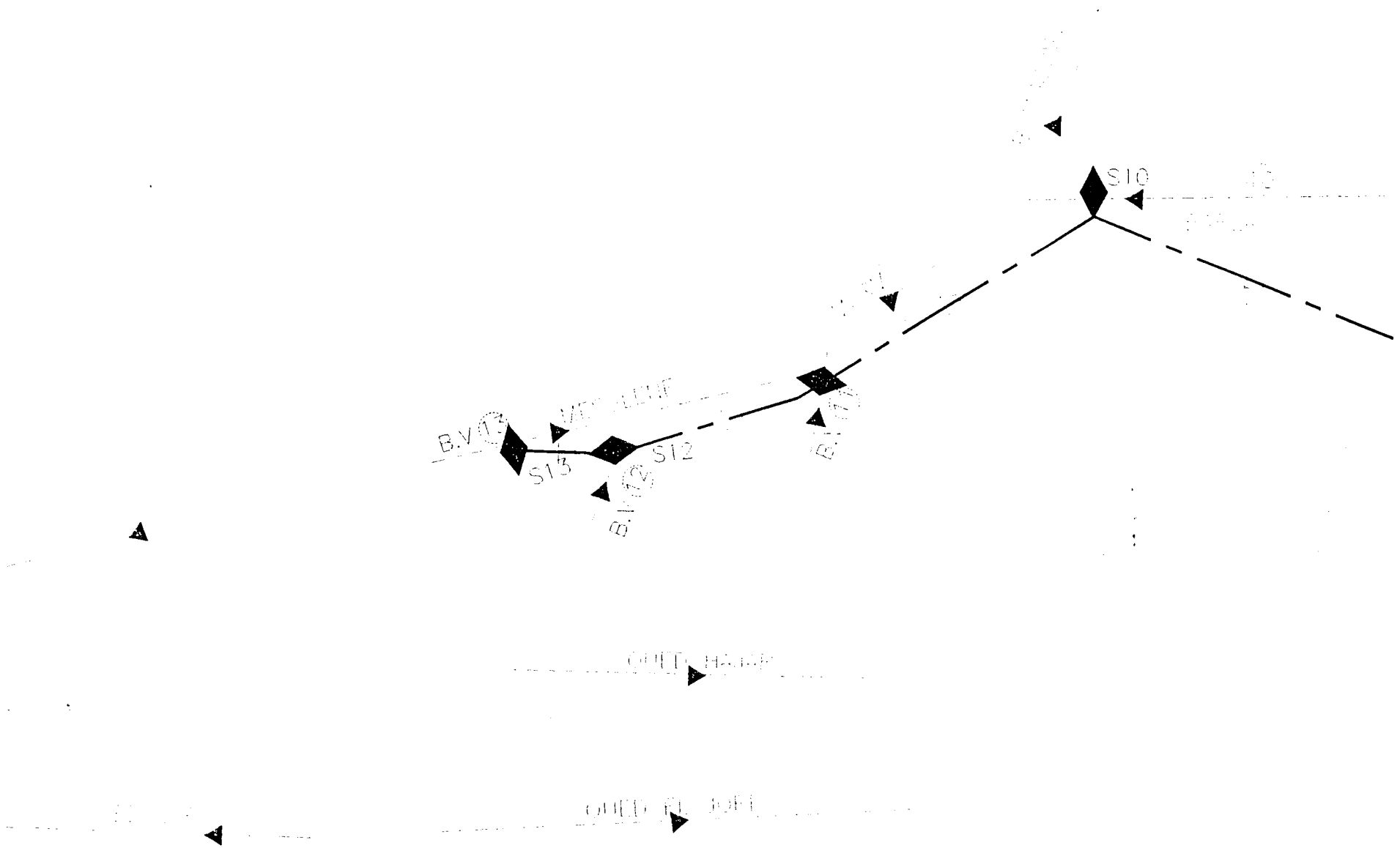
N° du Bassin versant	15	16	18	22
Superficie (km2)	4	3,7	8,2	Voir Projet T1
N° du sous Bassin versant	BVS15	BVS16	BVS18	
Superficie (km2)	2,49	2,75	4,28	

OUVRAGES DE TRANSFERT

		Tronçons de tranfert communs		Variantes de transfert pour certains tronçons		
Repérage des adductions Nature des adductions		**TC2.1** Conduite Gravitaire	**TC2.2** Conduite Gravitaire	**Variante TC2.3** Conduite Gravitaire	**Variante TT.2** Galerie gravitaire	**Variante TP.2** Conduite de refoulement
Cote de départ et référence du seuil de prise	(NGT)	680 seuil 15	640 seuil 16	620 seuil 18	620 seuil 18	620 seuil 18
Cote d'arrivée et référence du seuil ou du débouché	(NGT)	640 seuil 16	620 Seuil 18	440 Barrage S22	600 Affluent Oued Eddir	820 Col
Diamètre	(mm)	700	1000	1200	2000	1500
Linéaire	(m)	1750	2450	6830	2330	1660

PROJET T.3
Variante Tunnel TT.3

Oueds Barla,Mermel,Messléne et Affluents



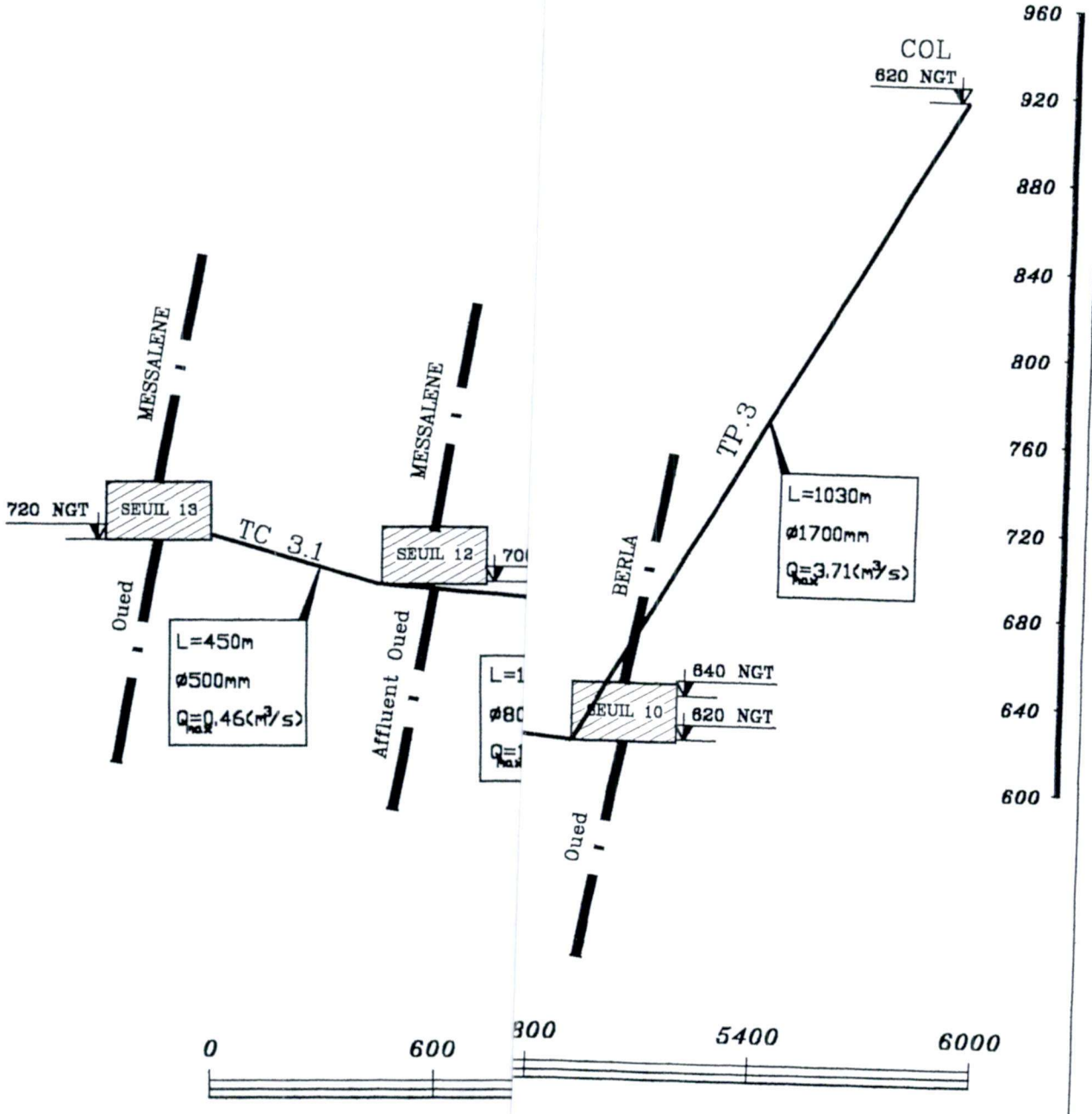
FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T.3 -

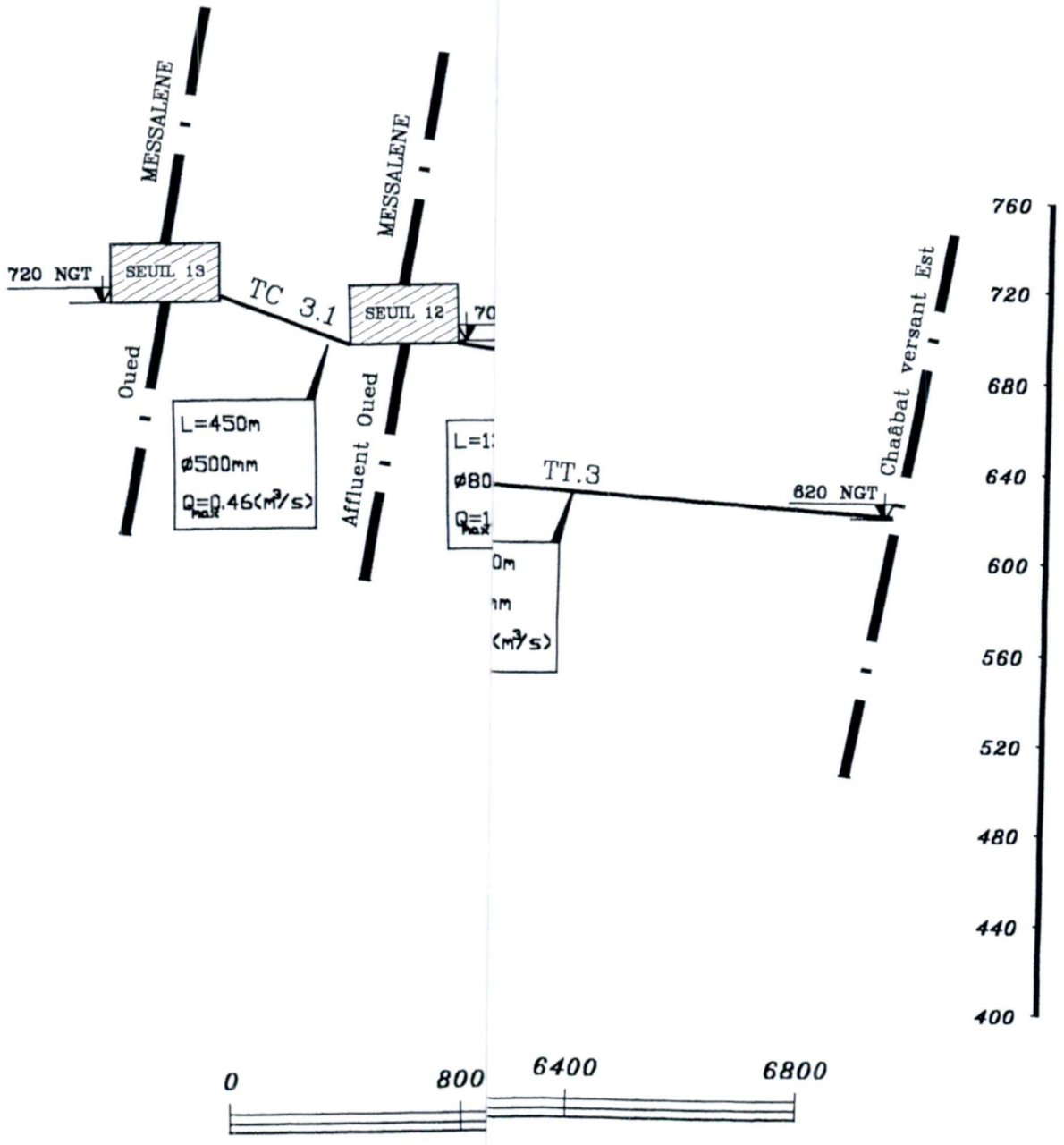
BASSINS VERSANTS CONCERNES

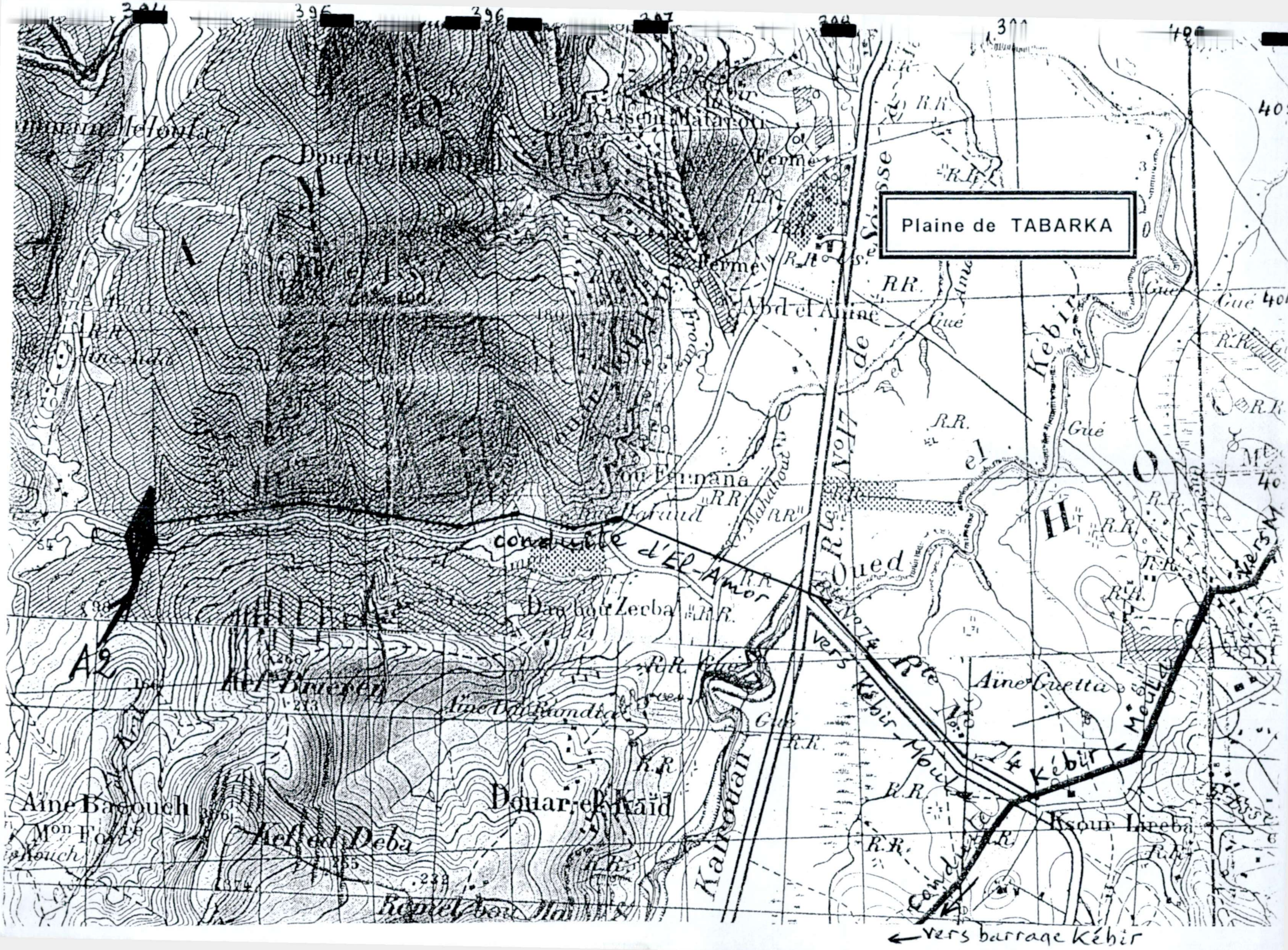
N° du Bassin versant	13	12	11	10
Superficie (km2)	1,5	3,6	6,3	10,5
N° du sous Bassin versant	BVS13	BVS12	BVS11	BVS10
Superficie (km2)	1,4	2,33	1,21	5,69

OUVRAGES DE TRANSFERT

		Tronçons de tranfert communs			Variantes de transfert pour certains tronçons	
Repérage des adductions Nature des adductions		TC3.1 Conduite Gravitaire	TC3.2 Conduite Gravitaire	TC3.3 Conduite Gravitaire	Variante TT.3 Galerie gravitaire	Variante TP.3 Conduite de refoulement
Cote de départ et référence du seuil de prise	(NGT)	720 seuil 13	700 seuil 12	680 seuil 11	640 seuil 10	620 seuil 10
Cote d'arrivée et référence du seuil ou du débouché	(NGT)	700 seuil 12	680 Seuil 11	620 Seuil 10	620 Chaâbat versant Est	920 Col
Diamètre	(mm)	500	800	900	2000	1700
Linéaire	(m)	450	1360	3090	2600	1030


960
920
880
840
800
760
720
680
640
600
COL
620 NGT
TP.3
L=1030m
ø1700mm
Q=3.71(m³/s)
MESSALENE
MESSALENE
720 NGT
SEUIL 13
TC 3.1
SEUIL 12
BERLA
840 NGT
SEUIL 10
620 NGT
Oued
L=450m
ø500mm
Q=0.46(m³/s)
Affluent Oued
Oued
0
600
5400
6000


MESSALENE
MESSALENE
720 NGT
SEUIL 13
TC 3.1
SEUIL 12
Oued
Affluent Oued
L=450m
ø500mm
Q=0.46(m³/s)
TT.3
620 NGT
Chaâbat versant Est
760
720
680
640
600
560
520
480
440
400
0
800
6400
6800


Plaine de TABARKA
conduite d'El-Amor
vers Kébir-Moula
Rte No 74
Rte No 17 de Sousse
Oued el Kébir
Kalrouan
Douar-el-Kaïd
Abd el Aine
Bou Fernana
Aine Guetta
Ksour Lreba
Aine Badouch
Kef ed Deba
vers barrage Kébir
A2
Gué
R.R.

FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T 4 -

BASSINS VERSANTS CONCERNES

N° du Bassin versant	23
Superficie (km2)	4,8
N° du sous Bassin versant	BVS23
Superficie (km2)	4,6

OUVRAGES DE TRANSFERT

	Tronçons de tranfert
Repérage des adductions	TP4
Nature des adductions	Conduite Refoulement
Cote de départ (NGT) et référence du seuil de prise	70 seuil 19
Cote d'arrivée (NGT) et référence du seuil ou du débouché	338
Diamètre (mm)	600
Linéaire (m)	2332

FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T 5 -

BASSINS VERSANTS CONCERNES

N° du Bassin versant	24
Superficie (km2)	7,5
N° du sous Bassin versant	BVS24
Superficie (km2)	6,65

OUVRAGES DE TRANSFERT

		Tronçons de tranfert
Repérage des adductions		**TP5**
Nature des adductions		Conduite Refoulement
Cote de départ et référence du seuil de prise	(NGT)	50 seuil 20
Cote d'arrivée et référence du seuil ou du débouché	(NGT)	292
Diamètre	(mm)	700
Linéaire	(m)	1082

FICHE SYNOPTIQUE DU PROJET - T 6 -

BARRAGES DE RETENUE 21

Désignation	Caractéristique
Superficie du bassin versant	14 km2
Apport moyen annuel	4,10 Mm3
Crue millénale	183 m3/s
Crue centenale	130 m3/s
Cote TN	55 NGT
Hauteur du barrage	20 m
Cote RN	~ 72 NGT
Capacité à la cote RN	2,9 Mm3
Surface noyée de la cuvette	58 Ha

OUVRAGES DE TRANSFERT

		Tronçons de tranfert	Tronçons de tranfert
Repérage des adductions		**TP6**	**Conduite existante**
Nature des adductions		Conduite Refoulement	Conduite Refoulement
Cote de départ et référence du seuil de prise	(NGT)	65 Barrage collinaire 21	85 Barrage Kebir
Cote d'arrivée et référence du seuil ou du débouché	(NGT)	75 conduite existante "Barrage Kebir"	- sation de transfert kebir-Moula
Diamètre	(mm)	1000	1400
Linéaire	(m)	5941	11658

ANNEXE 1

PROJET 1

PROJET 1

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon Galerie T T.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	2000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la galerie	4,006	km

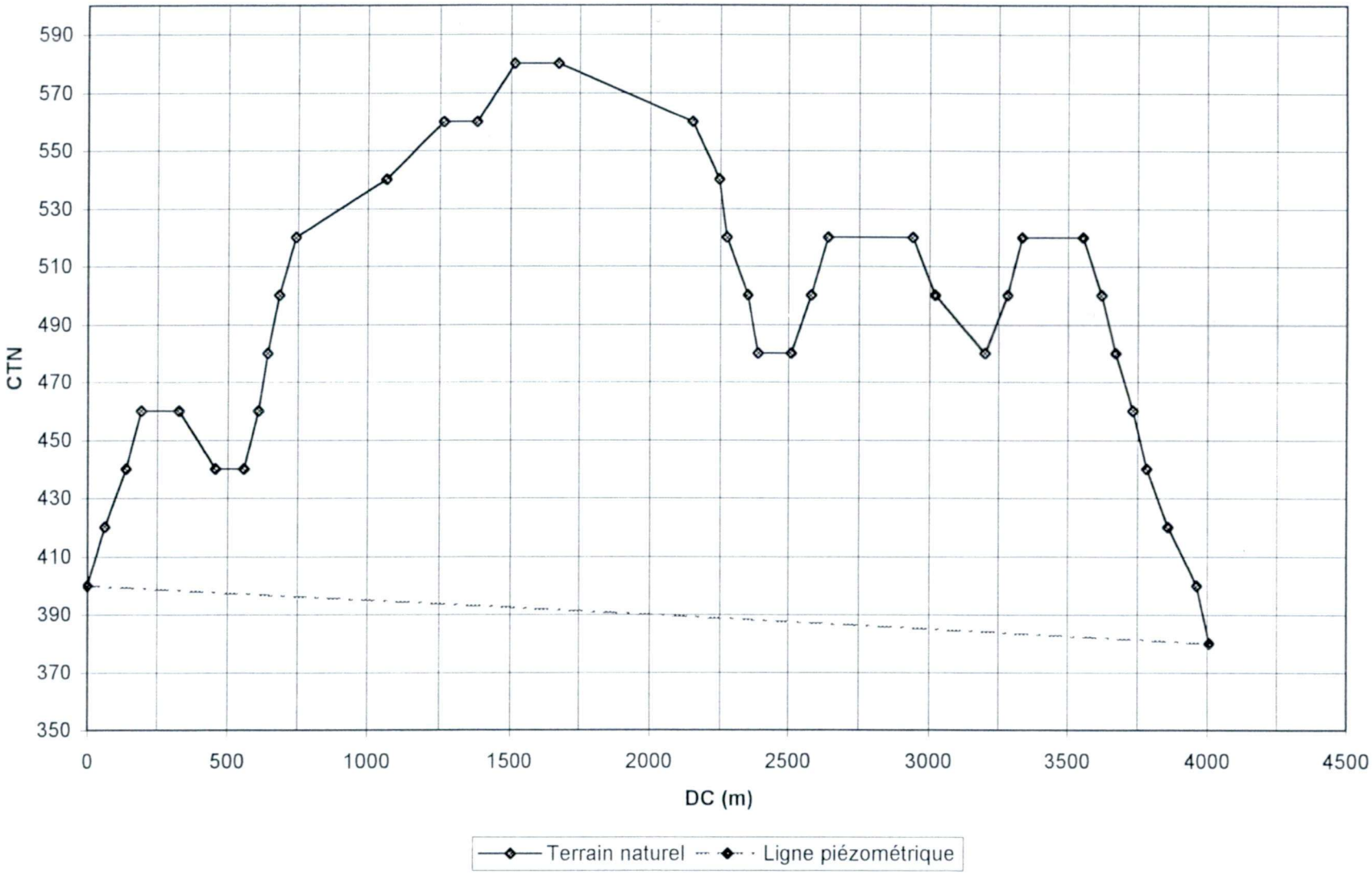
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	8,32	m3/s
Vitesse	2,65	m/s

Coûts de la galerie (DTU)

Conduites	8 814 222

PROFIL EN LONG - Tronçon TT.1



PROJET 1

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	700 mm
Débit d'équipement	1,00 m3/s
Hauteur géomètrique	170 m
Longueur de la conduite	2,01 km
Rendement des groupes	75%

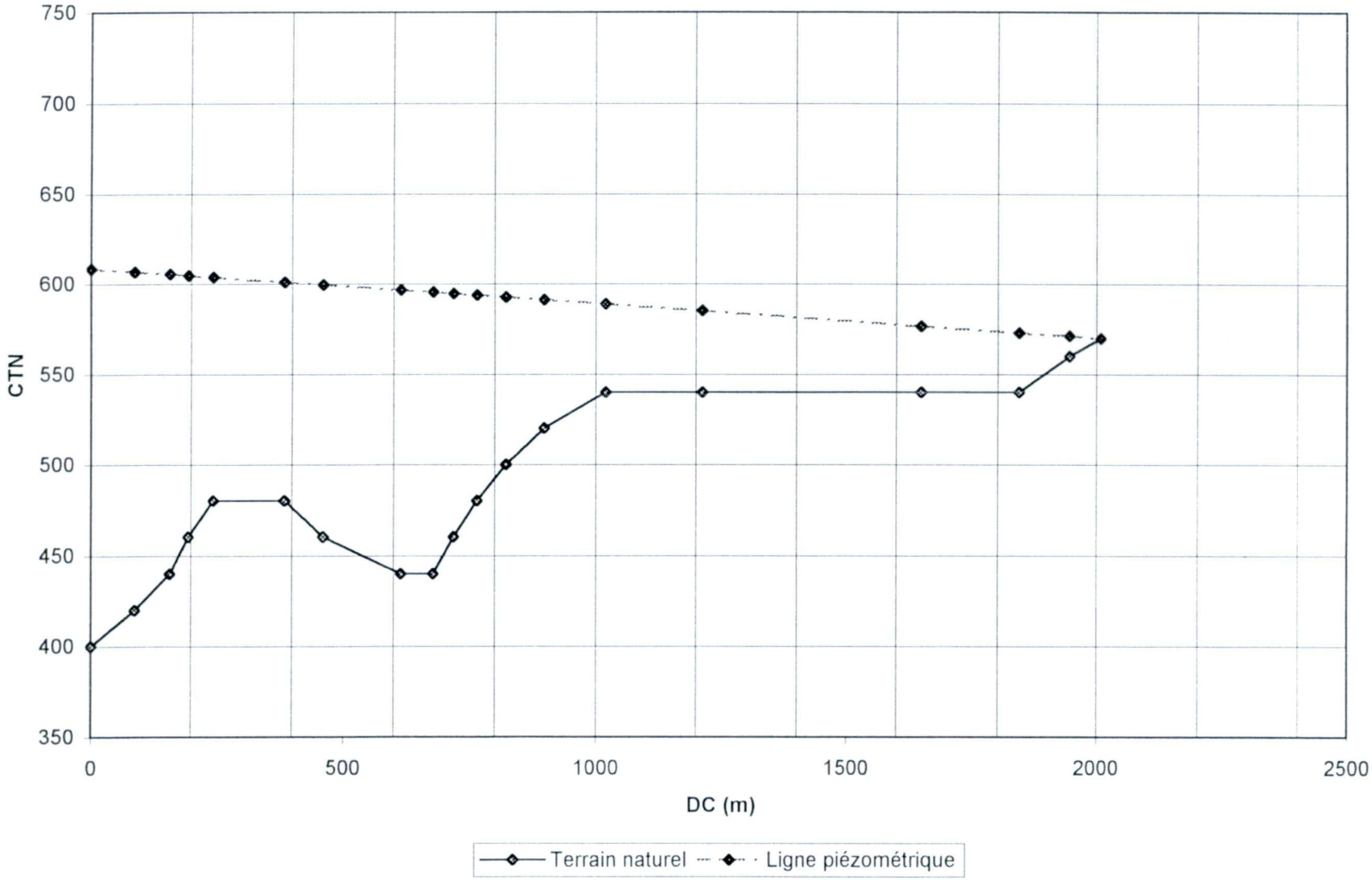
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	2,60 m
Pertes de charge linéaires	19,10 m/km
Hauteurs manométriques totales	209,37 m
Puissances pompes	2739 kw
linéaire en fonte	0,38 km
linéaire en BP	1,63 km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	628 536
Pièces spéciales (10%)	62 854
Equipts station pompage	11 231 189
Génie civil station pompage	3 743 730
Energie : primes fixes (DTU/An)	12 323

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.1



PROJET 1

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	22
Superficie BV (km2)	36,85
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	15,66
Superficie du BVS du seuil (km2)	15,30
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	6,50
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	108387
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	5,02
cout seuils (MDTU)	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TT.1	TP.1
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	5,02	1,00
V annuel (Mm3)	6,50	6,50

PROJET 1

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TP.1

Cout des ouvrages de GC	5,44	MDTU
Cout des équipements	11,23	MDTU
Puissance à installer	2739	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,07	MDTU
Volume annuel	6,50	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	8,33		0,00	8,33	0,00	0,00	0,00	-8,33	0,00
2004	8,33		0,00	8,33	0,00	0,00	0,00	-8,33	0,00
2005	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2006	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2007	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2008	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2009	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2010	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2011	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2012	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2013	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2014	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2015	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2016	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2017	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2018	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2019	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2020	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2021	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2022	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2023	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2024	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2025	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2026	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2027	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2028	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2029	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2030	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2031	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2032	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2033	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2034	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2035	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2036	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2037	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2038	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2039	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2040	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2041	0,00	0,07	0,39	0,46	9,75	0,23	9,98	9,52	6,50
2042	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2043	5,62	0,07	0,39	6,08	9,75	0,23	9,98	3,91	6,50
2044	-9,94	0,07	0,39	-9,47	9,75	0,23	9,98	19,46	6,50
valeurs 8%	20,00	0,85	4,00	24,73				77,33	66,49
actualisées10%	18,16	0,70	3,16	21,90				58,79	52,56
en MDH 12%	16,79	0,59	2,57	19,83				45,78	42,74
Coût 8%				0,37					
actualisé 10%				0,42		TRI		46%	
en DTU/m3 12%				0,46					

PROJET 1

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante galerie :TT.1

Cout des ouvrages de GC	9,81	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	(DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	6,50	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	4,91		0,00	4,91	0,00	0,00	0,00	-4,91	0,00
2004	4,91		0,00	4,91	0,00	0,00	0,00	-4,91	0,00
2005	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2006	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2007	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2008	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2009	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2010	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2011	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2012	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2013	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2014	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2015	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2016	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2017	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2018	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2019	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2020	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2021	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2022	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2023	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2024	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2025	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2026	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2027	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2028	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2029	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2030	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2031	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2032	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2033	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2034	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2035	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2036	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2037	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2038	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2039	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2040	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2041	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2042	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2043	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
2044	0,00	0,00	0,10	0,10	9,75	0,23	9,98	9,89	6,50
valeurs 8%	8,75	0,00	1,00	9,75					66,49
actualisées10%	8,52	0,00	0,79	9,31					52,56
en MDH 12%	8,29	0,00	0,64	8,94					42,74
Coût 8%				0,15					
actualisé 10%				0,18		TRI		74%	
en DTU/m3 12%				0,21					

ANNEXE 2

PROJET 2

PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	700	mm
Charge disponible	40	m
Longueur de la conduite	1,746	km

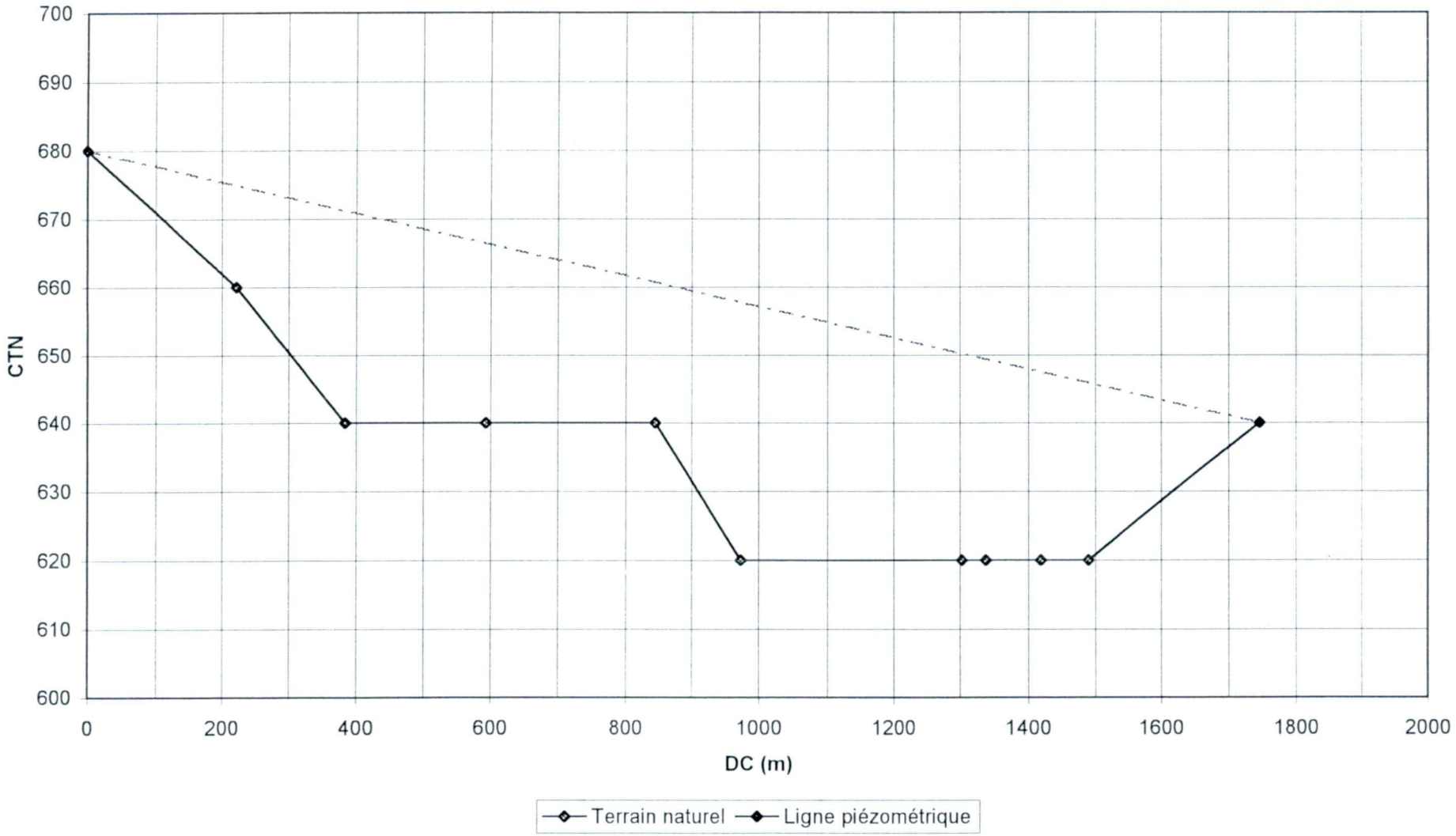
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,10	m3/s
Vitesse	2,85	m/s
Pertes de charge linéaires	22,91	m/km
Pertes de charge totales	40,00	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	308 668
Pièces spéciales (10%)	30 867

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.1



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la conduite	2,454	km

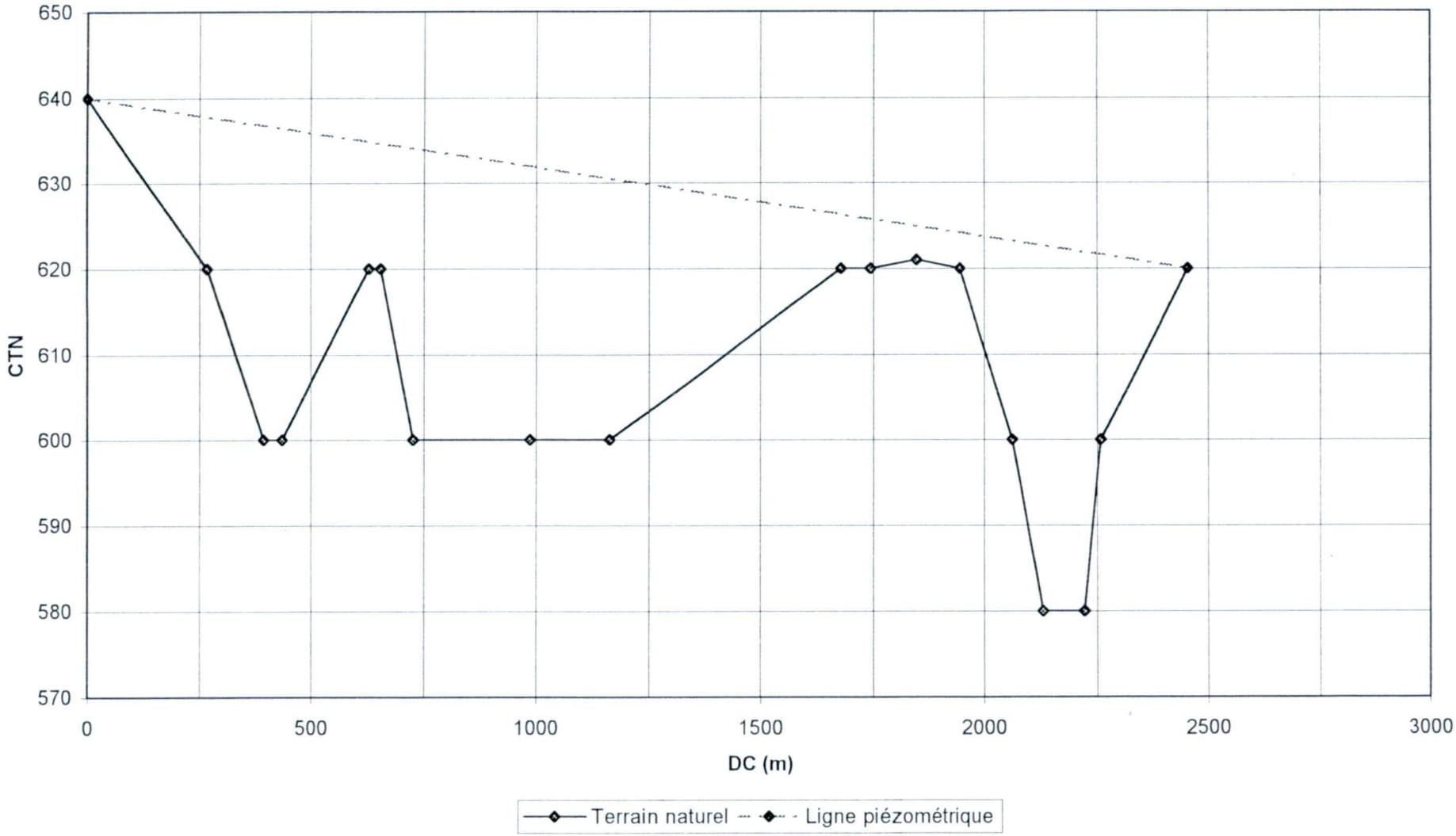
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,69	m3/s
Vitesse	2,15	m/s
Pertes de charge linéaires	8,15	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	796 298
Pièces spéciales (10%)	79 630

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.2



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.3

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1200	mm
Charge disponible	180	m
Longueur de la conduite	6,832	km

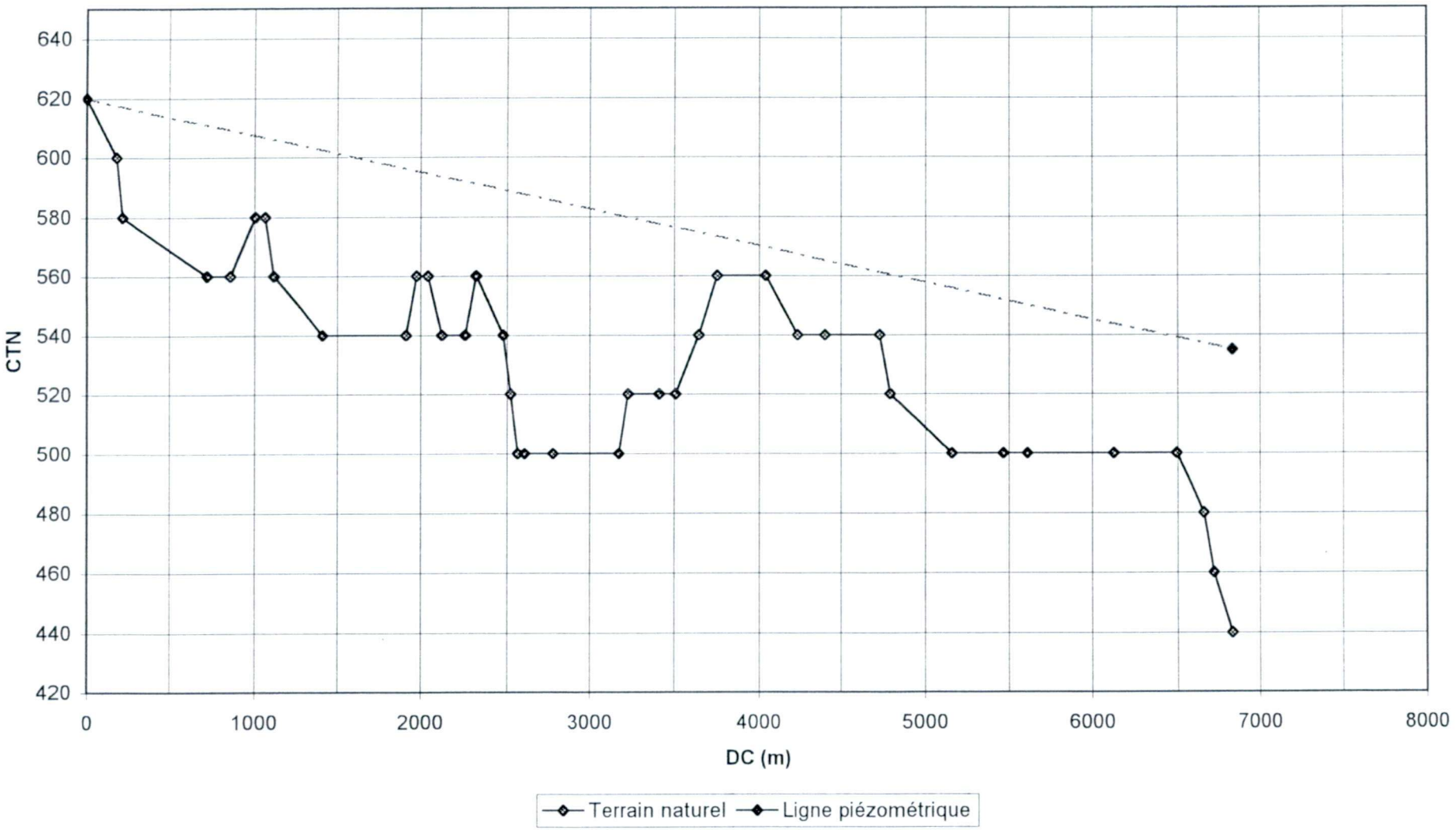
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	3,39	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	12,45	m/km
Pertes de charge totales	85,03	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	2 959 371
Pièces spéciales (10%)	295 937

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.3



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon Galerie T T.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	2000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la galerie	2,328	km

Caractéristiques de l'adduction

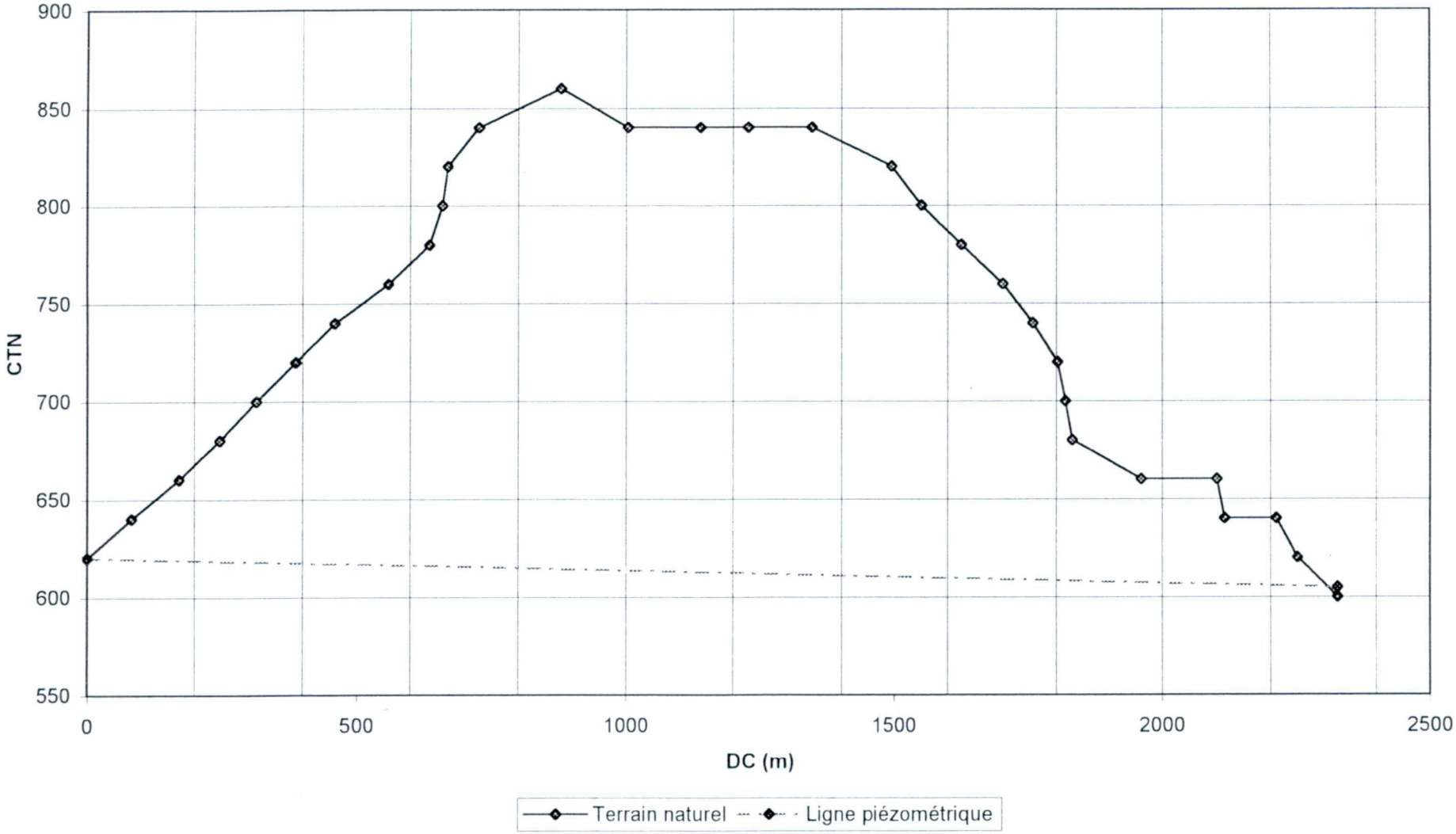
Capacité de transit de la conduite	9,42	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	6,40	m/km
Pertes de charge totales	14,90	m

Coûts de la galerie (DTU)

Conduites	5 122 194

Débit de dimensionnement	10,92	m3/s
Vitesse	3,48	m/s
Pertes de charge linéaires (m/km)	8,59	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

PROFIL EN LONG - Tronçon TT.2



PROJET 2

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1500	mm
Débit d'équipement	4,50	m3/s
Hauteur géomètrique	200	m
Longueur de la conduite	1,594	km
Rendement des groupes	75%	

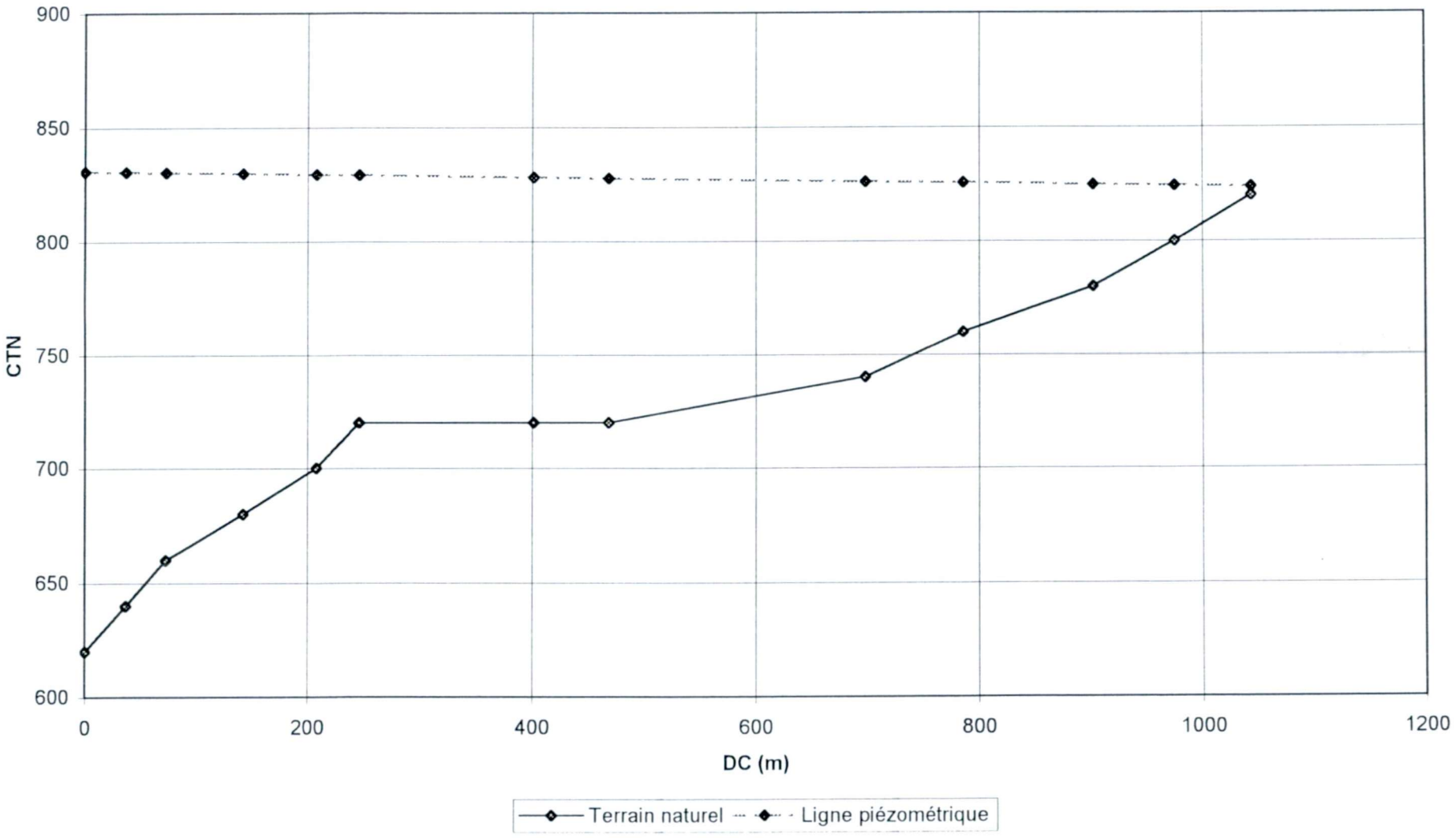
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	2,55	m
Pertes de charge linéaires	6,71	m/km
Hauteurs manométriques totales	211,69	m
Puissances pompes	12468	kw
linéaire en fonte	0,071	km
linéaire en BP	1,523	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	1 222 757
Pièces spéciales (10%)	122 276
Equipts station pompage	24 219 885
Génie civil station pompage	8 073 295
Energie : primes fixes (DTU/An)	56 105

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.2



PROJET 2

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	15	16	18
Superficie BV (km2)	4	3,7	8,2
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	1,7	1,57	3,49
Superficie du BVS du seuil (km2)	2,49	2,75	4,28
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1,06	1,17	1,82
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	17615	19450	30373
Débit coresspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	0,82	0,90	1,41
cout seuils (MDTU)	1,00	1,00	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TC 2.1	TC 2.2	TC 2.3	TP 2	TT 2
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,82	1,69	3,10	4,50	4,50
V annuel (Mm3)	1,06	2,19	4,01	5,84	5,84

PROJET 2

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TC2.1+TC2.2+TP2

Cout des ouvrages de GC	11,63	MDTU
Cout des équipements	24,22	MDTU
Puissance à installer	12468	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	(DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,33	MDTU
Volume annuel	5,84	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	17,93	0,00	0,00	17,93	0,00	0,00	0,00	-17,93	0,00
2004	17,93	0,00	0,00	17,93	0,00	0,00	0,00	-17,93	0,00
2005	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2006	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2007	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2008	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2009	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2010	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2011	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2012	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2013	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2014	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2015	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2016	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2017	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2018	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2019	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2020	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2021	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2022	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2023	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2024	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2025	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2026	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2027	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2028	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2029	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2030	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2031	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2032	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2033	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2034	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2035	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2036	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2037	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2038	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2039	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2040	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2041	0,00	0,33	0,84	1,17	8,75	0,21	8,96	7,79	5,84
2042	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2043	12,11	0,33	0,84	13,28	8,75	0,21	8,96	-4,32	5,84
2044	-21,43	0,33	0,84	-20,26	8,75	0,21	8,96	29,22	5,84
valeurs 8%	43,06	3,33	8,62	55,00				36,59	59,66
actualisées 10%	39,08	2,63	6,81	48,53				23,88	47,16
en MDH 12%	36,13	2,14	5,54	43,80				15,07	38,35
Coût 8%				0,92					
actualisé 10%				1,03					
en DTU/m3 12%				1,14					

TRI **18%**

PROJET 2

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante galerie TC2.1+TC2.2+TT.2

Cout des ouvrages de GC	7,34	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	TU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	5,84	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

	Dépenses liées au projet de transferts (MDT 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)				
Année	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts	"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
2003	3,67		0,00	3,67	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00
2004	3,67		0,00	3,67	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00
2005	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2006	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2007	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2008	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2009	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2010	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2011	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2012	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2013	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2014	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2015	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2016	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2017	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2018	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2019	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2020	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2021	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2022	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2023	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2024	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2025	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2026	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2027	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2028	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2029	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2030	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2031	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2032	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2033	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2034	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2035	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2036	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2037	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2038	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2039	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2040	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2041	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2042	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2043	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
2044	0,00	0,00	0,07	0,07	8,75	0,21	8,96	8,89	5,84
valeurs 8%	6,54	0,00	0,75	7,29				84,30	59,66
actualisées 10%	6,37	0,00	0,59	6,96				65,44	47,16
en MDH 12%	6,20	0,00	0,48	6,68				52,19	38,35
Coût 8%				0,12					
actualisé 10%				0,15					
en DTU/m3 12%				0,17					

TRI **85%**

PROJET 2

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante adduction gravitaire TC2.1+TC2.2+TC 2.3

Cout des ouvrages de GC	5,47	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	4,01	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	2,74		0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	-2,74	0,00
2004	2,74		0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	-2,74	0,00
2005	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2006	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2007	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2008	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2009	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2010	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2011	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2012	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2013	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2014	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2015	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2016	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2017	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2018	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2019	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2020	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2021	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2022	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2023	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2024	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2025	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2026	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2027	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2028	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2029	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2030	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2031	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2032	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2033	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2034	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2035	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2036	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2037	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2038	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2039	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2040	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2041	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2042	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2043	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
2044	0,00	0,00	0,05	0,05	6,02	0,14	6,16	6,11	4,01
valeurs 8%	4,88	0,00	0,56	5,44				57,55	41,03
actualisées10%	4,75	0,00	0,44	5,19				44,60	32,43
en MDH 12%	4,62	0,00	0,36	4,98				35,51	26,37
Coût 8%				0,13					
actualisé 10%				0,16			TRI	80%	
en DTU/m3 12%				0,19					

ANNEXE 3

PROJET 3

PROJET 3

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 3.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	500	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la conduite	0,447	km

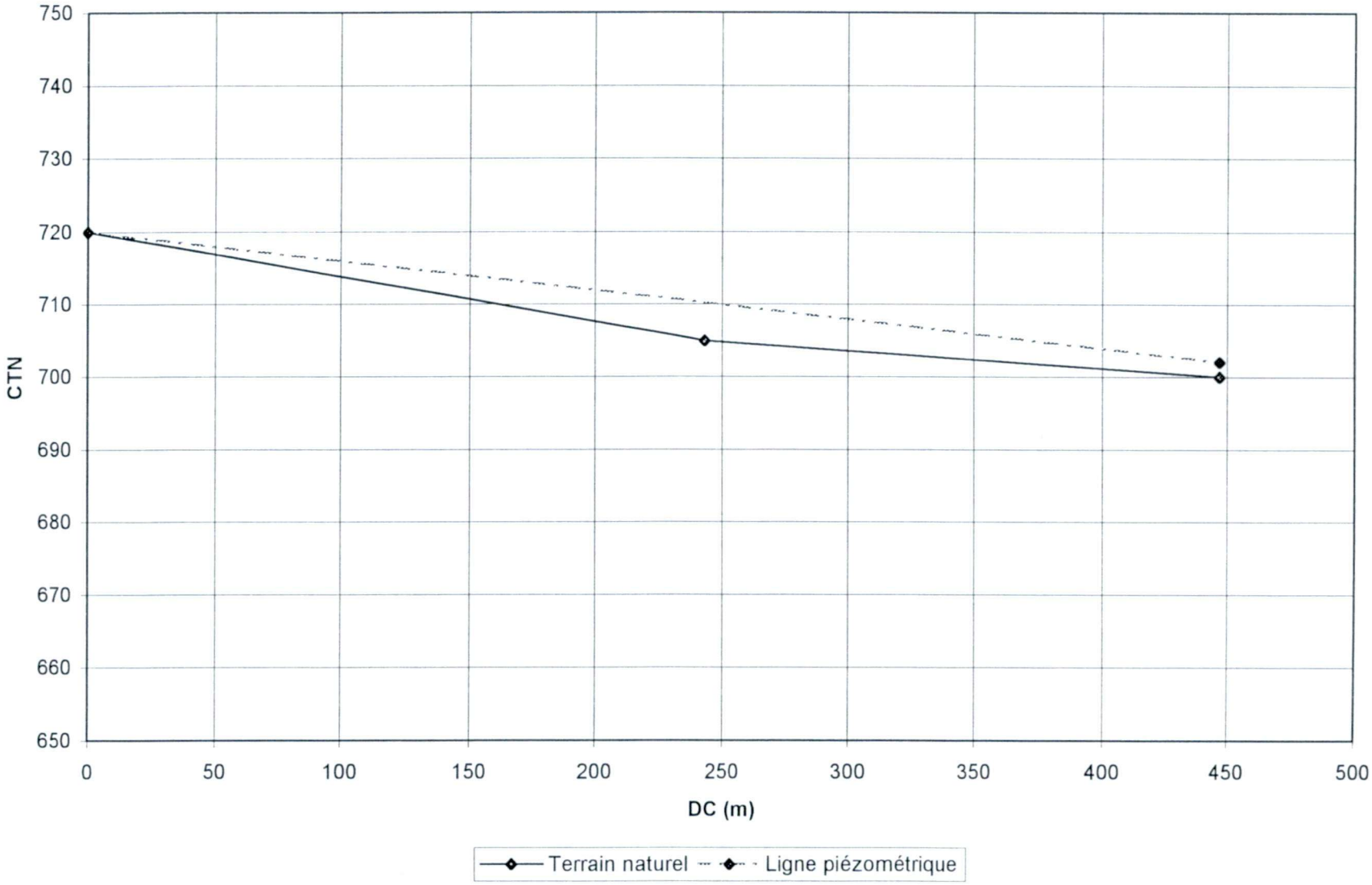
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	0,59	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	40,12	m/km
Pertes de charge totales	17,93	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	58 840
Pièces spéciales (10%)	5 884

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 3.1



PROJET 3

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 3.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	800	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la conduite	1,356	km

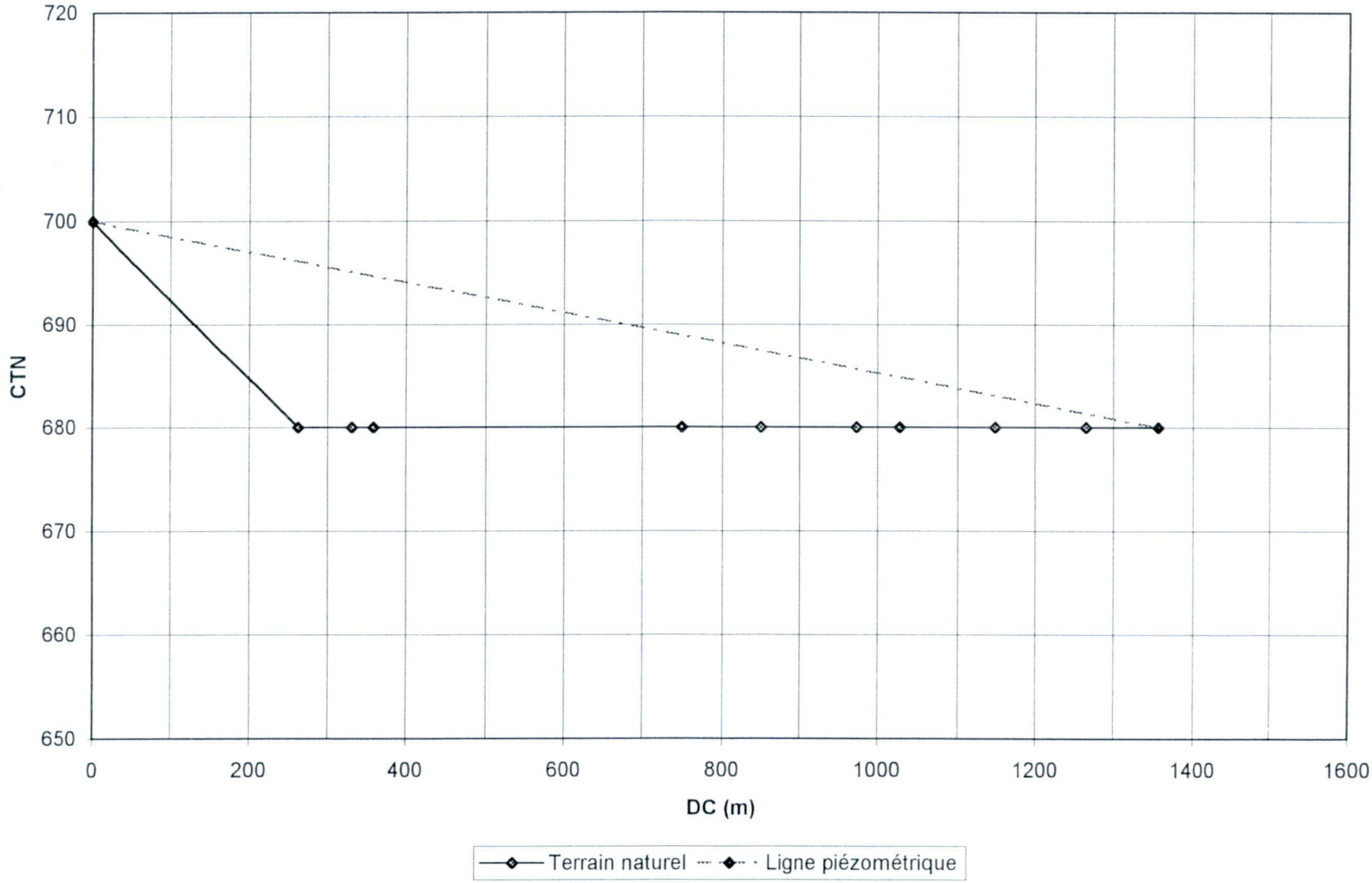
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,26	m3/s
Vitesse	2,50	m/s
Pertes de charge linéaires	14,75	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	250 272
Pièces spéciales (10%)	25 027

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 3.2



PROJET 3

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 3.3

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	900	mm
Charge disponible	60	m
Longueur de la conduite	3,086	km

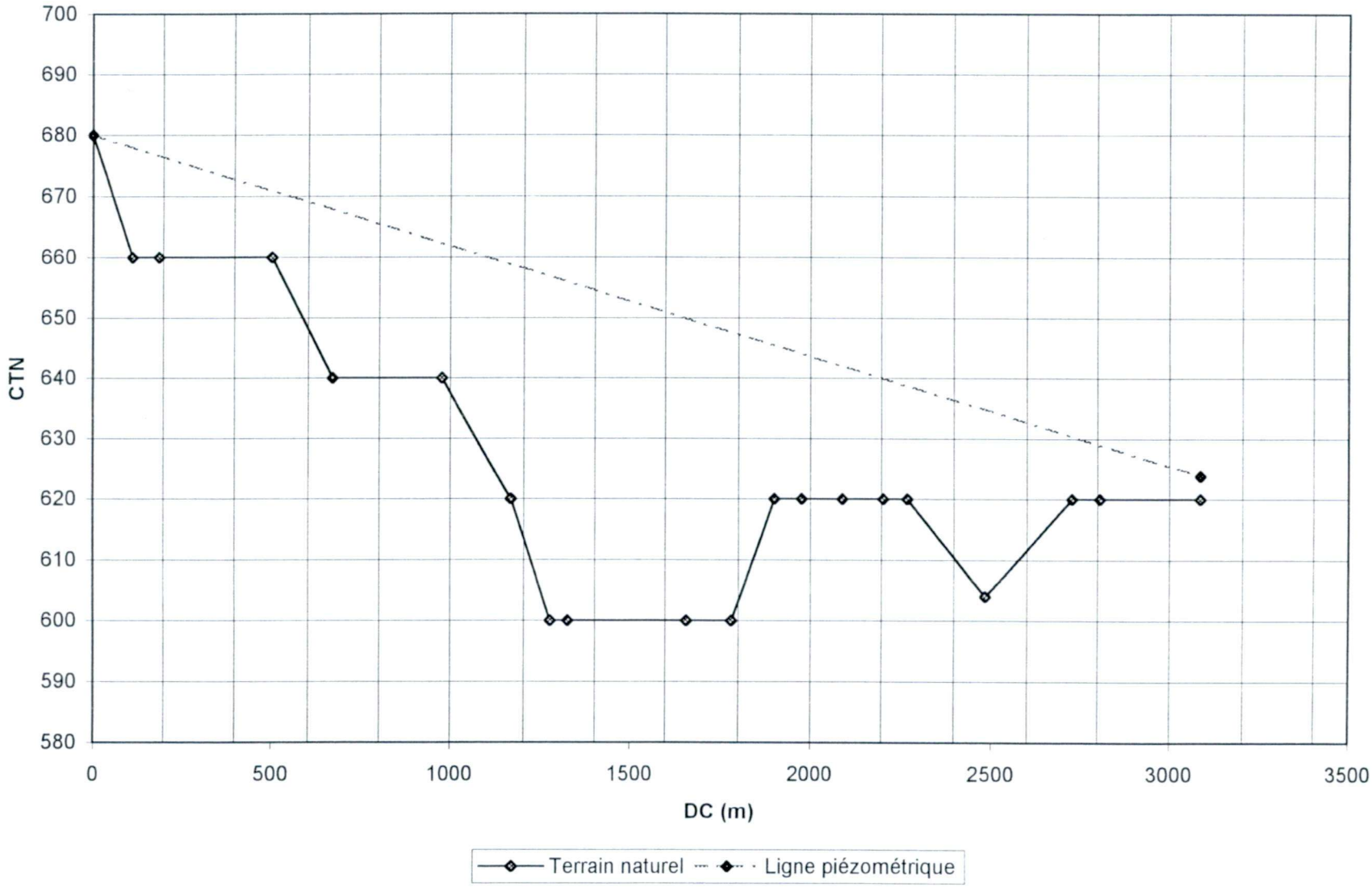
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,91	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	18,20	m/km
Pertes de charge totales	56,16	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	854 161
Pièces spéciales (10%)	85 416

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 3.3



PROJET 3

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon Galerie T T.3

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	2000	mm
Charge disponible	80	m
Longueur de la galerie	2,291	km

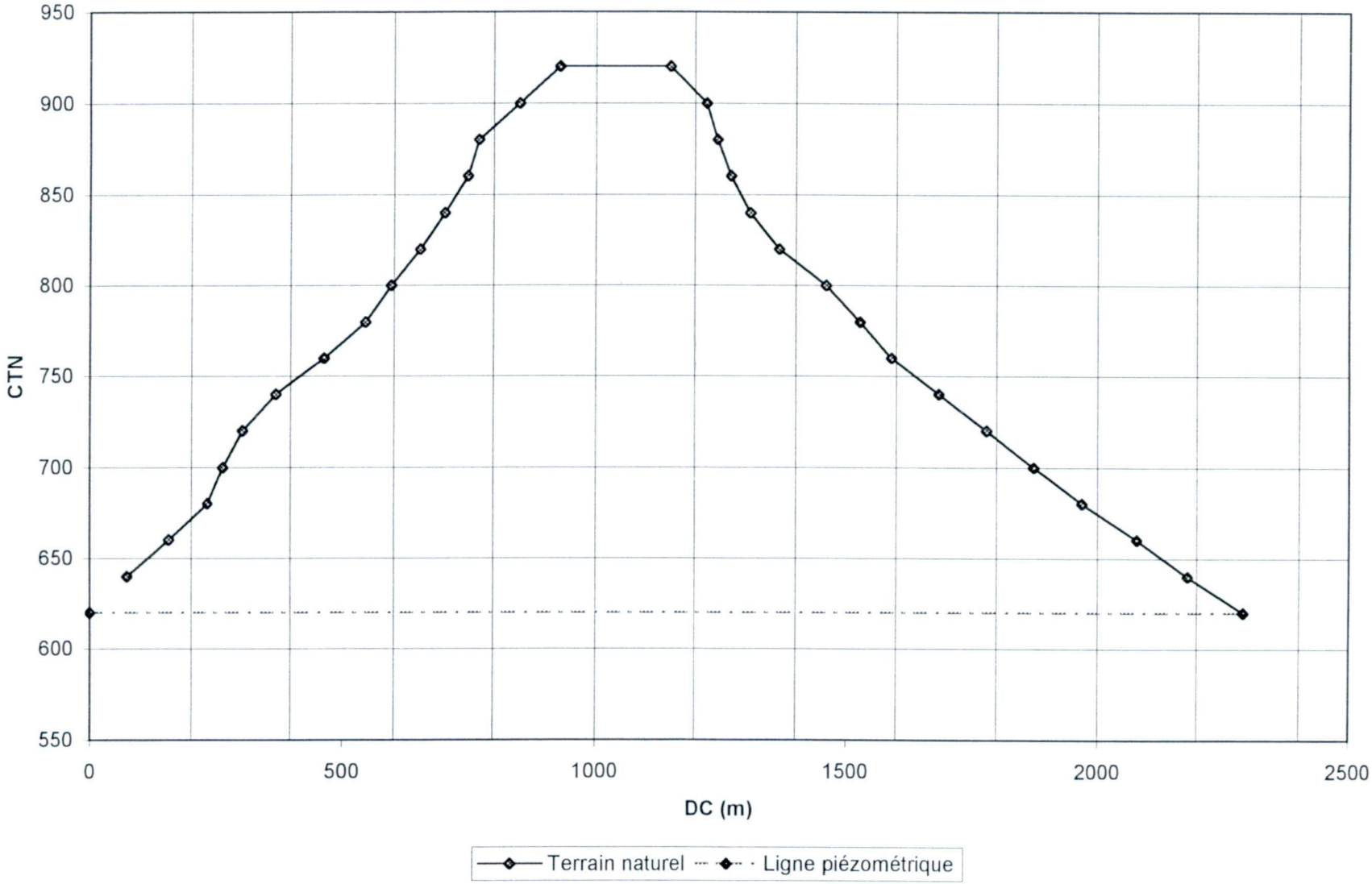
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	9,42	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	6,40	m/km
Pertes de charge totales	14,67	m

Coûts de la galerie (DTU)

Conduites	5 040 784

PROFIL EN LONG - Tronçon TT.3



PROJET 3

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.3

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1700	mm
Débit d'équipement	3,71	m3/s
Hauteur géomètrique	300	m
Longueur de la conduite	1,032	km
Rendement des groupes	75%	

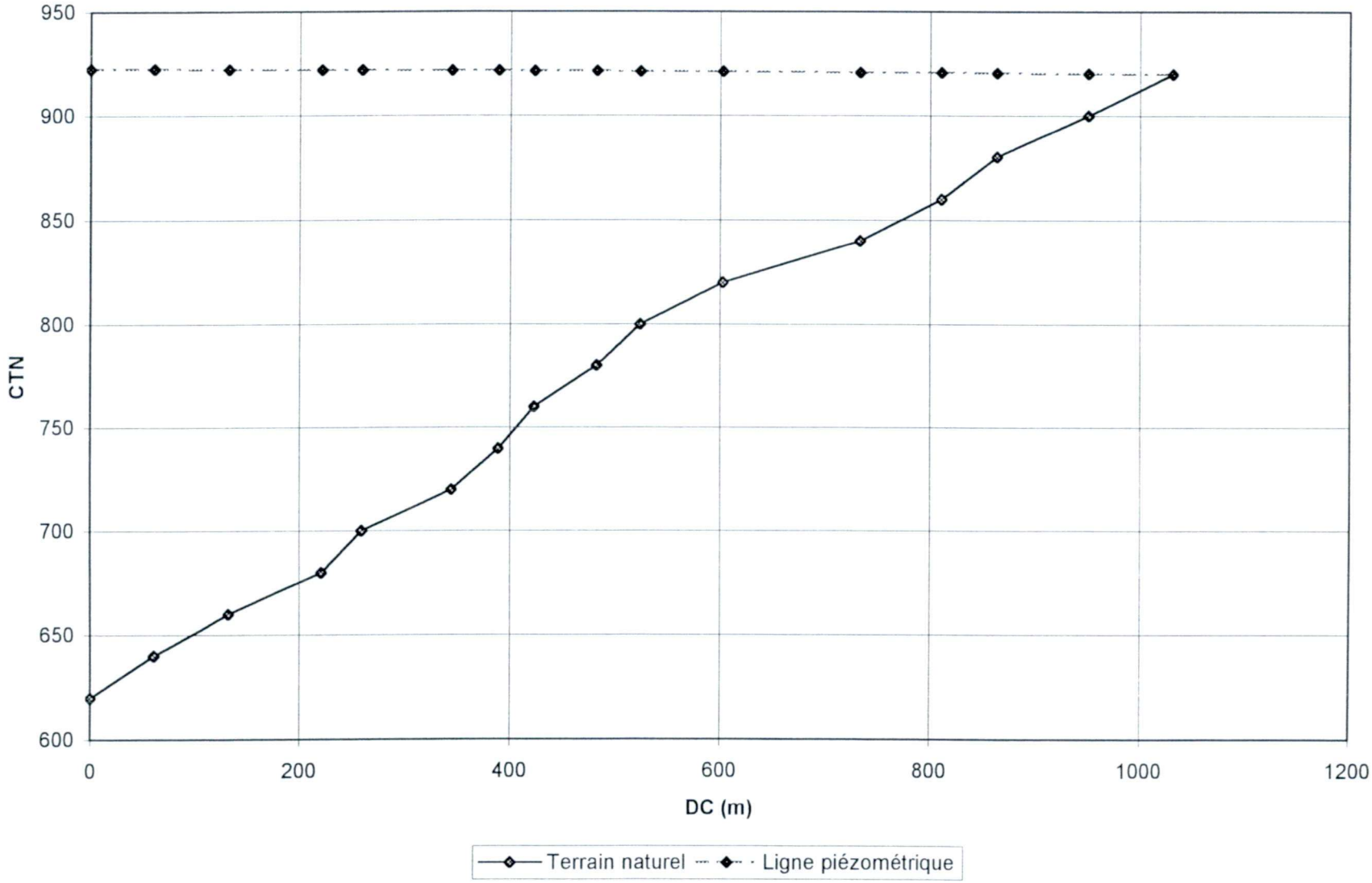
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	1,63	m
Pertes de charge linéaires	2,34	m/km
Hauteurs manométriques totales	303,42	m
Puissances pompes	14713,30	kw
linéaire en fonte	0,423	km
linéaire en BP	0,609	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	2 313 747
Pièces spéciales (10%)	231 375
Equipts station pompage	26 341 126
Génie civil station pompage	8 780 375
Energie : primes fixes (DTU/An)	66 210

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.3



PROJET 3

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	13	12	11	10
Superficie BV (km2)	1,50	3,60	6,30	10,50
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	0,64	1,55	2,93	4,88
Superficie du BVS du seuil (km2)	1,40	2,33	1,21	5,69
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	0,60	1,00	0,56	2,64
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	9943	16707	9377	44052
Débit corresspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	0,46	0,77	0,43	2,04
côut des seuils (10-E06)	1,00	1,00	1,00	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TC 3.1	TC 3.2	TC 3.3	TP 3	TT 3
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,46	1,23	1,67	3,71	3,71
Coefficient de sensibilité	100%	100%	100%	100%	100%
V annuel (Mm3)	0,60	1,60	2,16	4,80	4,80

PROJET 3

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TC3.1+TC3.2+TC3.3+TP3

Cout des ouvrages de GC	13,61	MDTU
Cout des équipements	26,34	MDTU
Puissance à installer	14713	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	TU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,38	MDTU
Volume annuel	4,80	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	19,97	0,00	0,00	19,97	0,00	0,00	0,00	-19,97	0,00
2004	19,97	0,00	0,00	19,97	0,00	0,00	0,00	-19,97	0,00
2005	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2006	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2007	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2008	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2009	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2010	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2011	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2012	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2013	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2014	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2015	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2016	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2017	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2018	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2019	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2020	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2021	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2022	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2023	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2024	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2025	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2026	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2027	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2028	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2029	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2030	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2031	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2032	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2033	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2034	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2035	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2036	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2037	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2038	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2039	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2040	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2041	0,00	0,38	0,93	1,31	7,21	0,17	7,38	6,07	4,80
2042	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2043	13,17	0,38	0,93	14,48	7,21	0,17	7,38	-7,10	4,80
2044	-23,30	0,38	0,93	-21,99	7,21	0,17	7,38	29,37	4,80
valeurs 8%	47,68	3,93	9,47	61,07				14,34	49,12
actualisées10%	43,33	3,10	7,49	53,92				5,69	38,83
en MDH 12%	40,09	2,52	6,09	48,71				-0,23	31,58
Coût 8%				1,24					
actualisé 10%				1,39			**TRI**	**12%**	
en DTU/m3 12%				1,54					

PROJET 3

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante galerie :TC3.1+TC3.2+TC3.3+TT.3

Cout des ouvrages de GC	7,32	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	(DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	4,80	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	3,66	0,00	0,00	3,66	0,00	0,00	0,00	-3,66	0,00
2004	3,66	0,00	0,00	3,66	0,00	0,00	0,00	-3,66	0,00
2005	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2006	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2007	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2008	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2009	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2010	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2011	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2012	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2013	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2014	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2015	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2016	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2017	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2018	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2019	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2020	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2021	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2022	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2023	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2024	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2025	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2026	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2027	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2028	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2029	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2030	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2031	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2032	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2033	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2034	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2035	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2036	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2037	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2038	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2039	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2040	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2041	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2042	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2043	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
2044	0,00	0,00	0,07	0,07	7,21	0,17	7,38	7,30	4,80
valeurs 8%	6,53	0,00	0,75	7,28				68,13	49,12
actualisées10%	6,35	0,00	0,59	6,94				52,67	38,83
en MDH 12%	6,19	0,00	0,48	6,67				41,81	31,58
Coût 8%				0,15					
actualisé 10%				0,18		**TRI**		**73%**	
en DTU/m3 12%				0,21					

ANNEXE 4

PROJET 1-2

PROJET 1

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon Galerie T T.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	2000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la galerie	4,006	km

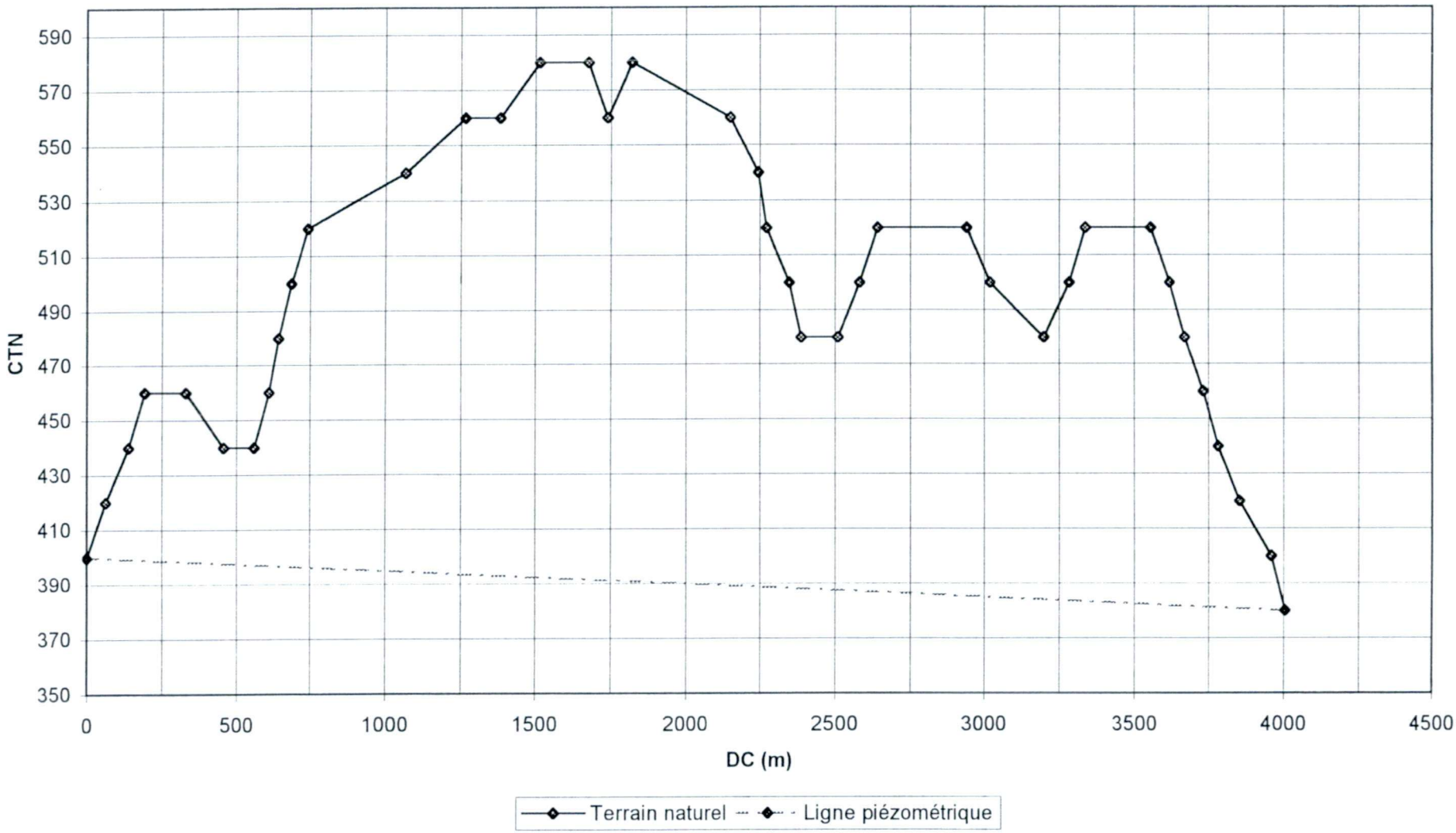
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	8,32	m3/s
Vitesse	2,65	m/s
Pertes de charge linéaires	4,99	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

Coûts de la galerie (DTU)

Conduites	8 814 222

PROFIL EN LONG - Tronçon TT.1



PROJET 1

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	700	mm
Débit d'équipement	1,00	m3/s
Hauteur géomètrique	170	m
Longueur de la conduite	2,01	km
Rendement des groupes	75%	

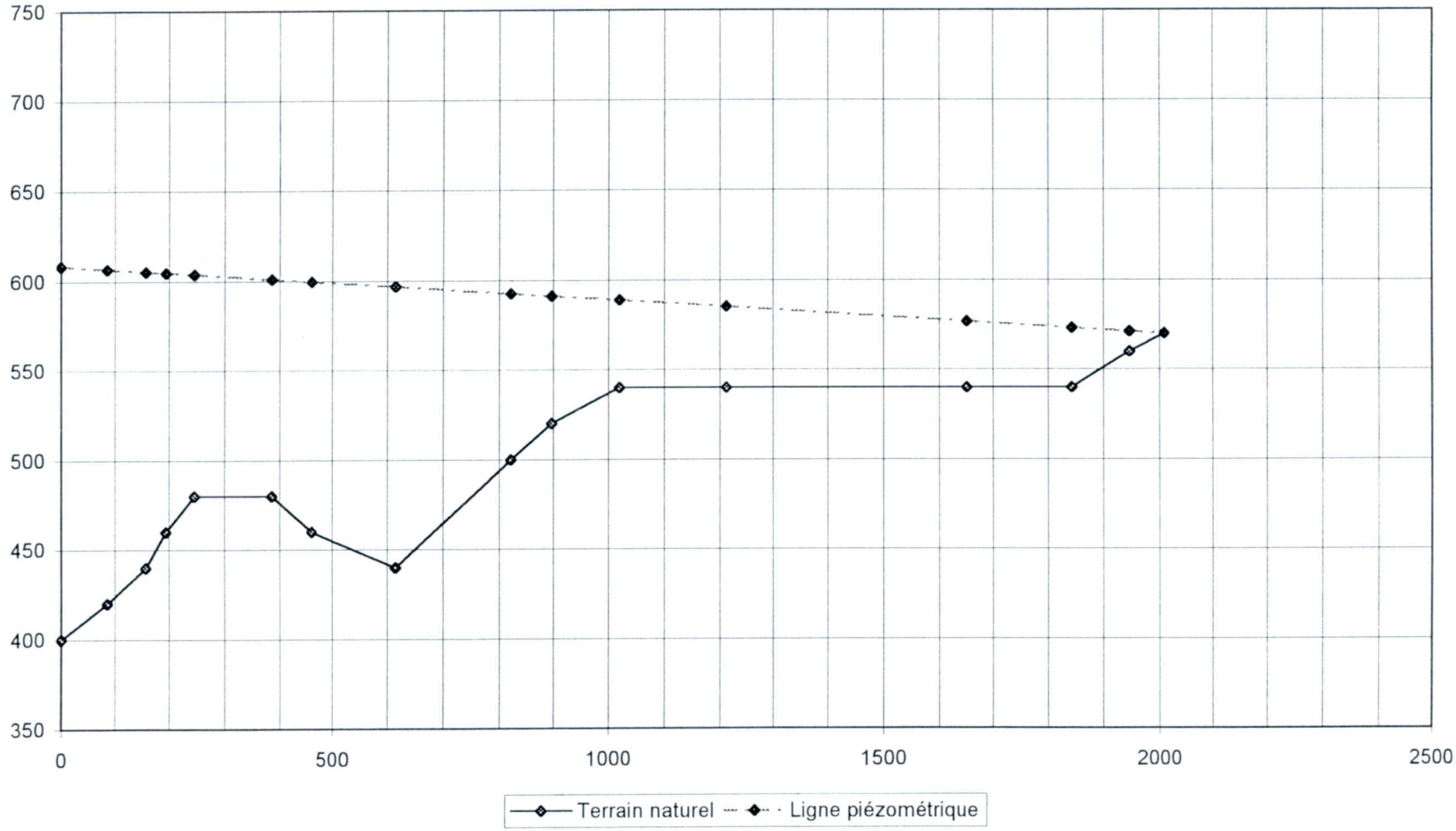
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	2,60	m
Pertes de charge linéaires	19,10	m/km
Hauteurs manométriques totales	209,37	m
Puissances pompes	2739	kw
linéaire en fonte	0,38	km
linéaire en BP	1,63	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	628 536
Pièces spéciales (10%)	62 854
Equipts station pompage	11 231 189
Génie civil station pompage	3 743 730
Energie : primes fixes (DTU/An)	12 323

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.1



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.1

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	700	mm
Charge disponible	40	m
Longueur de la conduite	1,746	km

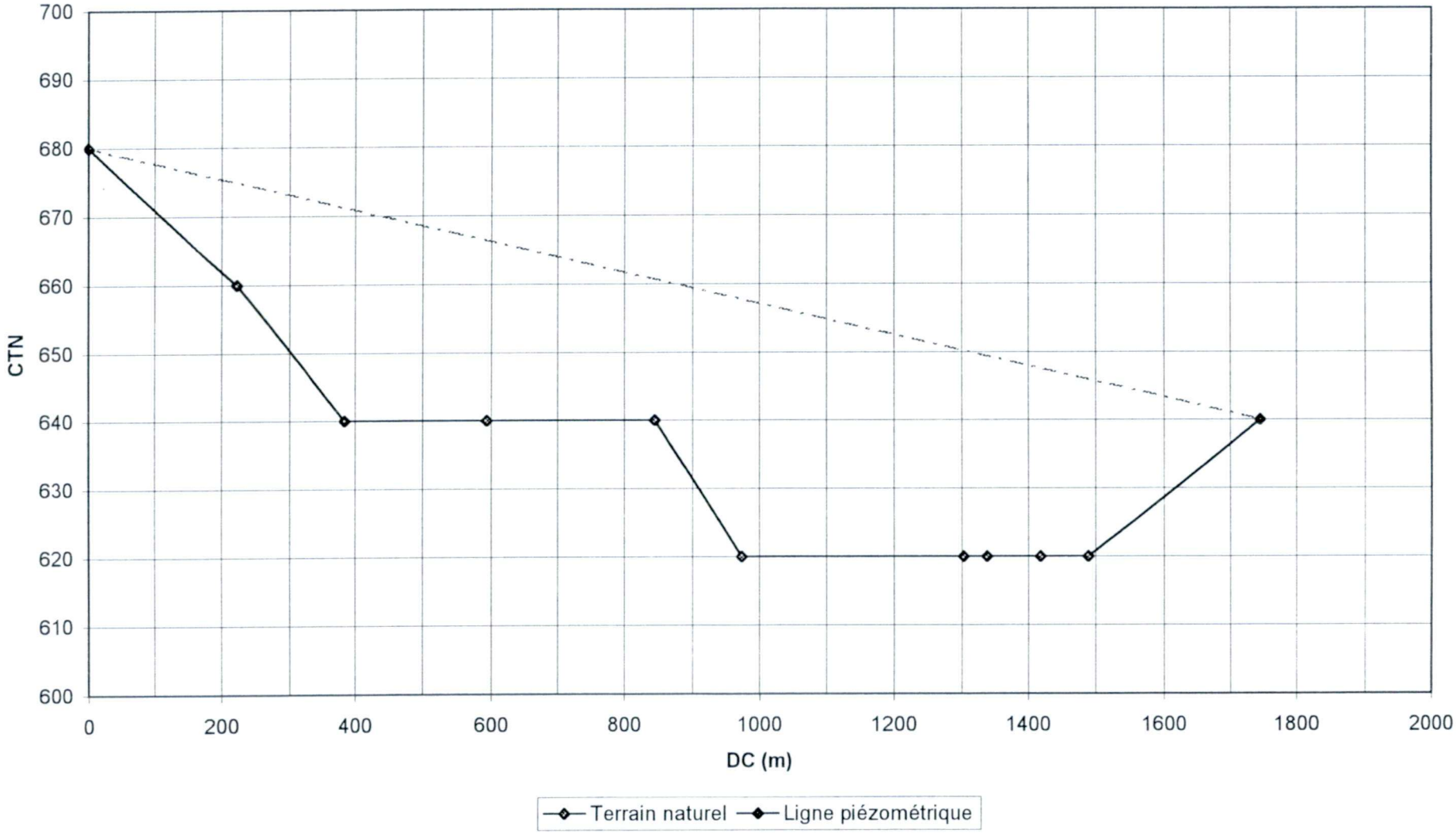
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,10	m3/s
Vitesse	2,85	m/s
Pertes de charge linéaires	22,91	m/km
Pertes de charge totales	40,00	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	308 668
Pièces spéciales (10%)	30 867

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.1



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la conduite	2,454	km

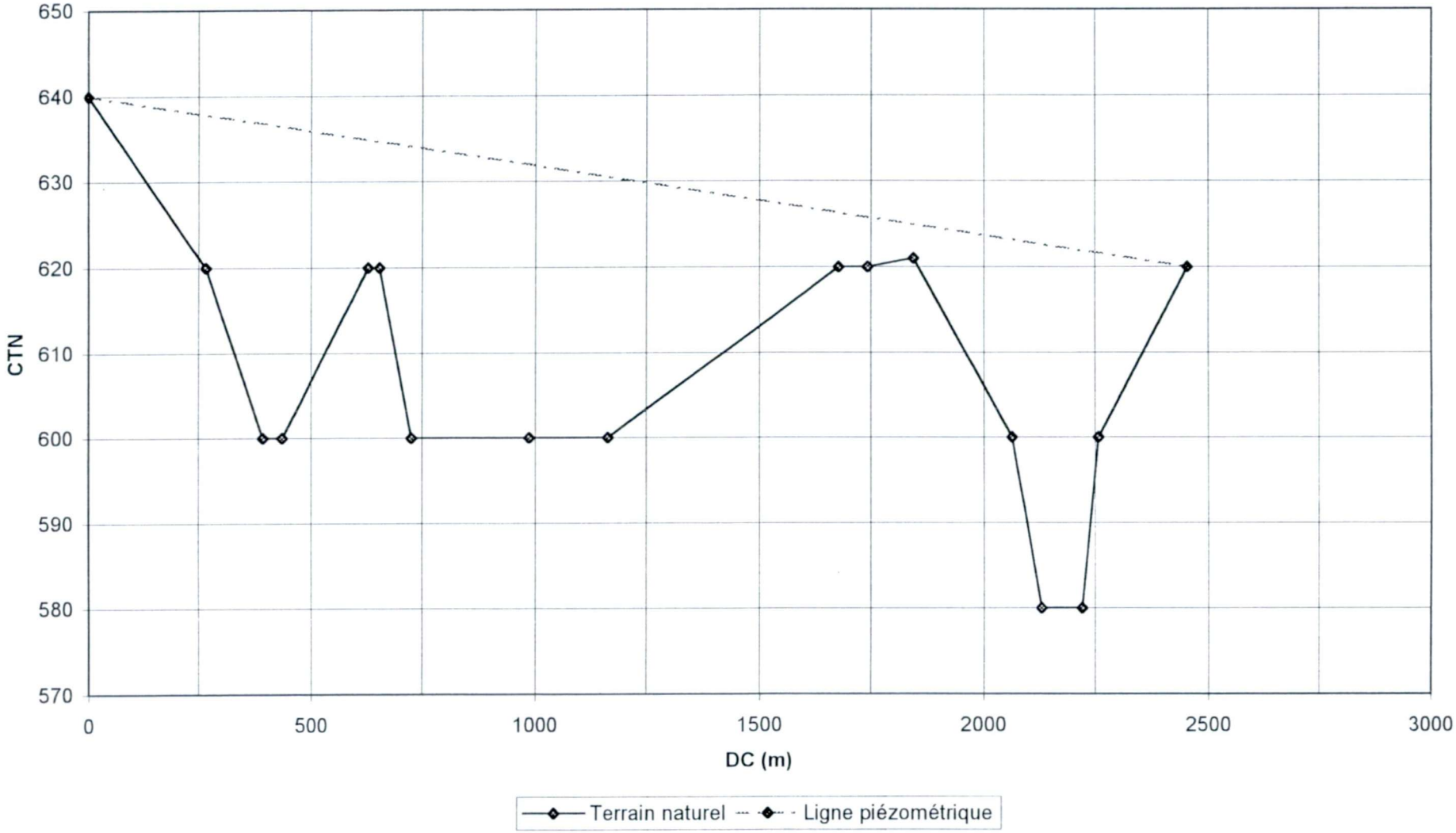
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	1,69	m3/s
Vitesse	2,15	m/s
Pertes de charge linéaires	8,15	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	796 298
Pièces spéciales (10%)	79 630

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.2



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon T C 2.3

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1200	mm
Charge disponible	180	m
Longueur de la conduite	6,832	km

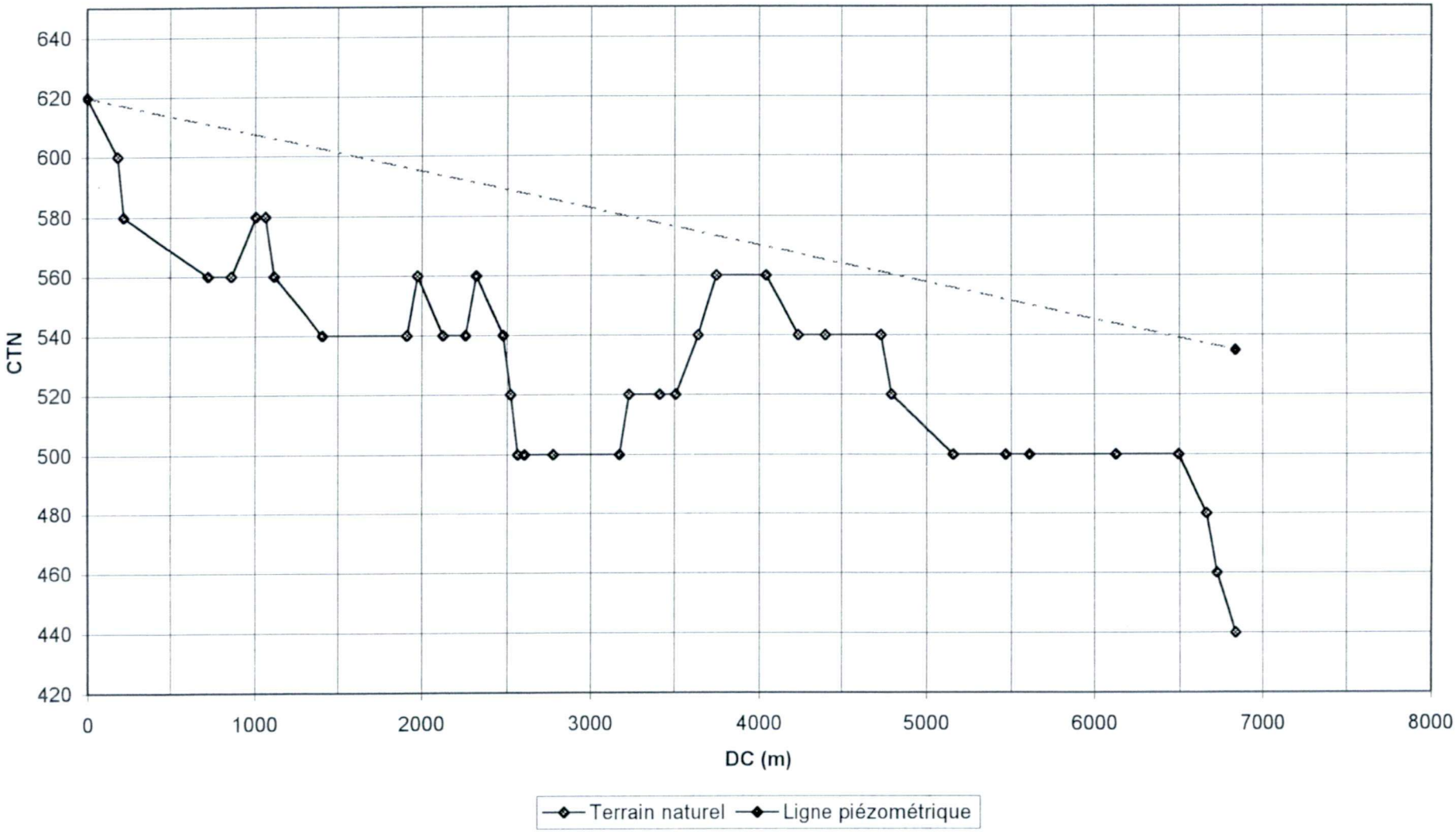
Caractéristiques de l'adduction

Capacité de transit de la conduite	3,39	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	12,45	m/km
Pertes de charge totales	85,03	m

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	2 959 371
Pièces spéciales (10%)	295 937

PROFIL EN LONG - Tronçon TC 2.3



PROJET 2

ADDUCTION GRAVITAIRE

Tronçon Galerie T T.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	2000	mm
Charge disponible	20	m
Longueur de la galerie	2,328	km

Caractéristiques de l'adduction

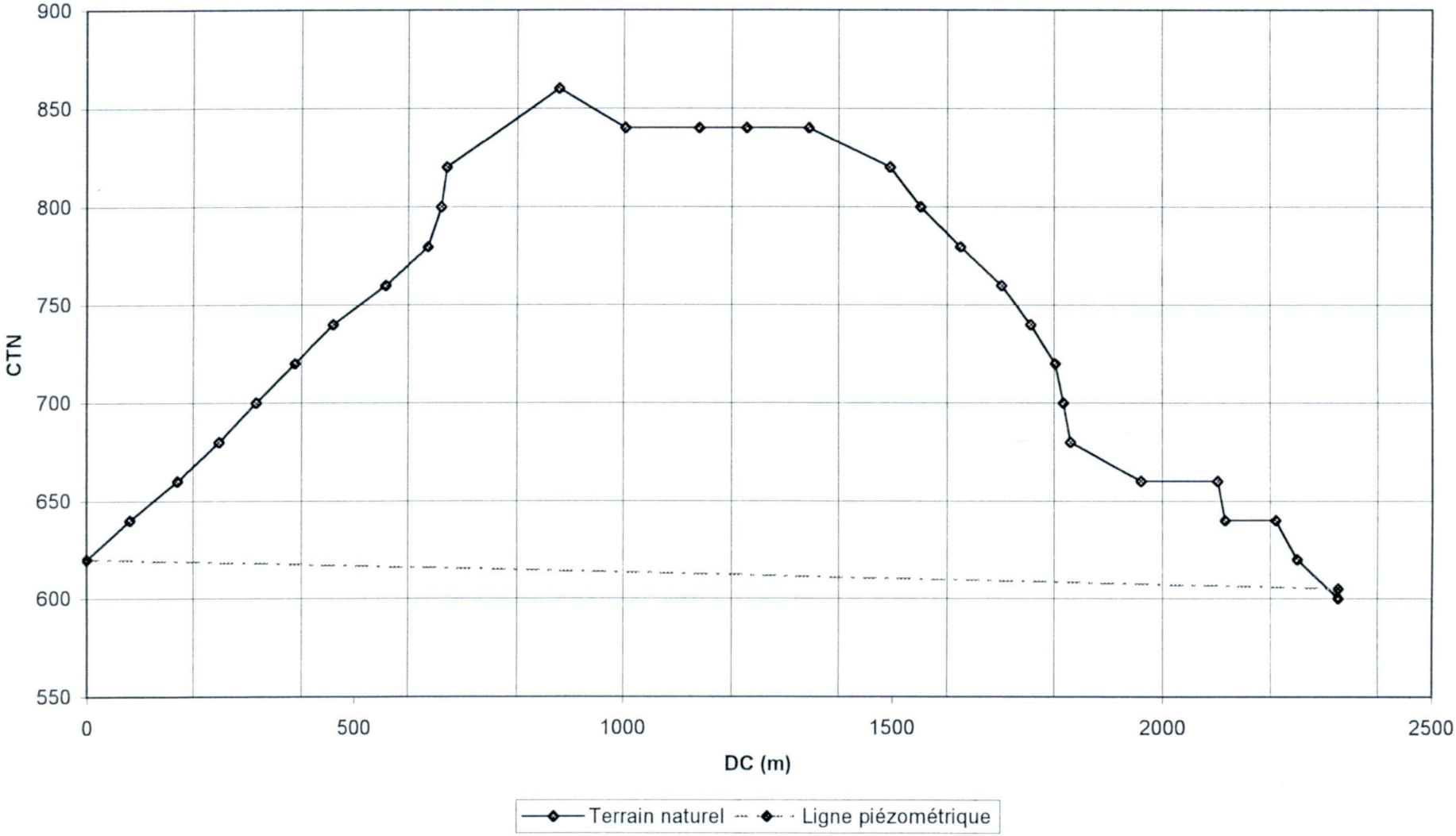
Capacité de transit de la conduite	9,42	m3/s
Vitesse	3,00	m/s
Pertes de charge linéaires	6,40	m/km
Pertes de charge totales	14,90	m

Coûts de la galerie (DTU)

Conduites	5 122 194

Débit de dimensionnement	10,92	m3/s
Vitesse	3,48	m/s
Pertes de charge linéaires (m/km)	8,59	m/km
Pertes de charge totales	20,00	m

PROFIL EN LONG - Tronçon TT.2



PROJET 2

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.2

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1500	mm
Débit d'équipement	4,50	m3/s
Hauteur géomètrique	200	m
Longueur de la conduite	1,092	km
Rendement des groupes	75%	

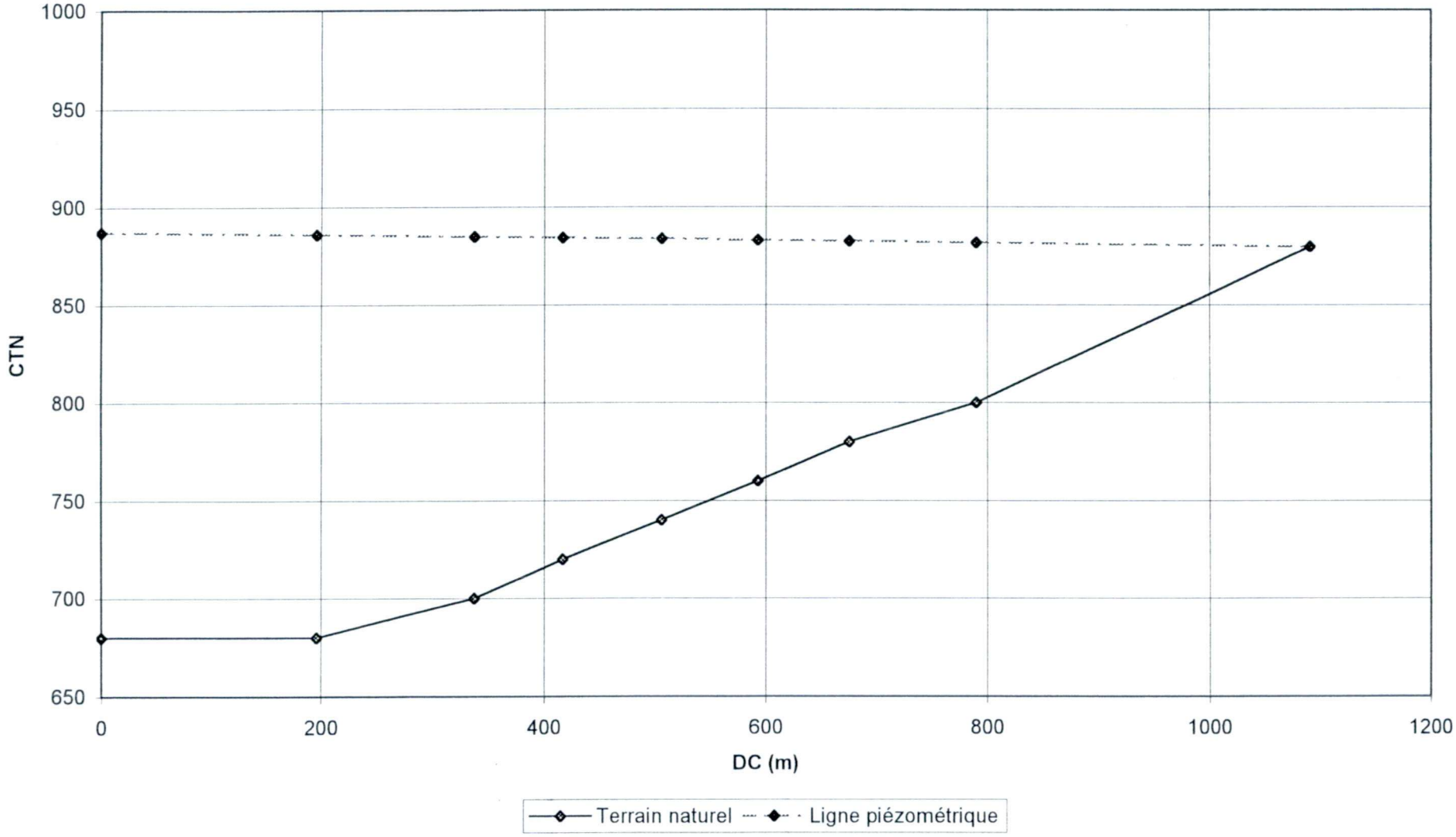
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	2,55	m
Pertes de charge linéaires	6,71	m/km
Hauteurs manométriques totales	208,32	m
Puissances pompes	12270	kw
linéaire en fonte	0,42	km
linéaire en BP	0,68	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	1 883 082
Pièces spéciales (10%)	188 308
Equipts station pompage	24 023 814
Génie civil station pompage	8 007 938
Energie : primes fixes (DTU/An)	55 213

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.2



PROJET 1-2

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	15	16	18	22
Superficie BV (km2)	4	3,7	8,2	36,85
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	1,7	1,57	3,49	15,66
Superficie du BVS du seuil (km2)	2,49	2,75	4,28	15,30
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1,06	1,17	1,82	6,50
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	17615	19450	30373	108387
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	0,82	0,90	1,41	5,02
cout seuils (MDTU)	1,00	1,00	1,00	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TC 2.1	TC 2.2	TC 2.3	TP 2	TT 2	TT.1
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,82	1,69	3,10	3,10	3,10	8,11
Coefficient de sensibilité	100%	100%	100%	100%	100%	100%
V annuel (Mm3)	1,06	2,19	4,01	4,01	4,01	10,52

PROJET 1-2

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante galerie :TT.2 + TT.1

Cout des ouvrages de GC	14,94	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	10,52	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	7,47		0,00	7,47	0,00	0,00	0,00	-7,47	0,00
2004	7,47		0,00	7,47	0,00	0,00	0,00	-7,47	0,00
2005	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2006	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2007	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2008	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2009	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2010	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2011	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2012	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2013	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2014	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2015	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2016	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2017	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2018	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2019	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2020	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2021	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2022	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2023	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2024	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2025	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2026	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2027	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2028	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2029	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2030	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2031	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2032	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2033	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2034	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2035	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2036	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2037	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2038	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2039	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2040	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2041	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2042	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2043	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2044	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
valeurs 8%	13,32	0,00	1,53	14,84				150,21	107,51
actualisées10%	12,96	0,00	1,21	14,17				116,31	84,99
en MDH 12%	12,62	0,00	0,98	13,60				92,50	69,11
Coût 8%				0,14					
actualisé 10%				0,17			TRI		
en DTU/m3 12%				0,20				77%	

PROJET 1-2

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante galerie :TT.2 + TT.1

Cout des ouvrages de GC	14,94	MDTU
Cout des équipements	0,00	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	10,52	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	7,47		0,00	7,47	0,00	0,00	0,00	-7,47	0,00
2004	7,47		0,00	7,47	0,00	0,00	0,00	-7,47	0,00
2005	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2006	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2007	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2008	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2009	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2010	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2011	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2012	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2013	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2014	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2015	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2016	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2017	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2018	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2019	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2020	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2021	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2022	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2023	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2024	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2025	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2026	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2027	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2028	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2029	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2030	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2031	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2032	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2033	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2034	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2035	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2036	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2037	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2038	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2039	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2040	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2041	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2042	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2043	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
2044	0,00	0,00	0,15	0,15	15,77	0,37	16,14	16,00	10,52
valeurs 8%	13,32	0,00	1,53	14,84				150,21	107,51
actualisées10%	12,96	0,00	1,21	14,17				116,31	84,99
en MDH 12%	12,62	0,00	0,98	13,60				92,50	69,11
Coût 8%				0,14					
actualisé 10%				0,17			TRI	77%	
en DTU/m3 12%				0,20					

ANNEXE 5

PROJET 4

PROJET 4

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.4

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	600	mm
Débit d'équipement	0,18	m3/s
Hauteur géomètrique	268	m
Longueur de la conduite	2,33	km
Rendement des groupes	75%	

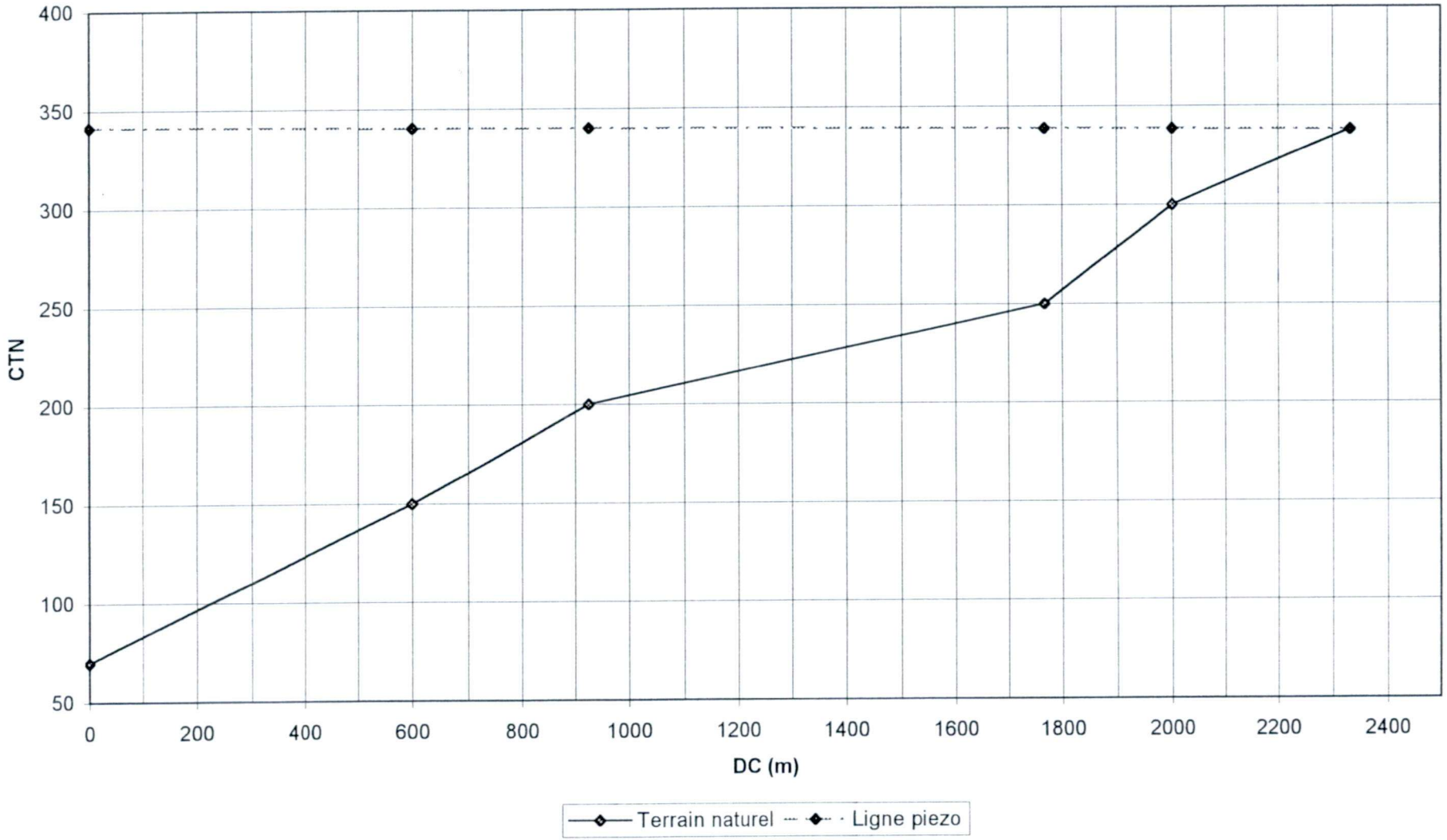
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	0,64	m
Pertes de charge linéaires	1,42	m/km
Hauteurs manométriques totales	272,30	m
Puissances pompes	641	kw
linéaire en fonte	0,60	km
linéaire en BP	1,73	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	688 907
Pièces spéciales (10%)	68 891
Equipts station pompage	5 379 210
Génie civil station pompage	1 793 070
Energie : primes fixes (DTU/An)	2 885

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.4



PROJET 4

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	23
Superficie BV (km2)	4,80
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	1,41
Superficie du BVS du seuil (km2)	4,60
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1,35
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	22521
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	1,04
cout seuils (MDTU)	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TP.4
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,18
V annuel (Mm3)	1,35

PROJET 4

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TP 4

Cout des ouvrages de GC	3,55	MDTU
Cout des équipements	5,38	MDTU
Puissance à installer	641	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	(DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,02	MDTU
Volume annuel	1,35	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	4,47		0,00	4,47	0,00	0,00	0,00	-4,47	0,00
2004	4,47		0,00	4,47	0,00	0,00	0,00	-4,47	0,00
2005	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2006	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2007	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2008	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2009	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2010	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2011	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2012	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2013	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2014	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2015	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2016	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2017	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2018	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2019	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2020	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2021	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2022	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2023	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2024	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2025	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2026	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2027	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2028	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2029	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2030	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2031	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2032	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2033	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2034	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2035	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2036	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2037	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2038	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2039	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2040	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2041	0,00	0,02	0,20	0,21	2,03	0,05	2,07	1,86	1,35
2042	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2043	2,69	0,02	0,20	2,90	2,03	0,05	2,07	-0,83	1,35
2044	-4,76	0,02	0,20	-4,54	2,03	0,05	2,07	6,62	1,35
valeurs 8%	10,43	0,20	2,01	12,61				8,60	13,81
actualisées 10%	9,52	0,16	1,59	11,25				5,52	10,92
en MDH 12%	8,84	0,14	1,29	10,24				3,39	8,88
Coût 8%				0,91					
actualisé 10%				1,03			**TRI**	**18%**	
en DTU/m3 12%				1,15					

ANNEXE 6

PROJET 5

PROJET 5

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.5

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	700 mm
Débit d'équipement	0,28 m3/s
Hauteur géomètrique	242 m
Longueur de la conduite	1,08 km
Rendement des groupes	75%

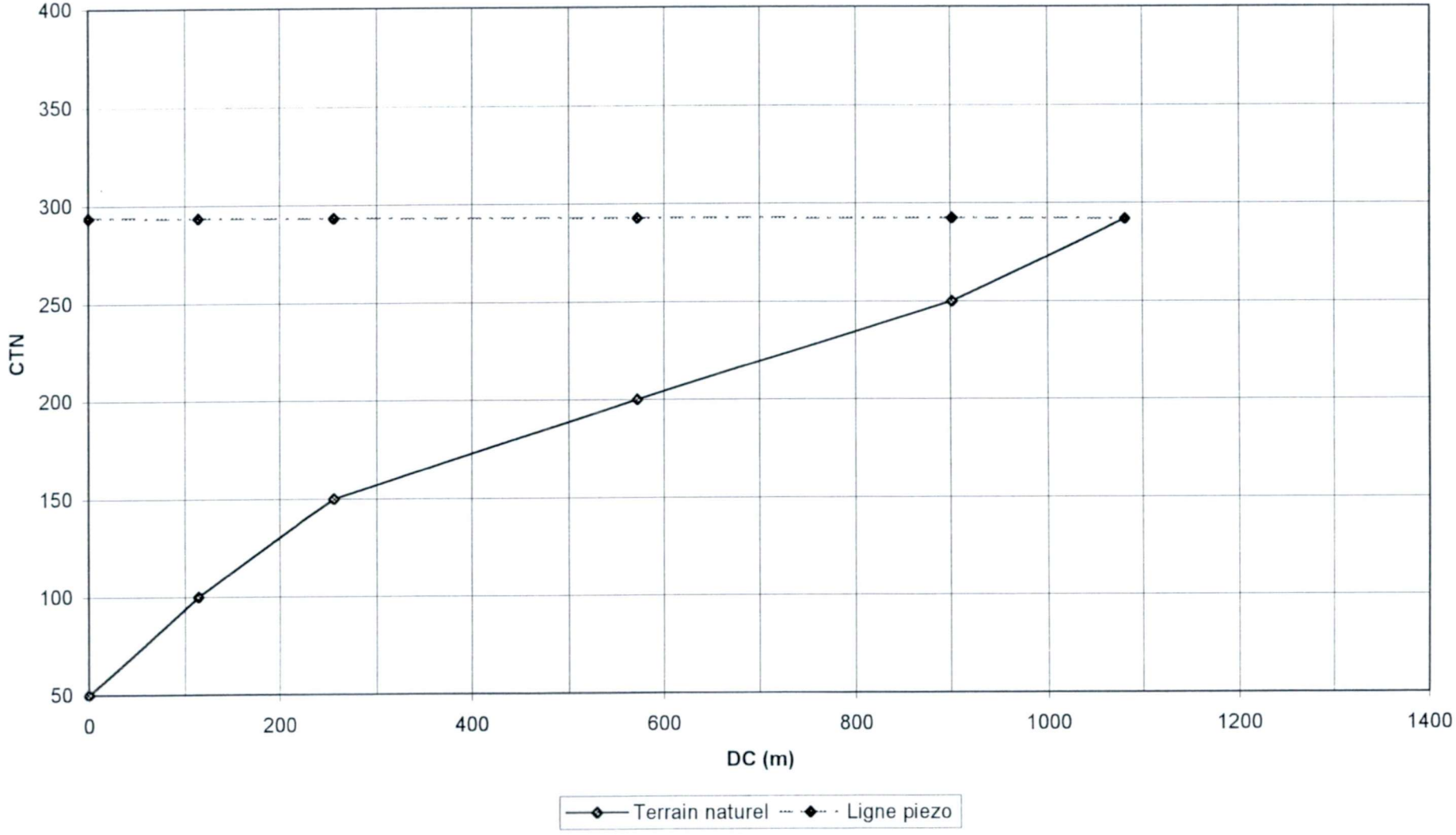
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	0,73 m/s
Pertes de charge linéaires	1,50 m/km
Hauteurs manométriques totales	244,62 m
Puissances pompes	896 kw
linéaire en fonte	0,08 km
linéaire en BP	1,01 km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	246 392
Pièces spéciales (10%)	24 639
Equipts station pompage	6 373 882
Génie civil station pompage	2 124 627
Energie : primes fixes (DTU/An)	4 032

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.5



PROJET 5

Nombre de jours de pluie 60

N° de BV	24
Superficie BV (km2)	7,50
Apport moyen annuel du bassin BV (Mm3)	2,20
Superficie du BVS du seuil (km2)	6,65
Apport moyen annuel du BVS (Mm3)	1,95
Apport journalier du bassin BVS (Mm3)	32474
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	1,50
cout seuils (MDTU)	1,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TP.5
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	0,28
V annuel (Mm3)	1,95

PROJET 5

Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TP 5

Cout des ouvrages de GC	3,40	MDTU
Cout des équipements	6,37	MDTU
Puissance à installer	896	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,02	MDTU
Volume annuel	1,95	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	4,88		0,00	4,88	0,00	0,00	0,00	-4,88	0,00
2004	4,88		0,00	4,88	0,00	0,00	0,00	-4,88	0,00
2005	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2006	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2007	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2008	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2009	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2010	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2011	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2012	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2013	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2014	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2015	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2016	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2017	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2018	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2019	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2020	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2021	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2022	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2023	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2024	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2025	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2026	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2027	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2028	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2029	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2030	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2031	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2032	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2033	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2034	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2035	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2036	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2037	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2038	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2039	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2040	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2041	0,00	0,02	0,23	0,25	2,92	0,07	2,99	2,74	1,95
2042	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2043	3,19	0,02	0,23	3,44	2,92	0,07	2,99	-0,44	1,95
2044	-5,64	0,02	0,23	-5,39	2,92	0,07	2,99	8,38	1,95
valeurs 8%	11,63	0,28	2,30	14,17				16,41	19,92
actualisées10%	10,58	0,23	1,82	12,58				11,59	15,75
en MDH 12%	9,79	0,19	1,48	11,42				8,23	12,80
Coût 8%				0,71					
actualisé 10%				0,80		**TRI**		**24%**	
en DTU/m3 12%				0,89					

ANNEXE 7

PROJET 6

PROJET 6

ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tronçon TP.6

Données de calcul

Diamètre extérieur considéré	1000	mm
Débit d'équipement	1,00	m3/s
Hauteur géomètrique	20	m
Longueur de la conduite	5,94	km
Rendement des groupes	75%	

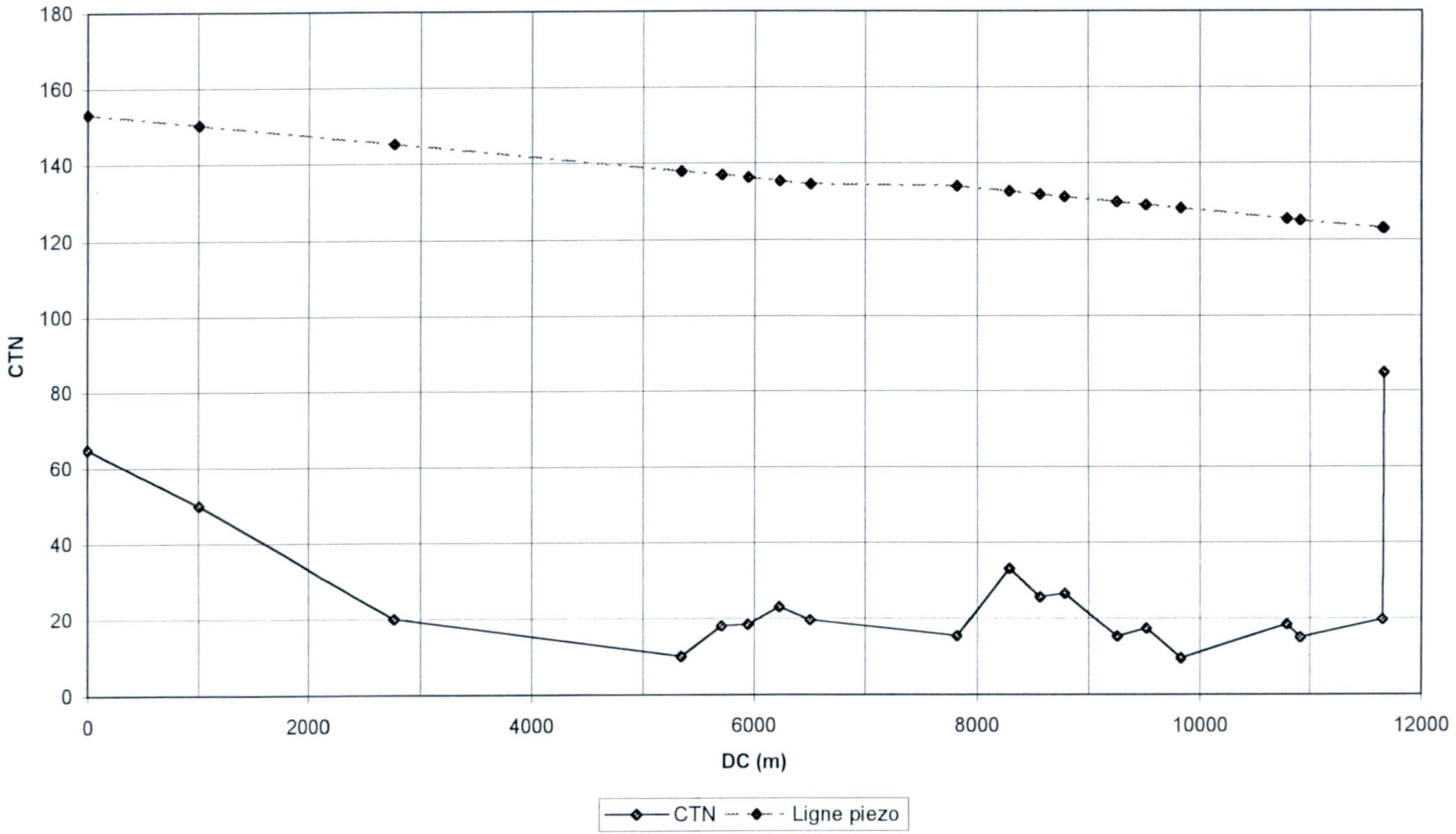
Caractéristiques du refoulement

Vitesse	1,27	m
Pertes de charge linéaires	2,85	m/km
Hauteurs manométriques totales	37,96	m
Puissances pompes	496	kw
linéaire en fonte	0,24	km
linéaire en BP	5,70	km

Coûts de la conduite (DTU)

Conduites	2 209 673
Pièces spéciales (10%)	220 967
Equipts station pompage	4 725 271
Génie civil station pompage	1 575 090
Energie : primes fixes (DTU/An)	2 234

PROFIL EN LONG - Tronçon TP.6



PROJET 6

Nombre de jours de pluie 60

Apport moyen annuel du (Mm3)	2,87
Apport journalier du bassin (Mm3)	47833
Débit correspondant à l'apport Aj réparti sur 6h : Qj (m3/s)	2,21
coût du barrage (MDTU)	2,00

Volume annuel pouvant être transité par les conduites

Tronçons	TP6
Débit maximum pouvant être transité par les conduites Qc (m3/s)	1,00
Coefficient de sensibilité	100%
V annuel (Mm3)	2,87

PROJET 6

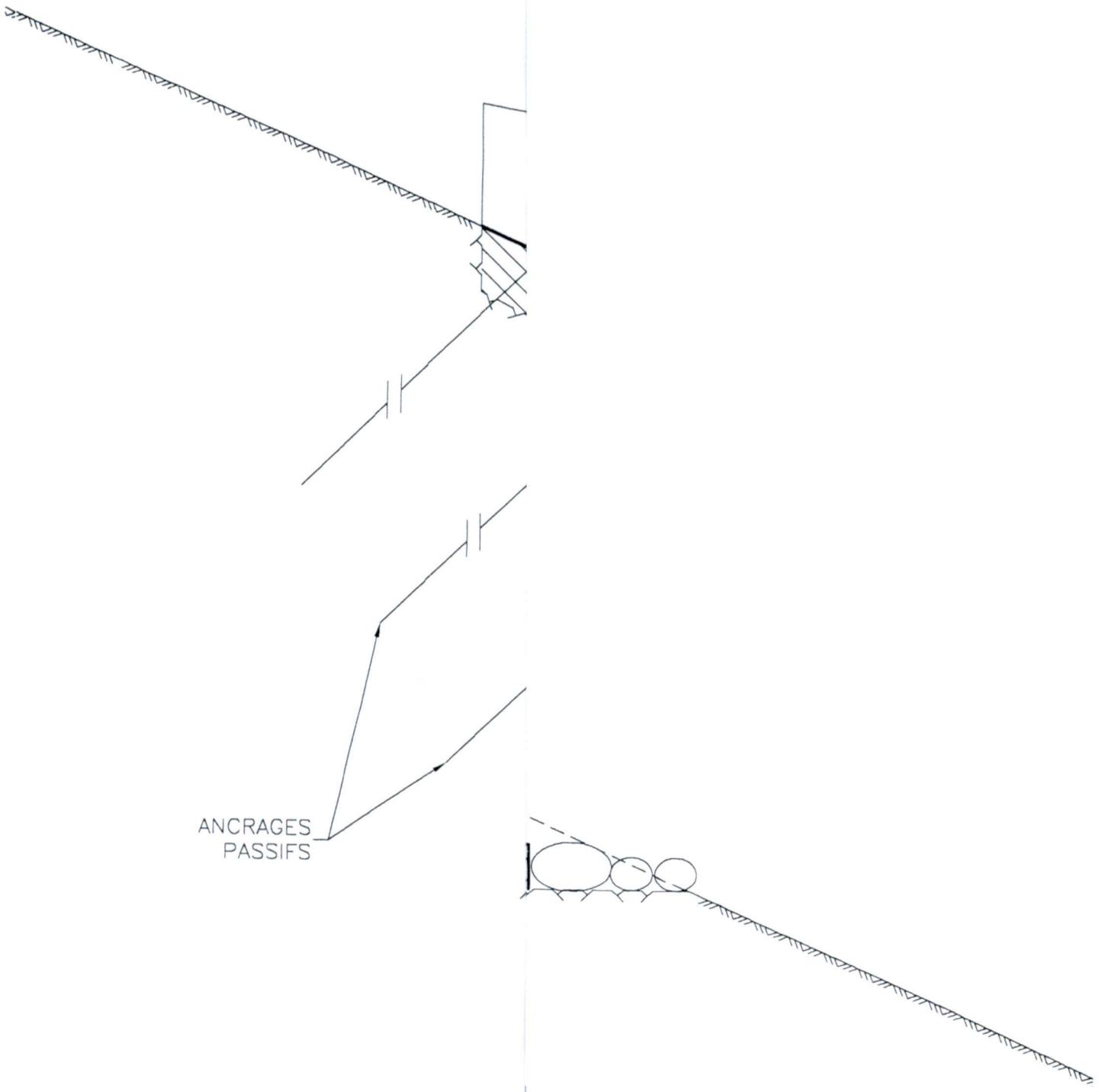
Calcul du prix de revient du m3 d'eau

Variante refoulement :TP 6

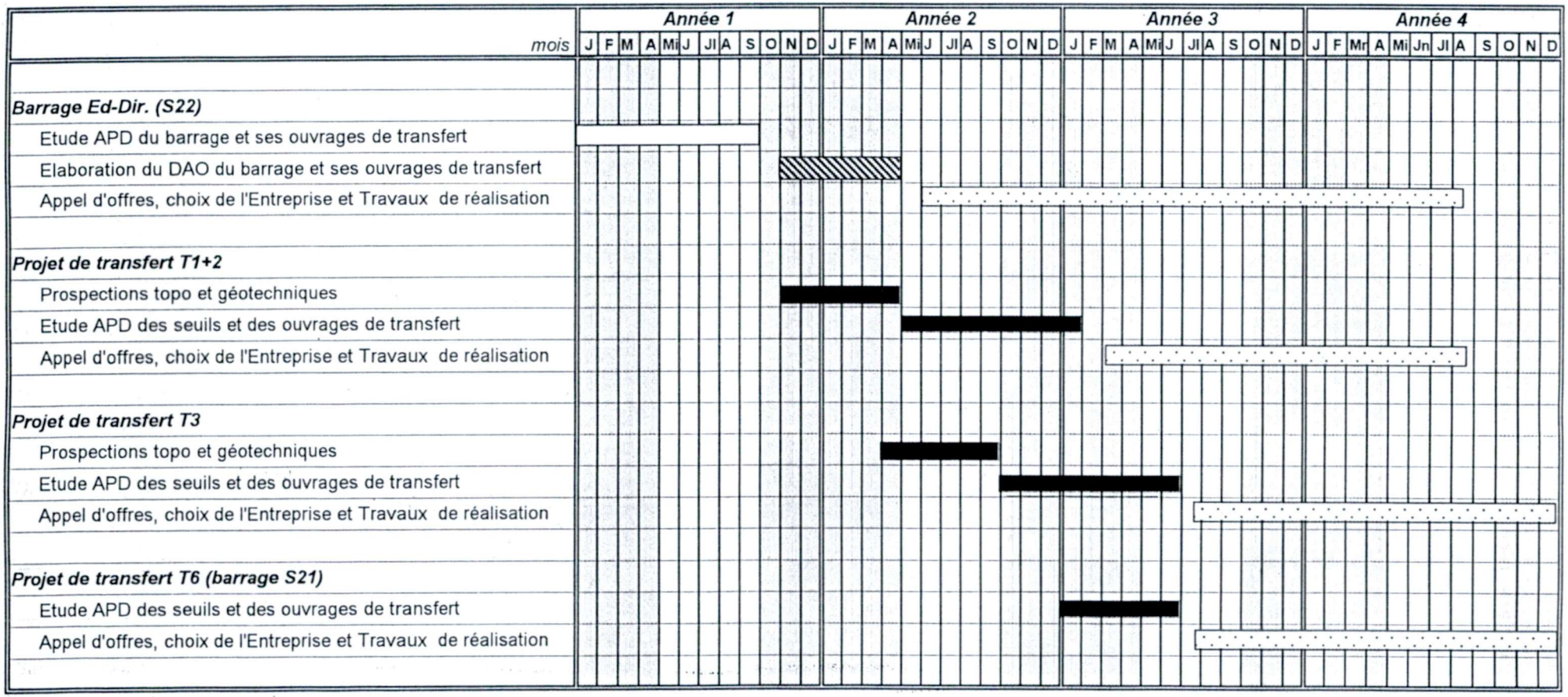
Cout des ouvrages de GC	6,01	MDTU
Cout des équipements	4,73	MDTU
Puissance à installer	0	KW
Prix moyen du KWH	0,06	DTU
Prime fixe	3,60	(DTU/KVA)
Frais d'énergie annuel	0,00	MDTU
Volume annuel	2,87	Mm3
prix de revient de dessalement	1,50	DTU/m3

Année	Dépenses liées au projet de transferts (MDTU 2000)				Dépenses évitées liées au projet de dessalement (MDTU 2000)			"Marge bénéficiaire"	V fournie Mm3
	Invest./ Renouv.	Frais d'énergie	Entretien/ Exploit.	Total coûts	coût de dessalement	Frais d'énergie	Total coûts		
2003	5,37		0,00	5,37	0,00	0,00	0,00	-5,37	0,00
2004	5,37		0,00	5,37	0,00	0,00	0,00	-5,37	0,00
2005	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2006	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2007	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2008	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2009	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2010	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2011	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2012	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2013	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2014	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2015	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2016	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2017	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2018	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2019	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2020	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2021	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2022	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2023	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2024	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2025	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2026	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2027	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2028	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2029	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2030	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2031	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2032	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2033	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2034	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2035	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2036	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2037	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2038	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2039	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2040	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2041	0,00	0,00	0,20	0,20	4,31	0,03	4,33	4,13	2,87
2042	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2043	2,36	0,00	0,20	2,56	4,31	0,03	4,33	1,77	2,87
2044	-4,18	0,00	0,20	-3,98	4,31	0,03	4,33	8,31	2,87
valeurs 8%	11,73	0,00	2,06	13,79				30,50	29,34
actualisées 10%	10,87	0,00	1,63	12,50				22,52	23,19
en MDH 12%	10,21	0,00	1,33	11,53				16,94	18,86
Coût 8%				0,47					
actualisé 10%				0,54					
en DTU/m3 12%				0,61					

TRI **33%**


ANCRAGES
PASSIFS

A AXE VERTICAL

OUVRAGES DE DERIVATION ET DE TRANSFERT DES EAUX DE L'OUEST

PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION DES PROJETS