

IFREMER



AMELIORATION DE LA MYTILICULTURE DANS LA BAIE DE L'AIGUILLON

RAPPORT GENERAL - TOME II A

MISE AU POINT DU MODELE MATHEMATIQUE

TEXTE

LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE DE FRANCE

MARS 1987

10 Rue Eugène Renault - 94 700 MAISONS - ALFORT

I F R E M E R

AMELIORATION DE LA MYTILICULTURE
DANS LA BAIE DE L'AIGUILLON

RAPPORT GENERAL

TOME II A

Mise au point du modèle mathématique

J.P. LECLERC

P. GALICHON

LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE DE FRANCE
10, rue Eugène Renault - 94704 Maisons-Alfort Cédex

DECEMBRE 1986

S O M M A I R E

	Pages
INTRODUCTION	1
Chapitre 1. COEFFICIENT DE STRICKLER D'UNE ZONE DE BOUCHOTS	2
Introduction	2
1.1 - Etablissement de la formule	2
1.2 - Influence des différents facteurs	
Analyse des résultats numériques	5
1.3 - Conclusion sur l'influence des différents facteurs ...	7
Chapitre 2. PRINCIPE ET CONSTRUCTION DU MODELE MATHEMATIQUE DE COURANTOLOGIE DE LA BAIE DE L'AIGUILLON	8
2.1 - Principe du modèle	8
2.2 - Construction du modèle	9
Chapitre 3. CALAGE ET PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS POUR LA CONFIGURATION ACTUELLE	14
3.1 - Calage de la marée	14
3.2 - Calage des vitesses	15
3.3 - Comparaison des trajectoires	18
3.4 - Conclusion du calage	20
Chapitre 4. OBSERVATIONS FAITES PENDANT LE REGLAGE DU MODELE	22
4.1 - Impact de l'ensemble des zones de bouchots sur les courants dans la baie	22
4.2 - Observations faites à l'intérieur de la zone de bouchots	22
4.3 - Conclusion	23

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

Dans un même secteur d'élevage de la baie de l'Aiguillon, vraisemblablement à cause de certaines inégalités de nutrition, un déséquilibre du développement des mollusques a été constaté depuis plusieurs années.

Soucieux d'apporter une solution à ce problème de première importance pour la région, et conscient de ce que cette solution doit passer par une recherche de l'amélioration de la circulation des eaux dans la zone des bouchots, IFREMER (Institut Français de la Mer) a confié au Laboratoire Central d'hydraulique de France (L.C.H.F.) une étude courantologique dans la baie de l'Aiguillon.

Cette étude comporte les trois phases suivantes :

- une campagne de mesures devant permettre de préciser les caractéristiques de la courantologie dans la zone des bouchots et à ses abords,
- la détermination expérimentale sur modèle physique des coefficients de pertes de charge de l'écoulement au travers des bouchots,
- l'étude proprement dite, sur modèle mathématique, permettant de rechercher les dispositions de bouchots les mieux irriguées.

La première phase a fait l'objet d'un rapport intitulé : "Rapport général - Tome I - Campagne de mesure sur le site".

La deuxième phase a fait l'objet d'un rapport intitulé : "Compte rendu des essais de détermination des pertes de charges" qui présente les résultats obtenus à partir du modèle physique.

La mise en équation des résultats en vue de leur intégration dans le modèle mathématique est présentée dans le premier chapitre du présent rapport (Rapport général - Tome II A).

Le principe et la construction du modèle mathématique de courantologie de la baie de l'Aiguillon sont exposés au chapitre 2, le calage et la présentation des résultats obtenus pour la configuration actuelle des bouchots faisant l'objet du chapitre 3.

En conclusion de ce rapport sont présentées quelques réflexions issues des observations faites pendant la mise au point du modèle.

Un troisième rapport (Tome II B) présentera les résultats obtenus à partir du modèle mathématique pour différentes configurations de bouchots.

Chapitre 1

COEFFICIENT DE STRICKLER D'UNE ZONE DE BOUCHOTS

INTRODUCTION

Le modèle mathématique utilisé, intégrant les pertes de charges par l'intermédiaire de coefficients de Strickler, il a été nécessaire de définir une formule donnant le coefficient de Strickler d'une zone de bouchots en fonction des caractéristiques de cette zone. Celle-ci a été établie sur la base des résultats du modèle physique présentés dans le précédent rapport*.

1.1 - Etablissement de la formule

Le Strickler général (K_t) associé à une zone de bouchots est la combinaison d'un strickler de fond (K_f) et d'un strickler des bouchots seuls (K_b) selon la formule suivante découlant de l'étude théorique des coefficients de Strickler.

$$K_t = \frac{K_f + K_b}{\sqrt{K_f^2 + K_b^2}} \quad (1)$$

Deux stricklers sont donc à évaluer : le strickler de fond K_f et le strickler des bouchots K_b .

1.11 - Evaluation du strickler de fond

Le tableau suivant permet d'avoir une première approche sur les valeurs de coefficients de Strickler en fonction de l'état de la surface du sol.

* Amélioration de la mytiliculture dans la baie de l'Aiguillon. Compte rendu des essais de détermination des pertes de charges - L.C.H.F. Août 1986.

Valeurs du K_S de la formule de Manning-Strickler
(d'après A. LENCASTRE)

$$U = K_S R^{2/3} i^{1/2}$$

Caractéristiques	K_S $m^{1/3} s^{-1}$	$n = 1/K_S$ $m^{-1/3} s$
<u>Parois très lisses :</u> revêtements en mortier de ciment et sable, très lisses ; planches rabotées ; tôle métallique sans soudures saillantes	100 à 90	0,010 0,0111
Mortier lisse	85	0,0119
<u>Parois lisses :</u> planches avec des joints mal soignés ; enduit ordinaire ; grès	80	0,0125
béton lisse ; canaux en béton avec des joints nombreux	75	0,0134
maçonnerie ordinaire ; "cement-gun" ; terre exceptionnellement régulière	70	0,0142
<u>Parois rugueuses :</u> terre irrégulière ; béton rugueux ou vieux ; maçonnerie vieille ou mal soignée	60	0,0167
<u>Parois très rugueuses :</u> terre très irrégulière avec des herbes ; rivières régulières en lit rocheux	50	0,0200
terre en mauvais état ; rivière en lit de cailloux	40	0,0250
terre complètement à l'abandon ; torrents transportant de gros blocs	20 à 15	0,0500 0,0667

Dans le cas de fond de vase l'expérience montre que le coefficient de Strickler peut varier de 50 à 90. Cette variation paraissant surtout due, non pas à la nature de la surface (type de vase) mais à la présence de rides, de chenaux, de plantes...

Le calage du modèle mathématique principalement à partir de la propagation de la marée permettra l'évaluation des coefficients de Strickler de fond dans la baie de l'Aiguillon.

1.12 - Evaluation du Strickler des bouchots

Afin d'être aisément utilisable la formule permettant d'approcher la valeur du coefficient de Strickler est exprimée en fonction des paramètres de disposition suivants :

$$K_b = K_0 f (A, B, C, D, E) \quad (1)$$

- A : coefficient dépendant de la disposition simple ou double des rangées de bouchots
- B : espacement entre 2 bouchots sur une même ligne
- C : distance entre 2 lignes (dans le cas de ligne double : distance entre les entre-axes des lignes doubles)
- D : orientation des bouchots par rapport au courant
- E : pourcentage de pieux non garnis
- K_0 : coefficient de Strickler de référence

La comparaison des dispositions en nature des bouchots et des essais en modèle réduit fait apparaître que le Strickler de référence le plus proche et le plus fiable des conditions nature est celui déterminé par l'essai n° 7 (ligne double, pieux garnis, maille de 1 m x 1 m et orientation de 60°) pour lequel $K_b = 25,1$

Compte tenu des lois mises en évidence avec le modèle physique* K s'exprime de la manière suivante :

$$K_b = 25,1 \times A \times B \times \frac{C}{4,47} \times \frac{(\cos D)^{-0,1}}{1,07} \times (0,36 E + 1)$$

soit $K_b = 5,24 \times A \times \sqrt{B \times C} \times (\cos D)^{-0,1} \times (0,36 E + 1)$ (2)

avec :

A = 1,3 pour une ligne simple et

A = 1 pour une ligne double

$(\cos D)^{-0,1}$ est la loi approchée de l'influence de l'angle d'après les expériences en modèle réduit

$(0,36 E + 1)$ la valeur du strickler a été supposée (faute d'expérience) linéaire entre les valeurs obtenues pour tous les bouchots garnis (E = 0) et tous les bouchots non garnis (E = 1)

* Compte rendu des essais de détermination des pertes de charges - L.C.H.F.
Août 1986

L'introduction de la formule (2) dans la formule (1) permet donc de définir un Strickler total pour une répartition de bouchots donnée sur un fond donné.

1.2 - Influence des différents facteurs - Analyse des résultats numériques

Les tableaux situés en annexe 1 donnent les résultats obtenus lorsque les différents paramètres prennent les valeurs suivantes :

A = 1,3 (simple) ou 1 (double)

B = 0,7 m ; 1 m ; 1,3 m

C = 20 m ; 25 m ; 30 m

D = 30° ; 60° ; 75°

E = 0,25 ; 0,50 ; 0,75

K_f = 40 ; 50 ; 60 ; 70 ; 80

Ce choix de valeurs a été retenu car il correspond aux valeurs les plus probables mais il peut être étendu.

Afin de mieux visualiser l'influence des différents facteurs un ensemble de courbes (Figures 1.1 à 1.6) a été tracé montrant les variations du coefficient de Strickler total en fonction de chacun des paramètres suivants :

Figure 1.1 : Strickler de fond

- " 1.2 : densité de bouchots
- " 1.3 : distance entre pieux
- " 1.4 : distance entre rangées
- " 1.5 : l'angle du courant par rapport à l'axe des bouchots
- " 1.6 : pourcentage de bouchots garnis

1.21 - Influence du Strickler de fond

Les deux courbes extrêmes tracées sur la figure 1.1 correspondent pour la courbe supérieure (Strickler bouchots égal à 57,8) à une faible densité de bouchots environ 250 bouchots par hectare (rangées simples, pieux distants de 1,3 m, rangées distantes de 30 m avec 75 % de bouchots non garnis et un angle de 75°) et pour la courbe inférieure (Strickler bouchots égal à 21,6) à une forte densité de bouchots environ 1 400 par hectare (rangée double, pieux distants de 0,7 m, rangées distantes de 20 m avec 25 % de bouchots non garnis et un angle de 30°).

Il apparaît nettement que plus le strickler des bouchots diminue plus l'influence du strickler de fond diminue, cette dernière devenant très faible lorsque l'on a des stricklers de bouchots de l'ordre de 20.

Ainsi par exemple pour un strickler de bouchots de 21,6 le passage du strickler de fond de 40 à 80 induit une variation du strickler général de 19 à 21 seulement. On n'attachera donc pas trop d'importance à la valeur du strickler de fond lorsque le strickler de bouchots est faible.

1.22 - Influence de la densité de bouchots et de la disposition des rangées (simples ou doubles)

Remarque préliminaire : la loi établie n'est valable que dans le domaine représenté (250 à 1 500 bouchots par hectare) et n'est pas extrapolable aux conditions limites.

La figure 1.2 met en évidence les variations des stricklers en fonction de la densité. Deux couples de deux courbes ont été tracés, l'un correspond aux rangées simples (faibles valeurs de densité), l'autre aux rangées doubles (fortes valeurs de densité). Pour chacun des couples deux obliquités du courant ont été retenues : 30° (courbe inférieure) et 75° (courbe supérieure) ; dans tous les cas 50 % des bouchots ont été considérés comme garnis et le strickler de fond égal à 60 (valeur de calage obtenue sur le modèle mathématique).

Ce graphique montre que :

- la diminution du strickler (représentée par la tangente à la courbe) décroît quand la densité augmente (-7,5 lorsque la densité passe de 250 à 500 bouchots par hectare et -1,5 lorsque la densité passe de 1 250 à 1 500 bouchots par hectare),
- la zone de densité commune aux deux dispositions fait apparaître l'intérêt qu'il y a à avoir une disposition en ligne double puisque pour un même nombre de bouchots le strickler augmente sa valeur d'environ +2.

1.23 - Influence de la distance entre pieux

Pour un Strickler de fond égal à 60, trois distances ont été étudiées : 0,7 m, 1 m et 1,3 m. L'ensemble des courbes tracées sur la figure 1.3, correspondant à des dispositions différentes, montre que, quelles que soient ces dernières, l'influence reste sensiblement la même. Le passage d'un espacement de 0,7 à 1,3 m augmente le Strickler de +6 environ.

1.24 - Influence de la distance entre rangées

Pour un strickler de fond égal à 60, trois distances ont été étudiées : 20, 25 et 30 m correspondant à des distances usuelles. Deux courbes ont été tracées **figure 1.4**, elles représentent les limites des configurations étudiées. L'allure des courbes est la même que dans le cas précédent : on constate que le passage de 20 à 30 m d'espacement entre les rangées augmente le strickler dans l'ensemble des cas d'environ +4.

1.25 - Influence de l'angle

Pour un strickler de fond égal à 60 trois angles courant-axe des bouchots ont été étudiés : 30°, 60° et 75° sachant que la valeur à 0° est quasiment égale à celle obtenue pour 30°.

Deux courbes correspondant aux cas extrêmes des dispositions étudiées ont été tracées. On constate que jusqu'à environ 50°, l'influence de l'angle est à peine sensible. Au-delà de cette valeur l'influence commence à se faire sentir. Notons cependant qu'une augmentation de l'angle de 60 à 75° n'augmente le strickler général que d'environ +1. Aussi si l'on veut obtenir une amélioration radicale il faut que l'angle soit supérieur à 75° (rappelons cependant que la loi de variation a été établie à partir des mesures faites à 0°, 30° et 60° et que par conséquent son interpolation aux grandes valeurs nécessiterait d'être vérifiée).

1.26 - Influence du pourcentage de bouchots non garnis

En l'absence d'essais en laboratoire sur l'influence du pourcentage de bouchots non garnis il a été établi une loi linéaire entre les valeurs extrêmes 0 % et 100 % étudiées en laboratoire.

Comme dans les cas précédents les deux courbes correspondant aux cas extrêmes étudiés ont été tracées (**Figure 1.6**).

On note que quelle que soit la disposition, le fait de passer de 25 % à 75 % les bouchots non garnis augmentent les stricklers d'environ +3 à +3,5, l'influence étant légèrement plus sensible pour les fortes valeurs de strickler.

1.3 - Conclusion sur l'influence des différents facteurs

L'ensemble des courbes tracées (**Figures 1.3 à 1.5**) montre que chacun des facteurs de disposition (distance entre pieux ; distance entre rangées ; angle) pris individuellement n'exerce qu'une faible influence mais que la combinaison de ces facteurs peut apporter une modification du strickler qui devient notable.

Chapitre 2

PRINCIPE ET CONSTRUCTION DU MODELE MATHEMATIQUE

DE COURANTOLOGIE DE LA BAIE DE L'AIGUILLON

La simulation numérique des courants générés par les marées dans la Baie de l'Aiguillon a été obtenue à l'aide du système de modélisation bidimensionnel CYTHÈRE ES1.

Le présent chapitre expose d'une part son principe général et d'autre part la construction dans le cas de l'étude de la zone des bouchots de la Baie de l'Aiguillon.

2.1 - Principe du modèle

CYTHÈRE ES1 est un code bidimensionnel qui calcule aux noeuds d'un maillage défini par l'utilisateur la cote de surface libre et le courant moyen sur la verticale (vitesse et direction).

Le calcul prend en compte la bathymétrie, les caractéristiques hydrauliques du fond (rugosité), la géométrie des berges ; la force de Coriolis, le vent (s'il y a lieu) et des conditions hydrauliques précises aux limites ouvertes du domaine modélisé.

Pour ce faire CYTHÈRE ES1 résout les équations de Barré de Saint Venant à 2 dimensions horizontales en prenant en compte les termes convectifs et des termes de diffusion horizontale de quantité de mouvement.

Le schéma de résolution est un schéma aux différences finies, construit sur une méthode à pas fractionnaires qui minimise la diffusion numérique. Un calcul itératif à chaque pas de temps permet de contrôler la précision de calcul et de s'affranchir de l'influence des directions privilégiées du maillage.

Les principes de l'algorithme ne feront pas l'objet ici d'une description détaillée, ils ont été exposés dans une publication*. Notons cependant que pour les petits fonds ($\leq 0,20$ m) une procédure de calcul a récemment été mise au point.

* BENQUE J.P., CUNGE J.A., FEUILLET J., HAUGUEL A., HOLLY F.M. "New method for tidal current computation" journal of the waterway, Port, Coastal and Ocean division. ASCE Vol. 108 WW3, August 1982

2.2 - Construction du modèle

La construction du modèle CYTHERE a comporté essentiellement trois phases :

1. Définition du maillage et des limites
2. Définition de la bathymétrie
3. Définition des zones de coefficients de strickler différents

2.21 - Définition du maillage et des limites

Le modèle CYTHERE calcule aux noeuds d'un maillage rectangulaire qui dans le cas de la Baie de l'Aiguillon a été défini de manière à avoir une densité de points importante dans les zones des bouchots (Cf. Figure 2.1).

Le maillage recouvre l'ensemble de la baie afin que les éventuels effets dus aux conditions limites n'affectent pas la zone d'étude.

Une zone de 11 250 m sur 16 500 m est modélisée. Alors que les mailles les plus importantes situées aux limites externes du modèle font 500 x 1 000 m, la zone des bouchots est représentée par 510 mailles carrées de 150 m de côté.

Les "murs" du modèle sont constitués par les mailles à travers lesquelles passe le trait de côte sauf pour la partie amont de la Sèvre Niortaise qui a été schématisée en respectant ses capacités de stockage.

Les limites côté "mer" ont été établies de sorte que l'on ait une bonne propagation de la marée entre le lieu de sa génération (limite du modèle) et le lieu d'étude (zone des bouchots). La marée est introduite sur les faces Sud Ouest et Ouest du modèle, rien ne pénètre par la face Nord Ouest.

2.22 - Définition de la bathymétrie

La bathymétrie des fonds introduite sur le modèle a été définie à partir de la carte marine n° 6521 au 1/47 460.

De la Pointe du Grouin du Cou à La Rochelle pour la partie marine :

- des cartes IGN au 1/25 000 n° 1328 Est Saint Michel en l'Herm et n° 1329 Est La Rochelle,
- du levé bathymétrique au 1/10 000 effectué en décembre 1984 par le L.C.H.F. (voir rapport général, Tome I) pour la zone de bouchots étudiée.

Les zones découvrantes de la partie Nord de la baie ont été schématisées sur le modèle de façon à conserver une bonne représentation du volume entrant et sortant de la baie lors de chaque marée.

2.23 - Définition des zones de coefficients de Strickler différents

Dans un premier temps une douzaine de zones avait été retenue. A la suite du tarage certaines zones ont été regroupées pour n'en former plus qu'une. Ainsi, dans la configuration finale le découpage se fait comme suit (Cf. Figure 2.1) :

- 1 zone générale ; elle couvre le Sud de la baie et son extérieur ;
- 2 chenal de la Sèvre Niortaise et zone Nord de la baie ;
- 3 zone de bouchots de la Pointe de l'Aiguillon ;
- 4 zone rocheuse de la Pointe du Plomb ;
- 5 les six zones de bouchots de la baie de l'Aiguillon.

2.231 - Calcul des coefficients de Strickler des zones de bouchots de la baie de l'Aiguillon

Les coefficients de Strickler des différentes zones de bouchots ont été définis de la manière suivante :

calculs des coefficients de Strickler des bouchots seuls à l'aide de l'équation exposée précédemment, puis calcul du Strickler général (fond + bouchots), le Strickler de fond de la zone de bouchots étant considéré égal à celui de la zone Sud de la baie de l'Aiguillon, et enfin ajustement des coefficients par le calage du modèle dont le détail va être présenté dans le chapitre suivant.

Les calculs présentés ici ne tiennent pas compte du coefficient de Strickler de fond qui a été ajusté lors du calage du modèle. Ils ne concernent que les coefficients de Strickler dus aux bouchots seuls.

Le tableau suivant présente les caractéristiques de chacune des zones (définies d'après les photos aériennes et les différentes indications recueillies).

n° de la zone (cf. plan du modèle)	angle axe du courant-bouchot	disposition simple ou double	diamètre pieu	écartement entre rangées	largeur des couloirs	longueur des lignes	espacement entre 2 pieux
1	60	d	0,40	20	30	60	0,86
2	70	d	0,40	22	30	55	0,86
3	40	s	0,30	25	25	50	0,63
4	55	s	0,30	25	25	50	0,63
5	45	s	0,20	25	20	100	1,2
6	50	s	0,20	25	20	100	1,2

L'application de la formule établie précédemment donne pour chacune des zones les valeurs suivantes :

zone	1	2	3	4	5	6
Strickler	20,3	22,1	33,3	34,3	52	52

Cependant pour tenir des longueurs de lignes et de largeurs de couloirs entre les réseaux de lignes il a été effectué une correction se basant sur la variation de la racine carrée de la densité qui aboutit aux valeurs, légèrement modifiées, suivantes :

zone	1	2	3	4	5	6
Strickler	23,2	28,3	38,7	39,7	52	52

Le modèle mathématique calculant suivant les deux axes orthogonaux du maillage, l'influence de l'orientation des bouchots a été intégrée dans le rapport des coefficients de Strickler (K_x et K_y) affectés à chacun des axes (o_x et o_y).

Ainsi, pour chacune des zones de bouchots on a calculé le rapport K_x sur K_y .

zone	1	2	3	4	5	6
K_{bx}/K_{by}	0,99	1,06	0,88	0,96	0,86	0,91

Le calage ayant amené à choisir un strickler de fond de la zone Sud égal à 60 il a été finalement retenu les valeurs suivantes :

zone	1	2	3	4	5	6
K_{tx}	21	27	29	32	38	37
K_{ty}	22	26	32	33	39	39

2.232 - Coefficient de Strickler retenu pour les autres zones

Le coefficient de Strickler retenu pour la zone extérieure et le Sud de la baie a été pris égal à 60. Pour la zone Nord et le nord de la baie une valeur de 70 a été retenue pour respecter les temps de vidange (Cf. Chapitre 3 - Calage du modèle). Pour la zone de rochers se situant au niveau de l'estran de la Pointe du Plomb présentant une rugosité très forte il a été retenu une valeur de 20.

Enfin pour la zone de bouchots se situant le long de la Pointe de l'Aiguillon qui semble avoir une densité assez faible d'après les documents disponibles, un strickler total de 40 a été retenu.

Chapitre 3

CALAGE ET PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS

POUR LA CONFIGURATION ACTUELLE

Le modèle de courantologie de la Baie de l'Aiguillon et plus particulièrement de la zone de bouchots de la Baie de l'Aiguillon a été mis au point en utilisant deux types de marées, une de vives-eaux et l'autre de mortes-eaux. Les résultats obtenus dans chacun des cas ont été comparés aux observations faites lors des différentes missions en nature et plus particulièrement celle de décembre 1984 (Tome I du rapport général).

Les principaux éléments de calage utilisés ont été la propagation de la marée entre la Pointe de l'Aiguillon et le pavé de Charron d'une part et d'autre part les différentes mesures de courants faites lors de la dernière mission.

Les éléments du modèle sur lesquels on est intervenu pour améliorer la qualité du calage du modèle ont été :

- la bathymétrie dans les zones où elle était incertaine (chenal et zone Nord de la baie),
- les différents coefficients de Strickler.

Les résultats présentés sont ceux obtenus avec les coefficients de Strickler définis dans le chapitre précédent.

3.1 - Calage de la marée

3.11 - Marée de vives-eaux

La marée de vives-eaux introduite était calée sur la marée de coefficient 103 enregistrée lors de la campagne de décembre 1984 à la Pointe de l'Aiguillon (Figure 3 - Tome I).

La figure 3.1 montre la concordance entre la marée nature et la marée introduite.

Les observations faites sur les déformations de la marée au pavé de Charron indiquent un gonflement de la marée de l'ordre d'une vingtaine de centimètres, un décalage dans le temps d'environ 20 à 30 mn et l'apparition d'une "bosse" environ 2 heures avant la pleine mer (Cf. Figure 4 - Tome I). Comme l'indique la **figure 3.1** l'ensemble de ces trois phénomènes ont été obtenus après calage.

3.12 - Marée de mortes-eaux

La marée de mortes-eaux introduite était calée sur une marée de coefficient 38 enregistrée à la Pointe de l'Aiguillon. Cependant pour tenir compte du caractère exceptionnellement très marqué de la double "bosse" de PM reproduite en **figure 3** du Tome I par rapport à l'ensemble des courbes de coefficients identiques (38) ou peu différents (39) reproduites en annexe E du Tome I (courbes du 30.11.84 au 01.12.84), la courbe introduite présente des inflexions moins marquées (**Figure 3.2**).

La marée obtenue par le modèle au pavé de Charron présente une amplitude supérieure de l'ordre de 10 cm à celle de la Pointe de l'Aiguillon et un déphasage d'environ 10 mn à un quart d'heure.

Ces deux phénomènes ont été notés lors des observations sur le terrain.

3.2 - Calage des vitesses

Le calage des vitesses a été effectué sur la base des résultats suivants :

- modules et directions des vitesses aux points 1, 2, A et D ;
- tracés des champs de courants toutes les 2 heures et ce en vives-eaux et mortes-eaux.

Pour affiner la validité du modèle des comparaisons ont été faites avec les données recueillies par marées moyennes.

3.21 - Modules et directions des vitesses aux points fixes

3.211 - Mesures hors des bouchots

Les mesures ont été effectuées aux postes A, B, 1 et 2, les postes A et B étant à la limite du modèle mathématique et les postes 1 et 2 au Nord et proches de la zone des bouchots.

- Mesures de flot en vives-eaux

Par coefficients voisins de 100 il avait été noté des vitesses maximales de 0,77 m/s et 0,65 m/s aux postes 1 et 2 qui se situent près des bouchots. Le modèle mathématique donne les mêmes vitesses maximales (Cf. Figure 3.3).

Par contre pour le point A le modèle donne une vitesse maximale de l'ordre de 0,63 m/s, or il a été enregistré une vitesse maximale de 0,52 m/s par coefficient 96. Cet écart peut s'expliquer par les effets de bord du modèle, le point A se situant seulement à la deuxième rangée de calcul du modèle mathématique.

Il n'a pas été attaché une trop grande importance au décalage dans le temps des vitesses maximales car comme l'ont montré des études faites sur 600 courbes de marées enregistrées à la Pointe de l'Aiguillon* ce décalage évolue fortement selon les phases des marées dans lesquelles on se trouve, phénomène non intégré par le modèle mathématique.

Ce décalage dans le temps des vitesses maximales explique l'apparent manque de concordance pour les vitesses relevées peu avant la pleine mer qui paraissent un peu faibles sur le modèle mathématique. Notons que pour le point 1 qui se situe le plus près des bouchots les courbes modèle et nature présentent les mêmes types de variations avec apparition d'un léger palier avant la PM.

- Mesure de jusant en vives-eaux

Les vitesses maximales de jusant sont inférieures à celles de flot sur le modèle comme en nature, leurs valeurs absolues sont plus fortes sur le modèle qu'en nature. Cependant, au point 1 se situant le plus proche de la zone d'étude on a une courbe de marée pour le même coefficient que celui utilisé sur le modèle mathématique et l'optimisation en jusant a été faite sur ce point pour lequel l'écart entre les deux valeurs nature et modèle est de l'ordre de 15 % ce qui demeure acceptable étant donné les variations de vitesses enregistrées d'un instant à l'autre en nature.

La comparaison des directions montre que dans certains cas (après 14 heures et 16 heures de calcul) les directions sont légèrement trop Sud d'une dizaine de degrés. Alors que le résultat est bon pour 18 heures cela est vraisemblablement dû à l'influence du couloir entre les deux zones de bouchots dans l'axe duquel se trouve le point 1. Ce couloir du fait de la taille des mailles et de l'orientation du maillage n'ayant pu être modélisé parfaitement.

* Hydrodynamique des flèches littorales sableuses : Cas de la Pointe d'Arcay - P. GALICHON - 1984

- Mesures de flot en mortes-eaux

Etant donné les mesures en nature disponibles, les points A et 2 ont été retenus pour caler le modèle. La figure 3.4 montrant les comparaisons des vitesses entre les résultats du modèle et les relevés nature indique la bonne concordance obtenue. Seul un léger écart de 0,08 m/s apparaît au point 2, la courbe nature présentant un pic particulier.

La comparaison des directions obtenues en nature avec celles obtenues sur modèle pour les 6ème, 8ème, 10ème et 12ème heures de calcul indique une bonne corrélation entre les deux (pour 8 et 10 heures, seules les directions en nature sont connues).

- Mesures de jusant en mortes-eaux

Les données disponibles en nature n'existent qu'au point A, la figure 3.4 montre la bonne concordance des vitesses entre le modèle et la nature.

3.212 - Mesures dans les bouchots

Les mesures disponibles dans les bouchots ont toutes été relevées par des coefficients moyens. Ainsi, l'aspect qualitatif des phénomènes avec le respect des ordres de grandeur ont permis de vérifier la validité du modèle.

Il avait été constaté en nature que la vitesse maximale de flot était de 0,25 m/s au poste 3, 0,20 m/s au poste C et 0,15 m/s au poste 4, le courant portant entre 40 et 60° et au jusant les vitesses sont du même ordre de grandeur (0,20 m/s) aux postes 3 et 4 et le courant porte au 240-260°. Le tableau suivant donnant les valeurs trouvées pour chacun des points 3, 4 et C en vives-eaux et mortes-eaux comparées à celles relevées en nature, montre la cohérence des résultats obtenus par le modèle mathématique.

		point 3	point C	point 4
flot VE (modèle)	vitesse (m/s)	0,5	0,30	0,25
	direction	58°	65°	65°
flot MM (nature)	vitesse (m/s)	0,25	0,20	0,15
	direction	40-60	40-60	40-60
flot ME (modèle)	vitesse (m/s)	0,22	0,15	0,12
	direction	50°	52°	50°
jusant VE (modèle)	vitesse (m/s)	0,4	0,35	0,3
	direction	250	250	240
jusant MM (nature)	vitesse (m/s)	0,20	-	0,20
	direction	240-260	-	240-260
jusant ME (modèle)	vitesse (m/s)	0,15	0,15	0,12
	direction	240	245	250

Pour les points D et E seules des mesures nature de flot par marées moyennes sont disponibles 0,40 m/s au poste D et 0,25 m/s au poste E avec une direction d'environ 80°, avec des variations assez importantes tant en vitesses que direction pour le poste E. Le modèle mathématique donne en mortes-eaux 0,25 m/s au poste D et 0,15 m/s au poste E avec une direction d'environ 60° et en vives-eaux 0,55 m/s au poste D, 0,4 m/s au poste E avec une direction d'environ 60° virant à 80°. Là aussi la concordance entre le modèle et la nature est satisfaisante.

La concordance entre les vitesses et directions étant vérifiée, les trajectoires de flot et de jusant enregistrées en nature ont été comparées.

3.3 - Comparaison des trajectoires

Pour comparer les trajectoires nature et les résultats obtenus par le modèle mathématique il a été reporté sur chacun des plans 2 et 3 du Tome I (Rapport de la mission nature) donnant les trajectoires, les vecteurs vitesses déduits du modèle mathématique au même instant et au même lieu (Figures 3.5 pour le flot et 3.6 pour le jusant).

Les trajectoires de vives-eaux et mortes-eaux ont fait l'objet de comparaison directe. Pour les trajectoires des marées moyennes des interpolations ont été faites entre les résultats de vives-eaux et ceux de mortes-eaux.

3.31 - Comparaison des trajectoires de flot

3.311 - En vives-eaux

Dans la zone proche des bouchots trois trajectoires ont été levées en nature (n° 1, 2 et 3). La **figure 3.5** montre la bonne concordance entre le modèle et la nature aussi bien en module qu'en direction.

3.312 - En mortes-eaux

Quatre trajectoires ont été levées en nature (n° 23, 26, 27 et 41). Si pour les trajectoires 27 et 41 la concordance est satisfaisante, elle l'est moins pour les trajectoires 25 et 26 dont le début du jusant est porté sur la figure des trajectoires de flot. En effet, pour ces trajectoires les directions paraissent systématiquement plus Nord en nature que sur le modèle, la renverse de pleine mer s'effectuant même dans le sens opposé.

Cependant, cette différence apparente s'explique lorsque l'on tient compte du vent qui le jour des mesures provenait du Sud avec une vitesse de 8 m/s ce qui a conduit un courant de surface portant vers le Nord. Ce phénomène est d'autant plus accentué qu'en mortes-eaux la composante de la vitesse propre à la marée est faible et donc augmente l'influence relative du courant dû au vent.

3.313 - Marées moyennes (interpolation)

L'interpolation des champs de courants obtenus en mortes-eaux et vives-eaux comparée aux mesures faites en nature par coefficients moyens confirme la bonne concordance entre le modèle mathématique et la nature. En effet, comme le montre la **figure 3.5** les directions sont généralement respectées et les écarts constatés demeurent très faibles. Des changements de direction sensibles tels que ceux constatés dans la zone des bouchots la plus Nord (trajectoires 21 et 22) sont bien reproduits sur le modèle.

3.32 - Comparaison des trajectoires de jusant

Les trajectoires de jusant relevées en nature sont moins nombreuses que celles de flot et l'on ne dispose pas de trajectoires de vives-eaux. Cependant comme précédemment les trajectoires relevées par marées moyennes ont été comparées aux interpolations entre les résultats de vives-eaux et ceux de mortes-eaux.

La **figure 3.6** montrant la comparaison des résultats fait apparaître dans l'ensemble une bonne concordance entre les valeurs natures et celles calculées.

Les plus grands écarts sont obtenus pour les trajectoires G et H (Sud Ouest des bouchots) mais celles-ci correspondent à des périodes autour de la PM où les vitesses sont faibles et par conséquent les effets parasites du vent plus sensibles (8 m/s, 200°).

3.4 - Conclusion du calage

Suite aux résultats exposés, obtenus après de multiples passages où les coefficients ont été ajustés le modèle a été validé ainsi que la formule permettant de définir les coefficients de Strickler d'une zone de bouchots.

De plus cette phase de l'étude a permis de mieux percevoir certains phénomènes et susciter des réflexions exposées dans le chapitre suivant.

Chapitre 4

OBSERVATIONS FAITES PENDANT LE REGLAGE DU MODELE

4.1 - Impact de l'ensemble des zones de bouchots sur les courants dans la baie

Les figures donnant les champs de courants dans l'ensemble de la baie à différents moments de la marée montrent que les bouchots créent un léger ralentissement des courants de flot dans le Sud de la baie sans influencer notablement la direction de propagation de la marée. Cependant ce phénomène est amplifié par la bathymétrie de ce secteur où au Nord Est de la zone de bouchots les fonds remontent plus rapidement que dans la zone Nord de la baie.

D'autre part, l'orientation des lignes de bouchots étant dans la plupart des cas peu différente de la ligne de plus grande pente, il s'ensuit que lorsque la hauteur d'eau est relativement faible les écoulements ont tendance à suivre cette direction sans que l'on puisse nettement dissocier la part relative de chacun des facteurs (pente ou orientation des bouchots). Cependant au regard des conclusions des essais effectués en laboratoire sur l'influence de l'orientation des bouchots il semblerait que la pente du site soit le facteur prépondérant dans l'orientation des courants de jusant.

L'influence respective de la bathymétrie et des zones de bouchots pourra être mise en évidence par une comparaison avec un essai où les zones de bouchots auront été supprimées.

4.2 - Observations faites à l'intérieur de la zone de bouchots

Dans la zone 1, la plus Sud Ouest et la plus dense, les vitesses sont nettement ralenties par rapport aux vitesses extérieures à cette zone.

Le même phénomène se produit dans les autres secteurs mais moins sensiblement ce qui est logique étant donné les coefficients de Strickler retenus pour chacune des zones.

La dimension des couloirs entre les différentes zones paraît être un facteur important sur la propagation générale des courants à travers l'ensemble du secteur des bouchots. Ceci paraît surtout prépondérant pour l'alimentation des secteurs atteints les derniers par les courants de flot. A la limite, il conviendrait d'avoir des couloirs dont la section principale par rapport aux courants de flot varie de sorte que l'on ait une équirépartition des débits entre les différentes zones de bouchots.

Enfin rappelons que, comparées aux résultats du modèle physique, les dispositions de bouchots les plus récentes (ligne double, obliquité avec le courant plus forte) vont dans le sens de l'optimisation de la configuration de ces zones.

4.3 - Conclusion

En vue de bien évaluer l'impact des répartitions de bouchots sur les crois-sances des moules il apparaît nécessaire, d'une part, de disposer d'une réfé-rence courantologique qui serait le champ de courant en l'absence de bouchots et, d'autre part, de coupler les observations courantologiques avec des données indiquant, à taux d'immersion égaux, les différences de croissance des moules selon les secteurs. Ce dernier point paraît d'autant plus important qu'une réflexion basée sur la courantologie seule supposerait que le taux d'éléments nutritifs se conserve lors de la traversée par les courants des différentes zones de bouchots, ce qui n'est vraisemblablement pas le cas.

Annexe

VARIATIONS DES STRICKLERS

valeur du strickler de fond :			40			
RANGÉES SIMPLES/DOUBLES	DIAMÈTRE PIEUX	DISTANCE entre LIGNES	ANGLE	% de NON GARNIS	STRICKLER BOUCHOTS	STRICKLER TOTAL
1	.7	20	30	.25	28.0867	22.98609
1	.7	20	30	.5	30.40579	24.20625
1	.7	20	30	.75	32.72487	25.3284
1	.7	20	60	.25	29.75522	23.87412
1	.7	20	60	.5	32.21207	25.08839
1	.7	20	60	.75	34.66892	26.19819
1	.7	20	75	.25	31.70182	24.84505
1	.7	20	75	.5	34.3194	26.04639
1	.7	20	75	.75	36.93698	27.13672
1	.7	25	30	.25	31.40188	24.69988
1	.7	25	30	.5	33.9947	25.90359
1	.7	25	30	.75	36.58751	26.99723
1	.7	25	60	.25	33.26734	25.57742
1	.7	25	60	.5	36.01419	26.76442
1	.7	25	60	.75	38.76103	27.8359
1	.7	25	75	.25	35.44371	26.52776
1	.7	25	75	.5	38.37026	27.6901
1	.7	25	75	.75	41.2968	28.73179
1	.7	30	30	.25	34.39905	26.08116
1	.7	30	30	.5	37.23934	27.25594
1	.7	30	30	.75	40.07962	28.31238
1	.7	30	60	.25	36.44255	26.93884
1	.7	30	60	.5	39.45157	28.08837
1	.7	30	60	.75	42.46659	29.1153
1	.7	30	75	.25	38.82664	27.86017
1	.7	30	75	.5	42.03252	28.97618
1	.7	30	75	.75	45.23838	29.96597
1	1	20	30	.25	33.57003	25.71422
1	1	20	30	.5	36.34186	26.89809
1	1	20	30	.75	39.1137	27.96565
1	1	20	60	.25	35.56429	26.5782
1	1	20	60	.5	38.50079	27.73904
1	1	20	60	.75	41.43729	28.77898
1	1	20	75	.25	37.89092	27.50833
1	1	20	75	.5	41.01953	28.63793
1	1	20	75	.75	44.14813	29.64257
1	1	25	30	.25	37.53243	27.37023
1	1	25	30	.5	40.63144	28.5049
1	1	25	30	.75	43.73045	29.51514
1	1	25	60	.25	39.76209	28.19978
1	1	25	60	.5	43.0452	29.30174
1	1	25	60	.75	46.3283	30.27641
1	1	25	75	.25	42.36334	29.08389
1	1	25	75	.5	45.86123	30.14491
1	1	25	75	.75	49.35912	31.07667
1	1	30	30	.25	41.11472	28.67026
1	1	30	30	.5	44.50952	29.75122
1	1	30	30	.75	47.9043	30.7037
1	1	30	60	.25	43.55718	29.4617
1	1	30	60	.5	47.15365	30.50329
1	1	30	60	.75	50.75011	31.41513
1	1	30	75	.25	46.40672	30.29827
1	1	30	75	.5	50.23847	31.29263
1	1	30	75	.75	54.07021	32.15708

1	1.3	20	30	.25	38.27572	27.65451
1	1.3	20	30	.5	41.4361	28.77858
1	1.3	20	30	.75	44.59648	29.77715
1	1.3	20	60	.25	40.54953	28.47657
1	1.3	20	60	.5	43.89766	29.56639
1	1.3	20	60	.75	47.24578	30.52818
1	1.3	20	75	.25	43.2023	29.35115
1	1.3	20	75	.5	46.76947	30.39855
1	1.3	20	75	.75	50.33662	31.31631
1	1.3	25	30	.25	42.79356	29.22199
1	1.3	25	30	.5	46.32697	30.27604
1	1.3	25	30	.75	49.86038	31.20063
1	1.3	25	60	.25	45.33575	29.99421
1	1.3	25	60	.5	49.07907	31.60642
1	1.3	25	60	.75	52.82239	31.88861
1	1.3	25	75	.25	48.30163	30.80755
1	1.3	25	75	.5	52.28985	31.77031
1	1.3	25	75	.75	56.27805	32.60367
1	1.3	30	30	.25	46.87799	30.42828
1	1.3	30	30	.5	50.74866	31.41479
1	1.3	30	30	.75	54.61931	32.27146
1	1.3	30	60	.25	49.66283	31.15205
1	1.3	30	60	.5	53.76343	32.09219
1	1.3	30	60	.75	57.86403	32.90357
1	1.3	30	75	.25	52.91179	31.90825
1	1.3	30	75	.5	57.28066	32.7952
1	1.3	30	75	.75	61.64952	33.55569
2	.7	20	30	.25	21.60516	19.00947
2	.7	20	30	.5	23.38907	20.19073
2	.7	20	30	.75	25.17298	21.30513
2	.7	20	60	.25	22.88863	19.86616
2	.7	20	60	.5	24.77852	21.0644
2	.7	20	60	.75	26.66841	22.18901
2	.7	20	75	.25	24.38602	20.82167
2	.7	20	75	.5	26.39954	22.03342
2	.7	20	75	.75	28.41306	23.16396
2	.7	25	30	.25	24.1553	20.67749
2	.7	25	30	.5	26.14977	21.88759
2	.7	25	30	.75	28.14424	23.0176
2	.7	25	60	.25	25.59027	21.55633
2	.7	25	60	.5	27.70323	22.77447
2	.7	25	60	.75	29.81618	23.90557
2	.7	25	75	.25	27.2644	22.52877
2	.7	25	75	.5	29.51559	23.74981
2	.7	25	75	.75	31.76677	24.87628
2	.7	30	30	.25	26.4608	22.069
2	.7	30	30	.5	28.64564	23.28946
2	.7	30	30	.75	30.83047	24.4189
2	.7	30	60	.25	28.03274	22.95648
2	.7	30	60	.5	30.34737	24.17674
2	.7	30	60	.75	32.66199	25.29921
2	.7	30	75	.25	29.86665	23.93156
2	.7	30	75	.5	32.3327	25.14526
2	.7	30	75	.75	34.79876	26.25408
2	1	20	30	.25	25.8231	21.69495
2	1	20	30	.5	27.95528	22.91389
2	1	20	30	.75	30.08746	24.04471
2	1	20	60	.25	27.35715	22.58102
2	1	20	60	.5	29.616	23.80203
2	1	20	60	.75	31.87484	24.92807

2	1	20	75	.25	29.14687	23.55644
2	1	20	75	.5	31.55349	24.77346
2	1	20	75	.75	33.96011	25.88828
2	1	25	30	.25	28.8711	23.41014
2	1	25	30	.5	31.25496	24.62819
2	1	25	30	.75	33.63881	25.74509
2	1	25	60	.25	30.58622	24.297
2	1	25	60	.5	33.11169	25.50648
2	1	25	60	.75	35.63715	26.60857
2	1	25	75	.25	32.58718	25.2644
2	1	25	75	.5	35.27787	26.45801
2	1	25	75	.75	37.96855	27.53799
2	1	30	30	.25	31.62671	24.80884
2	1	30	30	.5	34.23809	26.01079
2	1	30	30	.75	36.84947	27.10196
2	1	30	60	.25	33.50553	25.6852
2	1	30	60	.5	36.27204	26.86974
2	1	30	60	.75	39.03854	27.93914
2	1	30	75	.25	35.69747	26.63365
2	1	30	75	.5	38.64497	27.79282
2	1	30	75	.75	41.59247	28.83082
2	1.3	20	30	.25	29.44286	23.71187
2	1.3	20	30	.5	31.87393	24.92763
2	1.3	20	30	.75	34.30499	26.04009
2	1.3	20	60	.25	31.19195	24.59733
2	1.3	20	60	.5	33.76743	25.80262
2	1.3	20	60	.75	36.34291	26.89851
2	1.3	20	75	.25	33.23254	25.5616
2	1.3	20	75	.5	35.97651	26.74894
2	1.3	20	75	.75	38.72048	27.82086
2	1.3	25	30	.25	32.91812	25.41768
2	1.3	25	30	.5	35.63613	26.60815
2	1.3	25	30	.75	38.35414	27.68405
2	1.3	25	60	.25	34.87365	26.2862
2	1.3	25	60	.5	37.75314	27.45547
2	1.3	25	60	.75	40.63261	28.5053
2	1.3	25	75	.25	37.15511	27.22287
2	1.3	25	75	.5	40.22296	28.36277
2	1.3	25	75	.75	43.29081	29.37886
2	1.3	30	30	.25	36.05999	26.7832
2	1.3	30	30	.5	39.03743	27.93774
2	1.3	30	30	.75	42.01486	28.97039
2	1.3	30	60	.25	38.20218	27.62673
2	1.3	30	60	.5	41.35648	28.75187
2	1.3	30	60	.75	44.51079	29.7516
2	1.3	30	75	.25	40.70138	28.52901
2	1.3	30	75	.5	44.06204	29.61647
2	1.3	30	75	.75	47.42271	30.57576

VARIATIONS DES STRICKLERS

valeur du strickler de fond : 50

disp. s/d	d pieux m	d ligne m	angle	Z ngarnis	k bouchot	k total
1	.7	20	30	.25	28.0867	24.48769
1	.7	20	30	.5	30.40579	25.97927
1	.7	20	30	.75	32.72487	27.38155
1	.7	20	60	.25	29.75522	25.56995
1	.7	20	60	.5	32.21207	27.07904
1	.7	20	60	.75	34.66892	28.49023
1	.7	20	75	.25	31.70182	26.77379
1	.7	20	75	.5	34.3194	28.29531
1	.7	20	75	.75	36.93698	29.70939
1	.7	25	30	.25	31.40188	26.59238
1	.7	25	30	.5	33.9947	28.1125
1	.7	25	30	.75	36.58751	29.52663
1	.7	25	60	.25	33.26734	27.69696
1	.7	25	60	.5	36.01419	29.22282
1	.7	25	60	.75	38.76103	30.63403
1	.7	25	75	.25	35.44371	28.91556
1	.7	25	75	.5	38.37026	30.44002
1	.7	25	75	.75	41.2968	31.84061
1	.7	30	30	.25	34.39905	28.33989
1	.7	30	30	.5	37.23934	29.86604
1	.7	30	30	.75	40.07962	31.27262
1	.7	30	60	.25	36.44255	29.45028
1	.7	30	60	.5	39.45157	30.97152
1	.7	30	60	.75	42.46059	32.36498
1	.7	30	75	.25	38.82664	30.66639
1	.7	30	75	.5	42.03252	32.1742
1	.7	30	75	.75	45.23838	33.54579
1	1	20	30	.25	33.57003	27.87091
1	1	20	30	.5	36.34186	29.39707
1	1	20	30	.75	39.1137	30.80724
1	1	20	60	.25	35.56429	28.98092
1	1	20	60	.5	38.50079	30.50507
1	1	20	60	.75	41.43729	31.90487
1	1	20	75	.25	37.89092	30.19903
1	1	20	75	.5	41.01953	31.71301
1	1	20	75	.75	44.14813	33.09393
1	1	25	30	.25	37.53243	30.0166
1	1	25	30	.5	40.63144	31.53264
1	1	25	30	.75	43.73045	32.9169
1	1	25	60	.25	39.76209	31.12108
1	1	25	60	.5	43.0452	32.62165
1	1	25	60	.75	46.3283	33.98304
1	1	25	75	.25	42.36334	32.32185
1	1	25	75	.5	45.86123	33.7974
1	1	25	75	.75	49.35912	35.12656
1	1	30	30	.25	41.11472	31.75693
1	1	30	30	.5	44.50952	33.24534
1	1	30	30	.75	47.9043	34.59062
1	1	30	60	.25	43.55718	32.84281
1	1	30	60	.5	47.15365	34.3048
1	1	30	60	.75	50.75011	35.61758
1	1	30	75	.25	46.40672	34.01396
1	1	30	75	.5	50.23847	35.43935
1	1	30	75	.75	54.07021	36.71003
1	1.3	20	30	.25	38.27572	30.39276
1	1.3	20	30	.5	41.4361	31.90433
1	1.3	20	30	.75	44.59648	33.28153
1	1.3	20	60	.25	40.54953	31.49431

1	1.3	20	60	.5	43.89766	32.98803
1	1.3	20	60	.75	47.24578	34.34023
1	1.3	20	75	.25	43.2023	32.68987
1	1.3	20	75	.5	46.76947	34.15601
1	1.3	20	75	.75	50.33662	35.47376
1	1.3	25	30	.25	42.79356	32.51171
1	1.3	25	30	.5	46.32697	33.98251
1	1.3	25	30	.75	49.86038	35.30588
1	1.3	25	60	.25	45.33575	33.58543
1	1.3	25	60	.5	49.07907	35.0252
1	1.3	25	60	.75	52.82239	36.31214
1	1.3	25	75	.25	48.30163	34.73932
1	1.3	25	75	.5	52.28985	36.13775
1	1.3	25	75	.75	56.27805	37.37869
1	1.3	30	30	.25	46.87799	34.19822
1	1.3	30	30	.5	50.74866	35.61708
1	1.3	30	30	.75	54.61931	36.88047
1	1.3	30	60	.25	49.66283	35.23553
1	1.3	30	60	.5	53.76343	36.61358
1	1.3	30	60	.75	57.86403	37.83257
1	1.3	30	75	.25	52.91179	36.34114
1	1.3	30	75	.5	57.28066	37.6681
1	1.3	30	75	.75	61.64952	38.8335
2	.7	20	30	.25	21.60516	19.83282
2	.7	20	30	.5	23.38907	21.18572
2	.7	20	30	.75	25.17298	22.4842
2	.7	20	60	.25	22.88863	20.81167
2	.7	20	60	.5	24.77852	22.20178
2	.7	20	60	.75	26.66841	23.53061
2	.7	20	75	.25	24.38602	21.91811
2	.7	20	75	.5	26.39954	23.3453
2	.7	20	75	.75	28.41306	24.70308
2	.7	25	30	.25	24.1553	21.75013
2	.7	25	30	.5	26.14977	23.17204
2	.7	25	30	.75	28.14424	24.5258
2	.7	25	60	.25	25.59027	22.78005
2	.7	25	60	.5	27.70323	24.2323
2	.7	25	60	.75	29.81618	25.60841
2	.7	25	75	.25	27.2644	23.93697
2	.7	25	75	.5	29.51559	25.4174
2	.7	25	75	.75	31.76677	26.81288
2	.7	30	30	.25	26.4608	23.38763
2	.7	30	30	.5	28.64564	24.85547
2	.7	30	30	.75	30.83047	26.24267
2	.7	30	60	.25	28.03274	24.4519
2	.7	30	60	.5	30.34737	25.9428
2	.7	30	60	.75	32.66199	27.34469
2	.7	30	75	.25	29.86665	25.64056
2	.7	30	75	.5	32.3327	27.15058
2	.7	30	75	.75	34.79876	28.56216
2	1	20	30	.25	25.8231	22.94382
2	1	20	30	.5	27.95528	24.40045
2	1	20	30	.75	30.08746	25.77987
2	1	20	60	.25	27.35715	23.99966
2	1	20	60	.5	29.616	25.48144
2	1	20	60	.75	31.87484	26.87777
2	1	20	75	.25	29.14687	25.18079
2	1	20	75	.5	31.55349	26.68426
2	1	20	75	.75	33.96011	28.09293
2	1	25	30	.25	28.8711	25.00233

2	1	25	30	.5	31.25496	26.50297
2	1	25	30	.75	33.63881	27.91023
2	1	25	60	.25	30.58622	26.09154
2	1	25	60	.5	33.11169	27.60694
2	1	25	60	.75	35.63715	29.0203
2	1	25	75	.25	32.58718	27.30074
2	1	25	75	.5	35.27787	28.8253
2	1	25	75	.75	37.96855	30.23828
2	1	30	30	.25	31.62671	26.7285
2	1	30	30	.5	34.23809	28.24969
2	1	30	30	.75	36.84947	29.66379
2	1	30	60	.25	33.50553	27.83396
2	1	30	60	.5	36.27204	29.36007
2	1	30	60	.75	39.03854	30.77048
2	1	30	75	.25	35.69747	29.05285
2	1	30	75	.5	38.64497	30.57664
2	1	30	75	.75	41.59247	31.97554
2	1.3	20	30	.25	29.44286	25.37091
2	1.3	20	30	.5	31.87393	26.87722
2	1.3	20	30	.75	34.30499	28.28723
2	1.3	20	60	.25	31.19195	26.46452
2	1.3	20	60	.5	33.76743	27.98356
2	1.3	20	60	.75	36.34291	29.39762
2	1.3	20	75	.25	33.23254	27.67687
2	1.3	20	75	.5	35.97651	29.20268
2	1.3	20	75	.75	38.72048	30.614
2	1.3	25	30	.25	32.91812	27.49446
2	1.3	25	30	.5	35.63613	29.01975
2	1.3	25	30	.75	38.35414	30.43198
2	1.3	25	60	.25	34.87365	28.60353
2	1.3	25	60	.5	37.75314	30.12913
2	1.3	25	60	.75	40.63261	31.53319
2	1.3	25	75	.25	37.15511	29.82254
2	1.3	25	75	.5	40.22296	31.34057
2	1.3	25	75	.75	43.29081	32.72817
2	1.3	30	30	.25	36.05999	29.24728
2	1.3	30	30	.5	39.03743	30.76993
2	1.3	30	30	.75	42.01486	32.16627
2	1.3	30	60	.25	38.20218	30.3559
2	1.3	30	60	.5	41.35648	31.86795
2	1.3	30	60	.75	44.51079	33.24587
2	1.3	30	75	.25	40.70138	31.5653
2	1.3	30	75	.5	44.06204	33.05762
2	1.3	30	75	.75	47.42271	34.40799

VARIATIONS DES STRICKLERS

valeur du strickler de fond : 60

disp. s/d	d pieux m	d ligne m	angle	Z ngarnis	k bouchot	k total
1	.7	20	30	.25	28.0867	25.43759

1	.7	20	30	.5	30.40579	27.122
1	.7	20	30	.75	32.72487	28.7295
1	.7	20	60	.25	29.75522	26.65724
1	.7	20	60	.5	32.21207	28.38066
1	.7	20	60	.75	34.66892	30.01812
1	.7	20	75	.25	31.70182	28.02983
1	.7	20	75	.5	34.3194	29.79038
1	.7	20	75	.75	36.93698	31.45443
1	.7	25	30	.25	31.40188	27.82186
1	.7	25	30	.5	33.9947	29.57726
1	.7	25	30	.75	36.58751	31.23778
1	.7	25	60	.25	33.26734	29.09446
1	.7	25	60	.5	36.01419	30.87869
1	.7	25	60	.75	38.76103	32.55806
1	.7	25	75	.25	35.44371	30.51685
1	.7	25	75	.5	38.37026	32.32544
1	.7	25	75	.75	41.2968	34.0179
1	.7	30	30	.25	34.39905	29.84242
1	.7	30	30	.5	37.23934	31.64052
1	.7	30	30	.75	40.07962	33.32784
1	.7	30	60	.25	36.44255	31.14742
1	.7	30	60	.5	39.45157	32.96409
1	.7	30	60	.75	42.46059	34.65962
1	.7	30	75	.25	38.82664	32.59692
1	.7	30	75	.5	42.03252	34.42561
1	.7	30	75	.75	45.23838	36.1217
1	1	20	30	.25	33.57003	29.29629
1	1	20	30	.5	36.34186	31.08448
1	1	20	30	.75	39.1137	32.76623
1	1	20	60	.25	35.56429	30.5937
1	1	20	60	.5	38.50079	32.40338
1	1	20	60	.75	41.43729	34.0963
1	1	20	75	.25	37.89092	32.03727
1	1	20	75	.5	41.01953	33.86242
1	1	20	75	.75	44.14813	35.55937
1	1	25	30	.25	37.53243	31.81971
1	1	25	30	.5	40.63144	33.64311
1	1	25	30	.75	43.73045	35.34001
1	1	25	60	.25	39.76209	33.14459
1	1	25	60	.5	43.0452	34.97539
1	1	25	60	.75	46.3283	36.66934
1	1	25	75	.25	42.36334	34.60666
1	1	25	75	.5	45.86123	36.43641
1	1	25	75	.75	49.35912	38.11821
1	1	30	30	.25	41.11472	33.91591
1	1	30	30	.5	44.50952	35.74739
1	1	30	30	.75	47.9043	37.43609
1	1	30	60	.25	43.55718	35.24838
1	1	30	60	.5	47.15365	37.07454
1	1	30	60	.75	50.75011	38.74803
1	1	30	75	.25	46.40672	36.70818
1	1	30	75	.5	50.23847	38.51886
1	1	30	75	.75	54.07021	40.16669
1	1.3	20	30	.25	38.27572	32.26886
1	1.3	20	30	.5	41.4361	34.09564
1	1.3	20	30	.75	44.59648	35.7924
1	1.3	20	60	.25	40.54953	33.59656
1	1.3	20	60	.5	43.89766	35.42809
1	1.3	20	60	.75	47.24578	37.11927
1	1.3	20	75	.25	43.2023	35.05951

1	1.3	20	75	.5	46.76947	36.88693
1	1.3	20	75	.75	50.33662	38.56305
1	1.3	25	30	.25	42.79356	34.84001
1	1.3	25	30	.5	46.32697	36.66868
1	1.3	25	30	.75	49.86038	38.34766
1	1.3	25	60	.25	45.33575	36.17121
1	1.3	25	60	.5	49.07907	37.98878
1	1.3	25	60	.75	52.82239	39.64714
1	1.3	25	75	.25	48.30163	37.6248
1	1.3	25	75	.5	52.28985	39.42047
1	1.3	25	75	.75	56.27805	41.04736
1	1.3	30	30	.25	46.87799	36.94011
1	1.3	30	30	.5	50.74866	38.74738
1	1.3	30	30	.75	54.61931	40.39026
1	1.3	30	60	.25	49.66283	38.25756
1	1.3	30	60	.5	53.76343	40.04045
1	1.3	30	60	.75	57.86403	41.6507
1	1.3	30	75	.25	52.91179	39.6849
1	1.3	30	75	.5	57.28066	41.43154
1	1.3	30	75	.75	61.64952	42.99774
2	.7	20	30	.25	21.60516	20.32746
2	.7	20	30	.5	23.38907	21.79188
2	.7	20	30	.75	25.17298	23.21277
2	.7	20	60	.25	22.88863	21.38541
2	.7	20	60	.5	24.77852	22.90238
2	.7	20	60	.75	26.66841	24.36964
2	.7	20	75	.25	24.38602	22.59138
2	.7	20	75	.5	26.39954	24.16397
2	.7	20	75	.75	28.41306	25.67928
2	.7	25	30	.25	24.1553	22.40757
2	.7	25	30	.5	26.14977	23.97199
2	.7	25	30	.75	28.14424	25.48032
2	.7	25	60	.25	25.59027	23.53875
2	.7	25	60	.5	27.70323	25.15166
2	.7	25	60	.75	29.81618	26.70105
2	.7	25	75	.25	27.2644	24.82189
2	.7	25	75	.5	29.51559	26.48452
2	.7	25	75	.75	31.76677	28.07469
2	.7	30	30	.25	26.4608	24.21092
2	.7	30	30	.5	28.64564	25.85059
2	.7	30	30	.75	30.83047	27.42212
2	.7	30	60	.25	28.03274	25.39748
2	.7	30	60	.5	30.34737	27.08051
2	.7	30	60	.75	32.66199	28.68693
2	.7	30	75	.25	29.86665	26.73727
2	.7	30	75	.5	32.3327	28.46306
2	.7	30	75	.75	34.79876	30.10228
2	1	20	30	.25	25.8231	23.71957
2	1	20	30	.5	27.95528	25.33984
2	1	20	30	.75	30.08746	26.89534
2	1	20	60	.25	27.35715	24.89182
2	1	20	60	.5	29.616	26.55699
2	1	20	60	.75	31.87484	28.1492
2	1	20	75	.25	29.14687	26.21716
2	1	20	75	.5	31.55349	27.92714
2	1	20	75	.75	33.96011	29.55447
2	1	25	30	.25	28.8711	26.01593
2	1	25	30	.5	31.25496	27.71952
2	1	25	30	.75	33.63881	29.34197
2	1	25	60	.25	30.58622	27.24982

2	1	25	60	.5	33.11169	28.99017
2	1	25	60	.75	35.63715	30.64005
2	1	25	75	.25	32.58718	28.6362
2	1	25	75	.5	35.27787	30.4108
2	1	25	75	.75	37.96855	32.08415
2	1	30	30	.25	31.62671	27.97787
2	1	30	30	.5	34.23809	29.73715
2	1	30	30	.75	36.84947	31.40034
2	1	30	60	.25	33.50553	29.25339
2	1	30	60	.5	36.27204	31.04076
2	1	30	60	.75	39.03854	32.72201
2	1	30	75	.25	35.69747	30.67836
2	1	30	75	.5	38.64497	32.48919
2	1	30	75	.75	41.59247	34.1826
2	1.3	20	30	.25	29.44286	26.43194
2	1.3	20	30	.5	31.87393	28.14857
2	1.3	20	30	.75	34.30499	29.78095
2	1.3	20	60	.25	31.19195	27.67554
2	1.3	20	60	.5	33.76743	29.42721
2	1.3	20	60	.75	36.34291	31.08514
2	1.3	20	75	.25	33.23254	29.07118
2	1.3	20	75	.5	35.97651	30.85493
2	1.3	20	75	.75	38.72048	32.53402
2	1.3	25	30	.25	32.91812	28.86
2	1.3	25	30	.5	35.63613	30.6394
2	1.3	25	30	.75	38.35414	32.3158
2	1.3	25	60	.25	34.87365	30.15072
2	1.3	25	60	.5	37.75314	31.95386
2	1.3	25	60	.75	40.63261	33.64376
2	1.3	25	75	.25	37.15511	31.58881
2	1.3	25	75	.5	40.22296	33.41012
2	1.3	25	75	.75	43.29081	35.10677
2	1.3	30	30	.25	36.05999	30.90755
2	1.3	30	30	.5	39.03743	32.72135
2	1.3	30	30	.75	42.01486	34.41591
2	1.3	30	60	.25	38.20218	32.22475
2	1.3	30	60	.5	41.35648	34.05124
2	1.3	30	60	.75	44.51079	35.74805
2	1.3	30	75	.25	40.70138	33.68277
2	1.3	30	75	.5	44.06204	35.51433
2	1.3	30	75	.75	47.42271	37.20489

VARIATIONS DES STRICKLERS

valeur du strickler de fond : 70

disp. s/d	d pieux m	d ligne m	angle	% ngarnis	k bouchot	k total
1	.7	20	30	.25	28.0867	26.0667
1	.7	20	30	.5	30.40579	27.88846
1	.7	20	30	.75	32.72487	29.64527
1	.7	20	60	.25	29.75522	27.38391
1	.7	20	60	.5	32.21207	29.26244
1	.7	20	60	.75	34.66892	31.06738
1	.7	20	75	.25	31.70182	28.87833
1	.7	20	75	.5	34.3194	30.81511
1	.7	20	75	.75	36.93698	32.66794
1	.7	25	30	.25	31.40188	28.65106
1	.7	25	30	.5	33.9947	30.57942
1	.7	25	30	.75	36.58751	32.42543
1	.7	25	60	.25	33.26734	30.04676
1	.7	25	60	.5	36.01419	32.02434
1	.7	25	60	.75	38.76103	33.9095
1	.7	25	75	.25	35.44371	31.62124
1	.7	25	75	.5	38.37026	33.64693
1	.7	25	75	.75	41.2968	35.56838
1	.7	30	30	.25	34.39905	30.87273
1	.7	30	30	.5	37.23934	32.87655
1	.7	30	30	.75	40.07962	34.7818
1	.7	30	60	.25	36.44255	32.3244
1	.7	30	60	.5	39.45157	34.36895
1	.7	30	60	.75	42.46059	36.30385
1	.7	30	75	.25	38.82664	33.9534
1	.7	30	75	.5	42.03252	36.0352
1	.7	30	75	.75	45.23838	37.99459
1	1	20	30	.25	33.57003	30.26921
1	1	20	30	.5	36.34186	32.25407
1	1	20	30	.75	39.1137	34.14487
1	1	20	60	.25	35.56429	31.70677
1	1	20	60	.5	38.50079	33.73485
1	1	20	60	.75	41.43729	35.65802
1	1	20	75	.25	37.89092	33.32232
1	1	20	75	.5	41.01953	35.39076
1	1	20	75	.75	44.14813	37.34178
1	1	25	30	.25	37.53243	33.07771
1	1	25	30	.5	40.63144	35.14061
1	1	25	30	.75	43.73045	37.088
1	1	25	60	.25	39.76209	34.57367
1	1	25	60	.5	43.0452	36.66721
1	1	25	60	.75	46.3283	38.63345
1	1	25	75	.25	42.36334	36.24301
1	1	25	75	.5	45.86123	38.36135
1	1	25	75	.75	49.35912	40.3391
1	1	30	30	.25	41.11472	35.45184
1	1	30	30	.5	44.50952	37.55969
1	1	30	30	.75	47.9043	39.53325
1	1	30	60	.25	43.55718	36.98213
1	1	30	60	.5	47.15365	39.10819
1	1	30	60	.75	50.75011	41.08779
1	1	30	75	.25	46.40672	38.67889
1	1	30	75	.5	50.23847	40.81485

1	1	30	75	.75	54.07021	42.79107
1	1.3	20	30	.25	38.27572	33.58313
1	1.3	20	30	.5	41.4361	35.65726
1	1.3	20	30	.75	44.59648	37.61191
1	1.3	20	60	.25	40.54953	35.08758
1	1.3	20	60	.5	43.89766	37.18984
1	1.3	20	60	.75	47.24578	39.1607
1	1.3	20	75	.25	43.2023	36.76417
1	1.3	20	75	.5	46.76947	38.88817
1	1.3	20	75	.75	50.33662	40.86744
1	1.3	25	30	.25	42.79356	36.5113
1	1.3	25	30	.5	46.32697	38.63268
1	1.3	25	30	.75	49.86038	40.61134
1	1.3	25	60	.25	45.33575	38.05222
1	1.3	25	60	.5	49.07907	40.18581
1	1.3	25	60	.75	52.82239	42.16452
1	1.3	25	75	.25	48.30163	39.75568
1	1.3	25	75	.5	52.28985	41.89217
1	1.3	25	75	.75	56.27805	43.86066
1	1.3	30	30	.25	46.87799	38.95049
1	1.3	30	30	.5	50.74866	41.08702
1	1.3	30	30	.75	54.61931	43.06169
1	1.3	30	60	.25	49.66283	40.50438
1	1.3	30	60	.5	53.76343	42.63853
1	1.3	30	60	.75	57.86403	44.59908
1	1.3	30	75	.25	52.91179	42.20995
1	1.3	30	75	.5	57.28066	44.33032
1	1.3	30	75	.75	61.64952	46.26489
2	.7	20	30	.25	21.60516	20.64422
2	.7	20	30	.5	23.38907	22.18351
2	.7	20	30	.75	25.17298	23.68785
2	.7	20	60	.25	22.88863	21.75517
2	.7	20	60	.5	24.77852	23.35829
2	.7	20	60	.75	26.66841	24.92109
2	.7	20	75	.25	24.38602	23.02861
2	.7	20	75	.5	26.39954	24.70127
2	.7	20	75	.75	28.41306	26.32696
2	.7	25	30	.25	24.1553	22.83402
2	.7	25	30	.5	26.14977	24.49631
2	.7	25	30	.75	28.14424	26.11268
2	.7	25	60	.25	25.59027	24.03456
2	.7	25	60	.5	27.70323	25.75929
2	.7	25	60	.75	29.81618	27.43141
2	.7	25	75	.25	27.2644	25.40537
2	.7	25	75	.5	29.51559	27.19678
2	.7	25	75	.75	31.76677	28.9274
2	.7	30	30	.25	26.4608	24.75143
2	.7	30	30	.5	28.64564	26.51165
2	.7	30	30	.75	30.83047	28.21507
2	.7	30	60	.25	28.03274	26.02354
2	.7	30	60	.5	30.34737	27.84336
2	.7	30	60	.75	32.66199	29.5985
2	.7	30	75	.25	29.86665	27.47069
2	.7	30	75	.5	32.3327	29.35279
2	.7	30	75	.75	34.79876	31.1607
2	1	20	30	.25	25.8231	24.22715
2	1	20	30	.5	27.95528	25.96154
2	1	20	30	.75	30.08746	27.64222
2	1	20	60	.25	27.35715	25.48037
2	1	20	60	.5	29.616	27.27528

2	1	20	60	.75	31.87484	29.00893
2	1	20	75	.25	29.14687	26.9075
2	1	20	75	.5	31.55349	28.76607
2	1	20	75	.75	33.96011	30.55423
2	1	25	30	.25	28.8711	26.69009
2	1	25	30	.5	31.25496	28.53933
2	1	25	30	.75	33.63881	30.3196
2	1	25	60	.25	30.58622	28.02749
2	1	25	60	.5	33.11169	29.93192
2	1	25	60	.75	35.63715	31.75837
2	1	25	75	.25	32.58718	29.5428
2	1	25	75	.5	35.27787	31.50331
2	1	25	75	.75	37.96855	33.37508
2	1	30	30	.25	31.62671	28.82152
2	1	30	30	.5	34.23809	30.75622
2	1	30	30	.75	36.84947	32.60735
2	1	30	60	.25	33.50553	30.2219
2	1	30	60	.5	36.27204	32.20522
2	1	30	60	.75	39.03854	34.09484
2	1	30	75	.25	35.69747	31.80104
2	1	30	75	.5	38.64497	33.83171
2	1	30	75	.75	41.59247	35.75676
2	1.3	20	30	.25	29.44286	27.13986
2	1.3	20	30	.5	31.87393	29.00824
2	1.3	20	30	.75	34.30499	30.80468
2	1.3	20	60	.25	31.19195	28.49134
2	1.3	20	60	.5	33.76743	30.41368
2	1.3	20	60	.75	36.34291	32.2548
2	1.3	20	75	.25	33.23254	30.02111
2	1.3	20	75	.5	35.97651	31.99784
2	1.3	20	75	.75	38.72048	33.88234
2	1.3	25	30	.25	32.91812	29.78871
2	1.3	25	30	.5	35.63613	31.75765
2	1.3	25	30	.75	38.35414	33.63606
2	1.3	25	60	.25	34.87365	31.21445
2	1.3	25	60	.5	37.75314	33.22848
2	1.3	25	60	.75	40.63261	35.14137
2	1.3	25	75	.25	37.15511	32.81855
2	1.3	25	75	.5	40.22296	34.87536
2	1.3	25	75	.75	43.29081	36.81867
2	1.3	30	30	.25	36.05999	32.05653
2	1.3	30	30	.5	39.03743	34.09409
2	1.3	30	30	.75	42.01486	36.02407
2	1.3	30	60	.25	38.20218	33.53342
2	1.3	30	60	.5	41.35648	35.60649
2	1.3	30	60	.75	44.51079	37.56046
2	1.3	30	75	.25	40.70138	35.18583
2	1.3	30	75	.5	44.06204	37.28964
2	1.3	30	75	.75	47.42271	39.26127

VARIATIONS DES STRICKLERS

valeur du strickler de fond : 80

disp. s/d	d pieux m	d ligne m	angle	Z ngarnis	k bouchot	k total
1	.7	20	30	.25	28.0867	26.5009
1	.7	20	30	.5	30.40579	28.42215
1	.7	20	30	.75	32.72487	30.28872
1	.7	20	60	.25	29.75522	27.88863
1	.7	20	60	.5	32.21207	29.88077
1	.7	20	60	.75	34.66892	31.81034
1	.7	20	75	.25	31.70182	29.47213
1	.7	20	75	.5	34.3194	31.5397
1	.7	20	75	.75	36.93698	33.53506
1	.7	25	30	.25	31.40188	29.23067
1	.7	25	30	.5	33.9947	31.28712
1	.7	25	30	.75	36.58751	33.27288
1	.7	25	60	.25	33.26734	30.71731
1	.7	25	60	.5	36.01419	32.83994
1	.7	25	60	.75	38.76103	34.88232
1	.7	25	75	.25	35.44371	32.40566
1	.7	25	75	.5	38.37026	34.59669
1	.7	25	75	.75	41.2968	36.69598
1	.7	30	30	.25	34.39905	31.60148
1	.7	30	30	.5	37.23934	33.76084
1	.7	30	30	.75	40.07962	35.83403
1	.7	30	60	.25	36.44255	33.16374
1	.7	30	60	.5	39.45157	35.38305
1	.7	30	60	.75	42.46059	37.50527
1	.7	30	75	.25	38.82664	34.93012
1	.7	30	75	.5	42.03252	37.20928
1	.7	30	75	.75	45.23838	39.37843
1	1	20	30	.25	33.57003	30.9551
1	1	20	30	.5	36.34186	33.08781
1	1	20	30	.75	39.1137	35.13869
1	1	20	60	.25	35.56429	32.49774
1	1	20	60	.5	38.50079	34.69228
1	1	20	60	.75	41.43729	36.79445
1	1	20	75	.25	37.89092	34.24409
1	1	20	75	.5	41.01953	36.50103
1	1	20	75	.75	44.14813	38.65304
1	1	25	30	.25	37.53243	33.97878
1	1	25	30	.5	40.63144	36.22677
1	1	25	30	.75	43.73045	38.37178
1	1	25	60	.25	39.76209	35.60655
1	1	25	60	.5	43.0452	37.90632
1	1	25	60	.75	46.3283	40.09101
1	1	25	75	.25	42.36334	37.4382
1	1	25	75	.5	45.86123	39.78718
1	1	25	75	.75	49.35912	42.00699
1	1	30	30	.25	41.11472	36.56805
1	1	30	30	.5	44.50952	38.89488
1	1	30	30	.75	47.9043	41.09927
1	1	30	60	.25	43.55718	38.25456
1	1	30	60	.5	47.15365	40.62229
1	1	30	60	.75	50.75011	42.85444
1	1	30	75	.25	46.40672	40.1418
1	1	30	75	.5	50.23847	42.54504
1	1	30	75	.75	54.07021	44.79779

1	1.3	20	30	.25	38.27572	34.52734
1	1.3	20	30	.5	41.4361	36.79361
1	1.3	20	30	.75	44.59648	38.95287
1	1.3	20	60	.25	40.54953	36.16868
1	1.3	20	60	.5	43.89766	38.4846
1	1.3	20	60	.75	47.24578	40.68114
1	1.3	20	75	.25	43.2023	38.01348
1	1.3	20	75	.5	46.76947	40.37588
1	1.3	20	75	.75	50.33662	42.60461
1	1.3	25	30	.25	42.79356	37.73414
1	1.3	25	30	.5	46.32697	40.09015
1	1.3	25	30	.75	49.86038	42.31468
1	1.3	25	60	.25	45.33575	39.4426
1	1.3	25	60	.5	49.07907	41.83397
1	1.3	25	60	.75	52.82239	44.08039
1	1.3	25	75	.25	48.30163	41.34937
1	1.3	25	75	.5	52.28985	43.76949
1	1.3	25	75	.75	56.27805	46.02949
1	1.3	30	30	.25	46.87799	40.44564
1	1.3	30	30	.5	50.74866	42.85357
1	1.3	30	30	.75	54.61931	45.10858
1	1.3	30	60	.25	49.66283	42.19372
1	1.3	30	60	.5	53.76343	44.62285
1	1.3	30	60	.75	57.86403	46.89516
1	1.3	30	75	.25	52.91179	44.13231
1	1.3	30	75	.5	57.28066	46.57321
1	1.3	30	75	.75	61.64952	48.83211
2	.7	20	30	.25	21.60516	20.85791
2	.7	20	30	.5	23.38907	22.4493
2	.7	20	30	.75	25.17298	24.01228
2	.7	20	60	.25	22.88863	22.00568
2	.7	20	60	.5	24.77852	23.66918
2	.7	20	60	.75	26.66841	25.29971
2	.7	20	75	.25	24.38602	23.32636
2	.7	20	75	.5	26.39954	25.0698
2	.7	20	75	.75	28.41306	26.77452
2	.7	25	30	.25	24.1553	23.12419
2	.7	25	30	.5	26.14977	24.85561
2	.7	25	30	.75	28.14424	26.54922
2	.7	25	60	.25	25.59027	24.37365
2	.7	25	60	.5	27.70323	26.17806
2	.7	25	60	.75	29.81618	27.93881
2	.7	25	75	.25	27.2644	25.80685
2	.7	25	75	.5	29.51559	27.69104
2	.7	25	75	.75	31.76677	29.5243
2	.7	30	30	.25	26.4608	25.12225
2	.7	30	30	.5	28.64564	26.96887
2	.7	30	30	.75	30.83047	28.7681
2	.7	30	60	.25	28.03274	26.45555
2	.7	30	60	.5	30.34737	28.37442
2	.7	30	60	.75	32.66199	30.23885
2	.7	30	75	.25	29.86665	27.98032
2	.7	30	75	.5	32.3327	29.97698
2	.7	30	75	.75	34.79876	31.91054
2	1	20	30	.25	25.8231	24.57457
2	1	20	30	.5	27.95528	26.39042
2	1	20	30	.75	30.08746	28.16163
2	1	20	60	.25	27.35715	25.88546
2	1	20	60	.5	29.616	27.77391
2	1	20	60	.75	31.87484	29.61099

2	1	20	75	.25	29.14687	27.38588
2	1	20	75	.5	31.55349	29.35283
2	1	20	75	.75	33.96011	31.26015
2	1	25	30	.25	28.8711	27.15676
2	1	25	30	.5	31.25496	29.11205
2	1	25	30	.75	33.63881	31.00901
2	1	25	60	.25	30.58622	28.56936
2	1	25	60	.5	33.11169	30.59464
2	1	25	60	.75	35.63715	32.55331
2	1	25	75	.25	32.58718	30.17945
2	1	25	75	.5	35.27787	32.27878
2	1	25	75	.75	37.96855	34.30136
2	1	30	30	.25	31.62671	29.41175
2	1	30	30	.5	34.23809	31.47655
2	1	30	30	.75	36.84947	33.46953
2	1	30	60	.25	33.50553	30.90451
2	1	30	60	.5	36.27204	33.03508
2	1	30	60	.75	39.03854	35.08417
2	1	30	75	.25	35.69747	32.59926
2	1	30	75	.5	38.64497	34.79766
2	1	30	75	.75	41.59247	36.90296
2	1.3	20	30	.25	29.44286	27.63096
2	1.3	20	30	.5	31.87393	29.61026
2	1.3	20	30	.75	34.30499	31.52851
2	1.3	20	60	.25	31.19195	29.06111
2	1.3	20	60	.5	33.76743	31.10967
2	1.3	20	60	.75	36.34291	33.08859
2	1.3	20	75	.25	33.23254	30.6899
2	1.3	20	75	.5	35.97651	32.81136
2	1.3	20	75	.75	38.72048	34.85275
2	1.3	25	30	.25	32.91812	30.44175
2	1.3	25	30	.5	35.63613	32.55253
2	1.3	25	30	.75	38.35414	34.58487
2	1.3	25	60	.25	34.87365	31.96827
2	1.3	25	60	.5	37.75314	34.14228
2	1.3	25	60	.75	40.63261	36.2276
2	1.3	25	75	.25	37.15511	33.69805
2	1.3	25	75	.5	40.22296	35.93636
2	1.3	25	75	.75	43.29081	38.07374
2	1.3	30	30	.25	36.05999	32.87465
2	1.3	30	30	.5	39.03743	35.08336
2	1.3	30	30	.75	42.01486	37.19702
2	1.3	30	60	.25	38.20218	34.47333
2	1.3	30	60	.5	41.35648	36.73784
2	1.3	30	60	.75	44.51079	38.89573
2	1.3	30	75	.25	40.70138	36.27632
2	1.3	30	75	.5	44.06204	38.59522
2	1.3	30	75	.75	47.42271	40.79394

IFREMER



AMELIORATION DE LA MYTILICULTURE DANS LA BAIE DE L' AIGUILLON

RAPPORT GENERAL - TOME II A

MISE AU POINT DU MODELE MATHEMATIQUE

FIGURES

LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE DE FRANCE

19 Rue Eugène Renault - 94 700 MAISONS - ALFORT

MARS 1987

LISTE DES FIGURES

-.-.-

- 1.1. Influence du coefficient de Strickler du fond sur le Strickler total
- 1.2. Variation du Strickler total en fonction de la densité
- 1.3. Influence de la distance entre pieux sur le Strickler total
- 1.4. Influence de la distance entre rangées sur le Strickler total
- 1.5. Influence de l'angle sur le Strickler total
- 1.6. Influence du pourcentage de bouchots non garnis sur le Strickler total

2.1. Plan du modèle mathématique

- 3.1. Comparaison des courbes de marées nature/modèle mathématique en Vives-Eaux
- 3.2. Comparaison des courbes de marées nature/modèle mathématique en Mortes-Eaux
- 3.3. Comparaison des vitesses modèle et nature en Vives-Eaux
- 3.4. Comparaison des vitesses modèle et nature en Mortes-Eaux
- 3.5. Comparaison des trajectoires de Flot
- 3.6. Comparaison des trajectoires de Jusant

Plans des champs de courants

- 6 Champs généraux en Vives-Eaux
- 6 Champs de détail dans la zone des Bouchots en Vives-Eaux
- 6 Champs généraux en Mortes-Eaux
- 6 Champs de détail dans la zone des Bouchots en Mortes-Eaux

o o o

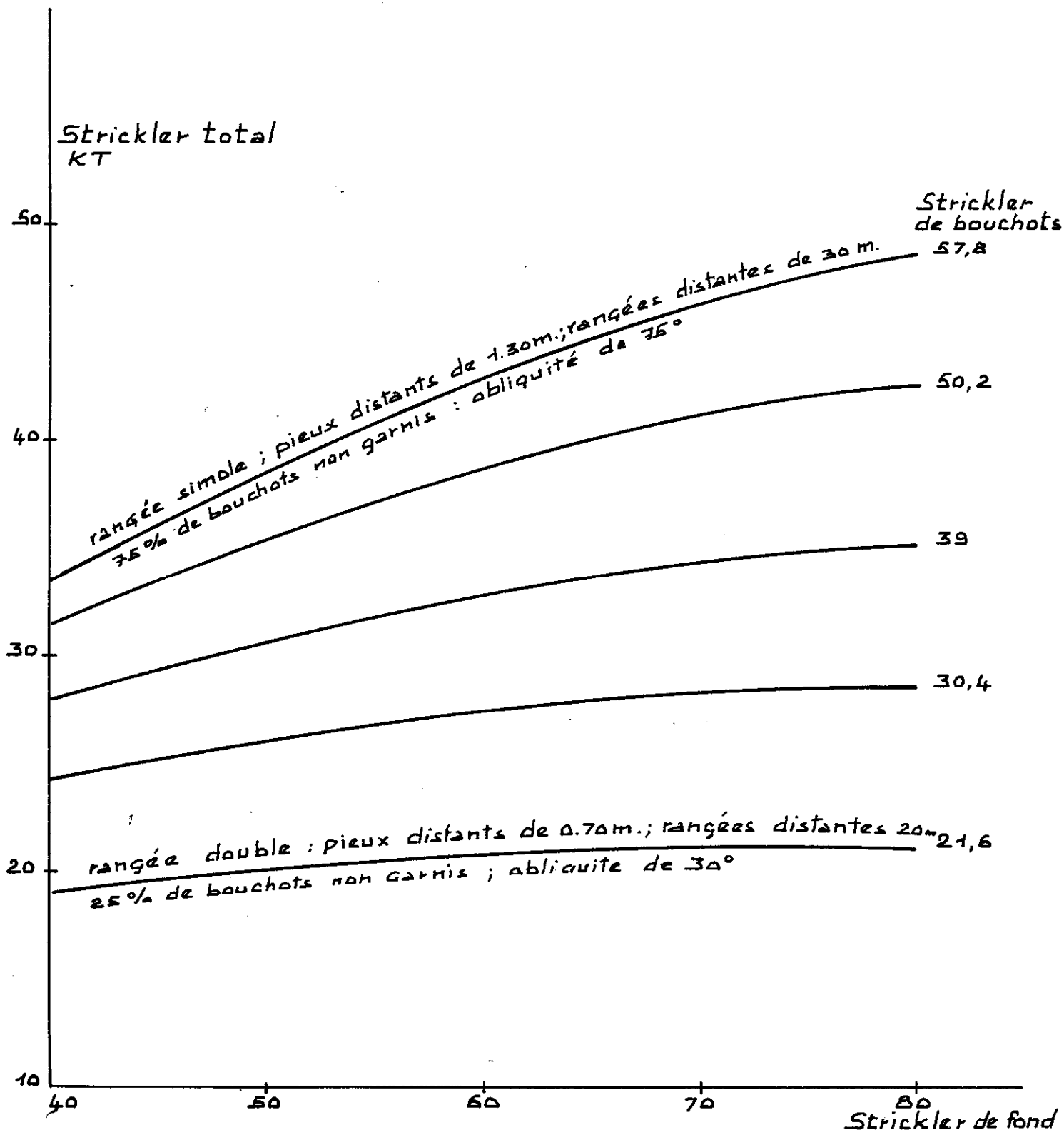


Fig 1.1 : Influence du coefficient de Strickler du fond sur le Strickler total

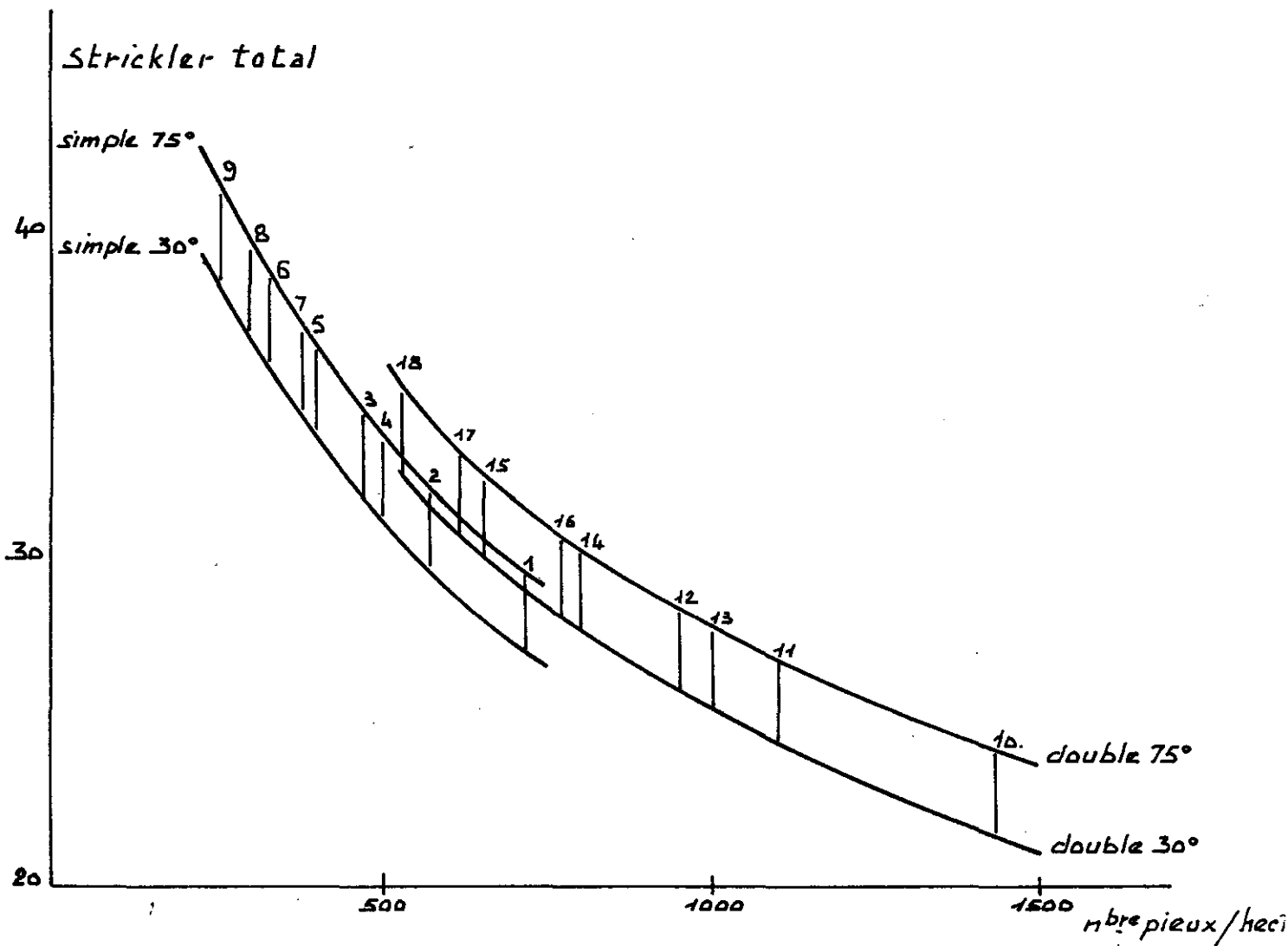


FIG 1.2 : Variation du Strickler Total en fonction de la densité (strickler de fond : 60)

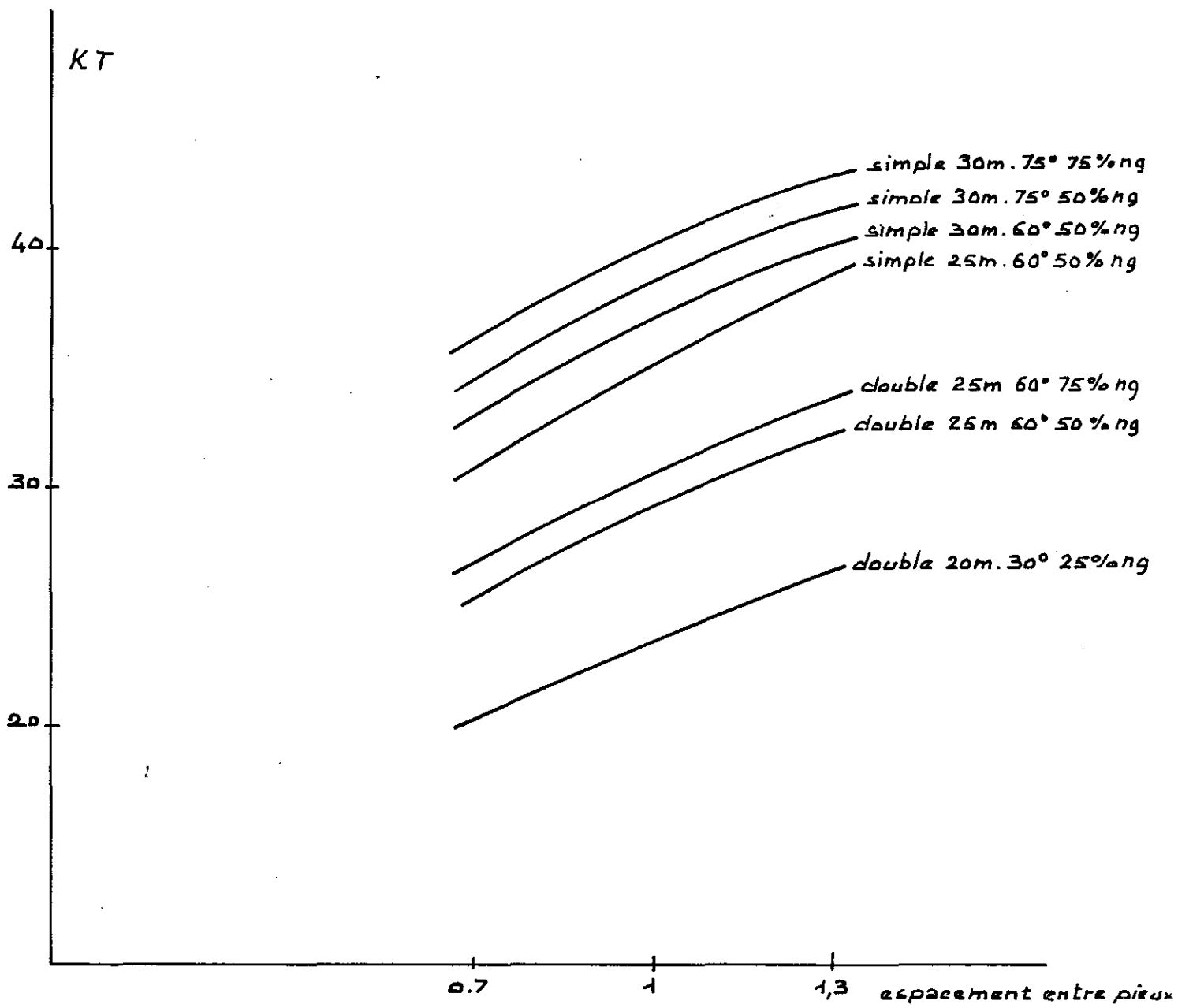


Fig 1.3: Influence de la distance entre pieux sur le Strickler total (Strickler de fond = 60)

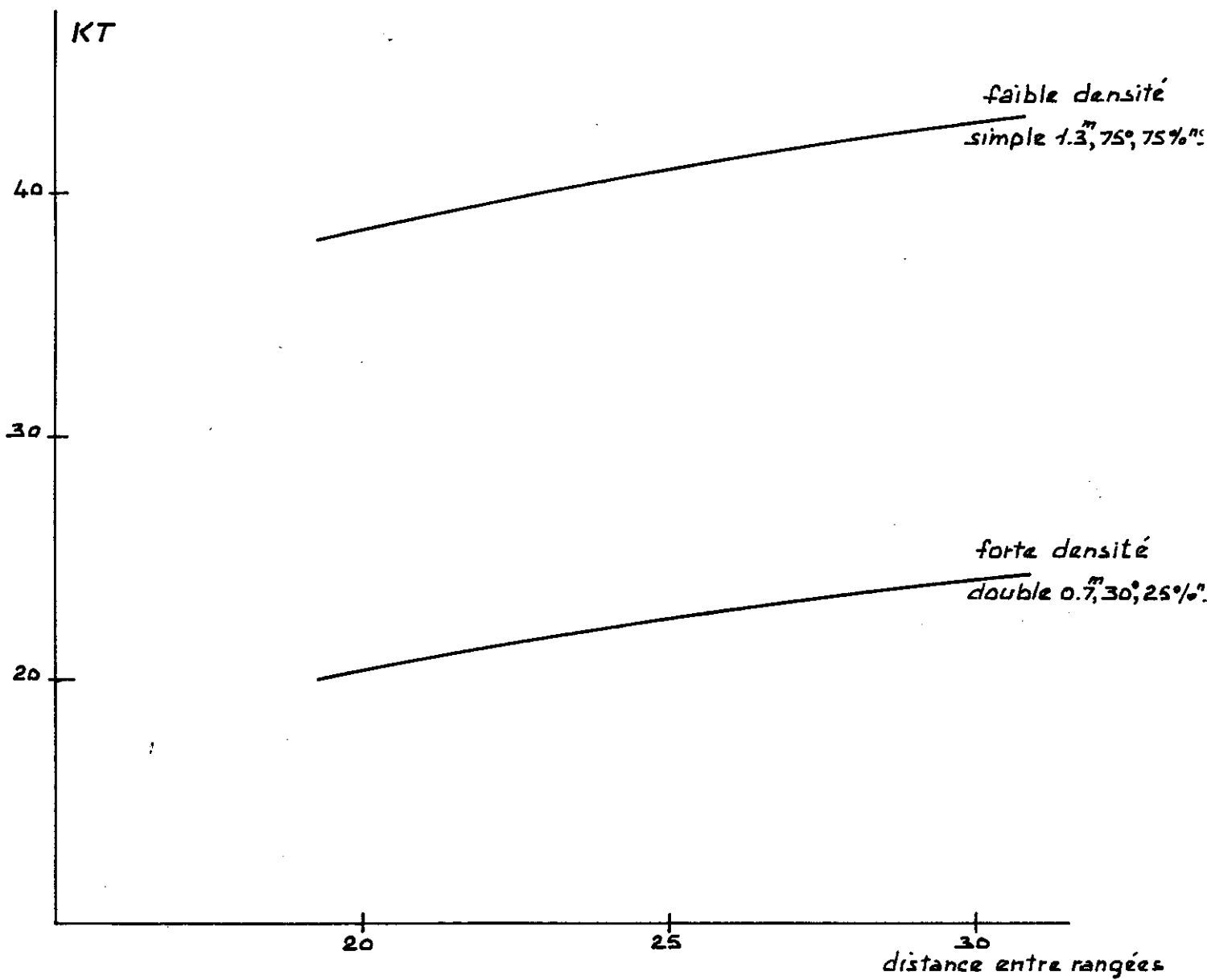


FIG 1.4 : Influence de la distance entre rangées sur le Strickler Total (strickler de fond = 60)

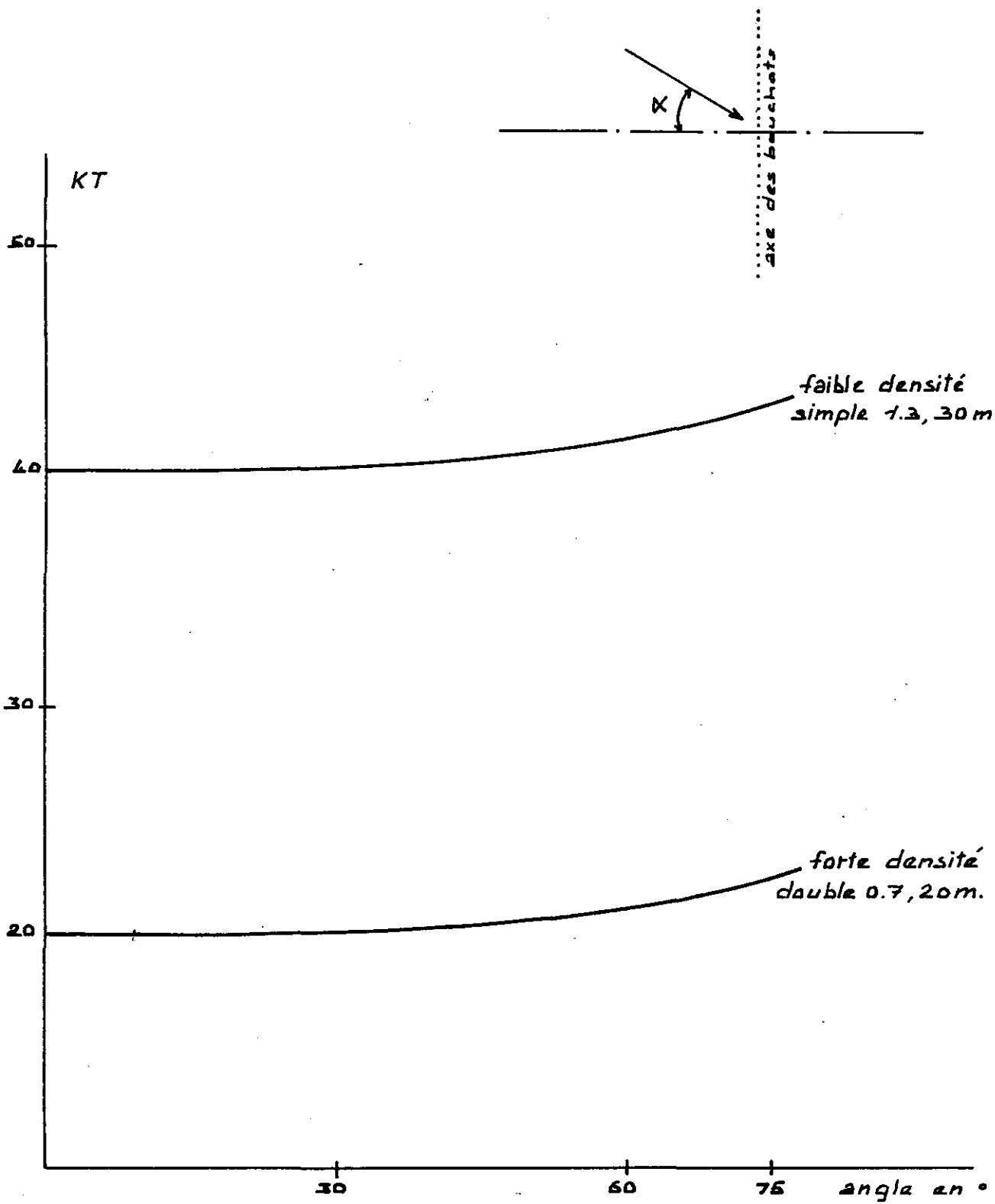


Fig 1.5: Influence de l'angle sur le Strickler total
(Strickler de fond = 60)

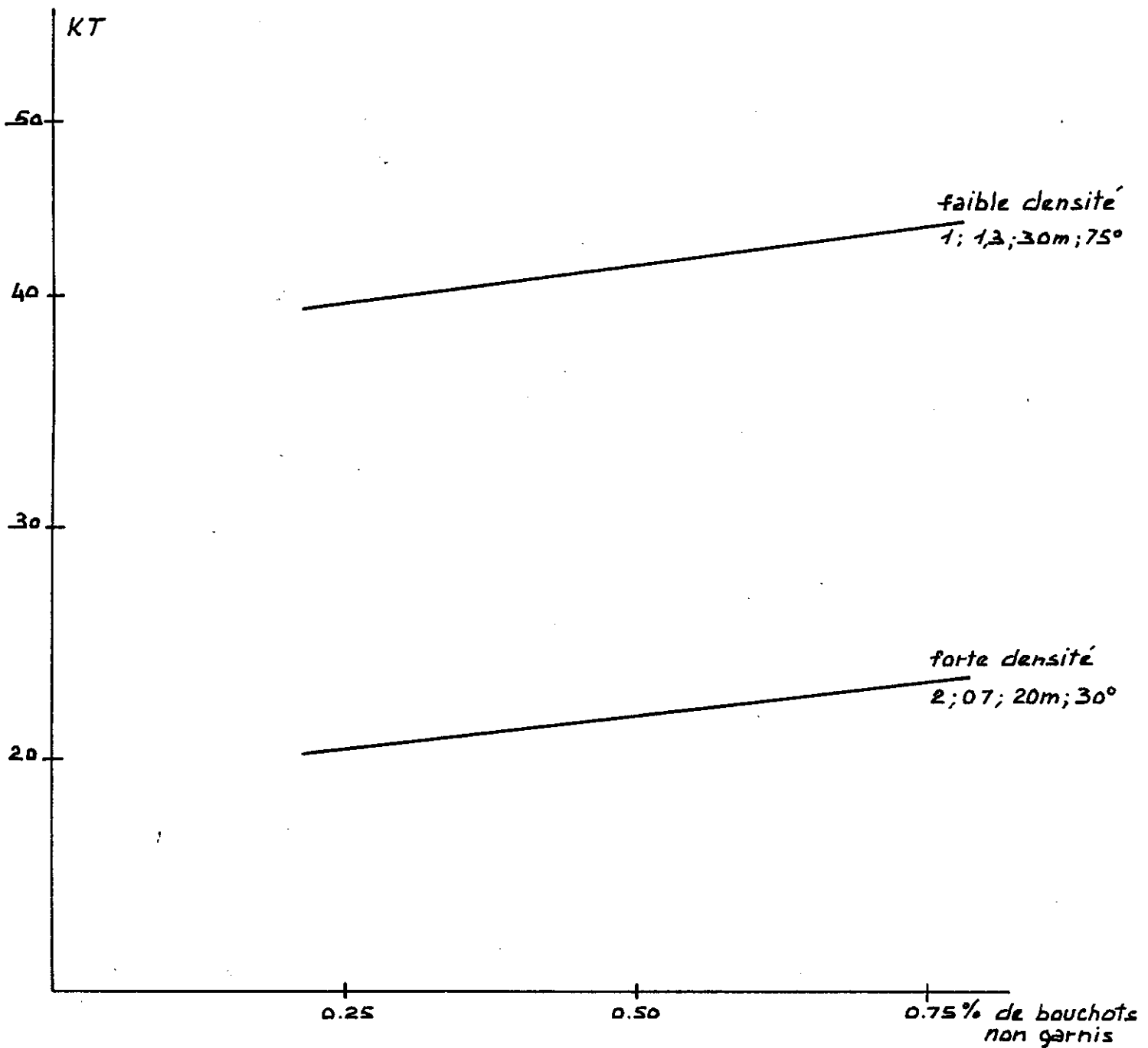
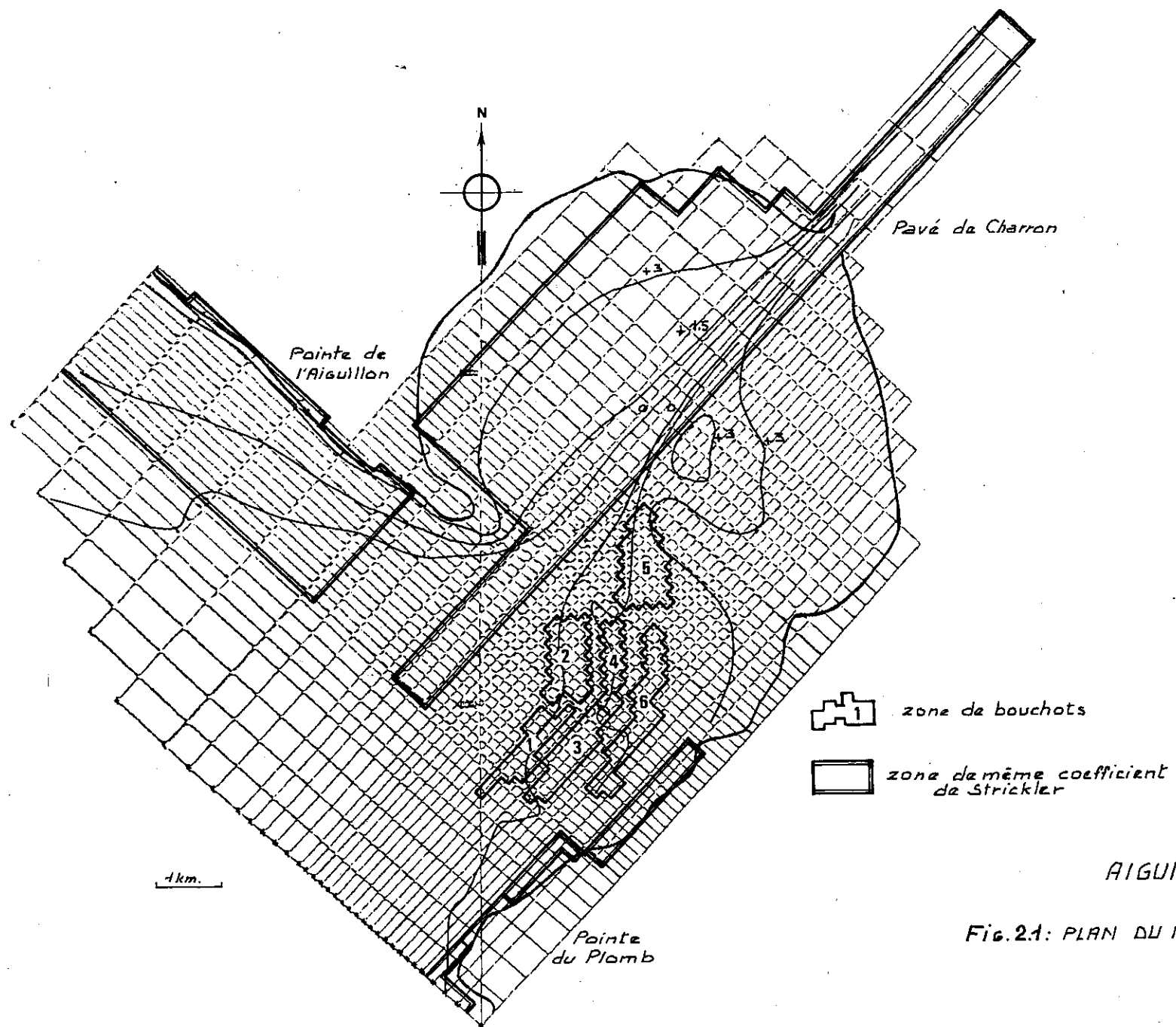


Fig 1.6: Influence du pourcentage de bouchots non garnis sur le Strickler total (Strickler de fond = 60; loi supposée linéaire.)



AIGUILLON-BOUCHOTS

Fig.2.1: PLAN DU MODELE MATHEMATIQUE

MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

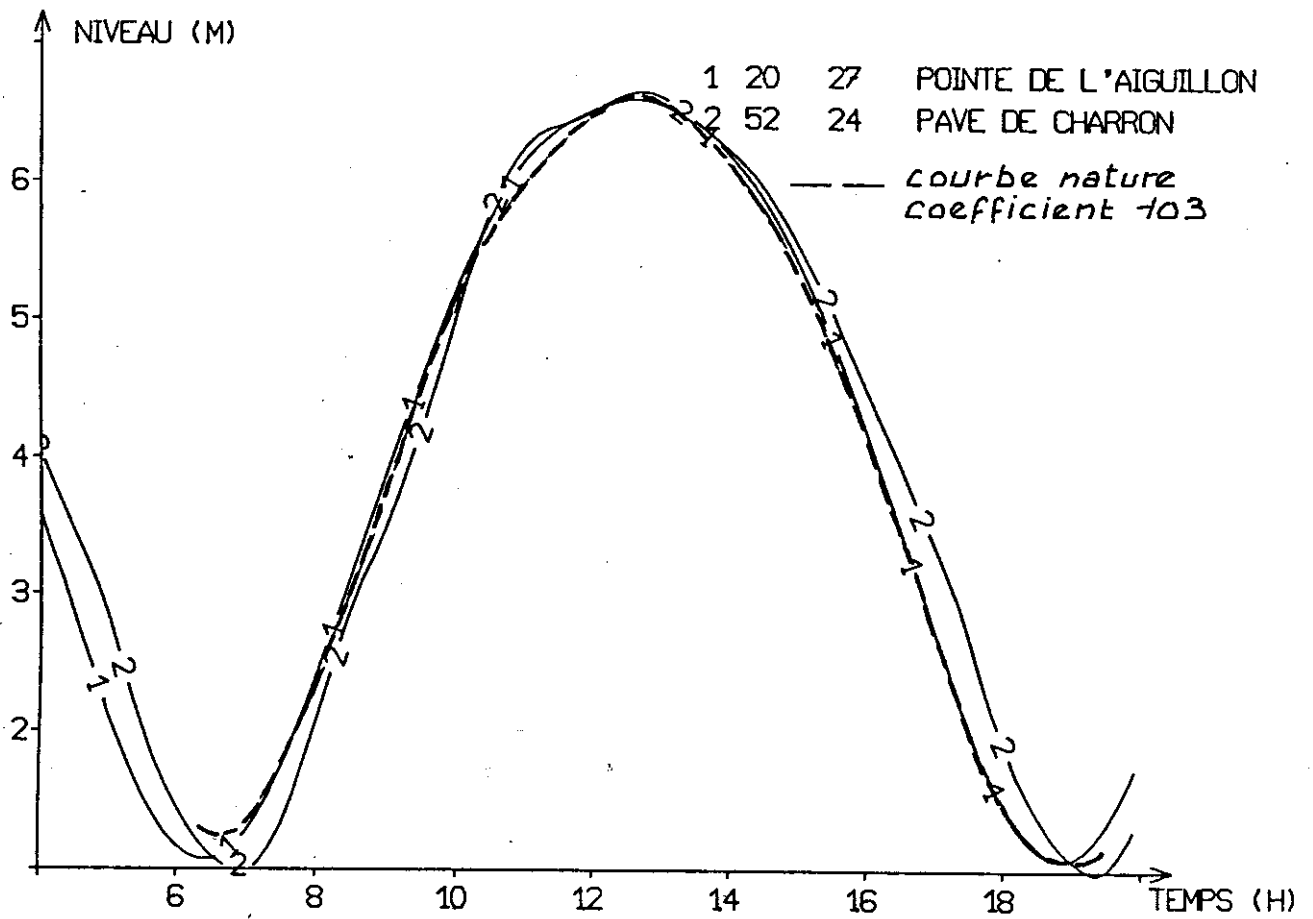


Figure 3.1.

MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

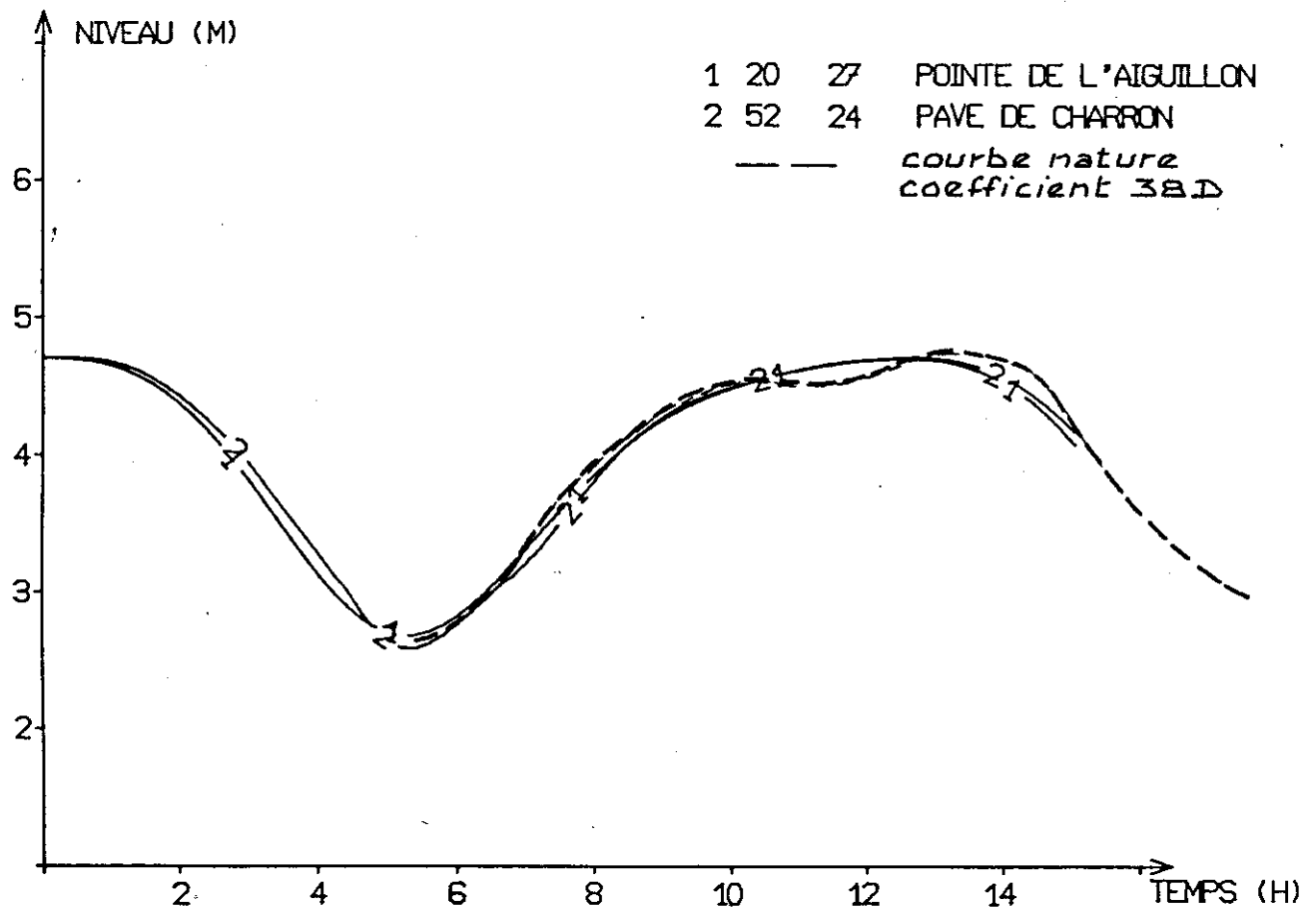


Figure 3.2.

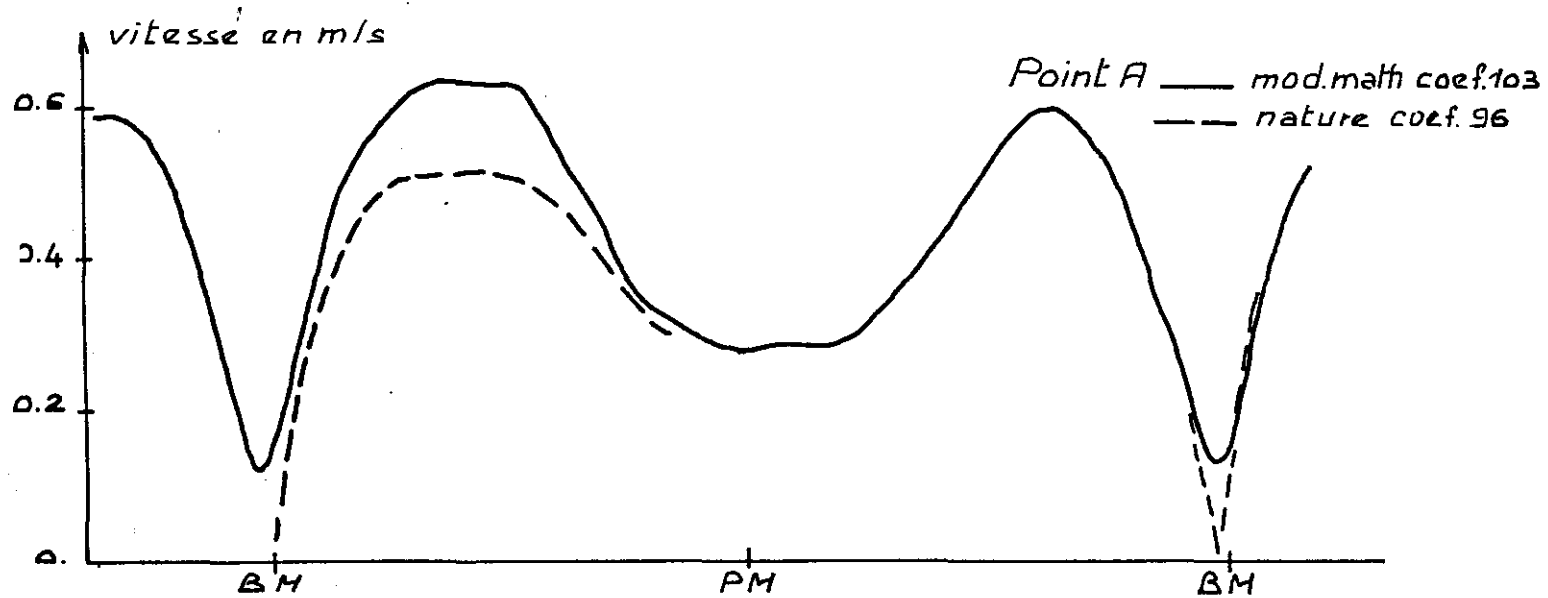
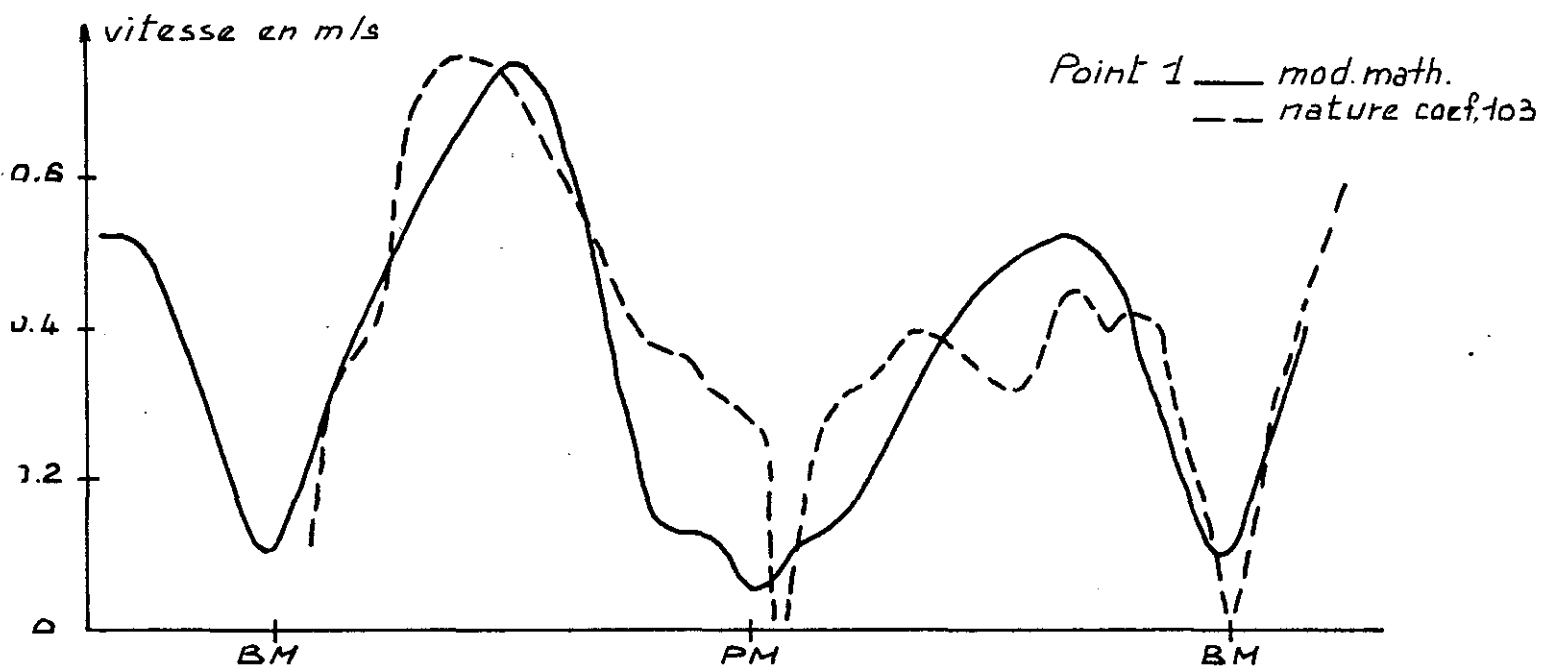
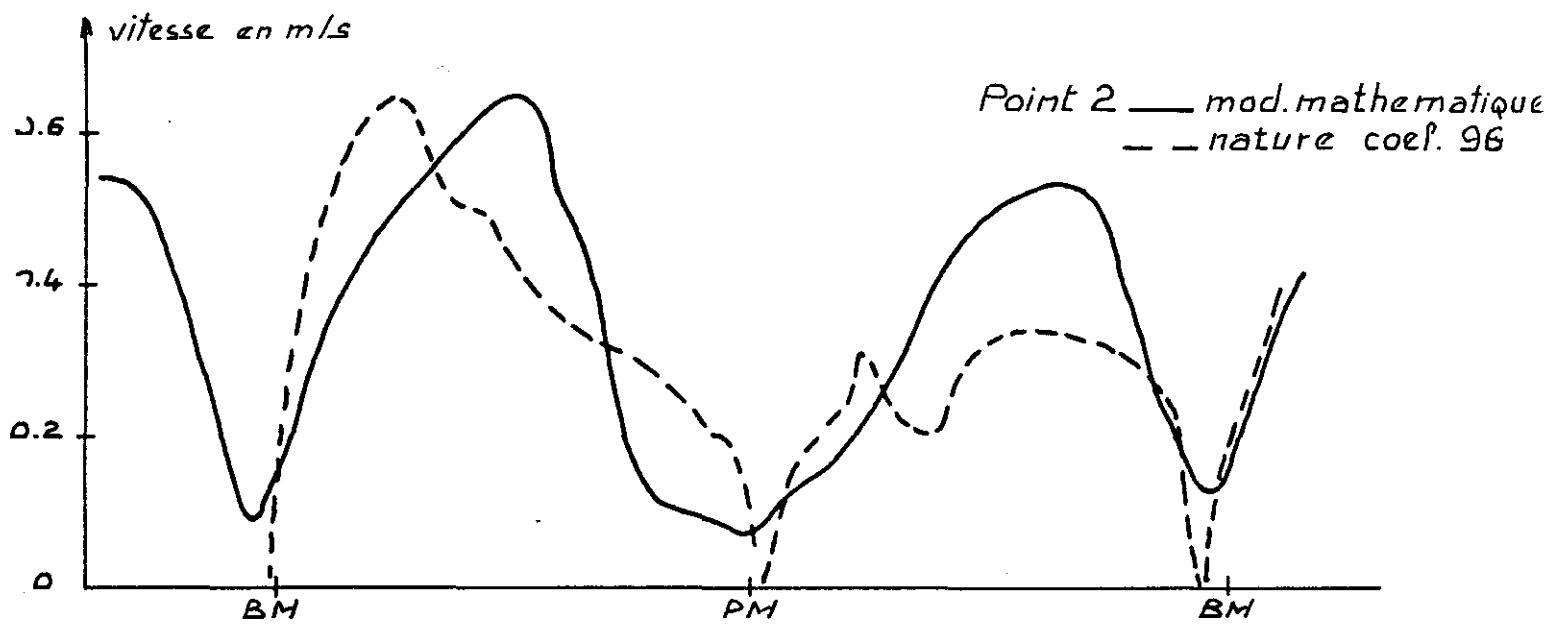


FIG 3.3 : Comparaison des vitesses modèle et nature VE

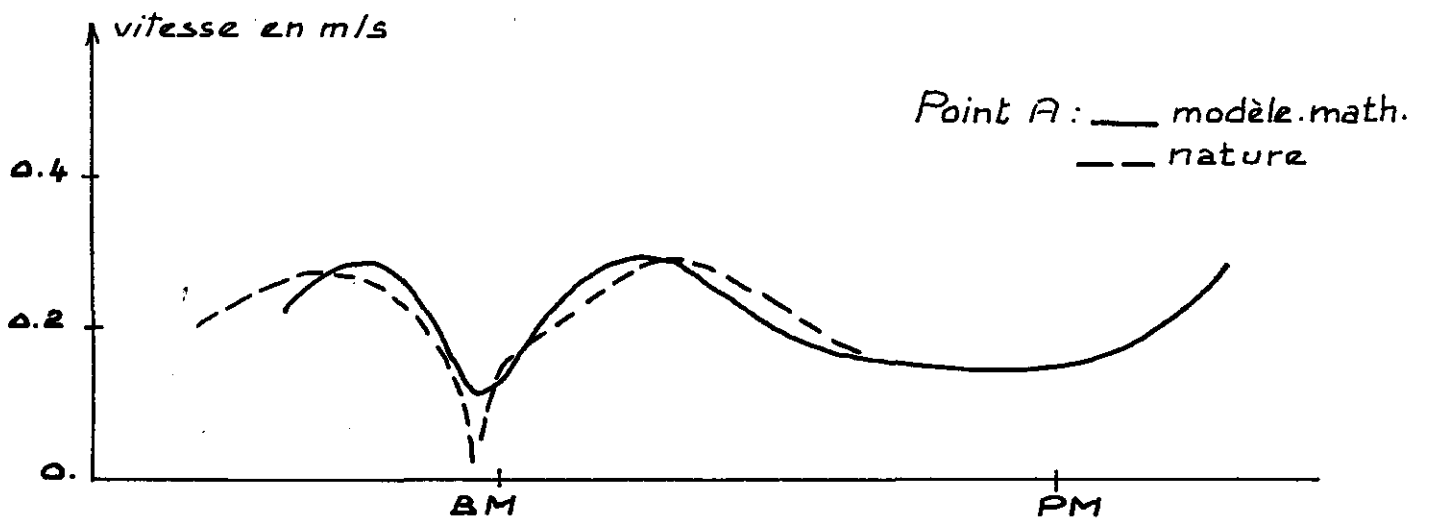
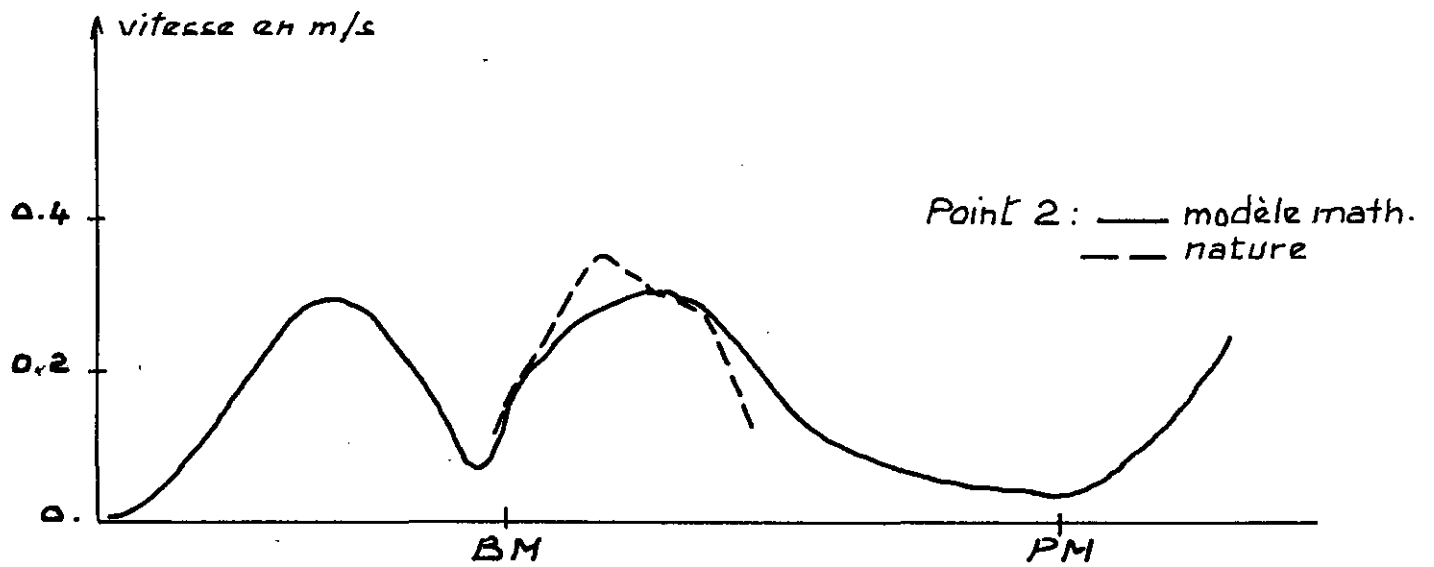


Fig : 3.4 : Comparaison des vitesses modèle et nature ME

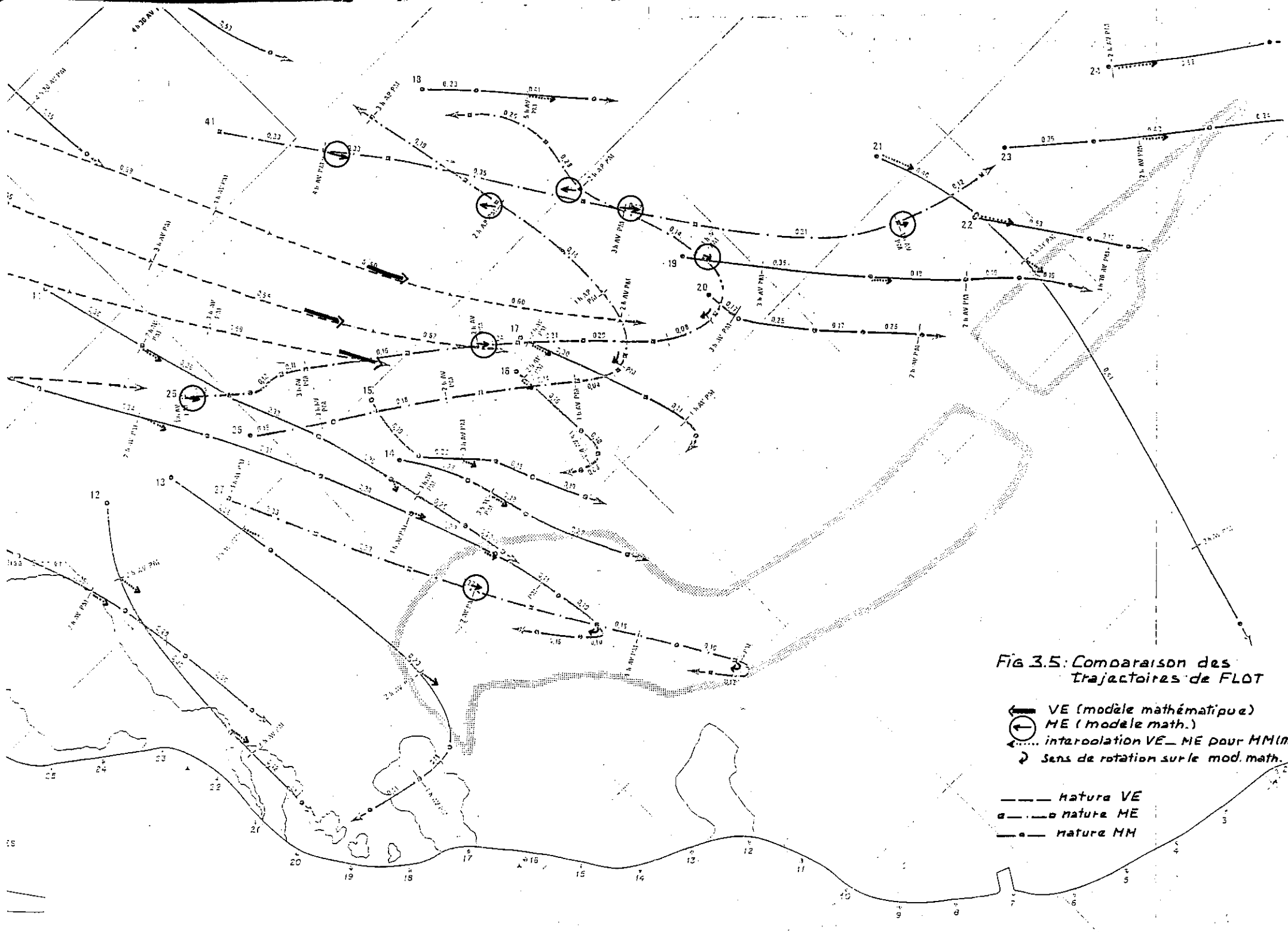


Fig 3.5: Comparaison des trajectoires de FLOT

- ➡ VE (modèle mathématique)
- ⊙ ME (modèle math.)
- ⋯ interpolation VE - ME pour MM(mod.)
- ↻ Sens de rotation sur le mod. math.

- nature VE
- - - nature ME
- ⋯ nature MM

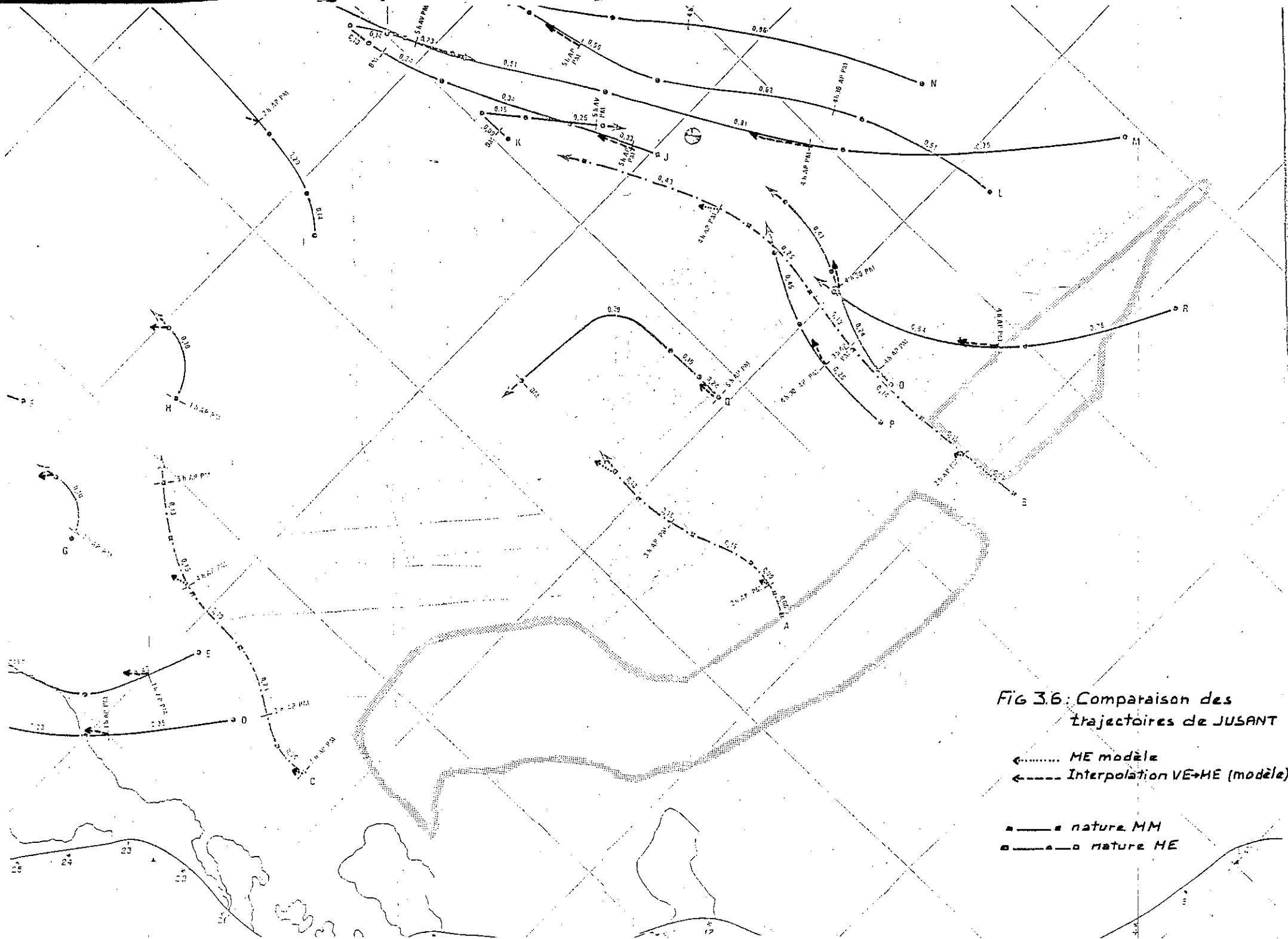


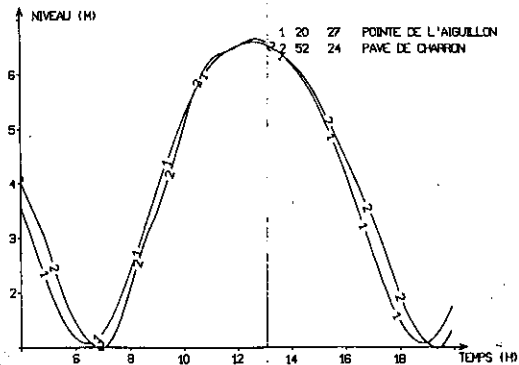
FIG 3.6: Comparaison des trajectoires de JUSANT

MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 M/S. T = 8 HEURES.
 ○ POSTE MESURE COURANT

NORD

MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS



POINTE DE L'AIGILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500

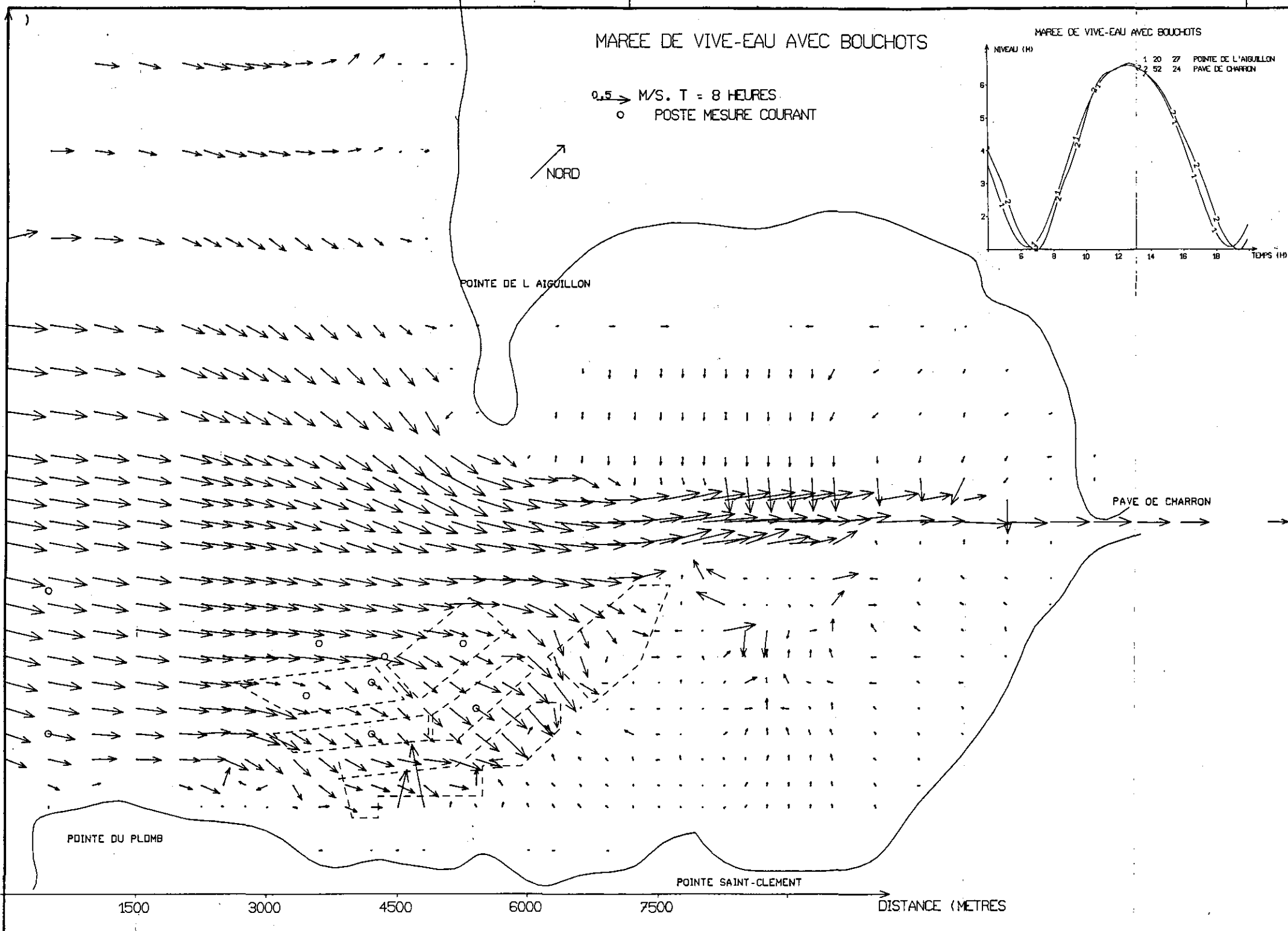
3000

4500

6000

7500

DISTANCE (METRES)

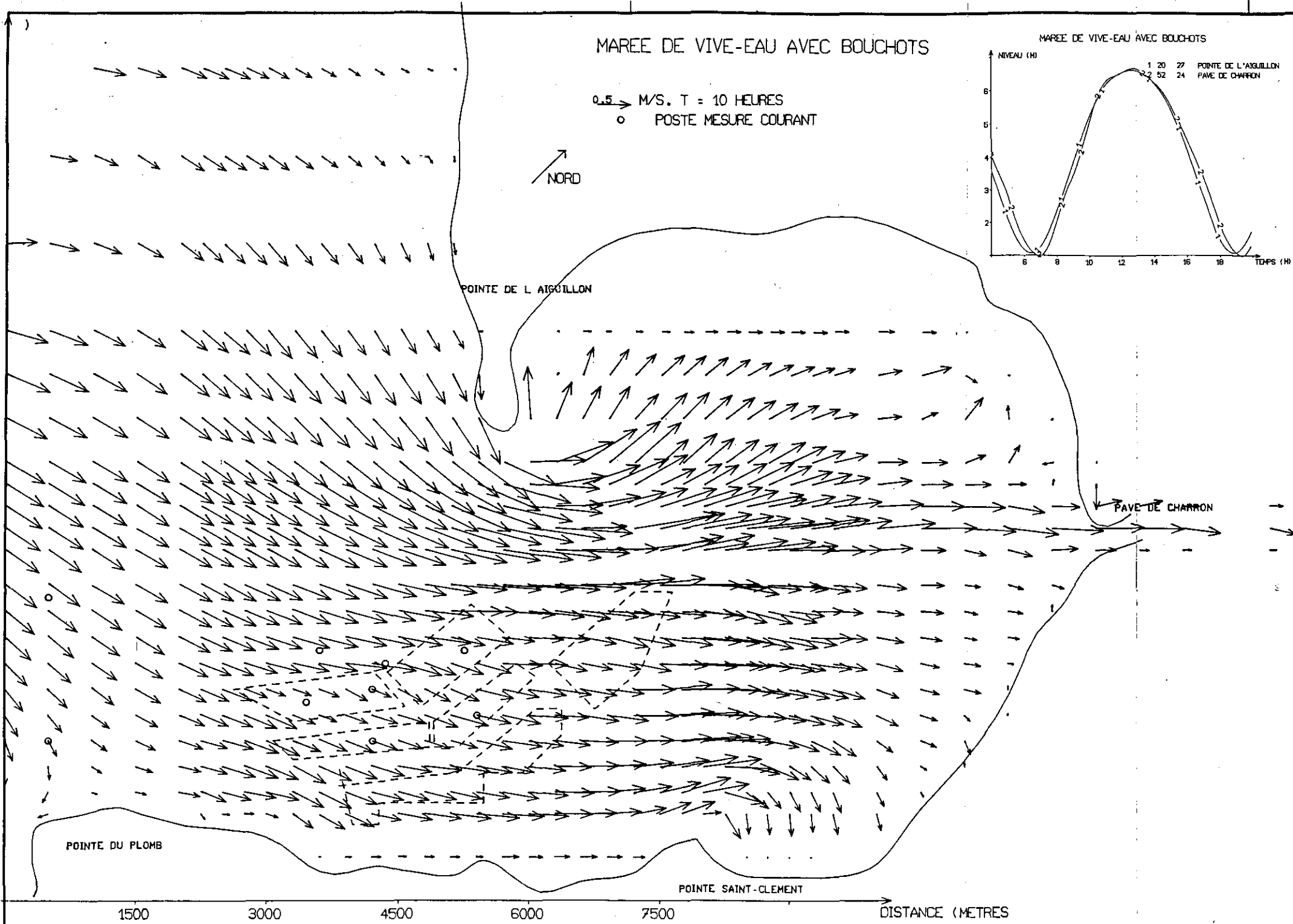
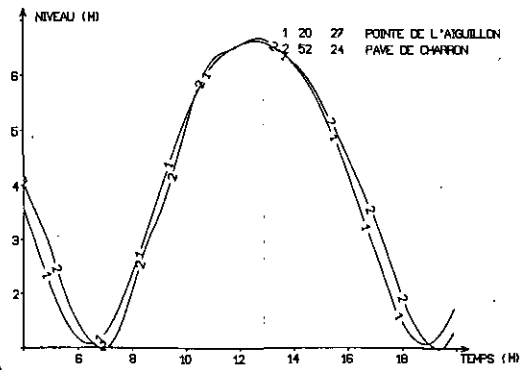


MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 10 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS



POINTE DU PLOMB

POINTE DE L'ARGILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE SAINT-CLEMENT

1500

3000

4500

6000

7500

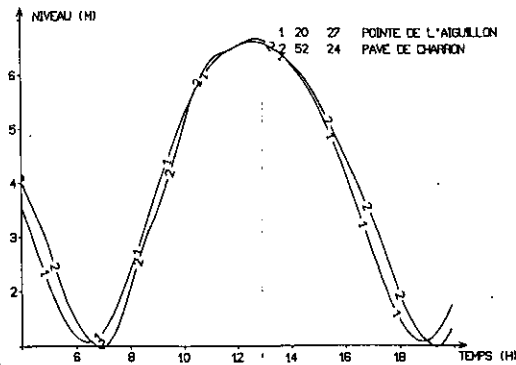
DISTANCE (METRES)

MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 12 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS



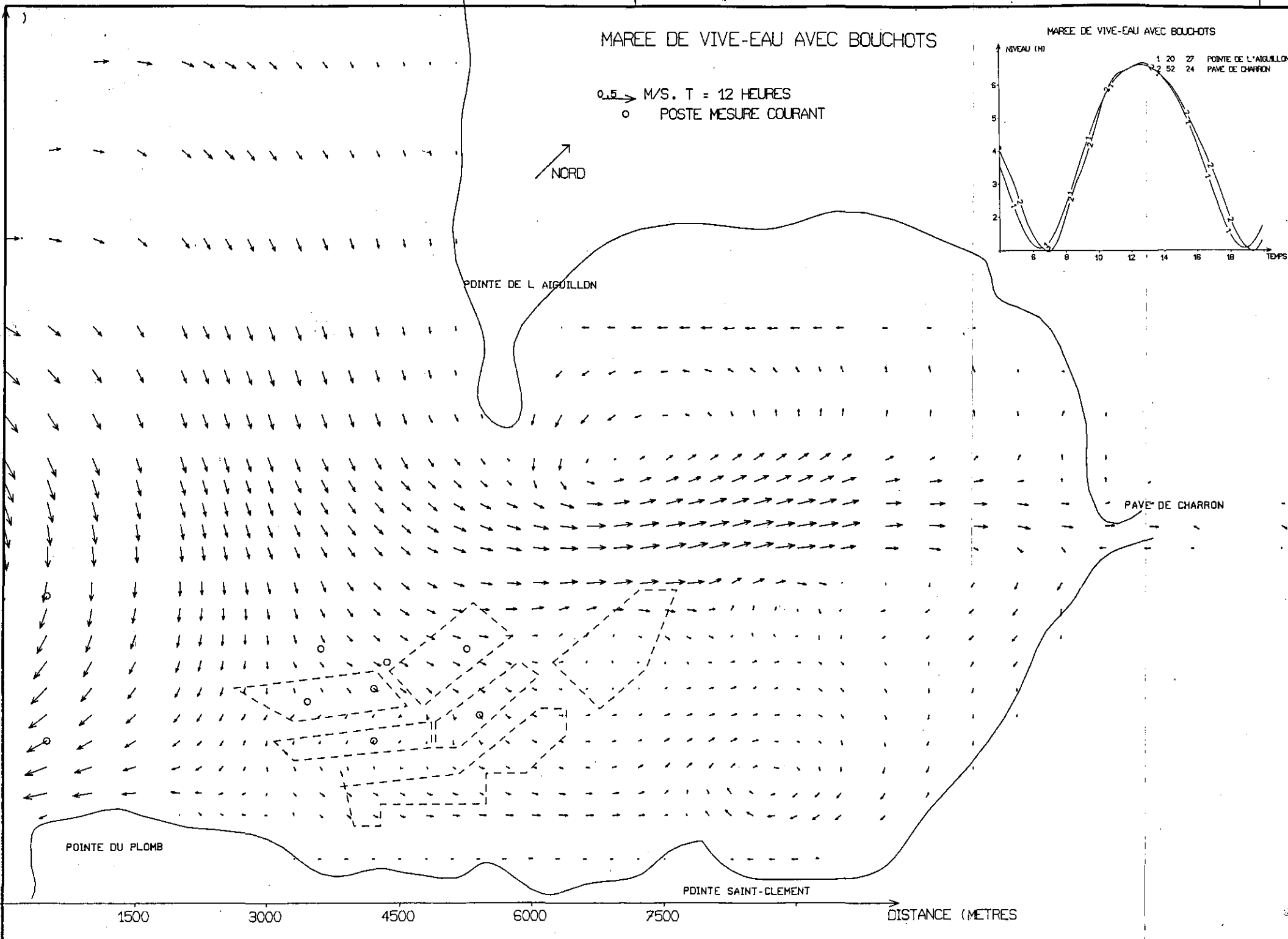
POINTE DE L' AIGUILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (METRES)

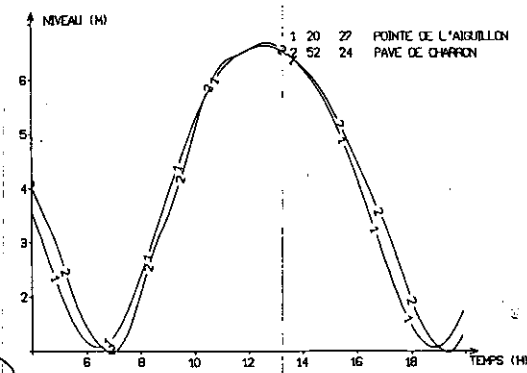


MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S, T = 14 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS



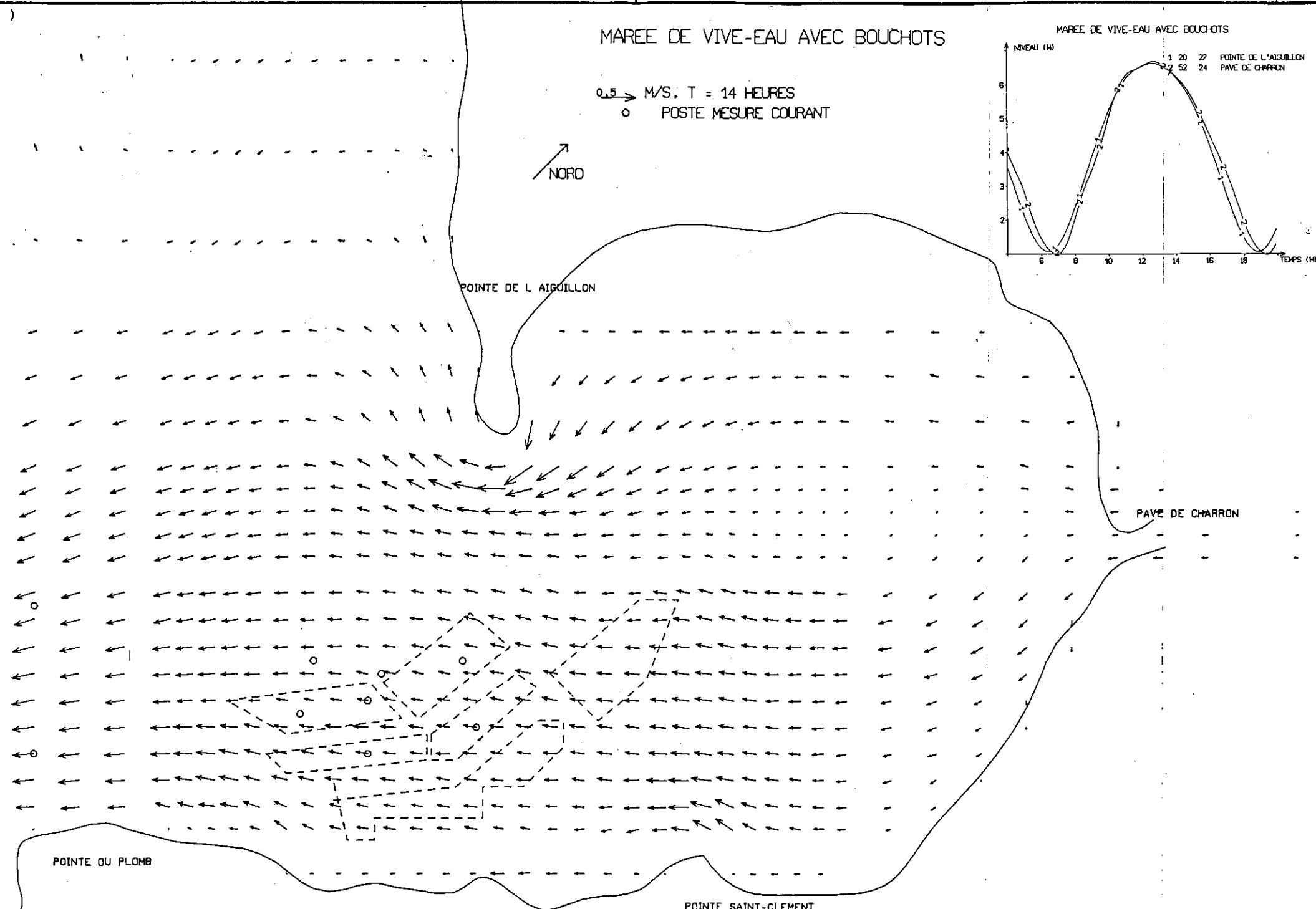
POINTE DE L'AIGILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (METRES)

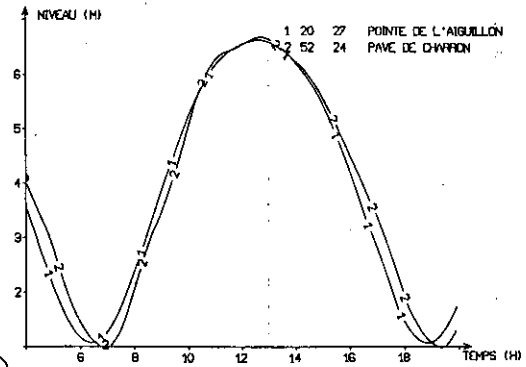


MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 16 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS



POINTE DE L'AIQUILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500

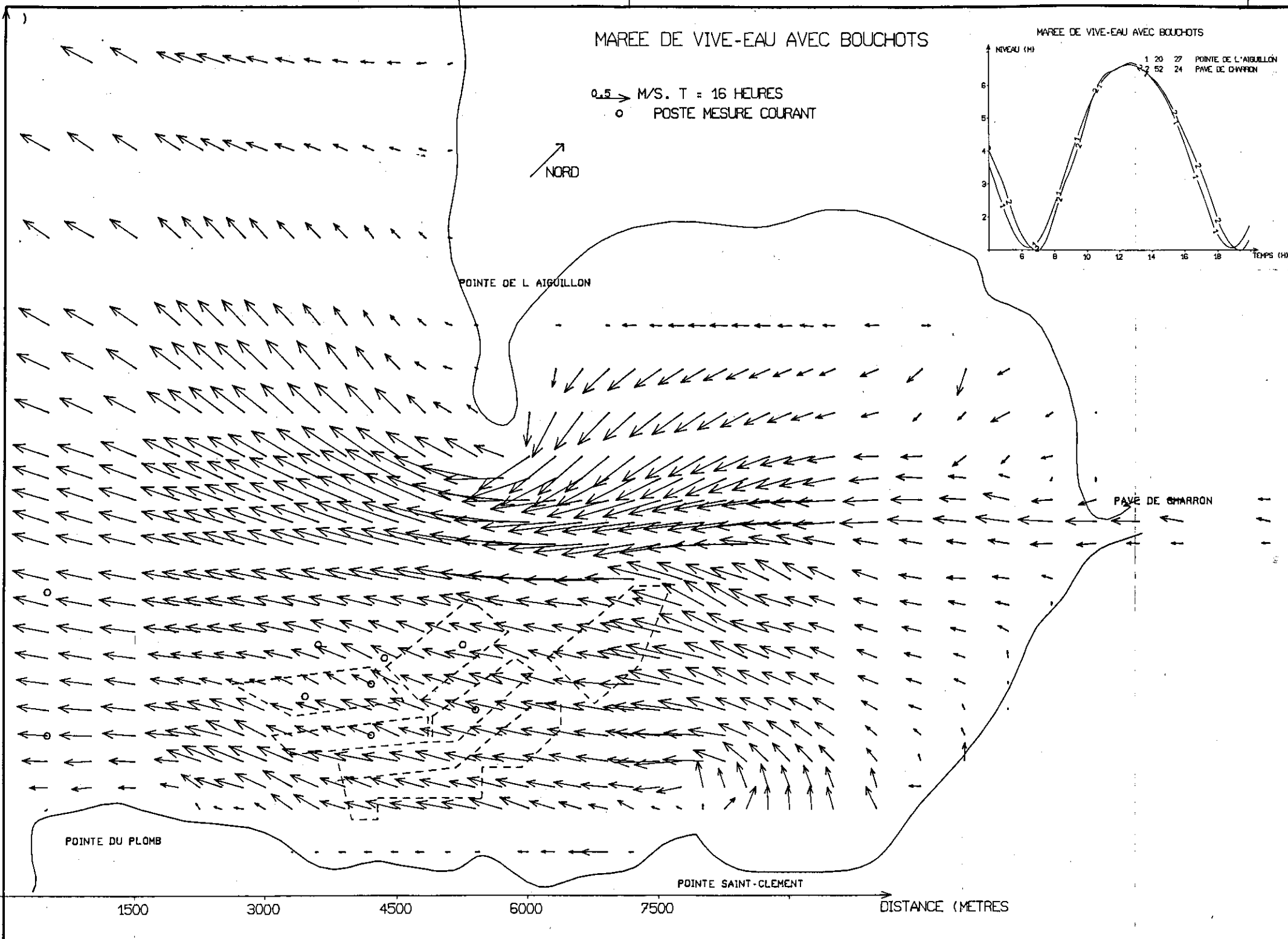
3000

4500

6000

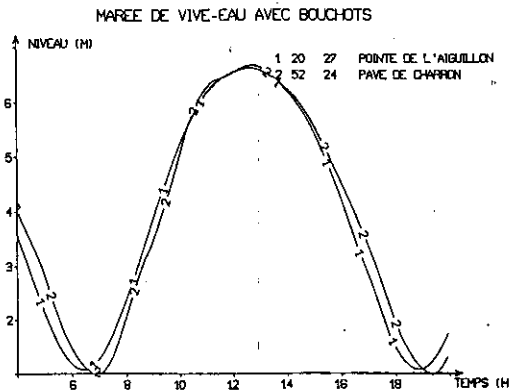
7500

DISTANCE (METRES)



MAREE DE VIVE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 18 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



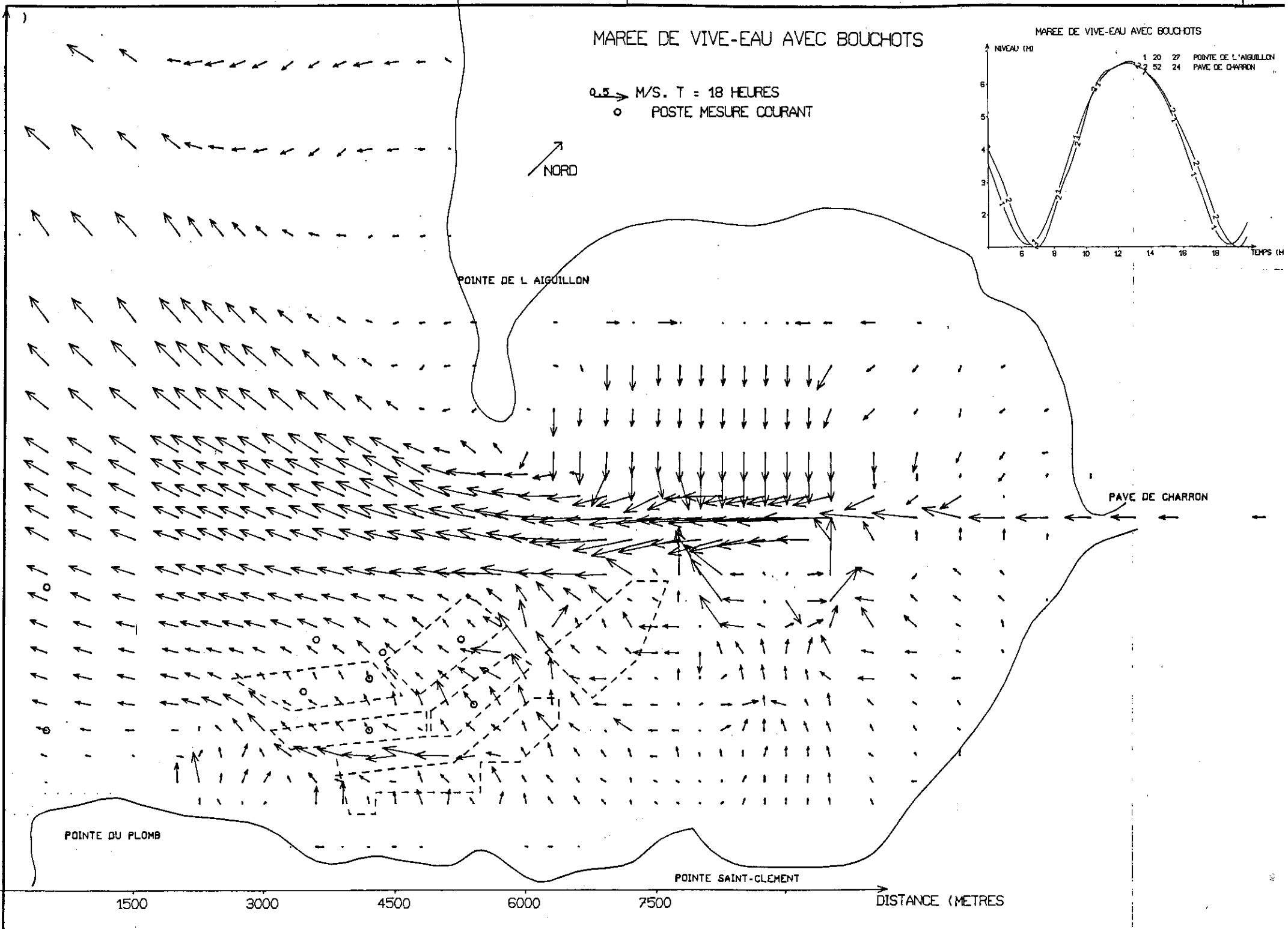
POINTE DE L'AGUILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

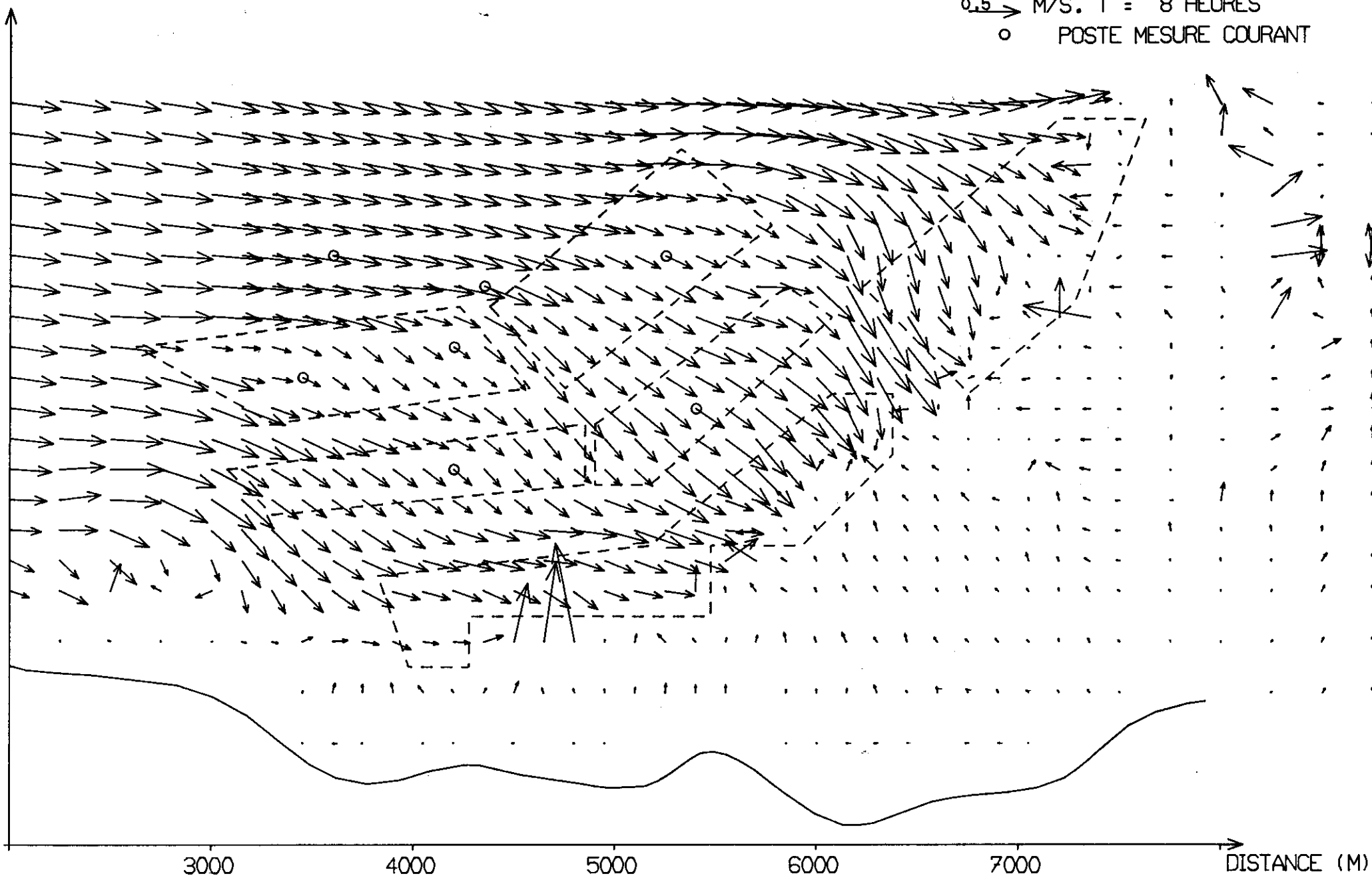
POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (METRES)



VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

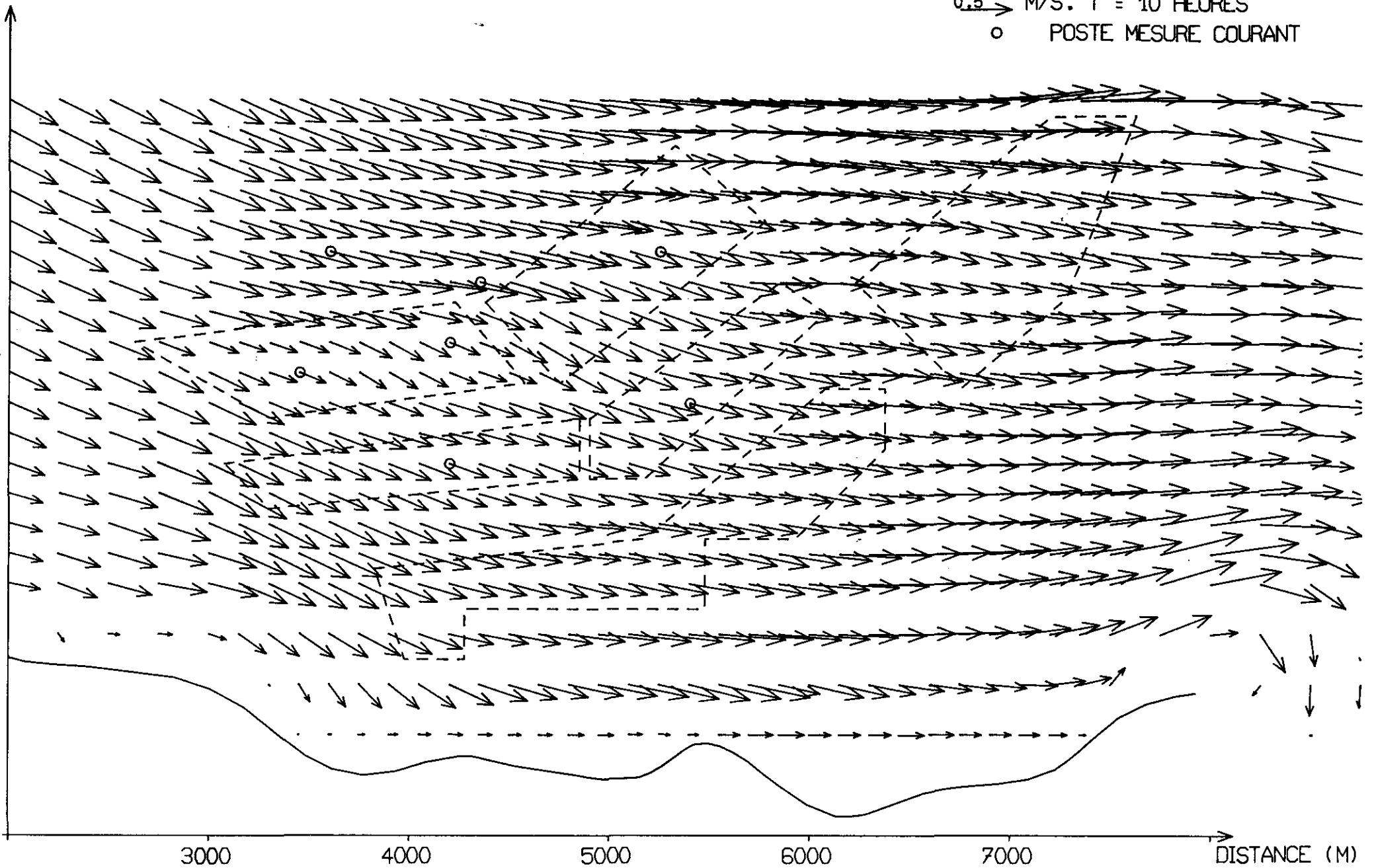
0.5 → M/S. T = 8 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

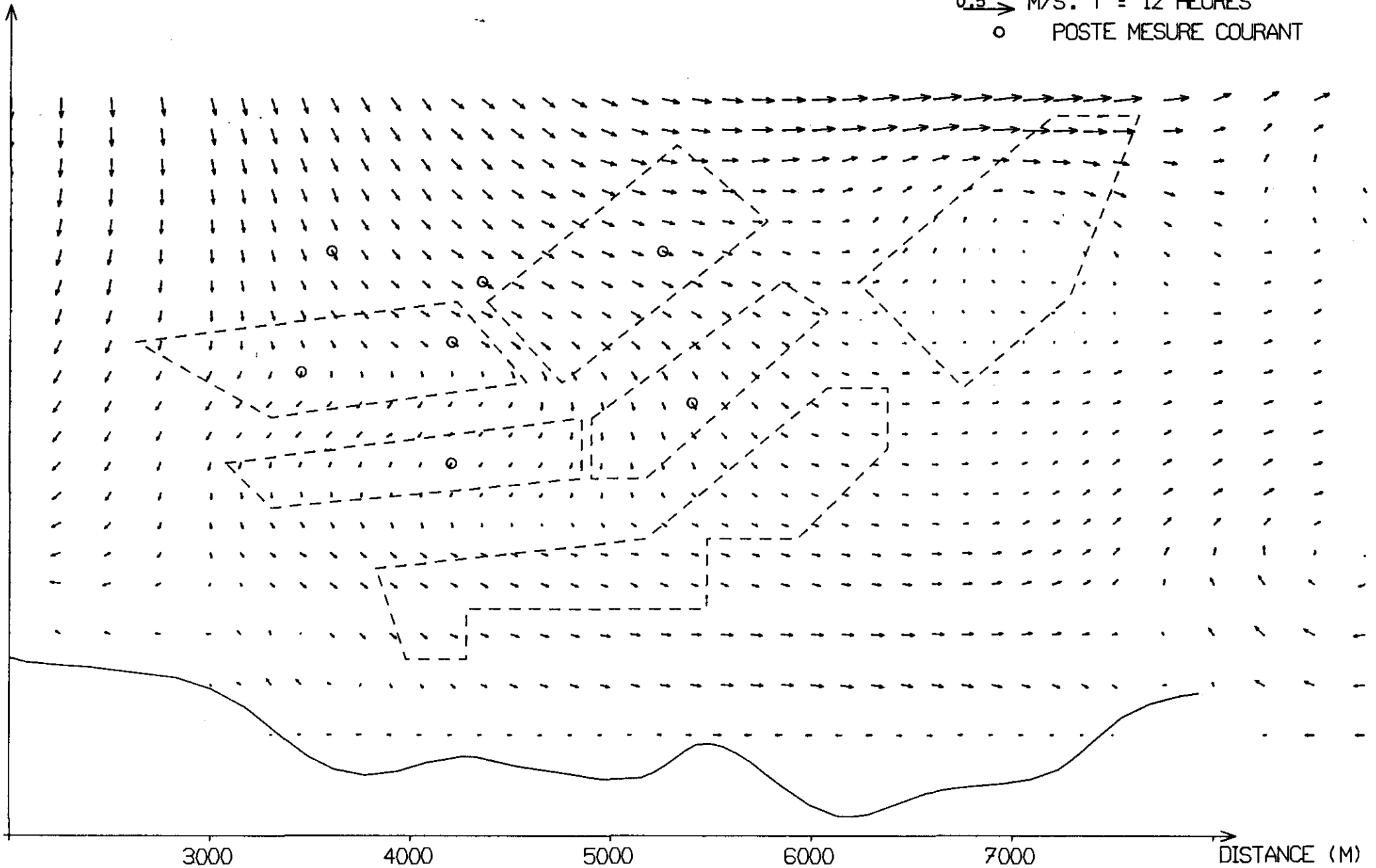
0.5 → M/S. T = 10 HEURES

○ POSTE MESURE COURANT



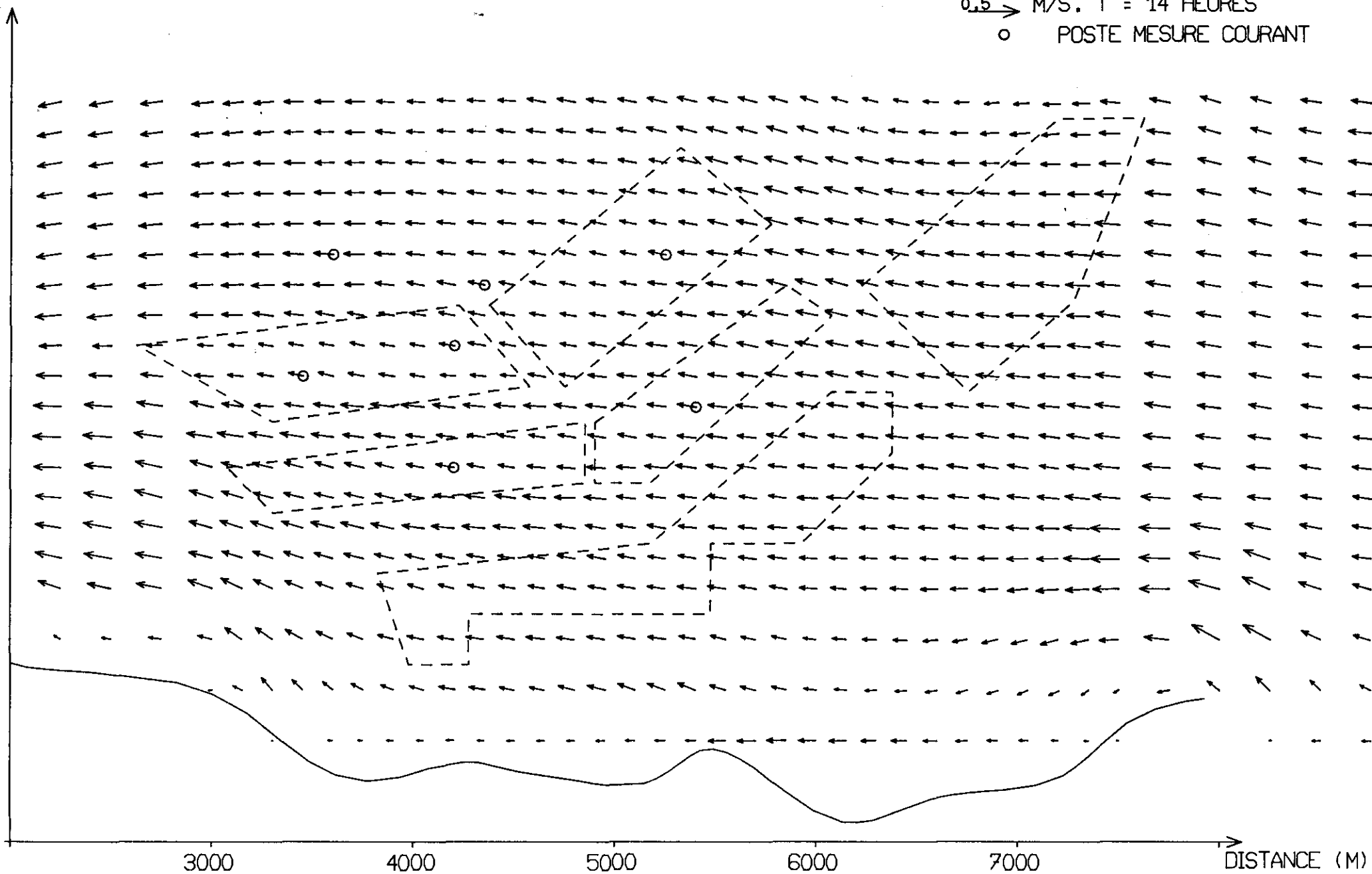
VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 12 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

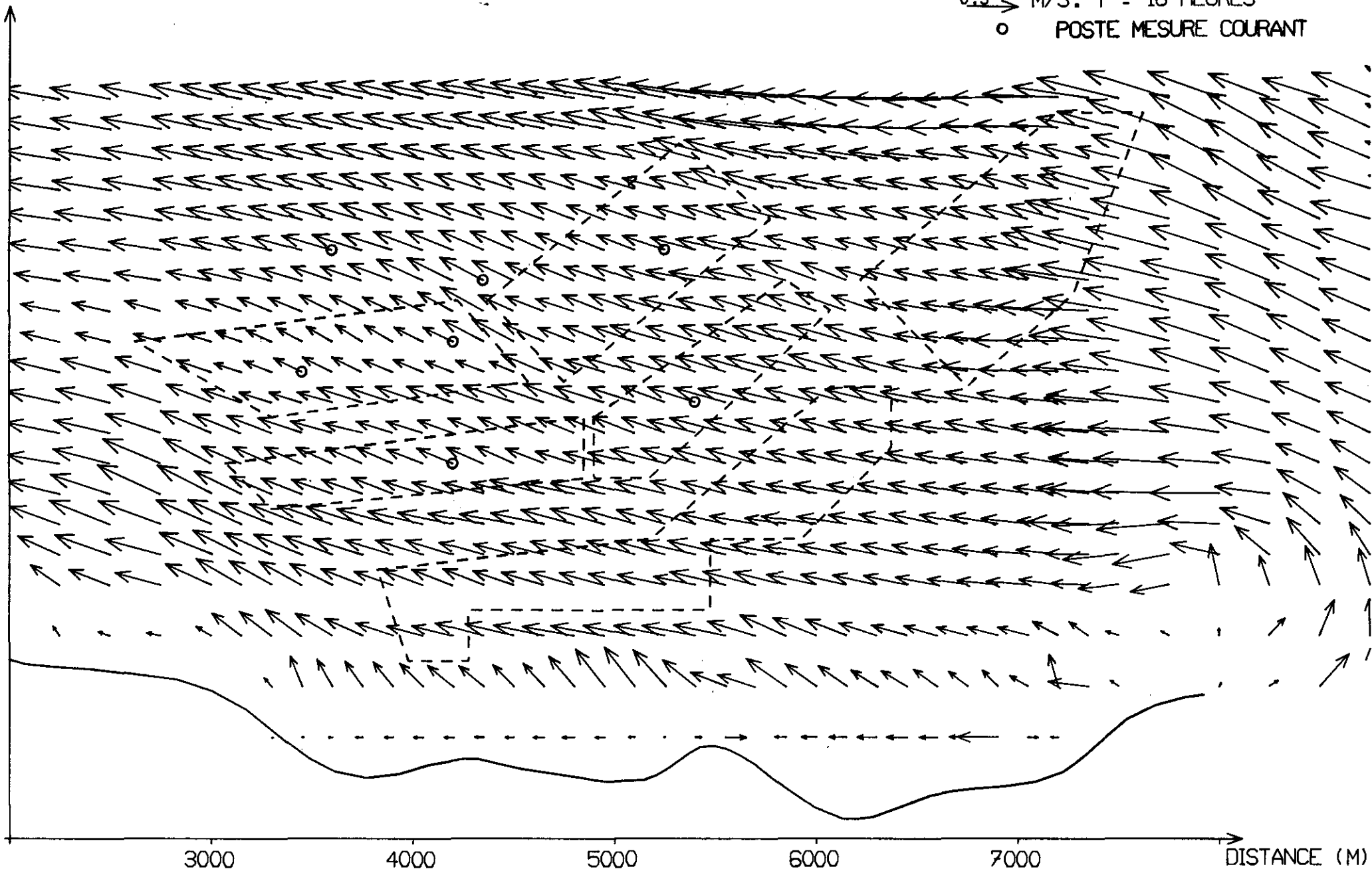
0.5 → M/S. T = 14 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



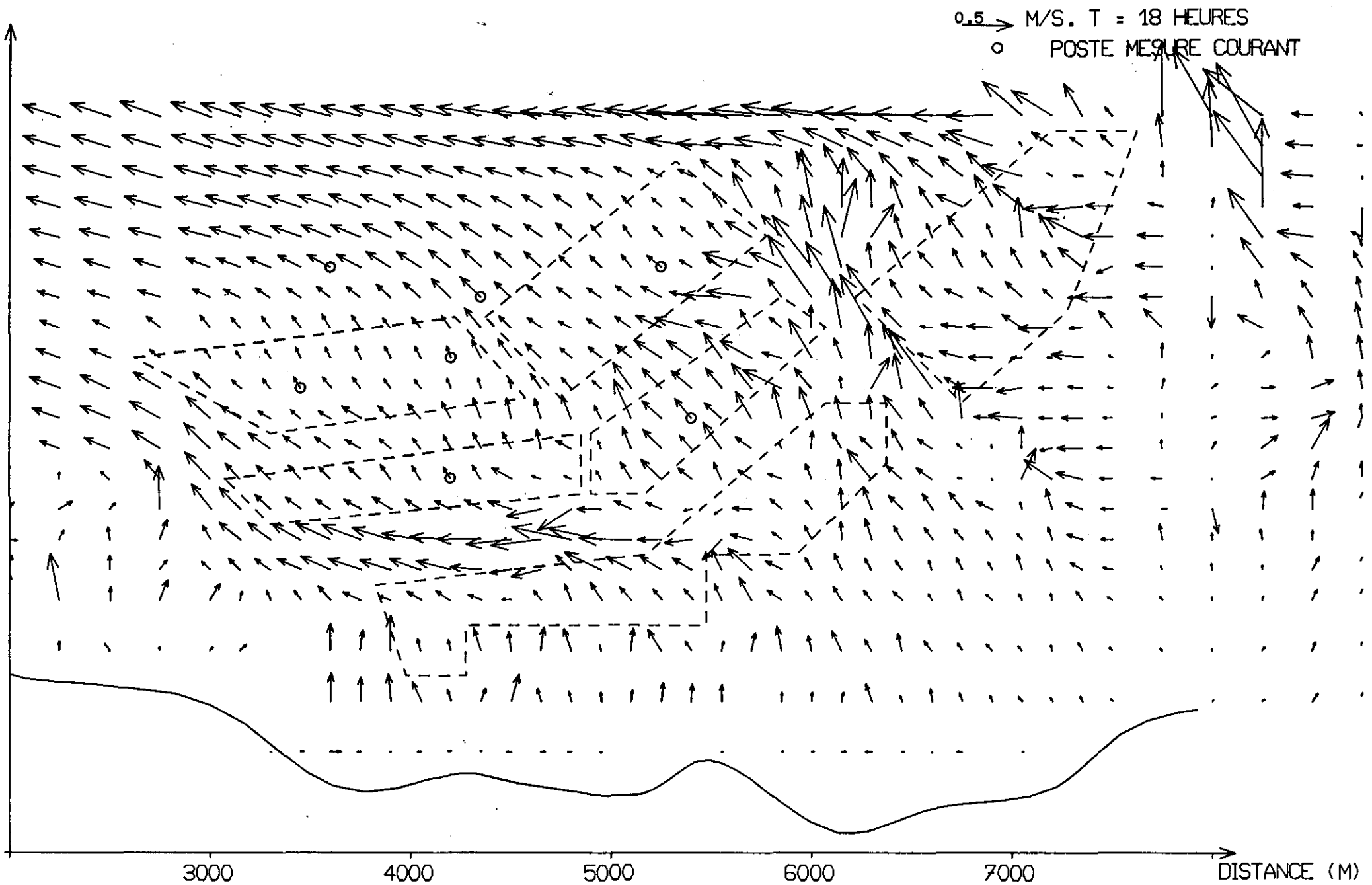
VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 16 HEURES

○ POSTE MESURE COURANT

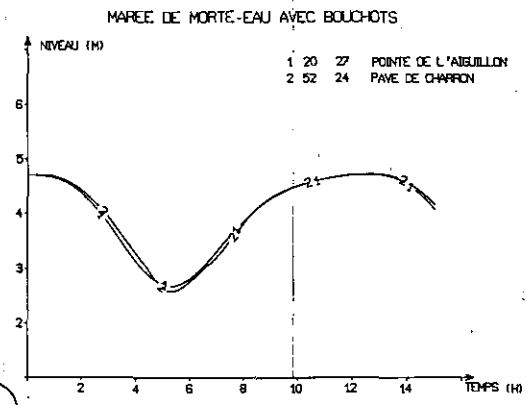
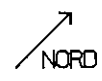


VIVE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS



MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 4 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



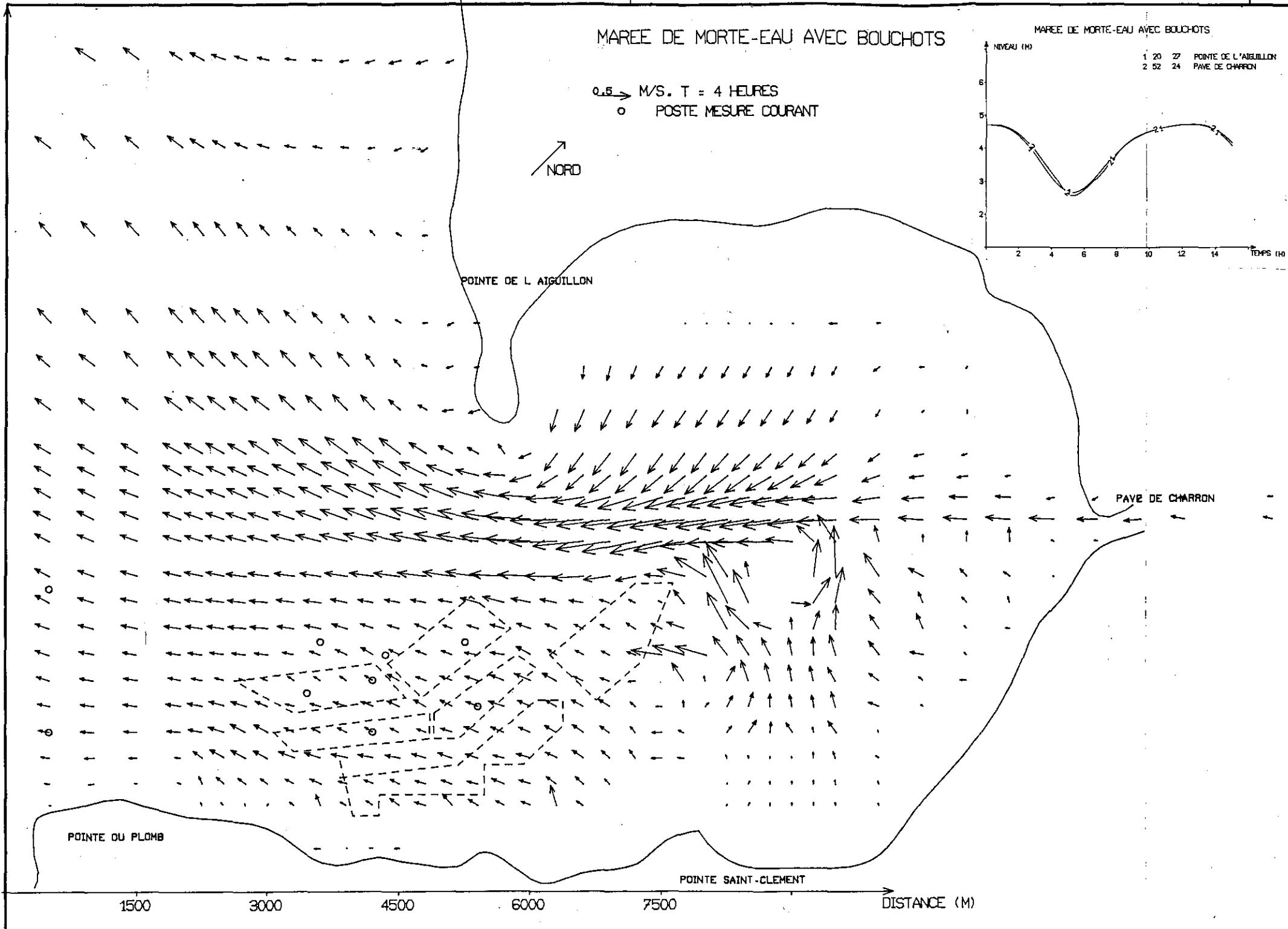
POINTE DE L'AIQUILLON

PAYS DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (M)

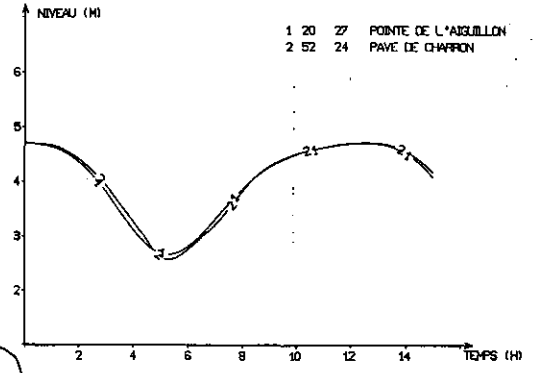


MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 6 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT

NORD

MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS



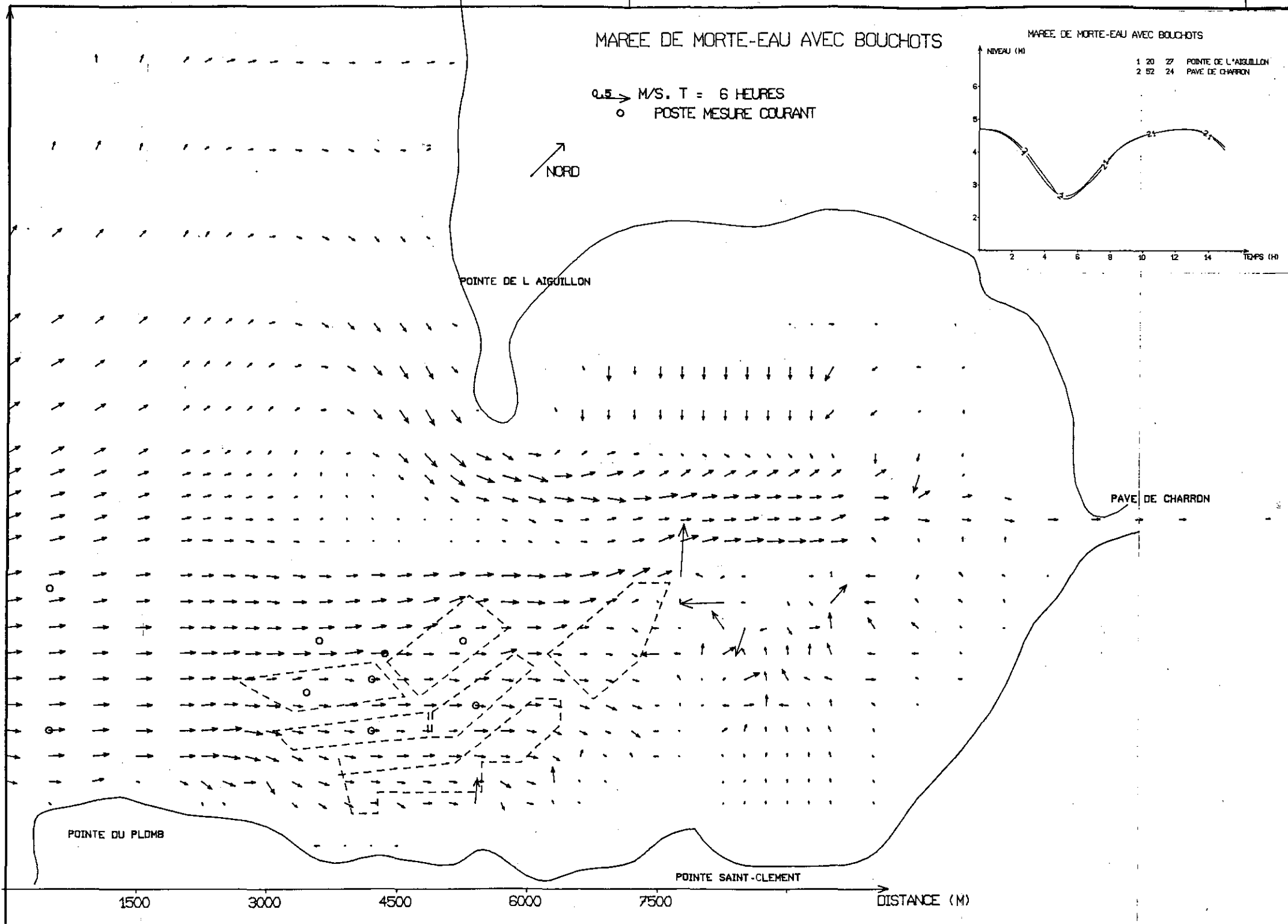
POINTE DE L AIGUILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (M)

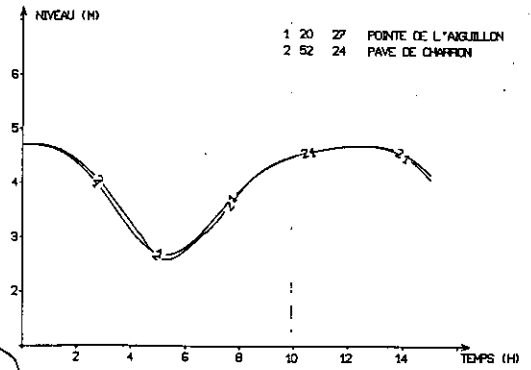


MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 8 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT

NORD

MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS



POINTE DE L'AIGUILLON

PAVÉ DE CHARRON

POINTE DU FLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500

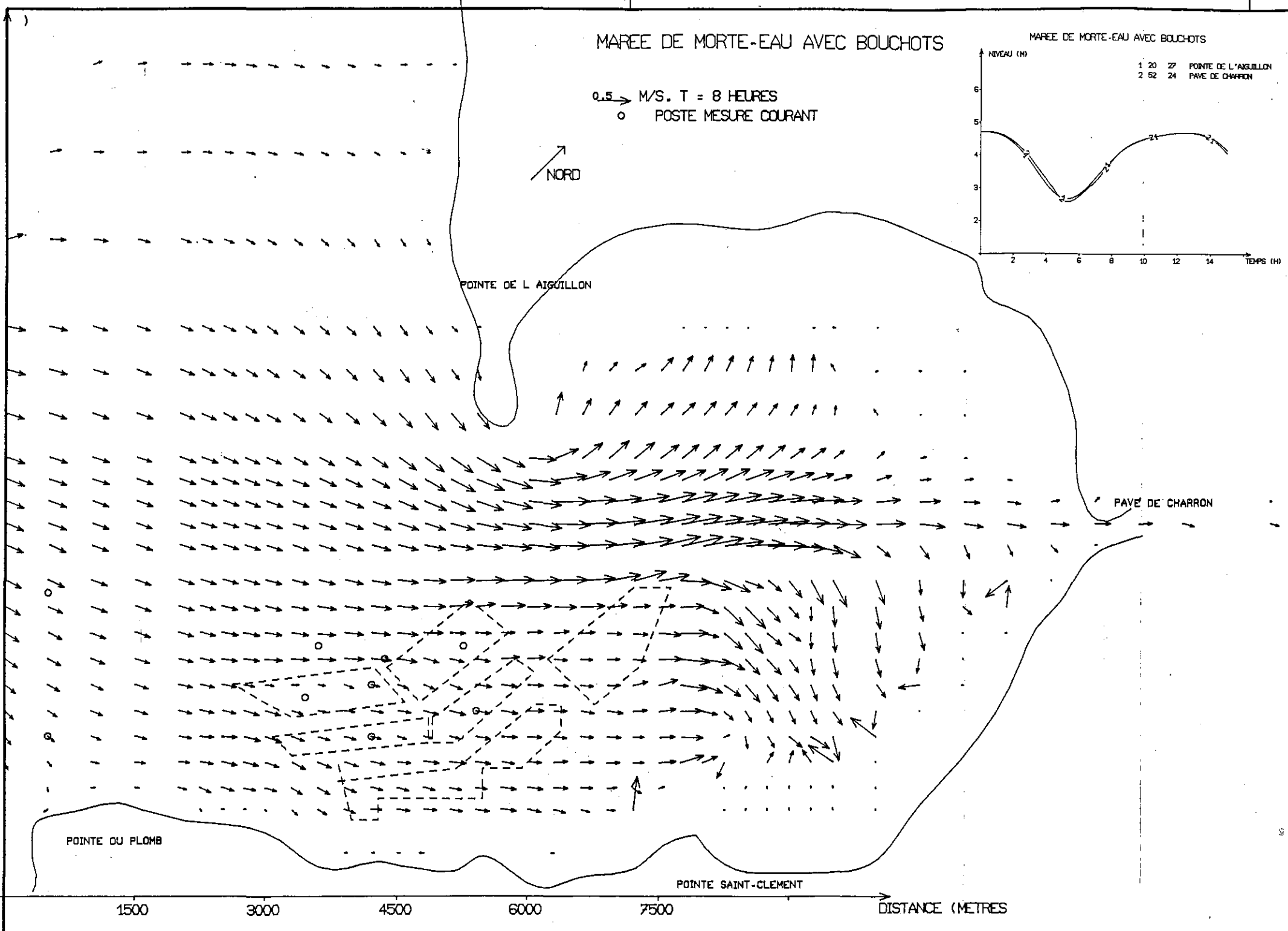
3000

4500

6000

7500

DISTANCE (METRES)

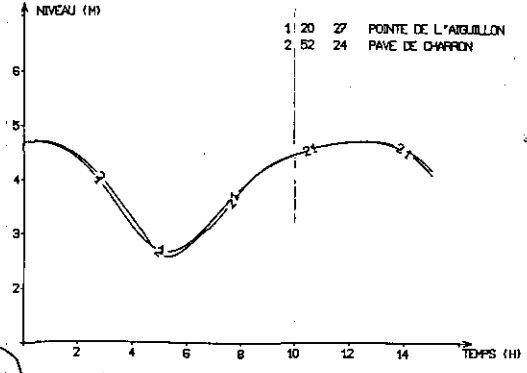


MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 10 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT

↗
 NORD

MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS



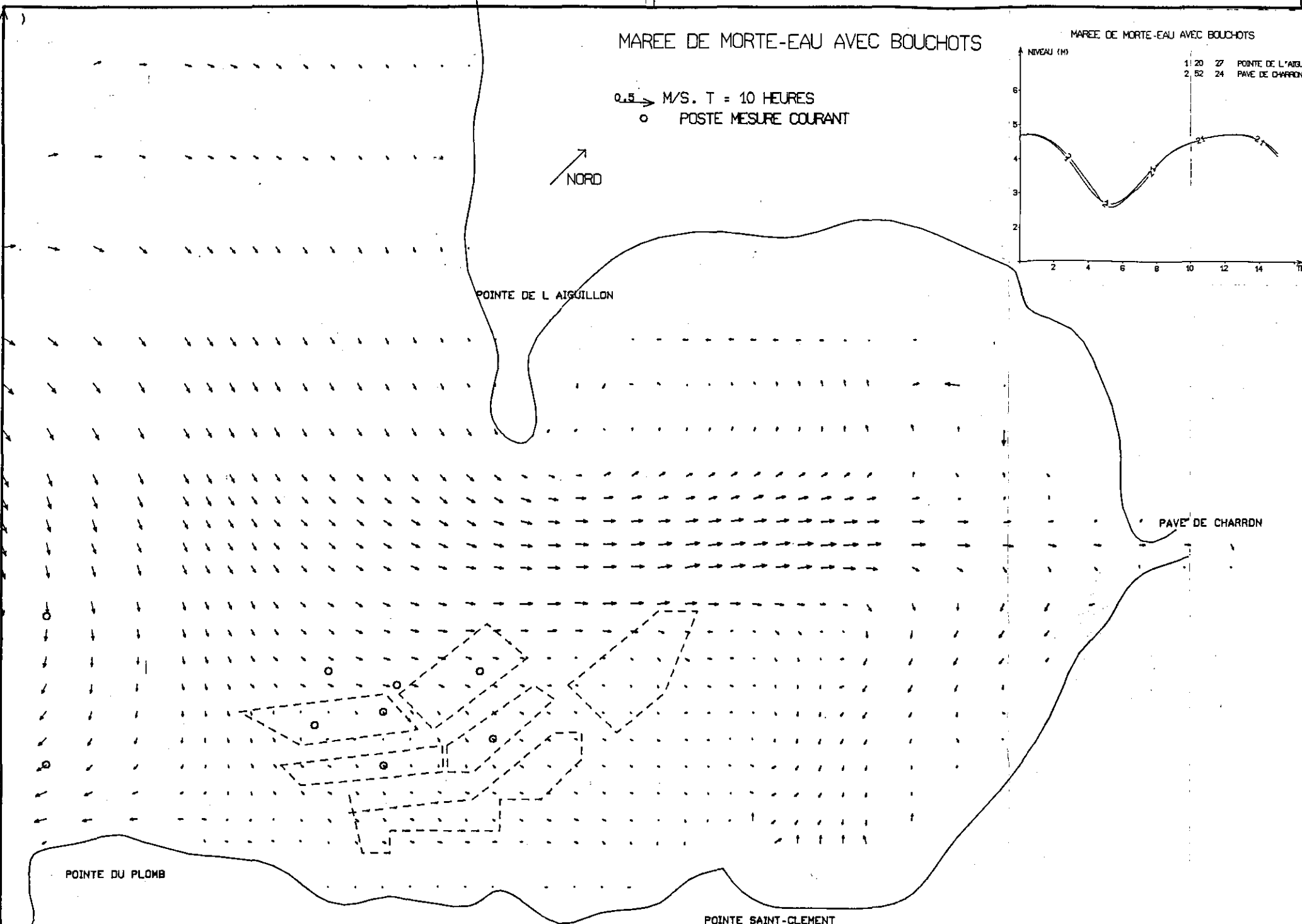
POINTE DE L'AIGILLON

PAVE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 DISTANCE (METRES)

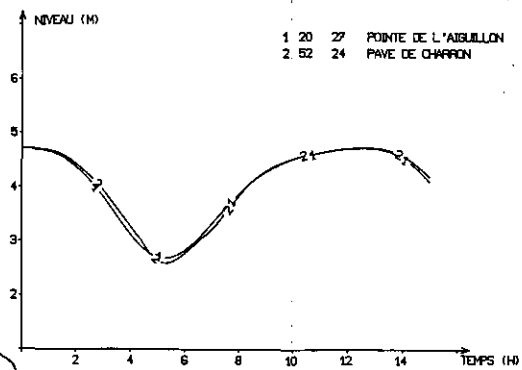


MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 12 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS



POINTE DE L AIGUILLON

PAYE DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAINT-CLEMENT

1500

3000

4500

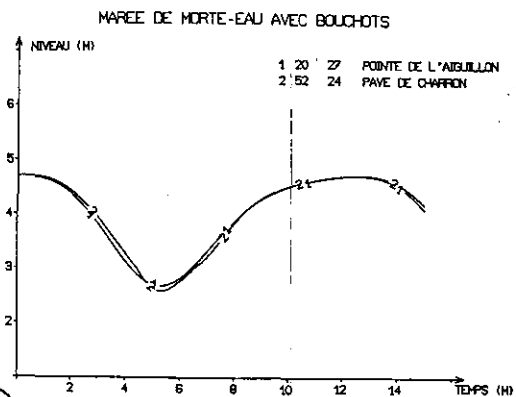
6000

7500

DISTANCE (METRES)

MAREE DE MORTE-EAU AVEC BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 14 HEURES
 ○ POSTE MESURE COURANT



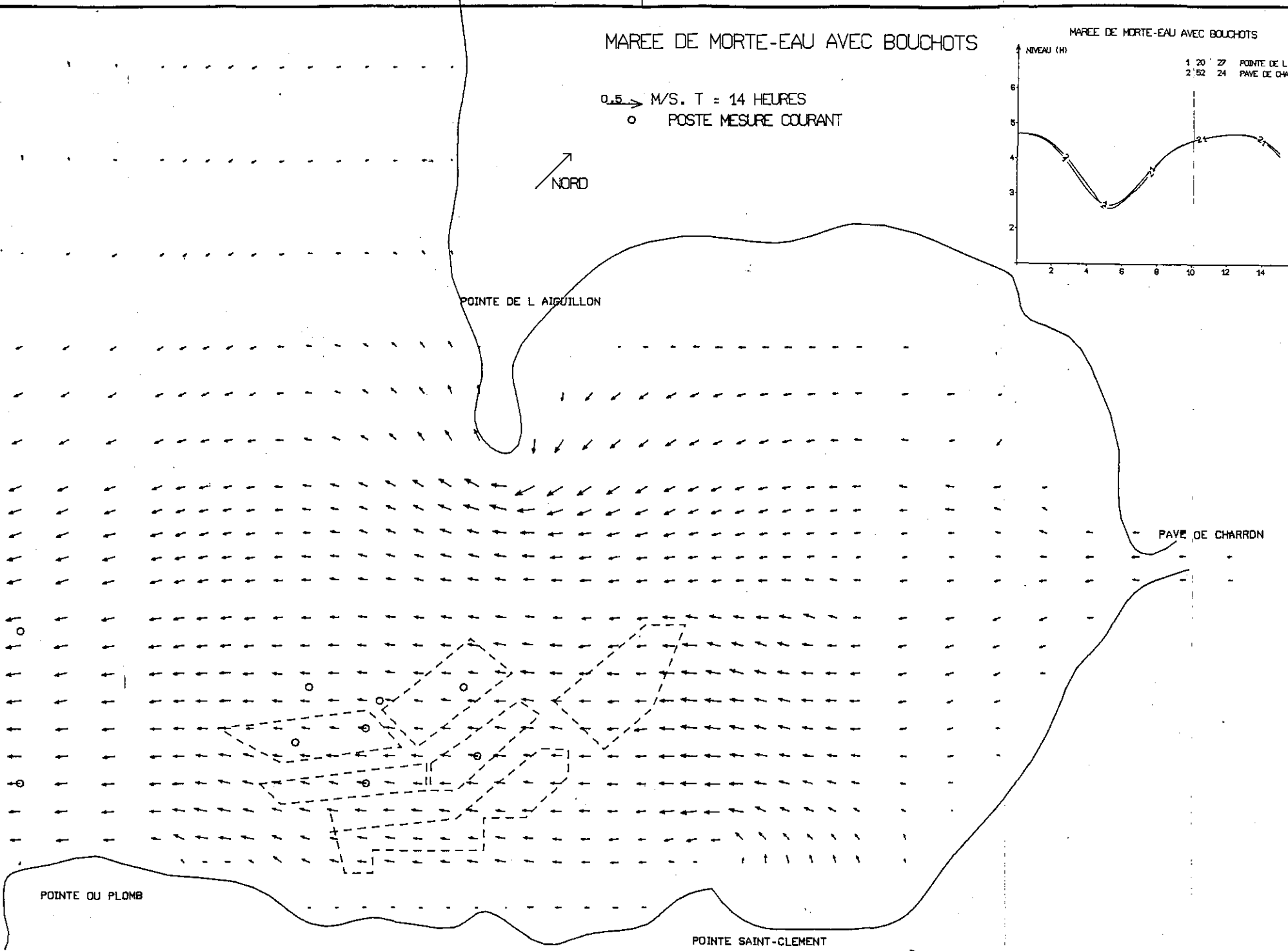
POINTE DE L'AIGUILLON

PAYS DE CHARRON

POINTE DU PLOMB

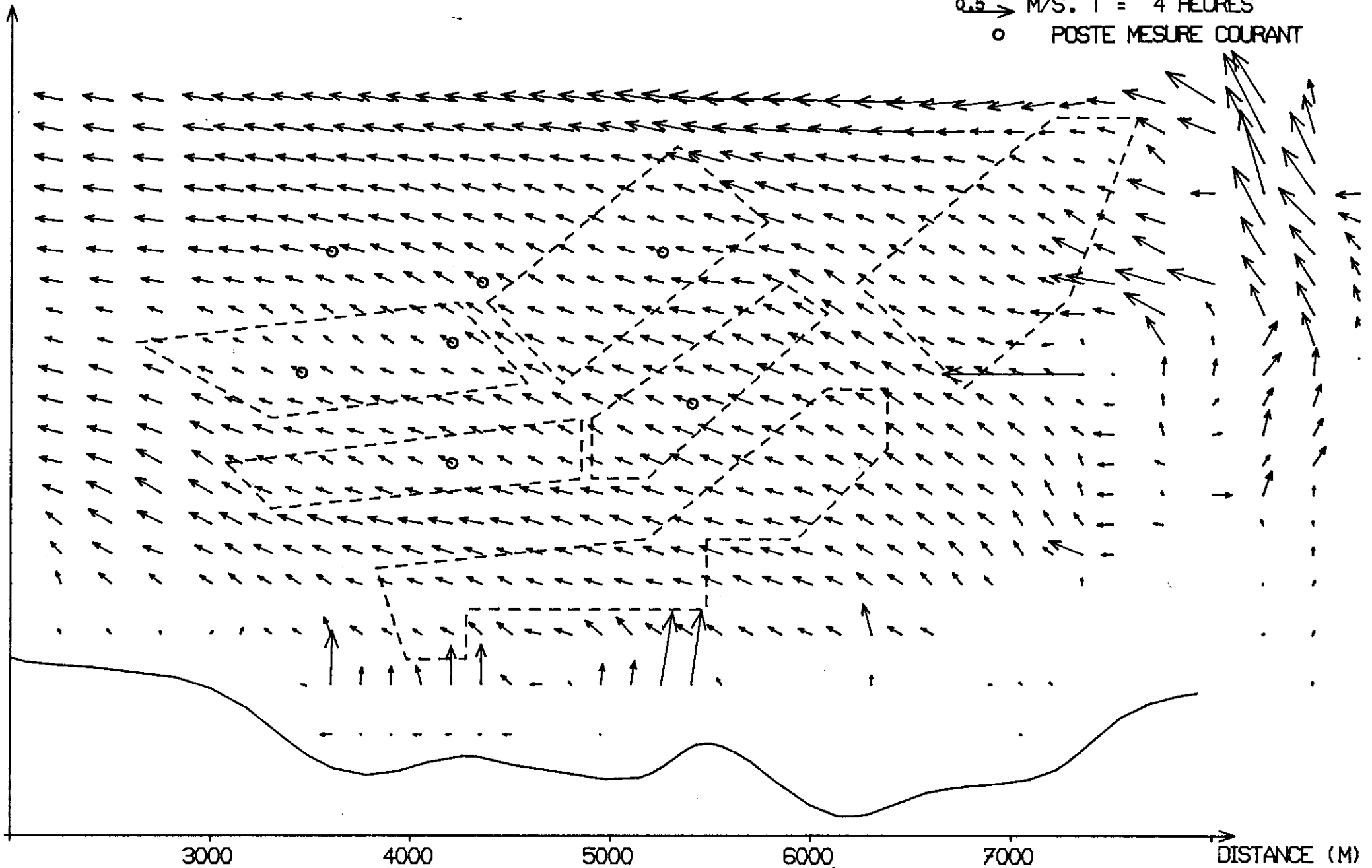
POINTE SAINT-CLEMENT

1500 3000 4500 6000 7500 → DISTANCE (METRES)



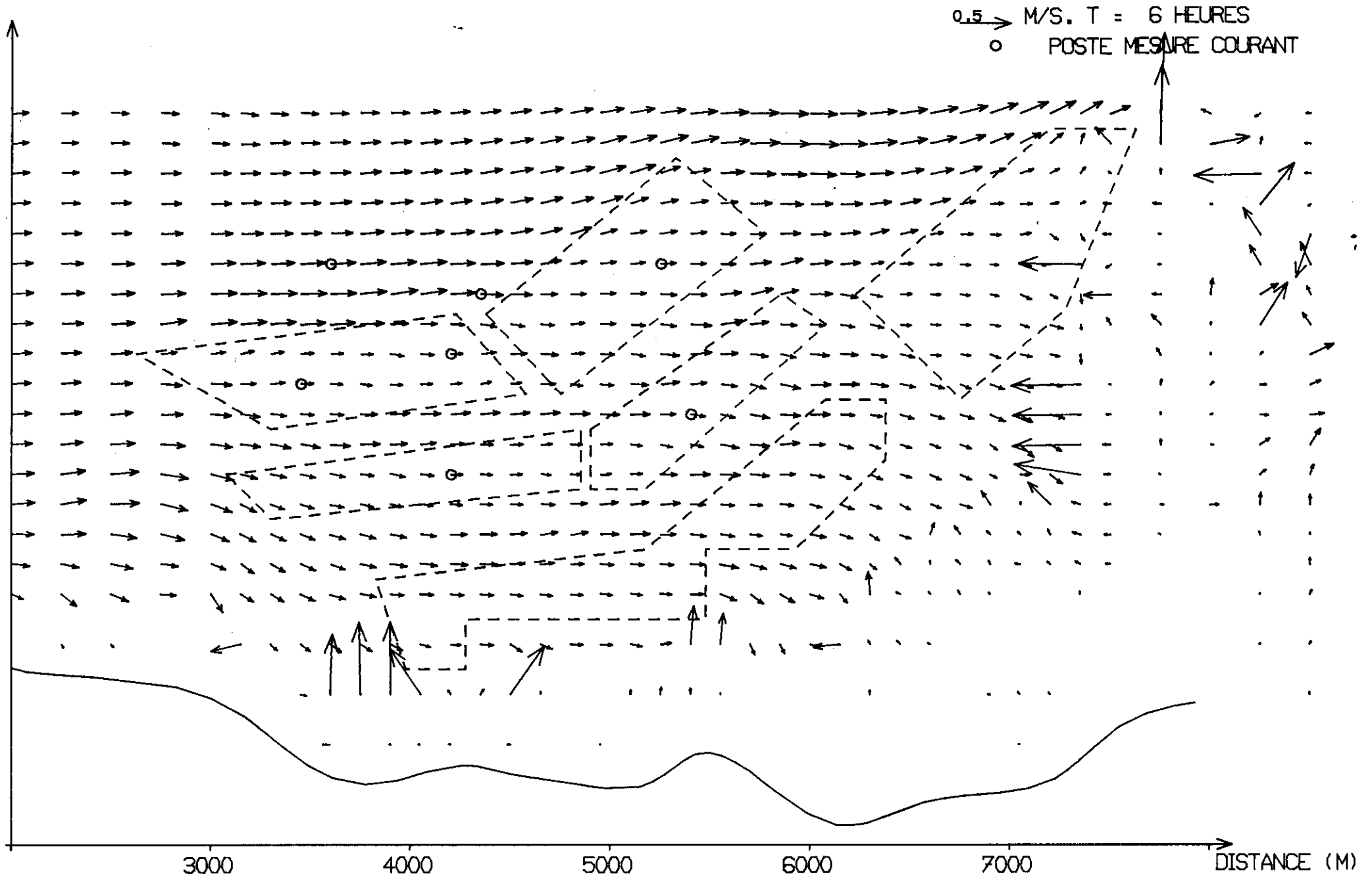
MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 4 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



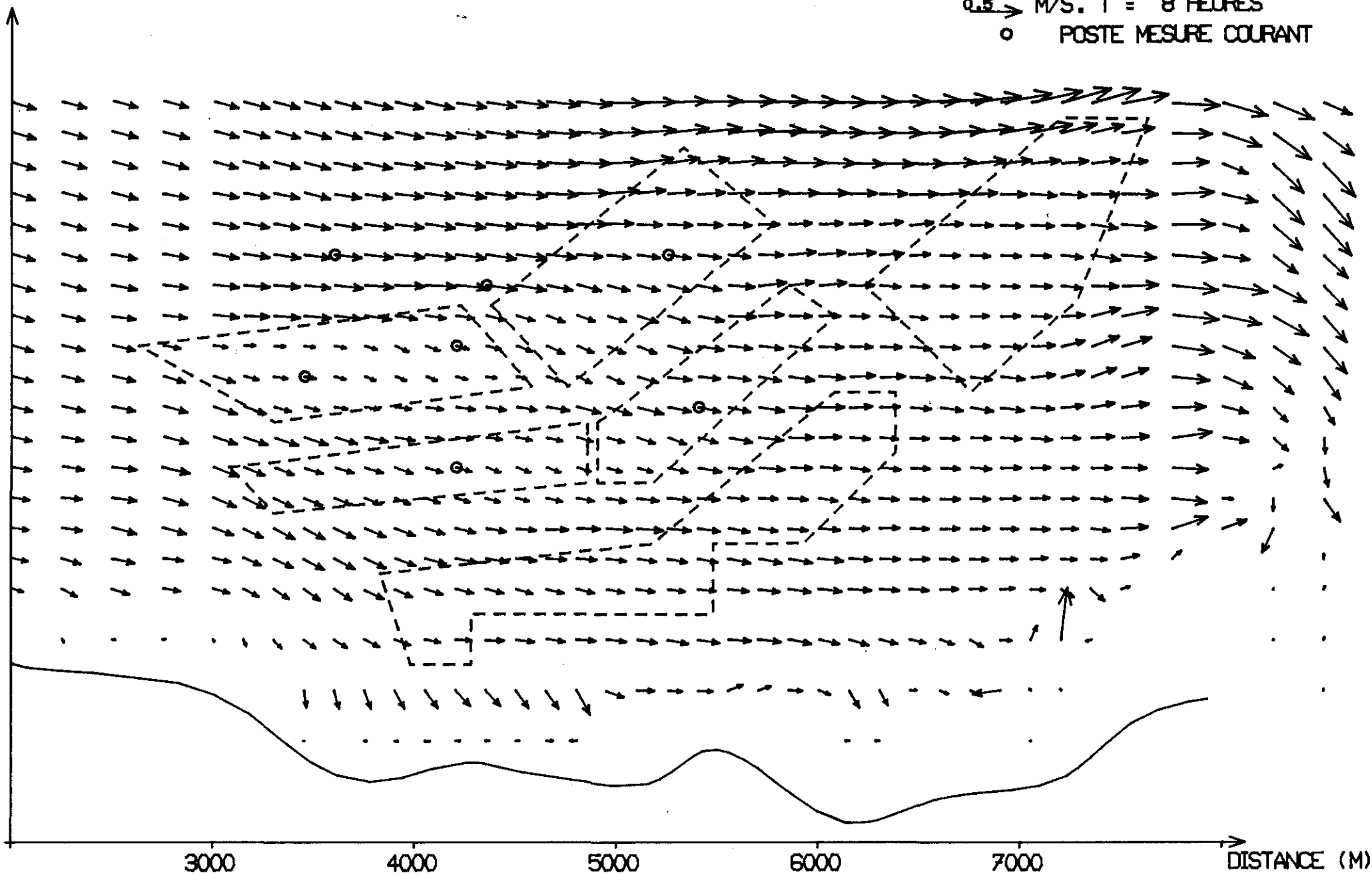
UNIVERSITE PARIS 13 UC1 1471:30 DESSIN VUS

MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS



MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

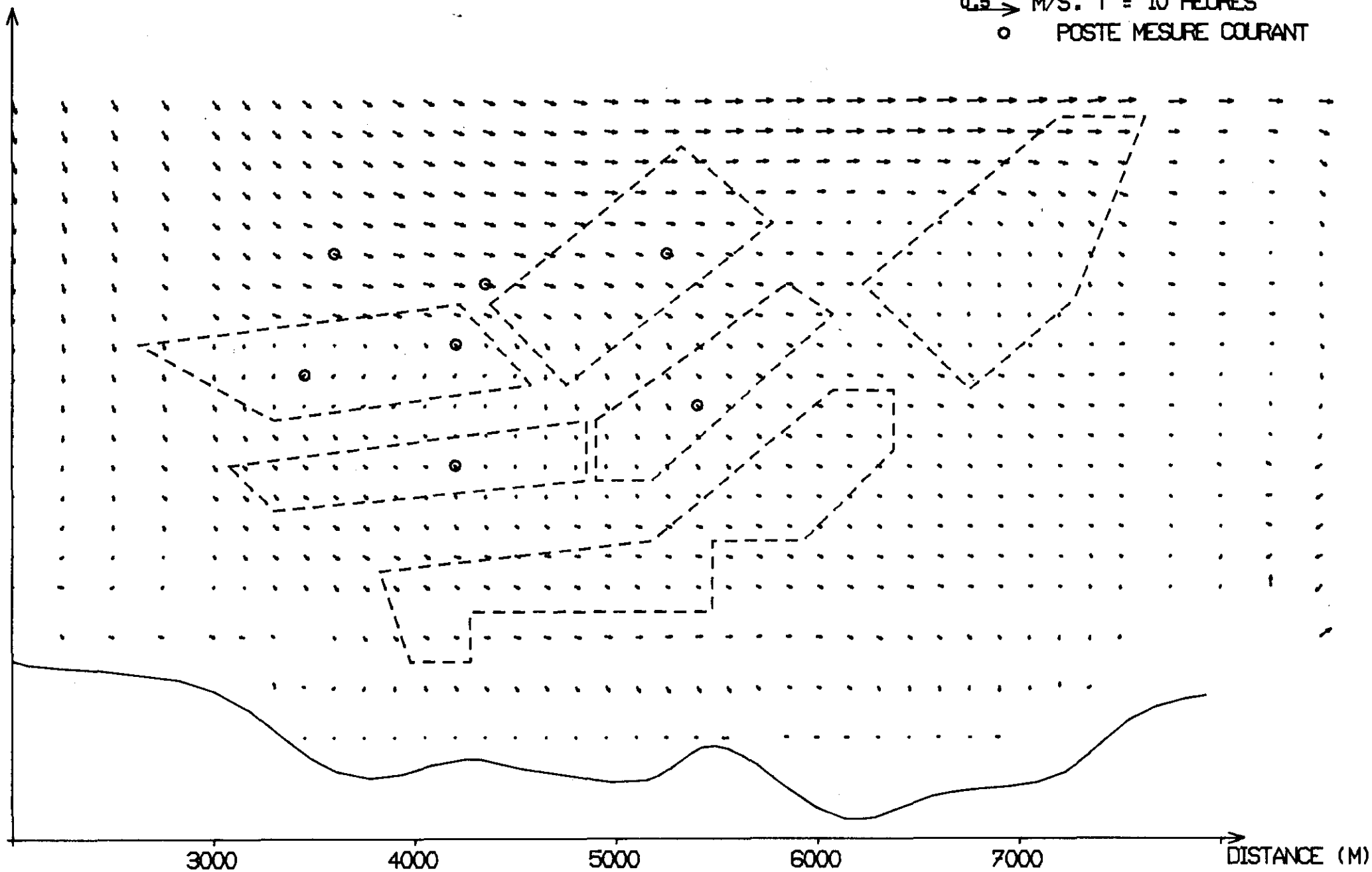
0.5 → M/S. T = 8 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



GENEVE IN-FAUWMEFEB IV UC1
V3H1.57
LESSIN UN7

MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

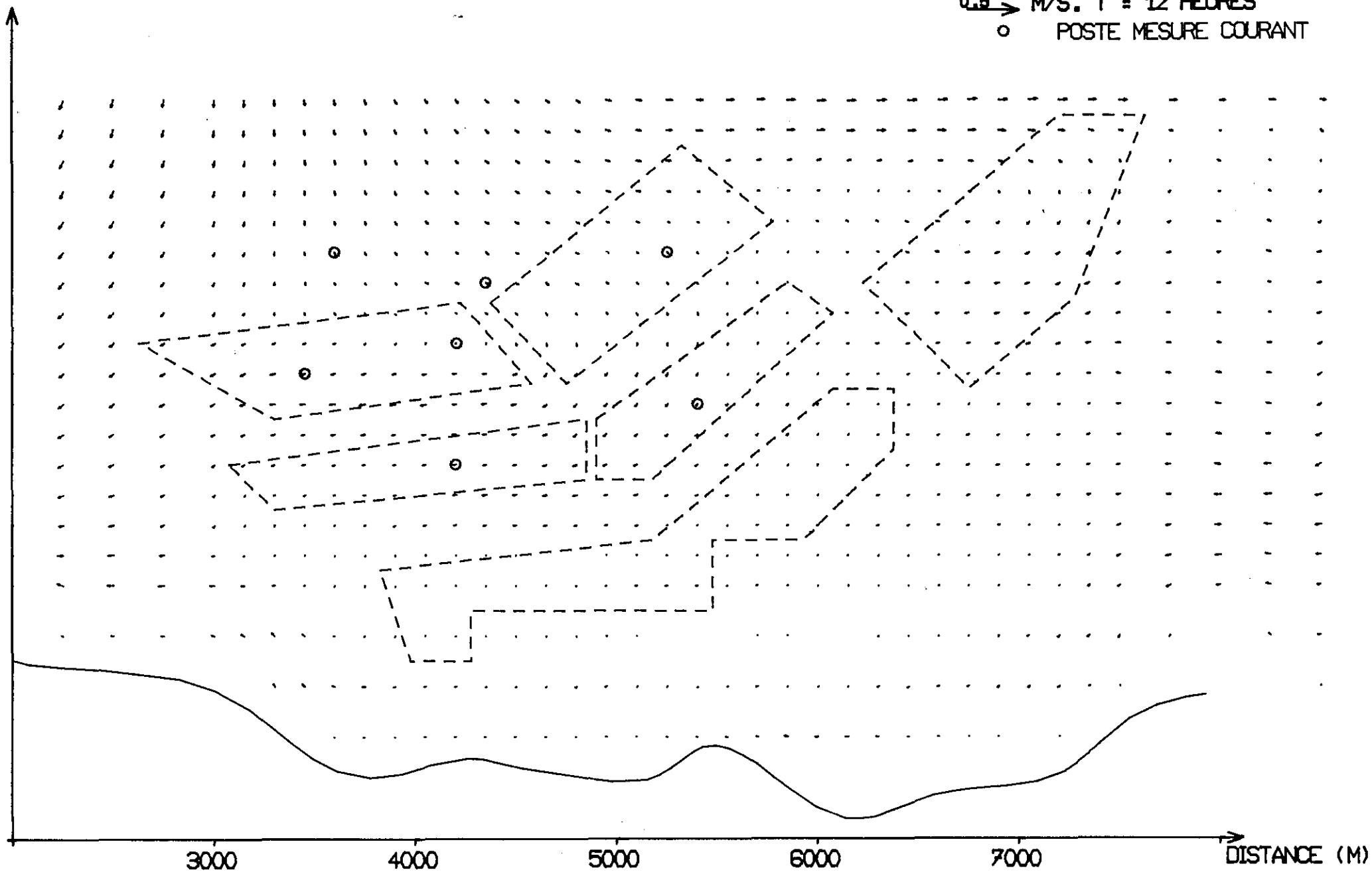
0.5 → M/S. T = 10 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

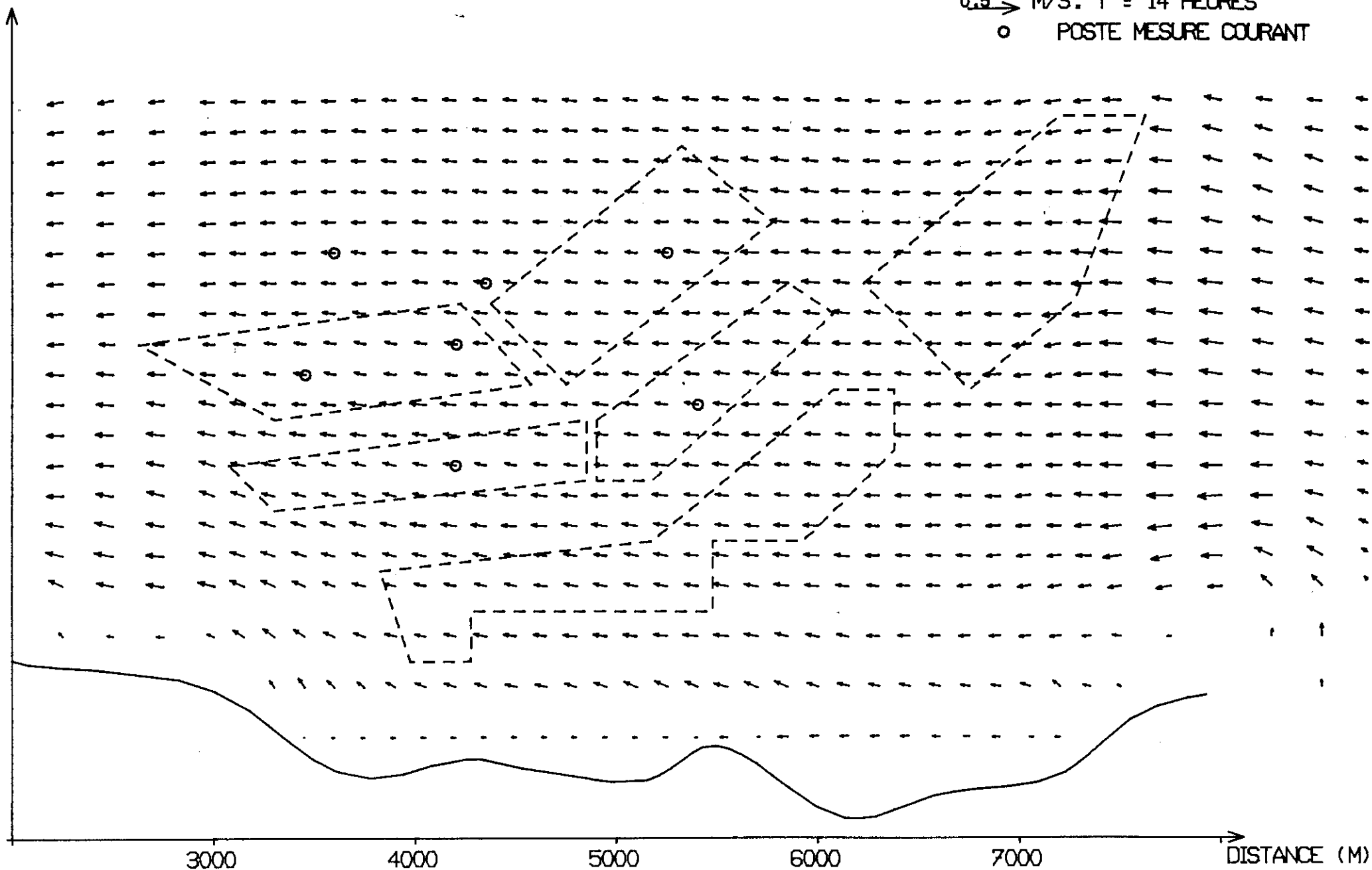
0.5 → M/S. T = 12 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



UNIVERSITE DE LYON
LESSON 103

MORTE-EAU . DETAIL DES BOUCHOTS

0.5 → M/S. T = 14 HEURES
○ POSTE MESURE COURANT



BENEZE IH-AUGMEFLB IO UC1
03H.37 DESSIN U10