

REPUBLIQUE de HAUTE VOLTA
O.R.D. du SAHEL
PROJET de DEVELOPPEMENT de
l'ELEVAGE
=====

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE MER
CENTRE ORSTOM
de
OUAGADOUGOU
=====

PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT
de MARES TEMPORAIRES DANS l'OULDALAN
COMME POINTS D'ABREUUREMENT DE SAISON SECHE

Mars 1981

J. CLAUDE
et A. BERNARD - M. LOINTIER
Section Hydrologie

AVANT PROPOS

Le Projet de développement de l'élevage dans le Nord de l'O R D du Saheï envisage le surcreusement de mares temporaires dans l'Oudalan de façon à pouvoir prolonger le plus avant possible dans la saison sèche leur utilisation comme points d'abreuvement du bétail.

Dans le cadre des études de suivi des actions du Projet confiées à l'ORSTOM, une enquête a été réalisée en décembre 1980 par P. MILLEVILLE et J. MARCHAL sur l'utilisation de quatre mares et l'opportunité de leur aménagement en tenant compte des besoins exprimés par les riverains et utilisateurs.

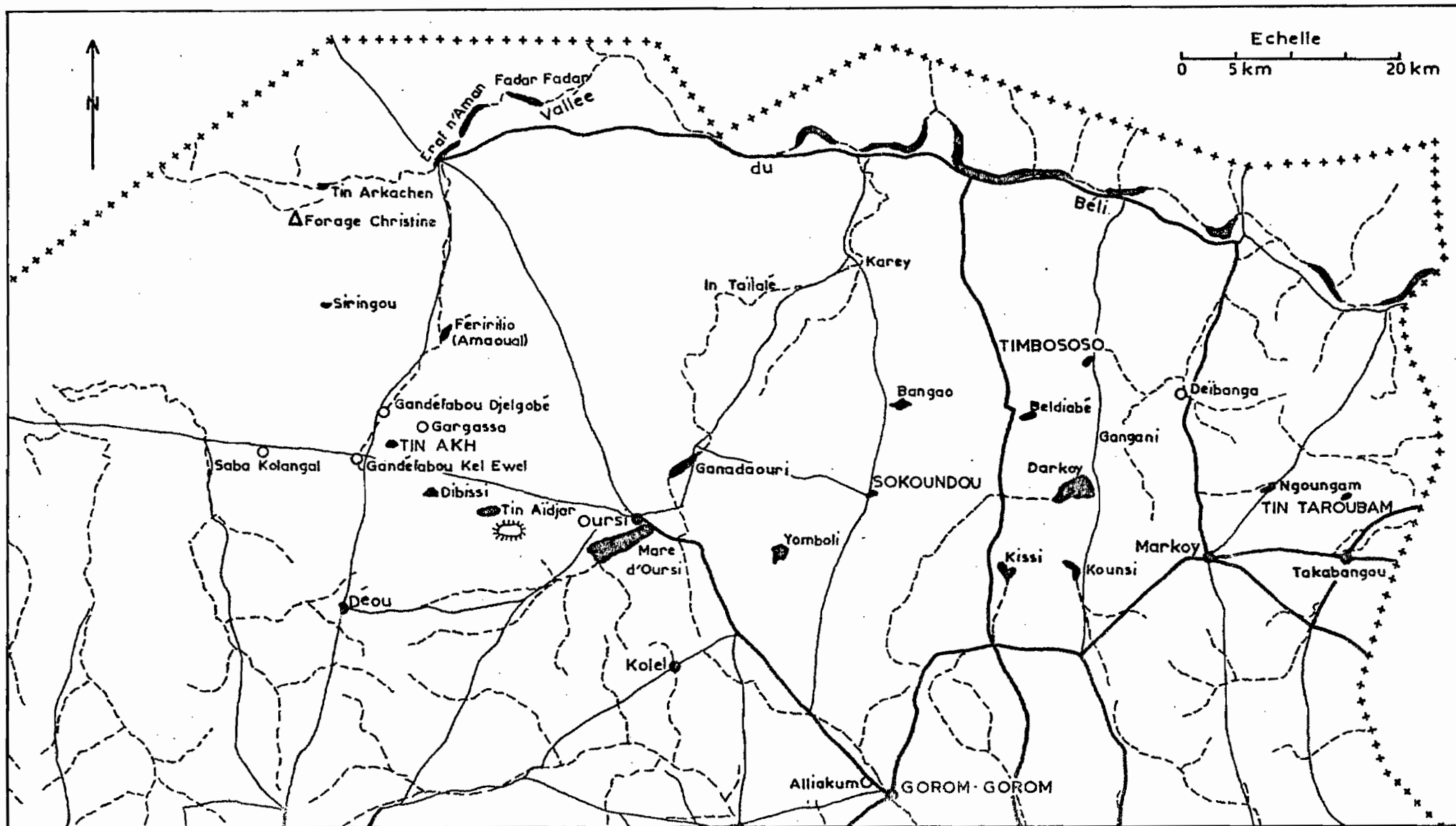
Les quatre points d'eau enquêtés sont : TIN AKH, SOKOUNDOU, TIMBOSOSO et TIN TAROUBAM.

Le rapport de cette enquête recommande de ne rien entreprendre à SOKOUNDOU dans l'état actuel des choses et conclut à la possibilité d'aménagement de TIMBOSOSO et TIN TAROUBAM et dans une moindre mesure de TIN AKH.

C'est donc sur ces 3 points d'eau que portent nos propositions d'aménagement.

Après une première tournée de reconnaissance, les trois mares retenues ont fait l'objet de relevés topographiques par A. BERNARD et M. LOINTIER du 31 Janvier au 6 Février 1981. Des sondages à la tarière ont également été faits pour déterminer l'épaisseur d'alluvions argileuses au fond des mares.

Ces relevés sont les documents de base qui nous ont servi pour les propositions qui suivent et qui sont présentées successivement pour chaque mare. Nous situerons au préalable le contexte dans lequel se placent ces aménagements.



LOCALISATION DES MARES ET DES LIEUX CITES

I. Contraintes et conditions matérielles de ces aménagements

L'origine de cette idée d'aménager des points d'eau de saison sèche est une constatation fort simple: la plupart des mares qui se forment en saison des pluies ont une très faible profondeur, leur fond est constitué par des alluvions très fines fortement imperméables et l'eau stockée en fin de saison des pluies est perdue en grande partie par évaporation. Il suffisait donc de disposer de réserves ayant une profondeur suffisante et une étendue plus faible pour soustraire cette eau à l'évaporation et prolonger la durée d'utilisation des points d'eau en saison sèche, étant entendu que les prélèvements effectués par le bétail pour son abreuvement sont très faibles devant les pertes par évaporation (une évaporation journalière de 10 mm sur une surface d'un hectare représente 100 m³ d'eau, alors que 500 têtes de bétail buvant chacune 25 à 30 litres d'eau en saison fraîche consomment 12 à 15 m³ par jour).

Cette idée n'est certes pas nouvelle et des solutions techniques tout à fait remarquables ont été utilisées pour conserver les eaux de ruissellement depuis la haute antiquité. Sans parler des grandes citernes romaines que l'on retrouve dans toute l'Afrique du Nord à la limite du Sahara et qui représentent une solution que les moyens techniques modernes rendent de plus en plus envisageables, nous connaissons dans le Sahel Voltaïque plusieurs emplacements de vestiges soit de citernes aux parois maçonnées, soit de petites retenues créées par une levée de terre barrant un très petit cours d'eau temporaire; le bourrelet de berge fermant la mare de TIMBOSOSO à l'Est et au Sud paraît bien avoir été façonné de main d'homme.

Le point commun de toutes ces installations est incontestablement de soustraire le maximum d'eau à l'infiltration

(dans le cas des mares du Sahel ce n'est pas un problème car toutes sont tapissées d'alluvions argileuses quasi imperméables) et à l'évaporation soit par augmentation de la profondeur et diminution de la surface soit en recouvrant la réserve d'eau (cas des citernes maçonnées). L'effet secondaire mais non négligeable de tels aménagements est de conserver une eau de bonne qualité à l'abri de pollutions animales, humaines ou atmosphériques. Nous revenons sur ces différents aspects.

1. Risques d'infiltration - Etanchéité des fonds de mare

En général l'infiltration de l'eau par le fond des mares est quasi nulle, les alluvions formant le fond étant imperméables. Cependant nos observations à la Mare d'Oursi révèlent une circulation d'eau sous la mare (sûrement très faible) et l'examen de la coupe de puisards sur le pourtour des mares révèle que la couche d'alluvions argileuses peut être limitée et que l'on trouve très vite le substrat environnant qui peut dans bien des cas être du sable où l'infiltration est très forte: c'est ainsi que la vitesse de descente du plan d'eau à la mare d'Oursi est très rapide juste après le maximum alors que sont noyées des zones marginales où les alluvions n'ont pas le temps de se déposer, l'infiltration sur ces bords sableux est intense. Une fois que la mare est revenue dans ses limites habituelles, les pertes se font presque entièrement par évaporation et l'on observe une bonne corrélation entre la vitesse de descente du plan d'eau et les mesures d'évaporation sur bac flottant et sur bac Colorado en station. Ce phénomène a été très net en 1977, année où la mare a atteint la plus haute cote depuis 1972.

Ces considérations font apparaître le risque, dans une opération de surcreusement, de décaper totalement le comatage

argileux du fond et d'entamer le substrat sableux où l'eau s'infiltrera rapidement.

Comme il n'est pas question pour le moment et dans le cadre où nous travaillons d'envisager une étanchéisation artificielle du fond de la mare (voile de plastique soudé ou pulvérisation de résines) et comme nous ne savons pas, faute de mesures, combien de temps il faudrait pour que des alluvions nouvelles colmatent à nouveau le fond de la zone décapée, il convient d'être prudent dans nos projets de surcreusement et prévoir de ne pas dépasser l'épaisseur de la couche argileuse que nous avons pu sonder à la tarière.

2. Pertes par évaporation

Ces pertes sont bien sûr inévitables mais il faut les évaluer. Nous disposons d'un point d'observation tout proche à la Mare d'Oursi. On peut considérer que les pertes par évaporation sur une petite mare devraient être sensiblement supérieures à celles de la mare d'Oursi qui de par sa grande étendue crée une large zone à forte hygrométrie que seul le vent peut faire diminuer et où la végétation aquatique freine l'évaporation.

Nous indiquons ci-après, mois par mois, les baisses du plan d'eau de la mare que nous attribuons exclusivement à l'évaporation en saison sèche. Ces valeurs sont très régulières de Novembre à Mars où n'interviennent pas de pluies tardives ou de surévaporation au moment de l'assèchement total.

Mare d'Oursi - Variations du plan d'eau - en mm

Saison	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN
1976-77	(120)	170	140	150	180	190	(240)	210	-
1977-78	220	150	160	160	140	170	170	220	240
1978-79	180	170	150	160	180	180	390	-	-
1979-80	150	180	170	160	190	190	-	-	-
Moyenne soit en mm/j	167 5,4	168 5,4	155 5,0	157 5,1	172 6,1	182 6,0	(260) (8,9)	215 6,9	(240) 8,0

On peut rapprocher ces valeurs de l'évaporation sur nappe d'eau libre calculée par la formule de Penman pour Oursi et de l'estimation faite par POUYAUD (1979) pour le lac de BAM.

	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN
PENMAN mm/j. mm/mois	7,7 239	7,2 216	6,8 211	7,1 220	8,0 226	9,5 294	9,5 285	10,5 325	10,1 303
Lac de BAM mm/j. mm/mois	6,1 189	6,4 192	5,6 174	5,6 174	6,5 183	7,2 223	7,9 237	7,4 229	6,6 198

Pour les petites mares, il semble raisonnable de considérer des valeurs intermédiaires entre celles de la formule de PENMAN et celles de BAM (position particulière du lac de BAM axé perpendiculairement aux vents dominants).

Nous tablons donc sur une baisse moyenne du plan d'eau de 200 mm par mois d'octobre à Février et de 250 mm en Mars, Avril, Mai. Pour ces mares qui s'assèchent souvent fin Novembre, une profondeur supplémentaire d'un mètre d'eau permettrait donc en principe de repousser l'assèchement total jusqu'à mi Avril.

3. Risques de pollution

L'utilisation prolongée d'un point d'eau de surface entraîne inévitablement sa pollution qui sera d'autant plus importante que l'accès en est libre et la concentration d'hommes et de bétail est grande. C'est ainsi que l'on assiste fréquemment à l'abandon de petites mares avant leur assèchement complet lorsque le fond n'est plus qu'une boue sans nom.

Il n'y a qu'une seule possibilité pour lutter contre ce risque de pollution c'est la surveillance du point d'eau. Il ne faut pas envisager une surveillance répressive mais plutôt une forme de gestion du point d'eau qui soit avant tout l'affaire de ses utilisateurs. La possibilité de séparer l'abreuvement du bétail et l'alimentation en eau domestique représente déjà un pas franchi dans ce domaine; la réalisation d'un forage à TIMBOSOSO et d'un puits à TIN TAROUBAM permettra ce premier progrès. L'implantation d'un point d'intervention du Projet de Développement de l'Elevage à proximité du point d'eau permettrait de développer cette surveillance tout en fournissant des conseils et de l'aide aux éleveurs, la mise en défens des abords en régénérant les arbres des pourtours de mare procurerait une protection supplémentaire de la mare. Sur le plan pratique, on peut préconiser l'édification d'une haie d'épineux autour de la partie surcreusée la plus profonde de la mare qui limiterait l'accès à l'eau à un seul plan incliné qui lui même pourrait être empierreé pour éviter le piétinement des animaux dans la boue à condition toutefois que ces pierres ne blessent pas les animaux

et ne les empêchent pas de marcher. Ce risque de pollution doit être considéré très sérieusement mais il faut être persuadé qu'il ne peut être évité qu'avec le concours des utilisateurs du point d'eau.

Nous avons tenu compte de ces diverses considérations dans nos propositions d'aménagement ainsi que des contraintes techniques pour les travaux: il est prévu en effet que les terrassements se feront avec un engin à lame (Caterpillar D4) et que le volume de terre déplacée ne devrait pas excéder 3000 m³ par mare. Ces travaux devraient être exécutés avant la saison des pluies 1981 (en Avril/Mai) mais il est bon de prévoir que des travaux complémentaires (ni importants, ni onéreux), puissent être faits après la saison des pluies au vu des résultats obtenus et de la tenue des aménagements réalisés.

II. La Mare de TIMBOSOSO

1. Description

Elle est située à 22 km au Nord Ouest de Markoye. C'est une petite dépression allongée dans le sens Est Ouest de 200 m. de long sur une centaine de large, sa profondeur n'excède guère 80 à 90 cm. Elle est fermée à l'Est par un bourrelet bien marqué qui délimite fort bien la partie la plus basse et qui pourrait fort bien être d'origine anthropique. Au Nord une légère dépression lui sert d'exutoire et la fait communiquer avec les bas fonds avoisinants; cet exutoire était rempli d'eau le 18/9/1980. L'alimentation de la mare se fait par un chenal bien marqué venant de l'Ouest, au fond sableux et qui draine un bassin versant constitué de glacis et de sols sableux que nous n'avons pu délimiter faute de disposer de photographies aériennes de la zone.

Le relevé topographique a été réalisé avec un niveau WILD automatique; toutes les cotes sont rapportées à un point origine de cote arbitraire 0. Om constitué par une fiche de fer à béton enfoncée au pied d'un arbre sur la rive Sud, cet arbre étant marqué d'une croix à la peinture rouge.

Le plan au 1/500 qui a été établi comporte tous les points nivelés et les courbes de niveau de 10 en 10 cm qui montrent un fond de cuvette très plat.

La surface englobée par la courbe de niveau, -20 cm est de 1,6 ha et peut être considérée comme l'extension maximale de la mare; à ce niveau sa capacité est de 5350 m³.

Trois sondages à la tarière jusqu'à 2 m de profondeur ont été faits le long de l'axe AA', et ont montré une

épaisseur d'alluvions argileuses d'environ : 100 cm en T1
 120 cm en T2
 120 cm en T3

Nous donnons à titre indicatif le tableau des surfaces et volumes correspondant au remplissage de la mare.

Cotes du plan d'eau cm	Surface du plan d'eau m2	Surface entre courbes de niveau m2	volume stocké m3
- 20	16060	2710	5355
- 30	13350	1690	3885
- 40	11660	2535	2635
- 50	9125	3525	1596
- 60	5600	2925	860
- 70	2675	1068	446
- 80	1607	682	232
- 90	925	595	106
- 100	330	175	43
- 110	155	80	19
- 120	75	38	7,4
- 130	37		1,8

2. Aménagement prévu

Nous avons prévu un aménagement en deux parties : le surcreusement d'une fosse et la construction d'une diguette barrant l'exutoire au Nord.

a) Creusement d'une fosse

Nous avons figuré sur le plan au 1/500 de la mare l'emplacement d'une fosse très évasée dont le fond sera à la cote - 2,00 m et aura 60 m.de long sur 15 m. de large, elle

sera orientée selon l'axe BB' de direction Nord Est - Sud Ouest. Les bords de cette fosse seront des plans inclinés de pente 10 % environ à l'Ouest au Nord et au Sud et de 20 % à l'Est où l'on se raccordera au terrain actuel.

La profondeur moyenne à creuser est d'environ 1,00 m, le volume de terre à déplacer est d'environ 1500 m³. La terre remuée sera repoussée principalement à l'Est et au Nord et servira à construire la diguette barrant l'exutoire.

b) Construction d'une diguette

La construction d'une diguette barrant l'exutoire de la mare au Nord doit être envisagée. Nous avons figuré son emplacement sur le plan à l'endroit où elle sera la moins longue. Elle mesurera environ 80 m et sera montée à la cote + 40 cm. Pour éviter qu'elle ne soit submergée et détruite en cas de ruissellement important, nous avons aussi prévu d'inclure dans cette digue un déversoir qui sera construit en assemblage de pierres sèches.

La construction de cette digue posera un problème car il ne sera pas possible d'amener de l'eau pour compacter et il faudra utiliser les argiles du fond de mare pour la construire. Aussi nous préconisons dans un premier temps de constituer l'alignement de la digue avec des pierres que l'on peut ramasser à proximité immédiate de la mare puis de recouvrir ces pierres des déblais de la fosse et d'attendre ensuite les premières pluies. On pourra finir le compactage de la digue et la construction du déversoir après la saison des pluies lorsqu'il y aura de l'eau dans tous les bas fonds.

c) Travaux complémentaires

On peut envisager, après la première saison des pluies

de clôturer la fosse d'une haie d'épineux, limitant l'accès au seul plan incliné du Nord qui pourra être empierré si l'on dispose d'assez de pierres à proximité.

Une échelle limnimétrique sera installée par nos soins si un agent du projet peut la relever régulièrement pour suivre la baisse du plan d'eau.

On peut prévoir un nivellement chaque année qui permettrait d'évaluer la vitesse de colmatage du fond.

III. La Mare de TIN TAROUBAM

1. Description

La Mare de TIN TAROUBAM est située à 17 km à l'Est de MARKOYE près de la piste d'Ayorou au Niger. C'est une dépression qui constitue la fin d'un chapelet de bas fonds qui communiquent entre eux aux plus hautes eaux. La mare de TIN TAROUBAM elle même est formée de deux bassins séparés par un seuil très légèrement marqué, seule la partie la plus au Sud, la plus proche de la piste mérite un aménagement. Le bassin versant de ces mares n'a pas été délimité, il est constitué essentiellement de glacis et de pâturages sur sables; le ruissellement y semble assez fort et le remplissage des mares ne pose pas de problèmes.

La partie la plus profonde de la mare a une forme très irrégulière, la profondeur est faible et ne dépasse guère un mètre. L'exutoire présumé de la mare est situé au Sud Est près de la piste d'Ayorou, il est en forme de doigt de gant mais ne doit pas être fonctionnel tous les ans.

Le relevé topographique effectué le 1 et 2 février 81 a permis de dresser le plan au 1/500 présenté ici. Tous les points sont nivelés par rapport à un repère de cote fictive 0. 0 constitué par une tige de fer plantée dans la racine d'un arbre marqué d'une croix rouge sur la berge Ouest à proximité d'une grande termitière.

Les courbes de niveau ont été tracées jusqu'au niveau de seuil séparant les 2 mares (limite arbitraire car elles communiquent en hautes eaux). Le niveau maximum de la mare semble se situer à la cote - 10 cm, la surface inondée est alors de 6575 m² et le volume d'eau stockée 3250 m³ ce qui est faible.

Trois sondages à la tarière faits au point le plus

bas et vers l'exutoire (voir plan) ont révélé les couches d'alluvions argileuses suivantes :

à TR1 plus de 2 m

à TR2 environ 2 m avec un passage sableux à 60 cm

à TR3 environ 2 m

Nous donnons aussi à titre indicatif le tableau des surfaces et volumes de remplissage de la mare.

Cote du plan d'eau cm	Surface du plan d'eau m ²	Surface entre courbes de niveau m ²	Volume stocké m ³
0	7350	775	3940
- 10	6575	500	3248
- 20	6075	1300	2615
- 40	4775	1425	1530
- 60	3350	1450	718
- 80	1900	1375	193
- 90	525	275	72
-100	250	200	33
-120	50		3

2. Aménagement prévu

Nous avons prévu un simple surcreusement au point le plus bas de la mare. Etant donné la profondeur d'alluvions il est possible de descendre de plus d'un mètre. Le niveau du seuil séparant les 2 parties de la mare est à conserver à la cote - 90 cm environ, l'abaissement de ce seuil conduirait à un plan d'eau trop vaste en milieu de saison sèche. La forme de la fosse à surcreuser tient compte de la topographie du fond de mare

et surtout de la présence de nombreux bouquets d'arbres jusqu'au milieu de la mare qu'il serait dommage d'éliminer systématiquement, seuls 3 arbres devront être enlevés. On creusera jusqu'à la cote - 2,00 m une surface plane qui/raccordera au terrain actuel par des plans inclinés de pente faible au Sud à l'Est et au Nord vers le seuil de séparation et un talus plus pentu à l'Ouest où la berge est plus haute et mieux marquée. A l'intérieur de ce fond plat on creusera encore de 50 cm en suivant un plan incliné selon l'axe BB' la partie la plus profonde étant vers le Sud.

La terre déplacée sera repoussée vers les exutoires en direction de l'axe A et de l'axe B. Cela permettra de limiter la surface du plan d'eau et d'éviter les pertes dans ces deux "doigts de gants".

Le volume de terrain à déplacer est d'environ 2000 m³ ce qui augmentera d'autant la capacité de stockage en dessous du seuil; la profondeur moyenne de surcreusement est de 1,10 m.

Les travaux complémentaires pourront comme à TIMBOSOSO consister à édifier une haie d'épineux autour de la partie la plus profonde et aménager un accès à l'eau par un plan incliné empierré. Les risques de pollution de l'eau sont plus importants ici et P. MILLEVILLE recommande sinon une mise en défens des abords du point d'eau au moins une surveillance des troupeaux qui y passent. La possibilité de fixer quelques familles autour d'un puits et l'implantation d'un point d'intervention du Projet faciliterait cette surveillance et nous pourrions installer une échelle limnimétrique pour suivre l'évolution du plan d'eau.

IV. La Mare de TIN AKH

1. Description

La mare de TIN AKH est située entre GANDEFABOU et GARGASSA à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest d'Oursi. Elle est située au pied de la dune et draine un bassin versant formé d'arènes granitiques et de sables plus ou moins indurés. Elle est alimentée par plusieurs petits chenaux à fond sableux et probablement par un ruissellement en nappe venant du long glacis situé à l'Est. Elle est totalement endoréïque et le seul exutoire possible est situé au Nord Ouest.

Le relevé topographique a été exécuté dans les mêmes conditions que pour les autres mares, les altitudes étant rapportées à un zéro arbitraire situé sur la berge Nord et matérialisé par un clou enfoncé au pied d'un arbre repéré d'une croix rouge.

Un plan au 1/1000 a été établi avec courbes de niveau qui montre une forme assez régulière de la mare mais une profondeur limitée à moins d'un mètre. Le niveau maximum de l'eau doit se situer à la cote - 10 cm sous le zéro, la courbe de niveau correspondante englobe alors une surface de 2,67 ha et le volume stocké est de 11000 m³.

Trois prélèvements à la tarière ont été faits et font apparaître une couche d'argile assez faible dont l'épaisseur est :

en TR1 60 à 80 cm
en TR2 100 cm
en TR3 120 cm

Le tableau des surfaces et volumes est le suivant :

Cote du plan d'eau cm	Surface du plan d'eau m ²	Surface entre courbes m ²	Volume stocké m ³
- 10	26700	4500	11007
- 20	22200	6000	8562
- 40	16200	5600	4722
- 60	10600	5300	2042
- 80	5300	3700	452
- 90	1600	1370	107
- 100	230	190	15,5
- 110	40		2

2. Aménagement prévu

Pour prolonger l'utilisation de la mare de TIN AKH il faudrait l'approfondir d'environ un mètre mais la faible couche d'alluvions argileuse du fond rend cette opération délicate, de plus l'accès à la mare avec un engin n'est pas très facile. Nous recommandons à titre d'essai de faire simplement une tranchée de la largeur d'une lame d'engin plus sa marge de manoeuvre soit environ 5 m.

Cette tranchée partirait de la berge Sud Ouest sur un axe AA' orienté vers le Nord Est et s'enfonçant régulièrement dans la mare pour atteindre la cote - 2,20 m au centre de la mare. En un premier temps nous suivrons le comportement de cette tranchée pour juger de l'opportunité de l'agrandir après la première saison des pluies.

En fait la meilleure solution serait de créer près de TIN AKH, en dehors des zones de culture sur dune, des petits

points d'eau pour dégager la mare de TIN AKH, malheureusement le terrain ne s'y prête guère, on se trouve sur un erg ancien avec une brousse tigrée ou en fourrés difficilement pénétrable où le ruissellement est faible et les sables peu propices à la création d'une retenue. Des constructions plus élaborées, du genre citernes de ruissellement d'Afrique du Nord, seraient peut-être une solution correcte pour la création de points d'eau pérennes dans cette zone.

CONCLUSION

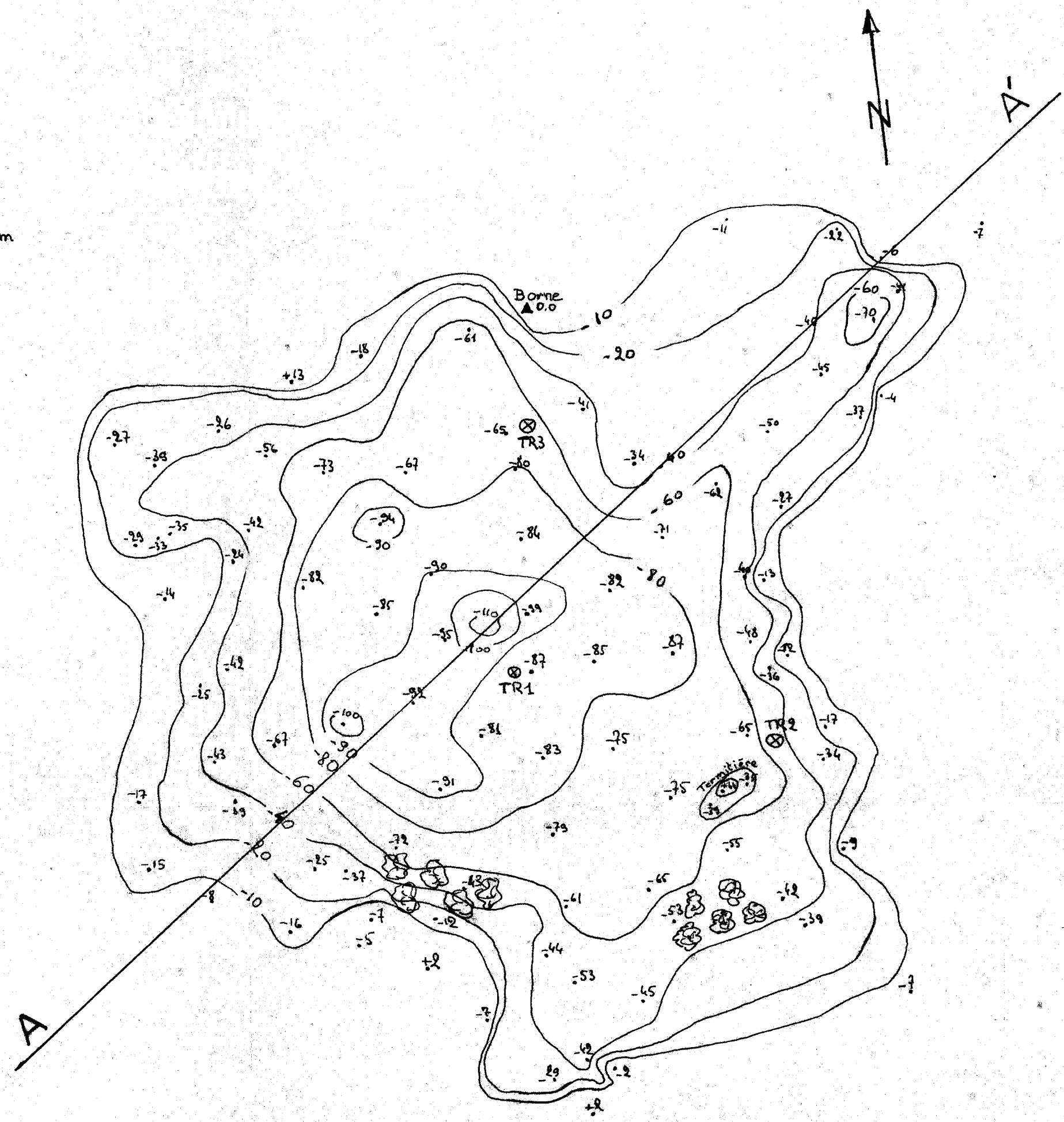
Compte tenu des conditions naturelles et des contraintes techniques imposées pour cette opération de surcreusement des mares, nous proposons d'aménager en priorité les mares de TIMBOSOSO et TIN TAROUBAM; si la possibilité se présente une tranchée d'essai sera creusée à TIN AKH.

Les aménagements prévus sont très légers et doivent pouvoir être exécutés rapidement. Nous pensons pouvoir prolonger la durée d'utilisation de ces mares de trois mois environ grâce à ces surcreusements.

Il faut insister sur la nécessité de pouvoir surveiller ces points d'eau et suivre l'effet des aménagements; l'implantation de points d'intervention du Projet sur ces sites favoriserait grandement ce suivi et la réalisation d'un forage ou d'un puits à proximité est un atout de taille pour cela.

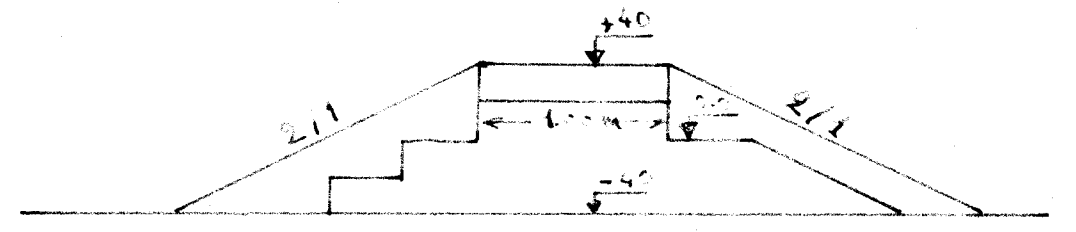
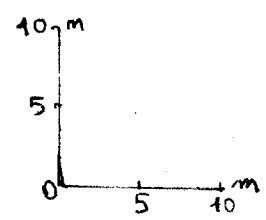
MARE DE TIN AKH

Echelle 1/1000

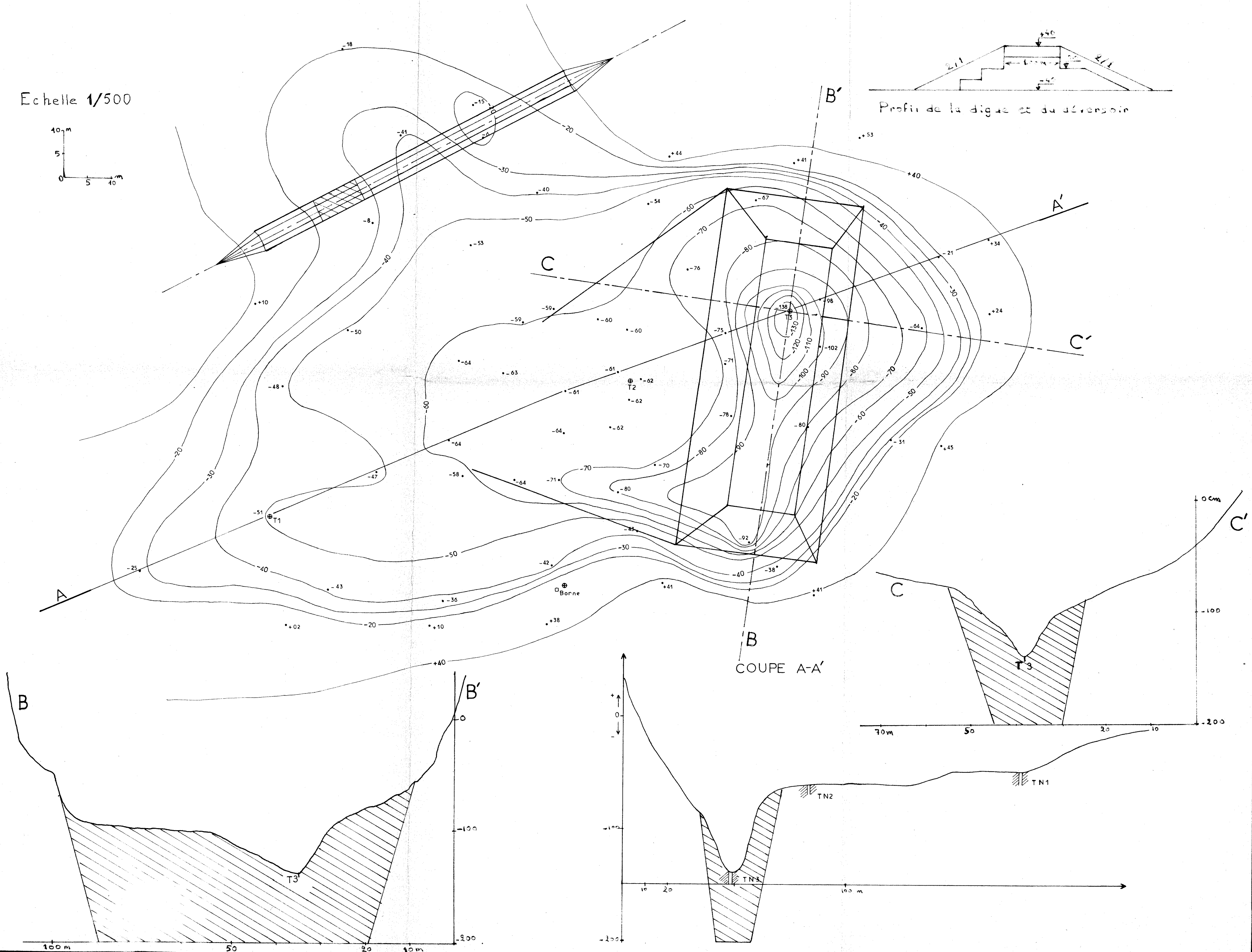


MARE DE TIMBOSOSO PROJET DE SURCREUSEMENT

Echelle 1/500



Profil de la digue et du déversoir



COUPE A-A'

