

#112898 (BIBHZ)

Caroll TD
227
.52
C66
no 16
1978

Rapport soumis au

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

par

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
(ENVIRONNEMENT CANADA)

Rapport technique no 16

Etude d'un modèle bidimensionnel
pour le fleuve Saint-Laurent

Maurice Sydor, ing.

Janvier 1978



TABLE DES MATIERES

	Page
Liste des figures	5
Chapitre I - Introduction	13
Chapitre II - Description du modèle bidimensionnel	21
2.1 Introduction	21
2.2 Equations de base	22
2.3 Description du champ de vecteurs vitesse et des caractéristiques hydrauliques	23
Chapitre III - Calibration et validation	31
3.1 Données pour la calibration	31
3.2 Vérification de la validité du modèle	32
Tableau 1. Comparaison entre les vitesses calculées et mesurées au lac Saint-Pierre	34
Chapitre IV - Sommaire des résultats	37
4.1 Simulation des caractéristiques hydrodynamiques .	37
4.2 Evolution des déversements d'huile	38
Chapitre V - Bibliographie	43
Chapitre VI - Annexes	45
Annexe 1 - Caractéristiques hydrodynamiques du fleuve Saint-Laurent	49
Annexe 2 - Simulation de déversements d'huile à différents endroits sur le fleuve ..	91



LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1	Schéma d'orientation des vecteurs	25
Annexe 1:		
Figure 6.1.1.A	Vitesse et Direction du Courant, Iles de Cornwall	49
6.1.1.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Iles de Cornwall	50
6.1.2.A	Vitesse et Direction du Courant, Ile St-Régis ...	51
6.1.2.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Ile St-Régis ...	52
6.1.3.A	Vitesse et Direction du Courant, Tête du lac St-François	53
6.1.3.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Tête du lac St-François	54
6.1.4.A	Vitesse et Direction du Courant, Lac St-François	55
6.1.4.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lac St-François	56
6.1.5.A	Vitesse et Direction du Courant, Valleyfield	57
6.1.5.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Valleyfield	58
6.1.6.A	Vitesse et Direction du Courant, Canal de Beauharnois	59
6.1.6.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Canal de Beauharnois	60
6.1.7.A	Vitesse et Direction du Courant, Tête du lac St-Louis	61
6.1.7.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Tête du lac St-Louis	62
6.1.8.A	Vitesse et Direction du Courant, Lac St-Louis ...	63
6.1.8.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lac St-Louis ...	64
6.1.9.A	Vitesse et Direction du Courant, le bassin Laprairie	65
6.1.9.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, le bassin Laprairie	66

	Page
Figure 6.1.10.A	Vitesse et Direction du Courant, 1'Ile Ste-Hélène 67
6.1.10.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Pont Victoria à 1'Ile Ste-Hélène 68
6.1.11.A	Vitesse et Direction du Courant, Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville 69
6.1.11.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville 70
6.1.12.A	Vitesse et Direction du Courant, Iles Boucherville à Varennes 71
6.1.12.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Iles Boucherville à Varennes 72
6.1.13.A	Vitesse et Direction du Courant, entre les deux lacs 73
6.1.13.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, entre les deux lacs 74
6.1.14.A	Vitesse et Direction du Courant, Lac des Deux Montagnes 75
6.1.14.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lac des Deux Montagnes 76
6.1.15.A	Vitesse et Direction du Courant, Tête du lac des Deux Montagnes 77
6.1.15.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Tête du lac des Deux Montagnes 78
6.1.16.A	Vitesse et Direction du Courant, fin rivière des Prairies 79
6.1.16.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, fin rivière des Prairies 80
6.1.17.A	Vitesse et Direction du Courant, Varennes à Longue Pointe 81
6.1.17.B	Trajectoire d'un Flotteur Libre, Varennes à Longue Pointe 82
6.1.18.A	Vitesse et Direction du Courant, Lanoraie à Lavaltrie à Longue Pointe 83

	Page
Figure 6.1.18.B Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lanoraie à Lavaltrie à Longue Pointe	84
6.1.19.A Vitesse et Direction du Courant, Lanoraie à Sorel	85
6.1.19.B Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lanoraie à Sorel	86
6.1.20.A Vitesse et Direction du Courant, Lac St-Pierre ..	87
6.1.20.B Trajectoire d'un Flotteur Libre, Lac St-Pierre ..	88

Annexe 2:

Figure 6.2.1.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	91
6.2.1.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	92
6.2.1.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	93
6.2.1.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	94
6.2.2.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	95
6.2.2.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	96
6.2.2.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	97
6.2.3.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	98
6.2.3.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	99
6.2.3.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	100

	Page
Figure 6.2.3.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Ile Ste-Hélène - Iles Boucherville	101
6.2.4.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Iles Boucherville à Varennes	102
6.2.4.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Iles Boucherville à Varennes	103
6.2.4.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Iles Boucherville à Varennes	104
6.2.4.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Iles Boucherville à Varennes	105
6.2.4.E Evolution de la nappe d'huile après 150 min., Iles Boucherville à Varennes	106
6.2.4.F Evolution de la nappe d'huile après 180 min., Iles Boucherville à Varennes	107
6.2.4.G Evolution de la nappe d'huile après 210 min., Iles Boucherville à Varennes	108
6.2.5.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Iles Boucherville à Varennes	109
6.2.5.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Iles Boucherville à Varennes	110
6.2.6.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Iles Boucherville à Varennes	111
6.2.6.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Iles Boucherville à Varennes	112
6.2.6.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Iles Boucherville à Varennes	113
6.2.6.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Iles Boucherville à Varennes	114
6.2.7.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Iles Boucherville à Varennes	115

	Page
Figure 6.2.7.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Iles Boucherville à Varennes	116
6.2.7.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Iles Boucherville à Varennes	117
6.2.7.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Iles Boucherville à Varennes	118
6.2.8.A Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Tête du lac des Deux Montagnes	119
6.2.8.B Evolution de la nappe d'huile après 150 min., Tête du lac des Deux Montagnes	120
6.2.8.C Evolution de la nappe d'huile après 180 min., Tête du lac des Deux Montagnes	121
6.2.8.D Evolution de la nappe d'huile après 210 min., Tête du lac des Deux Montagnes	122
6.2.9.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Varennes à Longue Pointe	123
6.2.9.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Varennes à Longue Pointe	124
6.2.9.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Varennes à Longue Pointe	125
6.2.9.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Varennes à Longue Pointe	126
6.2.10.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Varennes à Longue Pointe	127
6.2.10.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Varennes à Longue Pointe	128
6.2.10.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Varennes à Longue Pointe	129
6.2.10.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Varennes à Longue Pointe	130

	Page
Figure 6.2.11.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Lanoraie à Sorel	131
6.2.11.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Lanoraie à Sorel	132
6.2.12.A Evolution de la nappe d'huile après 30 min., Lanoraie à Sorel	133
6.2.12.B Evolution de la nappe d'huile après 60 min., Lanoraie à Sorel	134
6.2.12.C Evolution de la nappe d'huile après 90 min., Lanoraie à Sorel	135
6.2.12.D Evolution de la nappe d'huile après 120 min., Lanoraie à Sorel	136

CHAPITRE I

INTRODUCTION



CHAPITRE I

INTRODUCTION

La simulation du fleuve Saint-Laurent par modèle mathématique a été entreprise dans le but de mieux connaître le comportement du fleuve afin de pouvoir utiliser un modèle d'évolution de nappes d'huile. Ce modèle simulerait les conditions de différents désastres sur le fleuve pour planifier le travail de protection de l'environnement et assurer la disponibilité, dans différents secteurs du fleuve, des moyens d'urgence requis pour le nettoyage.

De plus, on espérait que la simulation fournirait des informations additionnelles pouvant aider le biologiste dans ses études des différents types de plantes et de la progression de la pollution le long du fleuve; cette simulation pourrait également apporter quelque lumière sur les causes de la détérioration générale de la qualité de l'eau dans le système complexe du fleuve marqué par la présence de plusieurs îles et chenaux.

Le territoire à l'étude est limité à l'ouest par la région immédiatement à l'aval de Cornwall, au nord par le lac des Deux Montagnes et à l'est par l'estuaire inférieur en aval de Québec. A l'intérieur de cette région, le fleuve passe d'une eau complètement douce à l'eau de l'estuaire, où l'influence du mélange de l'eau salée et de l'eau douce et celle de la marée sont encore plus importantes que le

fleuve lui-même.

La phase initiale de l'étude comprenait l'examen des différentes méthodes et des divers modèles déjà existants pour analyser le comportement hydrodynamique. Il est alors apparu évident que, pour solutionner des problèmes aussi différents que complexes, on devrait élaborer un modèle mathématique plus compliqué. Cela signifiait que l'analyse traditionnelle des courbes de remous en écoulement permanent s'avèrerait inacceptable et que vraisemblablement un modèle unidimensionnel serait inadéquat. Le choix s'est alors porté sur un modèle bidimensionnel pour lequel la littérature disponible et les bibliothèques de programme sont plutôt rares.

En premier, on a choisi un modèle développé par la "Rand Corporation" en Californie, qui exigeait une adaptation aux conditions du fleuve Saint-Laurent et qui offrait une bonne possibilité pour décrire la dynamique du fleuve dans un cadre bidimensionnel. Toutefois, ce modèle n'a encore jamais été appliqué pour simuler les conditions d'un fleuve comportant un estuaire.

En l'absence de l'influence de la marée, le modèle ne requerrait pas les variables dynamiques décrites par des équations hydrodynamiques mais seulement l'emploi des conditions en écoulement permanent.

L'application première des vitesses calculées par le modèle vise à mieux définir le champ de vitesse pour le modèle de propagation des nappes d'huile. La plus grande influence sur la dispersion

des nappes d'huile étant le milieu sur lequel elle flotte, la prévision des vitesses améliore la prédiction de cette dispersion simulée. Ces simulations servent d'outil pour l'étude des impacts probables des divers déversements à des endroits précis et pour aider une équipe à déterminer les localisations probables où des conséquences environnementales sévères seront senties lors d'un vrai déversement. En ce sens, le modèle fournit des données pour une étude en profondeur des divers endroits d'emmagasinement d'huile et pour analyser des désastres potentiels avant la mise en place de nouvelles et plus importantes installations d'emmagasinement d'huile.

La phase suivante de l'étude d'un tel modèle est de le rendre utilisable en temps réel. Cette option est possible si le modèle est employé concurremment avec un programme décrivant la dispersion d'huile utilisé à partir d'un terminal léger. Les simulations de désastre causé par l'huile effectuées jusqu'à maintenant se servaient des vecteurs de vitesse déjà disponibles, qui rencontraient les besoins du modèle de déversement d'huile. Le problème envisagé avec l'opération en temps réel est principalement de posséder en disponibilité, 24 heures par jour, un ordinateur et toutes les données météorologiques nécessaires au modèle. La simulation des conditions hydrodynamiques extrêmes sont nécessaires seulement si les conditions réelles excèdent les conditions moyennes du fleuve.

Au cours de l'étude, il est devenu évident que les données produites par le modèle hydrodynamique pourraient servir à d'autres fins. La simulation de particules flottant librement en surface et circulant à une vitesse moyenne révèle le temps de transport pour les

différents lacs et sections du fleuve. La présentation des données confirme en effet que les endroits où l'eau circule très lentement sont ceux où on rencontre aussi des conditions de qualité d'eau indésirable. Associé à l'étude des divers déversements d'eau d'égouts municipaux et industriels, le modèle nous donne une image plus complète de la qualité de l'eau aux abords de ces endroits. En effet, dans les cas où l'eau s'écoule lentement et où les égouts sont déversés, le modèle montre une qualité de l'eau de beaucoup détériorée. Comme exemple, on peut citer la rive gauche du lac Saint-Louis.

Durant l'application du projet "d'Etude sur le fleuve Saint-Laurent", l'analyse du transport des sédiments s'est avérée une autre utilisation intéressante du modèle. Dans les divers canaux du fleuve, et également dans la Voie Maritime, une vitesse réduite favorise la déposition des sédiments et indique les endroits qui nécessitent des dragages plus fréquents. Dans d'autres sections, il est très évident que la vitesse des courants est réduite à cause des constructions favorisant une certaine accumulation de sédiments tout le long de la section du fleuve d'une manière progressive bien définie. Ce phénomène est bien localisé dans la section du lac Saint-François où la granulométrie des sédiments varie de grossière à très fine, tout en progressant vers l'aval, et ce, jusqu'à l'entrée du canal de Beauharnois.

L'utilisation du champ des vecteurs de vitesse s'est aussi avérée très utile lors de l'étude de plantes aquatiques. On peut remarquer que les diverses gammes de vitesse encouragent ou découragent la vie de ces plantes dans les portions plus étroites du fleuve ou des lacs. Ce type de données n'est pas directement relié à l'in-

tensité de vitesse, mais les sections habituellement caractérisées par de faibles courants présentent diverses espèces de plantes aquatiques qui survivent mieux dans ces gammes de vitesse spécifiques. A titre d'exemple, on peut noter ces conditions dans la partie centre du lac Saint-Louis et dans la partie sud du lac Saint-Pierre.

Même si ces utilisations fournissent une aide directe au chercheur, d'autres comparaisons très intéressantes peuvent être élaborées. On a ainsi essayé d'analyser la qualité de l'eau du lac Saint-Louis. Une grille d'endroits-échantillons a été choisie et une analyse de la conductivité a été complétée. On remarque que, sur la rive nord, l'eau a les mêmes caractéristiques que l'eau provenant du système de la rivière des Outaouais tandis que les eaux des régions sud et centrale du lac possèdent les caractéristiques de celles provenant des Grands Lacs. Suite à un examen détaillé, les résultats de cette analyse coïncident avec ceux de l'étude effectuée à l'aide de flotteurs libres. Au lac Saint-Louis, la séparation entre les eaux provenant de la rivière des Outaouais, par les chenaux Vaudreuil et Sainte-Anne, et les eaux du Saint-Laurent suit, en fait, le chemin tracé par les flotteurs libres. Ceci signifie que le modèle peut fournir une analyse plus complète du volume d'eau reçu et transmis par les différents chenaux. De plus, le temps de transport, comme indiqué sur les cartes respectives, donne une image plus précise du cheminement de l'eau dans ces sections et aussi du temps requis pour un renouvellement complet de l'eau dans n'importe quelle partie du cours d'eau.



CHAPITRE II

DESCRIPTION DU MODELE MATHEMATIQUE BIDIMENSIONNEL



CHAPITRE II

DESCRIPTION DU MODELE MATHEMATIQUE BIDIMENSIONNEL

2.1 Introduction

Le modèle décrit dans ce rapport est celui élaboré par "The Rand Corporation" sous la surveillance de Jan J. Leendertse. Le modèle de base a été conservé dans sa forme initiale comme décrit dans le rapport "Aspects of a Computational Model for Long-Period Water-Wave Propagation". Les changements effectués comprennent l'addition de sous-programmes pour manipuler différemment les données d'entrée et les résultats et pour vérifier les données afin de faciliter la détection d'erreurs de même que pour satisfaire les conditions spéciales rencontrées durant l'étude.

L'élaboration du modèle est fondée sur la dérivation d'équations différentielles partielles pour un mouvement à l'état non permanent des grandes ondes. Les solutions numériques sont basées sur l'intégration verticale de l'équation de base de l'écoulement d'un fluide et des équations de continuité et de conservation de masse pour un liquide incompressible dans le système de coordonnées d'Euler. Les effets de viscosité sont introduits dans l'équation de mouvement et l'utilisation de la formule empirique de friction tient compte de la pratique courante en ingénierie. Dans sa forme présente, la

formulation mathématique exclut l'effet des vitesses verticales et de l'accélération verticale, qui a été considérée négligeable.

2.2 Equations de base

L'équation de base de l'écoulement d'un liquide est représentée par des équations différentielles partielles utilisant la théorie des différences finies et un système quadrillé à coordonnées fixes de type Euler, qui a été décrit par Lamb.

Les axes cartésiens X et Y décrivent le plan horizontal d'une surface d'eau paisible, avec l'axe des Z pour tenir compte de la direction verticale. Les composantes de vitesse sont u, v et w, prises parallèlement au système de coordonnées (x, y et z). Pour un liquide non visqueux, les équations dynamiques sont les suivantes:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u \partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = X$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u \partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = Y$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{u \partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = Z$$

où p = pression

ρ = densité

x, y, z = les composantes des forces exogènes pour une unité de masse.

Les forces exogènes sont celles produites par la rotation de la terre, les forces de production de marée causées par les corps célestes et la force gravitationnelle dans la direction Z . Présentement, dans le modèle mathématique, les équations ne tiennent pas compte de la fonction décrivant la force due à l'intensité du vent, mais des dispositions ont été ajoutées à la programmation pour ce paramètre et des additions ou changements mineurs seraient requis.

Quant à la fonction de résistance, un raffinement dans l'équation de base de Chézy est utilisé pour en tenir compte. Il s'agit de définir un coefficient de Manning approprié pour le chenal principal et aussi d'augmenter la résistance linéairement, pour des profondeurs de plus de 10 pieds, afin de tenir compte des changements de la rugosité dus à la végétation dans les baies ou les marais, régions qui ne contribuent pas de façon significative à l'écoulement.

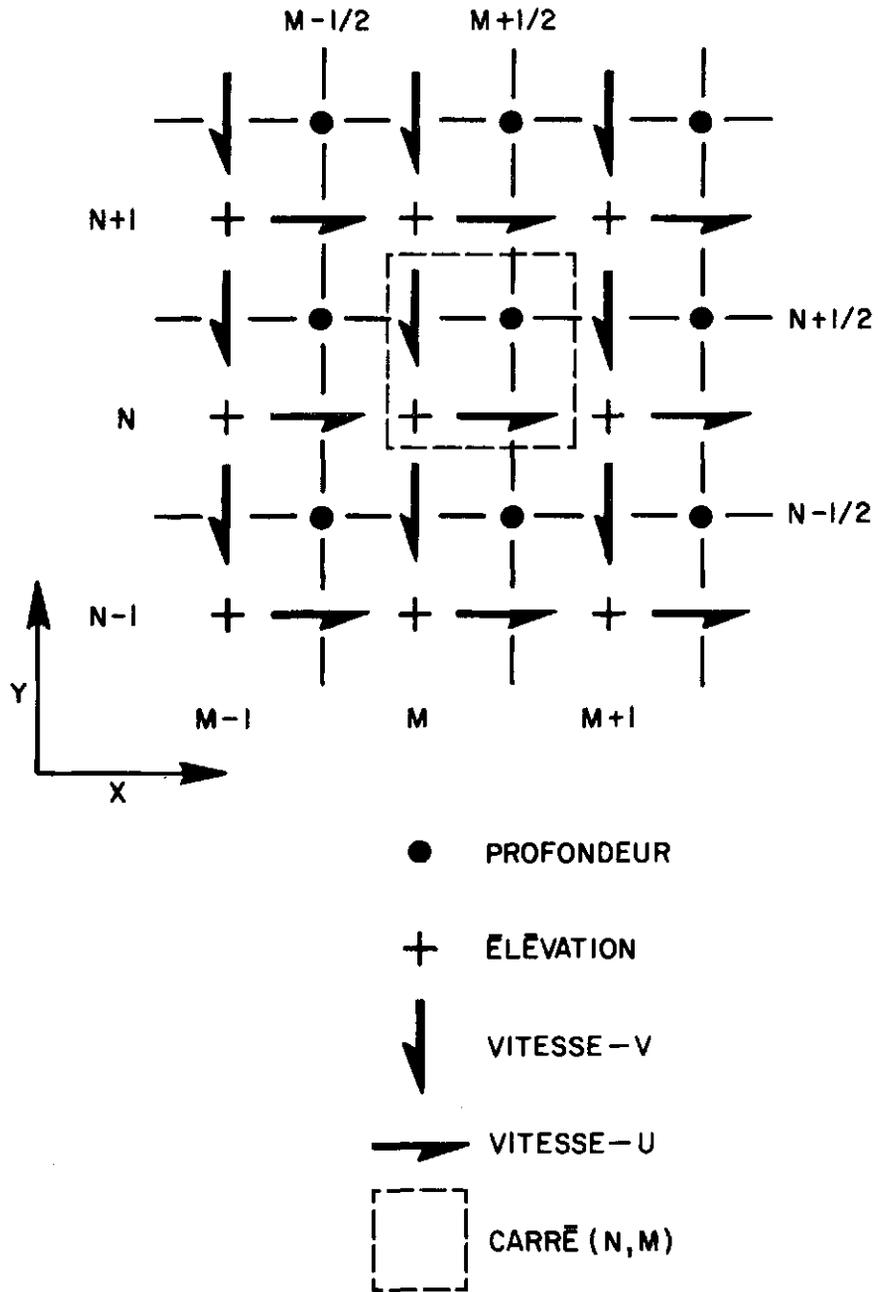
2.3 Description du champ de vecteurs vitesse et des caractéristiques hydrauliques

La caractérisation du modèle et ses particularités d'emmagasinement sont très bien illustrées au diagramme suivant (figure 1). Chacun de ces paramètres hydrauliques est déterminé ou calculé à di-



figure 1

SCHÉMA D'ORIENTATION DES VECTEURS





verses distances à partir d'un point commun; mais à l'intérieur de la mémoire de l'ordinateur, ces paramètres sont placés en un point commun (n, m) d'emmagasinage. Cette façon de procéder facilite la manipulation des données, étant donné que la localisation des valeurs de vitesses ou d'élévations, mesurées ou calculées aux points $(n + 1/2, m + 1/2)$, n'est pas possible en programmation fortran. Donc, comme indiqué pour le carré type (n, m) , encadré à la figure 1, toute l'information qui a trait à la région délimitée par ce carré est emmagasinée en un point spécifique (n, m) .

La détermination des profondeurs initiales a été effectuée à l'aide d'un coordinatographe à partir de cartes de base, en relevant leurs coordonnées (x, y) respectives et en interpolant visuellement le profil du lit du cours d'eau que l'on a représenté par une valeur moyenne, à l'intersection de la grille $x - y$.

Il est à noter que, dans le système de coordonnées décrit ci-dessus, le vecteur vitesse V est calculé au point $(n + 1/2, m)$ mais est emmagasiné sous les indices (n, m) de la variable V , soit $V(n, m)$, tandis que le vecteur de vitesse U est calculé au point $(n, m + 1/2)$ et emmagasiné aux indices (n, m) de la variable U , soit $U(n, m)$. Seulement les élévations $SE(n, m)$ et les valeurs de Chezy $C(n, m)$ sont calculées et emmagasinées à leurs points (n, m) désignés.

Pour éviter tout malentendu possible dans la façon d'emmagasiner les données et pour faciliter, pour l'utilisateur, la manipulation des données input et output, une rangée et une colonne de carrés sont automatiquement ajoutées autour des points limites de la

région concernée. Cette technique élimine l'utilisation de la procédure d'entrée des données décrite par Leendertse. La procédure adoptée permet à l'utilisateur de se servir avec plein avantage de chaque point de localisation des grilles, indiqué sur sa carte de base initiale, et cela sans nuire de quelque façon que ce soit au mécanisme de calcul du programme lui-même. De plus, avec ces légères modifications, les vérifications le long des points limites ne conduisent pas à des erreurs ou impossibilités d'ordre ordinateur, lorsque nous voulons étudier ce qui se passe à un point $(n - 1, m)$ où alors pour $(n = 1)$, on retrouve un indice de mémoire nulle (0).

Le manuel de l'utilisateur peut être obtenu sur demande en communiquant à l'adresse suivante: Systèmes techniques et économétriques, Division des systèmes de gestion des eaux, Direction de la planification et de la gestion (eaux), Pêches et Environnement Canada, Ottawa, Ontario. K1A 0E7

CHAPITRE III

CALIBRATION ET VALIDATION



CHAPITRE III

CALIBRATION ET VALIDATION

3.1 Données pour la calibration

Les données utilisées pour calibrer les différentes sections du fleuve ont été obtenues des différents ministères ou groupes qui ont réalisé des campagnes de mesures sur le terrain ou des études sur le fleuve Saint-Laurent. Les archives du ministère des Transports à Montréal ont fourni la source principale de données. Ces données se composent de notes de jaugeage et de points de mesures reliés à leurs études de navigation sur le fleuve. Les données les plus utiles sont nécessairement reliées aux sections qui ont été jaugées de façon à connaître les débits spécifiques dans les divers chenaux ou embranchements du fleuve. Les vitesses jaugées ont été comparées après calibration avec celles calculées par le modèle pour déterminer la variation du courant en intensité et direction. La différence entre les valeurs mesurées et calculées se situe entre 1% et 10%. On rencontre quelquefois de plus grandes erreurs, mais la situation correspond toujours à des cas précis où on a apporté des modifications aux sondages initiaux, soit pour tenir compte du dragage des chenaux ou encore pour inclure des structures ou changements aux sections transversales du fleuve, modifications effectuées après que les sondages ont été complétés.

Des données traditionnelles ont été obtenues des divers rap-

ports d'étude réalisés auparavant par d'autres groupes tels; CENTREAU de l'Université Laval à Québec, le Conseil national de la Recherche et des firmes de consultants privés (Surveyer, Nenniger et Chênevert Inc. (S.N.C.) de Montréal et Carrier, Trottier, Aubin de Québec). Ces études ont procuré de l'information plus précise pour certaines régions et ont été complétées par des données brutes fournies par les Services de protection de l'environnement du Québec.

Toutes ces sources de données et des contacts personnels ont permis d'obtenir les caractéristiques physiques du fleuve les plus à jour requises pour la calibration du modèle.

3.2 Vérification de la validité du modèle

Afin de vérifier l'intensité et la direction des vecteurs vitesse calculées par le modèle hydrodynamique, les données les plus récentes prises par le ministère des Transports ont été utilisées. Avec ces renseignements, on peut comparer les résultats calculés par le modèle et les mesures de vitesse recueillies dans le fleuve au même point.

Comme décrit plus haut, le modèle hydrodynamique Leendertse calcule les composantes de vitesse longitudinale et transversale selon les axes correspondants pour un grillage représentant une portion du fleuve. Il s'agit donc de transférer chacune des mesures, prises par le ministère des Transports, sur le grillage composant la section du fleuve déterminée pour une étude. La vérification se fait en comparant la vitesse moyenne mesurée et les vitesses composantes calcu-

lées avec la résultante de vitesse du modèle et ses composantes.

Au tableau 1, nous présentons la comparaison des résultats pour le lac Saint-Pierre. Toutes les mesures de vitesses présentées sont des mesures à un point, tandis que les vitesses calculées par le modèle hydrodynamique sont des moyennes verticales. Il faut donc tenir compte de ce fait en comparant les deux résultats. Comme déjà mentionné, la différence entre la valeur mesurée et la valeur calculée pour le chenal s'explique en partie par les modifications dans la morphométrie du fond (dragages intervenus depuis le sondage (1941-1943)).

Tableau 1

Comparaison entre les vitesses calculées
et mesurées au lac Saint-Pierre

STATIONS	VALEUR MOYENNE MESUREE pi/s	VALEUR MOYENNE CALCULEE pi/s
7	0.20	0.10
8	0.24	0.10
9	0.40	0.10
10	0.46	0.10
11	0.60	0.22
12	0.50	0.32
13	0.70	0.50
14	0.70	0.61
15	0.73	0.71
16	0.78	0.73
17	0.89	0.85
18	0.72	0.85
19	0.72	0.85
20	0.93	0.89
21	0.99	0.98
22	0.79	1.03
23	0.99	0.98
24	1.65	1.3
25	1.26	2.3
26	1.19	1.7
27	1.33	1.0
28	1.26	1.0
29	0.97	0.7
30	0.87	0.5
31	0.58	0.4
32	0.56	0.3
33	0.38	0.3
34	0.29	0.2

CHAPITRE IV

SOMMAIRE DES RESULTATS



CHAPITRE IV

SOMMAIRE DES RESULTATS

4.1 Simulation des caractéristiques hydrodynamiques

Une carte de vecteurs de vitesse constitue la façon la plus pratique de décrire les résultats de la simulation. Les cartes utilisées sont des réductions des originaux qui peuvent être produits à une échelle équivalente aux cartes marines du Service hydrographique du Canada. Notre préoccupation première consiste à montrer à différentes échelles le champ des vecteurs de vitesse pour des débits spécifiques.

A l'annexe 1, on trouve deux types de représentation des résultats:

1. le premier montre des vecteurs dont la longueur est proportionnelle à l'intensité du courant et dont la direction indique celle du courant;
2. le deuxième montre d'heure en heure la trajectoire suivie par un flotteur libre qui suit la direction du courant à sa vitesse moyenne verticale pour un débit choisi.

4.2 Evolution des déversements d'huile

Les caractéristiques hydrodynamiques produites par le modèle ont été utilisées comme données d'entrée pour le modèle d'évolution de déversements d'huile, modèle qui tient compte des propriétés majeures de l'étalement des déversements d'huile.

Ce sont:

1. la force de gravité qui initialement étend l'huile;
2. une dispersion secondaire de l'huile due à la viscosité de l'huile sur l'eau, et finalement;
3. le mouvement dû à l'effet de réduction dans la tension de surface qui se produit lors du contact eau et huile.

Quant aux détails précis concernant ce modèle du mouvement des nappes d'huile, ils sont décrits dans un rapport disponible sur demande à l'adresse suivante: Systèmes techniques et économétriques, Division des systèmes de gestion des eaux, Direction de la planification et de la gestion (eaux), Pêches et Environnement Canada, Ottawa, Ontario. KIA 0E7.

A l'annexe 2, on peut voir les résultats de différentes simulations produites par le modèle à Montréal-Est, au lac des Deux Montagnes, à Cap Saint-Michel et à Lanoraie. Ces résultats montrent

différents effets selon diverses conditions de vent. Les chiffres produits dans ces exemples représentent la simulation d'un déversement de 100 000 gallons impériaux d'huile de type C (bunker oil) avec un vent variant de 0 à 10 milles/heure, dans la direction indiquée.



CHAPITRE V

BIBLIOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHIE

1. LEENDERTSE, JAN J., Aspects of A Computational Model for Long-Period Water-Wave Propagation.
2. SURVEYER, NENNIGER & CHIENEVERT INC., CARRIER, TROTTIER, AUBIN, Hydrodynamic Simulation Model, 31 mars 1973.
3. PRANDLE, D. et CROOKSHANK, H. L., Numerical Model Studies of the St. Lawrence River.
4. ANONYME, Calibration en crue du modèle hydrodynamique dans la région de Montréal, Etude d'aménagement de la ressource eau, Région de Montréal, Ministère des Richesses naturelles, Direction générale des Eaux, 1974, Rapport A-2.0.2.
5. CROOKSHANK, H.L., Containment of Oil Slicks on the St. Clair and Detroit Rivers.
6. WILKINSON, D.L., Confinement des nappes d'huile dans le Saint-Laurent.
7. PLOEG, J. et PRANDLE, D., Déc. 1972, Stage - Discharge Study St. Lawrence River Montreal to Ile d'Orleans.
8. CROOKSHANK, H.L., Numerical Simulation of Float Movements in the Vicinity of Orleans Island.
9. FAY, JAMES A., HOULT, DAVID P., Contract No. DOT-CG-01, 381A, Juillet 1971, Physical Processes in the Spread of Oil on a Water Surface.
10. ORTHELIER, FREDRICK L., Coast Guard, Washington, D.C., Juillet 1971, Forecasting Oil Slick Behaviour: A Preliminary Guide.
11. FAY, JAMES A., Fluid Mechanics Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Août 1969, The Spread of Oil Slicks on a Calm Sea.
12. BIEN, W., Department of Geography, University of Waterloo, Rapport non publié au Centre of Spill Technology, Environmental Emergency Branch, Environmental Protection Service, mars 1975, Modeling Oil Slick Movement.

13. FALLAH, M.H. et STARK, R.M., M.T.S. Journal V.10*n. janvier 1976,
Literature Review: Movement of Spilled Oil at Sea.
14. ANONYME, 1977, Mathematical Model of the Behaviour of Oil Spills
on Water and Natural and Chemical Dispersion, EPS-3-EC-
77-19, Environmental Impact Control Directorate, oct.

CHAPITRE VI

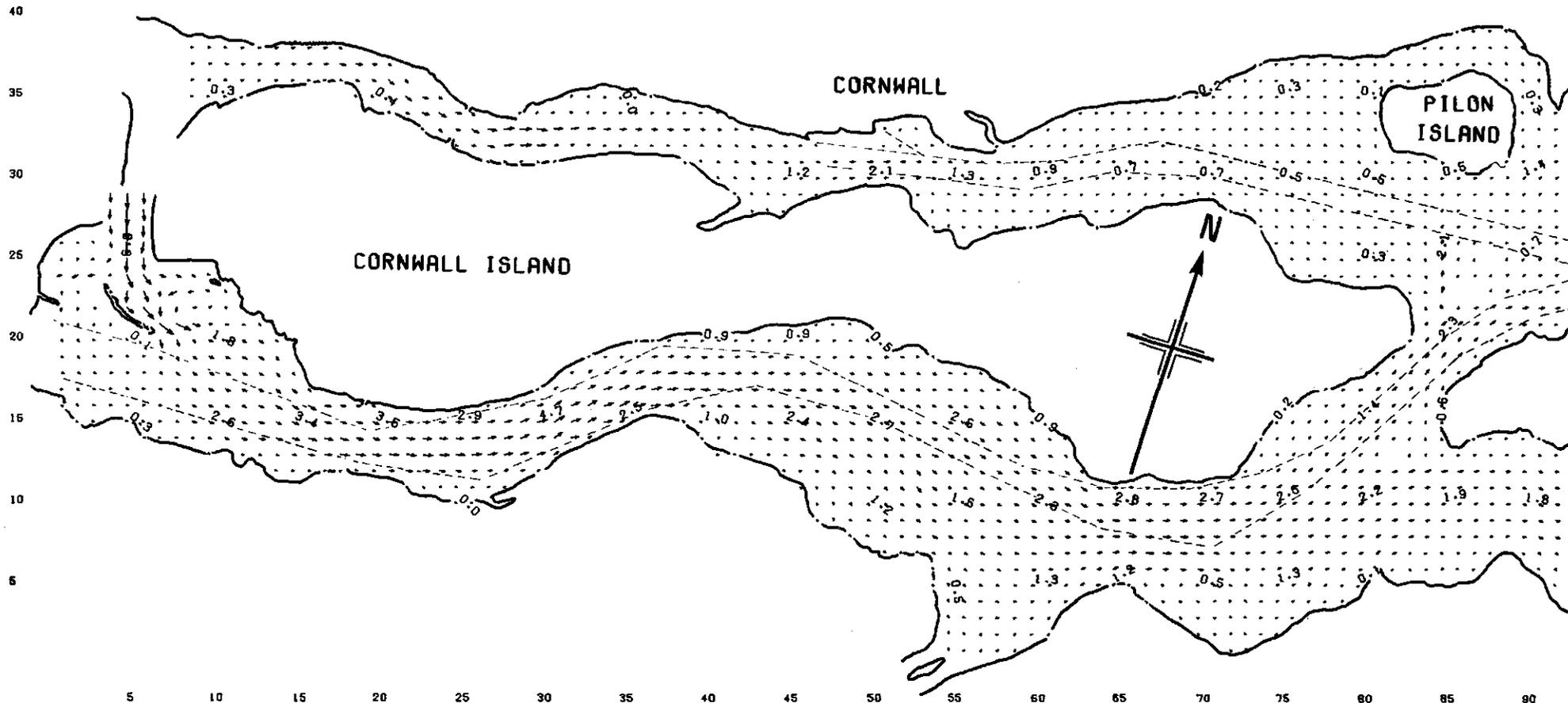
ANNEXES



ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES
DU FLEUVE SAINT-LAURENT

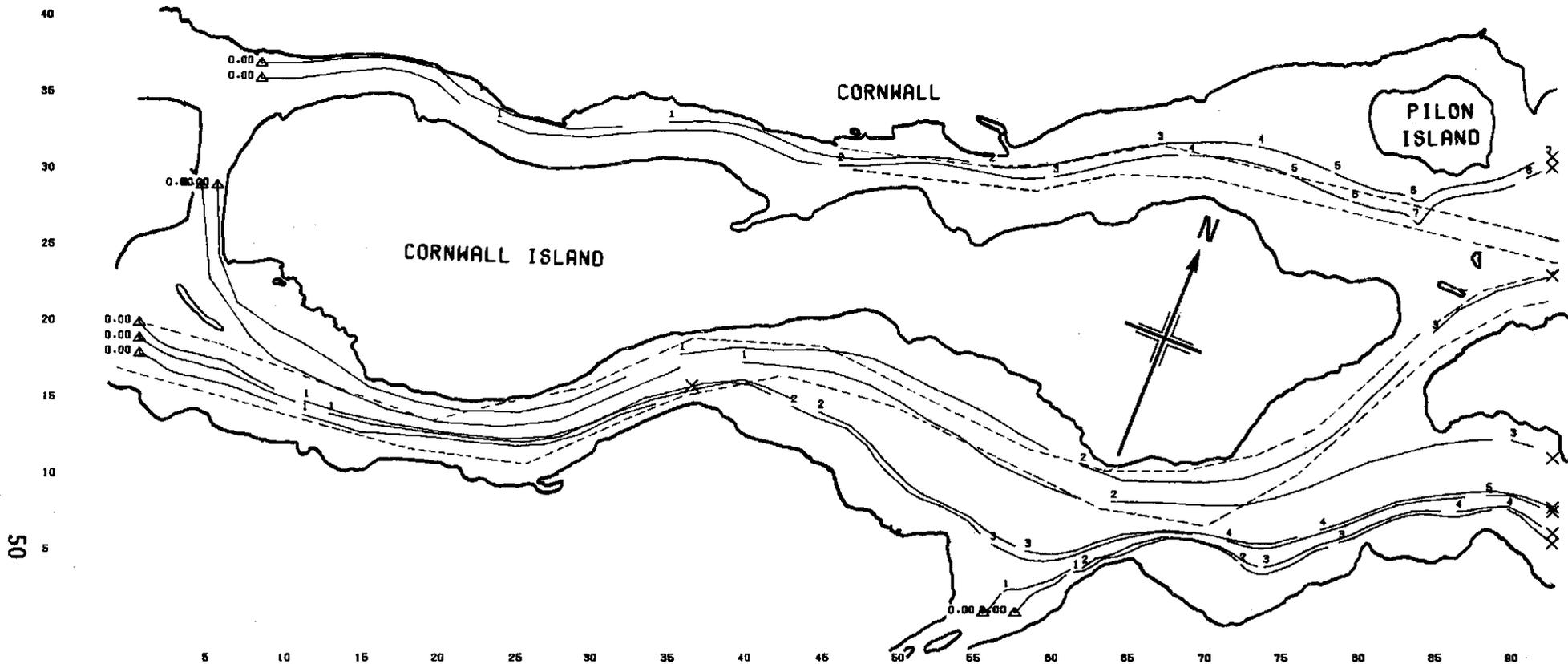




ILES DE CORNWALL MODELO1

ECHELLE
 UNITE = PI/S
 0.5 -
 1.0 -
 2.0 -
 3.0 -
 4.0 -
 5.0 -
 6.0 -
 7.0 -
 8.0 -
 9.0 -

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT
 DECEMBRE 1977
 FIGURE: 6.1.1.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
 DATE DE CALIBRATION: 21/11/72
 DEBIT: 207.000 PI CU /SE
 DATE DES SONDAGES: 1961 - 1962
 PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
 DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
 DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
 SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



ILES DE CORNWALL 01

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.1.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 21/11/72

DEBIT: 207.000 PI. CU / S

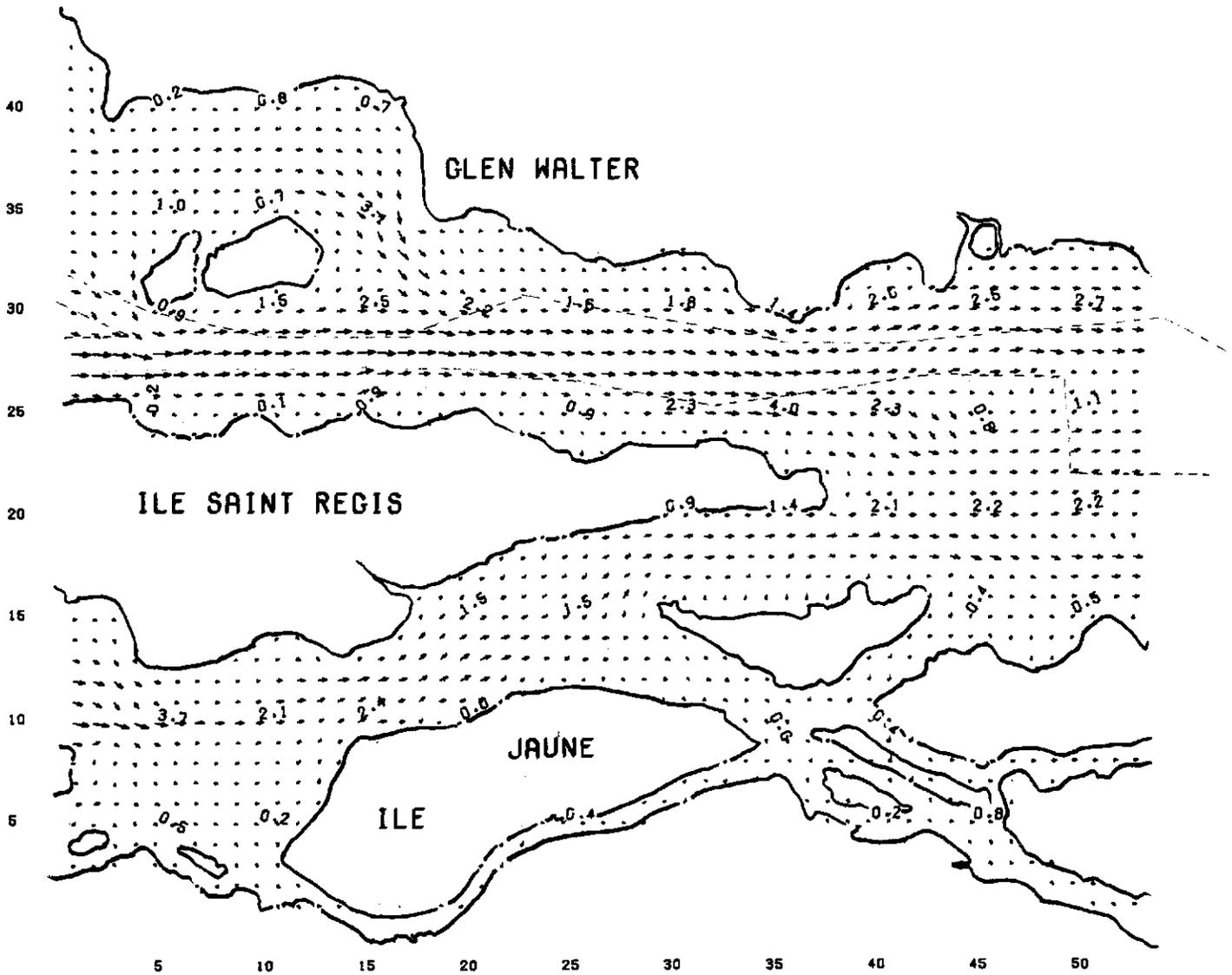
DATE DES SONDAGES: 1961 - 1962

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

ECHELLE
 UNITE = PI/S
 0.5 →
 1.0 →
 2.0 →
 3.0 →
 4.0 →
 5.0 →
 6.0 →
 7.0 →

FIGURE: 6.1.2.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 21/11/72

DEBIT: 321 200 PI CU /S

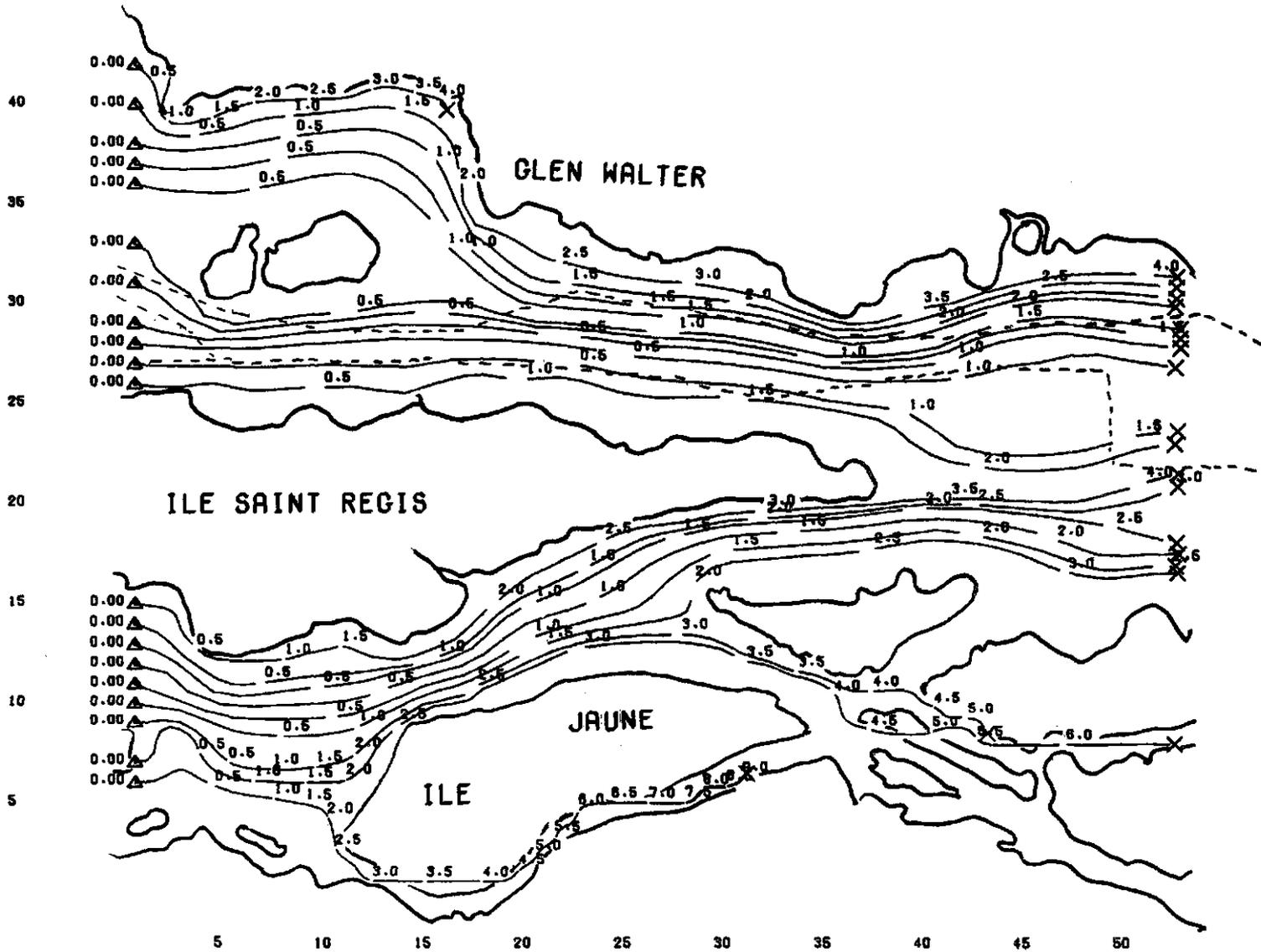
DATE DES SONDAGES: 1962

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

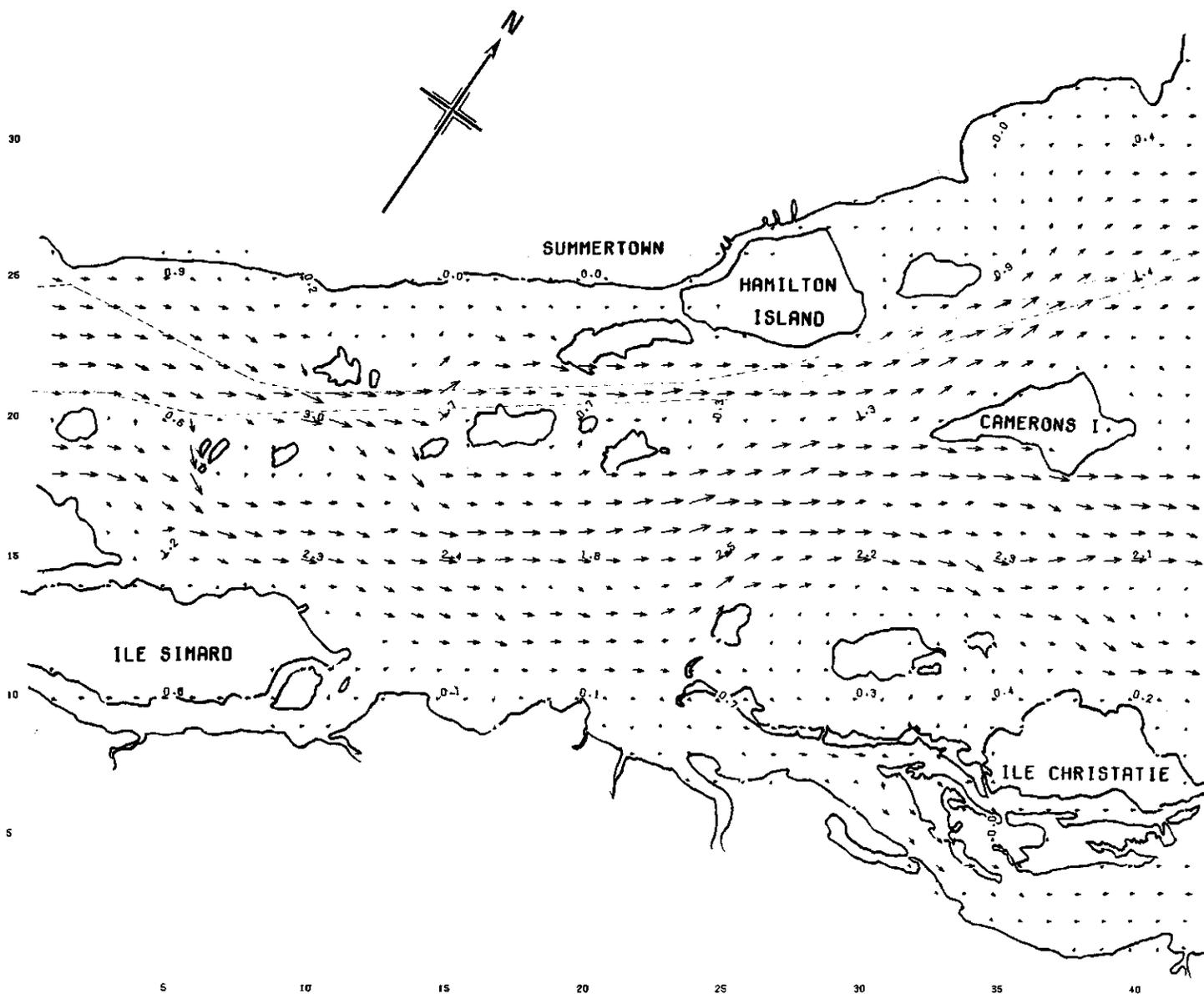
DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



COMITE D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.2.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	21/11/72
DEBIT:	321 200 PI CU /s
DATE DES SONDAGES:	1962
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS

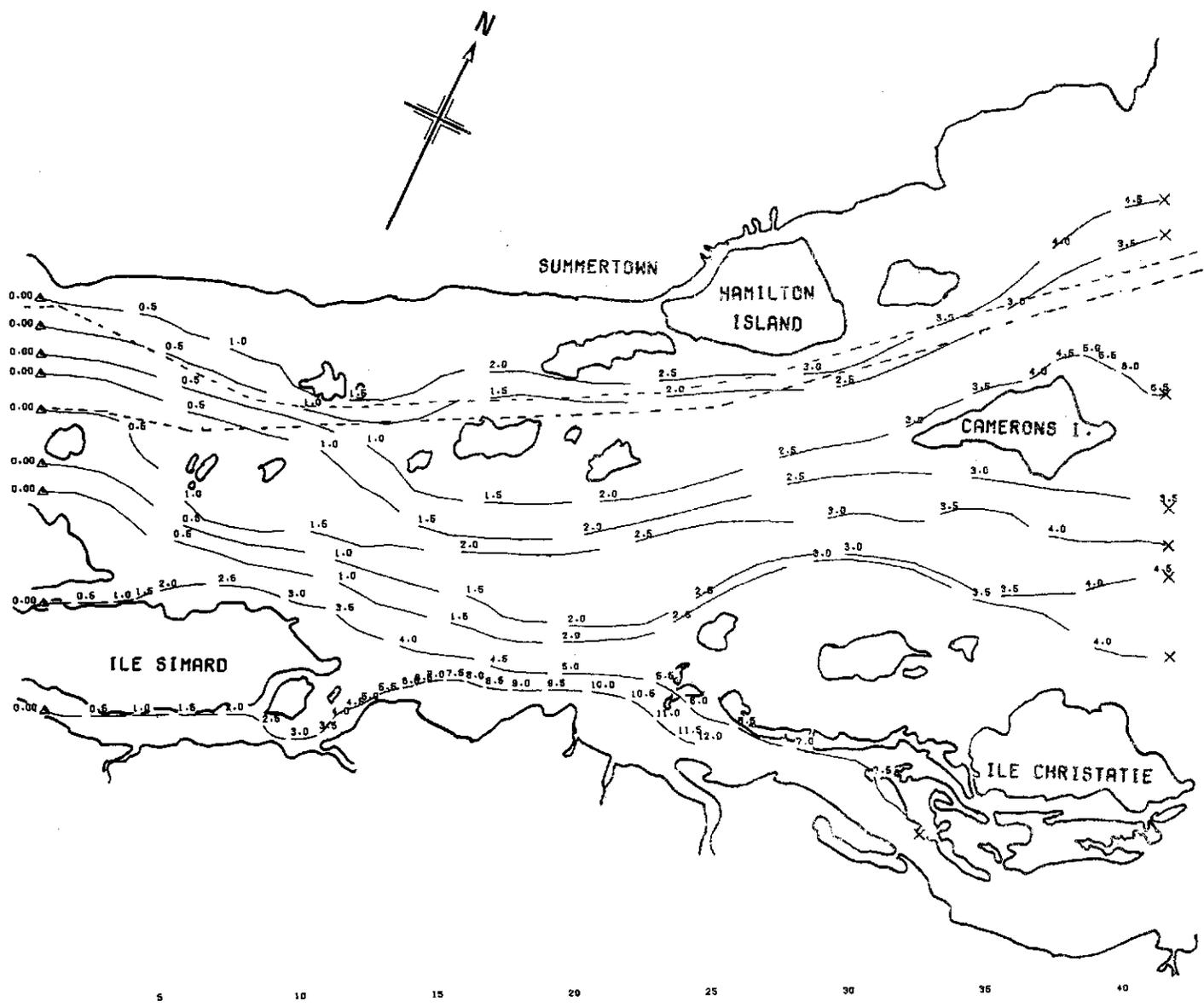


TETE DU LAC ST. FRANCOIS

03

ECHELLE
 UNITE = PI/8
 0.5 -
 1.0 -
 2.0 -
 3.0 -
 4.0 -

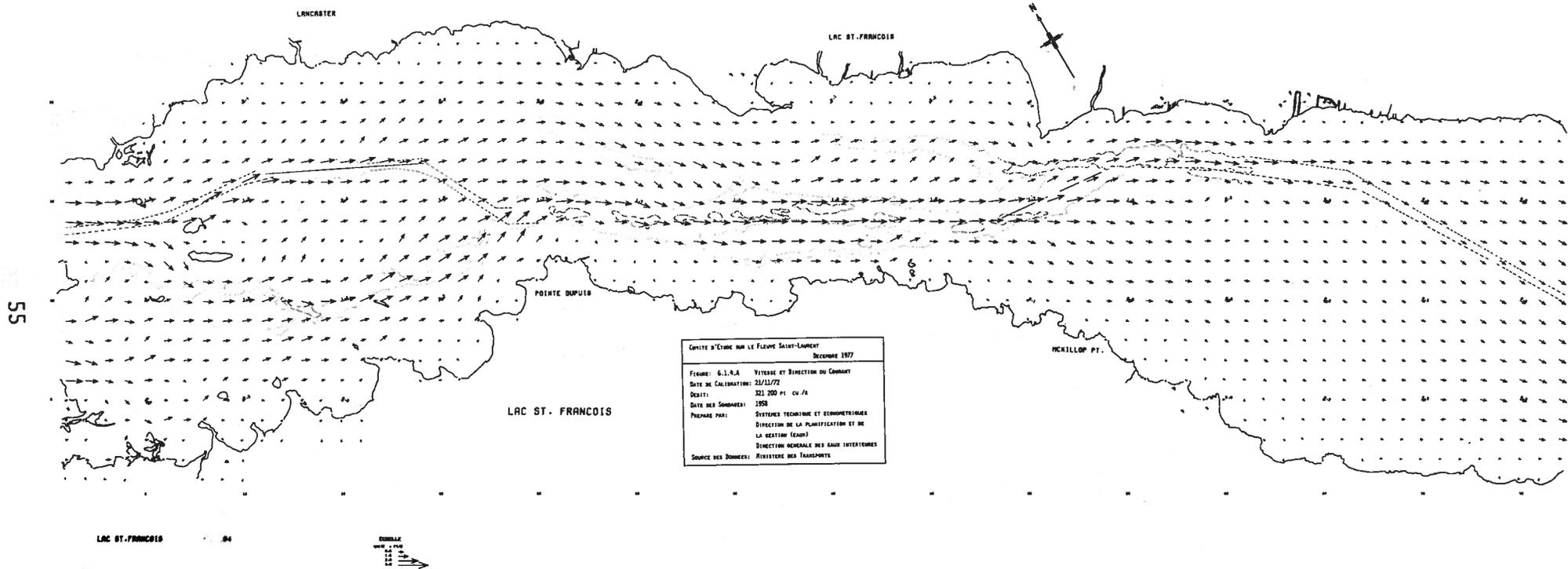
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.3.A	VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION: 21/11/72	
DEBIT: 321 200 PI CU /S	
DATE DES SONDAGES: 1961	
PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES	
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS	



TETE DU LAC ST. FRANCOIS

03

COMITE D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.3.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	21/11/72
DEBIT:	321 200 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1961
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



55

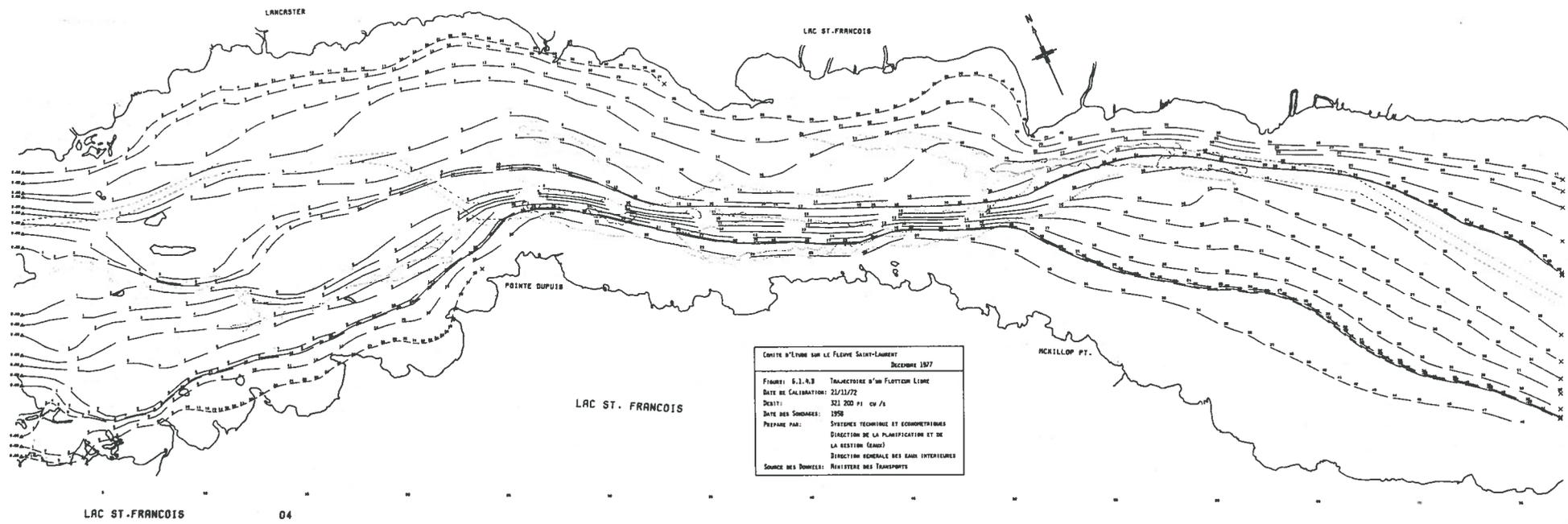
COMITE D'ETUDE DU LE FLEUVE SAINT-LAURENT
 Décembre 1977

FIGURE: G.1.4.A Vitesse et Direction du Courant
 DATE DE CALIBRATIONS: 21/11/72
 DEBIT: 321 200 P3 CV /S
 DATE DES SONDAJES: 1958
 PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
 DIRECTION DE LA PLANNIFICATION ET DE
 LA REVISION (GEM)
 DIRECTION GENERALE DES SAUS INTERIEURES
 SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS

LAC ST. FRANCOIS 04

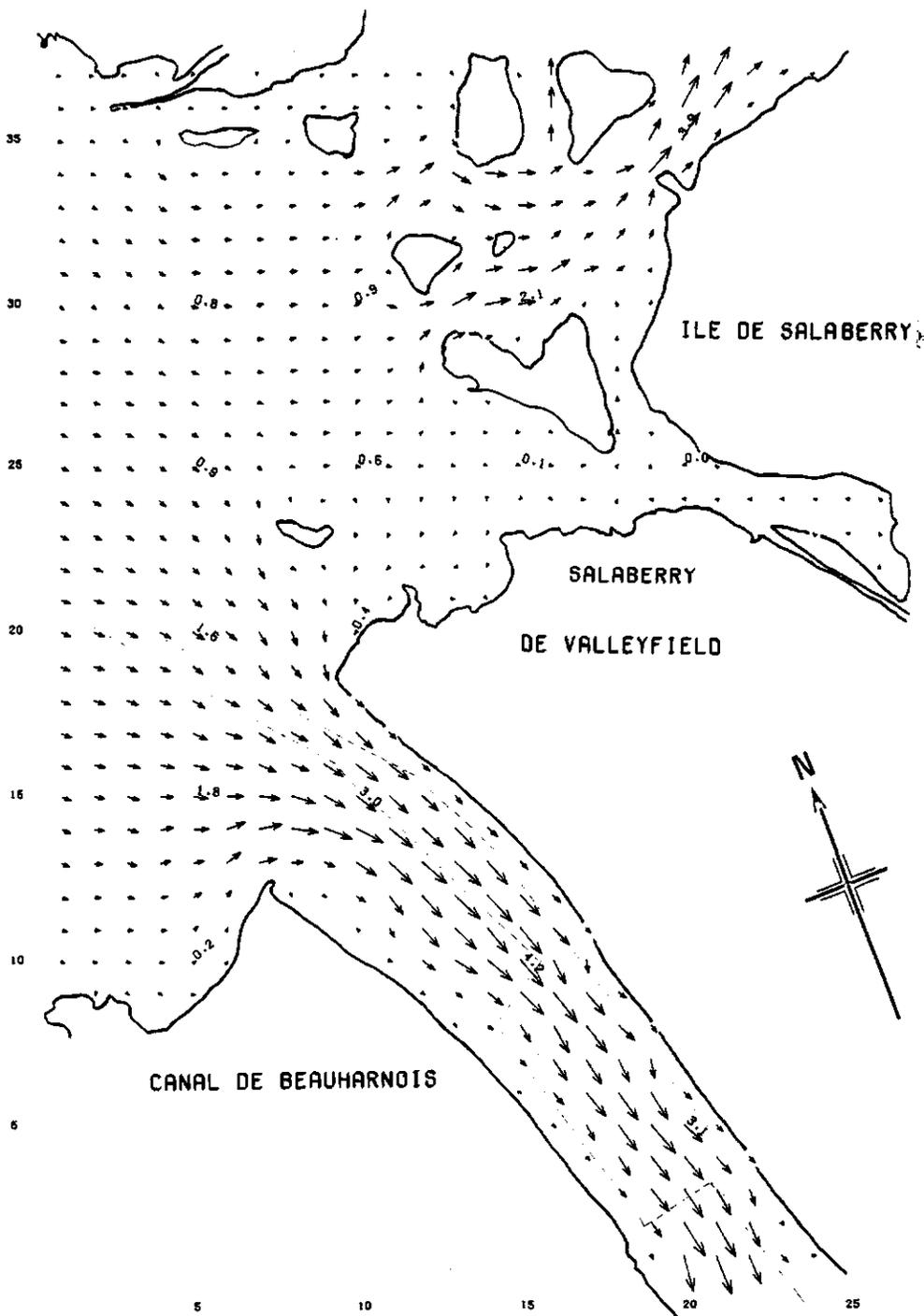


56



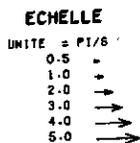
CHUTE D'ÉVIDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT
 Décembre 1957
 FIGURE: S.J. 4.B TAUROSCOPES N°101 FLOTTEUR LIGNE
 DATE DE CALIBRATION: 23/11/57
 DÉBIT: 321 200 m³ cu / s
 DATE DES SONNAGES: 1958
 PRÉPARÉ PAR: SYSTÈME TECHNIQUE ET ÉCHIMÉTRIQUE
 DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA RESSUR (SAND)
 DIRECTION GÉNÉRALE DES HAUTS INTÉRIEURS
 SOURCE DES DONNÉES: MINISTÈRE DES TRANSPORTS

LAC ST. FRANCOIS 04

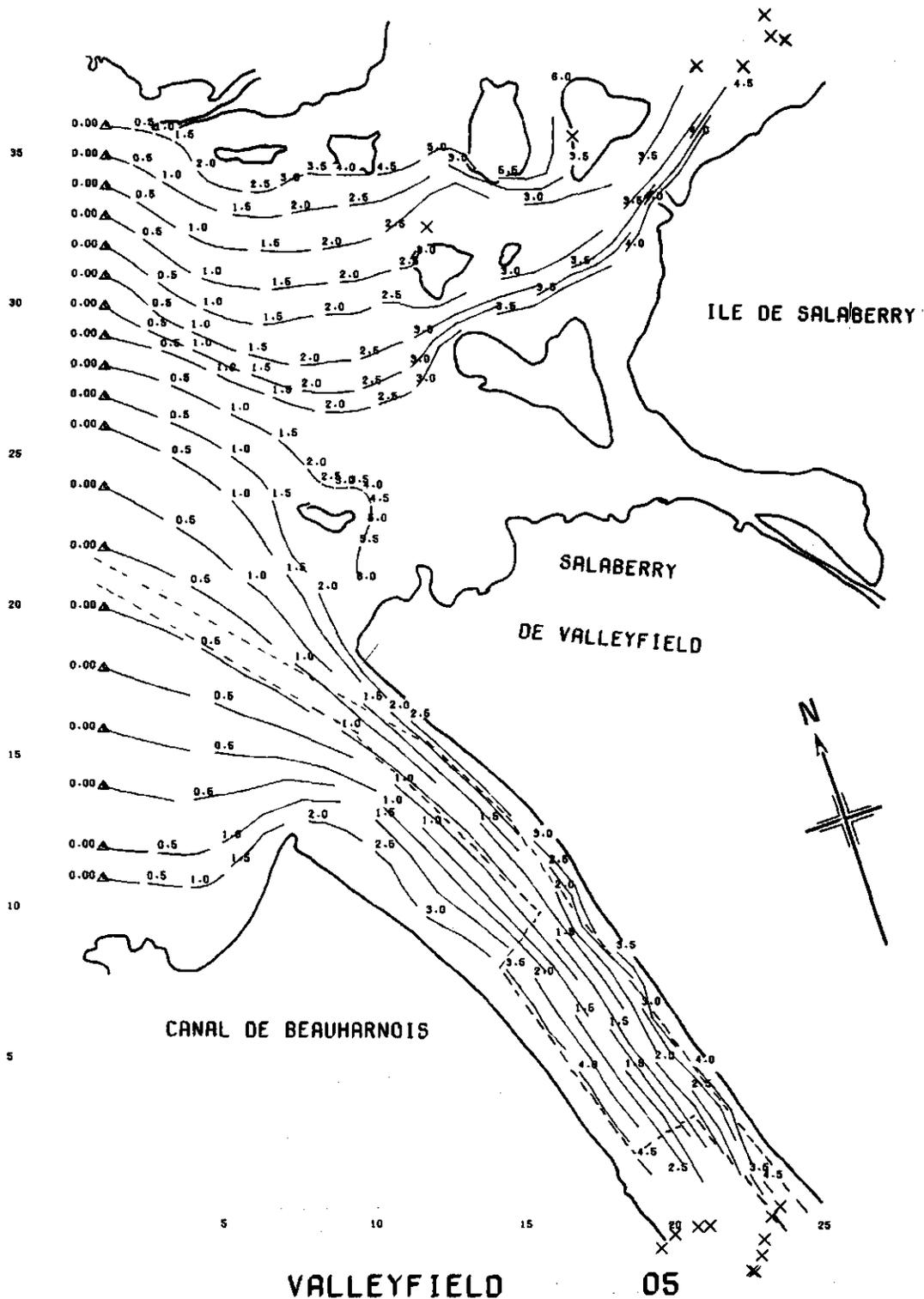


VALLEYFIELD

05



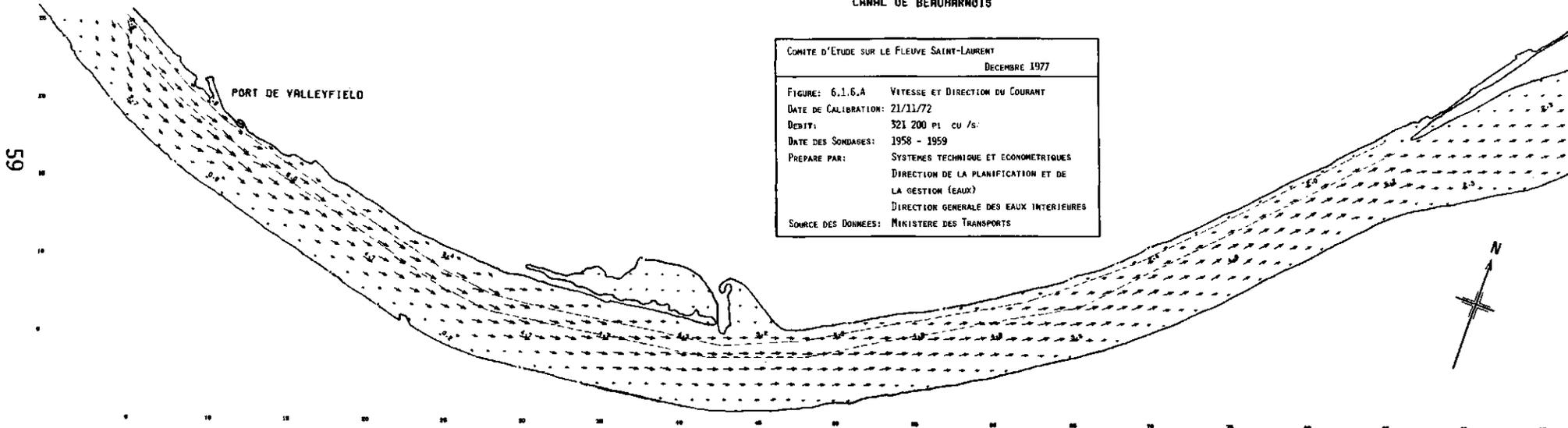
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.5.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	21/11/72
DEBIT:	321 200 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1958 - 1959
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.5.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	21/11/72
DEBIT:	321 200 PI CU /s
DATE DES SONDAGES:	1958 - 1959
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS

CANAL DE BEAURNARNOIS

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.6.A	VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	21/11/72
DEBIT:	321 200 m ³ /s.
DATE DES SONDAGES:	1958 - 1959
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



CANAL DE BEAURNARNOIS

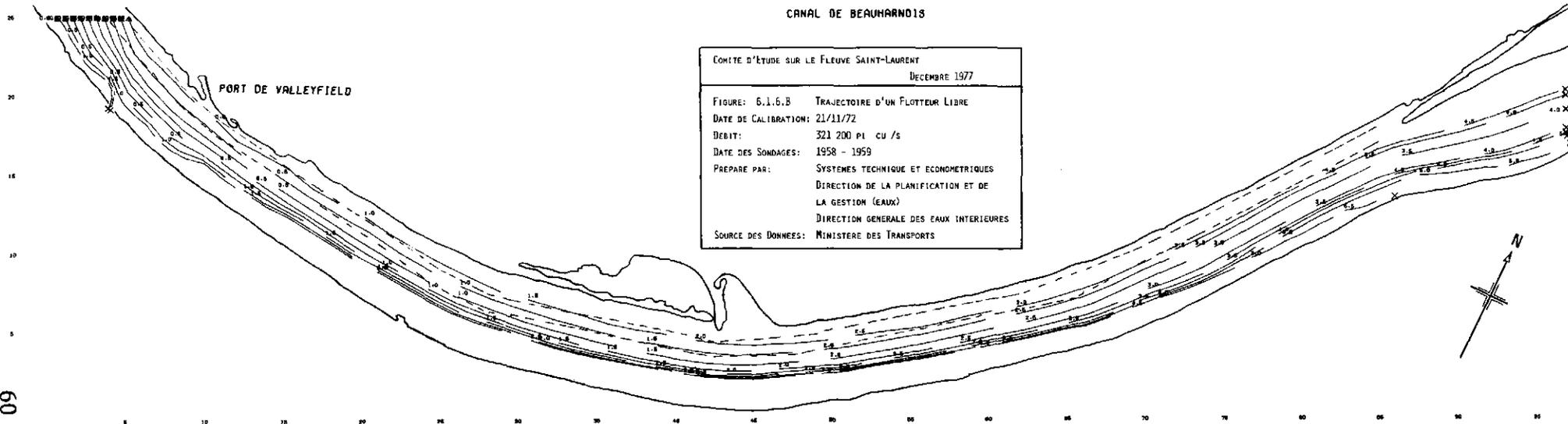
12



CANAL DE BEAUHARNOIS

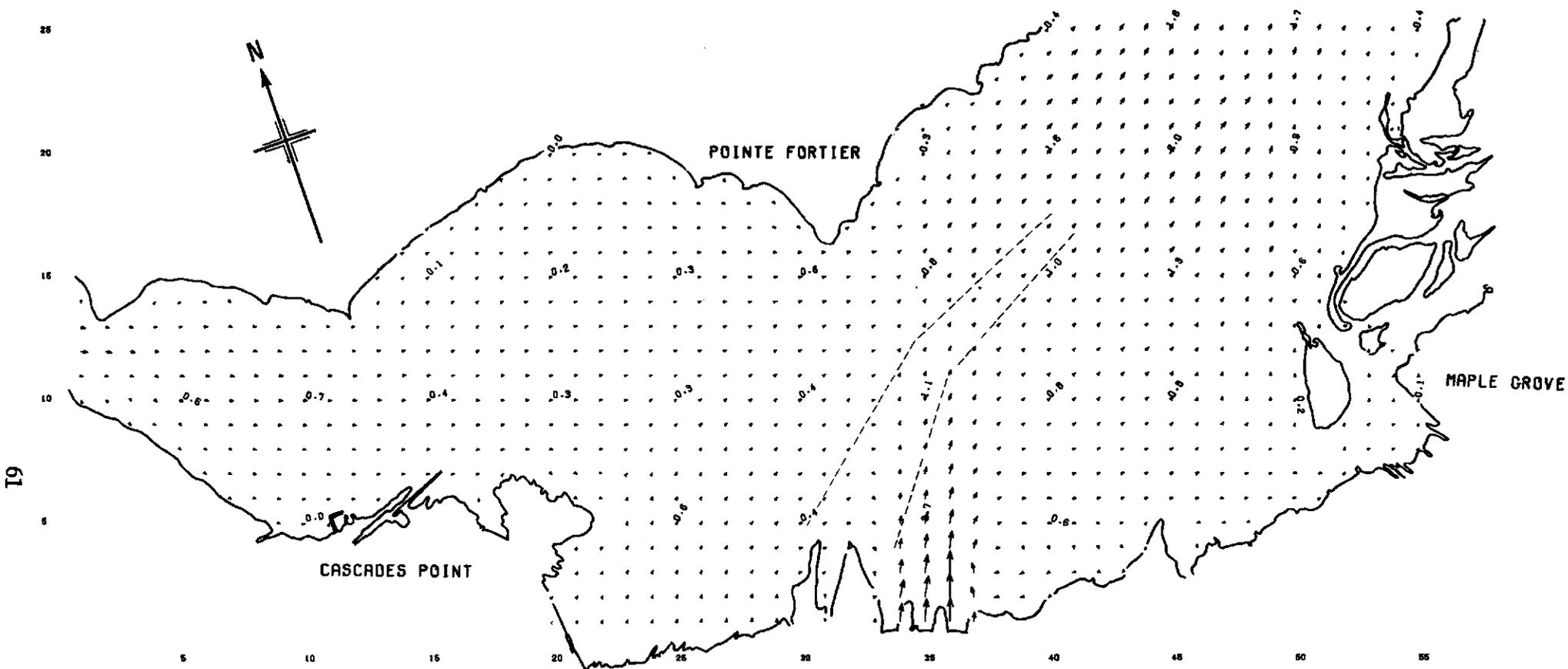
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT
DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.6.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION: 21/11/72
DEBIT: 321 200 m³ / s
DATE DES SONDAGES: 1958 - 1959
PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



09

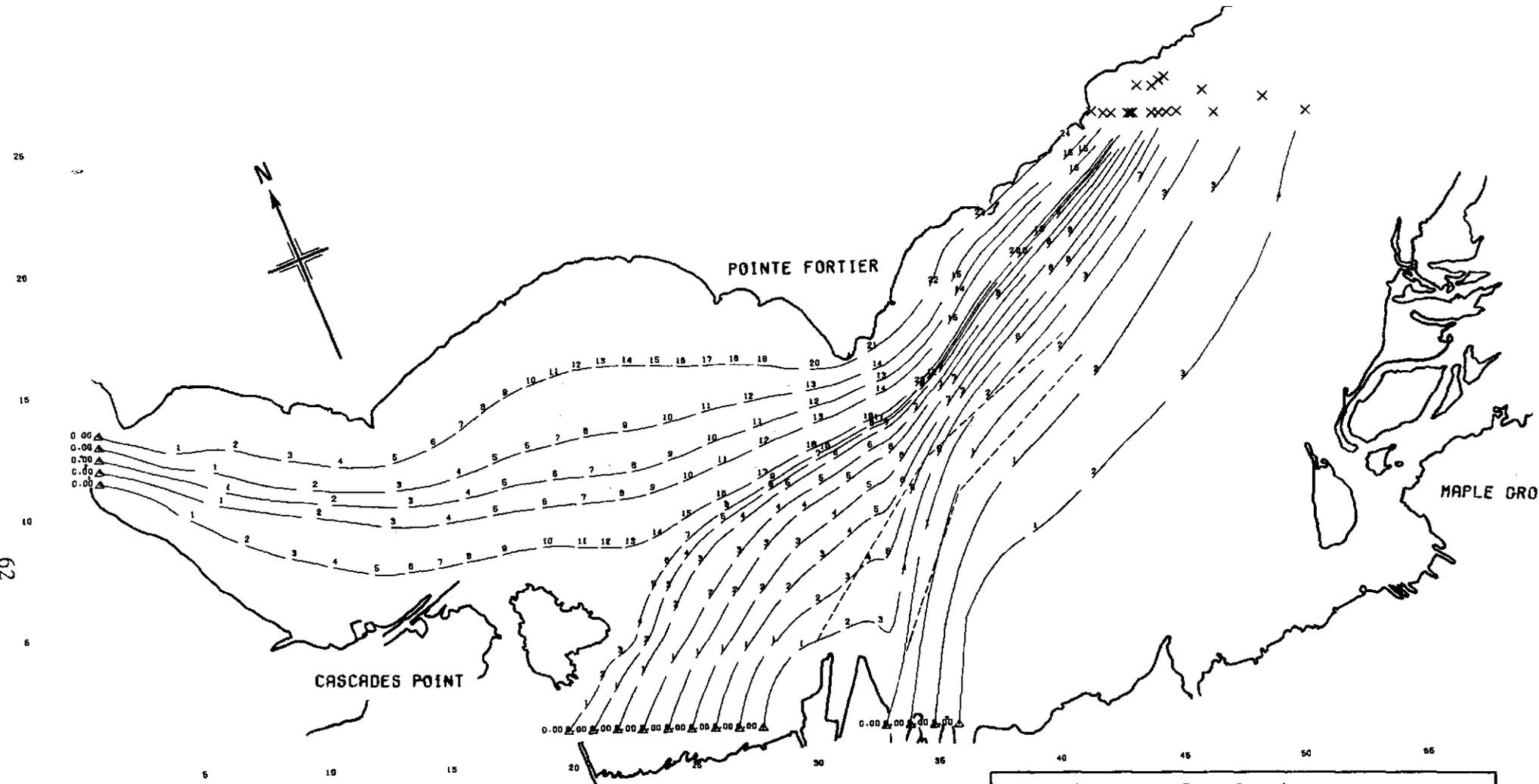
CANAL DE BEAUHARNOIS



TETE DU LAC ST-LOUIS 13

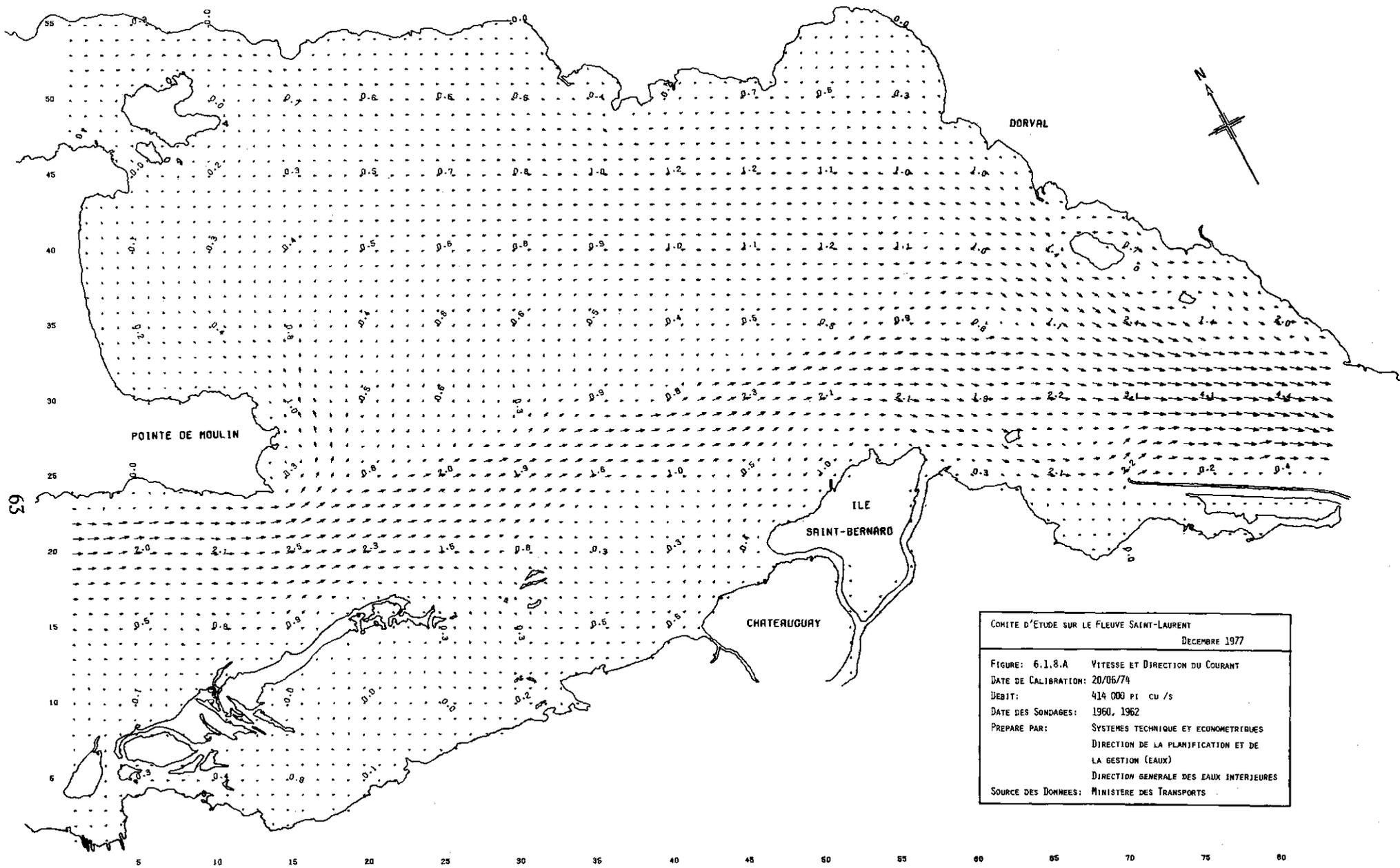
ECHELLE
 UNITE = PI/S
 0.5
 1.0
 2.0
 3.0
 4.0
 5.0
 6.0
 7.0

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.7.A	VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	20/06/74
DEBIT:	366 700 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1968
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS

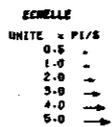


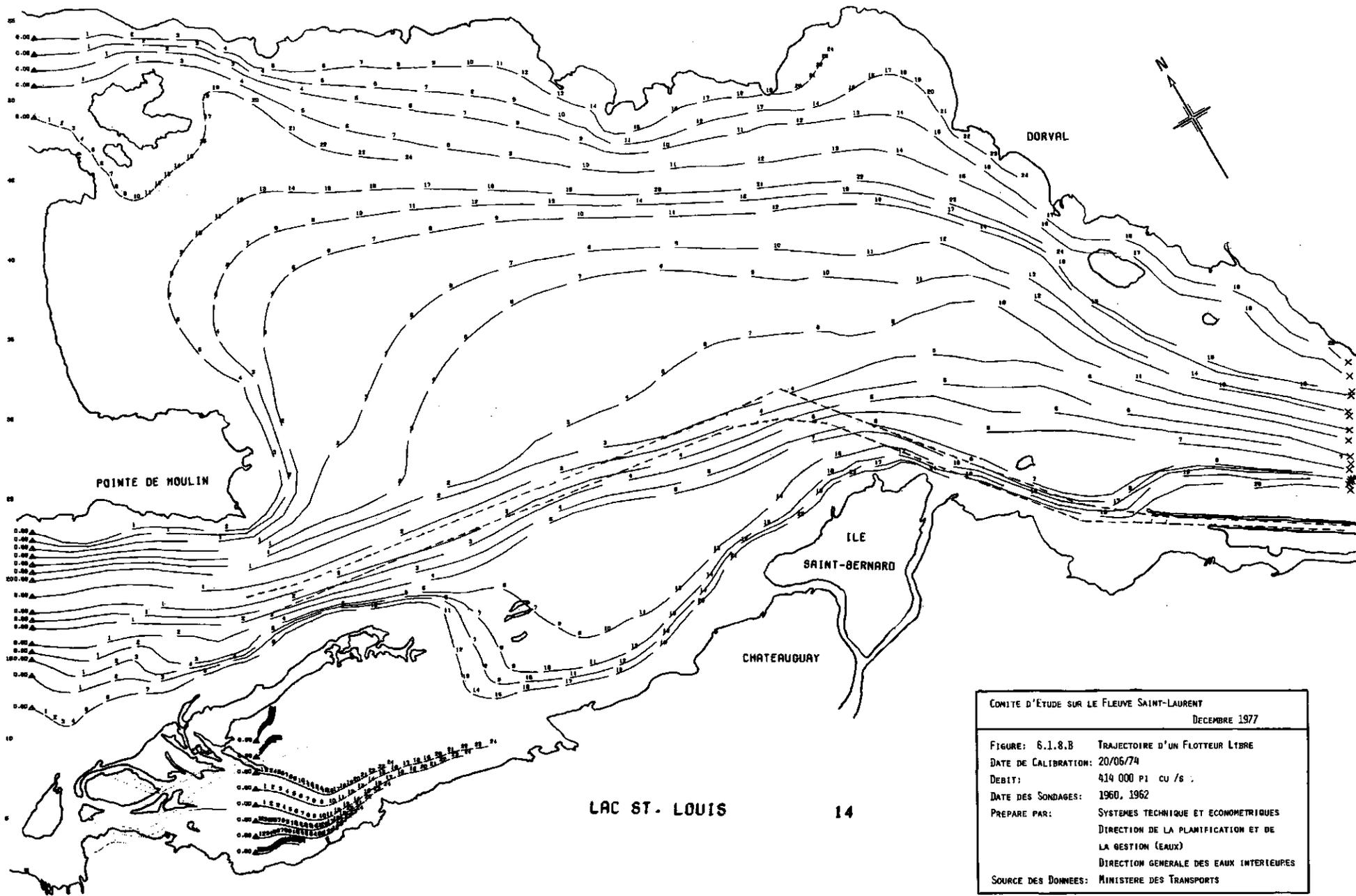
TETE DU LAC ST. LOUIS 13

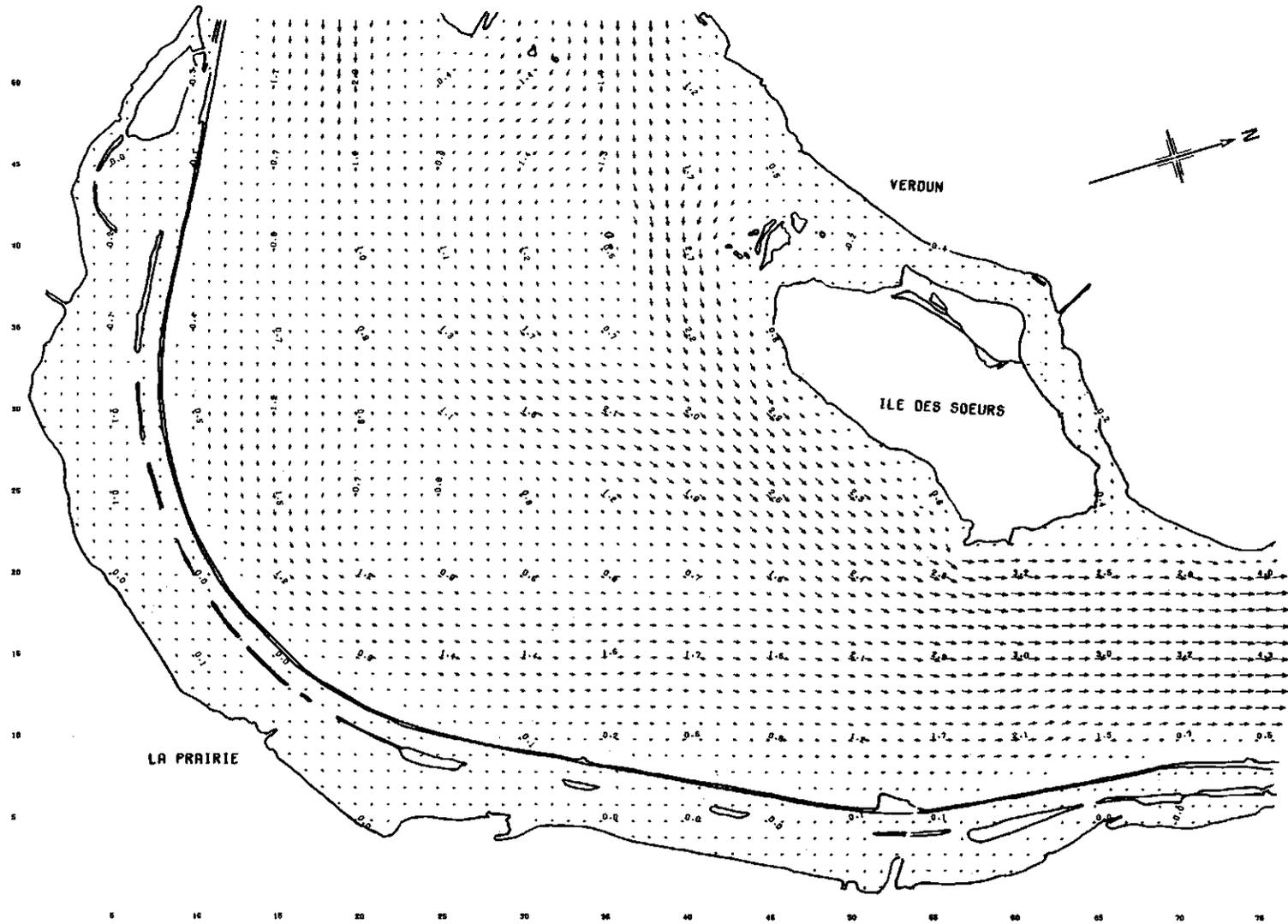
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.7.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	20/06/74
DEBIT:	366 700 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1968
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX) DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.8.A	VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	20/06/74
DEBIT:	414 000 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1960, 1962
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTRE DES TRANSPORTS







LE BASSIN LAPRAIRIE

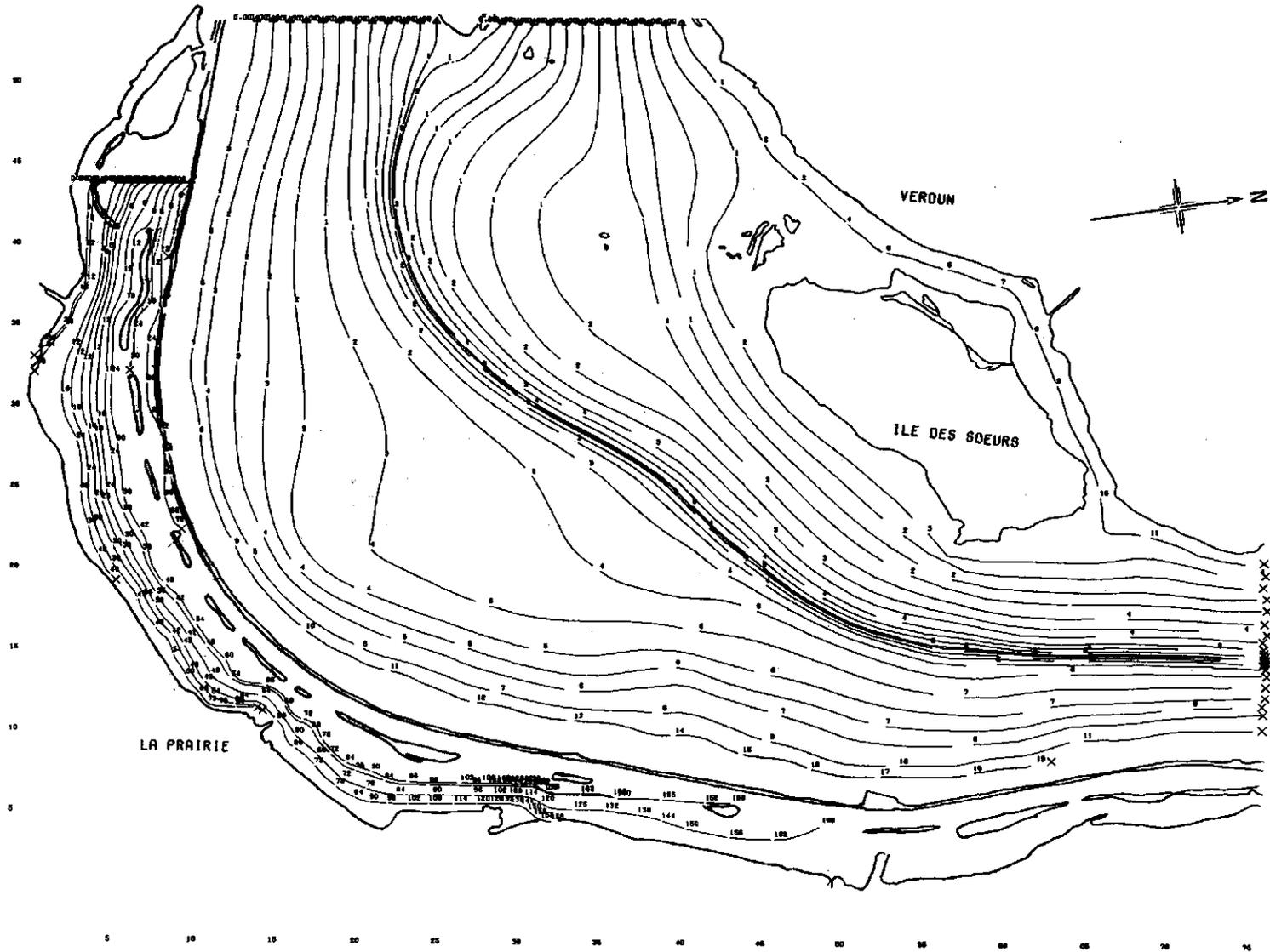
16

ECHELLE
 UNITE : P/S
 0.5
 1.0
 2.0
 3.0
 4.0
 5.0

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.9.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
 DATE DE CALIBRATION: 24/07/63
 DEBIT: 225 000 pi³ cu /s
 DATE DES SONDAGES: 1897
 PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
 DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)
 DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
 SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



LE BASSIN LAPRAIRIE

16

COMITE D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.9,B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 24/07/63

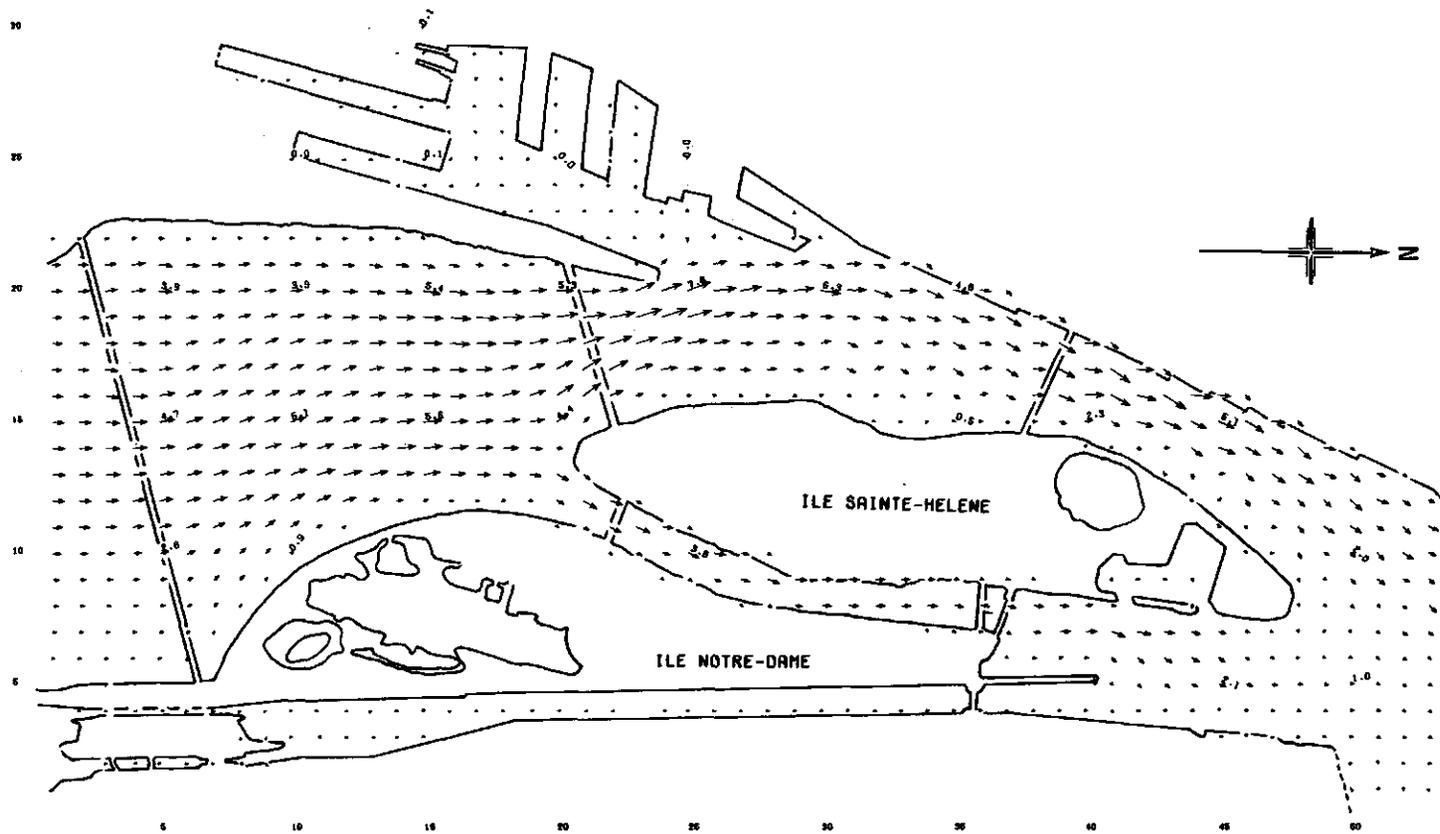
DEBIT: 225 000 P1 CU /S

DATE DES SONDAGES: 1897

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

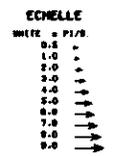
DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS

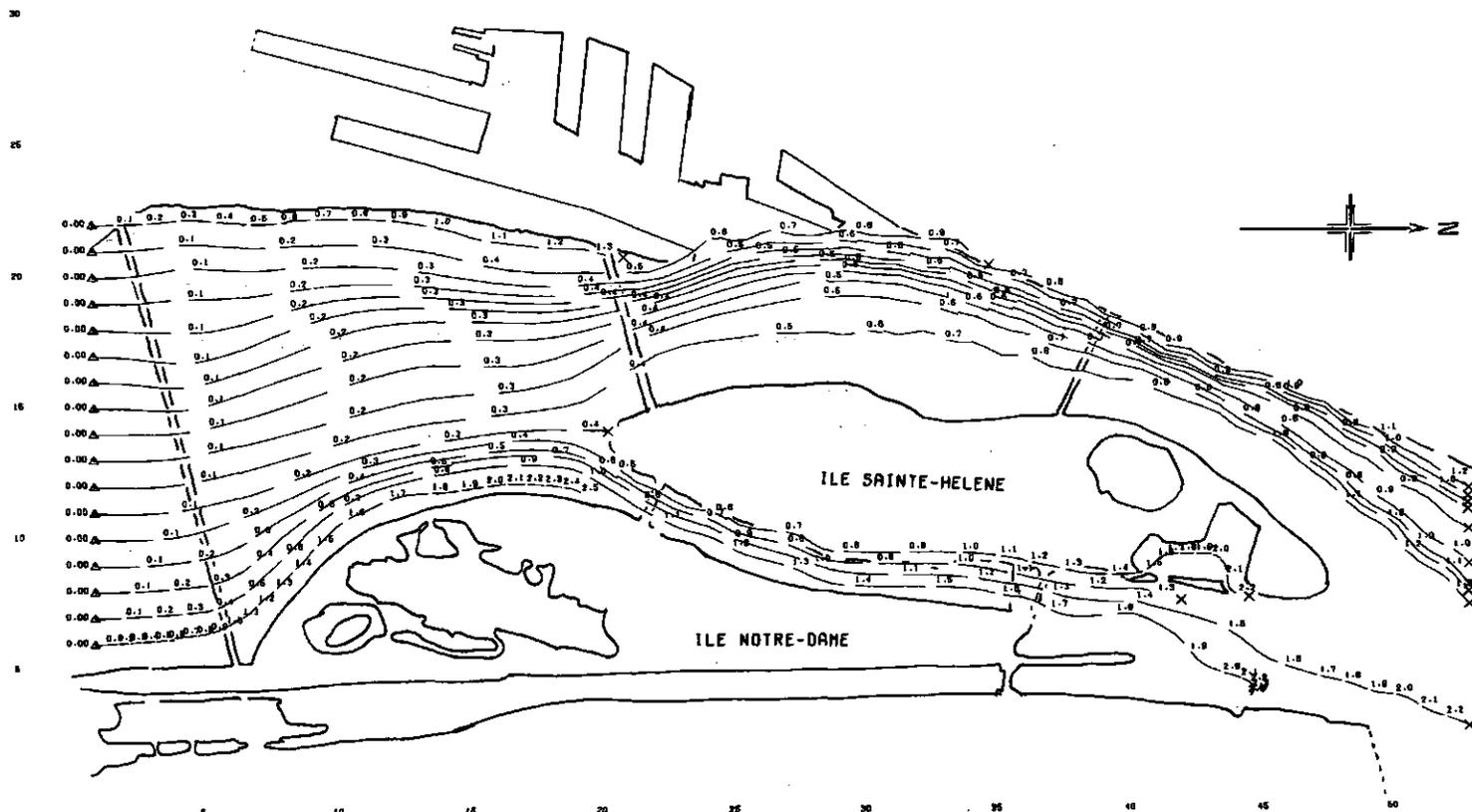


PONT VICTORIA A L'ILE STE HELENE

17

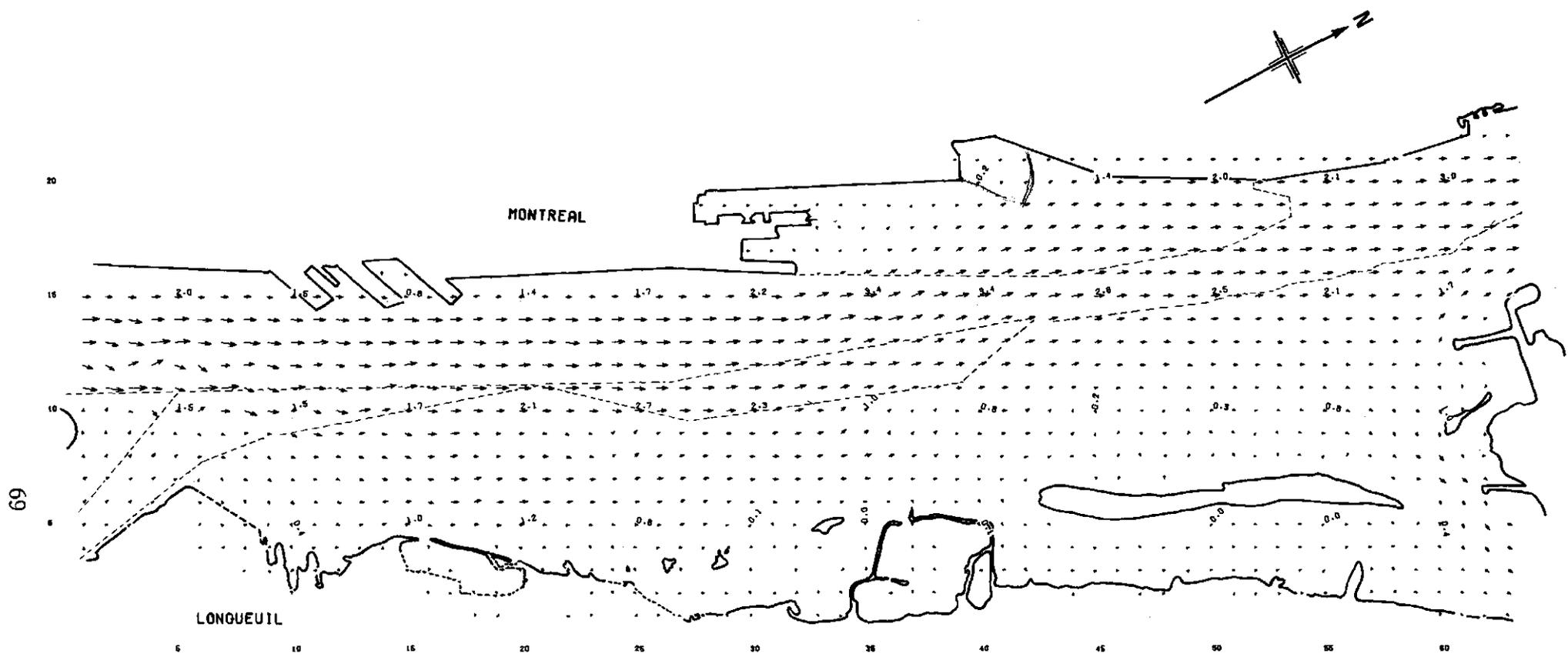


COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.10.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	9/07/63
DEBIT:	225 600 PI ³ /S
DATE DES SONDAGES:	1966
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DE DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS

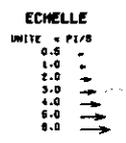


PONT VICTORIA A L'ILE STE HELENE 17

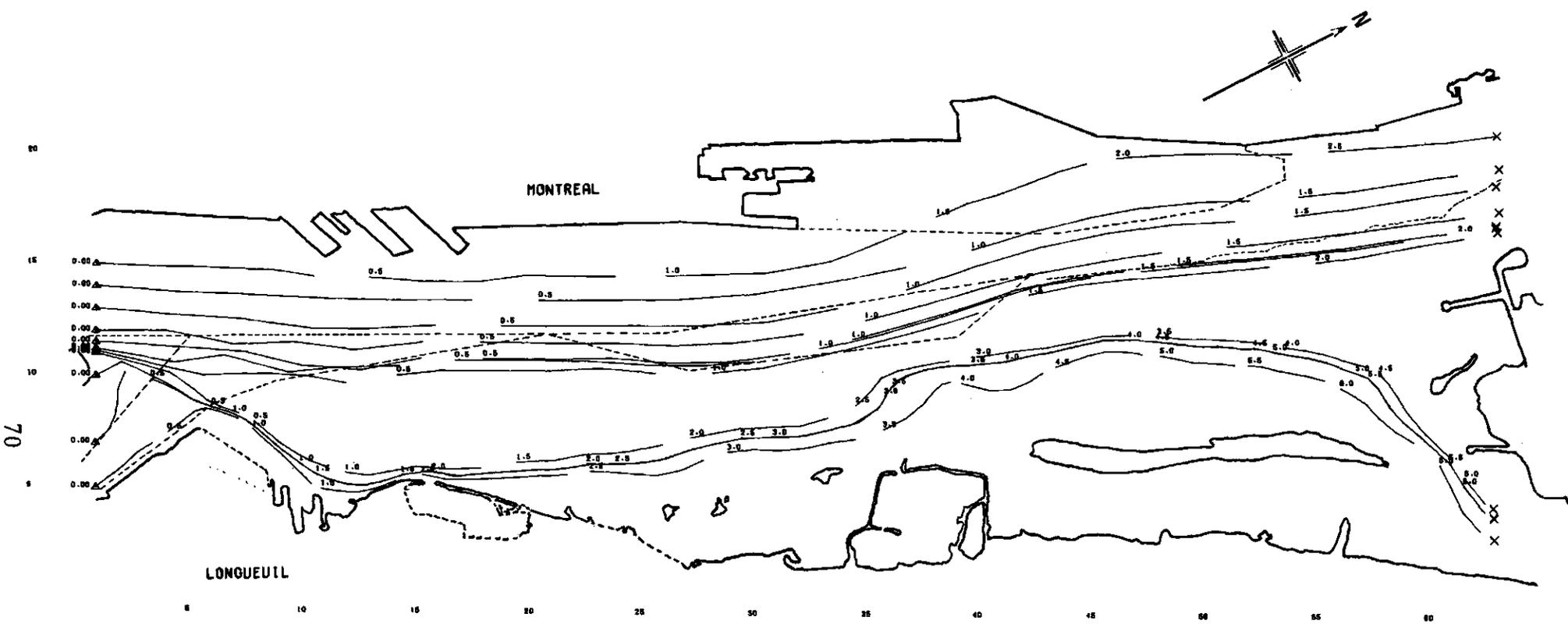
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.10.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	9/07/63
DEBIT:	225 600 PI. CU /S
DATE DES SONDAGES:	1966
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMIQUES DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX) DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



ILE STE. HELENE - ILES BOUCHERVILLE M-18

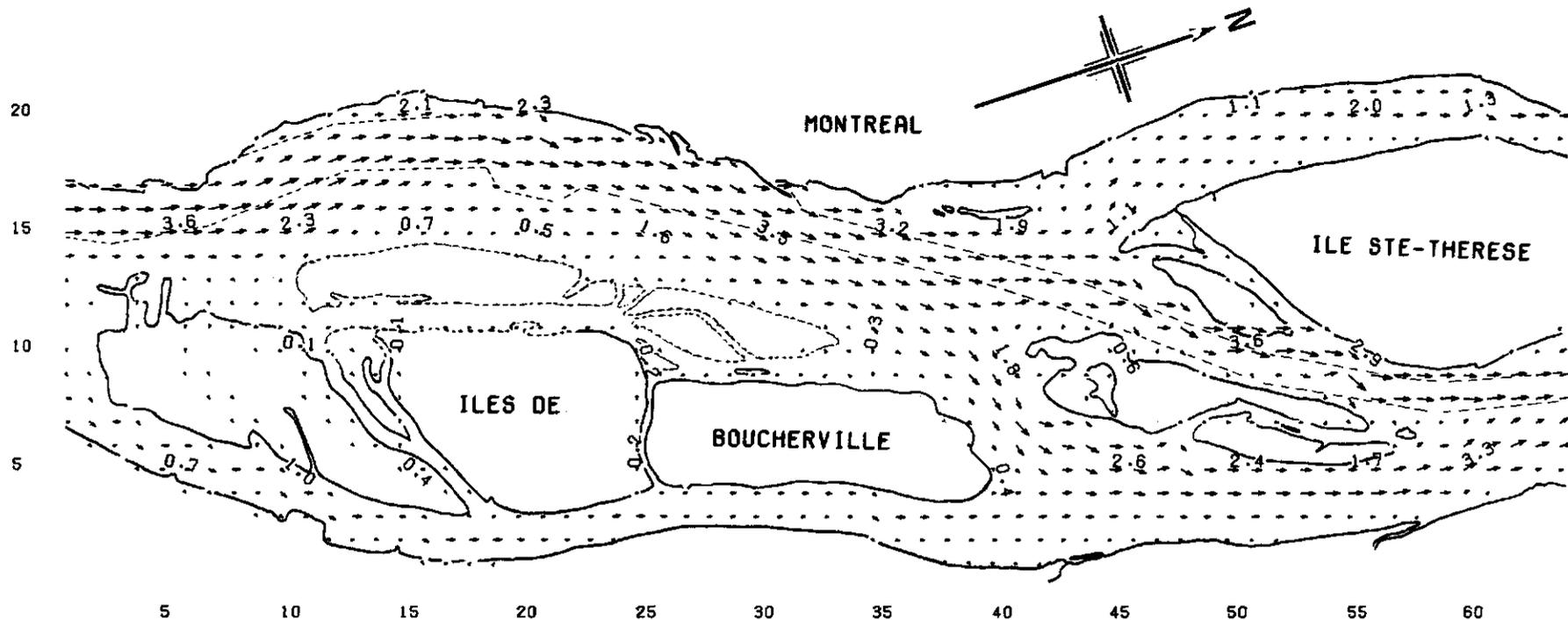


COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.11.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	21/10/64
DEBIT:	235 000 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1947 - 1948
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DE DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



ILE STE. HELENE - ILES BOUCHERVILLE M-18

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.11.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	21/10/64
DEBIT:	235 000 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1947 - 1948
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX) DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

FIGURE 19

ÉCHELLE
UNITE. = PI/S

0.5	-
1.0	-
2.0	←
3.0	←
4.0	←
5.0	←
6.0	←

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.12,A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 5/05/66

DEBIT: 299.000 PI CU/S

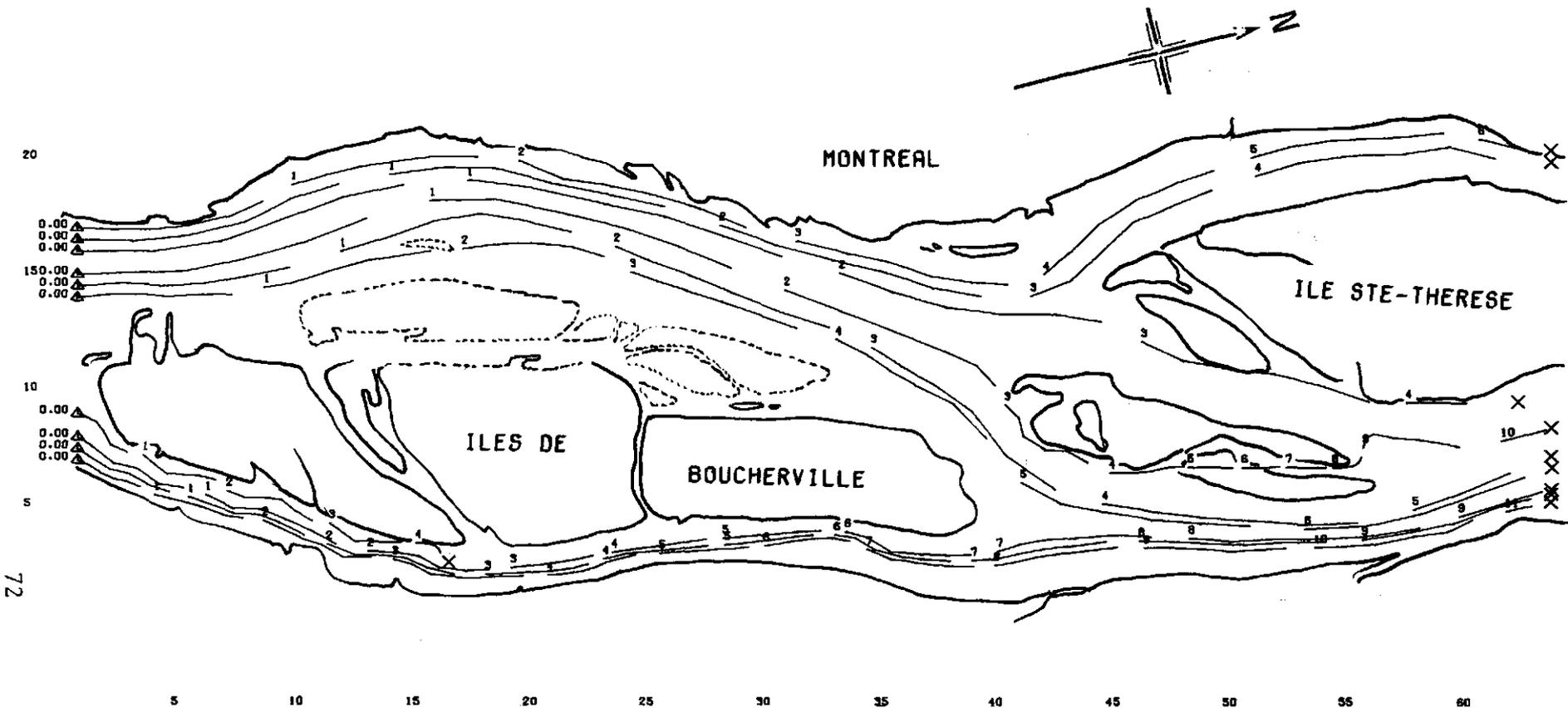
DATE DES SONDAGES: 1947 - 1948

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.12.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 5/05/66

DEBIT: 299 000 PI CU /s

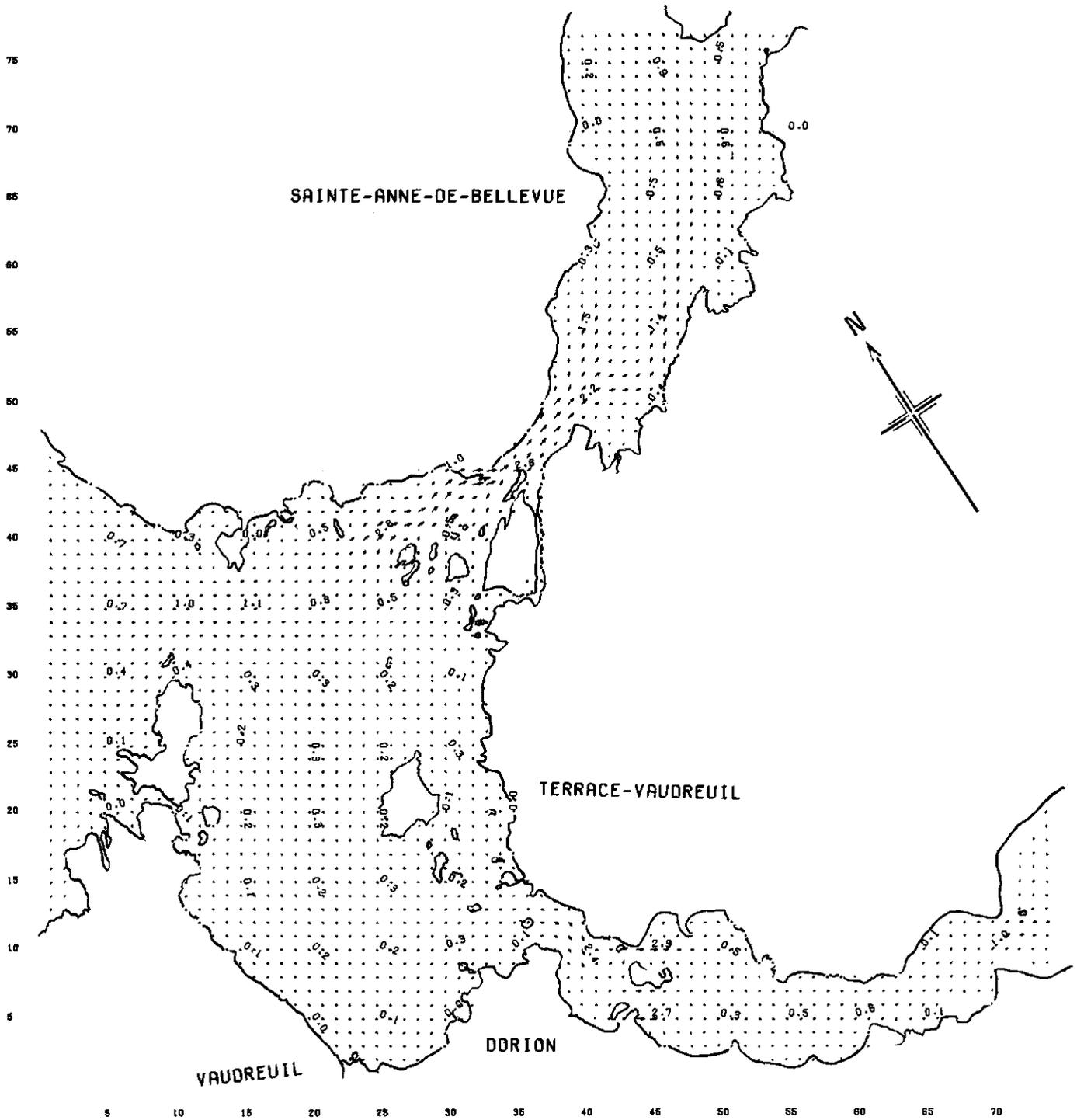
DATE DES SONDAGES: 1947 - 1948

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



ENTRE LES DEUX LACS

21

ECHELLE
 UNITE = PI/S
 0.5 .
 1.0 .
 2.0 .
 3.0 .
 4.0 .
 5.0 →

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.13.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 20/06/74

DEBIT: 52 600 PI CU /S

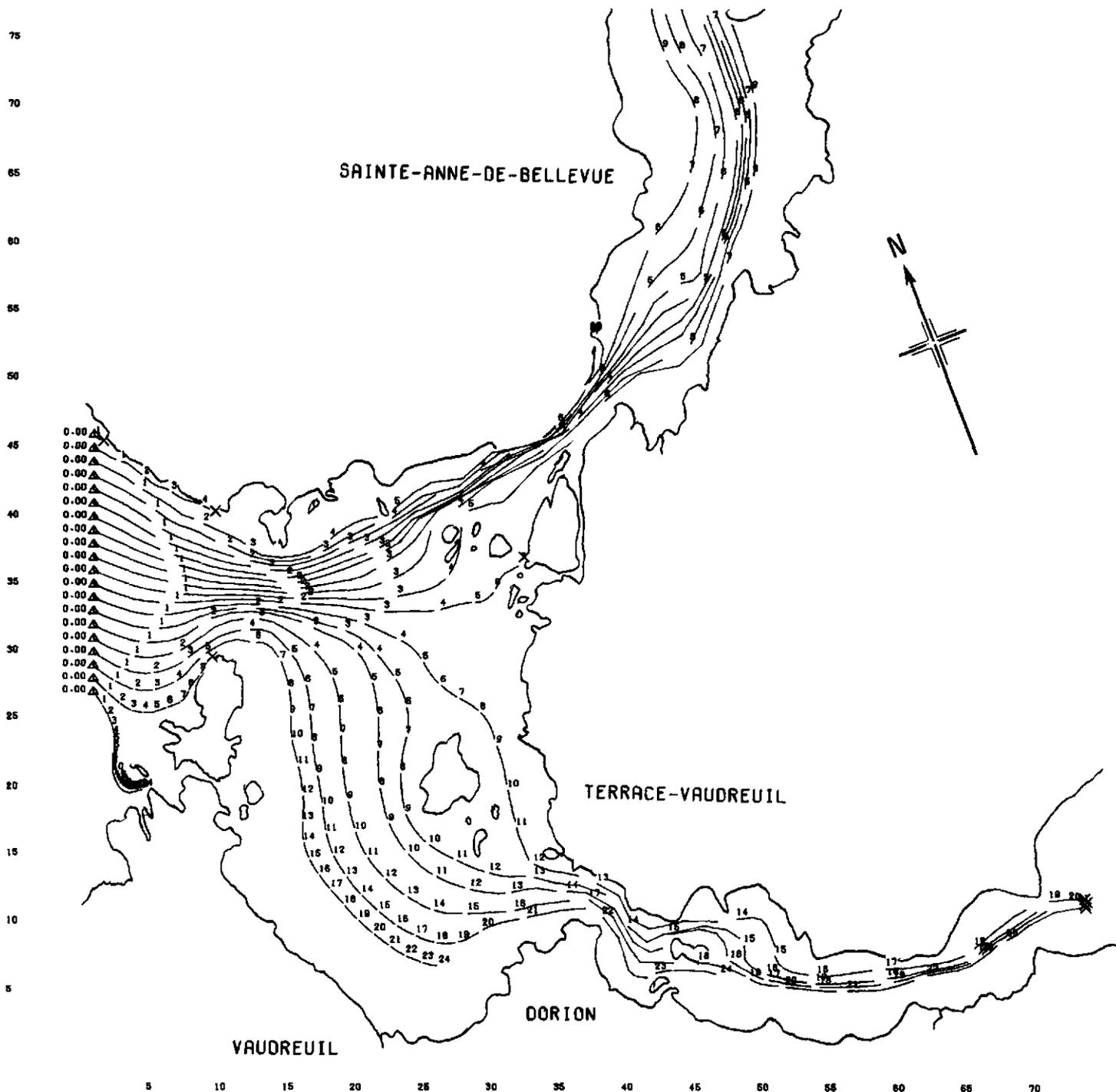
DATE DES SONDAGES: 1970

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

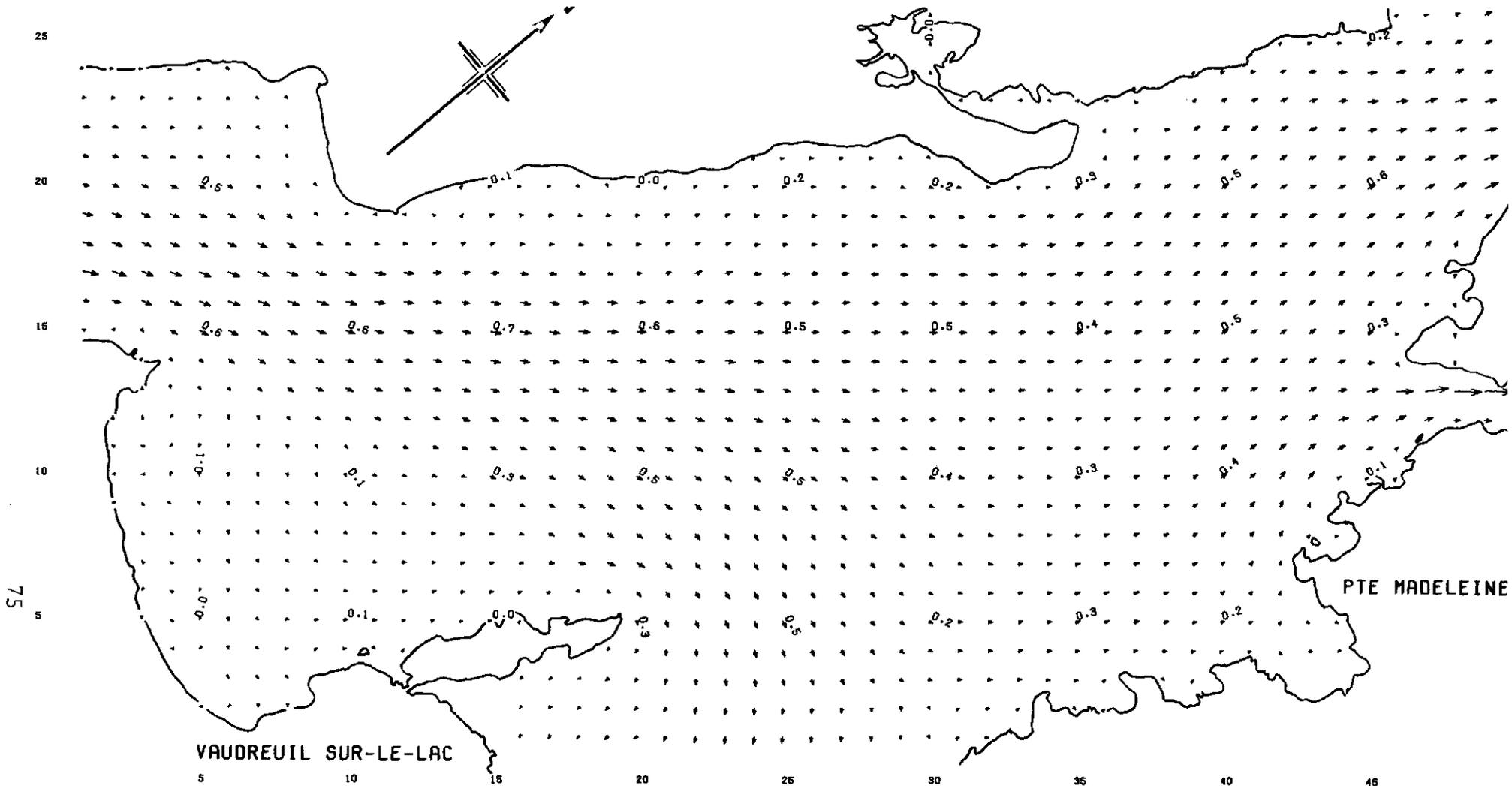
SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



ENTRE LES DEUX LACS

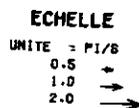
21

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.13.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	20/06/74
DEBIT:	52 600 PI CU /s
DATE DES SONDAGES:	1970
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



LAC DES DEUX MONTAGNES

22



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.14.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 20/06/74

DEBIT: 102 390 PI CU /S

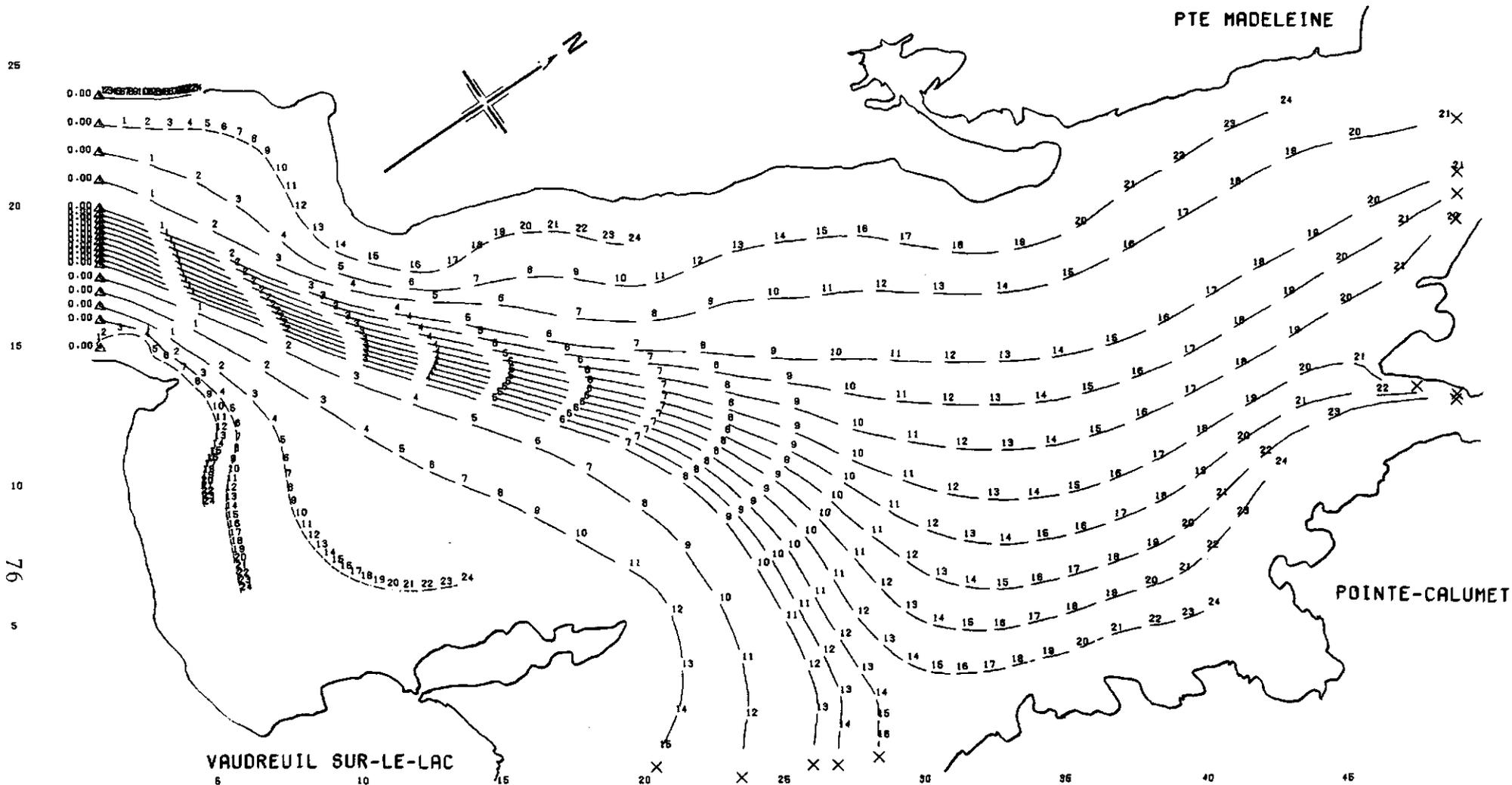
DATE DES SONDAGES: 1910

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



LAC DES DEUX MONTAGNES

22

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.14.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 20/06/74

DEBIT: 102 390 PI CU /S

DATE DES SONDAGES: 1910

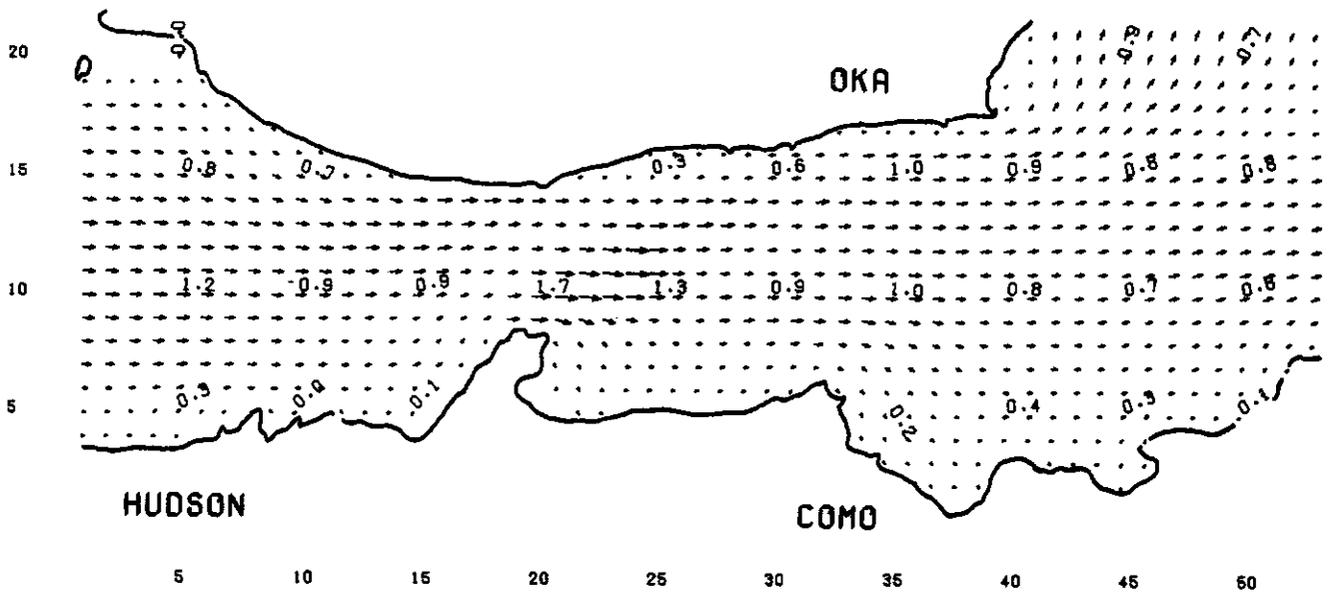
PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS

TETE DU LAC DES DEUX MONTAGNES



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

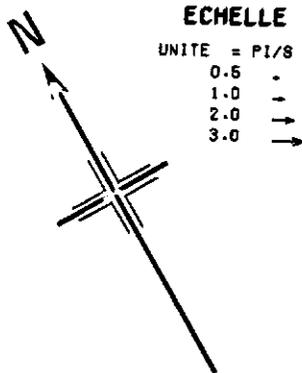


FIGURE: 6.1.15.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 20/06/74

DEBIT: 136 520 PI CU /s

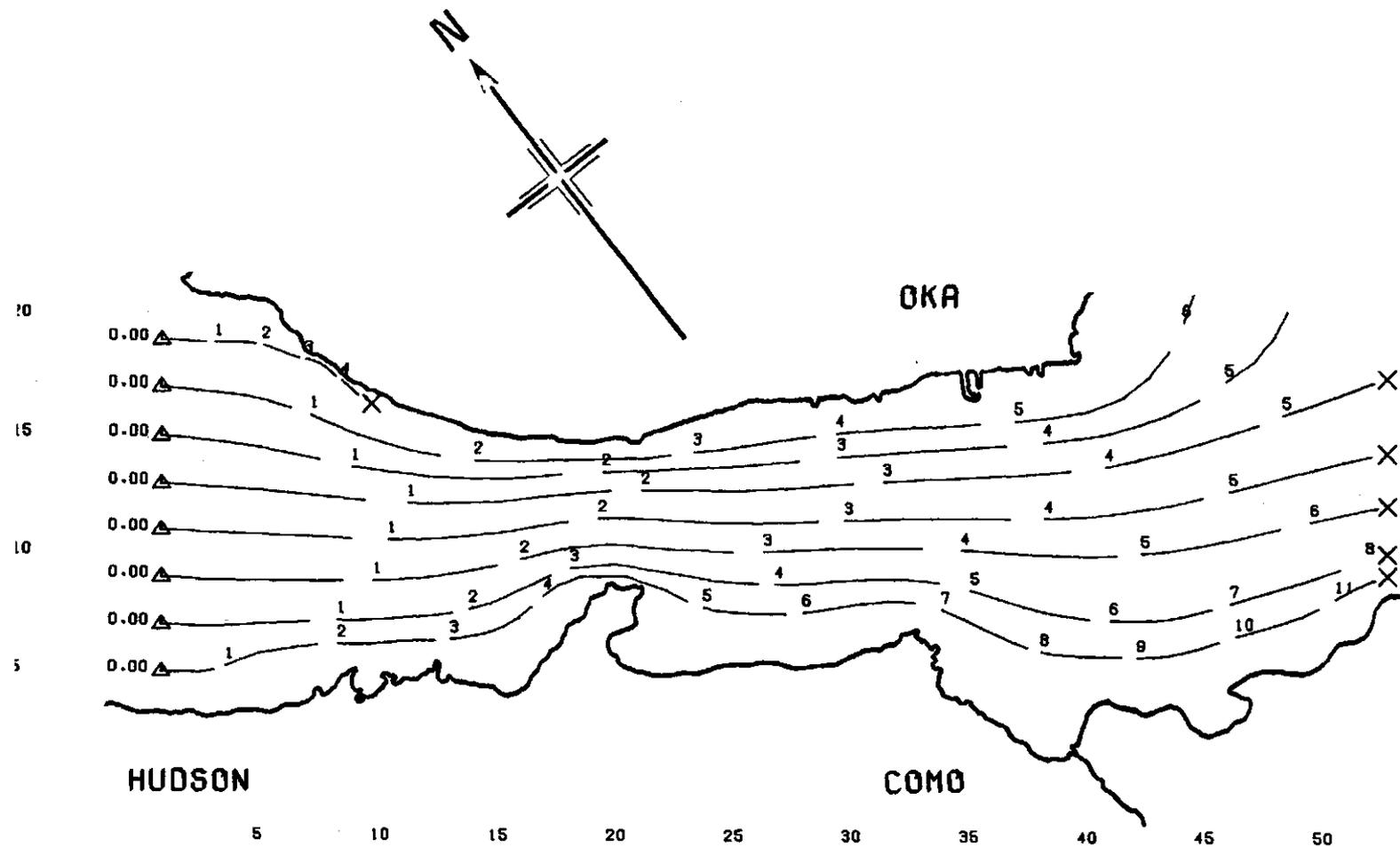
DATE DES SONDAGES: 1967

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



TETE DU LAC DES DEUX MONTAGNES

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.15.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 20/06/74

DEBIT: 136 520 PI CU /s

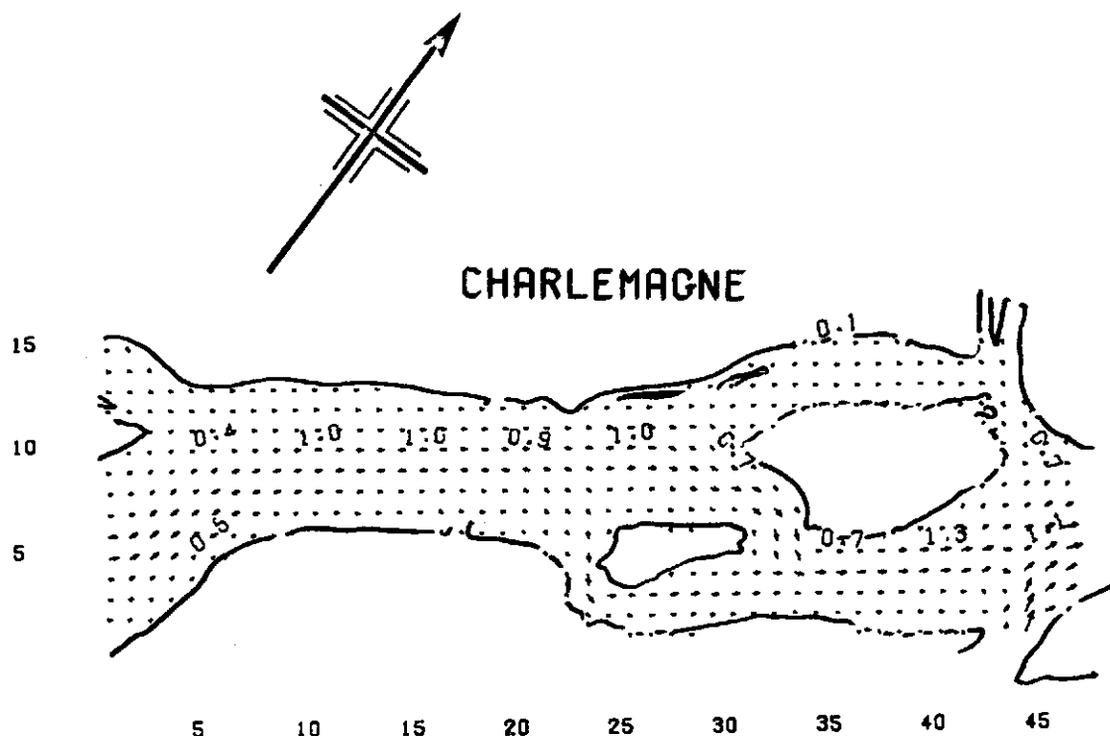
DATE DES SONDAGES: 1967

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.16.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 9/10/63

DEBIT: 56 000 PI CU /S

DATE DES SONDAGES: 1947 - 1948

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

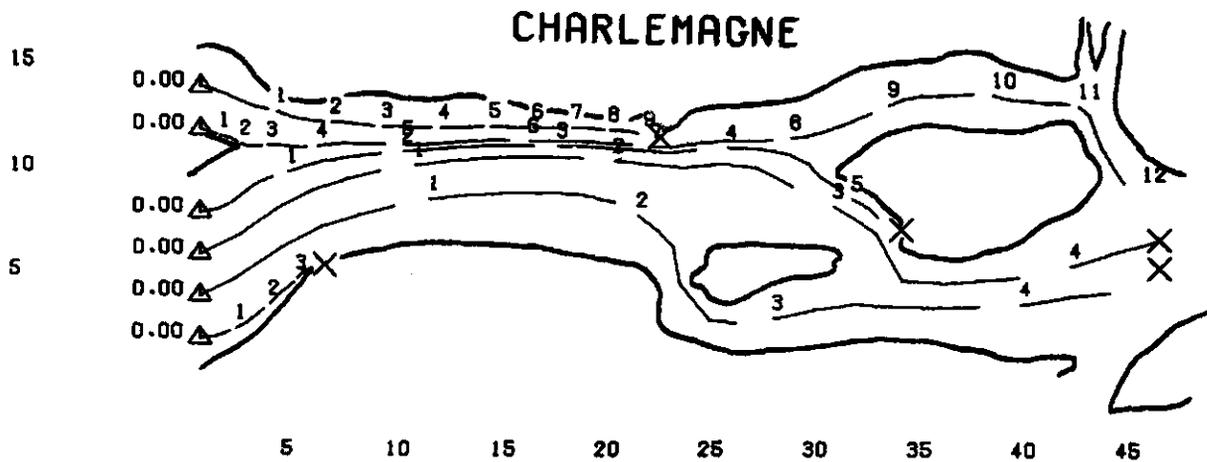
DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS

ECHELLE

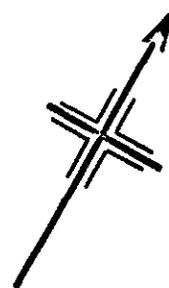
UNITE = PI/S

- 0.5 .
- 1.0 .
- 2.0 .
- 3.0 .
- 4.0 .
- 5.0 .

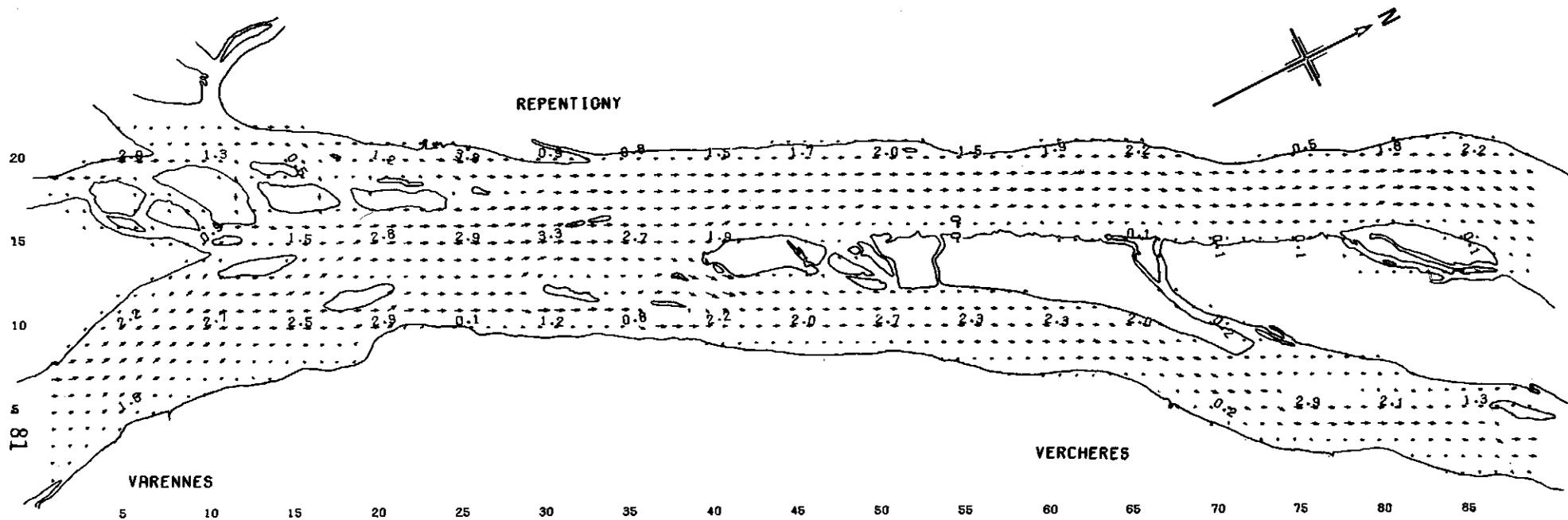


FIN RIVIERE DES PRAIRIES

29



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.16.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	9/10/63
DEBIT:	56 000 PI CU./S
DATE DES SONDAGES:	1947 - 1948
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX) DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



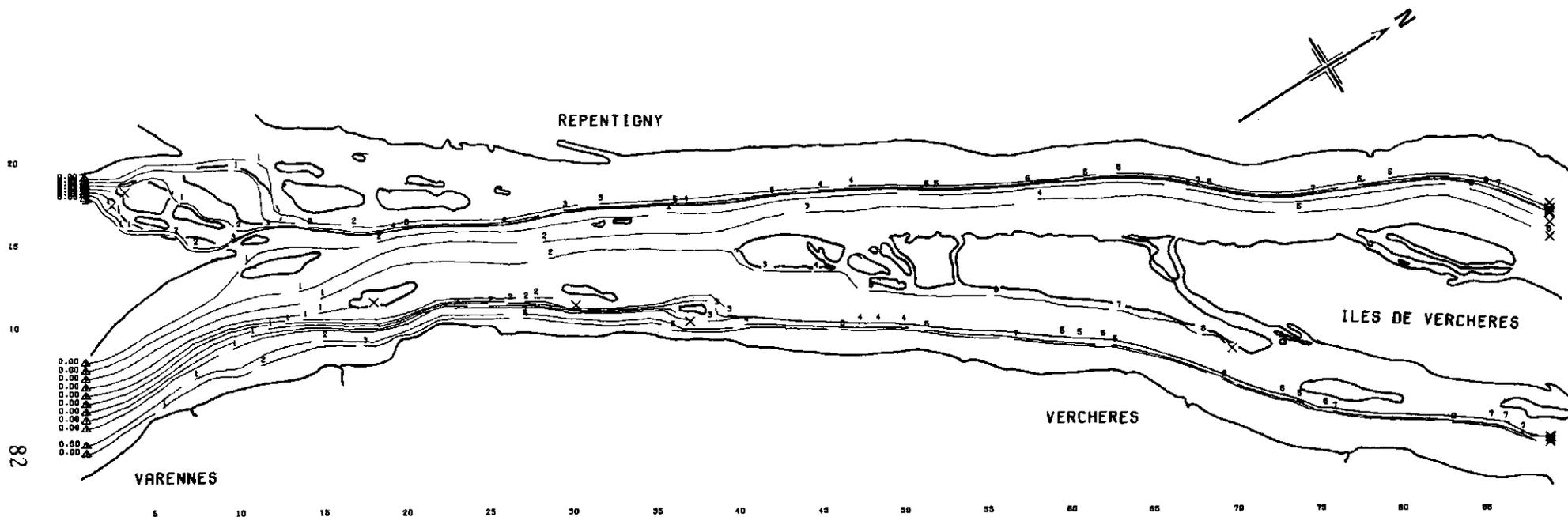
VARENNES A LONGUE POINTE

31

ECHELLE

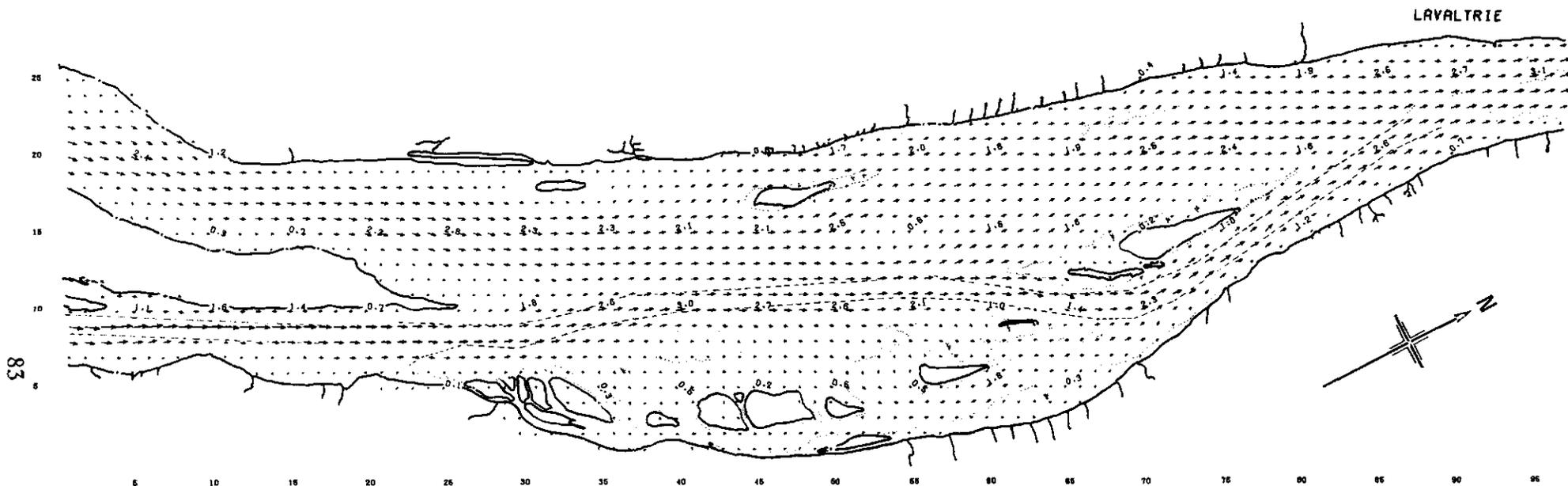
UNITE = PI/S	
0.5	-
1.0	-
2.0	-
3.0	-
4.0	-
5.0	-
6.0	-

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE:	6.1.17.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	9/10/63
DEBIT:	250 575 PI CU /S
DATE DES SONDAGES:	1947 - 1948
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DE DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



VARENNES A LONGUE POINTE 31

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.17.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	9/10/63
DEBIT:	250 575 P ₁ CU /S
DATE DES SONDAGES:	1947 - 1948
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



LANORAIE A LAVALTRIE A L. PTE.

32

ECHELLE
 UNITE = P1/8
 0.8 +
 1.0 +
 2.0 +
 3.0 +
 4.0 +
 5.0 +
 6.0 +

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.18.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 18/10/73

DEBIT: 377 030 PI CU /S

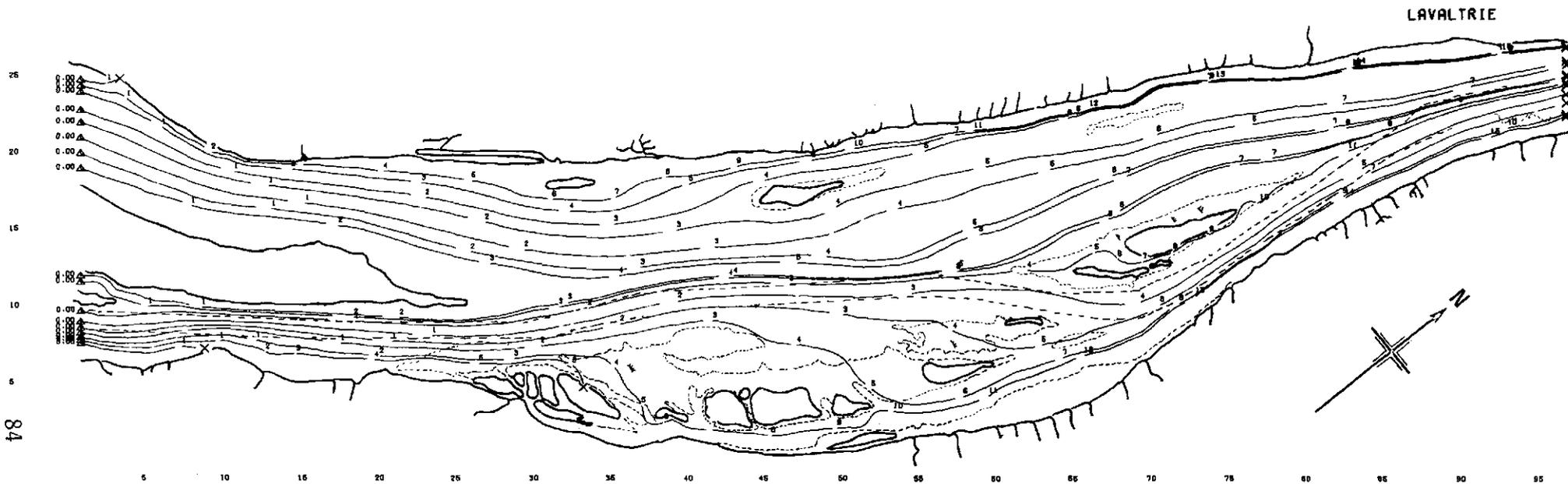
DATE DES SONDAGES: 1945

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



LANORAIE A LAVALTRIE A L. PTE.

32

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1, 18 & B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 18/10/73

DEBIT: 377 030 P: CU / S

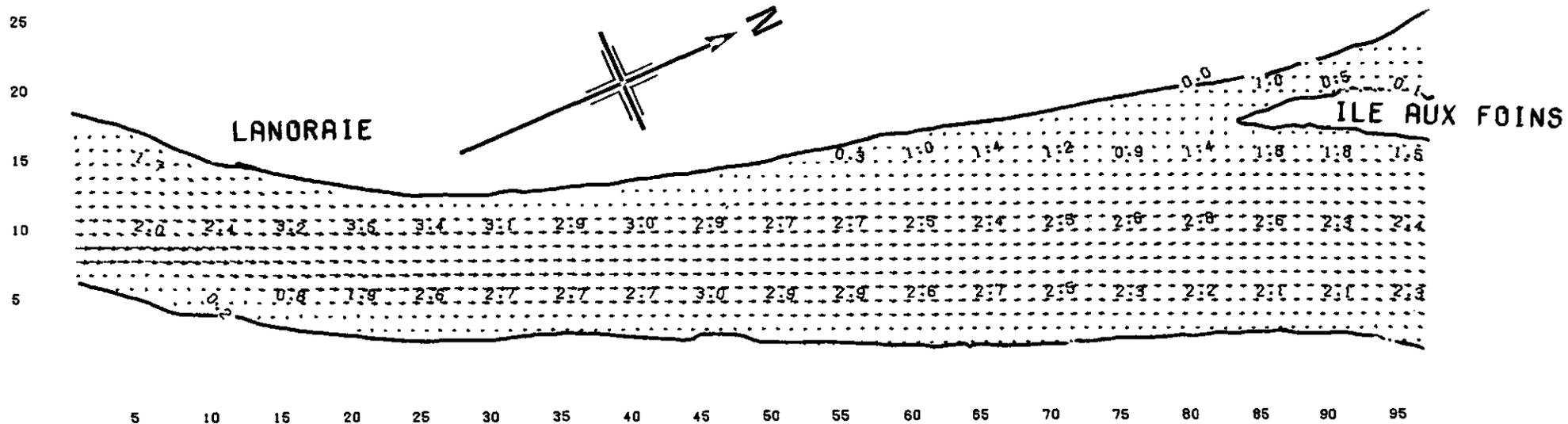
DATE DES SONDAGES: 1945

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



85

33

LANORAIE A SOREL

ECHELLE
 UNITE = PI/S
 0.5 -
 1.0 .
 2.0 .
 3.0 .
 4.0 -
 5.0 -
 6.0 -
 7.0 -

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.19.A VITESSE ET DIRECTION DU COURANT

DATE DE CALIBRATION: 16/06/69

DEBIT: 365 966 PI. CU./S

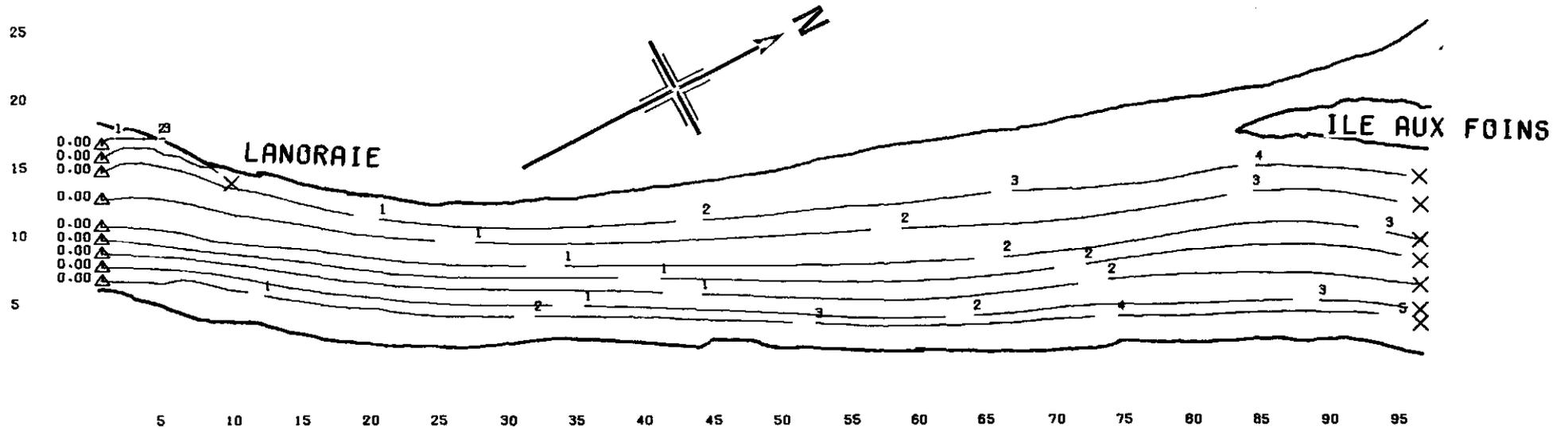
DATE DES SONDAGES: 1898

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DE DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS



33
 LANORAIE A SOREL

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

DECEMBRE 1977

FIGURE: 6.1.19.B TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE

DATE DE CALIBRATION: 16/06/69

DEBIT: 365 966 PI CU /s

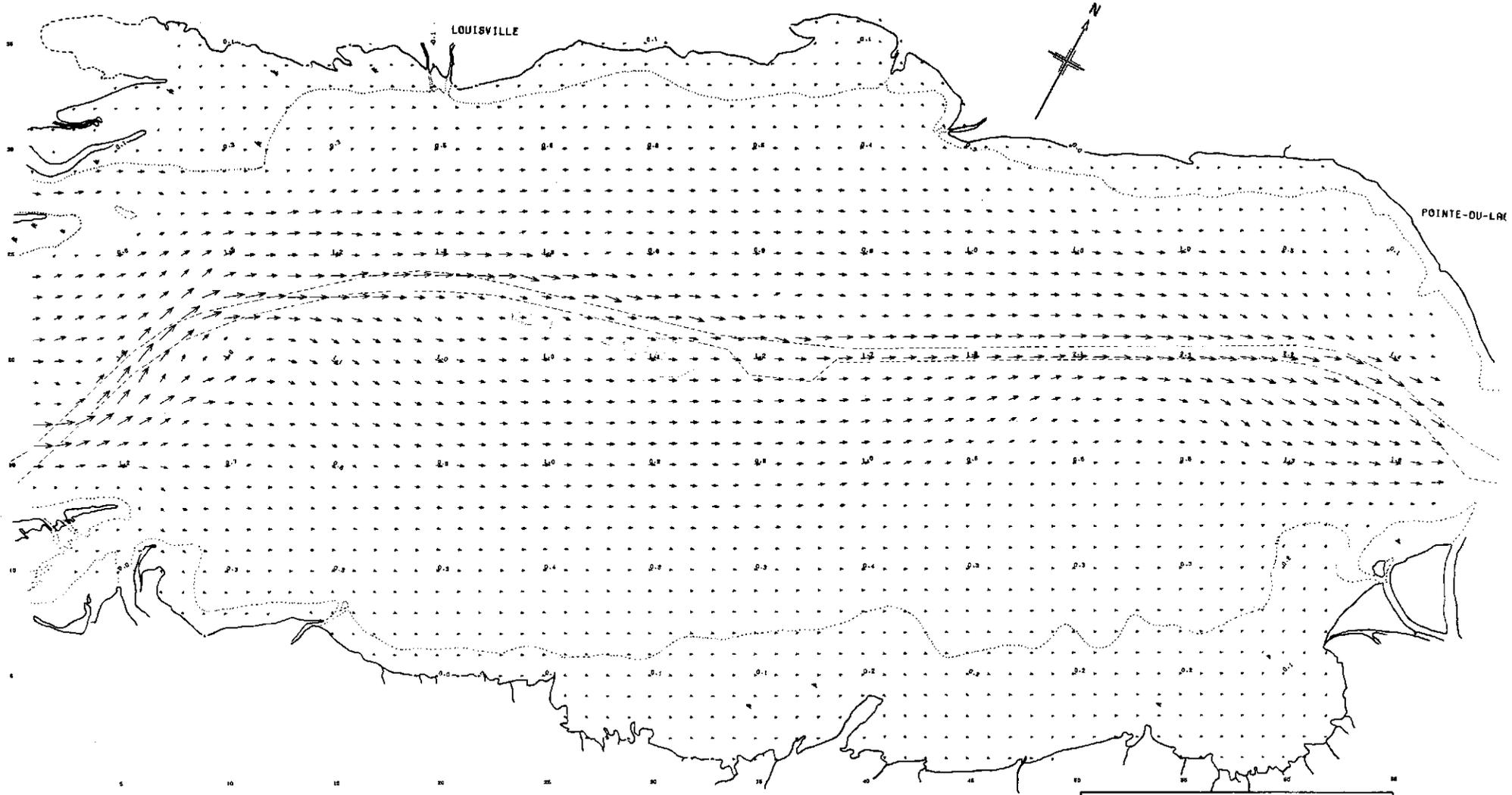
DATE DES SONDAGES: 1898

PREPARE PAR: SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE
 LA GESTION (EAUX)

DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES

SOURCE DES DONNEES: MINISTERE DES TRANSPORTS

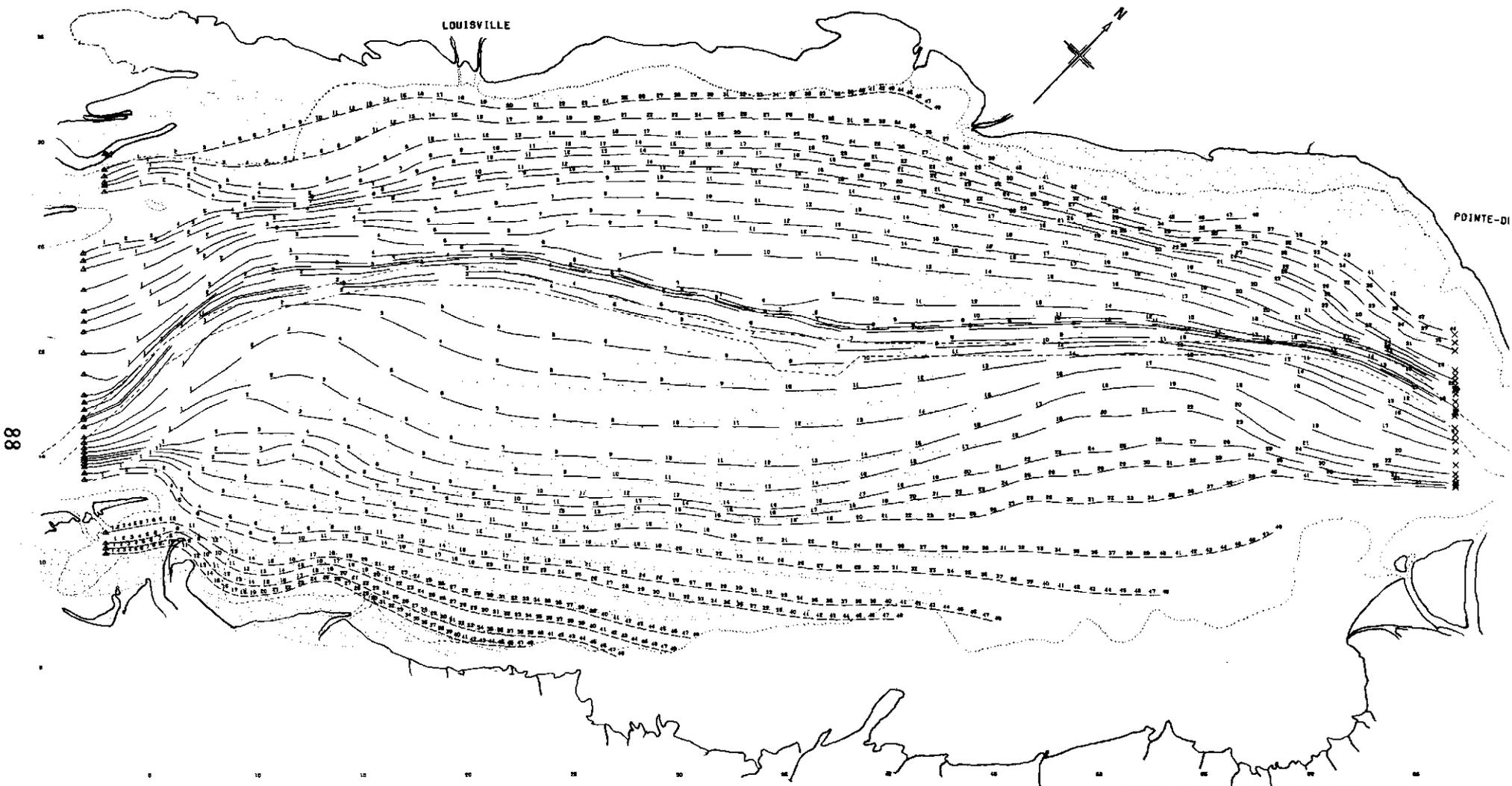


LAC ST. PIERRE

35



COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.20.A	VITESSE ET DIRECTION DU COURANT
DATE DE CALIBRATION:	2/06/66
DEBIT:	344 792 P1 CU /S
DATE DES SONDAGES:	1941 - 1943
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMETRIQUES
	DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX)
	DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DE DONNEES:	MINISTERE DES TRANSPORTS



88

LAC ST. PIERRE

35

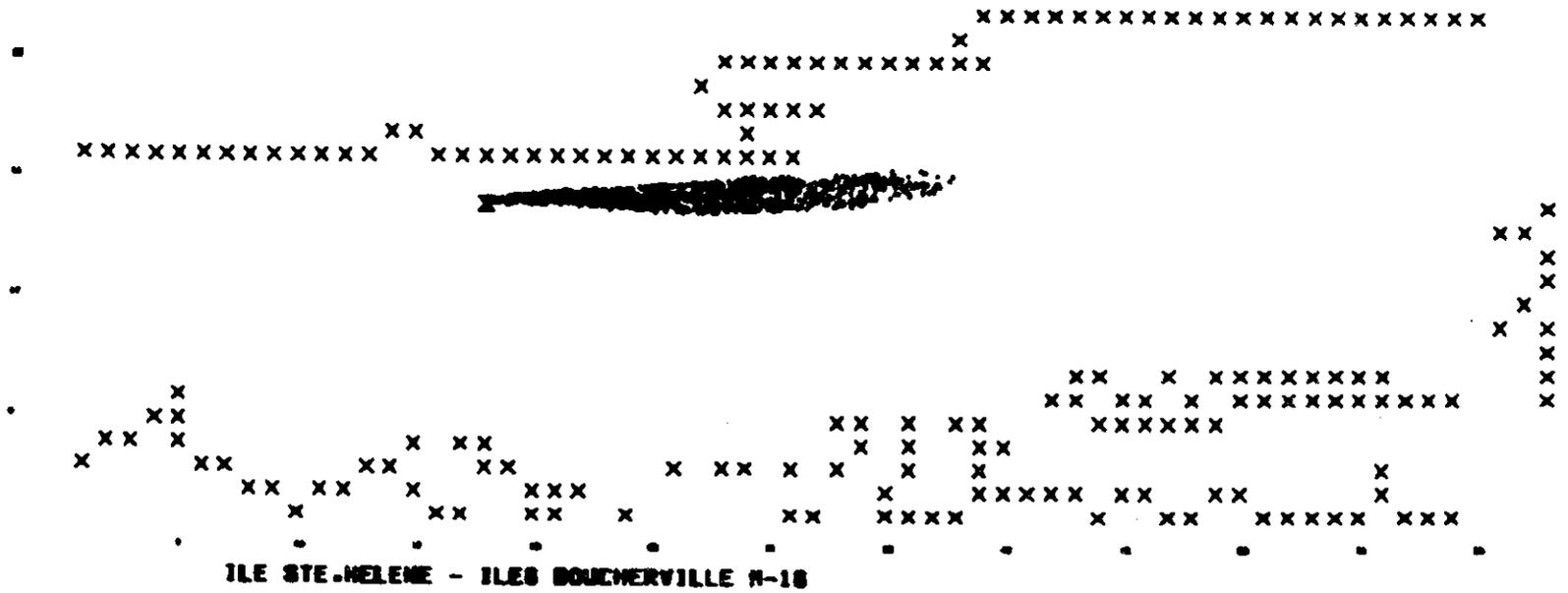
COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
DECEMBRE 1977	
FIGURE: 6.1.20.B	TRAJECTOIRE D'UN FLOTTEUR LIBRE
DATE DE CALIBRATION:	2/06/66
DEBIT:	344 792 PI CU / S
DATE DES SONDAGES:	1941 - 1943
PREPARE PAR:	SYSTEMES TECHNIQUE ET ECONOMIQUES DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX) DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
SOURCE DES DONNEES:	MINISTRE DES TRANSPORTS

ANNEXE 2

SIMULATION DE DEVERSEMENTS D'HUILE
A DIFFERENTS ENDROITS SUR LE FLEUVE

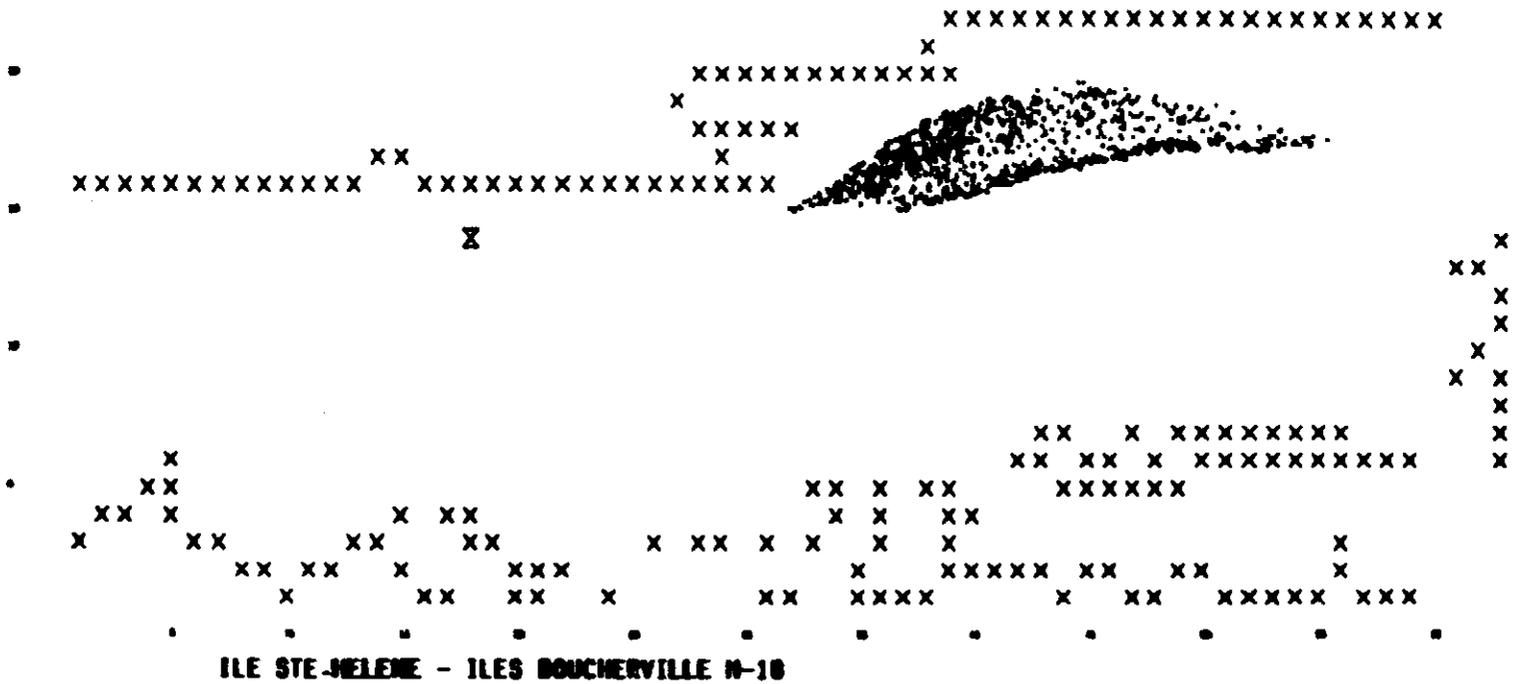


FIGURE: 6.2.1.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HAUILE APRES 30 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

FIGURE: 6.2.1.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

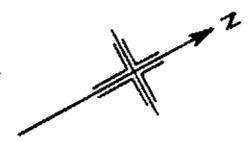
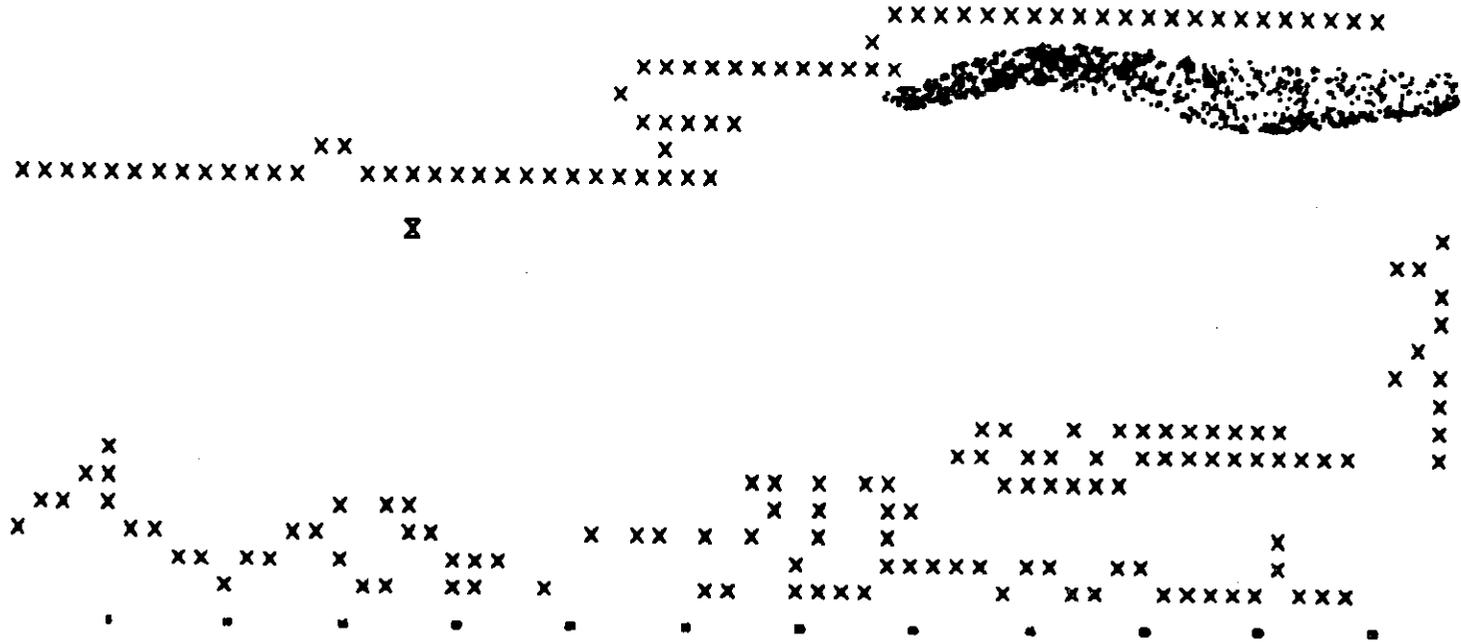


FIGURE: 6.2.1.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



ILE STE-HELENE - ILES BOUCHERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 891
 L'UNITE = 100 GAL

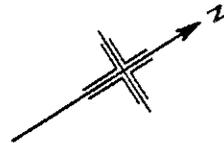


FIGURE: 6.2.1.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



ILE STE-HELENE - ILES DOUCHERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 483
 L'UNITE = 100 GAL

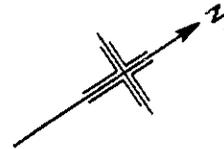
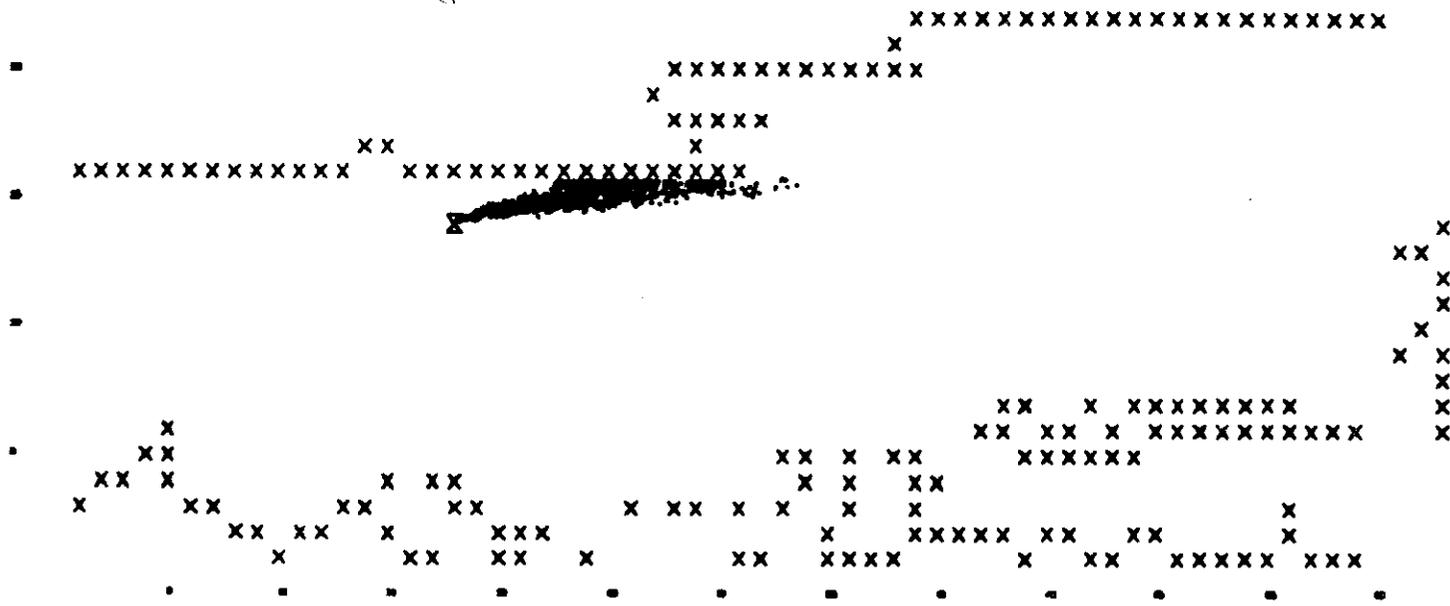


FIGURE: 6.2.2.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HAUILE APRES 30 MIN



ILE STE-HELENE - ILES BOUCHERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 70 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

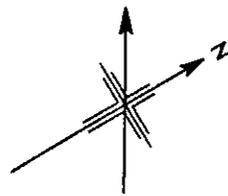
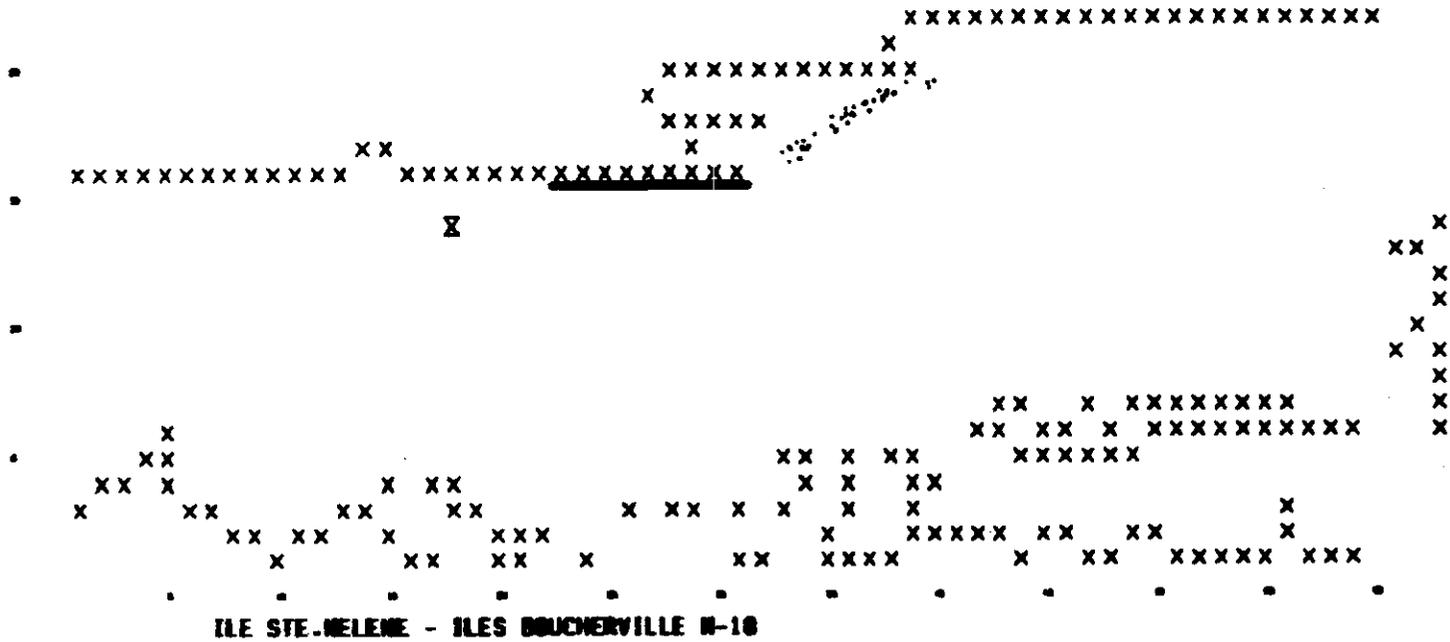


FIGURE: 6.2.2.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 70 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

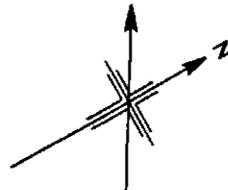
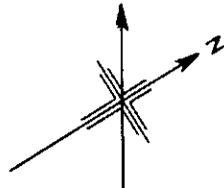
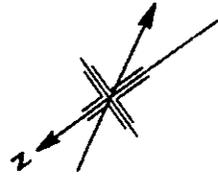


FIGURE: 6.2.2.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 70 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL





HAUTEUR DU VENT (TEMORANCE GENERALE) = 15 P/5
DIRECTION DU VENT (TEMORANCE GENERALE) = 250 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

ILE STE-HELENE - ILES BOURGEOISILES N-10

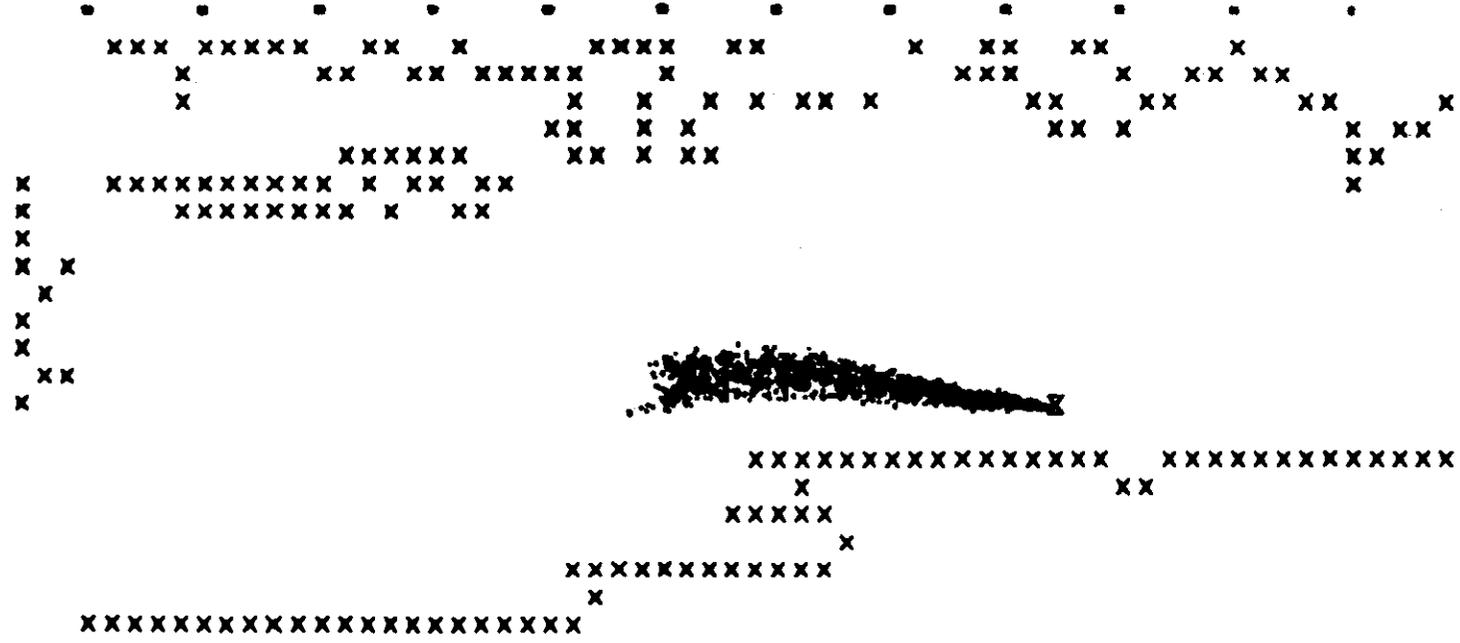


FIGURE: 6.2.3.A EVOLUTION DE LA MAPPE D'AHULE APRES 30 MIN

FIGURE: 6.2-3.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



ILE STE-MELENE - ILES BOUCHERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

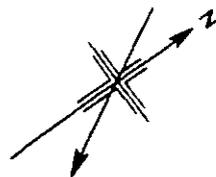
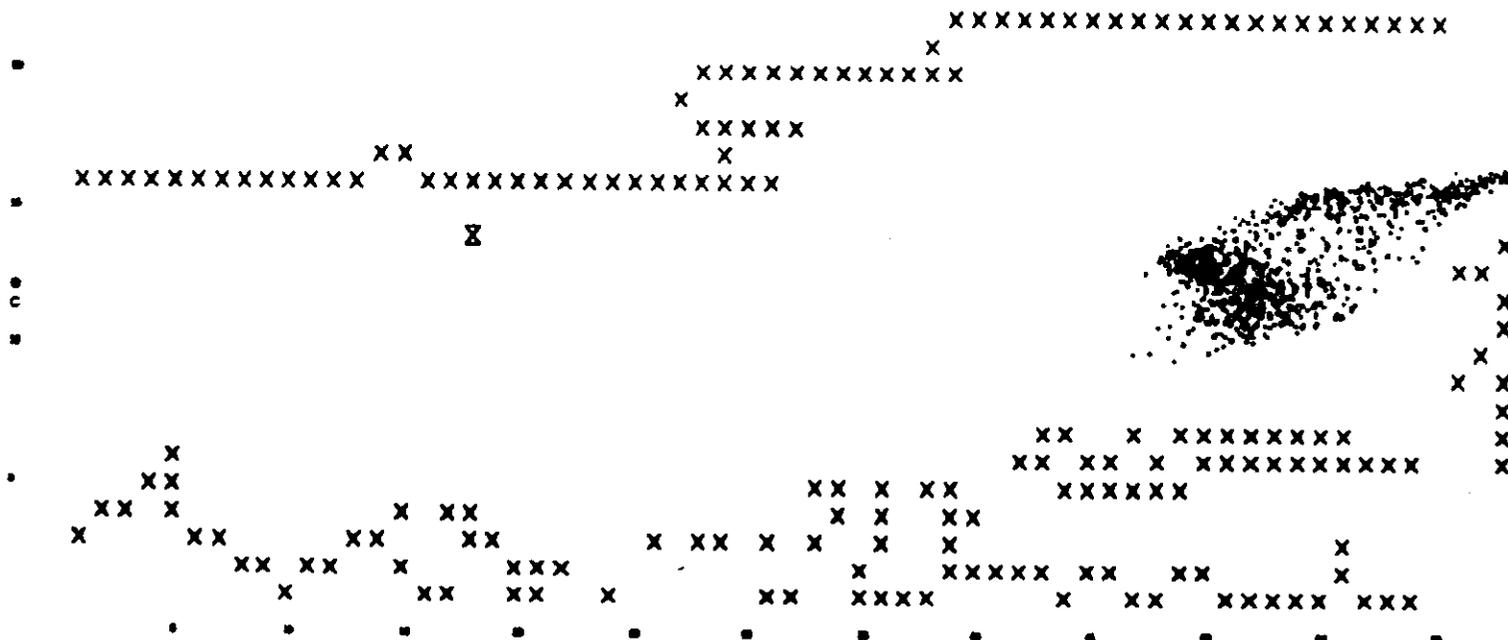


FIGURE: 6.2.3.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN

100



ILE STE-HELENE - ILES BOUCHERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 260 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 972
 L'UNITE = 100 GAL

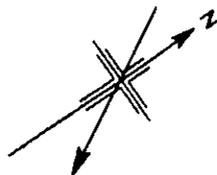
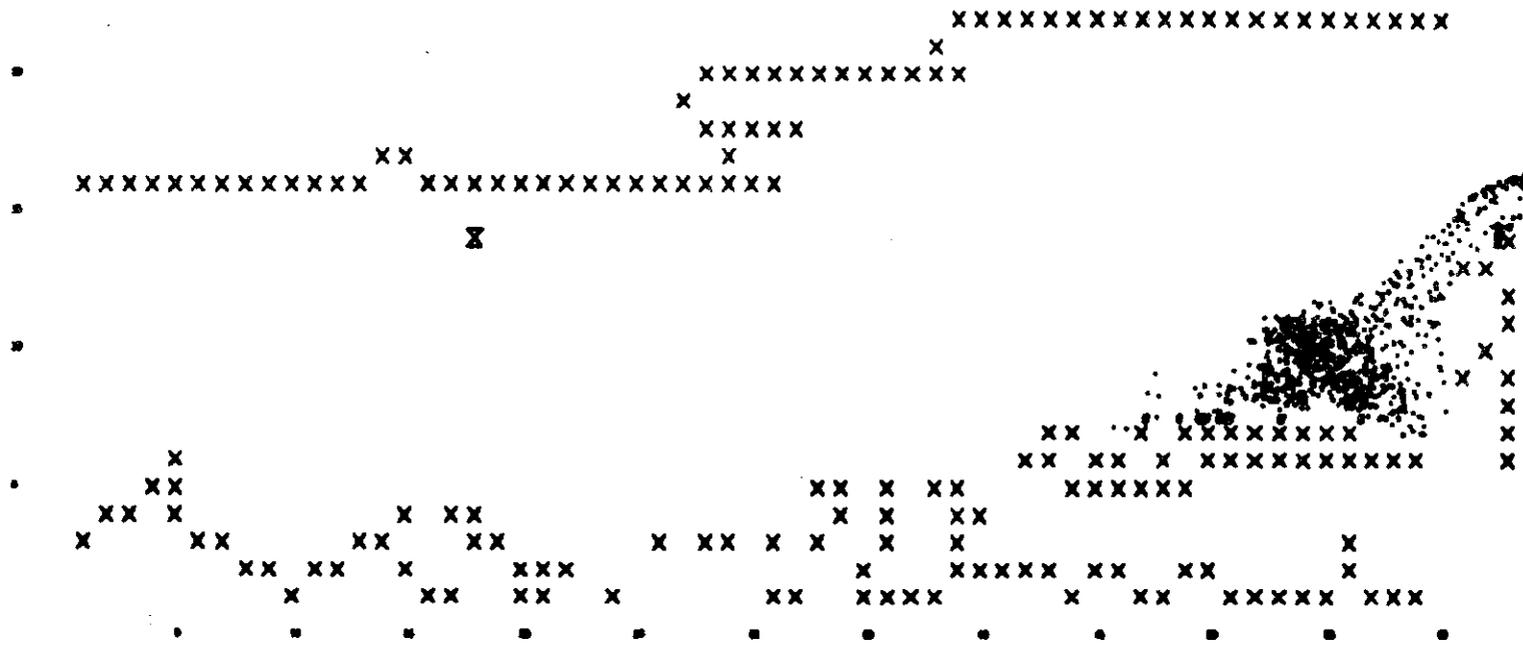


FIGURE: 6.2.3.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



ILE STE-HELENE - ILES BOUCNERVILLE N-10

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
NOMBRE D'UNITES = 732
L'UNITE = 100 GAL

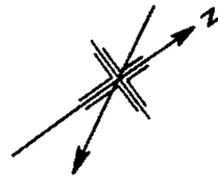


FIGURE: 6.2.4.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

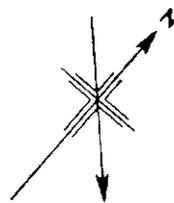


FIGURE: 6.2.4.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

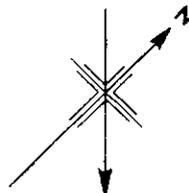


FIGURE: 6.2.4.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

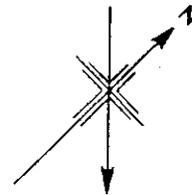


FIGURE: 6.2.4.0 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
NOMBRE D'UNITES = 997
L'UNITE = 100 GAL

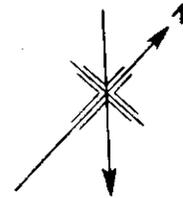


FIGURE: 6.2.4.E EVOLUTION DE LA NAPPE OILIERE APRES 150 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 991
 L'UNITE = 100 GAL

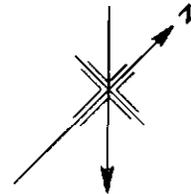


FIGURE: 6.2.4.F EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 180 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
NOMBRE D'UNITES = 991
L'UNITE = 100 GAL

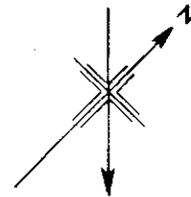


FIGURE: 6.2.4.G EVOLUTION DE LA NAPPE D'HAUILE APRES 210 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
NOMBRE D'UNITES = 969
L'UNITE = 100 GAL

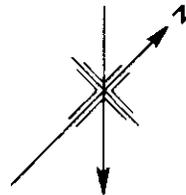


FIGURE: 6.2.5-A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 999
 L'UNITE = 100 GAL

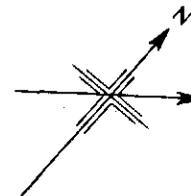


FIGURE: 6.2.5.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HAUILE APRES 60 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 997
 L'UNITE = 100 GAL

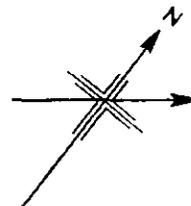
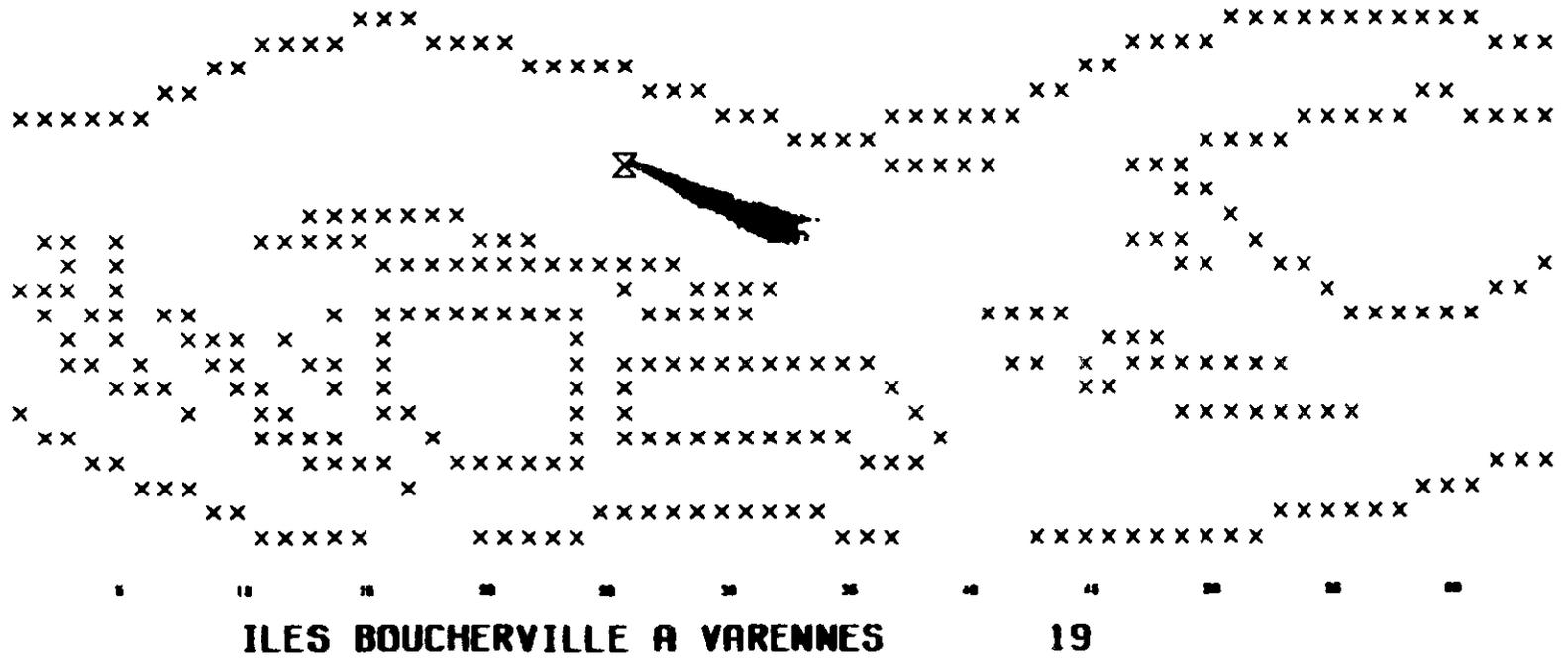


FIGURE: 6.2.6.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

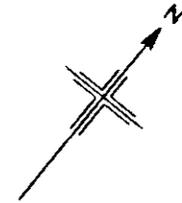
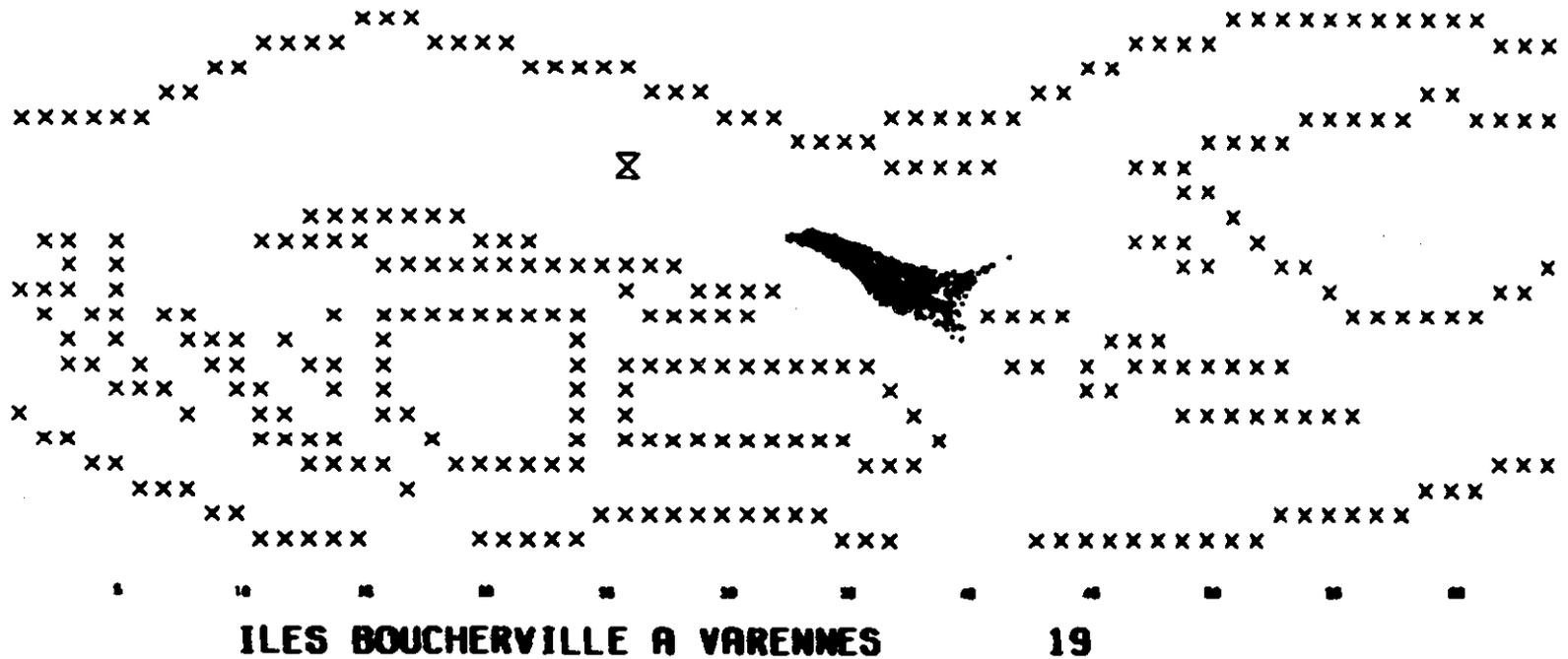
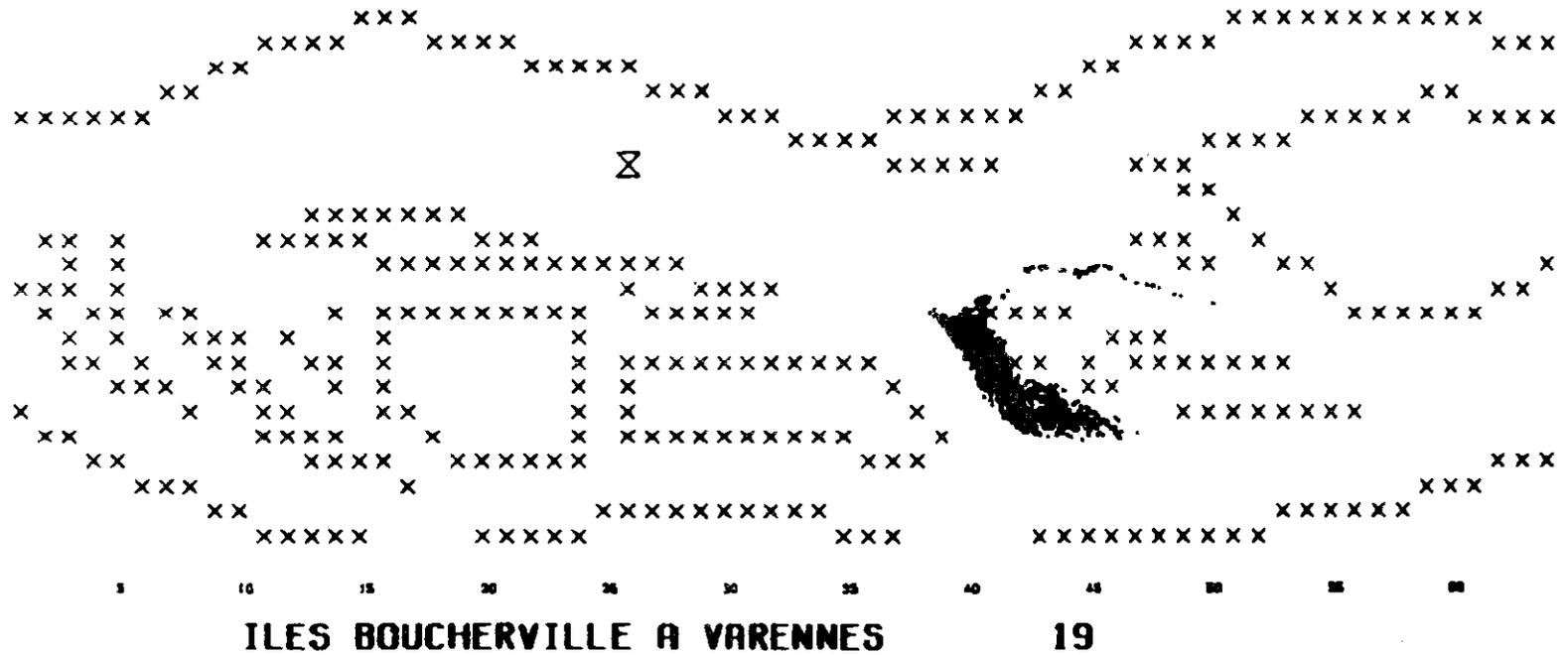


FIGURE: 6.2.6.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

FIGURE: 6.2.6.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

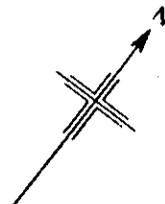


FIGURE: 6.2.6.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

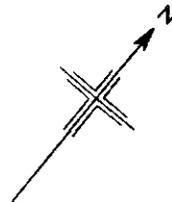


FIGURE: 6.2.7.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

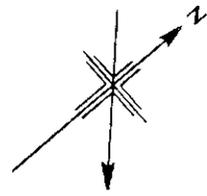
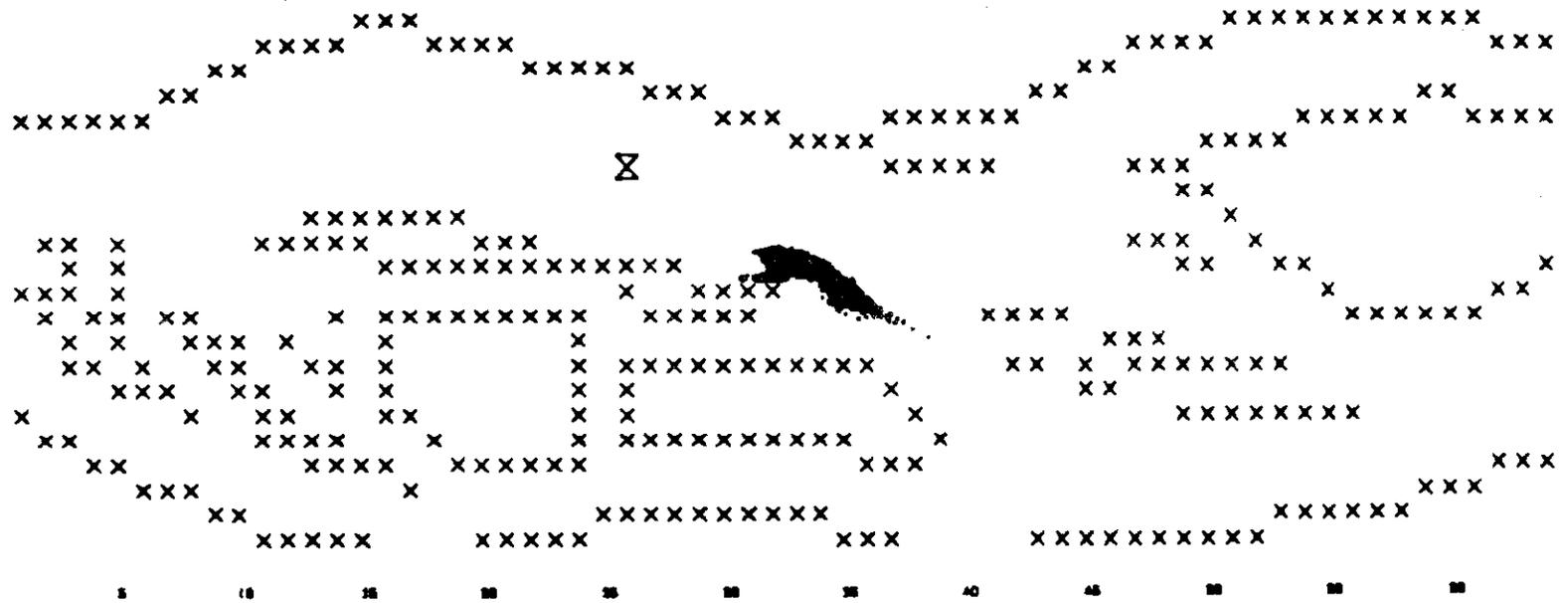


FIGURE: 6.2.7.8 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES 19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

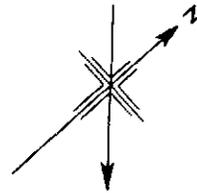
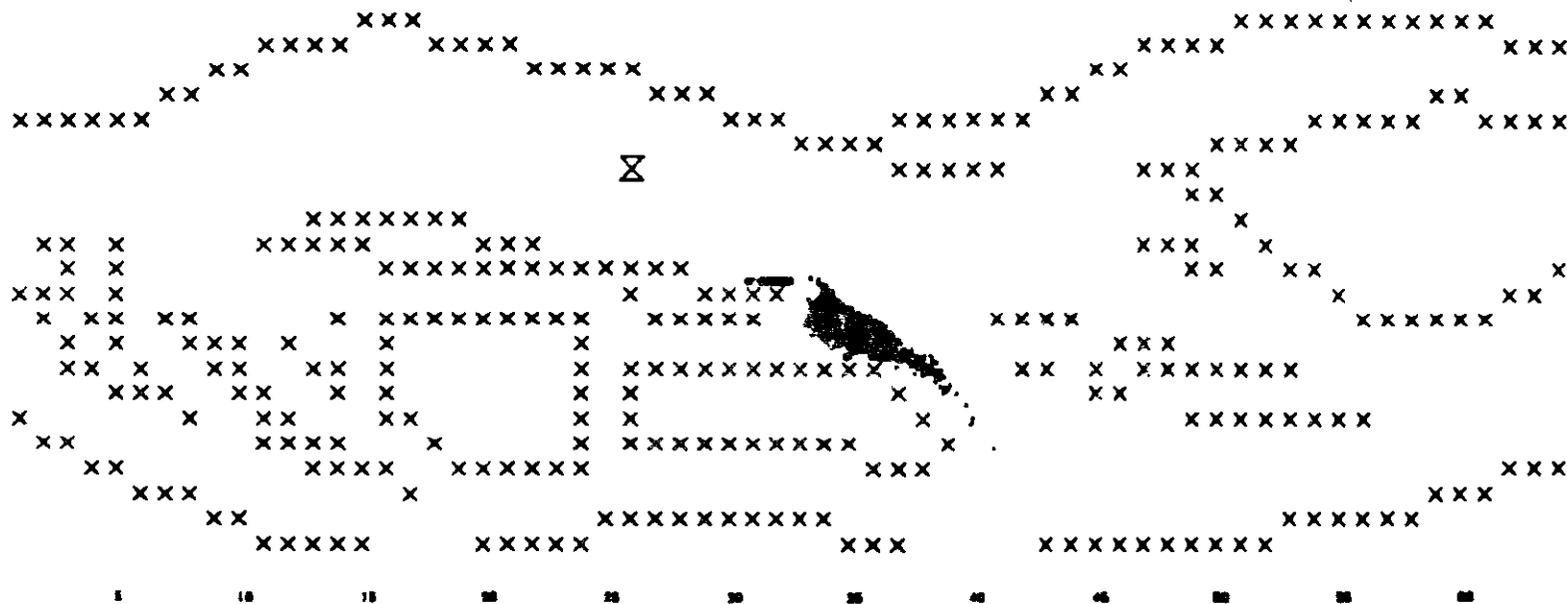


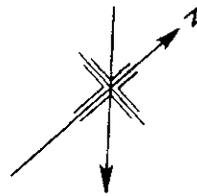
FIGURE: 6.2.7.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL



117

FIGURE: 6.2.7.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



ILES BOUCHERVILLE A VARENNES

19

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 270 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

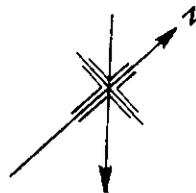
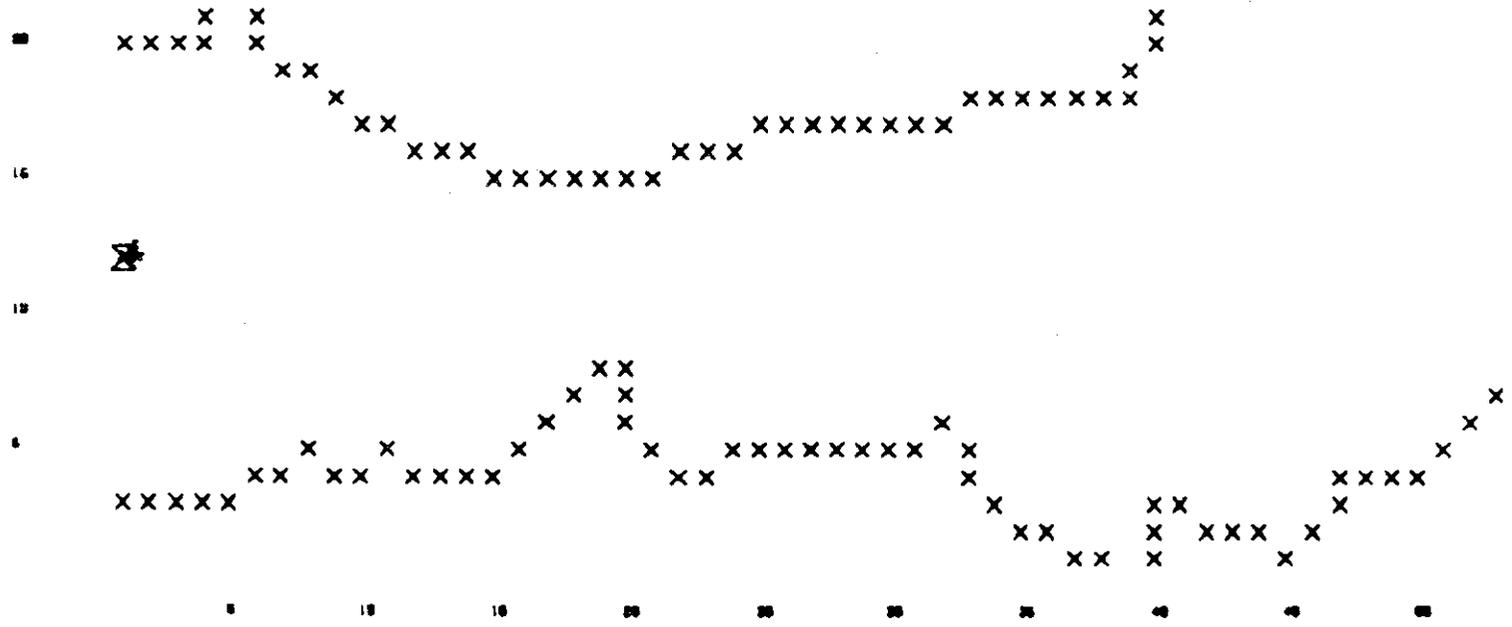


FIGURE: 6.2.8.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



TETE DU LAC DES DEUX MONTAGNES

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
NOMBRE D'UNITES = 33
L'UNITE = 100 GAL

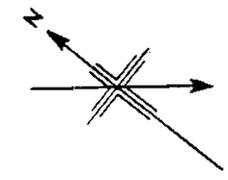
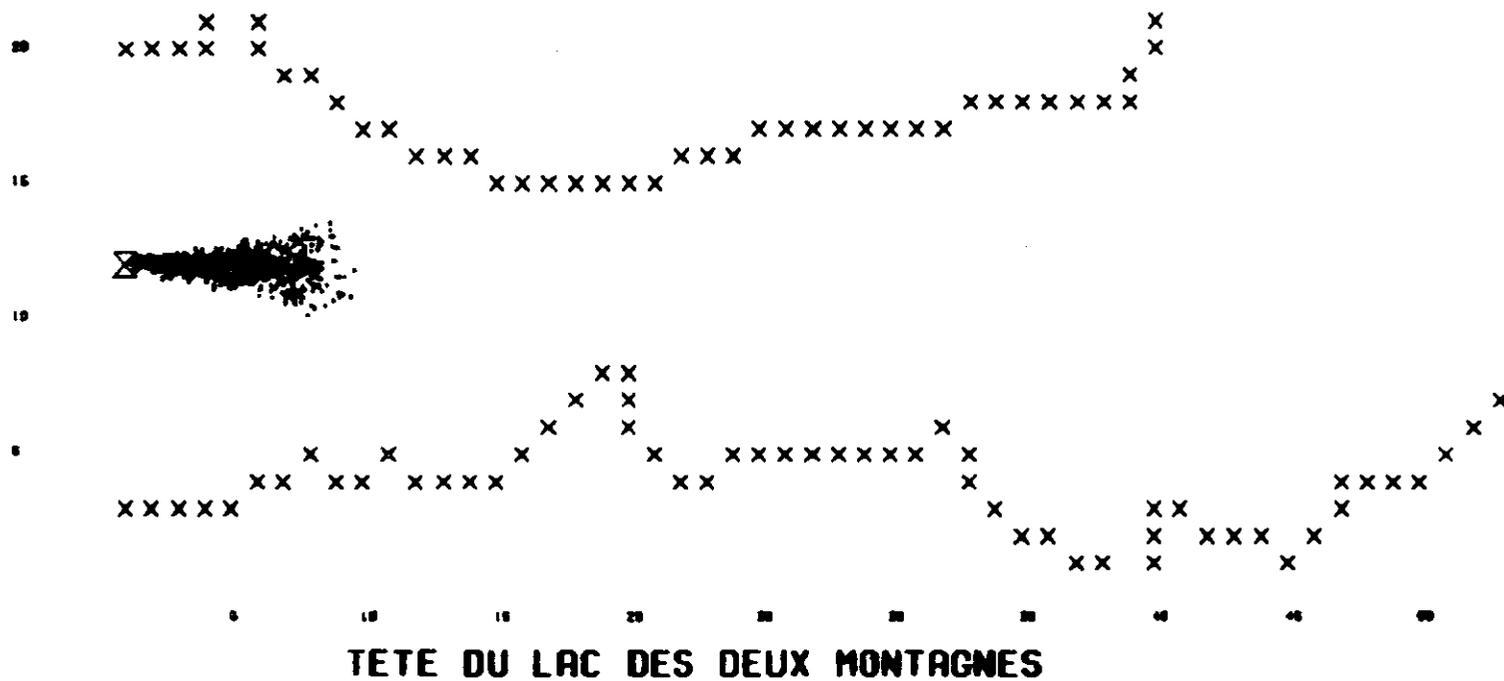


FIGURE: 6.2.8.8 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 150 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

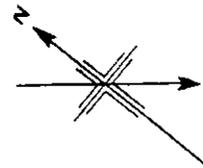


FIGURE: 6.2.8.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HAUILE APRES 180 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

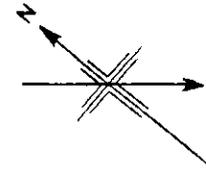


FIGURE: 6.2.8.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 210 MIN



VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 0 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

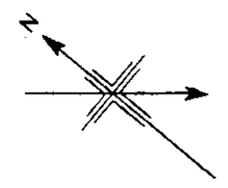
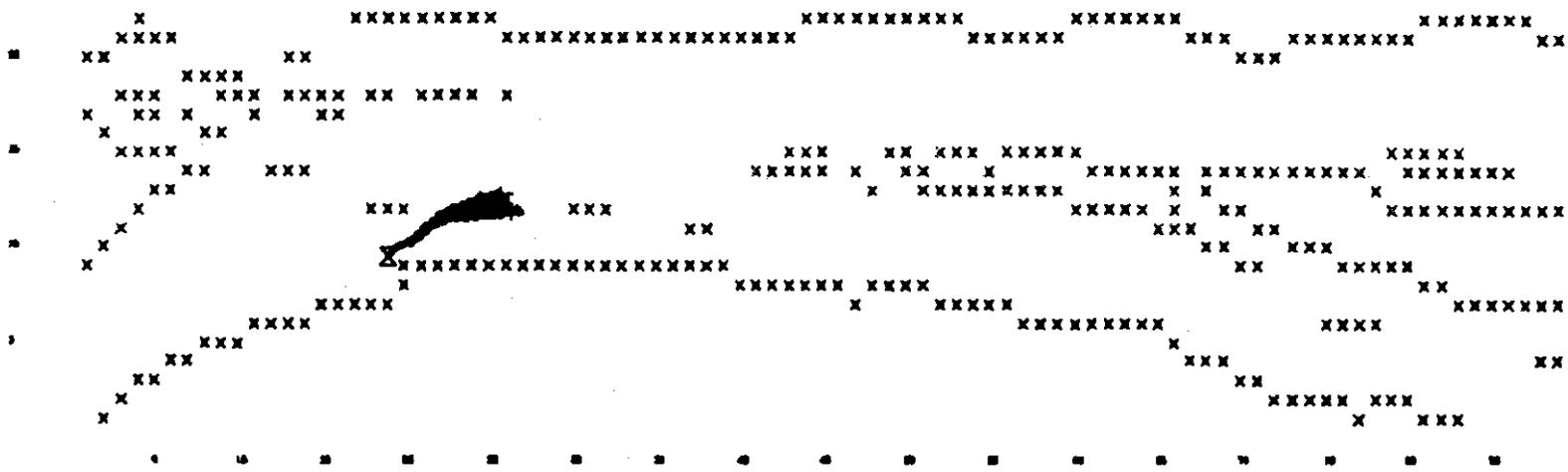


FIGURE: 6.2.9.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 105 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

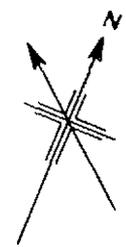


FIGURE: 6.2.9.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 105 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

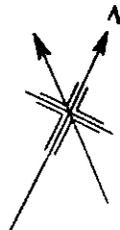
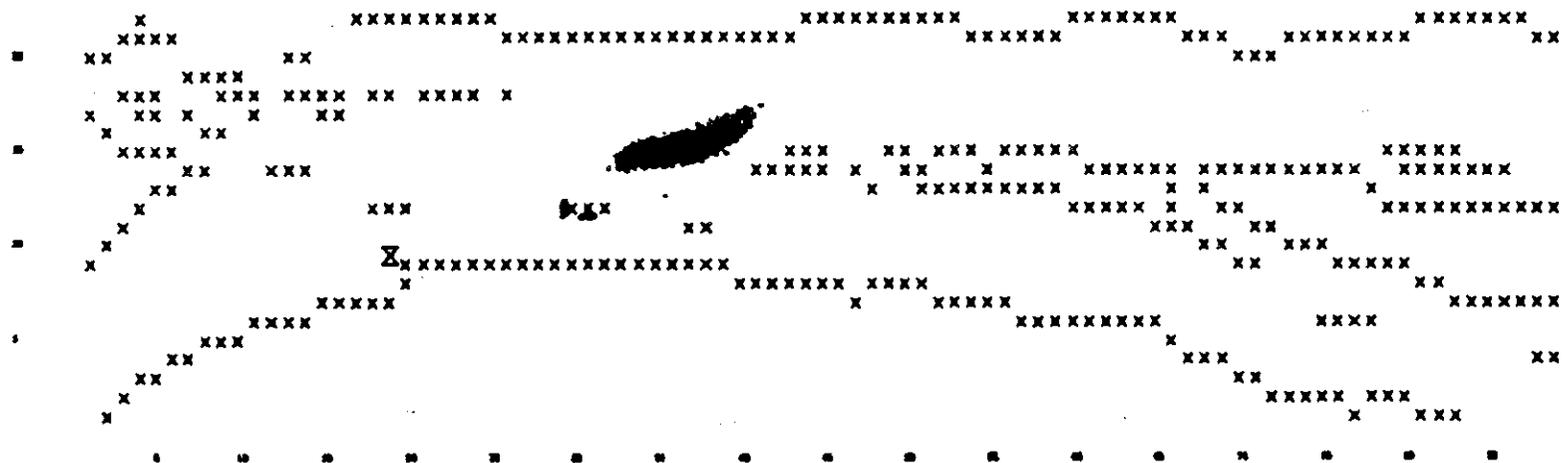


FIGURE: 6.2.9.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 105 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

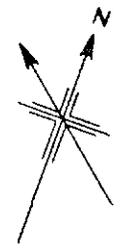


FIGURE: 6.2-9.0 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 105 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

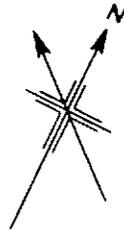
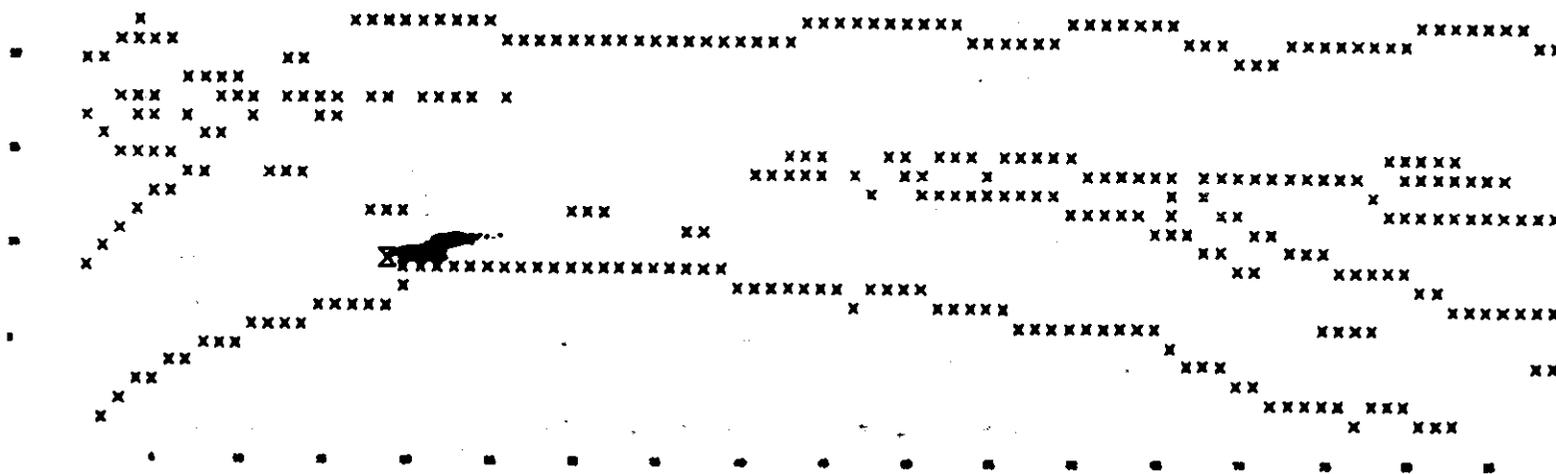


FIGURE: 6.2.10.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 285 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

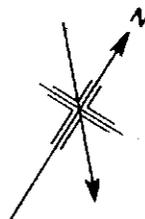
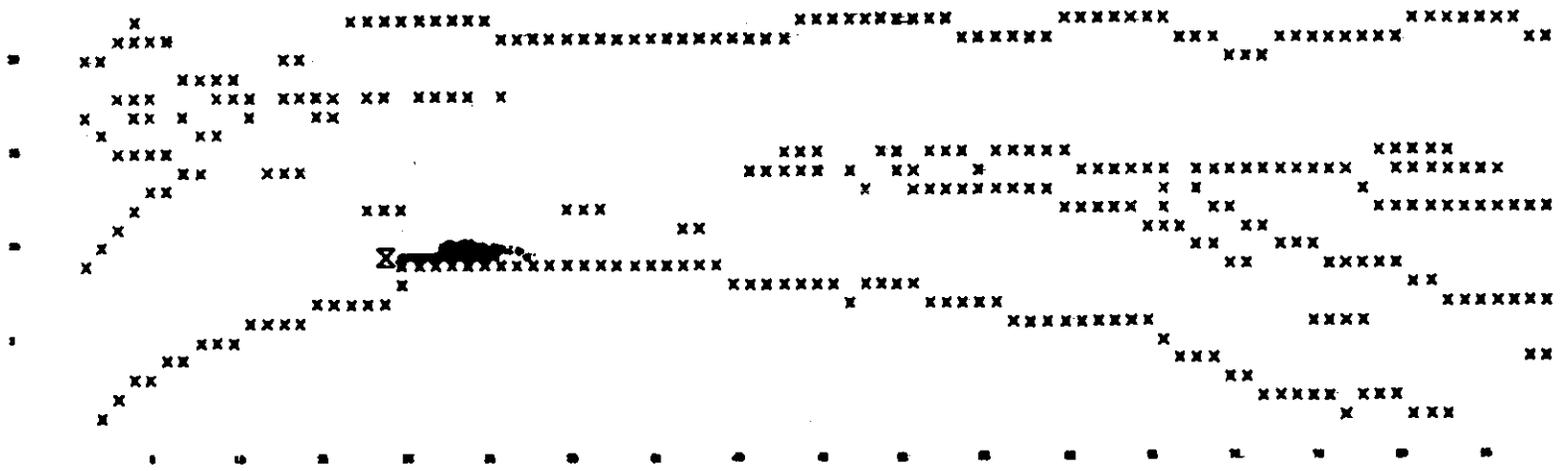


FIGURE: 6.2.10.6 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE 31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 285 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

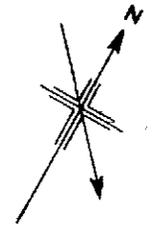
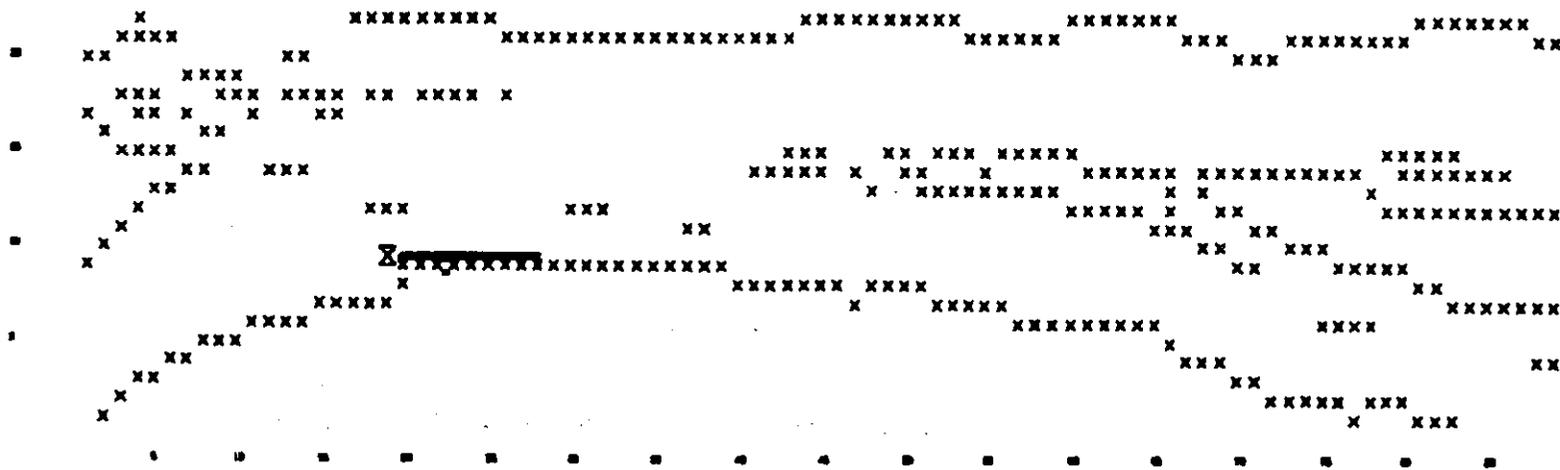


FIGURE: 6.2.10.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE

31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 285 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

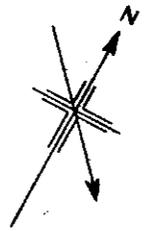
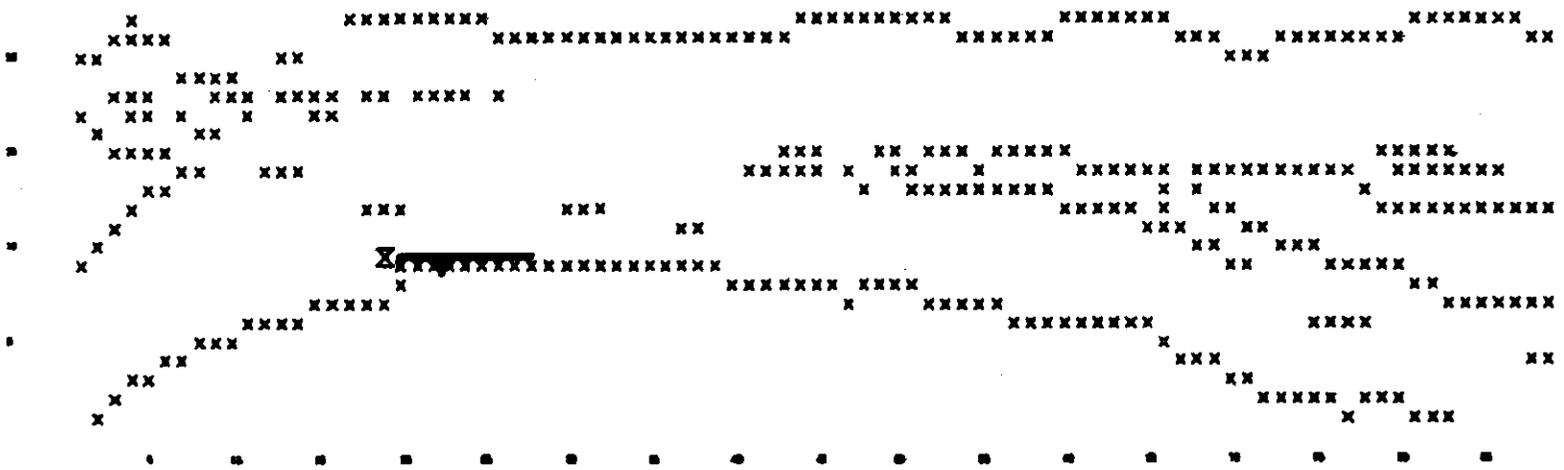


FIGURE: 6.2.10.0 EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



VARENNES A LONGUE POINTE 31

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 P1/S
DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 285 DEG
NOMBRE D'UNITES = 1 000
L'UNITE = 100 GAL

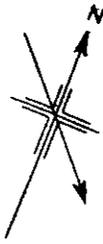
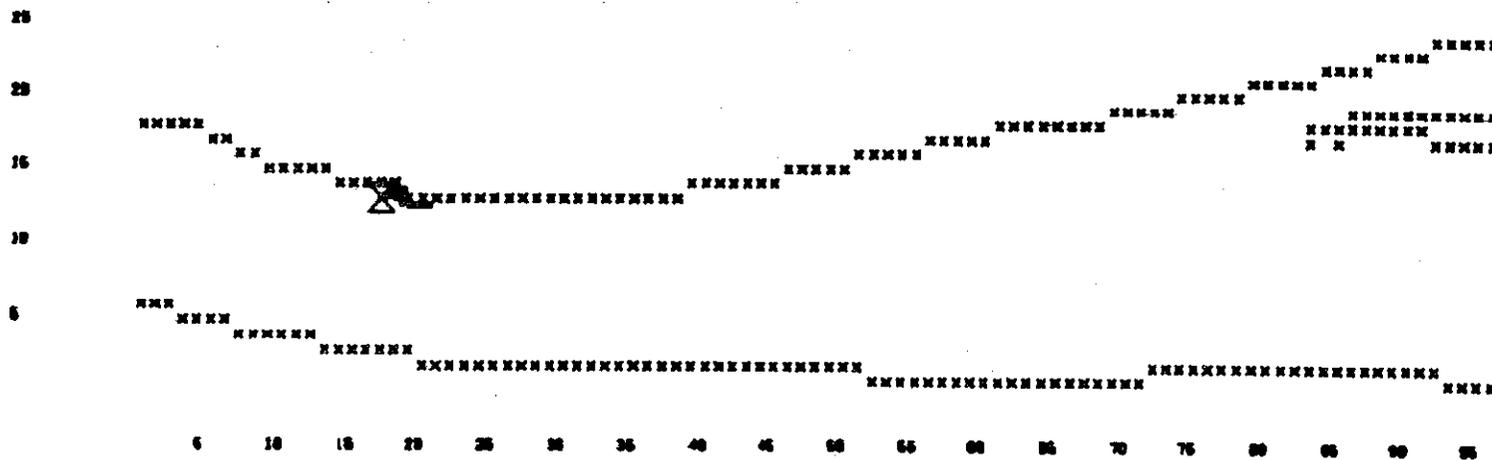


FIGURE: 6.2.11.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 70 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 999
 L'UNITE = 100 GAL

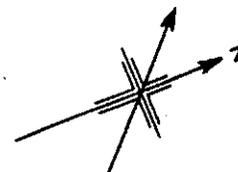
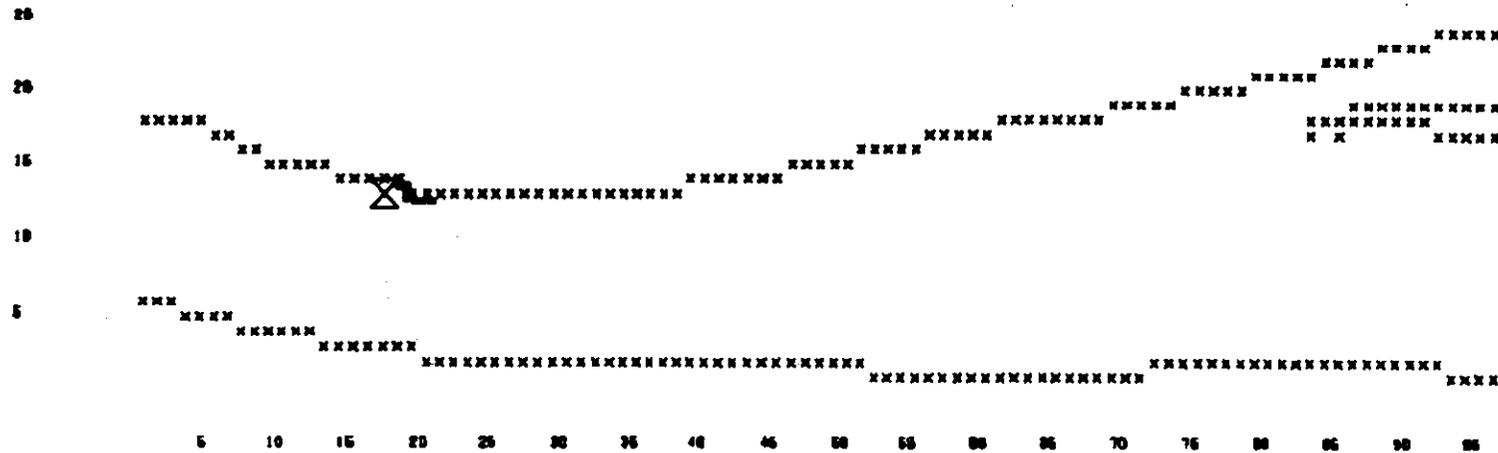


FIGURE: 6.2.11.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 70 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 998
 L'UNITE = 100 GAL

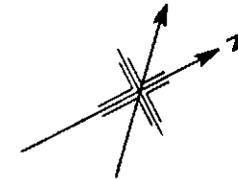
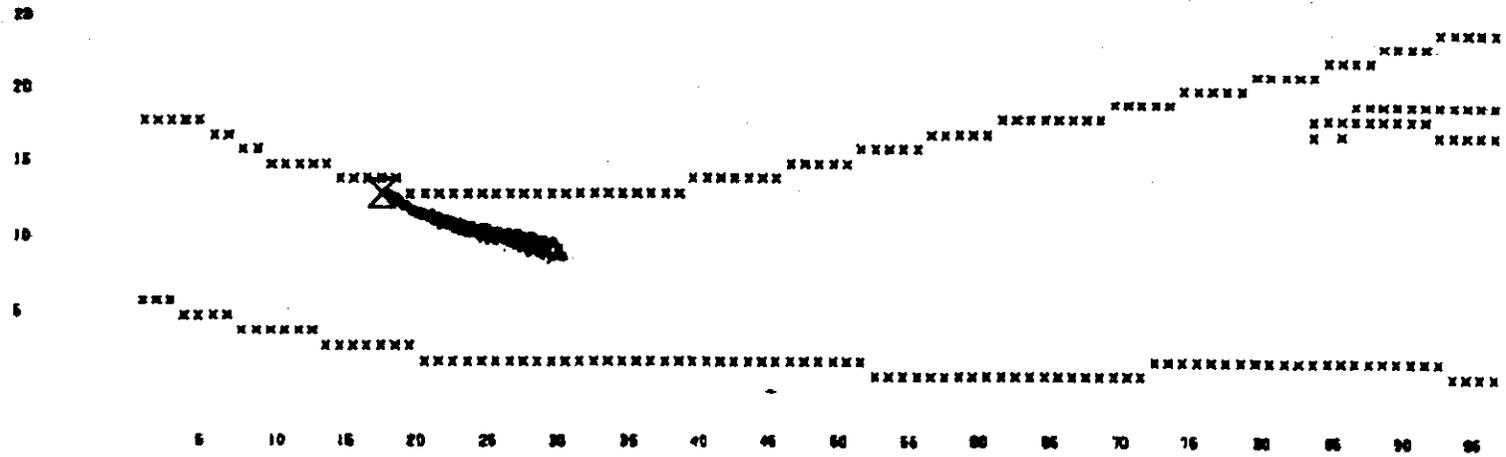


FIGURE: 6.2.12.A EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 30 MIN



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

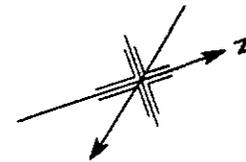
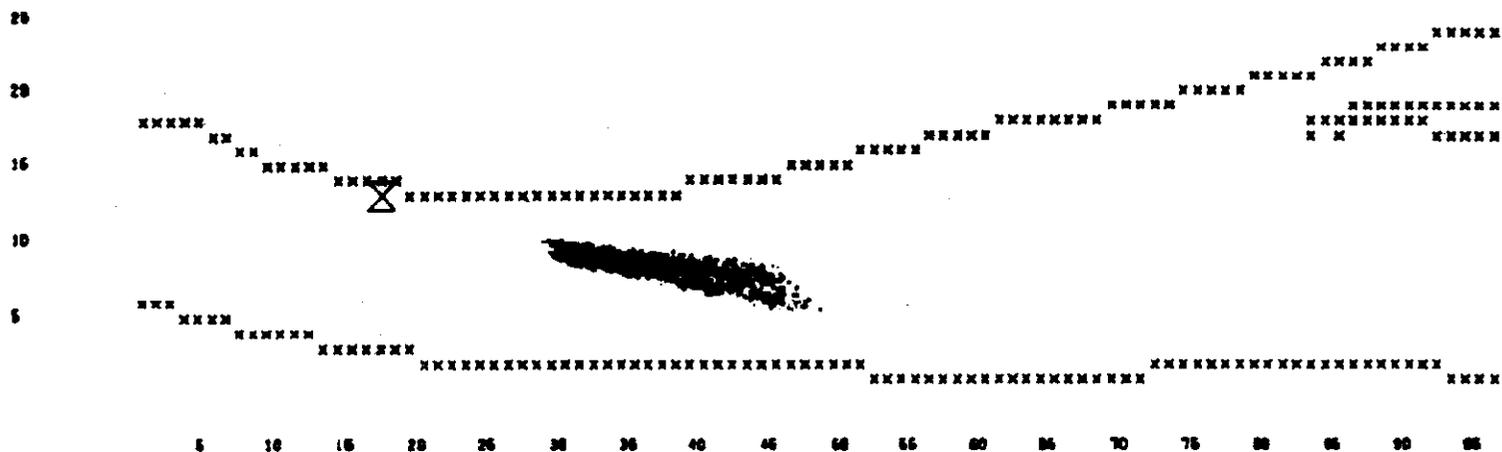


FIGURE: 6.2.12.B EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 60 MIN.



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

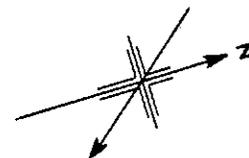
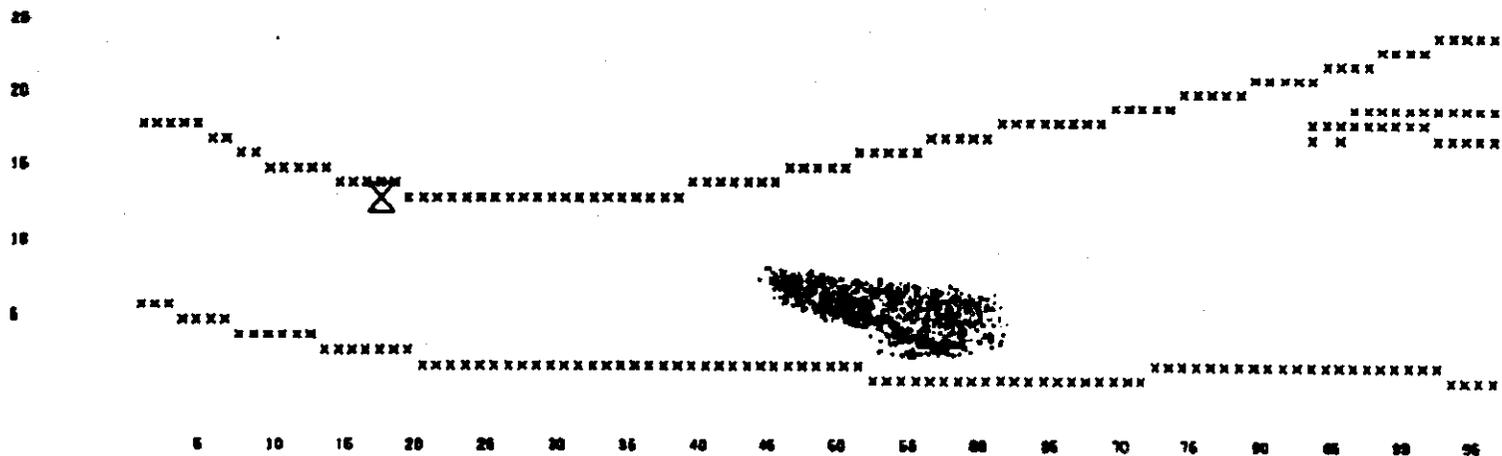


FIGURE: 6.2.12.C EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 90 MIN



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 PI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 1 000
 L'UNITE = 100 GAL

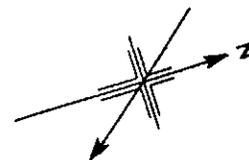
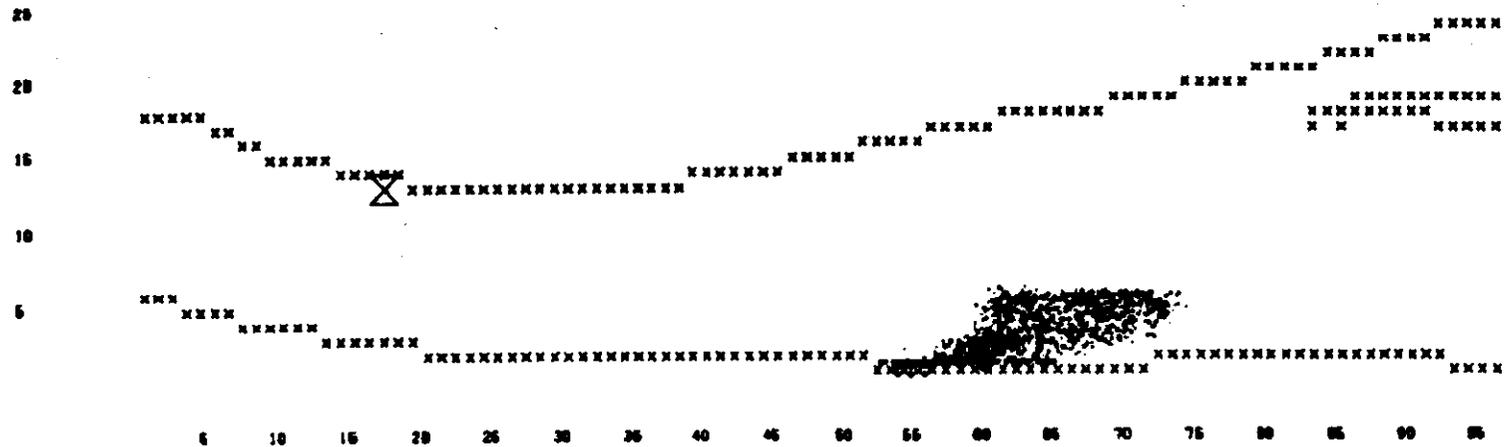


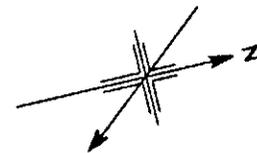
FIGURE: 6.2.12.D EVOLUTION DE LA NAPPE D'HUILE APRES 120 MIN



LANORAIE A SOREL

33

VITESSE DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 15 KI/S
 DIRECTION DU VENT (TENDANCE GENERALE) = 250 DEG
 NOMBRE D'UNITES = 997
 L'UNITE = 100 GAL



**Achévé d'imprimer à
Québec en août 1978, sur
les presses du Service de la reprographie
du Bureau de l'Éditeur officiel
du Québec**