

REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTERE DE L HYDRAULIQUE

SETEC
INTERNATIONAL

ENQUETES SUR LES CRUES DES
KORIS TRAVERSANT LA ROUTE
ZINDER-AGADEV

Campagne 1981



B. BILLON
R. GALLAIRE
J. M. DELFIEU

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION DE L'ORSTOM AU NIGER



REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE - MER

SEMTEC INTERNATIONAL

ENQUÊTES DE CRUES SUR LES KORIS TRAVERSANT
LA ROUTE ZINDER - AGADEZ

B. BILLON
R. GALLAIRE
J. M. DHELPIEU

Août 1981

S O M M A I R E

	Page
Introduction	
Caractères généraux	1
Parcours ZINDER AGADEZ	1
1 - GUEZANA	1
2 - SABONKAFI	2
3 - MAJYI	3
4 - DOLI	4
5 - GOURNACHE	5
6 - TIGRIN	6
7 - BANKOR	7
8 - TATOKOU	8
9 - ELIKI GOUNDA	9
10 - BOY	10
11 - BOUZAK DARBIDO	10
12 - POINT COTE 480	10
13 - ADERBISSINAT	11
14 - IN ZORNAN	14
PARCOURS IN ZORNAN - AMBATAGEL	14
15 - AMBATAGEL	15
16 - TYERAL - Km 20	16
17 - Km 5	17
Mission du 6 au 10 Septembre 1981	19
Conclusions	

I N T R O D U C T I O N

Cette étude résulte d'une convention passée entre SETEC INTERNATIONAL et I.O.R.S.T.O.M.

Une première reconnaissance de terrain a été effectuée par MM. BILLON et DUBEE du 26 au 30 Janvier 1981. Elle a permis de s'assurer que les délaissés de crue étaient généralement visibles et que, assez souvent, l'enquête auprès des riverains était possible. Elle a montré également que dans la plupart des cas l'amplitude des crues était faible, inférieure à 1 mètre.

La seconde mission a eu pour objet :

- La mise en place des échelles à maximum
- L'établissement des profils en travers et profils en long
- Le repérage des maximums de crue visibles d'après les délaissés de crue et l'enquête, lorsqu'elle était possible, auprès des riverains sur les plus grandes crues observées et leur période de retour.

Elle a été réalisée sur les 17 emplacements demandés par M. MOREAU de la SETEC revenant d'une mission sur le terrain, par MM. BILLON, GALLAIRE et DELFIEU au cours de la période du 30 Juin au 6 Juillet.

La troisième mission a eu lieu du 29 au 31 Juillet. M. GALLAIRE a pu obtenir des renseignements précis sur les crues assez rares des 23 et 29 Juillet 1981 qui venaient de se produire à ADEBBISSIMAT et des compléments d'enquête intéressants à TATOKOU. Il a également constaté que les échelles à maximum des stations ELIKI GOUNDA et BOY avaient déjà été volées. Elles n'ont pas été remplacées.

La quatrième mission s'est déroulée du 6 au 10 Septembre avec MM. GALLAIRE et RIBSTEIN pour participant. Les résultats de cette mission, qui n'apporte rien de nouveau dans le texte provisoire élaboré après la 3ème mission, sont regroupés page 19.

REMARQUE

L'absence totale de mesures ou observations hydrologiques dans la zone étudiée a conduit, pour l'évaluation des crues, à utiliser cette méthode d'enquête de terrain et application de formule théorique qui ne peut prétendre évidemment à la rigueur et la précision obtenues à partir d'une longue série de débits connus.

ENQUETES SUR LES CRUES DES KORIS TRAVERSANT LA ROUTE

ZINDER - AGADEZ

CARACTERES GENERAUX

Sur les 450 km de route qui séparent actuellement ZINDER d'AGADEZ seules deux zones présentent une activité hydrologique significative.

La première couvre approximativement 70 km dont 30 avant TANOUT entre MAJYA et TANOUT et 40 après cette localité, sur le parcours TANOUT - TATOKOU.

La seconde est située dans les 20 derniers km avant l'arrivée à AGADEZ où l'on franchit 2 koris d'une certaine importance.

PARCOURS ZINDER - AGADEZ

On rencontre d'abord, en quittant ZINDER, une absence totale de réseau hydrologique sur 80 km environ, soit ZINDER - GUEZAMA. Dans cette région l'endoreisme est de règle, les rares écoulements sont très localisés et parcourent rarement plus d'1 km avant de se perdre par infiltration ou se concrétiser pour quelques semaines dans un bas-fond.

1 - GUEZAMA

La première vallée se rencontre à GUEZAMA avec le kori DAGAZARAN, tête de bassin du Goulbi NKABA qui rejoint le goulbi de MARADI en aval de GUIDAN RAMJI.

La superficie du bassin à GUEZAMA serait de l'ordre de 1 500 km² mais, comme sur de nombreux bassins rencontrés par la suite cette valeur est très imprécise et pour tout dire, n'a pas de signification. Le bassin est très plat, l'endoreisme encore général en de nombreuses régions du bassin ne permet pas de connaître les limites de ce bassin.

Par ailleurs si les têtes d'affluents sont actives comme le montrent, par la suite, les points de passage de SABONKAFI et MAJYA, l'écoulement n'étant plus soutenu vers l'aval s'amortit assez rapidement.

Deux cours d'eau confluent à GUEZAMA. Ils ne présentent aucune trace d'écoulement apparent. Cependant après enquête il ressort que si l'affluent gauche est le moins actif il aurait coulé faiblement une fois ou 2 au cours de ces 10 à 15 dernières années. L'affluent droit est également peu actif mais il semble alimenter tous les ans la mare située en aval de la confluence, laquelle aurait certaines années 1,5 à 2 m de profondeur.

Un écoulement vers l'aval, une fois la mare pleine, n'est pas à exclure bien que les traces visibles et le lit mineur soient inexistantes et les renseignements obtenus imprécis. L'évènement serait peu fréquent, tous les 5 à 10 ans, et les débits mis en jeu peu élevés, sans doute moins de $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Des débits supérieurs à cette valeur laisseraient, nous semble-t-il, des marques plus évidentes sur le terrain.

2 - SABONKAFI - Fig 2

Le point de passage suivant est situé à 3 km avant le village de SABONKAFI. Le bassin ~~cours~~ 120 km^2 et son relief dans la partie nord est suffisamment ~~marqué~~ pour déboucher sur un écoulement intéressant. Par contre dès l'arrivée en plaine, qui est très rapide, le réseau se dégrade et le lit mineur disparaît ou se réduit à quelques cheneaux de petite capacité. L'essentiel de l'écoulement s'étale sur ^{un} vaste lit majeur qui absorbe une partie des crues et les amortit fortement.

Les profils en travers et en long ainsi que le repérage des délaissés de crue très nets des plus fortes crues récentes ont été effectués le 1er Juillet. La crue maximale repérable atteignait la cote 59 cm sur l'échelle à maximum posée ce jour-là.

Le 2 Juillet est survenue une crue dont la hauteur maximale à l'échelle a été de 97 cm. Le profil en long de la ligne d'eau a pu être réalisé peu de temps après la crue, donc sur des traces bien visibles. Un agent des Travaux Publics, présent au moment de cette crue affirme qu'il s'agit de la plus forte crue qu'il ait vue depuis 10 à 15 ans.

La section choisie est située à 200 m environ en aval du radier actuel qui ne correspond qu'à l'écoulement de l'affluent droit du kori. L'affluent gauche canalisé par un levée de terre le long de la route rejoint l'affluent de rive droite immédiatement en aval du radier.

La section relevée se situe donc en aval de la confluence.

Les caractéristiques de la crue du 1/7/1981 sont les suivantes (application de la formule de MANNING) :

Hmax = 97 cm Pluie à SABONKAFI : 24,7 mm

Section mouillée : 43 m^2 , Rayon hydraulique : 0,41 m

Pente de la ligne d'eau : 0,69 m/km

Débit : $19 \text{ m}^3/\text{s}$ valeur sans doute assez proche de la crue décennale estimée à 20 - 25 m^3/s .

3 - MAJYA - Fig. 3

Comme le bassin précédent, celui-ci est une tête d'affluent du goulbi NKABA qui passe à GUEZAWA .

A la traversée de la route la superficie du bassin est de 70 km^2 . Si la moitié Sud Ouest du bassin semble peu active, les parties Nord et Est doivent ruisseler normalement. Les affluents de rive gauche qui débouchent à l'amont immédiat de la station ont une pente forte et compte tenu de la courte distance qui les sépare de la station les crues sont peu amorties malgré l'absence de lit mineur du cours principal et l'étalement des eaux dans les bas-fonds.

Une crue ayant eu lieu le 23 Juin soit 8 jours avant notre passage les délaissés de crue très nets ont permis de réaliser sans problème les profils en travers et levé de la pente de la ligne d'eau.

Celle-ci présente une cassure située à 50 m environ en amont de la section passant de $0,6 \text{ m/km}$ en amont à $1,5 \text{ m/km}$ en aval de ce point. La section étant située en aval de ce point d'infléchissement la valeur retenue pour la pente de la ligne d'eau est $1,5 \text{ m/km}$.

Crue du 23 Juin 1981

Hmax = 51 cm sur section et Hmax = 54 cm sur échelle
Section mouillée : $27,5 \text{ m}^2$ Rayon hydraulique : 0,21 m
Pente de la ligne d'eau : $1,5 \text{ m/km}$
Débit : $11 \text{ m}^3/\text{s}$

Après enquête il semble qu'il s'agisse là d'une crue très ordinaire, la hauteur de crue maximale qui nous ait été indiquée près des cases situées en aval rive gauche se situant à 40 cm au dessus de la crue du 23 Juin.

En reportant cet écart sur la section choisie on obtient les caractéristiques suivantes :

Crue maximale d'après enquête

Hmax = 91 cm sur section
Section mouillée : 89 m^2 Rayon hydraulique : 0,45 m
Pente de ligne d'eau : $1,5 \text{ m/km}$
Débit : $61 \text{ m}^3/\text{s}$

Il n'a pas été possible, en interrogeant les villageois, de se faire une idée sur la période de retour de cette crue. Cette imprécision conduit à un peu plus de prudence et fera retenir une valeur de 70 à 80 m³/s pour la crue décennale.

4 - DOLI - R N 499 - Fig. 4

Située à une dizaine de km avant TANOUT cette section contrôle un bassin de 70 km² équivalent au bassin de MAJYA.

Ici tous les versants sont actifs, pas de traces d'endoréisme et les crues auraient dû être sensiblement plus importantes que celles du bassin de MAJYA, or l'enquête ne fait pas apparaître de valeurs très différentes.

L'explication repose sur la très vaste zone d'épandage qui remonte sur plusieurs km en amont de la station avec une largeur qui dépasse parfois le kilomètre. Dans ces conditions les crues probablement fortes que l'on observerait au pied des versants sont largement amorties en arrivant à la station. On retrouvera le même phénomène sur les bassins de TIGRIN et BANKOR.

La section est située à 100 m environ en aval du pont actuel. L'échelle à maximum a été implantée de façon à couvrir une gamme de crues nettement supérieures à la plus forte crue repérable sur le terrain, quitte à négliger les toutes petites crues n'interessant que le lit mineur de faible section.

La crue maximale repérable a pour caractéristiques :

Hmax = 57 cm

Section mouillée : 65 m² Rayon hydraulique : 0,51 m

Pente de la ligne d'eau : 0,45 m/km

Débit : 26 m³/s

Aucun village, aucune habitation à proximité du site, nous n'avons donc pas pu procéder à la moindre interrogation sur cette crue ou toute autre crue de plus grande importance. Passer de la crue maximale repérable à la crue décennale n'est donc pas évident d'autant plus que nous ne connaissons pas la "durée de vie" des débris végétaux composant les délaissés de crue. L'extrapolation à faire sera très différente selon que ces traces de crue disparaissent en 2 ou 3 ans ou bien en 10 ans ou plus.

.../...

A SABONKAFI la crue du 1/7/1981 a été 3 fois plus forte que la crue maximale repérable auparavant, mais ce coefficient semble fort dans le cas de DOLI. En effet la crue maximale repérable a presque atteint le niveau de la route à l'emplacement de l'ouvrage actuel. Celui-ci aurait-il résisté à des crues 3 fois plus importantes qui n'ont pas dû manquer de se produire au cours de son existence qui dépasse 25 ans ?

Un coefficient compris entre 2 et 3 serait peut-être plus près de la réalité pour déterminer la crue décennale qui, dans ces conditions serait comprise entre 50 et 80 m³/s.

5 - GOURNACHE - Fig. 5

Le point de passage est situé à 4 km environ en aval de la route TANOUT - AGADEZ en face du village de GOUGOUROUMA amont et correspond à un bassin d'une superficie de 16 km².

Situé à 7 km à l'ouest - nord - ouest de TANOUT le bassin est très actif. Les versants ont des pentes importantes et aucune zone d'inondation ne vient amortir les pointes de crue.

La section est située approximativement en face du village de GOUGOUROUMA amont.

Les caractéristiques de la plus grande crue repérable sont les suivantes :

H_{max} = 36 cm

Section mouillée : 20 m² Rayon hydraulique : 0,63 m

Pente de ligne d'eau : 6,0 m/km

Débit : 37 m³/s

La pente très élevée du kori jointe à un lit très lisse (le coefficient de MANNING a été choisi égal à 33) conduisent à des vitesses de l'eau très importantes. Pour cette crue la vitesse moyenne dans la section est de 1,88 m/s et la vitesse maximale ponctuelle de l'ordre de 2,30 à 2,50 m/s.

.../...

L'enquête effectuée n'a pas apporté d'éléments très précis sur les cotes atteintes et leurs fréquences. Selon les informations recueillies le contournement de la section en rive gauche se produirait de temps en temps ce qui pour la crue maximale repérée pourrait correspondre à une période de retour de 2 ou 3 ans. Il semblerait également que la berge rive droite n'ait jamais été submergée, pas plus que le bourrelet de rive gauche.

La crue maximale qui transiterait dans ces conditions aurait une période de retour supérieure à 10 ans avec un débit de l'ordre de $110 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le lit principal et 20 à $30 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le contournement de rive gauche. Pour une crue qui n'aurait jamais été vue le débit maximal serait donc de 3,5 à 3,8 fois le débit de la plus forte crue repérable.

Pour la crue décennale il semble donc que l'on puisse à nouveau s'orienter vers un coefficient de l'ordre de 2 à 3 fois la crue calculée précédemment soit un débit de l'ordre de 70 à $110 \text{ m}^3/\text{s}$.

6 - TIGRIN - Fig. 6

Le bassin est contigu à celui de GOURMACHE et la partie amont, comme celui-ci, est très active. Par contre dès le franchissement de la route TANOUT - AGADEZ le lit est insuffisant pour contenir des crues qui s'étalent et s'amortissent dans le lit majeur avant de rejoindre la station qui draine un bassin de 52 km^2 .

La section est située à 4,1 km en aval de la route actuelle. C'est une section difficile, encombrée de végétation, constituée de plusieurs chenaux de petites dimensions dans lesquels des traces de crue en rive gauche se situent à un niveau sensiblement plus élevé que celles qui sont observables sur le chenal principal en rive droite.

Ces singularités sont dues à la complexité de l'alimentation de ces réseaux de chenaux qui sont l'exutoire d'une large zone d'épandage qui commence à une centaine de mètres en amont de cette section.

Comme le lit majeur s'élargit à nouveau très fortement à l'aval de la section choisie, il n'était pas possible de s'implanter ailleurs que dans ce resserrément très relatif de la vallée.

L'enquête auprès des riverains est relativement précise en rive gauche avec une cote maximale qui serait de $H = 77$ cm par rapport à l'échelle pour une crue approximativement décennale. Par contre les niveaux d'eau sur le profil en travers sont beaucoup plus aléatoires. Ils ont été tracés à l'estime en fonction d'une cote également incertaine en rive droite.

En fonction de ce tracé la section mouillée s'élèverait à 98 m^2 . La formule de MANNING n'est pas applicable à une section pareille mais compte tenu de ses caractéristiques nous pensons qu'il serait possible d'adopter pour la vitesse moyenne une fourchette de $0,3$ à $0,8 \text{ m/s}$ ce qui conduit à un débit de l'ordre de 30 à $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

7 - BANKOR - Fig. 7

Ce bassin fait suite à celui du TIGRIN et couvre une superficie de 36 km^2 à la station. Une zone d'épandage de plusieurs km^2 amortit fortement les crues dès la traversée de la route TANOUT - AGADEZ.

La section située à $4,0 \text{ km}$ en aval de cette route. La section est encombrée de végétation et d'arbustes. Par le resserrement de la vallée le lit mineur est bien marqué mais sa section fait illusion car en raison d'une remontée du lit vers l'aval, l'écoulement ne commence en fait que pour une cote voisine de $H = 0$.

Les traces de crue visibles sont abondantes surtout vers l'aval, après la rupture de pente, mais correspondent à un écoulement assez faible.

L'enquête auprès des riverains s'est avérée positive avec des délimitations cohérentes.

La pente qui a été mesurée correspond à celle du fond du lit ou aux très basses eaux. Elle est de $0,7 \text{ m/km}$ au niveau de la section mais elle doit être majorée pour représenter la pente de la ligne d'eau en crue qui, du fait d'une pente supérieure à l'aval verra le niveau du plan d'eau augmenter moins vite qu'à l'amont.

Pour la crue repérée par l'enquête, la pente choisie sera fixée à 1 m/km .

Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes :

Hmax = 97 cm

Section mouillée : 51 m² Rayon hydraulique : 0,65 m

Pente de la ligne d'eau 1,0 m/km

Débit : 24 m³/s

Compte tenu de la section le coefficient de MANNING a été choisi égal à 20 alors que la valeur habituelle est 30.

Cette crue pourrait être de fréquence décennale.

8 - TATOKOU - Fig. 8

Avec TATOKOU commence la traversée des affluents qui, jusqu'au delà d'ADERBISSINAT, se regrouperont au Sud Ouest de la route pour former la vallée de la TARKA.

Les affluents sont à l'image de cette "vallée sèche". Les bassins sont plats, l'ensablement est peu épais mais fréquent et l'endorémisme habituel. Malgré des superficies qui dépassent parfois 1000 km² les débits sont faibles ou très faibles. L'écoulement n'est continu le long du réseau que pour de fortes crues. La plupart du temps le ruissellement est localisé, les eaux s'écoulent jusqu'à la première des mares qui jalonnent le parcours. En cas d'apports abondants le seuil aval de la mare peut être submergé et l'écoulement se poursuivra jusqu'à la mare suivante ou se regroupe avec elle pour former un plan d'eau qui peut atteindre plus d'un kilomètre.

Ces mares sont créées par les atterrissements dus aux versants latéraux de la vallée. L'écoulement le long de ces versants est très court mais grâce à une forte pente, entraîne les matériaux qui s'accumulant à un emplacement privilégié barreront la vallée pour former une mare à l'amont.

A TATOKOU la section est constituée de 3 buses de 3,7 m² chacune soit 11 m² au total.

Ces ouvrages fonctionnant en charge au moment des crues importantes leur débit est fonction de la différence des niveaux amont et aval qui n'a pu être ni repérée ni obtenue par enquête auprès des riverains.

Les témoins interrogés au cours de la première enquête début Juillet avaient déclaré que la route en remblai n'avait jamais été submergée mais au cours de la seconde tournée début Août un autre témoin a affirmé que la route l'avait déjà été et notamment la dernière fois en 1978.

Ce dernier témoignage paraît très vraisemblable car il est tombé cette année-là 108,8 mm en 24 heures à TANOUT, poste situé dans le bassin de TATOKOU à 40 km de la station.

Les affouillements à l'aval des buses étant négligeables, les vitesses de l'eau sont probablement modérées, peut-être 2 m/s. Le débit des buses serait alors de l'ordre de 20 m³/s en charge et la crue décennale estimée d'abord à 30 m³/s pourrait être élargie à la fourchette 30 - 40 m³/s pour prendre en compte les derniers témoignages recueillis.

9 - ELIKI GOUNDA - Fig. 9

La section, qui correspond à la traversée du kori par la route, est située dans un point bas du profil en long. Celui-ci remonte vers l'aval sur 200 m jusqu'à la cote 42 cm à l'échelle qui correspond donc à un débit nul.

Les plus hautes eaux connues d'après enquête ont atteint H = 65 cm à l'échelle, il y a donc bien écoulement possible dans le sens longitudinal normal et ceci malgré les délaissés de crue qui, du fait de la contre pente, indiquent un écoulement en sens contraire.

Il n'a pas été possible d'obtenir par l'enquête la cote du niveau d'eau sur le seuil aval au moment de la plus grande crue connue. Comme ce niveau conditionne la pente de la ligne d'eau entre la section et le seuil nous en sommes réduits à des hypothèses et des calculs par approximations.

Avec une dénivellée de 10 cm entre les PHE de la section et du seuil la pente superficielle serait de 0,5 m/km. La section ayant pour caractéristique $S = 46 \text{ m}^2$ $RH = 0,55 \text{ m}$ le débit serait de 21 m³/s lequel entraînerait sur le seuil aval des vitesses d'au moins 5 m/s incompatibles avec les lieux et une épaisseur d'eau maximale de 0,13 m.

Après différents essais, il semble peu probable que le débit de cette crue ait dépassé 4 à 5 m³/s alors que l'examen limité à la section mouillée laissait entrevoir des valeurs bien supérieures.

10 - BOY - Fig. 10

Nous n'avons trouvé aucun délaissé de crue à cet emplacement. D'après le seul témoin rencontré les crues seraient plutôt rares et la crue la plus forte qu'il aurait repéré aurait pour caractéristiques :

Hmax = 52 cm (l'échelle est dans un point bas)
Section mouillée : 50 m² Rayon hydraulique : 0,18 m
Débit = 15 m³/s.

11 - BOUZAK DARBIDO - Fig. 11

La section est située à 100 m environ en amont de la route. La plus grande crue repérable a pour caractéristiques :

Hmax : 35 cm
Section mouillée : 7 m² Rayon hydraulique = 0,18 m
Pente de la ligne d'eau : 3,8 m/km
Débit : 4 m³/s

La pente est forte et conduira pour les grandes crues à des vitesses qui dépasseront très rapidement 1 m/s

La crue décennale est difficile à préciser. En adoptant comme dans certains cas précédents un coefficient compris entre 2 et 3 on obtiendrait 8 à 12 m³/s.

12 - POINT COTE 480 - Fig. 12

La section est située à l'emplacement de la route actuelle.

Une enquête auprès des riverains conduit à accepter la crue de 1980 comme étant la plus forte de ces 7 dernières années. Ses caractéristiques sont :

Hmax = 56 cm
Section mouillée 17 m² Rayon hydraulique : 0,29 m
Pente de la ligne d'eau 1,4 m/km
Débit : 8 m³/s

La section se trouve à une rupture de la pente du fond du lit qui passe de 0,8 à 2,0 m/km. Pour l'application de la formule de MANNING on a adopté une valeur intermédiaire.

La crue de 1980 étant la plus forte de ces 7 dernières années le coefficient de majoration pour passer à la crue décennale peut-être réduit et celle-ci sera évaluée dans la fourchette de 10 à 15 m³/s.

13 - ADERBISSINAT - Fig. 13

Tournée du 4 Juillet 1981

Les délaissés de la crue du 1er Juillet ont permis de déterminer avec précision la pente de la ligne d'eau qui est de 1,4 m/km.

La crue du 1er Juillet aurait alors un débit de l'ordre de 2 m³/s pour une hauteur de pluie à ADERBISSINAT de 19,5 mm. Les traces des plus hautes eaux sont nettement visibles sur les ouvrages à l'amont mais elles ne correspondent qu'à la cote maximale de remplissage de l'immense mare qui se développe vers l'aval de la digue. Les témoignages sont formels : quand l'eau monte il n'y a plus de courant ce que confirme la couleur noire de ces traces provoquée par un maintien prolongé du plan d'eau à cette cote.

De ce fait il n'est pas possible d'évaluer le débit de la plus grande crue puisque les traces ne correspondent plus au maximum de débit. Une information mérite d'être notée : les deux ouvrages primitifs, situés en rive droite, de largeurs respectives de 1,5 et 2,0 mètres avaient un débouché insuffisant puisque les crues sont parvenues au moins une fois à passer au-dessus de la route. Cette situation a motivé la construction complémentaire en 1976 - 1977 des 2 autres ouvrages de 3 m de large chacun qui ont, depuis cette date, rempli leur rôle avec même une certaine marge de sécurité puisqu'il reste un tirant d'air de 58 cm avant que le dernier ouvrage ne se mette en charge.

Tournée du 30 Juillet

Cette tournée survient alors que quelques jours auparavant, le 23 Juillet il est tombé 90,0 mm à ADERBISSINAT et le 29 Juillet, la veille de notre passage 5,0 mm, ces deux averses ayant donné lieu à des crues importantes.

Le 23 Juillet la route en remblai a été submergée en deux emplacements : près du poste de police sur 40 m environ avec une hauteur d'eau de 10 à 15 cm et en rive droite, près des ouvrages, sur 6 m et 25 cm de profondeur.

.../...

La différence de niveau entre les traces de crue en amont et en aval de la route, mesurée le 30/7, était de 19 cm. Cette hauteur ne représente pas la hauteur maximale de mise en charge des ouvrages. En effet au moment de l'arrivée de la crue le débouché des ouvrages était libre et il y a eu une mise en charge des ouvrages qui a pu être relativement forte puisque le mare aval était vide. Celle-ci s'est progressivement remplie, réduisant la mise en charge et le niveau aval constaté après crue ne correspond qu'au maximum de cote atteint par la mare aval après le stockage de la crue.

La section des ouvrages est de 12 m^2 et le coefficient de débit pourrait être de 0,7 à 0,8. La hauteur de charge est inconnue mais supérieure à 0,20 m. Pour estimer l'importance relative des débits déversés par rapport au débit évacué par les ouvrages nous ferons les deux hypothèses suivantes $DH = 0,40 \text{ m}$ et $DH = 0,80 \text{ m}$

Dans le premier cas

$$Q = 12 \times 0,75 \times 2,8 = 25 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{valeur arrondie})$$

Dans le second cas

$$Q = 12 \times 0,75 \times 4,0 = 36 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour évaluer les débits déversés au dessus de la route on utilisera la formule donnée par le C.S.T.B. pour une largeur de 11 : $Q = 0,305 L \cdot H \cdot (2gH)^{0.5}$

On obtient pour la brèche R G 2,9 arrondi à $3 \text{ m}^3/\text{s}$ et pour la brèche R D 1,3 arrondi à $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Les valeurs ont été arrondies par excès pour tenir compte du fait que la charge H, inconnue, à prendre en compte est légèrement supérieure à la hauteur d'eau au-dessus du seuil.

La part du débit déversé par rapport au débit total est donc de :

$$4,5 / (25 + 4,5) = 15 \% \quad \text{avec } DH = 0,4 \text{ m}$$

$$4,5 / (36 + 4,5) = 11 \% \quad \text{avec } DH = 0,8 \text{ m}$$

Avec ces hypothèses le débit total, pour cette crue, serait de 30 à $40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Malgré les incertitudes inhérentes à ce genre d'estimations il est certain que, pour cette crue, les débits déversés au dessus de la route n'ont représenté qu'une partie marginale du débit total de la crue.

.../...

La crue du 29 Juillet se produit alors que la mare de chaque côté de la route est pleine. La hauteur de mise en charge des ouvrages est beaucoup moins forte que pour la première crue et les vitesses n'ont sans doute pas dépassé 1,5 à 2,0 m/s limitant le débit des ouvrages à 14 - 18 m³/s.

Le débit évacué par les ouvrages étant fortement réduit par rapport à la première crue le niveau d'eau est monté plus haut que pour la crue du 23/7 et 4 brèches ont été ouvertes dans le remblai.

1 - Dimensions	58 m X 0,18 m	débit	7,6 m ³ /s
2 - "	20 m X 0,10 m	"	1,1 m ³ /s
3 - "	5 m X 0,20 m	"	0,8 m ³ /s
4 - "	14 m X 0,40 m	"	6,1 m ³ /s

Débit déversé : 15,6 m³/s sur un total de 30 à 34 m³/s.

Ces chiffres, mêmes approximatifs, mettent en évidence l'influence du niveau de la mare sur la répartition entre débits déversés et débit des ouvrages et le freinage de ce dernier lorsque le niveau aval s'élève.

Quelle fréquence accorder à ces crues ?

L'examen des précipitations à ADERBISSINAT est assez déroutant, d'une part 90,0 mm et de l'autre 5,0 mm, mais ne doit pas surprendre.

D'une part le poste d'ADERBISSINAT ne représente pas les précipitations tombées sur le bassin du kori. Les 90 mm enregistrés pourraient avoir une période de retour de l'ordre de 30 ans (20 ans pour TANOOUT situé plus au Sud) mais s'il s'agit d'un orage localisé, les hauteurs de pluie ont pu décroître très rapidement vers l'amont. A l'inverse il est sûr que l'averse du 29 Juillet était contrée sur l'amont du bassin et que les 5 mm mesurés à ADERBISSINAT ne représentaient que la frange du phénomène.

En second lieu il est probable qu'une partie peut être importante de la première crue a dû servir à saturer les terrains et remplir un chapelet de mares à l'amont. La seconde crue même beaucoup moins forte n'a pas subi les pertes par stockage de la première.

.../...

Au cours de la tournée de début Juillet nous avons laissé la consigne de rechercher les plus anciens habitants du village. A cette seconde tournée il nous a été présenté un témoin qui habiterait ADERBISSINAT depuis 1917. D'après celui-ci la crue de 1981 serait la plus forte qu'il ait vue mais deux autres crues dans les années antérieures (1954 et 1970 ? sous toute réserve) auraient été comparables. La crue de 1981 pourrait donc avoir une période de retour de l'ordre de 20 ans.

14 -- IN ZORNAN -- Fig. 14

Malgré nos recherches nous n'avons pu relever aucune trace de crue dans la zone de la traversée du kori par la route.

A 500 m environ en aval des traces d'écoulement sont bien visibles. Elles correspondent non pas à un écoulement venant de l'amont mais à un ruissellement local des versants de la vallée qui rejoint ensuite une mare située quelques centaines de mètres en aval.

A une cote $H = 48$ cm des traces noires cohérentes sont bien visibles sur certains troncs d'arbres plus clairs et correspondent au niveau maximal de remplissage de la mare aval que nous avons reconnue. Elles ne nous sont donc d'aucune utilité pour la détermination des crues mais confirment un phénomène déjà noté à ELIKI GOUNDA et ADERBISSINAT : des hauteurs d'eau de plusieurs dizaines de cm, jusqu'à 50 - 60 cm, peuvent être enregistrées à la traversée de certains cours d'eau sans qu'il y ait écoulement mais simplement par la présence de seuils aval qui provoquent une stagnation des eaux sur une partie du réseau hydrographique.

Les traces de crues correspondent à un débit de l'ordre de $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ mais un orage bien localisé sur les versants situés à l'amont immédiat de la section pourrait peut-être provoquer une crue de quelques m^3/s .

Parcours IN ZORNAN -- AMBATAGEL

Entre INZORNAN et la falaise de TIGIDIT les écoulements sont insignifiants ou nuls avec même absence complète de réseau hydrographique dans les 50 derniers kilomètres avant la falaise.

Entre TIGIDIT et AMBATAGEL la présence de regs ou de pentes plus fortes réactive des écoulements dont il conviendrait peut-être de se méfier. Les crues ordinaires constatées aux différents passages de koris semblent modérées, quelques m^3/s sans doute, les délaissés de crue lorsqu'on les trouve sont bas, les radiers peu dégradés.

Cependant si les crues habituelles sont peu dangereuses, les crues plus rares d'une période de retour de 10 à 30 ans peut-être, seront certainement plus destructrices d'après les constats que nous avons pu faire dans une zone analogue traversée par la route AGADEZ -- TAHOUA.

Le kori TOHIN GATEN traverse cette route à 71 -- 72 km d'AGADEZ. Rien d'après l'examen des cartes ne permet de penser qu'il soit actif or le 27 Juillet 1981 nous sommes passés à cet emplacement quelques heures après une crue qui a submergé la route sur plus de 100 mètres en emportant une partie du remblai à l'aval.

Si cette crue de plusieurs dizaines de m^3/s avait duré un peu plus longtemps c'est la totalité du remblai qui était emporté.

15 -- AMBATAGEL -- Fig. 15

La route traverse ce kori par deux radiers distants de 200 mètres. Des levées de terre en amont de la route bloquent l'écoulement des champs d'inondation et concentrent l'écoulement sur les deux radiers qui ont été étudiés séparément.

Alors qu'en Janvier 1981 au cours de reconnaissances préliminaires aucune trace d'écoulement n'avait pu être relevée à proximité de ces radiers, la crue du 14 Juin 1981 a par contre laissé des marques intéressantes.

Une échelle à maximum a été mise en place sur chacune des sections.

Les cotes ont été rattachées à l'échelle du radier rive gauche.

Radier rive gauche

Hmax = 52 cm sur section

Section mouillée : $18 m^2$

Rayon hydraulique : 0,39 m

Pente de la ligne d'eau : 2,8 m/km

Débit : $16 m^3/s$

Radier rive droite

Hmax = 25 cm sur section

Section mouillée : $9 m^2$

Rayon hydraulique : 0,19 m

Pente de la ligne d'eau : 2,8 m/km

Débit : $5 m^3/s$

Le débit de cette crue a donc été de $16 + 5 = 21 m^3/s$

Il est impossible de situer cette crue en fréquence. Le site est désert et nous n'avons rencontré aucune personne à interroger.

16 - Km 20 - TYERAL - Fig. 16

La section est située à 20 km environ près de l'ancienne route AGADIZ - ZINDER.

La vallée a une largeur de plus de 200 mètres et la crue du 14 Juin 1981, la seule qui soit visible, s'est écoulée par 2 chenaux situés en rive droite et rive gauche, la partie centrale de la vallée étant occupée de formations dunaires d'origine éolienne et de faible hauteur.

Le chenal rive droite étant lui même scindé en deux parties il y a donc 3 sections d'écoulement pour cette crue.

Une échelle à maximum a été mise en place sur chacune des rives et les cotes ont été rattachées à l'échelle rive droite.

Chenal rive droite - 1

Hmax = 27 cm

Section mouillée : 7,1 m² Rayon hydraulique : 0,19 m

Pente de la ligne d'eau : 3,1 m/km

Débit : 3,9 m³/s

Chenal rive droite - 2

Hmax = 21 cm

Section mouillée : 4,7 m² Rayon hydraulique : 0,16 m

Pente de la ligne d'eau : 3,1 m/km

Débit : 2,3 m³/s

Chenal rive gauche

Hmax : 21 cm sur l'échelle R G

Section mouillée : 6,3 m² Rayon hydraulique : 0,16 m

Pente de la ligne d'eau : 2,6 m/km

Débit : 2,8 m³/s

Le débit maximal total de la crue ressort à 9,0 m³/s

D'après un témoin rencontré sur le site, il ne s'agirait que d'une crue ordinaire, lui-même ayant observé il y a assez longtemps (10 - 20 ans ?) une crue qui aurait atteint $H = 60$ cm sur l'échelle rive droite mais dans des conditions très différentes : l'ensablement de la partie centrale de la vallée n'existait pas et le kori coulait de bord à bord sur plus de 200 m de large.

Dans ces conditions le profil en travers complet que l'on pourrait relever actuellement ~~ne~~ serait d'aucune utilité.

Pour cette crue exceptionnelle la section mouillée aurait pu atteindre 100 à 150 m². Avec un rayon hydraulique de 0,4 à 0,5 m la vitesse moyenne dans la section serait de 0,85 à 1 m/s et la fourchette de débit correspondant irait de 85 à 150 m³/s.

Il s'agit - là d'évaluations évidemment très sommaires présentées uniquement pour se fixer un ordre de grandeur du débit maximal de cette crue qui reste pour ce témoin qui dit avoir plus de 60 ans, un événement rare.

Il est difficile, avec ces éléments, de préciser la crue décennale. ... Toujours d'après ce témoin, certaines années ne verraient passer aucune crue, ce qui donne déjà une certaine valeur à la crue du 14 Juin 1981. Nous n'avons par ailleurs retrouvé aucune trace de crue supérieure à celle du 14 Juin au cours de nos recherches, aussi serions-nous tentés de limiter la crue décennale à 40 - 50 m³/s estimant que la crue exceptionnelle décrite par le témoin est certainement rare, mais surtout beaucoup trop imprécise dans l'évaluation de son débit pour servir de référence.

17 - Km 5 - Fig. 17

Située à 5 km environ d'AGADEV le kori est traversé par la route au moyen de 2 radiers distants d'une centaine de mètres.

La crue du 14 Juin 1981 qui est la plus forte crue repérable sur le terrain présente les caractéristiques suivantes :

Radier rive droite

Hmax = 24 cm sur section et Hmax = 20 cm sur échelle R D

Section mouillée : 1,7 m² Rayon hydraulique : 0,12 m

Pente de la ligne d'eau : 3,6 m/km

Débit : 0,7 m³/s

.../...

Radier rive gauche

Hmax = 29 cm sur section et Hmax = 25 cm sur échelle R G

Section mouillée : 13 m² Rayon hydraulique : 0,24 m

Pente de la ligne d'eau : 3,0 m/km

Débit : 8,1 m³/s

Le débit total ressort à 8,8 m³/s

A AGADIZ la hauteur de pluie tombée ce jour-là est de 31,6 mm alors que la hauteur de précipitation journalière décennale est de 50 mm. Bien que le centre du bassin ne soit pas très éloigné du poste pluviométrique les écarts entre celui-ci, à l'extérieur du bassin, et la hauteur moyenne sur le bassin pourrait atteindre 30 % dans un sens comme dans l'autre.

Par ailleurs le coefficient d'écoulement croit rapidement dans cette gamme de hauteurs de pluie et pour ces régions. Il pourrait-être de l'ordre de 20 % pour une pluie de 30 mm et passer à 30 - 35 % pour une pluie de 50 mm.

En fonction de ces différentes remarques il semble que ce serait prendre un certain risque de descendre en dessous du coefficient 3 entre la crue décennale et la crue du 14 Juin 1981.

MISSION DU 6 AU 10 SEPTEMBRE 1981

COTES MAXIMALES ATTEINTES SUR LES DIFFERENTES STATIONS AU COURS
DE LA SAISON DES PLUIES 1981

- GUEZAWA Ecoulement des bras Nord et Sud. Remplissage partiel de la mare sans écoulement vers l'aval.
- SABONKAFI Hmax = 75 cm. Crue nettement inférieure à celle du 1er Juillet (Hmax = 97 cm) qui a été prise en compte dans le rapport provisoire.
- MAJYIA Hmax = 45 cm. Nettement inférieure à celle de l'enquête (Hmax = 91 cm)
- DOLI . RN 499. Echelle volée - Hmax 1981 = 45 cm. Inférieure à celle reperée sur le terrain en Juin (Hmax = 57 cm).
- GOURNACHE Faible crue qui n'a pas atteint l'échelle de crue.
- TIGRIN Hmax = 20 cm très inférieure à la crue max donnée par l'enquête (H = 77cm)
- BANKOR Hmax = 03 cm très inférieure à l'enquête (Hm = 97 cm)
- TATOKOU Faible crue qui n'a pas atteint l'échelle de crue. Les derniers témoignages indiquent que le remblai n'aurait pas été submergé depuis 1976, date de ses caractéristiques actuelles, mais que l'eau en aurait affleuré le sommet en 1978. Par contre les crues seraient passées au dessus avant 1976 alors que les buses étaient plus petites et le niveau du remblai plus bas.
- ELIKI GOUNDA -- Echelle disparue. Très faible écoulement visible.
- BOY -- Echelle disparue. Pas de traces d'écoulement.
- BOUZAC DARBIDO -- Hmax = 10 cm (Enquête 35 cm)
- BORNE 480 -- Hmax = 35 cm (Enquête 56 cm)
- ADERBISSINAT -- Pas d'éléments nouveaux depuis la prise en compte des crues des 23 et 29 Juillet.
- IN ZORNAN -- Hmax = 40 cm, niveau de mare.
- AMBATAGEL -- Très faible crue.
- TYERAL -- H = 01 cm (Enquête 60 cm)
- Kn 5 -- Radier RD Hmax = 02 cm
Radier RG Hmax = 18 cm

C O N C L U S I O N S

Les observations et mesures effectuées en 1981 ont apporté d'intéressantes précisions sur les deux emplacements de SABONKAFI et ADERBLISSINAT. Les crues ayant eu lieu en Juillet il a été possible d'en tenir compte dans la rédaction du rapport provisoire en Août 1981.

La mission de Septembre 1981 a mis en évidence la faiblesse générale des crues sur les autres emplacements et il n'y a pas de modification à apporter aux caractéristiques des crues présentées dans le rapport provisoire.

SUPERFICIE DES BASSINS ETUDIES

Comme il l'a été indiqué à la page 1 de ce rapport à l'occasion de l'enquête à GUEZAWA, dans plus de la moitié des cas la détermination des superficies des bassins versants n'a pas de sens.

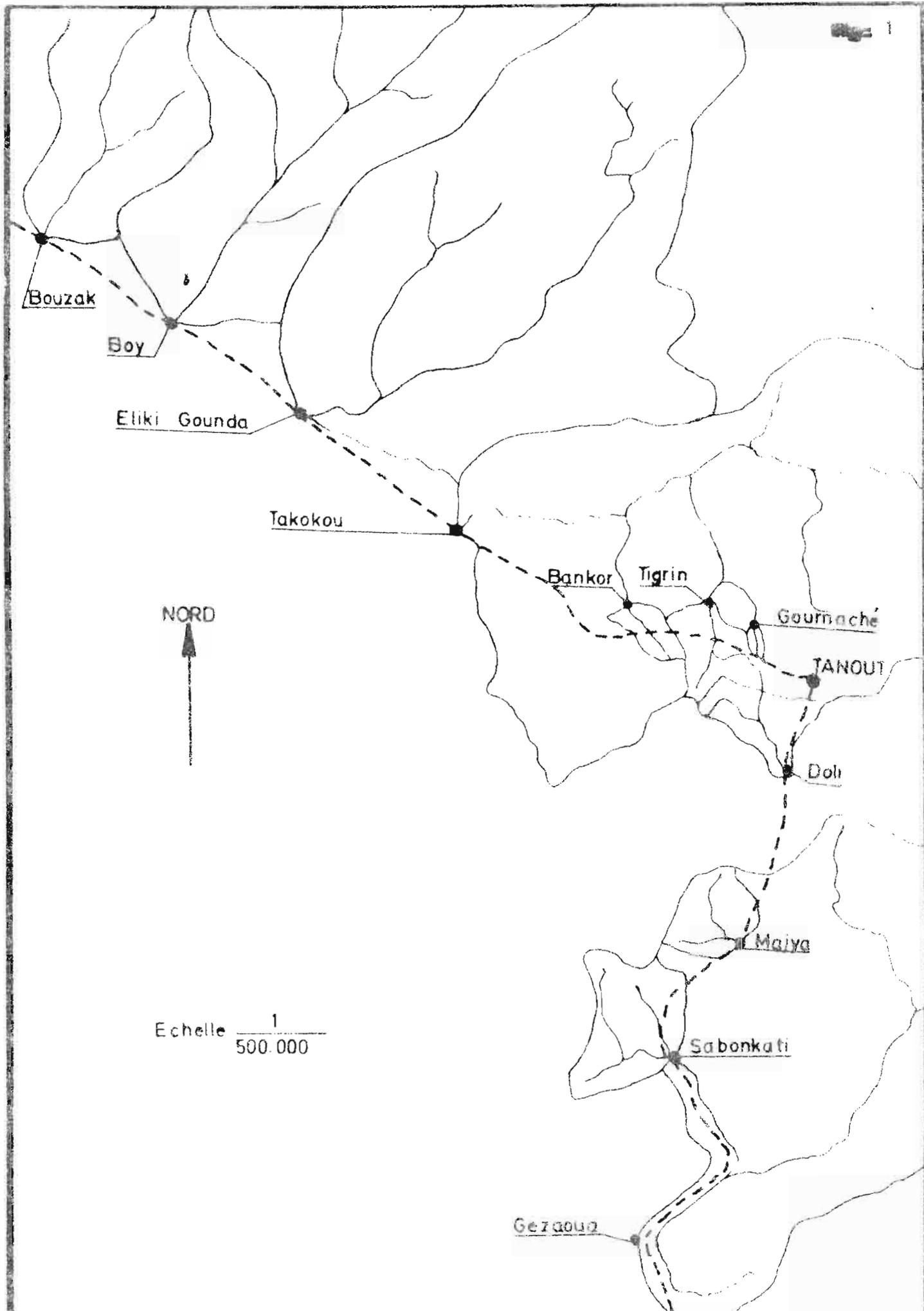
En un emplacement donné, quelconque, d'un cours d'eau, les crues ne proviennent que des versants latéraux situés à l'amont immédiat du point étudié et non d'un écoulement généralisé de la totalité ou même d'une partie significative du bassin.

Les seuls bassins pour lesquels on puisse présenter les valeurs de superficie sont les suivants :

SABONKAFI	120 km ²
MAJYA	70 km ²
DOLI	69 km ²
GOURNACHE	16 km ²
TIGRIN	52 km ²
BANKOR	36 km ²
Km 5 AGADEZ	7 km ²

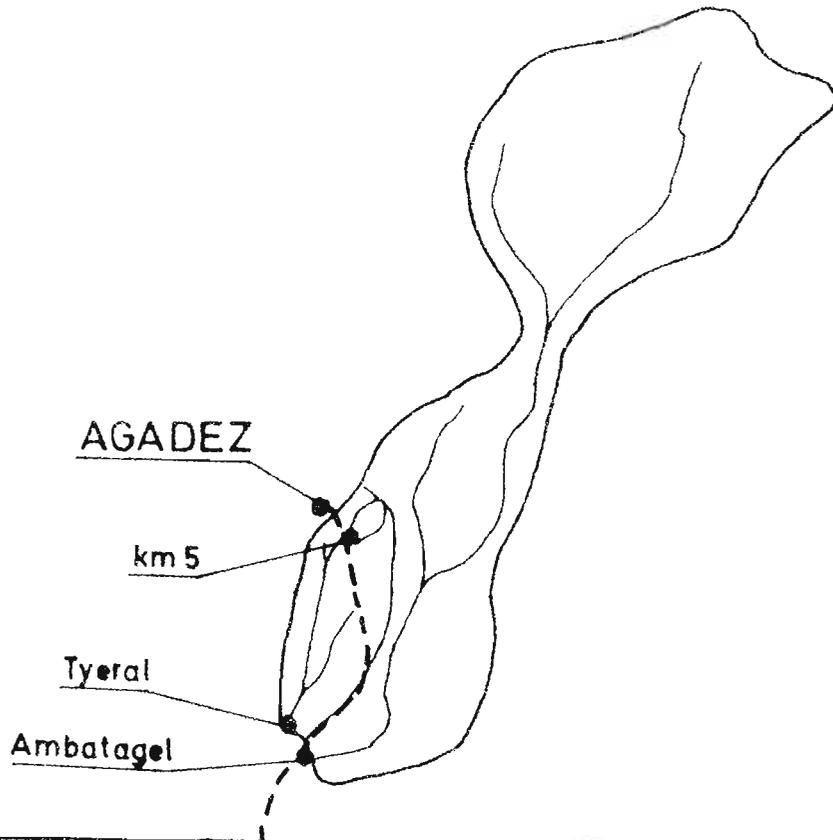
LISTE DES FIGURES

- N°
- 1 -- Situation générale
 - 2 -- SABONKAFI
 - 3 -- MAJYIA
 - 4 -- DOLI - RN 499
 - 5 -- GOURNACHE
 - 6 -- TIGRIN
 - 7 -- BANKOR
 - 8 -- TATOKOU Buses
 - 8-1 -- TATOKOU Profil en travers
 - 9 -- ELIKI GOUNDA
 - 10 -- BOY
 - 11 -- BOUZAK DARBIDO
 - 12 -- BORNE 480
 - 13 -- ADERBISSINAT Profil en long
 - 13-1 -- ADERBISSINAT Profil en travers
 - 14 -- IN ZORNAN
 - 15 -- AMBATAGEL
 - 16 -- TYERAL
 - 17 -- Km 5 AGADEZ



NORD
 ↑

Echelle $\frac{1}{500.000}$



NORD



in Zornon

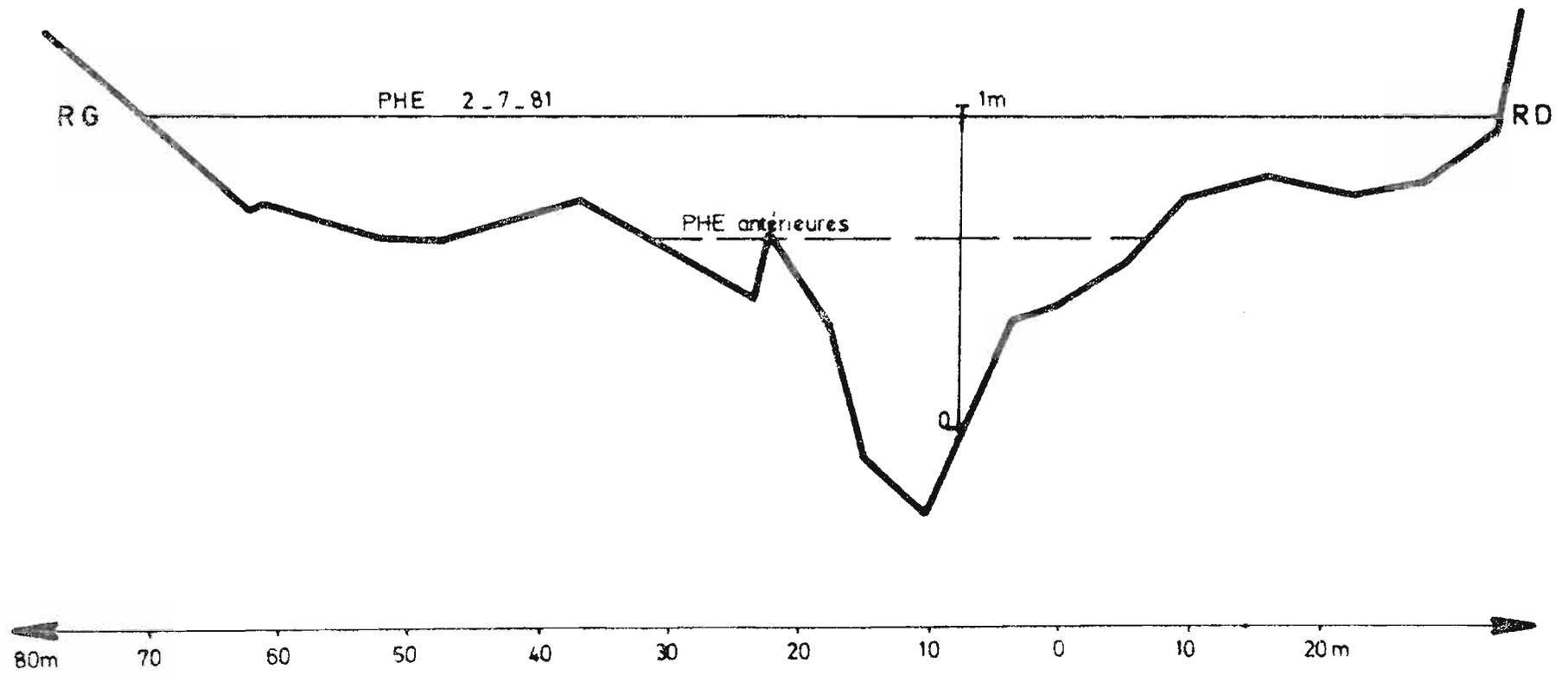
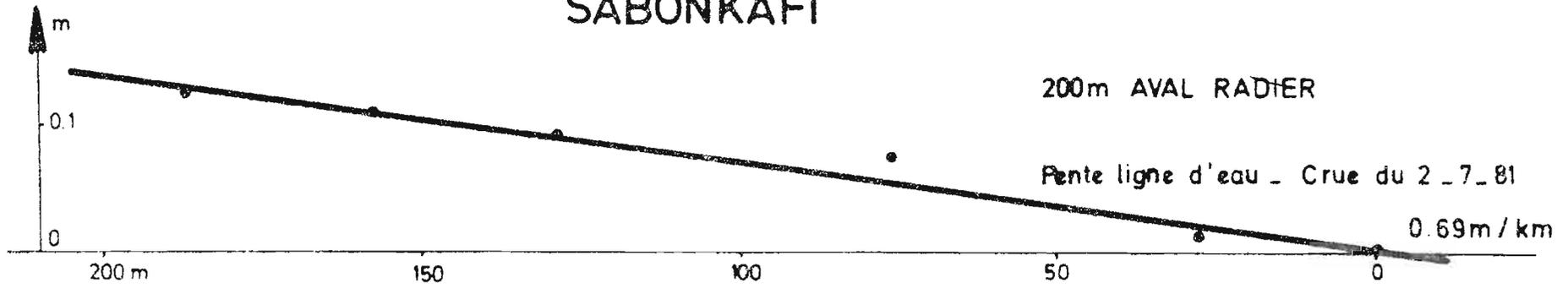
Aderbissinat

Borne 480

Bouzak

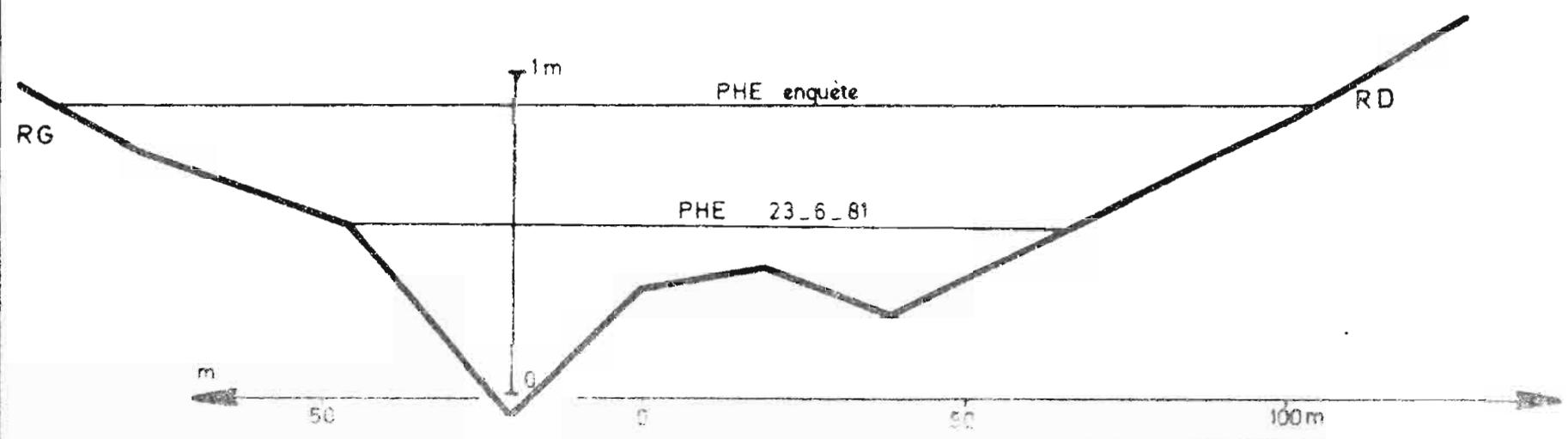
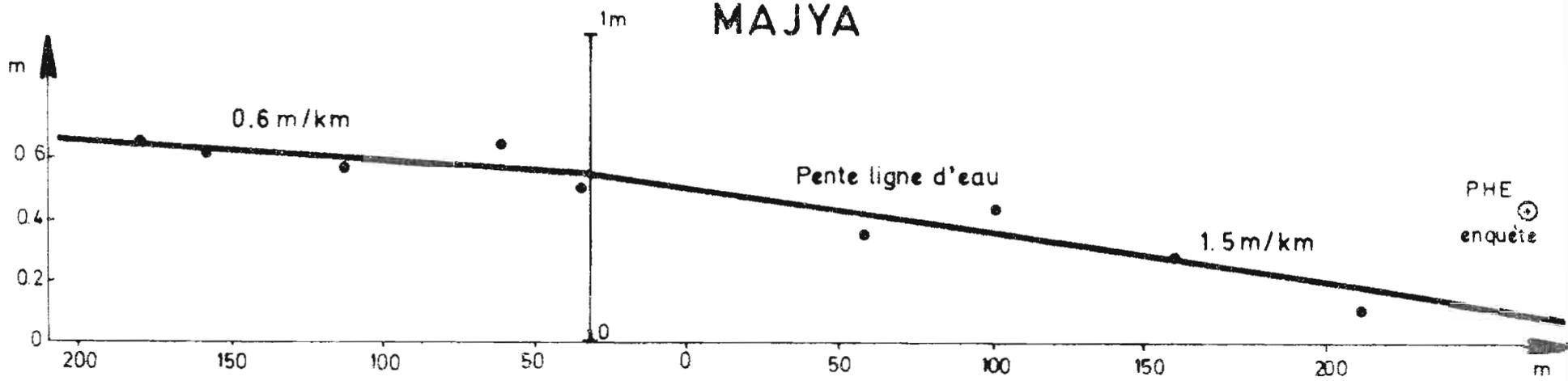
Echelle $\frac{1}{500\ 000}$

SABONKAFI

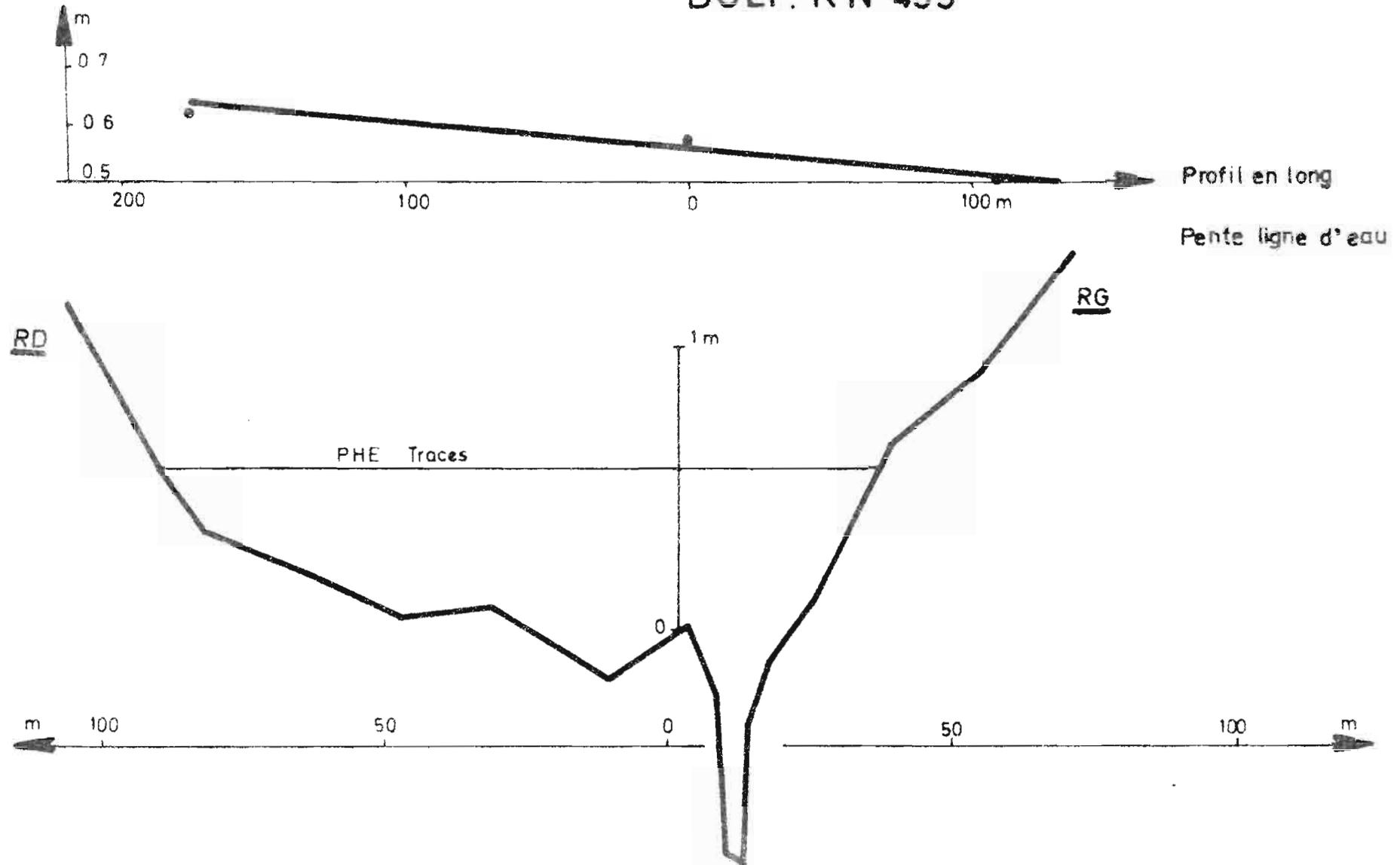


Office de la Recherche Scientifique et Technologique
Mission au Niger

MAJYA



DOLI . R N 499



GOUGOUROUMA _ GOURNACHE

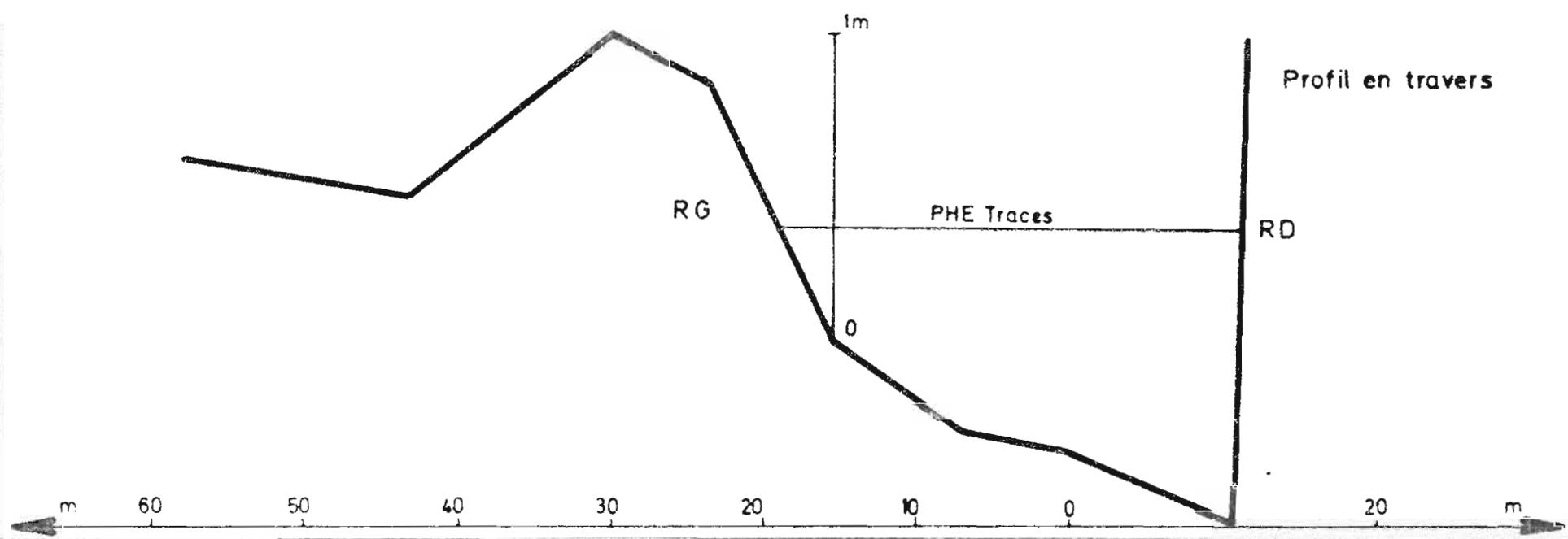
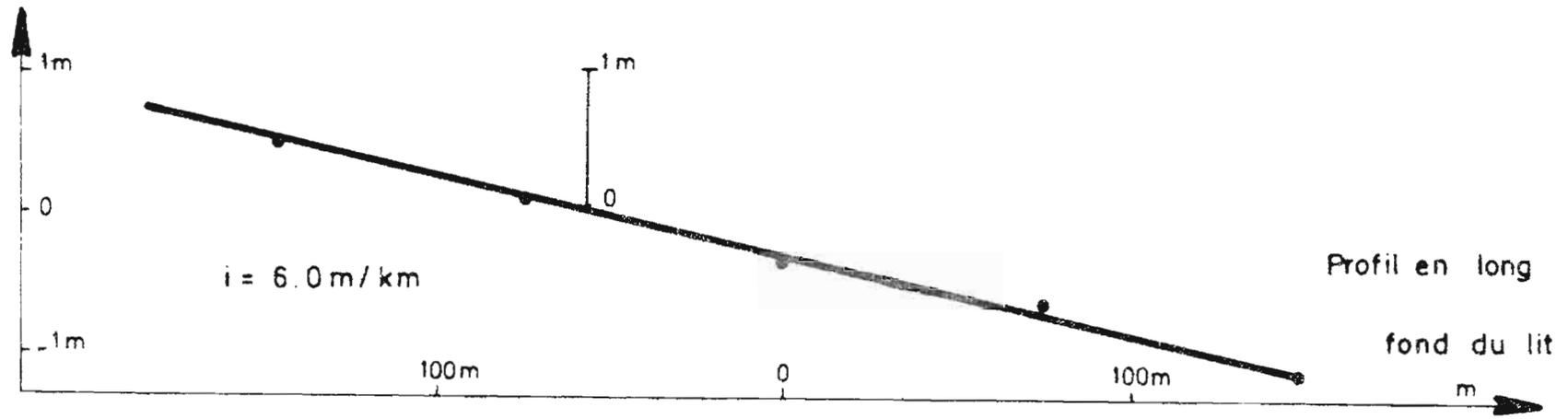


Fig : 5

TIGRIN

4,1 km AVAL ROUTE

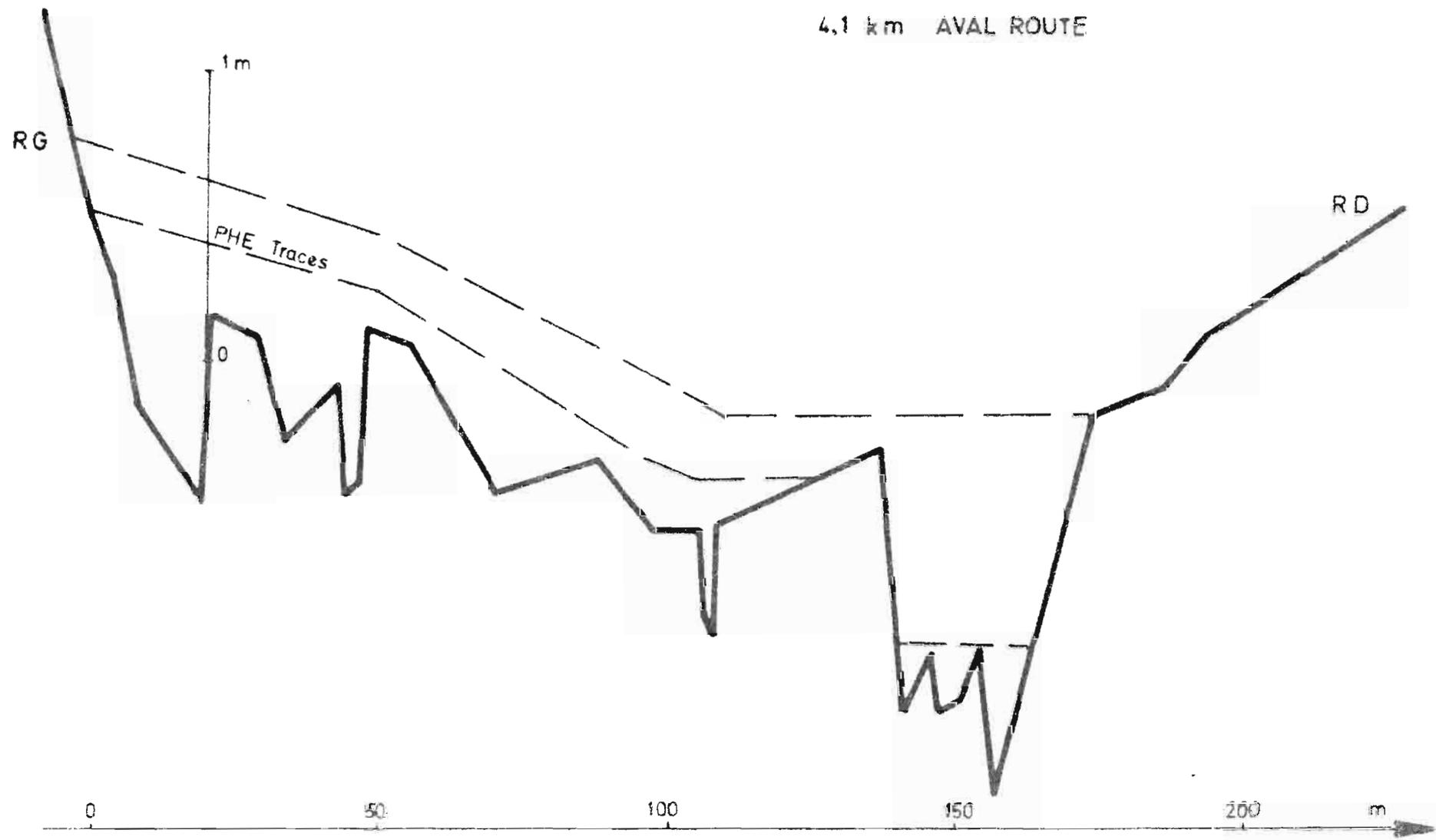


Fig. 6

BANKOR

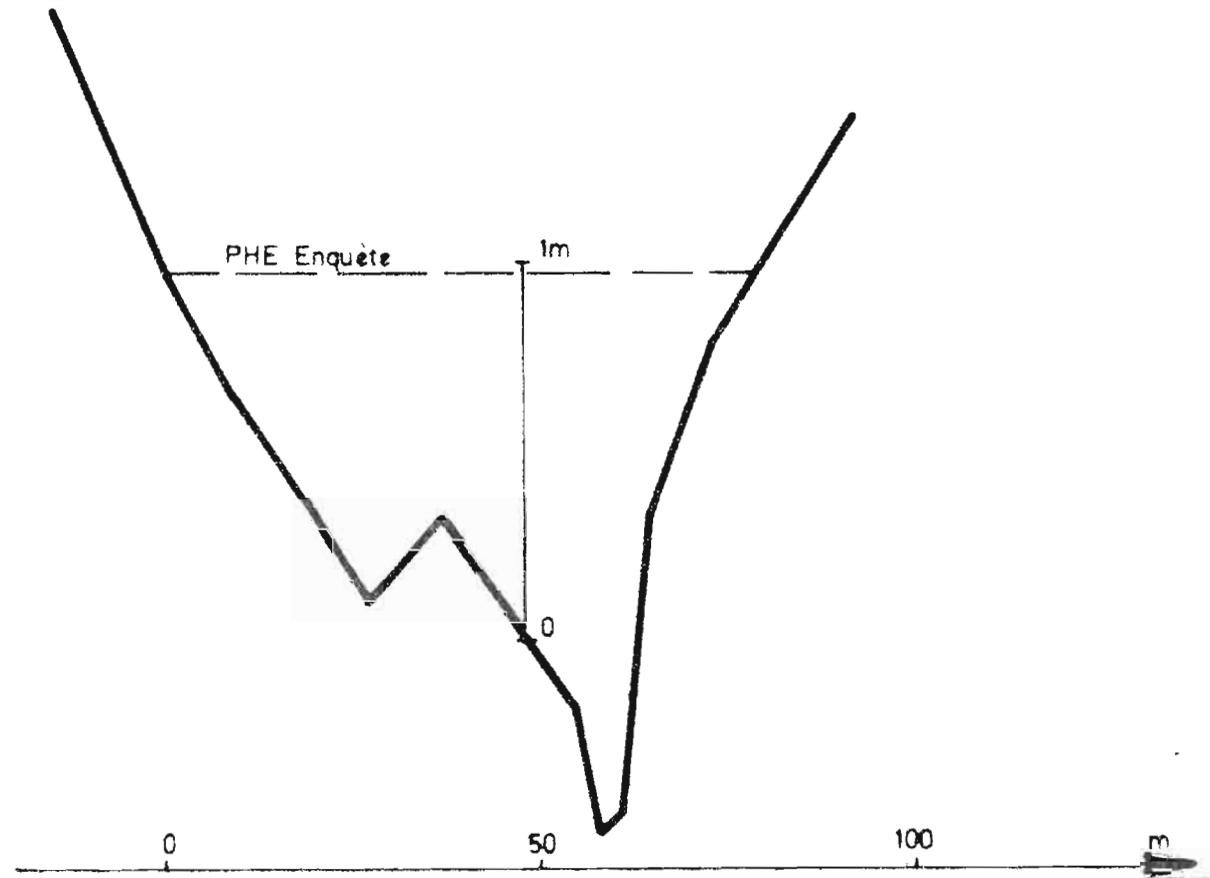
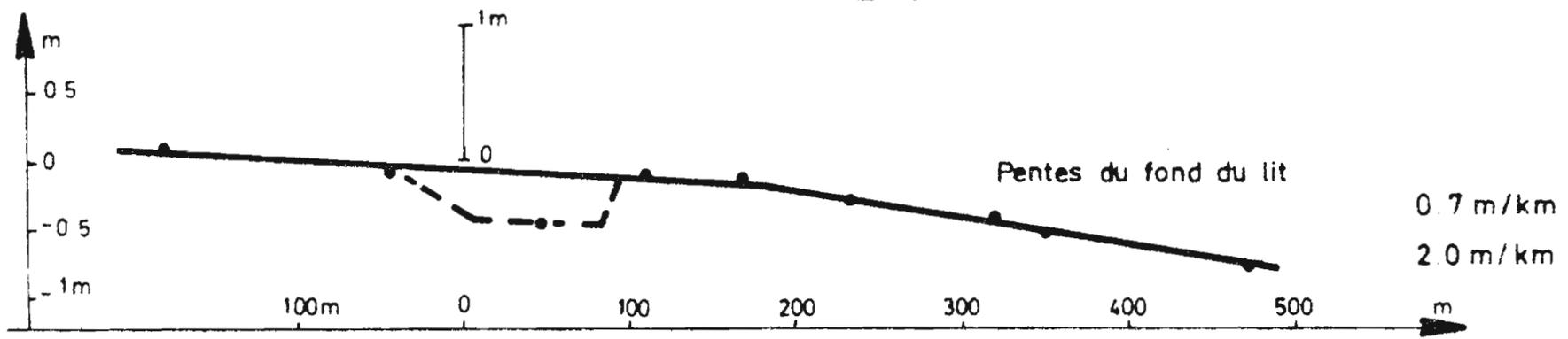
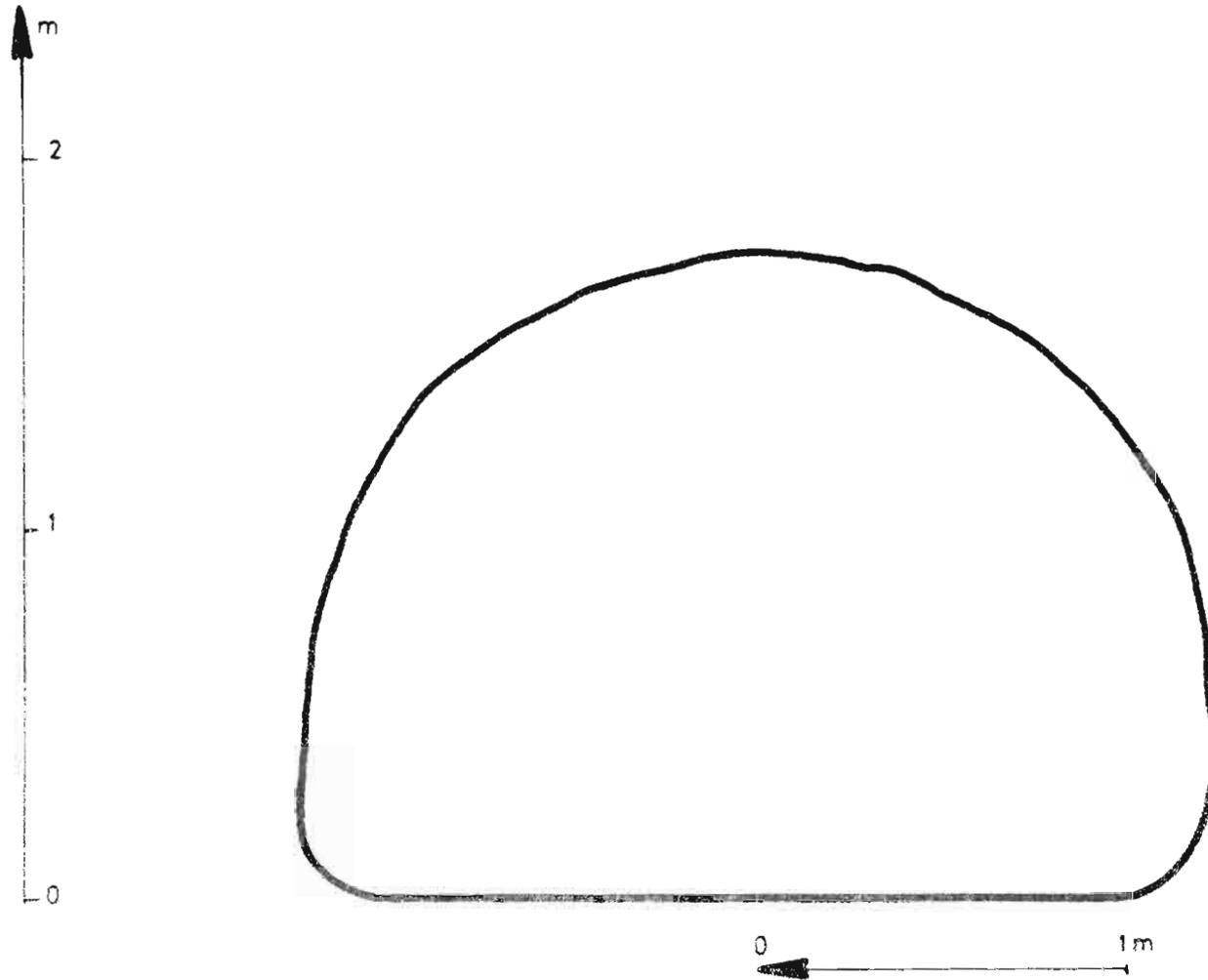


Fig. 7

TAKOKOU

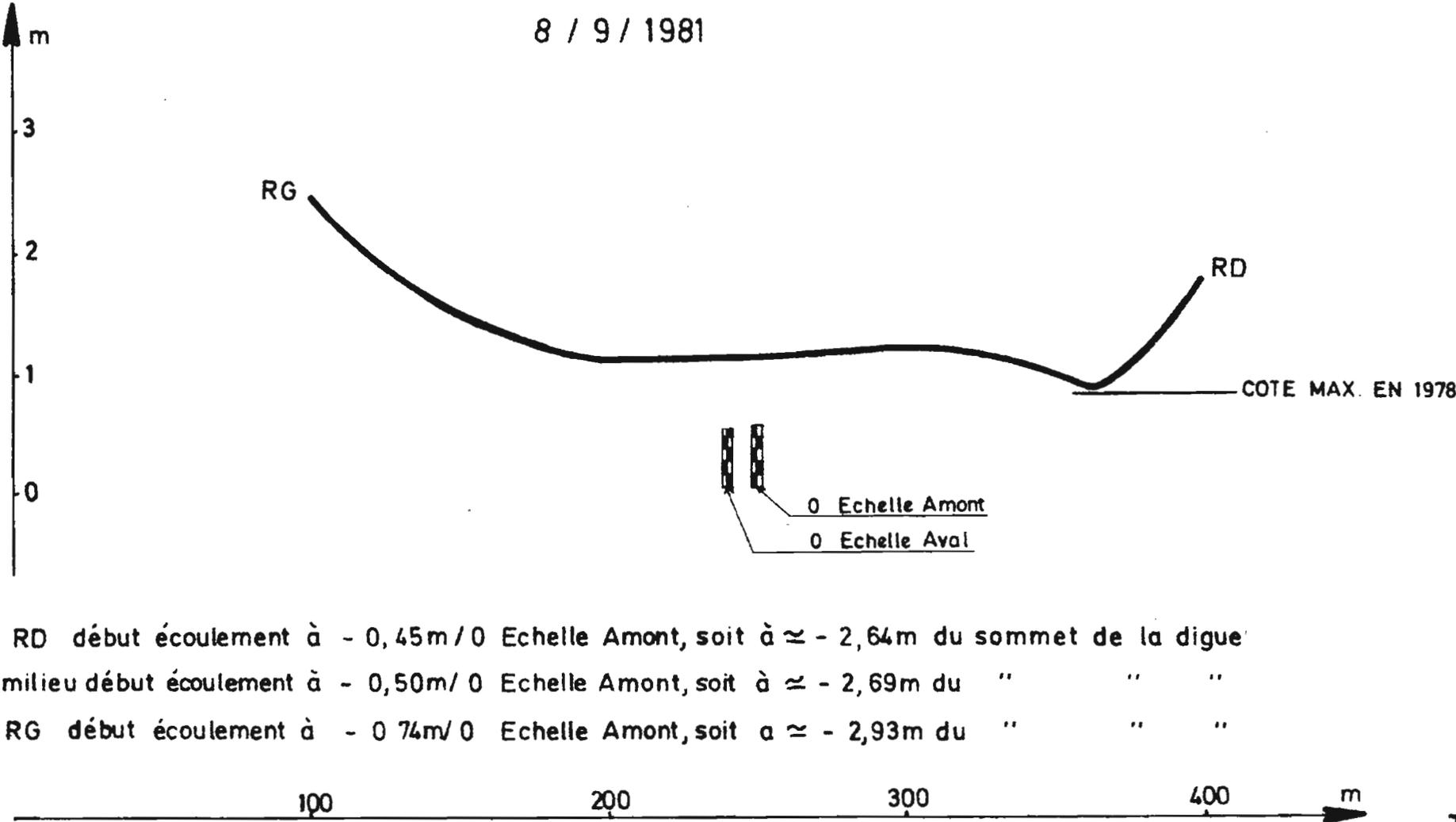


3 buses de $S = 3.7 \text{ m}^2$ chacune

TAKOKOU

PROFIL EN TRAVERS SUR LA DIGUE

8 / 9 / 1981



- 1° Buse RD début écoulement à - 0,45m/ 0 Echelle Amont, soit à \approx - 2,64m du sommet de la digue
- 2° Buse milieu début écoulement à - 0,50m/ 0 Echelle Amont, soit à \approx - 2,69m du " " "
- 3° Buse RG début écoulement à - 0,74m/ 0 Echelle Amont, soit a \approx - 2,93m du " " "

Fig: 8. 1

ELIKI GOUNDA

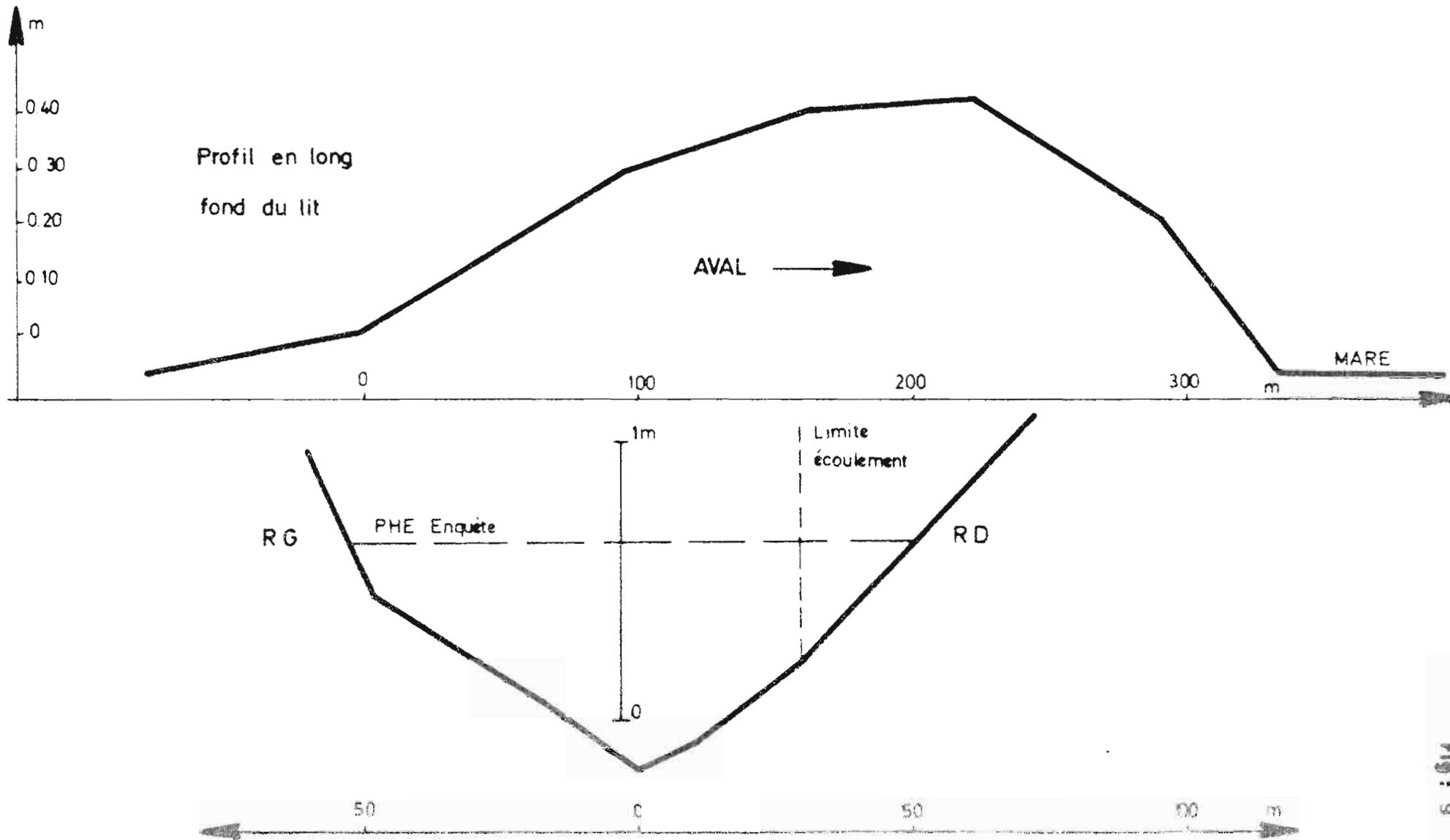


Fig: 9

BOY_TCHIN GARAGUEN

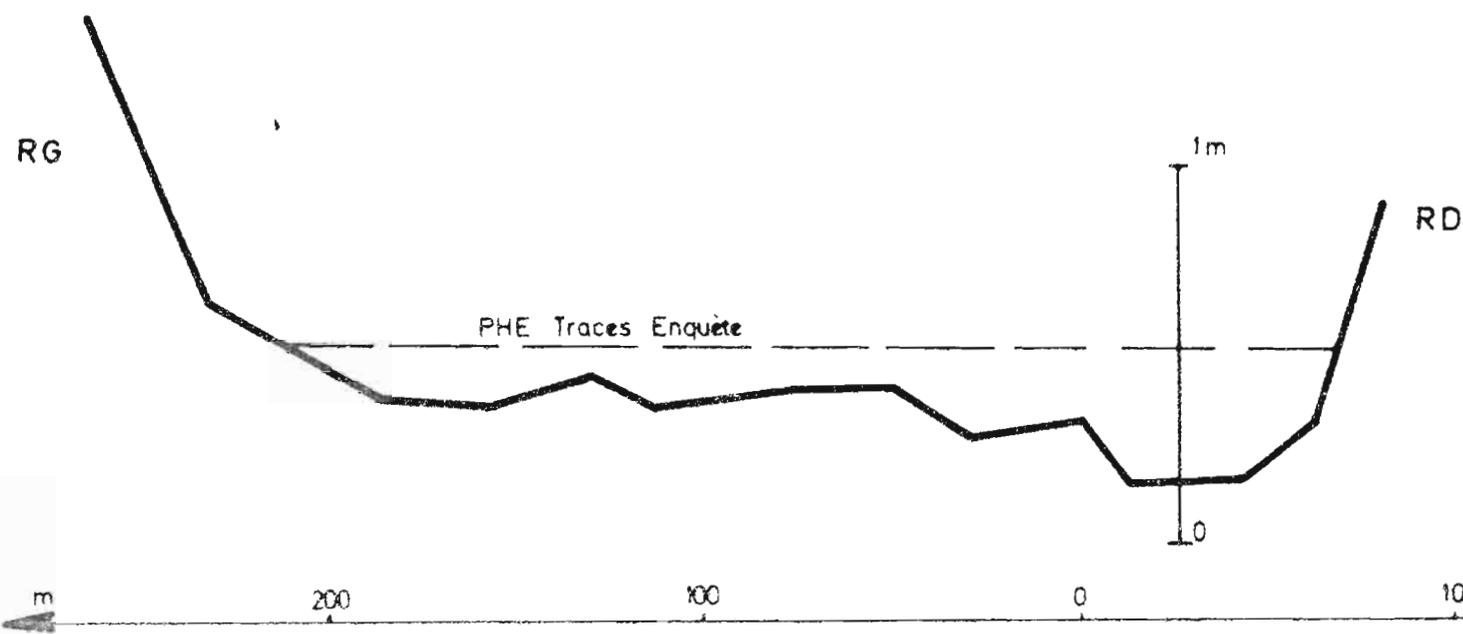
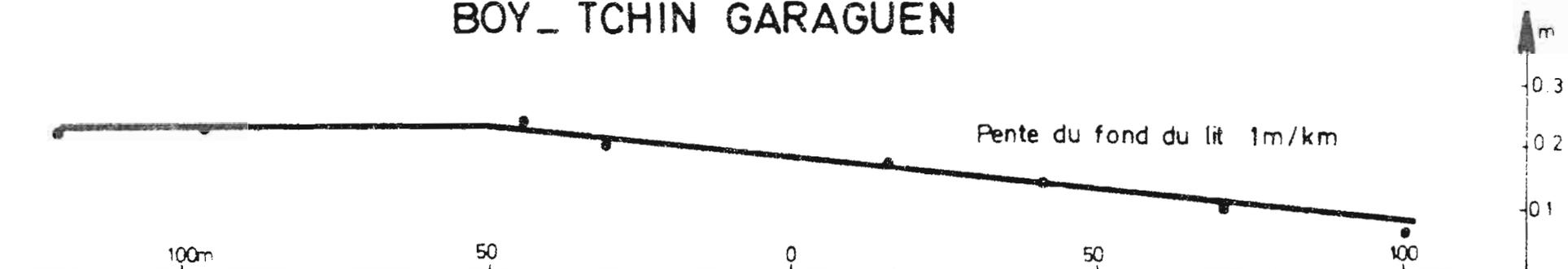


Fig: 10

BOUZAK DARBIDO

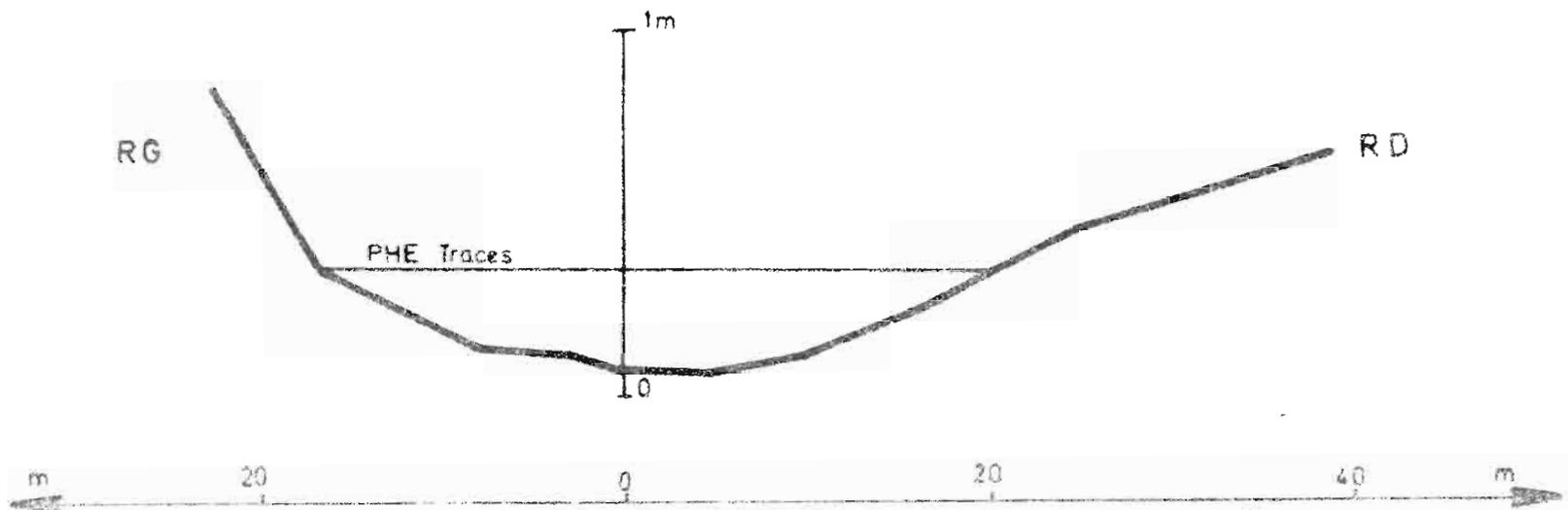
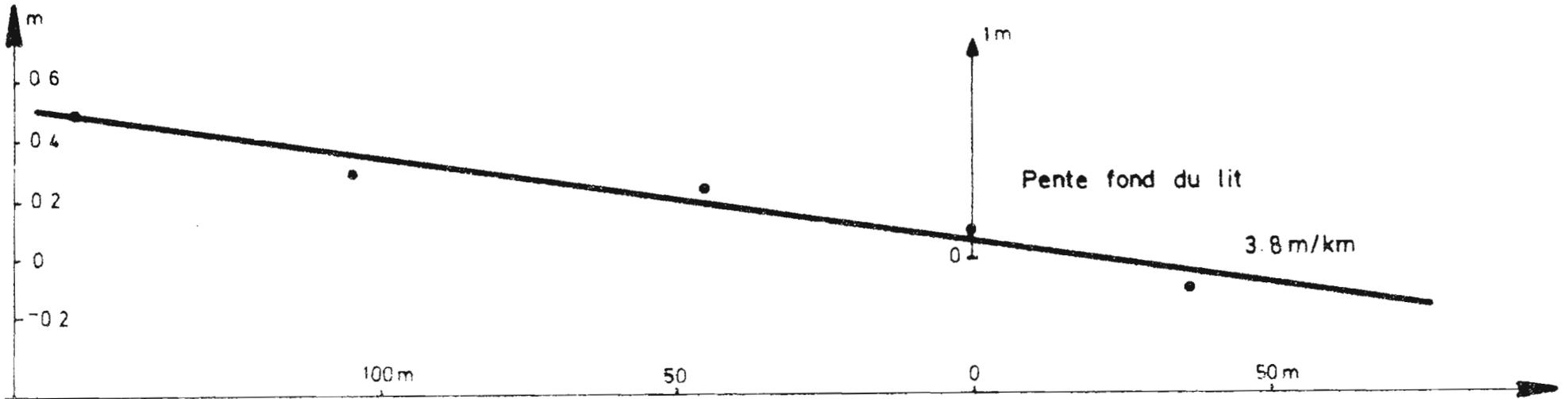


Fig: 17

BORNE 480

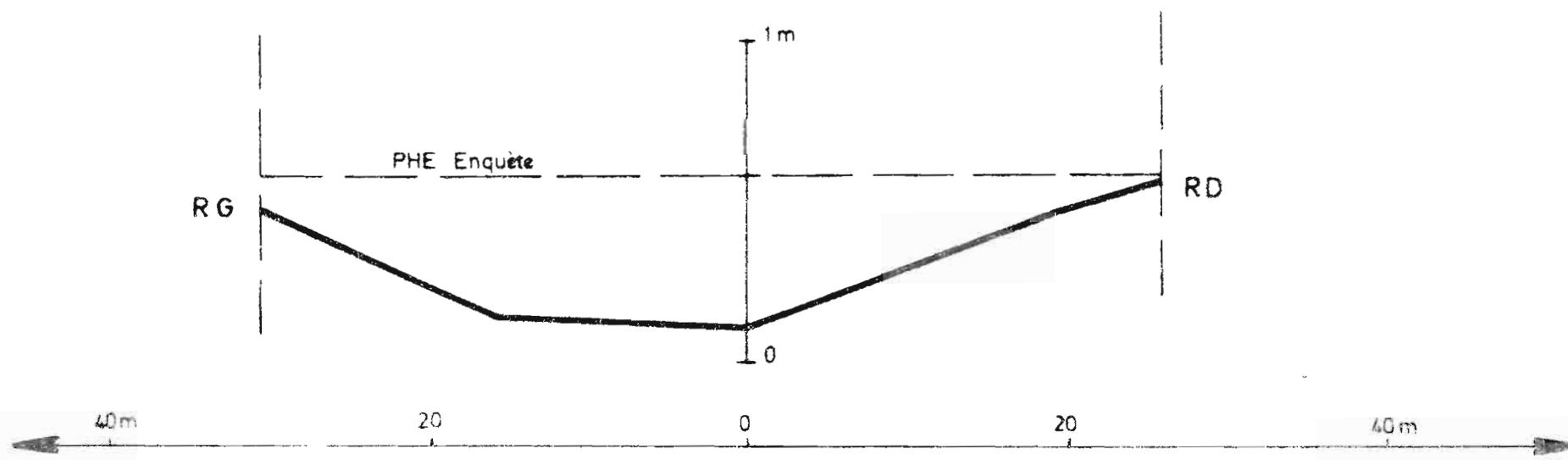
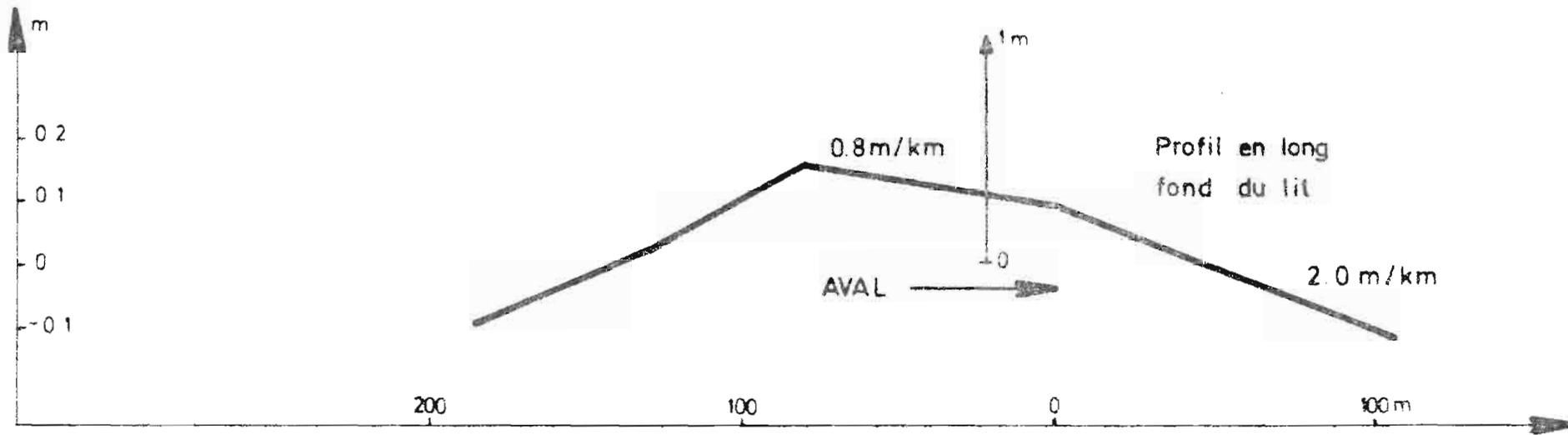


Fig. 12

ADERBISSINAT

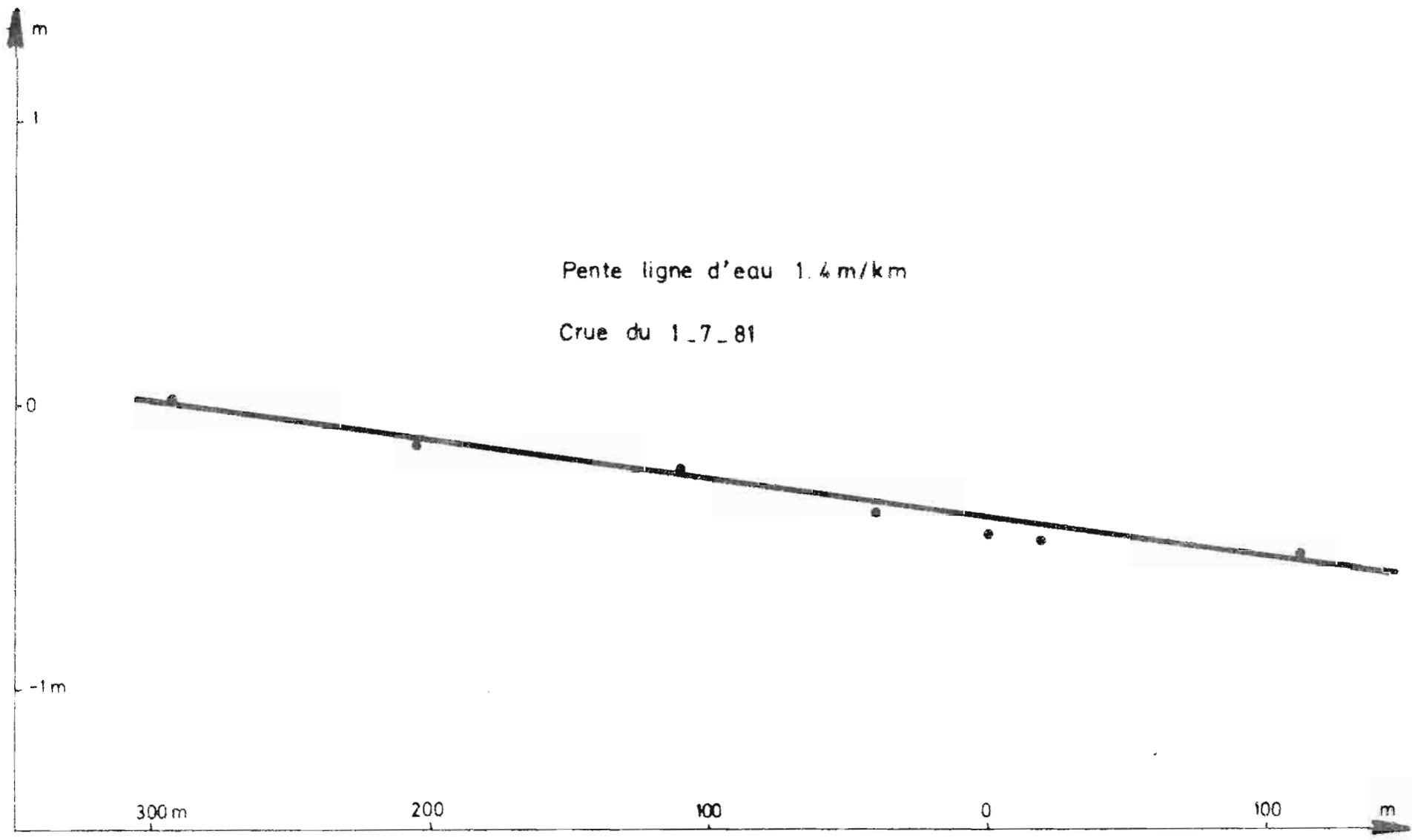


Fig. 13

ADERBISSINAT

PROFIL EN TRAVERS SUR LA DIGUE

7 / 9 / 1981

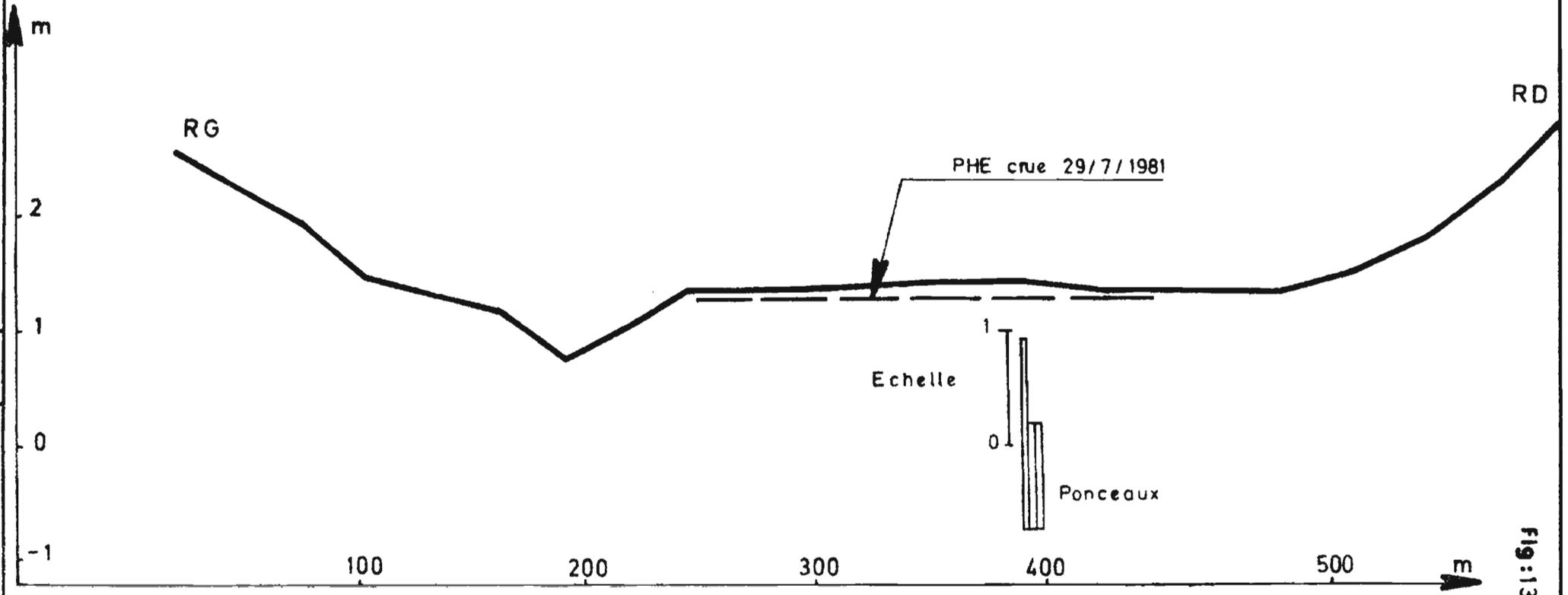
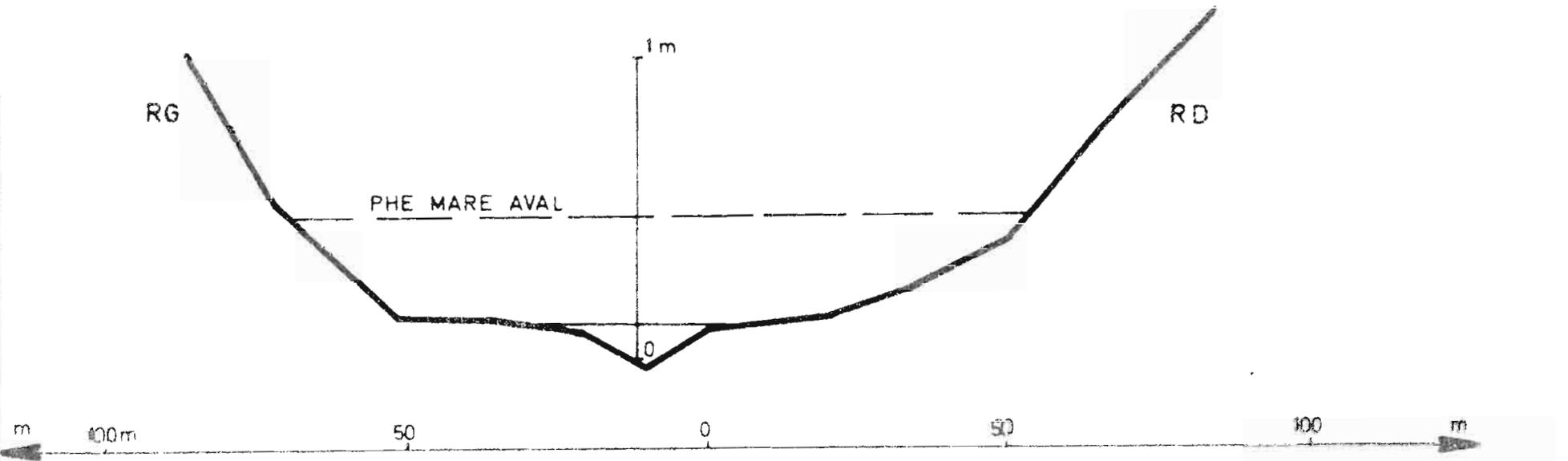
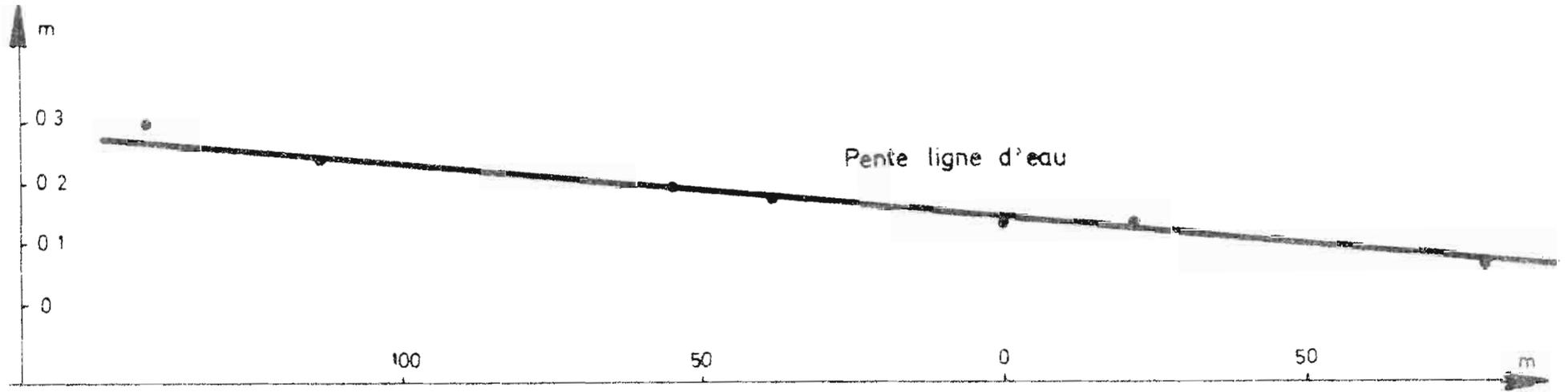


Fig: 13.1

IN ZORNAN



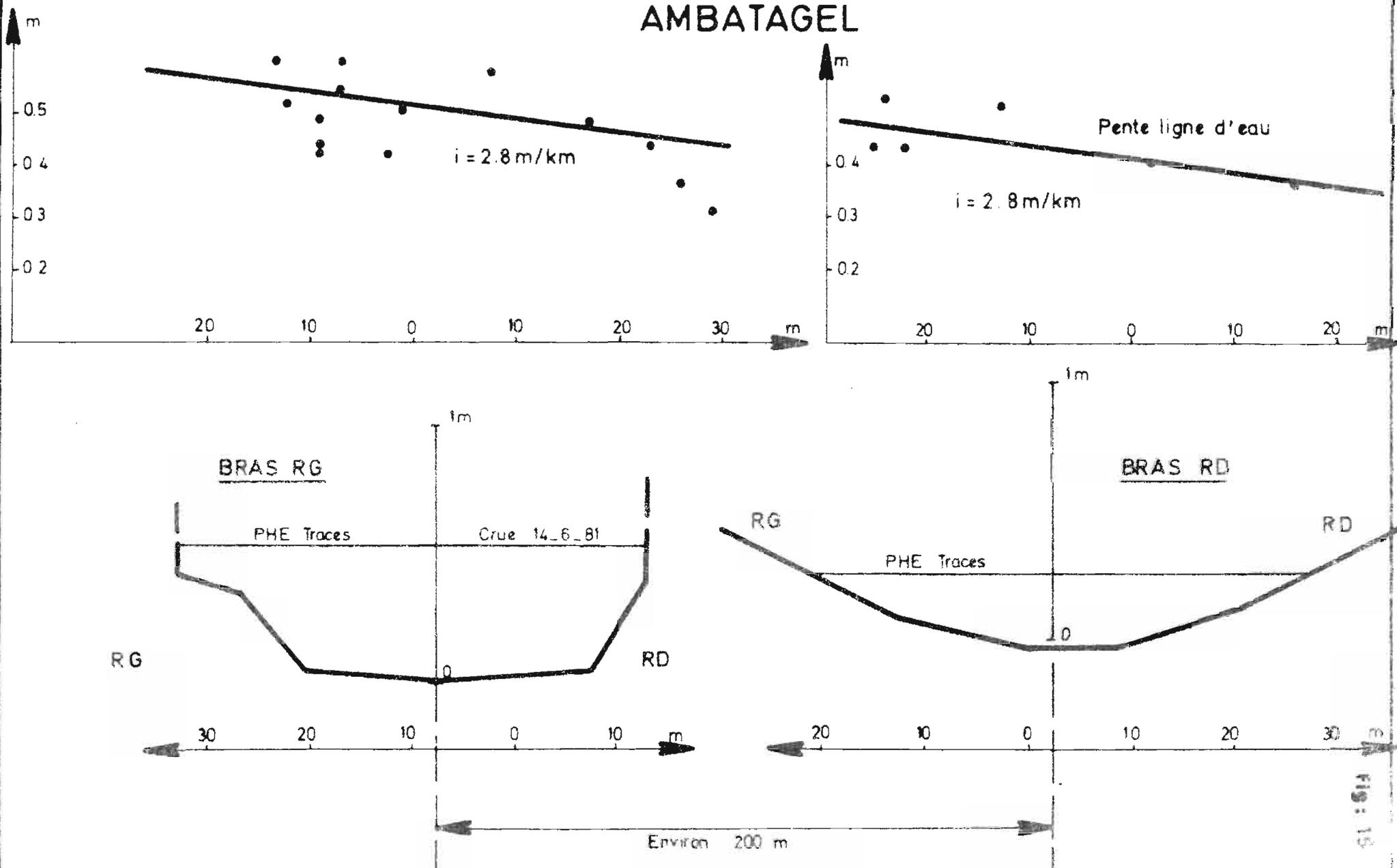
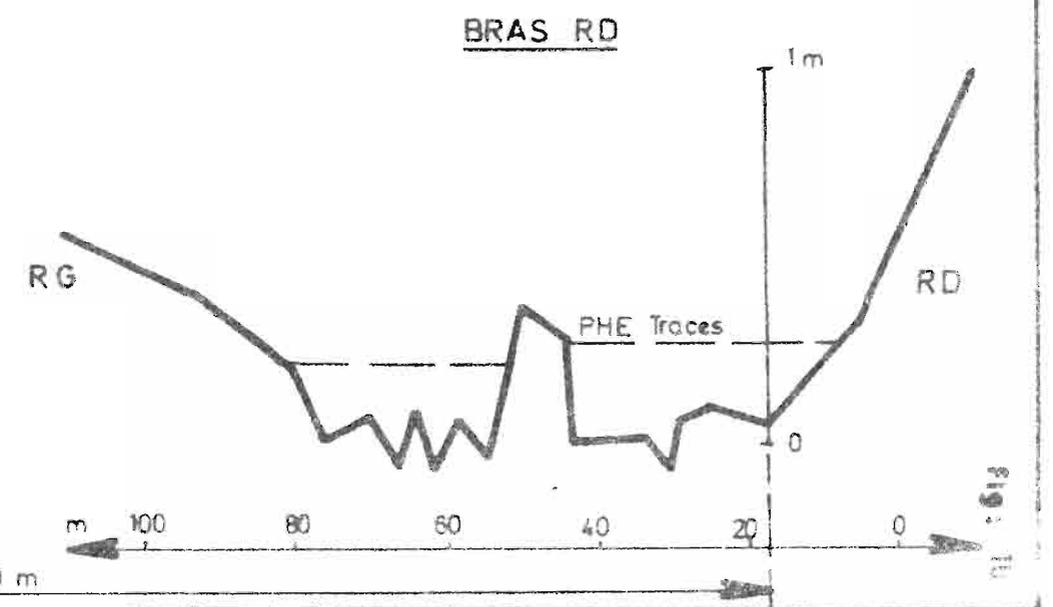
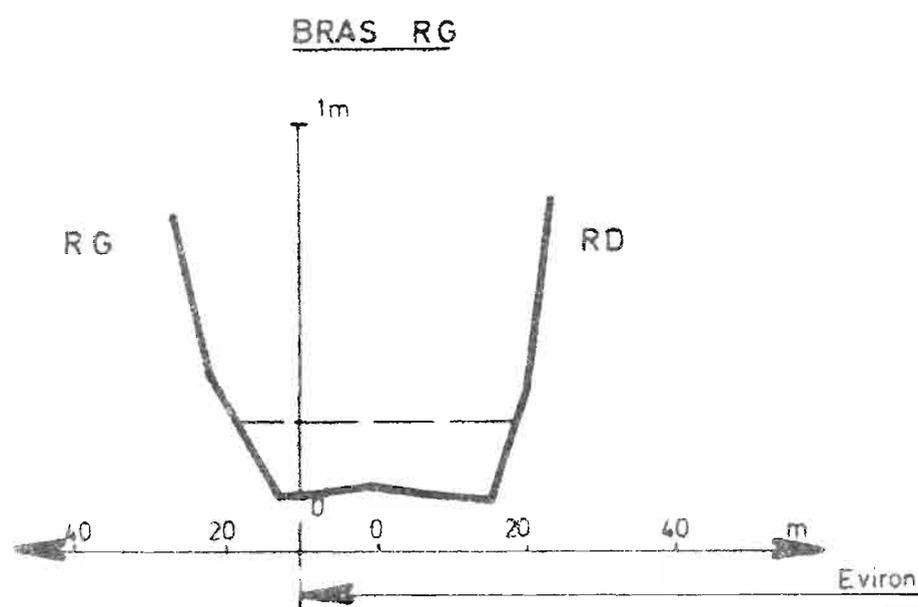
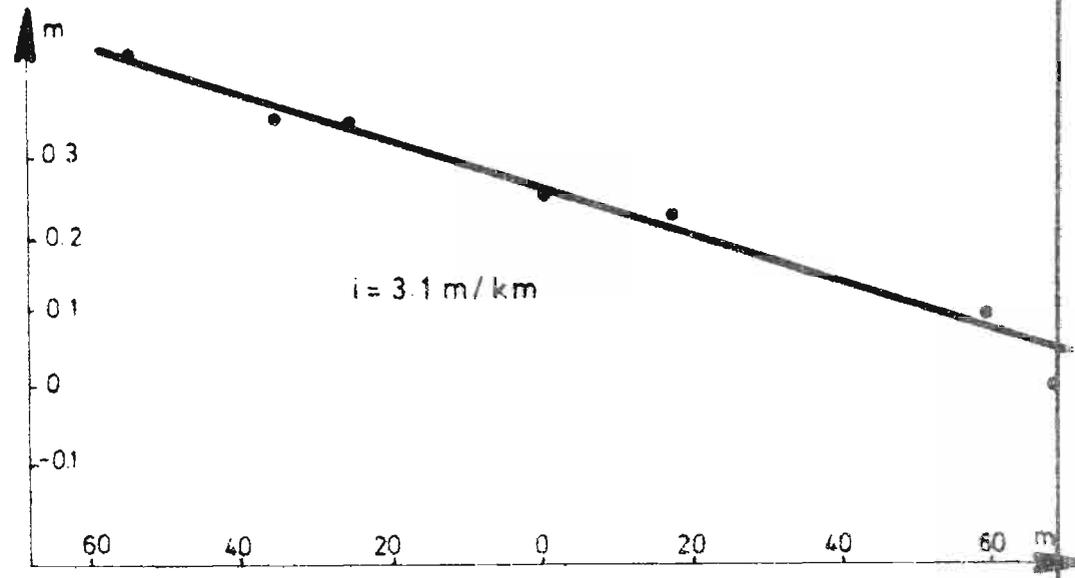
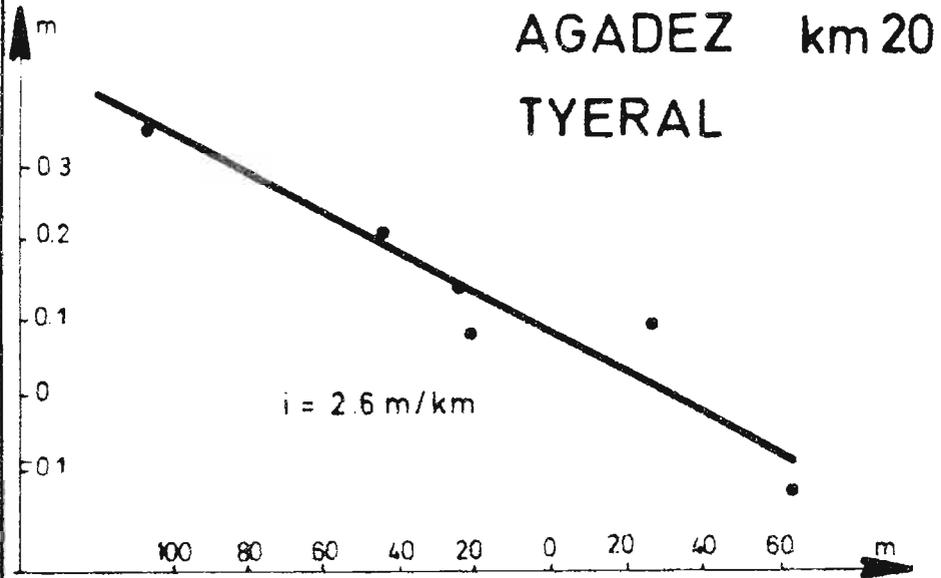


Fig. 15



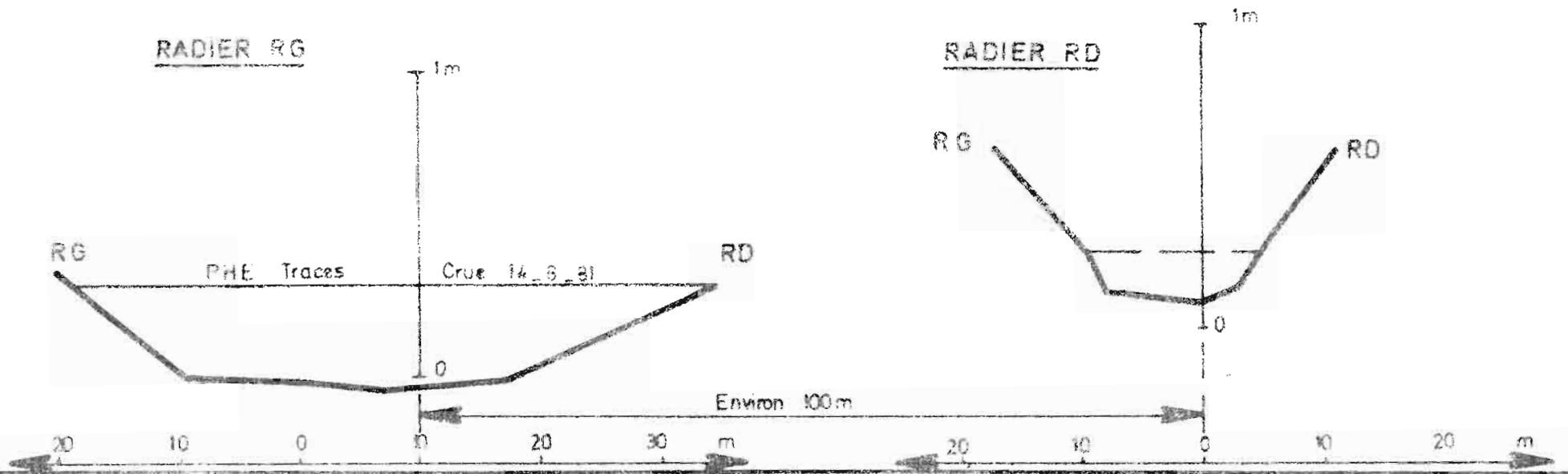
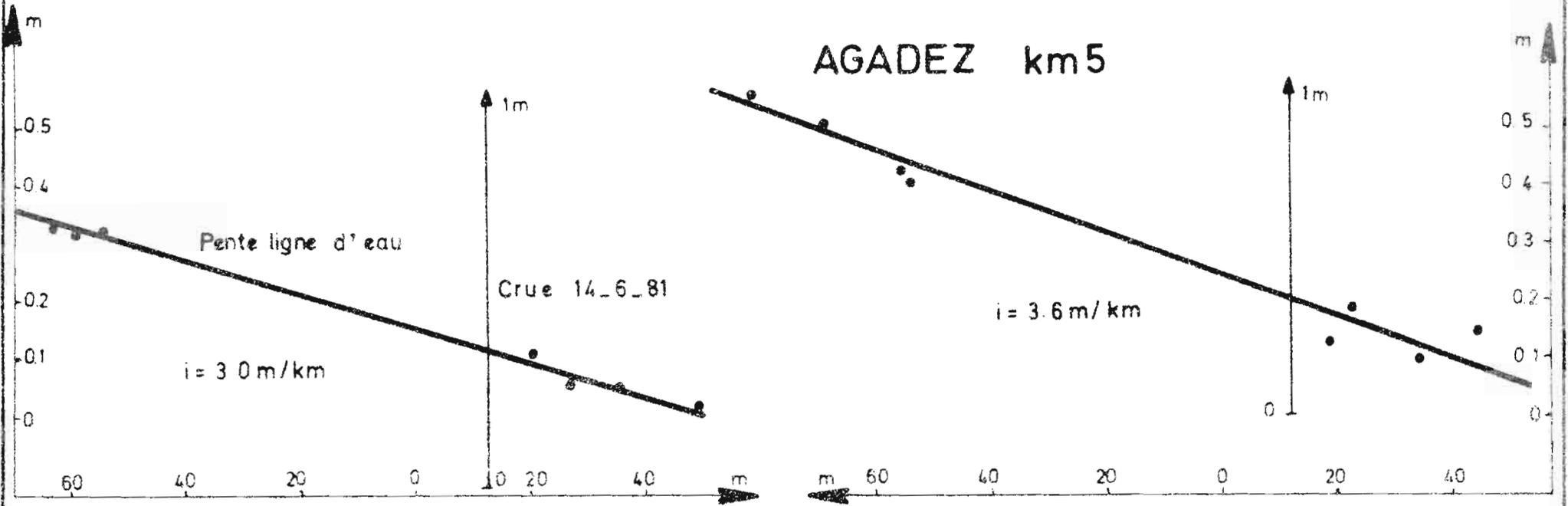


Fig: 17