

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CENTRE SAINT-LAURENT (Environnement Canada, Conservation et Protection)

Déléguée scientifique : Lynn Cleary, M.Sc., bio.

Spécialiste : Isabelle Goulet, géogr.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - Eau

Directeur de projet : Michel Leclerc, M.Sc., D.Ing., ing. civ.
Professeur-chercheur

Interface-usager - Infographie : Martin Montminy, info.-math.

Développement des algorithmes : Grégoire Martin, M.Sc., math.-info.
: Jérôme Benoît, info., phys.,
: Olivier Banton, D.Ing., géol.

Contributions diverses : Paul Boudreau, M.Sc.-Eau, ing.
: Nathalie Jolicoeur, Stagiaire gén. civ.

Révision des textes : Khalil Mamouny, ing.

ASSEAU Inc. (Société d'experts-conseils en environnement)

Conseillers : Paul Boudreault, M.Sc.-Eau, bio.
: Pierre Lavallée, Ph.D., M.Sc.-Eau, Chim.
: François Ouzillot, M.Sc., ing.
: Pierre Desjardins, géogr.
: Jacynte Lareau, M.Sc.-Eau, agr.

PRÉAMBULE

Ce rapport rend compte en partie du projet:

FLEUVE SAINT-LAURENT -Modélisation intégrée du suivi de la qualité de l'eau du tronçon Tracy - Lac Saint-Pierre

La liste suivante donne les titres et numéros d'archivage des documents constituant la série complète de rapports sur ce projet:

- RAPPORT No 1: MEME TITRE QUE LE PROJET

Volume 1,

Tome 1: *Modélisation hydrodynamique des écoulements en eau libre du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre*
INRS-Eau - No RS-317a

Volume 1,

Tome 2: Annexe infographique:

Atlas numérique des courants et autres caractéristiques des écoulements en eau libre du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre
INRS-Eau - No RS-317b ; format 28cm x 43cm (en couleur).

Volume 2: *Caractérisation de la diffusivité des écoulements du tronçon Tracy - Lac Saint-Pierre par tests de rhodamine et télédétection aéroportée*
INRS-Eau - No RS-318

Volume 3: *Analyse numérique de la contamination du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre par les effluents industriels et les tributaires.*
INRS-Eau - No RS-319

- RAPPORT No 2: DÉVELOPPEMENT ET VALIDATION ANALYTIQUE D'UN MODELE LAGRANGIEN DE SIMULATION DES PANACHES D'EFFLUENTS ET DE TRIBUTAIRES
INRS-Eau - No RS-320

- RAPPORT No 3: (LE PRÉSENT VOLUME)
LOGICIEL PANACHE: MANUEL DE L'UTILISATEUR
INRS-Eau - No RS-321



Table des matières

CHAPITRE 1 - AVANT DE COMMENCER	1
Présentation de <i>PANACHE</i>	1
Validation du logiciel	1
Responsabilité de l'utilisateur	2
Données techniques	2
Matériel requis	2
Environnement <i>PANACHE</i>	3
Fenêtre <i>PANACHE</i>	3
Utilisation de la souris	5
Touches d'action rapide	6
Messages d'avertissement et écrans d'aide	7
Quitter <i>PANACHE</i>	8
Données hydrodynamiques	8
CHAPITRE 2 - MENU DE SIMULATION	10
Présentation	10
Fichier	11
D	11
C	12
S	13
I	15
E	16
C	16
Z	16
E	19
I	21
P	22
D	23
U	24
P	25
G	25
P	26
D	31
E	31
Q	32
CHAPITRE 3 - MENU DE CONCENTRATION	33
Présentation	33
Fichier	34
C	34



S	A	uve sous...	35			
	I	mporte	38			
	E	xporte	38			
C		aractéristiques	38			
	C	alcul sur...	39			
		G	rille	40		
		P	oints de contrôle	44		
		T	ransect	45		
		Points de contrôle	M	anuels	47	
	I	njection de contaminant	49			
E	X	écute	52			
CHAPITRE 4 - MENU DES AIRES PONDÉRÉES INUTILISABLES			54			
		Présentation	54			
	P	roduit rapport	54			
	P	aramètres	57			
E	X	écute	60			
CHAPITRE 5 - MENU DE VISUALISATION			62			
		Présentation	62			
	O	bjets...	63			
		M	aillage...	64		
		Limite du	D	omaine...	65	
		Z	one de simulation...	66		
		Point / Rampe d'in	I	njection	67	
		Mailla	G	e déplacé	67	
		V	ecteurs-vitesses...	68		
		I	socontours...	71		
		L	imites de l'écoulement...	76		
		P	articules...	77		
		Zone de Concent	R	ation...	78	
		C	oncentration	79		
		F	ond d'écran	80		
		M	ar	Q	ueurs...	81
		P	riorités...	82		
	Z	one	83			
		Z	oom...	83		
		V	ue d'ensemble	84		
		Zone de	S	imulation...	85	



Zone de C oncentrations	85
D istance... ..	86
P alette	88
C harge	88
M odifie	89
S Auve sous... ..	90
M ise-à-jour	91
CHAPITRE 6 - MENU D'OPTIONS	92
Présentation	92
S ystème de coordonnées	92
B ase de données	93
CHAPITRE 7 - BIBLIOGRAPHIE	94
CHAPITRE 8 - TUTORIEL	96
Étapes de base à suivre	96
Étape 1	96
Étape 2	97
Étape 3	97
Étape 4	98
ANNEXE 1 MÉTHODE DES AIRES PONDERÉES INUTILISABLES	99
Calcul de la pondération Wik	100
Calcul des concentrations	102
Aires pondérées inutilisables globales <i>APIG</i>	103
ANNEXE 2 Fichiers créés par PANACHE	105
INDEX	106



CHAPITRE 1 - AVANT DE COMMENCER

Présentation de *PANACHE*

PANACHE est un logiciel scientifique de modélisation numérique dont la puissance et la simplicité d'utilisation permettent de réaliser des simulations des plus complexes concernant la propagation de rejets industriels et urbains dans un écoulement fluvial quasi-permanent.

PANACHE utilise un algorithme lagrangien pour simuler le déplacement et la dispersion des polluants dans le tronçon Tracy-lac Saint-Pierre. Cet algorithme fait appel à des particules (ou points) pour reproduire le comportement spatial des polluants.

La connaissance des courants et des propriétés dispersives de l'écoulement est essentielle pour comprendre le principe d'utilisation de *PANACHE*. Les algorithmes utilisés par *PANACHE* sont décrits dans le rapport No 2 de la présente série (voir la liste des rapports au début du document).

Validation du logiciel

Le logiciel a été soumis à un ensemble de tests de validation analytique présentés dans ce même rapport et a, aussi, été validé par les données de terrain obtenues à partir des essais de traçage à la rhodamine WT et du suivi par télédétection au lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent). Ces données sont présentées dans le volume 2 du rapport No 1 alors que tous les résultats de la validation sont présentés dans le volume 3 de ce même rapport. Cette validation a été soumise à un examen impartial par un comité scientifique formé spécialement pour formuler un avis sur la valeur intrinsèque de l'outil présenté ci-après.



**Responsabilité
de l'utilisateur**

Les auteurs du logiciel se dégagent de toute responsabilité concernant l'utilisation de ce logiciel. En effet, conformément aux pratiques en usage dans le domaine de l'ingénierie concernant l'usage de logiciels scientifiques pour l'analyse et la conception d'ouvrages (Baldur et Fortin, 1991), le praticien est toujours responsable des résultats qu'il obtient et il ne peut imputer une erreur ou une interprétation erronée des résultats obtenus à l'outil lui-même.

Cependant, comme il a été mentionné précédemment, les nombreux tests auxquels a été soumis le logiciel permettent d'obtenir des données relativement fiables concernant la propagation des contaminants dans un milieu donné. Les résultats obtenus reflètent une situation moyenne et ne permettent pas de reproduire les variations temporelles associées à la turbulence locale ou intermédiaire.

**Données
techniques**

Ce chapitre présente les informations de base à connaître pour utiliser efficacement le logiciel *PANACHE*. Celles-ci concernent:

- le matériel requis;
- l'environnement informatique de *PANACHE*;
- la nature des données hydrodynamiques requises.

Matériel requis

Pour utiliser *PANACHE* vous devez disposer d'un ordinateur personnel à base de processeur Intel 80386 ou 80486 et équipé du matériel suivant:

- une mémoire minimale de 4 mégaoctets;
- un disque dur d'une capacité minimale de 80 mégaoctets;
- une unité de disquette de 5,25 ou 3,5 pouces;
- un écran couleur VGA ou super VGA;
- le système d'exploitation OS2/PM (version 1.2 ou ultérieure);

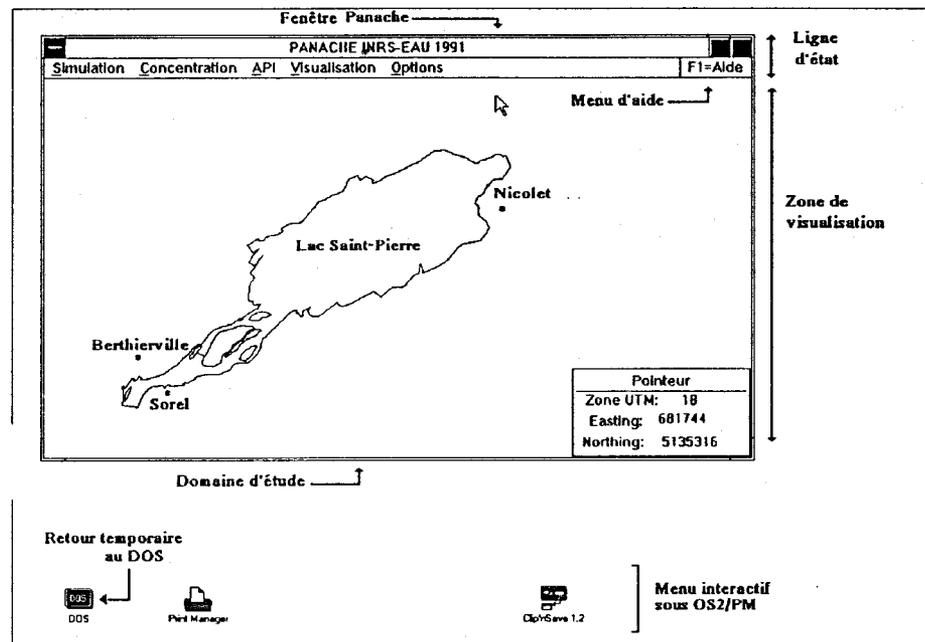
- un co-processeur mathématique (si le processeur est un 386)

**Environnement
PANACHE**

Cette section décrit les principes de base de l'environnement *OS2/PM* qui vous permettront de contrôler efficacement *PANACHE*. Ils concernent:

- la fenêtre *PANACHE*;
- l'utilisation de la souris;
- les touches d'action rapide;
- les messages d'avertissement et d'aide à l'écran;
- la sauvegarde d'un fichier et son chargement;
- la sortie de *PANACHE*.

Fenêtre PANACHE





PANACHE fonctionne dans l'environnement OS2/PresentationManager, qui est un environnement multi-tâches et interactif. Donc, il est possible de passer, en tout temps, d'une application à une autre par le principe des icônes et des fenêtres.

La fenêtre *PANACHE* présente trois zones distinctes: la *barre de menu*, la *zone de visualisation* et la *fenêtre de référence spatiale* du pointeur.

La *barre de menu*, comme son nom l'indique, affiche les cinq menus principaux du logiciel. Les trois premiers menus (*S*imulation, *C*oncentration et *A*PI) vous permettent de réaliser les simulations de propagation des contaminants et d'effectuer les analyses nécessaires. Le quatrième menu (*V*isualisation) vous permet de visualiser les résultats de la simulation effectuée à l'échelle voulue. Le dernier menu (*O*ptions) vous permet de modifier certaines options comme le système de coordonnées utilisé.

Vous remarquerez que le menu d'aide est toujours affiché au coin droit de la fenêtre *PANACHE*. Vous pouvez donc y accéder en tout temps pour obtenir de l'assistance sur la commande que vous désirez exécuter. L'accès aux fonctions d'aide est également possible selon le contexte où vous êtes (aide contextuelle). C'est-à-dire lorsque vous voulez entrer des paramètres, appuyez sur la touche *F1*; un texte s'affichera à l'écran vous donnant plus d'explications sur les paramètres et sur la démarche à suivre.

Qu'est-ce que le domaine d'étude?

Au début de chaque séance du logiciel et sur la fenêtre *PANACHE*, le *domaine d'étude* utilisé lors de la dernière séance est activé par défaut. Le domaine d'étude est la zone pour laquelle on dispose de données hydrodynamiques. Ces données sont obtenues, au préalable, à l'aide d'un logiciel produisant un fichier de résultats dans un format compatible avec *PANACHE*. La zone est représentée à l'écran par la limite du domaine extrême de l'écoulement telle que définie par le modélisateur. Cependant, la simulation hydrodynamique utilisée peut concerner un événement hydrologique de faible hydraulité; le cas échéant, le domaine d'écoulement occupera une surface inférieure au domaine d'étude montré à l'écran.



⇒ **REMARQUE:** Le domaine d'étude qui est illustré sur les figures de ce manuel s'agit du tronçon Tracy-lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent, Québec). Ces figures sont des captures d'écran. Il est à noter que sur la première figure on a ajouté certaines informations, à titre d'indication, qui ne sont pas normalement affichées sur la fenêtre *PANACHE*.

Comment activer les menus et les commandes?

Il y a deux façons pour accéder aux menus et aux sous-menus de *PANACHE*: en utilisant la *souris* ou en utilisant les *touches d'action rapides*. Dans ce manuel, la plupart des touches d'action rapide sont désignées par un symbole en forme de touche grise (☐) associé à une lettre facile à mémoriser.

Utilisation de la souris

Lorsque vous travaillez avec *PANACHE*, vous pouvez utiliser la souris pour accéder rapidement et aisément aux menus et aux sous-menus désirés.

Quelles sont les actions possibles avec la souris?

Quatre actions sont possibles avec la souris:

1. **Pointer:** positionnez la pointe de la flèche sur l'objet désiré (ex: menu, donnée, etc.);
2. **Cliquer:** une fois l'objet pointé, appuyez sur le bouton de gauche et relâchez aussitôt; cela permet de dérouler les menus, activer les commandes, ombrer des caractères à remplacer, ancrer le curseur à l'écran pour entrer des données, etc.
3. **Double-cliquer:** pointez l'objet désiré puis cliquez rapidement deux fois; cela permet habituellement de, à la fois, de sélectionner un objet et d'activer une commande.

Par exemple: en double-cliquant sur le rectangle en haut à gauche de l'écran *PANACHE*, vous pouvez terminer la séance et quitter l'application.

4. **Faire glisser (draguer):** maintenez le bouton de gauche de la souris enfoncé pendant que vous la déplacez. Cette action permet d'agrandir certaines fenêtres, d'entrer interactivement à l'écran certaines zones de travail (simulation, concentration) ou de visualisation (zoom).



Par exemple: en vous positionnant sur le cadre d'une fenêtre, vous pourrez agrandir ou rapetisser la fenêtre en faisant glisser la souris jusqu'à ce que obteniez la dimension qui vous convient.

Comment confirmer votre choix avec la souris?

PANACHE vous demande toujours de confirmer votre choix, il suffit alors de pointer avec la souris le rectangle où est affiché *OK* et de cliquer sur le bouton de gauche. Vous devez toujours cliquer le bouton de gauche pour confirmer votre choix sauf pour déterminer la distance entre deux points. La procédure pour déterminer la distance est présentée au chapitre 5 (menu **V**isualisation, commande **D**istance).

Touches d'action rapide

Dans *PANACHE*, vous pouvez toujours remplacer la souris par une touche d'action rapide pour faire dérouler un menu ou confirmer un choix. La touche d'action rapide est une combinaison de la touche **Alt** et d'une lettre. Cette lettre correspond à la lettre soulignée du menu ou de la commande affichée sur la fenêtre *PANACHE*. Dans le texte, la touche d'action rapide sera représentée par le symbole **⌘** et une lettre. Par exemple, pour faire dérouler le menu *Simulation*, il suffit d'appuyer sur **⌘** et sur **S**.

Il existe des combinaisons de touches qui vous permettent d'accéder directement à un sous-menu, ou à une commande, sans faire dérouler le menu principal. Ce raccourci se fait avec la combinaison de la touche **Ctrl** et d'une lettre. Les combinaisons possibles sont présentées au tableau suivant.



TOUCHES D'ACTION RAPIDE

<i>Ctrl-M</i>	Mettre à jour la zone de visualisation
<i>Ctrl-P</i>	Accès direct à la commande <i>Priorités</i> (sous-menu <i>Objets</i> , menu (V)isualisation)
<i>Ctrl-Z</i>	Accès direct à la commande <i>Zoom</i> (sous-menu <i>Zone</i> , menu (V)isualisation)
<i>Ctrl-Esc</i>	Arrêter une tâche sans possibilité de sauvegarde, si une simulation est en cours, ou activer une autre tâche (ex: gestion de fichiers sur PM), si aucune simulation n'est en cours.

⇒ **REMARQUE :** La touche *RC* permet de valider une entrée ou de confirmer un choix; et la touche *F1* permet d'afficher le texte d'aide à l'écran.

Messages d'avertissement et écrans d'aide

Pendant une séance de travail, *PANACHE* affiche parfois des messages d'avertissement pour vous prévenir d'une situation à corriger (ex: données d'entrée incomplètes) ou pour vous demander de confirmer votre choix (ex: procéder à une nouvelle simulation en écrasant la précédente ou en la sauvegardant).

PANACHE affiche également des écrans d'aide pour vous informer sur l'étape en cours ou sur la signification et le choix des paramètres concernés. Ainsi, si un message s'affiche et qu'il vous paraît obscur ou, si vous voulez connaître la démarche à suivre pour poursuivre une procédure que vous avez entreprise, alors appuyez sur la touche *F1* ou cliquez le bouton de gauche de la souris sur *F1=aide* affiché en haut à droite de l'écran. La fonction d'aide est également accessible dans plusieurs tableaux d'entrée de données.



Quitter PANACHE A la fin d'une séance de travail, si vous voulez quitter *PANACHE*, la procédure à suivre est la suivante:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyez sur **Q**uite;
3. confirmez si vous voulez sauvegarder l'environnement puis appuyez sur **RC** ou cliquez sur **OK**).

⇒ **REMARQUE** : Si vous désirez conserver les résultats d'une simulation, ou ceux du calcul des concentrations, vous devez les sauvegarder avant de quitter *PANACHE*. Il suffit de sélectionner le menu **F**ichier puis d'appuyer sur **S**auve sous...

Données hydrodynamiques

Les données sur la vitesse des courants, sur la diffusivité et sur la profondeur relatives au domaine d'étude proviennent d'autres outils et doivent être disponibles, au préalable, à toute utilisation de *PANACHE*.

Les algorithmes du logiciel *PANACHE* sont basés sur un modèle numérique *bidimensionnel* des courants. La qualité des données d'entrée est déterminante pour la précision des analyses qui seront réalisées avec *PANACHE*. Par exemple, les conditions de recirculation locales associées à la présence de singularités d'écoulement ou d'ouvrages d'ingénierie (ex: ponts, quais, marinas) ne seront pris en compte dans le déplacement des contaminants que si les simulations hydrodynamiques ont été réalisées en vue d'une telle analyse.

Les applications réalisées à ce jour ont utilisé les données hydrodynamiques sur le lac Saint-Pierre et produites à l'aide du logiciel *HYDREAU*. Le modèle sur lequel est basé la méthode de calcul de ce logiciel est décrit par Leclerc et coll. (1987, 1990b, 1990c). La modélisation du domaine d'étude (tronçon Tracy-lac Saint-Pierre) est présentée dans le volume 1 du rapport No 1 de cette série.



Il est à noter que les données hydrodynamiques peuvent également provenir d'autres logiciels (en éléments finis ou en différences finies). Dans ce cas, le format et la topologie de leurs fichiers de données doivent être compatibles avec ceux utilisés par *PANACHE* ou être transformés pour l'être.



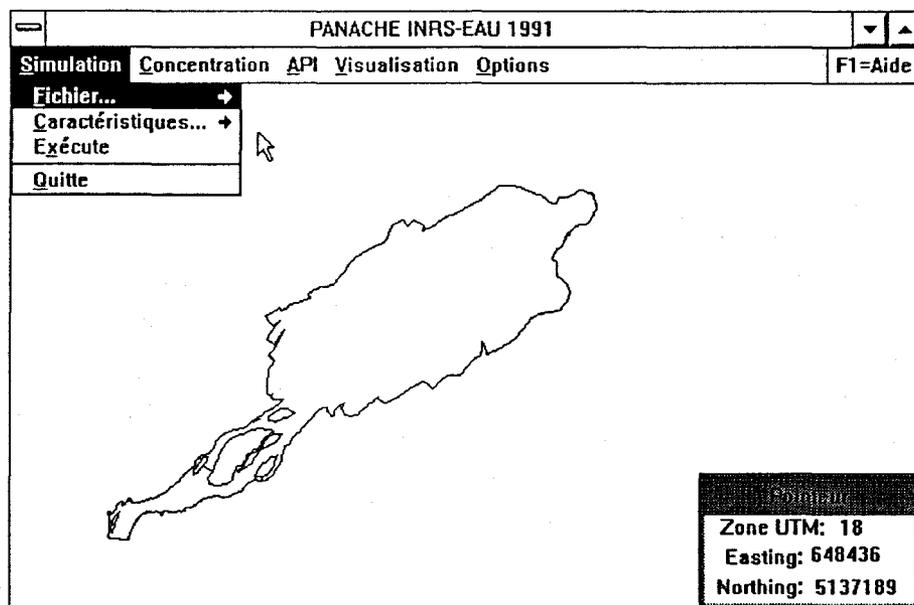
CHAPITRE 2 - MENU DE SIMULATION

Présentation

Ce menu contient les commandes vous permettant de créer un panache de particules (étape préalable au calcul des concentrations) ou de travailler sur une simulation réalisée lors d'une séance antérieure et sauvegardée dans un fichier.

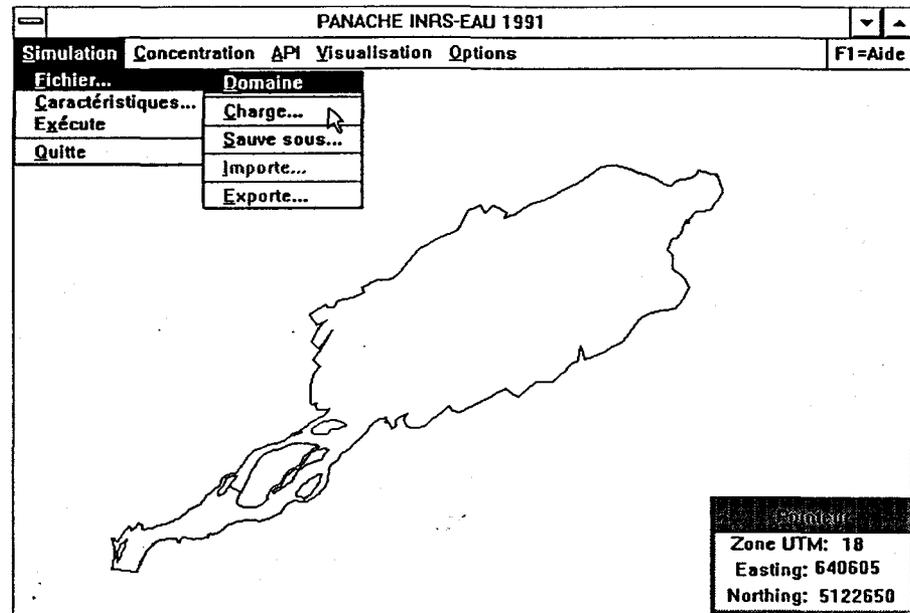
Pour travailler sur une simulation existante, il vous suffit de charger son fichier correspondant puis passer directement au menu **C**oncentration; ou, encore, de modifier un ou plusieurs paramètres de cette simulation pour ensuite relancer son exécution. Dans ce cas, les calculs devraient s'exécuter plus rapidement que la fois précédente alors que les étapes préliminaires aux calculs (ex: zone de simulation, maillage déplacé) étant conservés dans le fichier de simulation. Mais, si la zone de simulation est modifiée, ces étapes préliminaires devront être reprises.

Voici ce qui s'affiche à l'écran lorsque vous activez le menu **S**imulation:



Fichier

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de choisir le domaine d'étude ainsi que de charger, de sauvegarder ou d'exporter un fichier de résultats d'une simulation réalisée lors d'une séance de travail.



Domaine

Cette commande vous permet de charger le domaine d'étude sur lequel vous voulez réaliser les simulations, calculer les concentrations, etc.

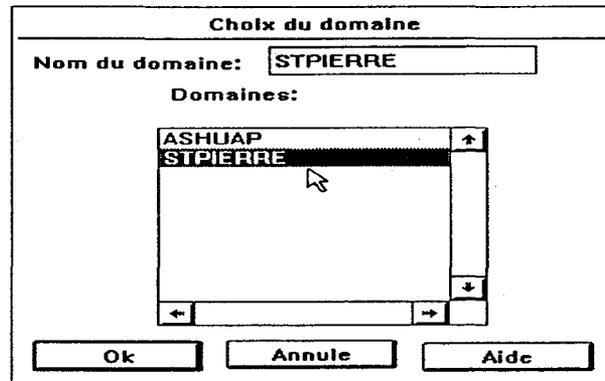
L'ensemble des fichiers nécessaires pour réaliser des simulations hydrodynamiques, calculer des concentrations et sauvegarder des résultats, pour un domaine d'étude, sont regroupés dans un même répertoire. Par défaut, le domaine d'étude affiché à l'écran est celui qui a été sauvegardé à la dernière séance de travail.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyez sur **D**omaine;
3. choisissez le domaine d'étude qui vous intéresse;



4. cliquez sur *OK* ou appuyez sur *RC* pour confirmer.



Le domaine d'étude avec ses limites s'affiche sur la zone de visualisation.

harge...

Cette commande vous permet de charger un fichier de simulation existant pour le domaine d'étude que vous avez sélectionné. Vous pouvez changer le répertoire et sélectionner le fichier avec la souris ou entrer le nom directement au moyen du clavier. La fenêtre de chargement affiche les caractéristiques de chaque fichier pour vous faciliter le choix.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu  *imulation*;
2. appuyez sur  *ichier* puis sur  *harge*;
3. choisissez le nom du fichier à charger;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Charge simulation

Choix du fichier de simulation
 Nom du fichier: 101GG0VN.SME
 Répertoire: C:\PANACHE\STPIERRE
 Fichiers: Répertoires:

092PP1VN.SME ↑ 101GG0VN.SME ↑ ↓ ← →	A: ↑ B: ↑ C: ↑ D: ↑ .. ↑ ↓ ← →
---	---

Version 1.00 Date 15/07/1992 Heure 7:55:32
 Commentaire
 Test de l'influence du debit du fleuve

Événement de référence 101GG0VN Domaine d'étude STPIERRE

Injection
 Mode: Ponctuel

	Easting	Northing
Pt. inj:	642833	5099683

Zone de simulation

Easting	Northing	Zone UTM
clg: 633841	5114742	18
cid: 641805	5095198	
csd: 688028	5114034	
csg: 680064	5133577	

Durée(hrs:min:sec) 100:00 Nb. de convolution 35 Nb. pas de temps/conv 343 Nb. de particules 348145
 Pds. coef. diff. fond 1.00 Pds. coef. diff. hz. 0.80 Coef. anisotropie long. 1.00

Ok Annule Aide

⇒ REMARQUE : Les paramètres de la simulation chargée deviennent ceux de la simulation courante et peuvent être modifiés.

SAuve sous...

Cette commande vous permet de sauvegarder les résultats de la simulation dans un fichier et/ou de créer un rapport sur celle-ci. L'utilisateur peut entrer un texte descriptif avant de sauvegarder les résultats.

Vous pouvez choisir, ou changer, le répertoire dans lequel vous voulez sauvegarder les fichiers des résultats avec la souris ou en entrant le nom directement au moyen du clavier. Si le nom du fichier existe déjà, vous devez confirmer si vous voulez écraser l'ancien sinon changez le nom.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyez sur **F**ichier puis sur **S**Auve sous...;
3. entrez le nom du fichier à sauvegarder;



4. sélectionnez *Sauve simulation* et/ou *Produit rapport* (cliquez sur le bouton correspondant);
5. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

⇒ REMARQUE :

Pour les résultats de la simulation, deux fichiers sont créés: un fichier d'entête en ASCII contenant les spécifications de la simulation avec l'extension *.SME (SiMulation-Entête); et, un fichier de données (extension *.SMD (SiMulation-Données) ; format binaire).

Pour le rapport, un fichier en ASCII est créé avec l'extension *.SMR (SiMulation-Rapport).

L'utilisateur pourra consulter les fichiers ASCII, ou en modifier le contenu, avec un éditeur de texte.

Quelle information contient le rapport?

Le rapport contient toute l'information concernant la simulation vous permettant de la reproduire, dans l'éventualité où vous ne l'auriez pas sauvegardée.

Voici un exemple de rapport:



Rapport de la simulation: C:\PANACHE\STPIERRE\QL108010.SMR

Information générale

Système de coordonnées: UTM
 Zone UTM: 18
 Base de donnée: PANACHE
 Nom de l'événement de référence: TESTRODA

Zone de simulation

	Easting	Northing
Coin inférieur gauche	658657.00	5109237.00
Coin inférieur droit	668463.00	5112107.00
Coin supérieur droit	667305.00	5116061.00
Coin supérieur gauche	657499.00	5113192.00

Paramètres de l'injection

Mode d'injection: Ponctuel
 Coordonnées du point d'injection:
 Easting Northing
 659112.00 5110448.00

Paramètres de la simulation

Durée (hrs:min:sec): 4:00:00
 Nombre de convolution: 10
 Nombre de pas de temps par convolution: 48
 Nombre de particule: 9600
 Poids du coefficient de diffusion au fond: 1.00
 Poids du coefficient de diffusion horizontal: 0.80
 Coefficient d'anisotropie longitudinale: 1.00

Importe

Cette commande vous permet d'utiliser des spécifications en provenance du système de gestion de base de données *SOCOUS (SGBD)*¹. Pour la suite de ce document, les fonctions reliées à *SOCOUS* ne seront pas présentées en détails.

¹Système développé en collaboration avec la firme Asseau et implanté en option avec ce logiciel.



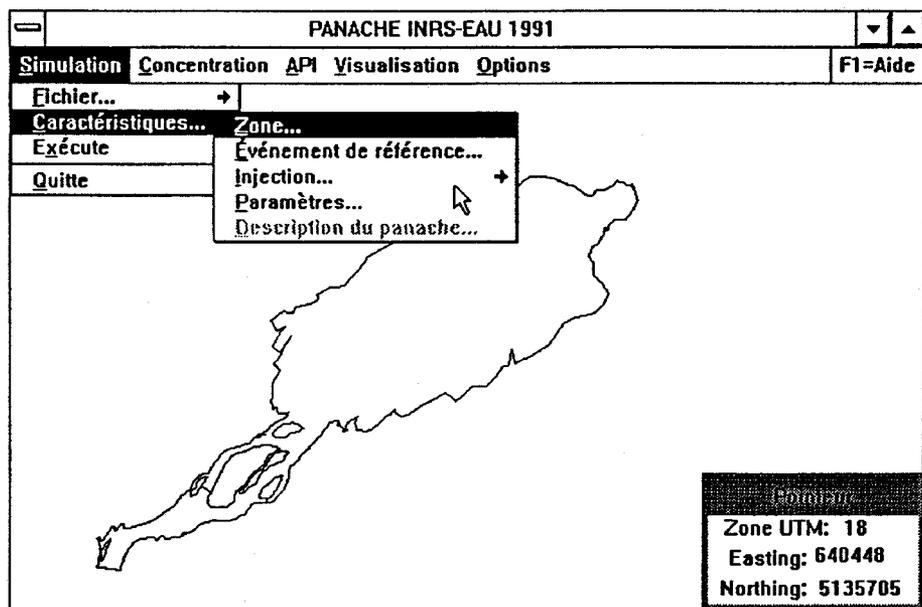
Exporte

Cette commande vous permet de spécifier le nom du fichier et du répertoire où seront sauvegardés les résultats de la simulation. Le format du fichier est compatible avec le *SGBD SOCOUS*.

Caractéristiques

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de spécifier ou de vérifier les caractéristiques de la simulation en cours. Il vous est possible en tout temps de changer ces dernières et de relancer la simulation.

Les caractéristiques principales d'une simulation sont la zone de calcul, l'événement hydrologique de référence, les paramètres de calcul ainsi que le type et la localisation de l'injection de particules.



Zone...

Cette commande vous permet de définir à l'écran un rectangle orienté représentant la zone de calcul sur laquelle la simulation sera réalisée. Par défaut, cette zone représente l'ensemble du domaine d'étude.

⇒ REMARQUE: A moins de vouloir réaliser une simulation à l'échelle de tout

le domaine d'étude, il est recommandé de spécifier la zone sinon les étapes préliminaires du calcul (maillage déplacé) retarderaient indûment le travail demandé.

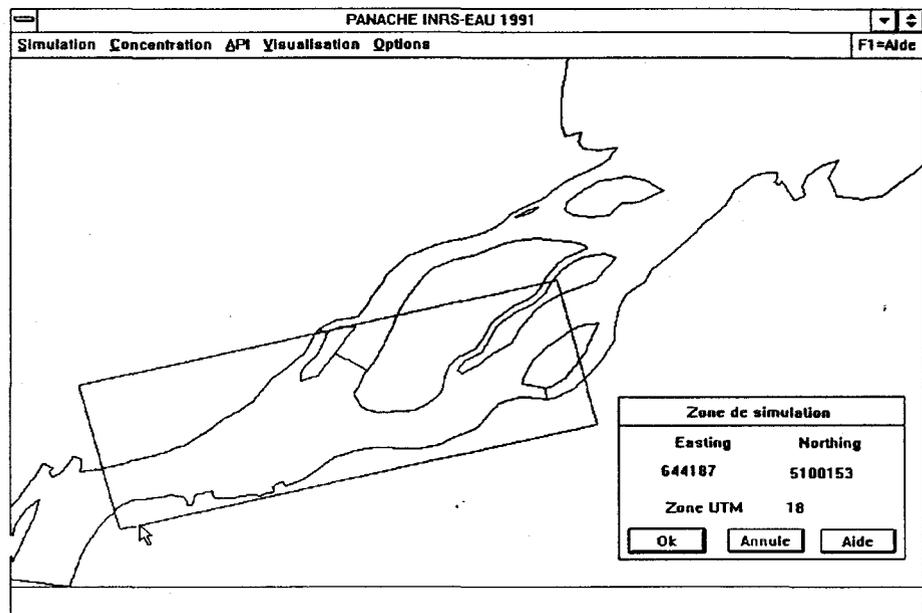
Comment délimiter une zone?

A l'aide de la souris suivez la procédure suivante:

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyez sur **C**aractéristiques puis sur **Z**one;
3. cliquez une première fois, pour localiser le coin inférieur gauche de la zone;
4. déplacez le pointeur, pour tracer la base du rectangle;
5. cliquez une seconde fois, pour localiser le coin inférieur droit;
6. déplacez le pointeur vers le haut, pour donner la hauteur du rectangle;
7. cliquez une dernière fois (pour terminer la définition du rectangle).

Les coordonnées spécifiées deviennent celles de la simulation courante.





⇒ REMARQUE : Si vous n'êtes pas satisfait de la zone que vous venez de délimiter, cliquez n'importe où sur la fenêtre *PANACHE* pour réactiver le pointeur puis, appliquez de nouveau la procédure de délimitation d'une zone. La première délimitation sera remplacée par la nouvelle.

Si vous êtes satisfait de la zone que vous venez de délimiter, alors cliquez sur *OK* ou appuyez sur *RC*. Seulement la zone délimitée sera affichée dans la zone de visualisation. Il est possible de visualiser tout le domaine d'étude. Pour ce faire, suivez la procédure présentée au chapitre 5 (menu Visualisation → sous-menu Zone → commande Vue d'ensemble.

Comment voir les limites de la zone de simulation?

Pour voir les limites de votre zone de simulation, vous devez vous assurer que sa priorité d'affichage est supérieure à 0 et que sa couleur est adéquate (visible et distincte). Pour ce faire, suivez la procédure présentée au chapitre 5 (menu Visualisation → sous-menu Objets → commande Zone de simulation.

⇒ REMARQUE : Pour diminuer le temps de calcul, la simulation s'effectuera seulement dans la zone que vous avez délimitée. Ainsi, si des particules sont transportées à l'extérieur de la zone délimitée, elles seront négligées dans la suite des calculs.

Donc, si vous voulez étudier le panache de particules que vous avez simulé dans son ensemble, il est important de choisir une zone de simulation suffisamment étendue.

Comment délimiter une nouvelle zone?

On ne peut modifier une zone existante qu'en délimitant une nouvelle zone selon la procédure décrite ci-haut. L'ancienne délimitation sera, alors, remplacée par la nouvelle.



E *événement de référence...*

Cette commande vous permet de charger, en mémoire, les données relatives à l'événement hydrologique de référence choisi parmi ceux disponibles. Ces événements sont normalement obtenus lors de simulations avec le logiciel *HYDREAU*². Il à noter que l'utilisation de résultats provenant d'autres logiciels est possible si le format du fichier dans lequel ils sont sauvegardés est compatible avec *PANACHE*. L'utilisateur pourra consulter les auteurs de *PANACHE* pour plus d'informations.

Que représentent les événements de référence ?

Les événements de référence sont normalement le résultat d'une démarche statistique visant à déterminer la représentativité des conditions choisies pour simuler l'hydrodynamique du domaine d'étude. Ces conditions ont trait à l'hydrologie du tronçon et aux facteurs qui peuvent influencer le transfert du débit (ex: état des macrophytes, vent, etc...). La plupart de ces données servent à spécifier les conditions aux limites et les paramètres du modèle hydrodynamique. Une démarche très élaborée de cette nature a été appliquée dans le cadre de l'analyse de la contamination du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent).

Les étapes 1 et 2 de la procédure suivante vous permettent d'afficher une liste d'événements de référence pour le domaine d'étude et leur principales caractéristiques. L'étape 3, vous permet d'afficher les caractéristiques de chacun des événements de la liste.

Les caractéristiques de chacun des événements concernent:

- le débit à l'amont du cours d'eau principal;
- les noms et les débits des différents affluents;
- la direction et l'intensité du vent;
- le niveau d'eau en certains points particuliers;
- l'état de croissance des plantes aquatiques (macrophytes);
- l'état des glaces;

²Logiciel d'hydrodynamique développé à l'INRS-Eau



- la probabilité de récurrence;
- la période de validité de l'événement;
- un commentaire général appelé "scénario".

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez Simulation;
2. appuyez sur Caractéristiques puis sur Événement de référence;
3. cliquez sur le nom d'un des fichiers affichés sur le côté gauche de la fenêtre, pour consulter la description des événements de référence;
4. si le fichier vous convient, cliquez sur *OK* ou appuyez *RC*.

Événement de référence

Nom de l'événement :

Événements:	Affluents	Caractéristiques
	Nom	Débit (m ³ /s)
092PP9VN		
101GG0VN	RICHÉLIEU	1037
101PP0VN	YAMASKA	367
092PP1VN	ST-FRANCOIS	888
092PP5VN	NICOLET	30

Débit amont (m³/s)

Vent
 Direction Intensité (km/hr)

Niveau d'eau (m)

Macrophytes

Glace

Condition marée

Probabilité de récurrence

Période de validité (mois de - mois à)

Scénario

⇒ **REMARQUE :** Vous pouvez changer au besoin l'événement de référence et relancer la simulation.

Que représente le niveau d'eau?

Le niveau d'eau représente normalement un niveau d'eau bien documenté à l'intérieur du domaine d'étude. Par exemple, pour le lac Saint-Pierre, le



niveau d'eau est celui correspondant à la localisation de la station de jaugeage du quai de Sorel, obtenu par simulation hydrodynamique et donné dans le système de référence des Grands Lacs (RIGL).

Qu'est-ce que la probabilité de récurrence?

La probabilité de récurrence est la probabilité pour qu'un événement de référence se produise durant une période de validité donnée.

Le fichier correspondant à un événement de référence comprend toutes les données relatives aux caractéristiques de cet événement. Les données contenues dans ce fichier et utilisées directement par *PANACHE* sont l'orientation et l'intensité des vitesses de courant, la profondeur d'eau, l'indice de diffusivité et certaines dérivées de ces variables.

Injection

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de choisir le mode d'injection des particules dans le milieu. L'injection peut être ponctuelle ou distribuée dans l'espace. Les options proposées ont été conçues de façon à reproduire la plupart des cas possibles dans la réalité, y compris la prise en considération d'un panache dont la source serait située à l'amont du domaine d'étude (à condition d'en connaître l'emprise dans la section d'injection).

⇒ **REMARQUE** : Seulement les coordonnées du point ou de la rampe d'injection entrées en dernier sont prises en considération pour la simulation. Comme pour la délimitation d'une zone, pendant que vous procédez à la localisation d'un point ou rampe d'injection, il est possible de modifier les coordonnées: il suffit de cliquer n'importe où dans la zone de visualisation pour désactiver le pointeur puis d'entrer les nouvelles coordonnées.

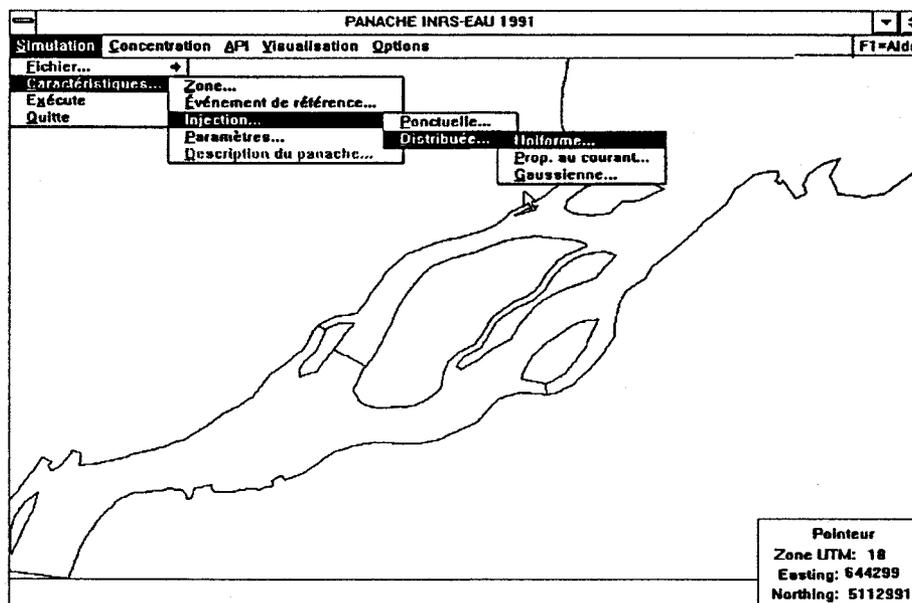
Comment localiser un nouveau point ou rampe d'injection?

Pour entrer les coordonnées d'un nouveau point, ou rampe, d'injection une fois la fenêtre fermée, vous devez appliquer de la même procédure. Ces nouvelles coordonnées deviendront effectives et le point, ou rampe, sera affiché à l'écran alors que l'ancien aura disparu de l'écran.



Comment localiser un nouveau point ou rampe d'injection?

Pour entrer les coordonnées d'un nouveau point, ou rampe, d'injection une fois la fenêtre fermée, vous devez appliquer de la même procédure. Ces nouvelles coordonnées deviendront effectives et le point, ou rampe, sera affiché à l'écran alors que l'ancien aura disparu de l'écran.



Ponctuelle...

Cette commande vous permet de sélectionner le mode d'injection ponctuelle des particules pour la simulation. Ce mode d'injection est le plus simple et le plus fréquent d'utilisation dans une simulation.

Que représente l'injection ponctuelle?

L'injection ponctuelle permet de décrire les effluents concentrés de la taille d'une conduite d'émissaire et dont le débit liquide devient vite négligeable par rapport au volume contaminé.

Vous pouvez localiser le point d'injection sur la zone de visualisation avec la souris ou en entrant directement les coordonnées au moyen du clavier. Sur l'écran, le point d'injection sera présenté par une astérisque affichée à la position correspondant aux coordonnées de localisation.



PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyez sur **C**aractéristiques, sur **I**njection puis sur **P**onctuelle;
3. entrez directement les coordonnées du point d'injection avec le clavier; ou, cliquez n'importe où dans la zone de visualisation pour activer le pointeur puis cliquez à l'endroit où vous désirez positionner le point d'injection;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

INJECTION PONCTUELLE		
Easting	Northing	
<input style="width: 80%;" type="text" value="600000"/>	<input style="width: 80%;" type="text" value="5000000"/>	
Zone UTM: 18		
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annule"/>	<input type="button" value="Aide"/>

⇒ **REMARQUE:** Si vous entrez les coordonnées du point d'injection au moyen du clavier, vous aurez peut-être besoin de modifier l'option "système de coordonnées" pour choisir entre une référence UTM (défaut) et le système "longitude-latitude". Pour ce faire, suivez la procédure présentée dans le chapitre 6 (Menu **O**ptions → commande **S**ystème de coordonnées). Il est important de respecter le format d'entrée de données pour que l'information soit considérée par le logiciel.

Distribuée...

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de sélectionner le mode d'injection répartie sur une rampe rectiligne dans la zone de simulation. Les différentes possibilités de ce mode d'injection sont: *l'injection uniforme, l'injection proportionnelle au courant et l'injection gaussienne* définies dans les prochaines sections.

Vous pouvez localiser la rampe d'injection avec la souris ou entrer les



coordonnées au moyen du clavier.

Les caractéristiques de la rampe sont prises en considération pour la simulation.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyer sur **C**aractéristiques, sur **I**njection puis sur **D**istribuée;
3. appuyer sur **U**niforme, sur **P**roportionnelle ou sur **G**aussienne;
4. entrer les coordonnées de la rampe au moyen du clavier ou localiser sa position sur l'écran au moyen de la souris;
5. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Uniforme

Cette commande vous permet de sélectionner le mode d'injection distribuée uniforme. Ce mode d'injection représente le cas où le rejet industriel s'effectue dans le milieu récepteur au moyen d'un diffuseur introduisant les contaminants uniformément sur une certaine longueur.

Injection uniforme		
	Easting	Northing
Extrémité 1:	<input type="text" value="660716"/>	<input type="text" value="5109069"/>
Extrémité 2:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Zone UTM:	18	
Emprise:	0	
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Annule"/> <input type="button" value="Aide"/>		



Pour localiser la position d'une rampe d'injection uniforme avec la souris, vous devez d'abord cliquer à un endroit pour situer une extrémité puis cliquez une seconde fois pour situer l'autre extrémité. L'ordre d'entrée de ces extrémités n'a pas d'importance.

Proportionnelle au courant

Cette commande vous permet de sélectionner le mode d'injection proportionnelle au courant. Ce mode d'injection correspond au cas où vous voudriez représenter l'entrée d'un tributaire dans le domaine de simulation alors que l'injection des particules s'effectue de façon proportionnelle au courant. Le résultat de ce mode d'injection est une concentration constante de contaminant dans la section d'injection.

⇒ REMARQUE : Vous pouvez positionner une rampe d'injection proportionnelle au courant de la même façon qu'une rampe d'injection uniforme. L'entrée des données est identique à la précédente.

Gaussienne

Cette commande vous permet de sélectionner le mode d'injection gaussienne. Ce mode d'injection simule un panache dont la distribution de contaminant (concentration) prend la forme d'une loi normale selon le lieu où sont injectées les particules. Il représente, en fait, la situation où l'on observe un surplus de turbulence au point d'injection. Ces conditions ne dépendraient pas de l'écoulement général mais plutôt des conditions locales à l'émissaire.

Peut-on simuler un panache qui origine de l'amont du domaine d'étude?

Un panache qui prendrait son origine à l'amont du domaine d'étude peut également être pris en charge dans le domaine actuel à l'aide de cette procédure d'injection. Il est nécessaire de connaître la position centrale du panache et son emprise au lieu de l'injection. Ce sont les seules conditions requises pour procéder à une simulation lagrangienne. Le calcul des concentrations demandera également de spécifier la charge en contami-



nants. Pour ce faire, suivez la procédure présentée au chapitre 3 (Menu **C**oncentration → sous-menu **C**aractéristiques → **I**njection de contaminant).

⇒ **REMARQUE** : Vous devez entrer les coordonnées centrales de la rampe d'injection et la coordonnée d'une des extrémités de cette rampe (l'autre extrémité est symétrique par rapport à la coordonnée centrale). La longueur de la rampe d'injection est toujours fixée à six fois l'écart-type d'une fonction normale ($\pm 3\sigma$), ce qui représente l'emprise à 99% du panache au lieu d'injection.

Paramètres

Cette commande vous permet de spécifier les paramètres de la simulation. Pour chacun des paramètres, des bornes minimale et maximale sont fixées et des valeurs par défaut vous sont suggérées. Les paramètres concernent à la fois les conditions générales de la simulation (durée, nombre de convolutions, pas de temps par convolution, nombre total de particules...) et les coefficients physiques (diffusivités). Dans ce dernier cas, vous pouvez accomplir certaines opérations de base de calibration comme le requiert toute modélisation.

Les paramètres sont enregistrés et maintenus pour la simulation courante.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyer sur **C**aractéristiques puis sur **P**aramètres;
3. entrez les valeurs des paramètres;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Paramètres de la simulation			
	Minimum	Valeur	Maximum
Durée(hrs:min):	0:10	<input type="text" value="0:30"/>	200:00
Nombre de convolutions:	1	<input type="text" value="10"/>	100
Pas de temps/convolution:	1	<input type="text" value="20"/>	1000
Nombre total de particules:	1	<input type="text" value="1000"/>	1000000
Poids coef. dif. horizontal:	0.50	<input type="text" value="1.00"/>	2.00
Poids coef. dif. au fond:	0.50	<input type="text" value="1.00"/>	2.00
Anisotropie longitudinale:	0.00	<input type="text" value="1.00"/>	5.00
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Annule"/> <input type="button" value="Aide"/>			

Que désignent les paramètres généraux?

Durée de la simulation (T): elle correspond à la durée de l'injection continue que vous voulez simuler (format hr:min). Elle peut durer de 10 minutes (0:10) à 200 heures (200:00).

Nombre de convolutions (NC): le concept de *convolution* est à la base des algorithmes de calcul du déplacement des particules dans *PANACHE*. Il définit une forme de fractionnement de la simulation ayant pour but de réduire la durée des calculs et, par conséquent, le temps d'attente pour l'utilisateur. L'ergonomie de *PANACHE* en dépend directement.

Cette procédure consiste à n'injecter de nouvelles particules que lors de la première période de convolution, laquelle dure T/NC . Le nombre de particules participant effectivement au calcul est égal au nombre total de particules prévues pour la simulation (NP) divisé par NC . Pour les convolutions subséquentes, ces particules ne seront l'objet que d'un suivi. Au terme de chaque convolution, la position actuelle des particules est gardée en mémoire avant d'entreprendre la suivante. Une présentation élaborée de cette méthodologie est donnée à la section 3.1.3 du rapport No 2 de cette série (voir le préambule de ce document).



⇒ **REMARQUE** : Il n'est pas conseillé de trop multiplier le nombre de convolutions si une bonne précision de calcul est recherchée. En effet, un patron de dispersion particulier est créé lors de la première convolution et ce patron est ensuite repris autant de fois que le nombre de convolutions demandées. Même si le patron est modifié par chacune des convolutions subséquentes, il subsiste en partie, donnant ainsi au panache résultant une structure apparemment répétitive (autocorrellée). Par contre, si vous désirez obtenir seulement une distribution approximative du panache étudié, alors le nombre de convolutions peut être relativement élevé.

Nombre de pas de temps par convolution (NT): vous devez spécifier le nombre de pas de temps par convolution. Veuillez noter qu'un ensemble de pas de temps forment une période dite "*de convolution*" et qu'un ensemble de périodes de convolution forment *la période* (ou la durée totale) de la simulation. Le choix d'un pas de temps optimal est lié à la durée de la simulation (T), au nombre de particules de la simulation (NP) et au nombre de convolutions (NC) (voir la remarque qui suit).

Nombre total de particules (NP) : vous devez spécifier le nombre total de particules qui seront injectées au cours de la simulation. Le nombre de particules d'une simulation détermine directement la précision du résultat obtenu, laquelle se reflète par la continuité des concentrations.

⇒ **REMARQUE** : Le rapport (nombre total de particules / nombre de convolutions) déterminera le nombre initial de particules qui seront lancées lors de la première convolution et suivies par la suite. Comme nous venons de le mentionner, plus ce nombre est grand, plus la simulation est précise mais elle est également plus longue à réaliser.

Pour obtenir une simulation suffisamment précise, on peut injecter l'équivalent de 1 à 5 particules par seconde. De plus, une règle générale, établie lors de la validation analytique du logiciel (Rapport No 2), gouverne



simultanément le choix du nombre de convolutions (NC) et du nombre de pas de temps par convolution (NT) en fonction de la durée de la simulation (T), soit:

$$\frac{T}{NC \times NT} = 30 \text{ secondes}$$

Ainsi, il vous sera plus facile de fixer les divers paramètres de la simulation.

Il peut arriver que *PANACHE* modifie quelque peu les valeurs des paramètres que vous avez entrés pour respecter certaines règles simples de programmation (ex: transformation d'un nombre réel à un nombre entier).

Que désignent les

paramètres physiques?

Coefficient de diffusion horizontale: c'est le coefficient (unité: [m^2/s]) qu'on utilise pour régler l'intensité des flux diffusifs moléculaire, turbulent et dispersif dans le plan horizontal (transversal et longitudinal) pour un gradient de concentration donné. Les flux désignés ici sont associés aux instabilités horizontales du champ de vitesse (ex: zones de cisaillement) et à certaines formes de circulations secondaires (méandres). Une revue des données empiriques à cet égard a été réalisée par Fischer et coll. (1979).

⇒ **REMARQUE :** Les coefficients de diffusion sont une propriété de l'écoulement et du type de modèle utilisé (degré de discrétisation). Le logiciel *HYDREAU* permet d'obtenir une bonne estimation de la valeur de ce coefficient à l'aide d'une procédure basée sur le principe de *longueur de mélange*. Le rapport No 2 de cette série expose en détail la procédure algébrique utilisée pour parvenir à cette estimation.

Poids du coefficient de diffusion horizontale: vous pouvez modifier (calibrer) le coefficient de diffusion horizontal obtenu à l'étape de la modélisation hydrodynamique afin de faire varier en plus ou en moins l'angle d'ouverture du panache selon vos besoins. Par défaut, cette valeur est toujours prise égale à 1,00, mais elle peut varier de 0,5 à 2,0. Ainsi,



dans le tronçon Tracy-lac Saint-Pierre, le poids retenu lors de la calibration des paramètres de diffusivité (Volume 3 du Rapport No 1) a été fixé à une valeur de 0,8.

Coefficient de diffusion de fond: ce coefficient est utilisé spécifiquement pour désigner un coefficient de diffusion turbulente horizontale associé à des processus turbulents provoqués par la rugosité du fond. Sa valeur est réglée par la vitesse moyenne de l'écoulement et par la rugosité du fond. Le rapport No 2 présente les détails algébriques de la procédure appliquée dans *HYDREAU* (voir aussi Fischer et coll. (1979)).

Poids du coefficient de diffusion de fond: de même que pour le coefficient de diffusion horizontale, vous pouvez modifier la valeur de ce coefficient qui, par défaut sera toujours pondéré par une valeur de 1,0. Elle peut cependant varier de 0,5 à 2,0.

Anisotropie longitudinale: l'anisotropie est la qualité d'un processus qui se produit avec une intensité variant avec la direction considérée. Dans *PANACHE*, le coefficient d'anisotropie amplifie la diffusivité horizontale dans le sens de l'écoulement et ce, proportionnellement au coefficient de diffusion horizontale. Vous pouvez modifier ce paramètre afin de valider le panache simulé avec la représentation réelle du phénomène étudié. Par défaut, *PANACHE* lui assigne une valeur de 1; cette valeur peut cependant varier de 1 à 5.

⇒ **REMARQUE:** L'effet de ce paramètre se fait principalement sentir au niveau de la forme finale du panache en augmentant ou en diminuant la dispersion dans le sens de l'écoulement. L'influence est surtout sensible à la tête du panache simulé (les plus vieilles particules). Dans un cas où la tête du panache sort de la zone de simulation et que le panache résiduel représente un phénomène stationnaire (régime permanent), alors l'influence de l'anisotropie est peu sensible.



Description du *Panache...* Cette fonction est active avec la base de données *SOCOUS*. Lorsque l'option est disponible, elle sert à décrire le panache simulé (longueur, largeur, etc...) et à exporter cette information vers *SOCOUS*.

EXécute La simulation est lancée à l'aide de la commande **E**Xécute. Les particules s'affichent en cours d'exécution. Dès la première mise-à-jour de l'écran, elle disparaîtront à moins que vous ayez changé au préalable la priorité d'affichage de cet objet (voir le chapitre 5 - **V**isualisation, **O**bjets, **P**riorités).

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **S**imulation;
2. appuyer sur **E**Xécute.

Quelles sont les conditions de l'exécution? La simulation ne sera exécutée que si vous avez choisi un événement de référence et un point d'injection. A défaut d'avoir choisi une zone de simulation, *PANACHE* utilisera le domaine complet comme zone de simulation.

Combien de temps dure une simulation ? Une petite fenêtre s'affichera à l'écran vous informant de la progression des tâches de calcul successives: déplacement du maillage dans la zone de simulation et déplacement des particules. En extrapolant la durée des tâches déjà effectuées, on peut se faire une idée assez juste du temps d'attente résiduel.

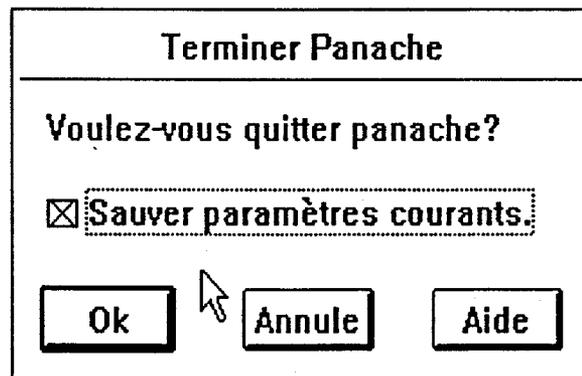
**Q**uite

Cette commande vous permet de mettre un terme à une séance sur *PANACHE* en sauvegardant éventuellement les paramètres courants de celle-ci. Ceux-ci comprennent, entre autres, le domaine d'étude, l'événement de référence, les zones de calcul, les caractéristiques d'injection, les paramètres de simulation, les priorités d'affichage, etc... Ainsi, lorsque vous quittez *PANACHE*, vous pouvez y revenir plus tard et retrouver vos travaux d'analyse dans l'état où vous les avez laissés.

Si les résultats d'une simulation, ou du calcul de concentration, n'ont pas été sauvegardés, vous pourrez le faire avant de quitter.

PROCÉDURE:

1. Sélectionner le menu **S**imulation;
2. appuyer sur **Q**uite;
3. activez, ou désactivez, l'option de sauvegarde des paramètres courants;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



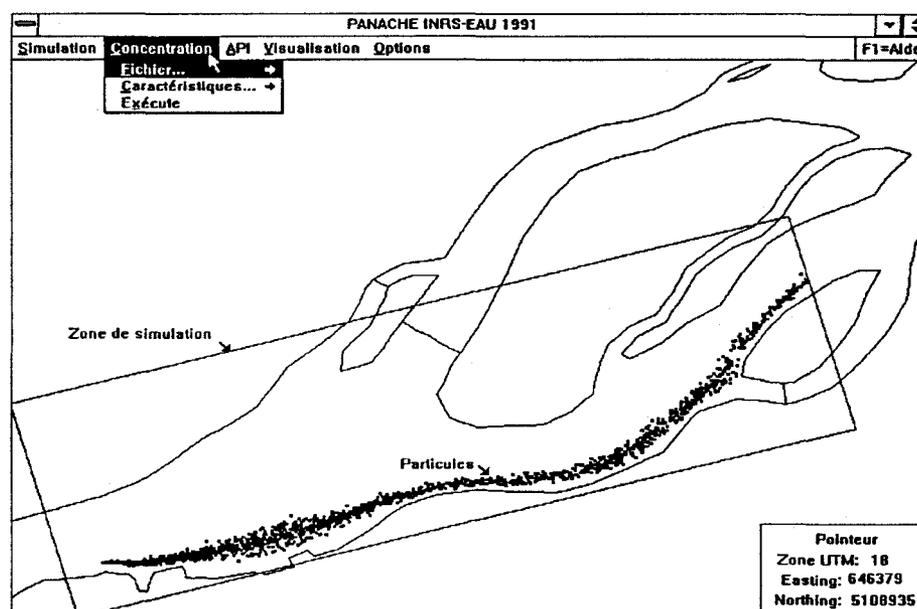
CHAPITRE 3 - MENU DE CONCENTRATION

Présentation

Ce menu contient les commandes pour calculer les concentrations, sauvegarder les résultats ou charger un fichier de résultats des calculs effectués lors d'une séance de travail.

Vous pouvez travailler sur un fichier de concentration existant, il vous suffit de le charger pour ensuite passer, directement, à la section **V**isualisation; ou, encore, modifier la valeur d'un un ou plusieurs paramètres puis recalculer les concentrations.

Voici ce qui sera affiché à l'écran lorsque vous activez le menu **C**oncentration (les commentaires sont rajoutés à l'image de l'écran):



⇒ **REMARQUE** : Le calcul des concentrations peut être effectué seulement si une simulation particulière a été exécutée, ou chargée, au préalable.



Fichier

Ce sous-menu vous permet de charger, de sauvegarder ou d'exporter un fichier des résultats du calcul des concentrations.

Pour charger, sauvegarder ou exporter le résultat d'une simulation, suivez la procédure présentée au chapitre 2 (menu **S**imulation → sous-menu **F**ichier). La procédure de gestion de fichiers du menu **C**oncentration est similaire à celle du menu **S**imulation.

Charge...

Cette commande vous permet de charger un fichier de résultats du calcul des concentrations existant pour le domaine d'étude.

Vous pouvez changer le répertoire, sélectionner le fichier avec la souris ou entrer le nom directement au moyen du clavier.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **C**oncentration;
2. appuyer sur **F**ichier puis sur **C**harge;
3. entrez le nom du fichier;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



⇒ REMARQUE : Les valeurs des paramètres du fichier des concentrations modifiés deviennent effectives et peuvent être modifiées.

S *uve sous...*

Cette commande vous permet de sauvegarder les résultats du calcul des concentrations et/ou de produire un rapport dans des fichiers en ASCII, accessibles par un éditeur de texte.

Vous pouvez changer le répertoire et/ou entrer le nom directement au moyen du clavier. Si le nom du fichier choisi existe déjà, vous devez confirmer si vous voulez écraser l'ancien sinon changez le nom.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **C**oncentration;
2. appuyer sur **F**ichier puis sur **S**  *uve sous...*;
3. entrez le nom du fichier;
4. activer (cliquer) la case du *Sauve concentration* et/ou du *Produit un rapport*;
5. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Sauve concentrations sous

Nom du fichier:

Répertoire: D:\PANACHE\STPIERRE

Répertoires:

A:		+
B:		+
C:		+
D:		+
..		+
BUFFER		+

Sauve concentrations Produit rapport

Commentaire:



⇒ **REMARQUE:** Pour une simulation sur une grille (voir plus loin), deux fichiers sont créés, un fichier d'entête contenant les spécifications sur les paramètres utilisés pour le calcul de concentrations, en ASCII et avec une extension *.CCE (ConCentration - Entête), et un fichier de résultats de calcul de concentration, binaire et avec une extension *.CCD (ConCentration - Données). Pour le calcul des concentrations sur un transect, un seul fichier de résultats est créé, en ASCII et avec l'extension *.CCT (ConCentration - Transect). Pour le rapport, le fichier créé est en ASCCI et son extension est *.CCR (ConCentration - Rapport). Il est à noter que tous les fichiers créés en ASCII, sont accessibles avec un éditeur de texte.

*Quelles informations
sont contenues dans
un rapport?*

Les informations contenues dans un rapport du calcul des concentrations concernent les paramètres qui ont servi à la simulation et au calcul des concentrations. Notez que le contenu varie en fonction du type de calcul de concentration que vous avez effectué.

Voici un exemple de rapport du calcul des concentrations sur un transect pour une simulation effectuée:

Rapport du calcul des concentrations:

C:\PANACHE\STPIERRE\AVECCONT.CCR

Information générale

Système de coordonnées: UTM
Zone UTM: 18
Base de donnée: PANACHE



Type de calcul effectué: Calcul de concentrations sur transect
et statistiques sur ces concentrations

Nombre de points échantillonnés: 30

Coordonnées des extrémités du transect:

Easting	Northing
642010.00	5099808.00
642010.00	5099808.00

Paramètres de l'injection de contaminant

Unités standardisées: 3.0000E+009
Niveau de contamination: 4.0000000000
Rayon d'influence: 0.400
Constante de dégradation: 0.000

Information sur la simulation associée

Nom de l'événement de référence: 107MP5VN

Zone de simulation

	Easting	Northing
Coin inférieur gauche	659965.00	5109633.00
Coin inférieur droit	665779.00	5111306.00
Coin supérieur droit	665366.00	5112734.00
Coin supérieur gauche	659553.00	5111062.00

Paramètres de l'injection

Mode d'injection: Ponctuel
Coordonnées du point d'injection:

Easting	Northing
662481.00	5110402.00

Paramètres de la simulation

Durée (hrs:min:sec): 0:30:00
Nombre de convolution: 10
Nombre de pas de temps par convolution: 20
Nombre de particule: 1000
Poids du coefficient de diffusion au fond: 1.00
Poids du coefficient de diffusion horizontal: 1.00
Coefficient d'anisotropie longitudinale: 1.00



Importe

Cette commande vous permet d'utiliser des spécifications en provenance du système de gestion de base de données *SOCOUS (SGBD)*³. Pour la suite de ce document, les fonctions reliées à *SOCOUS* ne seront pas décrites en détail.

Exporte

Cette commande vous permet de spécifier le nom du fichier et celui du répertoire où seront sauvegardés les résultats du calcul des concentrations. Le fichier est dans un format compatible avec *SPANST*^{TM4} et avec *SGBD SOCOUS*.

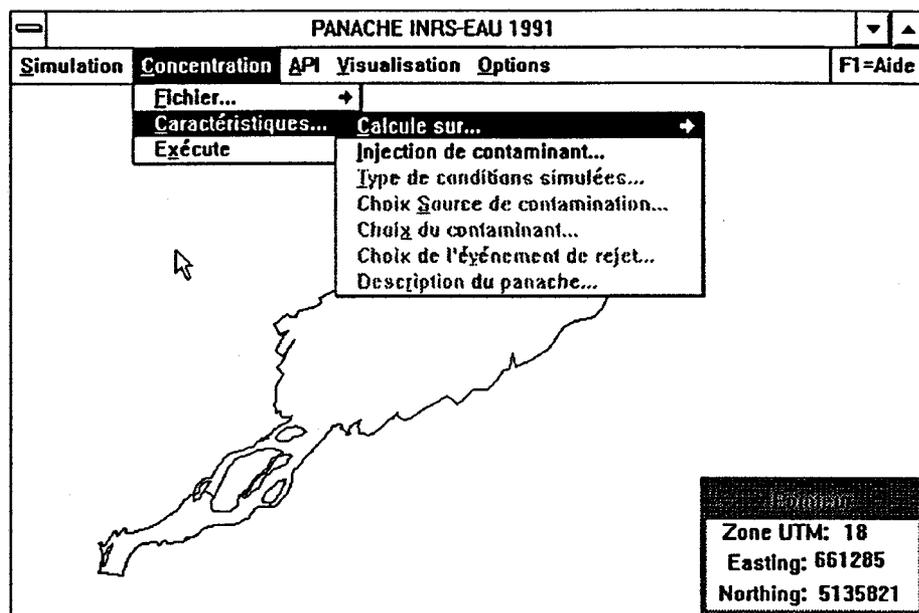
Caractéristiques

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de définir les caractéristiques du calcul des concentrations. Celles-ci comprennent le type de données spatiales désirées (calcul sur une grille, points de contrôle et transects), le débit massique d'injection de contaminant, la prise en considération des critères, etc... Il vous est possible, en tout temps, de changer les valeurs des caractéristiques et de recalculer la concentration.

Pour travailler sur les caractéristiques d'une simulation, reportez-vous au chapitre 2 (menu **S**imulation, sous-menu **C**aractéristiques).

³Système développé en collaboration avec la firme ASSEAU inc. Et couplé en option avec *PANACHE*.

⁴SPatial ANalysis System: système d'information géographique d'Intera Tydac d'Ottawa.



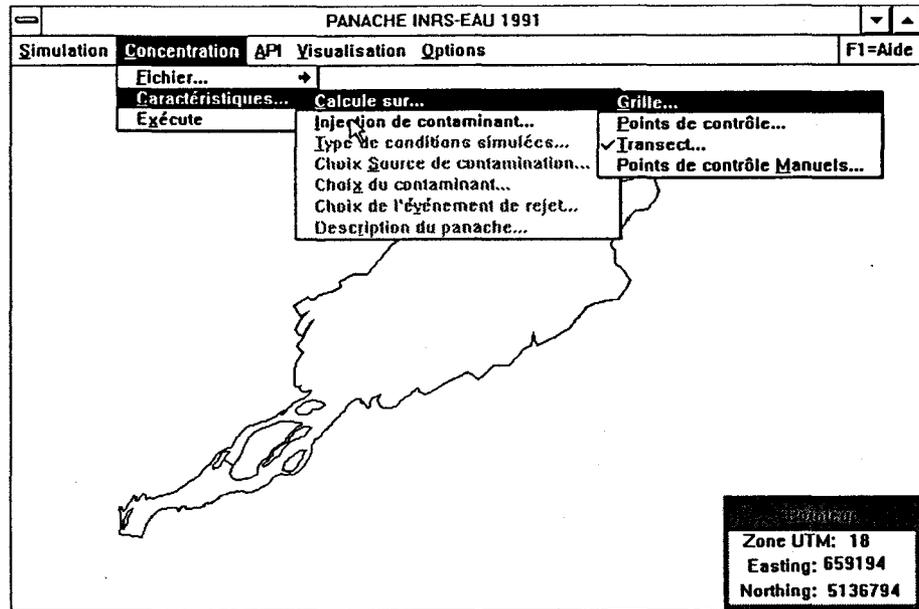
⇒ **REMARQUE :** Les commandes disponibles varient avec la base de donnée choisie (voir le chapitre 6 - menu **O**ptions, commande **B**ase de données).
NOTE: les commandes non-disponibles (en option) sont affichées en gris plutôt qu'en noir.

Calcul sur...

Cette commande vous permet de choisir entre trois méthodes pour calculer les concentrations: sur une grille; en des points de contrôle, dont les coordonnées sont déjà sauvegardées dans un fichier ou entrées manuellement ou; ou, sur un transect de la zone.

En sélectionnant une de ces trois méthodes, un tableau d'entrée de données approprié à la méthode sera affiché à l'écran.

Si vous sélectionnez la deuxième méthode, vous devez spécifier un fichier de points de contrôle (exemple: les usages).



Grille

Cette commande vous permet de calculer les concentrations sur une grille. Ce calcul s'effectue sur une ou plusieurs zones rectangulaires consécutives dont la couverture est contrôlée par vous. La zone de calcul de concentration doit être incluse dans la zone de simulation.

Comment est définie la grille de calcul?

L'unité de base de la grille de calcul est un rectangle orienté dans un repère local (x,y) défini soit automatiquement dans le sens du courant (y est transversal au courant), soit manuellement par vous. Le pas de calcul de la grille $(\Delta x, \Delta y)$ est déterminé en spécifiant le nombre de valeurs de concentrations désirées dans l'emprise du panache et en fixant un rapport de proportion maximal entre les deux directions du pas de grille. La largeur du rectangle de calcul est donc délimitée en principe par le champ de distribution de particules (*emprise du panache*).

Qu'est-ce qu'une grille multiple?

Étant donné qu'un panache de contaminants tend à s'élargir progressivement lors de son déplacement vers l'aval, une grille de calcul multiple et variable est utilisée pour vous procurer une information ajustée localement



au besoin. La grille de calcul multiple est formée d'un ensemble de sous-grilles (rectangles de calcul) chacune ayant ses propres caractéristiques géométriques.

Lorsque la méthode de calcul sur une grille multiple est sélectionnée pour une zone de concentration donnée, *PANACHE* commence par subdiviser la zone complète en sous-zones (nombre déterminé par vous). Au sein de chacune de ces sous-zones, une droite de régression est établie sur la position des particules dans le but d'orienter et de positionner la sous-grille de calcul. L'écart-type transversal est ensuite déterminé afin d'obtenir une valeur approximative de l'emprise locale du panache.

Lorsque l'option automatique est choisie, la largeur de chaque rectangle de calcul (sous-grilles) est fixée par défaut à ± 6 écarts-types de l'emprise moyenne locale. L'option manuelle pour fixer l'emprise du panache n'est utilisable que si le nombre de sous-grilles est égal à un. Vous pourrez alors activer le menu Visualisation puis appuyer sur Distance pour mesurer au préalable l'emprise interactivement à l'écran.

MISE EN GARDE !

On doit éviter d'utiliser l'option automatique sur les régions où le panache est divisé par la présence d'îles. L'écart-type calculé à ces endroits cause une surestimation de l'emprise locale du panache. Il vaut mieux utiliser, dans ce cas, l'option manuelle.

Comment transformer-on la position de particules en concentrations?

La procédure utilisée est relativement complexe et nous conseillons à l'utilisateur de consulter le rapport No 2 de cette série pour obtenir une réponse précise à cette question. Mentionnons simplement que la masse totale de contaminant injectée pendant la durée d'une simulation est affectée uniformément aux particules.



On assume que la *masse particulaire* (voir plus loin **C**aractéristiques..., **I**njection de contaminant...) est répartie dans un volume qui s'étend sur une certaine distance autour de la position de la particule. La distribution de masse utilisée dans *PANACHE* est une fonction gaussienne bidimensionnelle. L'écart-type de cette fonction est fixé à une fraction de l'écart-type transversal du panache lui-même afin de ne pas rajouter une proportion indue de diffusion artificielle dans le calcul. L'écart-type est celui dont nous venons de faire mention à la question précédente. La validation analytique a démontré qu'un rapport *emprise de particule / emprise de panache* égal à 0,4 est optimum. En effet, le lissage des concentrations ainsi obtenu s'accompagne d'une faible diffusion additionnelle dont l'ordre de grandeur est de 5%.

La concentration en un point donné est la somme des valeurs locales des distributions de masse des particules au voisinage de ce point. Le rayon de recherche des particules est fonction de l'emprise locale de celles-ci.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **C**oncentration;
2. appuyez sur **C**aractéristiques, sur **C**alcul sur..., puis sur **G**uille...;
3. fixez avec la souris les extrémités de la zone de calcul des concentrations (voir *REMARQUE* suivante);
4. choisissez le nombre de sous-grilles qui vous apparaît suffisant (10 par défaut);
5. fixez le nombre de pas de grille désirés en travers de chacune des sous-grilles (20 par défaut);
6. modifiez au besoin le rapport *emprise des particules/emprise du panache* (0,4 par défaut);
7. modifiez au besoin le rapport de proportion maximum du pas de grille (4 par défaut);

8. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
9. sélectionnez de nouveau le menu **C**oncentration puis appuyer sur **E**xécute.

Paramètres		
Nombre de sous-zones:	<input type="text" value="30"/>	
Nombre de pas transversaux:	<input type="text" value="20"/>	
Rapport de la longueur en X sur Y:	<input type="text" value="4"/>	
Emprise particule =	<input type="text" value="0.40"/> x Emprise panache	
Estimation de l'emprise du panache		
<input type="radio"/> Automatique libre	<input type="radio"/> Automatique plafonnée	<input checked="" type="radio"/> Manuelle
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3700"/>
<input type="button" value="Ok"/>	<input type="button" value="Annule"/>	<input type="button" value="Aide"/>

MISE EN GARDE !

Si vous désirez obtenir une bonne précision dans la zone amont du panache, il est préférable de définir le nombre de sous-grilles de telle sorte que l'évaluation locale de l'emprise dans cette zone s'approche le plus près possible de la réalité. En divisant la longueur totale du panache par le nombre de sous-zones, on obtient la longueur de chacune. Celle-ci ne devrait pas dépasser la longueur de la zone d'établissement du panache qui est d'environ 200 mètres. Cette précaution ne vise qu'à améliorer la précision des concentrations (valeurs maximales au centre) près de l'injection. Une alternative pourrait être de mener le calcul des concentrations en deux étapes: une pour l'ensemble, et l'autre pour la partie amont.

⇒ **REMARQUE :** La zone de calcul des concentrations par défaut est la zone de simulation. Si c'est le résultat recherché, ignorez l'étape 3 de la procédure. Autrement, la procédure pour spécifier une zone de concen-



trations est la même que celle utilisée pour fixer la zone de simulation (voir le chapitre 2 - Menu **S**imulation, **C**aractéristiques, **Z**one). Pour afficher les concentrations, consulter le chapitre 5.

Points de contrôle

Il est possible de calculer la concentration d'un contaminant en un certain nombre de points d'intérêt définis à l'avance dans un fichier. Ainsi, le calcul s'effectuera en ces points précis et non sur l'ensemble de la zone de concentration. En activant cette commande, vous devrez choisir un fichier contenant les coordonnées de ces points. Ces fichiers ASCII peuvent être facilement créés avec un éditeur de texte.

Exemple de fichier de points de contrôle

UTM		: type de coordonnées
18		: zone UTM
5		: nombre de points de contrôle
648002	5102227	: coordonnées easting et northing
652033	5103319	: " " "
656634	5107610	: " " "
659242	5111289	: " " "
661796	5114865	: " " "

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **C**oncentration;
2. appuyez sur **C**aractéristiques, sur **C**alcul sur... puis sur **P**oints de contrôle...;
3. choisissez un nom de fichier;
4. appuyez sur **RC** ou cliquez sur **OK**;
5. activez de nouveau le menu **C**oncentration puis appuyez sur **E**xécute.

Calculer sur points de contrôle

Fichier de points de contrôle:

Répertoire: C:\PANACHE\STPIERRE

Fichier Points de contrôle	Répertoires										
<input type="text"/> <div style="text-align: right;">↑ ↓</div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A:</td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>B:</td><td></td></tr> <tr><td>C:</td><td></td></tr> <tr><td>D:</td><td></td></tr> <tr><td>..</td><td></td></tr> </table> <div style="text-align: right;">↑ ↓</div>	A:		B:		C:		D:		..	
A:											
B:											
C:											
D:											
..											

Emprise particule = x Emprise panache

Estimation de l'emprise du panache

<input type="radio"/> Automatique libre	<input type="radio"/> Automatique plafonnée	<input checked="" type="radio"/> Manuelle
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3700"/>

Transect

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de connaître la concentration en contaminant dans un transect dont vous avez déterminé, auparavant, la position, la dimension et le nombre de points de calculs. Cette méthode est, en quelque sorte, un cas particulier de la méthode de calcul sur une grille.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu  oncentration;
2. appuyez sur  aractéristiques, sur  alcul sur... puis sur  ransect;
3. fixez à l'aide de la souris les extrémités du transect;
4. fixez le nombre de valeurs de concentration dans le transect (30 par défaut);
5. modifiez au besoin le rapport d'emprise des particules / emprise de panache (0,4 par défaut);
6. modifiez au besoin le type d'estimation de l'emprise du panache (la longueur du transect par défaut);



7. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
8. activez de nouveau le menu Concentration puis appuyez sur exécute.

Statistiques sur les concentrations		
	Easting	Northing
Extrémité 1:	<input type="text" value="659823"/>	<input type="text" value="5120203"/>
Extrémité 2:	<input type="text" value="665243"/>	<input type="text" value="5110447"/>
Longueur:	11160	
Nombre de points:		<input type="text" value="1116"/>
Emprise particule =	<input type="text" value="0.40"/>	x Emprise panache
Estimation de l'emprise du panache		
<input type="radio"/> Automatique libre	<input type="radio"/> Automatique plafonnée	<input checked="" type="radio"/> Manuelle
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3700"/>
<input type="button" value="Ok"/>	<input type="button" value="Annule"/>	<input type="button" value="Aide"/>

MISE EN GARDE !

Avec l'option automatique, l'emprise locale est définie à partir d'un coefficient de diffusion moyen et de l'âge des particules. L'emprise obtenue de cette manière peut ne pas donner de bons résultats dans certains cas. Il est préférable d'utiliser l'option manuelle.

Quels sont les résultats obtenus avec l'option transect?

Des statistiques sont calculées sur le transect donnant la position de la concentration maximale, moyenne et médiane. Le dépassement du critère (ou concentration maximale), si vous en avez entré un ou si vous avez utilisé des unités standardisées, est également fourni. Trois calculs de statistiques sont effectués: le coefficient d'asymétrie, l'écart-type échantillonnal par rapport à la position de la concentration moyenne et celui par rapport à la position de la concentration maximale.



*Dans les résultats,
qu'est-ce que
le coefficient
d'asymétrie?*

Le coefficient d'asymétrie sert à vous assurer que la fonction obtenue suit bien une loi normale. Pour ce faire les coordonnées de la moyenne des concentrations de leur maximum et de la médiane devraient être localisés environ au même endroit. Cette situation se traduit par un coefficient d'asymétrie voisin de zéro.

Voici à quoi ressemble une fenêtre de résultats pour un calcul des concentrations sur un transect:

Statistiques sur les concentrations			
Caractéristiques du transect			
	Easting:	Northing:	Longueur (m)
Extrémité 1:	644872	5102124	581
Extrémité 2:	645221	5101659	Nombre de points
Zone UTM:	18		1116
Statistiques calculées sur le transect			
X moyen:	645213	Y moyen:	5101670
X maximum:	645221	Y maximum:	5101659
X médiane:	645216	Y médiane:	5101666
Cmax[mg/l]:	2e-006	Coef. Asym:	-3.6
s [Xmoy, Ymoy]:	18	s [Xmax, Ymax]:	23

⇒ **REMARQUE** : Pour avoir accès à l'information contenue dans cette fenêtre à l'extérieur de *PANACHE*, vous devez produire un rapport créé avec la procédure présentée à la section sous-menu **F**ichier (commande **S**auve sous...). Les concentrations de tous les points du transect sont sauvegardées dans un fichier portant l'extension *.CCT (ConCenTration Transect). Ce fichier ASCII peut être importé dans un chiffrier puis produire un graphique.

Points de contrôle
Manuels

Il est possible de calculer la concentration d'un contaminant en des points spécifiques définis manuellement. Ainsi, le calcul s'effectuera en des points



précis. La procédure est semblable à celle du fichier de points de contrôle sauf que les points sont définis interactivement. En activant cette commande, vous devrez comme pour les autres calculs de concentration enclencher son exécution. Par la suite, vous pourrez explorer les concentrations autant de fois que vous le souhaitez en pointant les points désirés et en cliquant avec la souris.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **C**oncentration;
2. appuyez sur **C**aractéristiques, sur **C**alcul sur... puis sur Points de contrôle **M**anuels...;
3. activez de nouveau le menu **C**oncentration puis appuyez sur **E**xécute;
4. pointez à l'endroit désiré et cliquez avec le bouton gauche de la souris; répétez à volonté;
5. appuyez sur **RC** ou cliquez sur **OK** pour désactiver la fenêtre.

Concentrations ponctuelles	
Easting	Northing
659539	5113627
Zone UTM	18
Conc(mg/l):	2.4e-006
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Aide"/>

MISE EN GARDE !

Comme le calcul de concentration dépend du rapport *emprise des particules / emprise du panache*, le résultat obtenu sera approximatif car ces paramètres ne sont pas définis explicitement ici. Une procédure automatique est appliquée.

Injection de contaminant

Cette commande vous permet de spécifier la quantité de contaminant injectée dans le milieu. De plus, il est possible de comparer les concentrations à des critères de contamination. On peut également introduire les contaminants sous la forme d'*unités standardisées de contamination*. Enfin, on peut tenir compte de la dégradation des contaminants dans le temps, si celle-ci obéit à une forme d'évolution exponentielle décroissante. Vous pouvez consulter l'annexe 1 pour plus d'information concernant les diverses notions de débit massique de contaminant.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu Concentration;
2. appuyez sur Caractéristiques puis sur Injection de contaminant...;
3. entrez les données (voir ci-après);
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Injection de contaminant		
<input type="checkbox"/> Actif	Débit massique (kg/d):	<input type="text" value="1.00"/>
<input checked="" type="radio"/>	Norme du milieu à respecter (mg/l)	<input type="text" value="0.00"/>
<input type="radio"/>	Unités standardisées (1E6)/d	<input type="text" value="0.00"/>
	Concentration du milieu receveur (mg/l):	<input type="text" value="0.00"/>
	Demie-vie du contaminant(hrs:min:sec):	<input type="text" value="0:00:00"/>
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Annule"/> <input type="button" value="Aide"/>		



L'option de base: le panache unitaire Par défaut, la quantité de contaminant injectée équivaut à un débit massique de 1 kg/jour (kg/d). Le résultat du calcul est exprimé en *concentration unitaire* et est indépendant de la durée de la simulation. Seule la longueur du panache sera influencée par la durée.

Comment obtient-on les concentrations effectives? Si vous introduisez un débit massique effectif, assurez-vous que la valeur spécifiée a été calculée sur une base journalière. *PANACHE* ramènera automatiquement cette valeur sur la base de la durée de la simulation en appliquant la règle de trois appropriée. Le résultat obtenu est exprimé en *concentration effective*, en mg/L (ppm).

Comment vérifie-t-on le respect d'un critère? En activant la fonction *norme à respecter* (cliquer sur le bouton correspondant), vous pouvez spécifier la valeur d'un critère de contamination (norme de concentration) qui servira de valeur comparative pour les concentrations effectives. Le résultat affiché est adimensionnel puisqu'il correspond au rapport entre deux valeurs qui s'expriment avec la même unité. Une valeur supérieure à 1 indique un dépassement du critère alors qu'une valeur inférieure à 1 signifie son respect.

Dans le même but, il peut être utile de spécifier le débit massique de contaminant sous la forme d'*unités standardisées de contamination (USC)* émises pendant la simulation au point d'injection. La notion d'*USC* est définie par le rapport entre la masse de contaminants, en kg, et la norme du milieu à respecter, en mg/L (ppm). Bien entendu, les unités sont réconciliées durant le calcul pour donner des $10^6 \times L^{-1}$.

$$USC_k = \text{unités standardisées du paramètre } k = \frac{Q_{Mk} \times T}{N_k}$$

où,

Q_{Mk} : le débit massique du contaminant k (kg/j ou kg/d);

N_k : le critère (norme) à respecter ($mg \cdot L^{-1}$);

T : la période de simulation (j ou d).



Comme pour le débit massique d'injection, l'entrée des données sous la forme d'*USC* s'effectue sur une base journalière.

Il s'agit par définition d'une *variable orpheline*; en effet l'emploi d'unités standardisées n'a de sens du point de vue du calcul de concentration que si celles-ci sont mises en rapport avec un volume de dilution, ce qui est procuré par le panache unitaire (concentration unitaire).

En activant l'option *Unités standardisées* (cliquer sur le bouton correspondant), les options *débit massique* et *norme à respecter* sont désactivées et le résultat obtenu est équivalent à celui obtenu avec l'option *norme à respecter* (dépassement ou respect de norme).

Peut-on vérifier le degré de contamination simultanée produit par plusieurs contaminants?

Il est possible de tenir compte de la présence de plusieurs contaminants ayant chacun son propre débit massique et sa norme de contamination. Ceci est obtenu en utilisant la notion d'*USC globales* ou *USG* émises pendant la période *T* de simulation. Il suffit de sommer tous les *P* contaminants sur cette base de calcul particulière. Les contaminants doivent provenir de la même source.

$$USG = \sum_{k=1}^P \frac{(Q_{Mk} \times T)}{N_k}$$

Comment tient-on compte de la concentration du milieu récepteur?

Il suffit de spécifier une valeur de concentration correspondant à la substance qui fait l'objet de l'analyse. Cette valeur sera ajoutée au calcul des concentrations attribuables à l'injection de ce contaminant à l'effluent. Si l'option *unités standardisées* a été activée, il faudra spécifier un *niveau de contamination* équivalent au résultat obtenu en utilisant cette fonction. **NOTE:** dans ce dernier cas, l'aspect de la fenêtre sera modifié pour faire apparaître l'expression *Niveau de contamination* au lieu de *Concentration du milieu récepteur*.

Comment dégrade-t-on un contaminant dans PANACHE?

Généralement, la dégradation d'un contaminant répond à un type d'évolution exponentiel décroissant. Cette forme algébrique considère le résidu d'une substance à un moment donné comme une proportion constante du



résidu au moment précédent. Ainsi, la masse résiduelle de la substance prendra le même temps pour tomber à la moitié de sa valeur que pour passer de cette moitié au quart, et ainsi de suite. Cette période correspond au concept dit "*de demi-vie*". La technique habituelle pour introduire la dégradation exponentielle consiste à spécifier la valeur de ce paramètre. Dans *PANACHE*, cette période est donnée en [h:m].

Si, au lieu de la demi-vie, vous disposez du coefficient α de la relation $\exp(-\alpha t)$ laquelle exprime la forme algébrique de base de la dégradation, vous pouvez revenir à une valeur de demi-vie en appliquant la transformation suivante:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\alpha}$$

Il est important de porter attention aux unités du coefficient α qui doivent être en $[\text{h:m}]^{-1}$.

E écute

Cette commande vous permet d'enclencher le calcul des concentrations.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu oncentration.
 2. appuyez sur E écute.
- ⇒ **CONSEIL** : Il est conseillé de mettre à zéro la priorité de la concentration avant de lancer l'exécution d'un calcul de concentrations (voir chapitre 5 - menu de isualisation, sous-menu bjets, commande oncentration). Le calcul sera alors accéléré puisque le modèle n'aura pas à effectuer interactivement la visualisation des concentrations à l'écran.
- ⇒ **REMARQUE** : Lorsque le logiciel procède aux calculs de concentrations, une fenêtre affichée dans le coin gauche de l'écran permet de savoir quel pourcentage de calcul a été effectué jusqu'à maintenant. Dès que le calcul



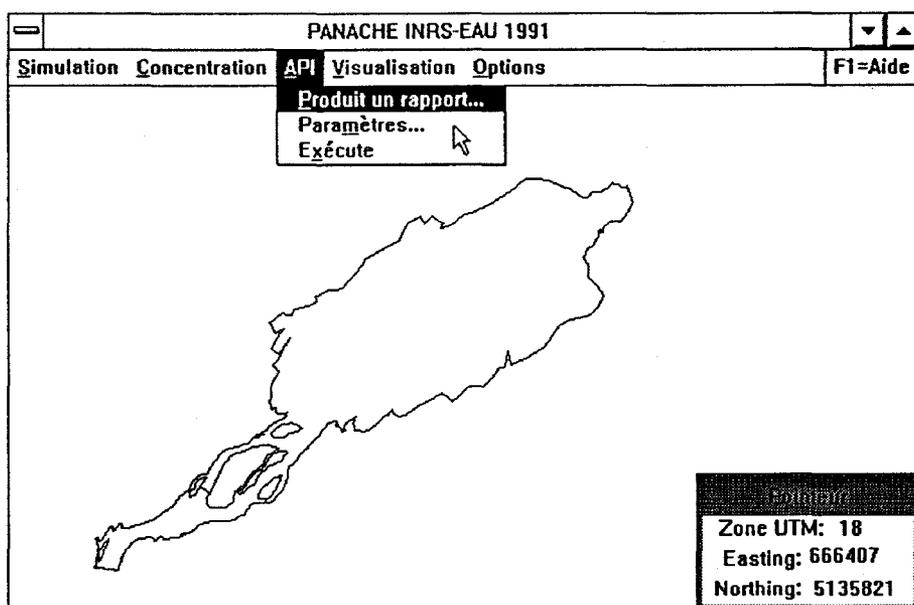
est terminé, cette fenêtre disparaît. Il est à noter que vous devez attribuer une priorité non-nulle à l'objet *concentration* si vous désirez visualiser ces dernières après la fin des calculs (voir chapitre 5 - menu **V**isualisation, sous-menu **O**bjets, commande **C**oncentration).



CHAPITRE 4 - MENU DES AIRES PONDÉRÉES INUTILISABLES

Présentation

Ce menu contient les commandes vous permettant de déterminer la somme des *aires pondérées inutilisables* (API) où la concentration d'un contaminant dépasse un critère, ou une norme, de contamination pour un usage donné. En effet, il est possible d'évaluer, suite à l'injection d'un contaminant, la superficie du panache qui dépasse le critère. Cette superficie peut être pondérée par le degré de contamination comme nous le verrons plus loin.



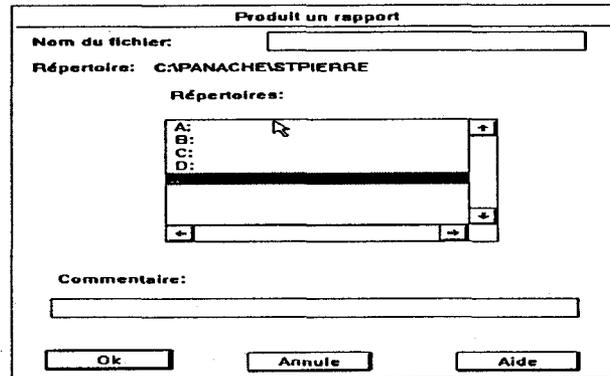
Produit rapport

Cette commande vous permet de créer un fichier-rapport qui contient l'information sur les API suite à une analyse de contamination.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **A**PI;
2. appuyer sur **P**roduit un rapport;
3. entrez le nom du fichier et spécifiez son répertoire;

4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



Que contient un fichier-rapport?

Un fichier-rapport contient plusieurs informations concernant:

- l'événement de référence;
- les caractéristiques de la simulation;
- les caractéristiques du calcul des concentrations;
- les paramètres utilisés lors des calculs d'*API*;
- les résultats du calcul.

⇒ **REMARQUE** : Le fichier-rapport est la seule possibilité pour conserver l'information du dernier calcul d'*API*. Le fichier est dans un format ASCII, donc accessible par tout éditeur de texte.

Voici à quoi ressemble un rapport *API*:

Rapport du calcul des APIs: C:\PANACHE\STPIERRE\RAPPOAPI.APR

Information générale

Système de coordonnées: UTM
Zone UTM: 18
Base de donnée: PANACHE



Paramètres de calcul des APIs:

 Ordre d'évaluation du poids: 0
 Distance à partir de laquelle une parcelle
 est prise en considération: 0.00
 Somme des aires pondérées inutilisables (m²): 1491.10

Paramètres de l'injection de contaminant

 Unités standardisées: 3.0000E+009
 Niveau de contamination: 4.0000000000
 Rayon d'influence: 0.400
 Constante de dégradation: 0.000

Information sur la simulation associée

 Nom de l'événement de référence: 107MP5VN

Zone de simulation

	Easting	Northing
Coin inférieur gauche	659965.00	5109633.00
Coin inférieur droit	665779.00	5111306.00
Coin supérieur droit	665366.00	5112734.00
Coin supérieur gauche	659553.00	5111062.00

Paramètres de l'injection

 Mode d'injection: Ponctuel
 Coordonnées du point d'injection:
 Easting Northing
 662481.00 5110402.00

Paramètres de la simulation

 Durée (hrs:min:sec): 0:30:00
 Nombre de convolution: 10
 Nombre de pas de temps par convolution: 20
 Nombre de particule: 1000
 Poids du coefficient de diffusion au fond: 1.00
 Poids du coefficient de diffusion horizontal: 1.00
 Coefficient d'anisotropie longitudinale: 1.00



Paramètres

Cette commande vous permet d'entrer la valeur des paramètres nécessaires au calcul des *API*. Cependant, il est important de bien comprendre comment sont calculées les *API*. Par ce qui suit, nous allons fournir une explication de base minimale concernant ce concept. Pour les détails, consultez l'annexe de ce manuel.

Qu'est-ce que les API?

Les *API* sont la somme pondérée des aires où la concentration du contaminant injecté dépasse un critère, ou une norme, de contamination pour un usage donné.

Pour un contaminant *k*, les *API* se calculent avec la relation suivante:

$$API_k = \sum_1^M W_{ik} \times A_i$$

où,

W_{ik} : une pondération reliée au degré de contamination;

A_i : une parcelle de calcul des concentrations (ex: pas de grille).

La pondération (W_{ik}) se calcule de façon différente en fonction de l'option activée: *critère (norme) du milieu* ou *unités standardisées* (voir le chapitre 3 - Menu **C**oncentration, sous-menu **C**aractéristiques et commande **I**njection de contaminants).

Qu'est ce que la pondération?

La pondération W_{ik} est donnée par la relation suivante:

$$W_{ik} = \left(\frac{C_{ik}}{N_k} \right)^n$$

où,

C_{ik} : la concentration du paramètre *k* sur la parcelle de calcul *i*;

N_k : le critère applicable du contaminant *k*;

n: une puissance réglant le degré de prise en compte du dépassement de norme.



Il est important de noter que la pondération est égale à zéro si le degré de contamination induit par l'effluent étudié (uniquement par l'influent) est inférieur au critère, c'est-à-dire:

$$W_{ik} = 0 \quad \text{si} \quad \frac{(C_{ik} - C_{Rk})}{N_k} \leq 1,0$$

où,

- C_{ik} : la concentration effective du paramètre k sur la parcelle i (le total du rejet et de la concentration préalable du milieu);
 C_{Rk} : la concentration préalable du paramètre k dans le milieu récepteur (à l'amont de l'émissaire).

En choisissant les unités standardisées (*USC*) pour calculer la contamination, le rapport *concentration/critère* est représenté par la relation suivante:

$$\frac{C_{ik}}{N_k} = \frac{C_{Rk}}{N_k} + USC_k \times C_i'$$

soit la somme du dépassement du critère attribuable au milieu (niveau de contamination) et au rejet.

En se servant des *USC*, il n'est pas nécessaire d'entrer de charge en contaminant ni de critère de contamination. Cependant, la concentration du milieu récepteur doit être introduite de manière homogène, c'est-à-dire, sous la forme d'un *niveau de contamination*, soit le rapport (C_{Rk}/N_k) . Le cas échéant, l'aspect du tableau d'entrée des paramètres d'injection de contaminant sera modifié en conséquence.

⇒ **REMARQUE** : Dans tous les cas, la pondération permet de tenir compte ou non de la contamination, ou de la concentration du contaminant, du milieu récepteur. Pour en tenir compte, vous devez utiliser une concentration ou un niveau de contamination du milieu en fonction du choix de calcul que vous avez fait pour évaluer la contamination: *critère ou USC* (voir le chapitre 3 - Menu oncentration → sous-menu aractéristiques → commande njection de contaminants).



Que représente le paramètre n ou l'ordre d'évaluation du poids?

Le degré de calcul n du poids dans la formule des *API* permet de tenir compte de différentes façons du niveau de dépassement du critère par le contaminant.

Il s'agit d'un exposant qui s'applique au rapport (C_{ik}/N_k) et qui permet de régler le degré algébrique de prise en considération du dépassement de critère. Une discussion complète des avantages et des désavantages des diverses options possibles est présentée en annexe. Seuls les éléments essentiels de cette discussion sont présentés par ce qui suit.

Quel exposant utiliser?

En utilisant la puissance zéro, le poids se retrouve avec une valeur de 1 quand le critère est dépassé. C'est la pondération la plus simple qui exprime simplement un concept binaire de contamination ou pas. Le degré de contamination n'est donc pas considéré. On obtient alors la superficie totale exacte des aires excédant le critère. Il s'agit donc d'une *aire vraie* non-pondérée.

En utilisant le nombre 1, le poids est représenté exactement par le niveau de dépassement du critère. Pratiquement, plus une aire est contaminée au-delà de la norme, plus elle se voit attribuer un poids élevé. Le poids varie linéairement avec le rapport C_{Rk}/N_k . La superficie obtenue avec cet exposant est donc plus grande que celle représentée par le dépassement simple du critère (i.e., $n = 0$). Il s'agit donc d'une *aire équivalente* ou pondérée.

L'utilisation d'un nombre supérieur à 1 permet de pondérer davantage les *API*. Ce sont donc les aires les plus contaminées ou celles dépassant le plus le critère qui représenteront les aires équivalentes ou pondérées les plus grandes par rapport à la réalité (aires vraies) à cause du poids qu'on leur attribue et de leur potentiel de contamination pour les aires avoisinantes. En utilisant une valeur de n égale à 2, par exemple, le dépassement de critère est compté au carré en terme de pondération des aires contaminées.



PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **A**PI;
2. appuyez sur **P**aramètres;
3. entrez les données;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Paramètres (aires pondérées inutilisables)	
Distance à partir de laquelle une parcelle est prise en considération	<input type="text" value="300.00"/>
Ordre d'évaluation du poids	<input type="text" value="1"/>
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Annule"/> <input type="button" value="Aide"/>	

Que représente la distance?

La distance présentée dans cette fenêtre représente une zone de *tolérance* ou de *dilution* comptée à partir du point d'injection et au sein de laquelle la parcelle n'est pas prise en considération pour le calcul des *API* même si le critère de contamination est dépassé. Cette fonctionnalité traduit la pratique courante dans la réglementation des rejets.

La valeur par défaut de cette distance est de 300 mètres, correspondant à la pratique du ministère de l'Environnement du Québec. Cette valeur peut être changée en tout temps.

E**X**écute

Vous devez utiliser cette commande pour réaliser un calcul d'*API*.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **A**PI;



Quelles sont les conditions de l'exécution?

2. appuyez sur e écute;

Pour réaliser un calcul d'API, vous devez nécessairement avoir calculé des concentrations au préalable (voir chapitre 3 - menu de oncentration → sous-menu e écute) ou avoir chargé un fichier de concentration.

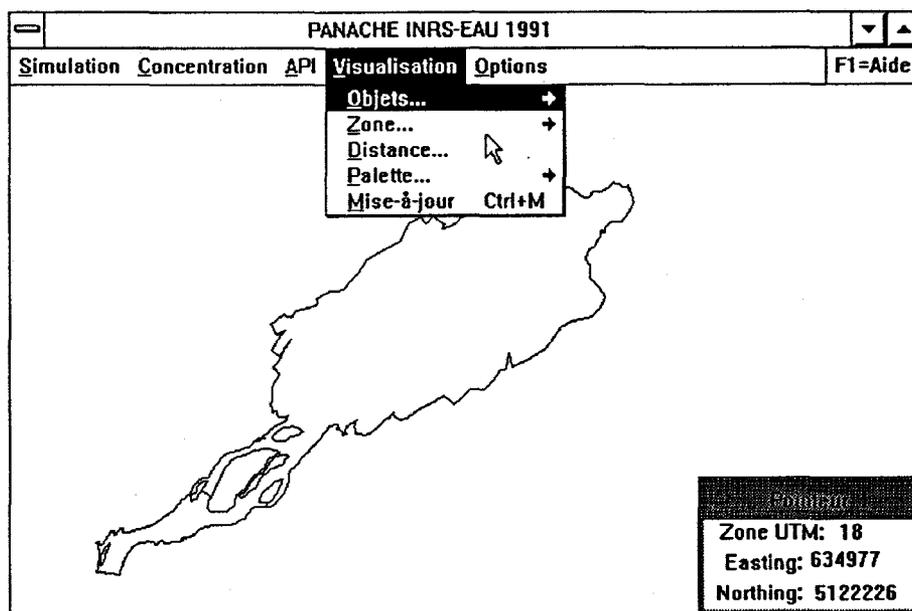
De plus, pour que le calcul des API soit possible, un critère doit avoir été spécifié au préalable (option critère). Autrement, le contaminant doit avoir été injecté sous la forme d'unités standardisées de contamination ou USC (voir le chapitre 3 - menu de oncentration → aractéristiques → commande njection de contaminant).



CHAPITRE 5 - MENU DE VISUALISATION

Présentation

Ce menu contient les commandes vous permettant de visualiser l'ensemble des données spatiales utilisées ou produites avec *PANACHE* et de contrôler divers paramètres d'affichage dont, entre autres, afficher les légendes et changer la palette des couleurs. Il est, ainsi, possible et aisé de gérer l'affichage de plusieurs objets simultanément (ex: les particules en avant-plan et les concentrations en arrière-plan) à l'aide d'un système de priorités individuelles attachées à chaque objet.

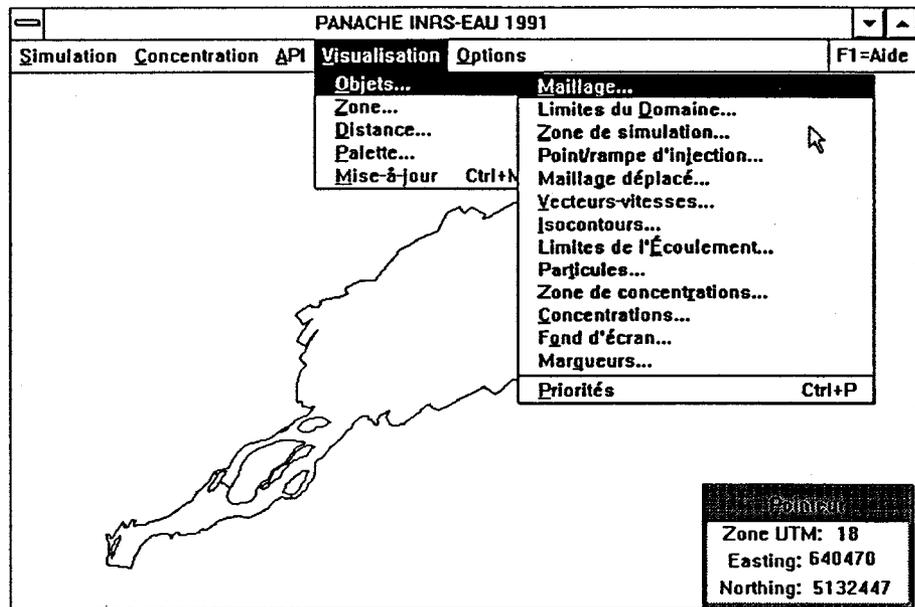


⇒ **REMARQUE:** il est important d'avoir sélectionné un événement de référence avant de faire afficher certains objets comme le champ de vitesses, la fonction courant, etc..., puisque ces variables caractérisent des conditions particulières du milieu qui correspondent à un événement de référence hydrodynamique donné.



Objets...

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de contrôler l'affichage des divers objets en modifiant leurs attributs (priorité, couleur, légende ...). Chaque objet est accessible par la commande qui porte son nom. Cependant, il est nécessaire de modifier la priorité d'affichage de l'objet pour que celui-ci puisse être affiché ou non à l'écran. Pour plus de détails à cet égard, consulter le paragraphe portant sur la commande **Priorités** à la fin de cette section.



⇒ REMARQUE : Pour que les modifications des attributs des objets soient visibles à l'écran, il faut mettre-à-jour l'écran (*Ctrl-M*) (voir le chapitre 5 - menu **V**isualisation → commande **M**ise-à-jour). Chaque fois que la mise-à-jour est requise, un (*M*) apparaît à droite du nom du logiciel, sur la barre de titre en haut de la fenêtre *PANACHE*.



M *maillage...*

Cette commande vous permet de modifier les paramètres d'affichage du maillage d'éléments finis. Pour plus d'informations sur la méthode des éléments finis, consultez Dhatt et Touzot (1981). Ce maillage est le support de tous les calculs qui seront effectués par *PANACHE*, vous pouvez choisir son type (*T6* ou *T3*), sa couleur et sa priorité d'affichage.

Qu'est-ce que les éléments finis?

Le maillage d'éléments finis est une grille de calcul formée de triangles. Il y a deux types d'éléments finis: *triangles à six noeuds (T6)* qui procurent un degré d'interpolation quadratique ou parabolique; et, les *triangles à trois noeuds (sommets) (T3)* qui permettent d'interpoler linéairement au sein de l'élément. Quatre triangles à trois noeuds s'inscrivent exactement dans un triangle à six noeuds.

A quoi sert le maillage?

Le maillage sert à interpoler les variables du modèle mathématique (les équations aux dérivées partielles du modèle hydrodynamique) ainsi que la géométrie (bathymétrie) du milieu. Il est à noter que le modèle hydrodynamique calcule les champs de vitesse à l'aide des éléments triangulaires à six noeuds (*T6*). Le maillage sert également à porter certaines informations classifiées (ex: la nature des substrats et les classes de macrophytes).

Dans *PANACHE*, le maillage sert à calculer le déplacement moyen des particules (voir *maillage déplacé...* ci-après) et facilite le repérage de celles-ci dans le domaine d'étude. Les données hydrodynamiques sont visualisées sur cette grille.

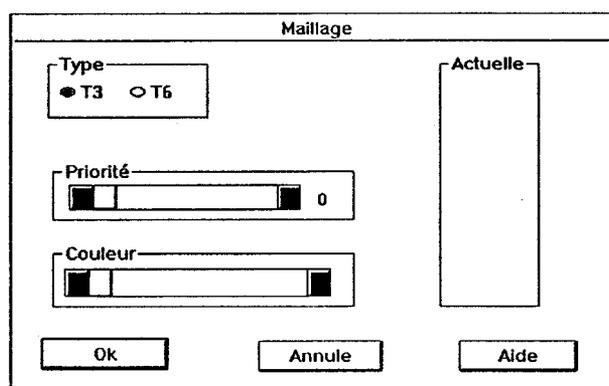
En reliant les noeuds-milieux d'un *T6*, on obtient quatre *T3* qui sont évidemment plus petits. Ce maillage plus serré est utilisé pour calculer le transport lagrangien dans *PANACHE*. Il permet une meilleure précision dans le calcul du déplacement des particules. En effet, en déplaçant un maillage formé de *T3*, les côtés des éléments demeurent rectilignes ce qui permet de respecter les normes d'utilisation des éléments finis sur le maillage déplacé. En déplaçant les noeuds d'un *T6*, les noeuds-milieux



peuvent se retrouver décentrés par rapport aux côtés des triangles auxquels ils appartiennent, enfreignant ainsi les normes d'utilisation de la méthode des éléments finis.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **M**aillage...;
3. modifiez la configuration (priorité et couleur) de votre choix;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



Limite du **D**omaine...

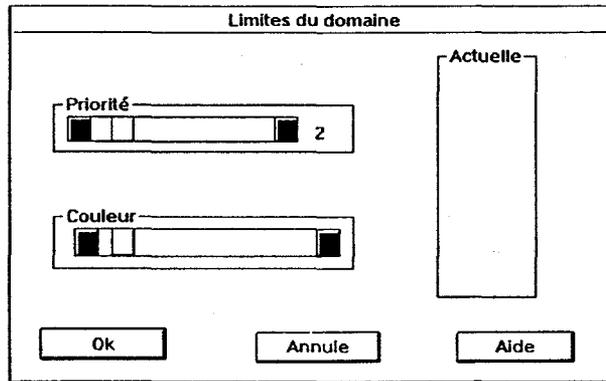
Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage de la limite du domaine. La limite du domaine d'étude est présente par défaut à l'écran. Elle est constituée par le contour du maillage d'éléments finis.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyer sur **O**bjets puis sur **L**imite du **D**omaine...;
3. modifiez la configuration (priorité et couleur) de votre choix;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;



5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

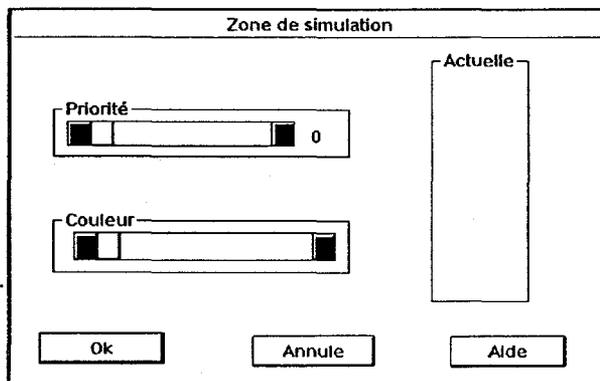


Zone de simulation...

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage de la zone de simulation. La zone de simulation est celle que vous avez délimitée avec la procédure présentée au chapitre 2 (menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **Z**one...

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **Z**one de simulation...;
3. modifier la configuration au besoin (priorité et couleur);
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).





**Point / Rampe
d'injection**

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage du point ou la rampe d'injection.

PROCÉDURE:

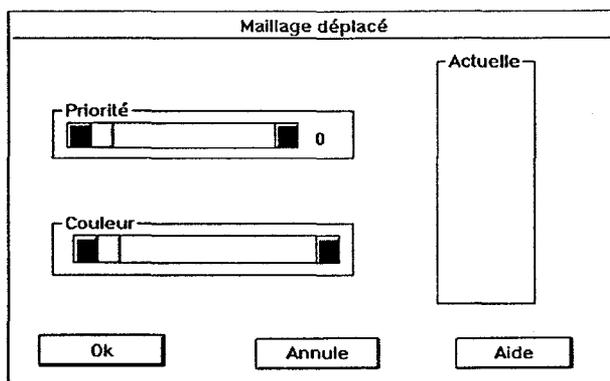
1. Sélectionnez le menu **V**isualisation,
2. appuyez sur **O**bjets puis sur Point / Rampe d'injection...;
3. modifiez la priorité et la couleur, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

Maillage déplacé

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage du maillage déplacé. Le maillage déformé résulte du déplacement du maillage initial dans le champ de vitesses correspondant à la simulation courante. Le déplacement du maillage correspond à un pas de temps de la simulation.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur maillage déplacé...;
3. modifiez la priorité et la couleur d'affichage, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



Quelles sont les conditions d'affichage du maillage déplacé?

Le maillage déplacé dépend de plusieurs facteurs comme l'événement de référence, la zone, la durée de la simulation ainsi que le nombre de convolutions et de pas de temps par convection. En changeant un seul de ces paramètres, le déplacement du maillage est affecté, ce qui nécessiterait de procéder à une nouvelle simulation pour tenir compte des changements.

⇒ **REMARQUE :** Il est à noter que les calculs ne seront effectués que sur les éléments de la zone de simulation délimitée.

Vecteurs-vitesses...

Cette commande vous permet de modifier la priorité d'affichage ainsi que le facteur d'échelle et le champ de vitesse correspondant à l'événement de référence sélectionné. Vous pouvez également changer le type d'échelle des classes.

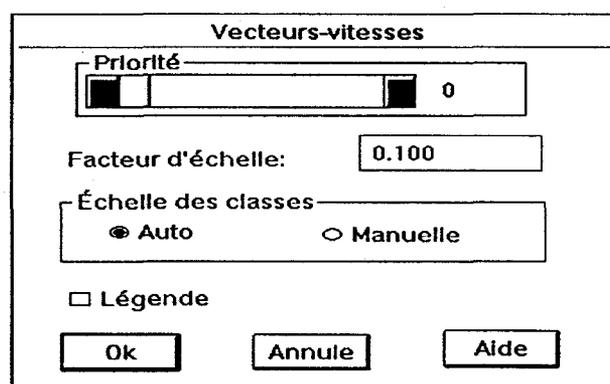
Que représentent les vecteurs-vitesses?

La vitesse du courant représentée dans *PANACHE* est une valeur moyenne, dans la verticale, du point considéré dont la position est située à l'origine du vecteur. La longueur du vecteur est proportionnelle à la vitesse du courant, le facteur d'échelle liant les deux. La couleur du vecteur permet également d'obtenir une bonne appréciation de la vitesse; il faut alors activer la légende lors de l'entrée des paramètres dans le tableau. L'orientation du vecteur désigne la direction et le sens du courant.



PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **V**ecteurs-vitesses...;
3. modifiez la priorité d'affichage;
4. modifiez la configuration, au besoin;
5. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
6. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



Comment est défini le facteur d'échelle?

Le facteur d'échelle permet de déterminer la longueur maximale d'un vecteur-vitesse à l'écran. La valeur choisie est une proportion de l'écran pour la plus longue flèche. En prenant un facteur de 1, par exemple, la vitesse la plus élevée sera représentée par une flèche de la longueur ou de la largeur de la fenêtre *PANACHE*. La distance la plus élevée entre la longueur et la largeur de la fenêtre détermine la grandeur de flèche maximum. Bien sûr, il est préférable d'utiliser une valeur qui serait de l'ordre de 0,05; ainsi, la plus longue flèche aura approximativement une longueur de 1 cm ce qui est acceptable graphiquement.

Comment classifier les vecteurs-vitesses (et différentes variables)?

L'échelle de classification des vecteurs-vitesses détermine la couleur des flèches. Elle peut être fixée automatiquement ou manuellement. Il y a trois options pour l'échelle des classes manuelle et s'appliquent pour la plupart des variables ou paramètres dans *PANACHE*:



Min-max: vous devez choisir les minimum et maximum de la gamme de vitesses qui vous intéressent et le nombre de classes désirées (l'intervalle de classes se calculera automatiquement);

Min-delta: vous devez choisir une valeur minimale, l'intervalle de classes (delta) et le nombre de classes (la valeur maximale se calculera automatiquement);

Bornes: vous pouvez entrer manuellement les valeurs limites entre chacune des classes. Le nombre de classes est à votre discrétion mais vous devez toujours vous assurer que les limites de classes suivent une progression croissant en valeur d'une classe à l'autre.

PROCÉDURE:

1. Une fois dans la fenêtre vecteurs-vitesses, cliquez sur le bouton "*Manuelle*" dans le rectangle "*Échelle de classes*". La fenêtre d'échelle de classes sera affichée;
2. cliquez sur le bouton correspondant à la méthode: *min-max*, *min-delta* ou *bornes*;
3. entrez les données selon les indications correspondant à la méthode choisie;
4. pour rendre votre choix effectif, vous devez cliquer à nouveau sur la méthode choisie précédemment. Une fenêtre contenant l'échelle des classes sera affichée;
5. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
6. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

Quelles sont les conditions d'affichage des vecteurs-vitesses?

Pour afficher des vecteurs-vitesses, il s'agit simplement d'avoir choisi un événement de référence ou bien d'avoir chargé un fichier de simulation.



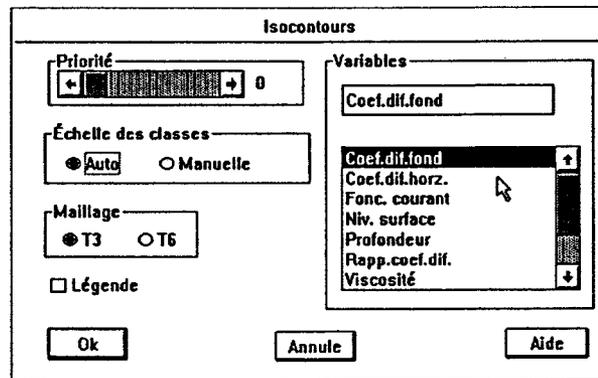
Isocontours...

Cette commande vous permet de gérer la fonction d'interpolation disponible dans *PANACHE*. Cette possibilité s'adresse aux paramètres (variables) continus, formant un champ, comme la profondeur, la vitesse des courants, les coefficients de diffusion, etc... Vous pouvez choisir la variable à afficher, la priorité qui lui sera affectée, le niveau de maillage (*T6* ou *T3*) sur lequel s'effectuera l'interpolation. Vous pouvez également contrôler l'affichage de la légende incluant la classification de la variable en fonction des couleurs disponibles sur la palette.

⇒ **CONSEIL:** Pour la plupart des objets nécessitant une visualisation par isocontours (ex: profondeurs, vitesses, couloirs de débit), vous pouvez choisir de procéder avec les *T6* ou avec les *T3*. Le contourage des variables est plus précis sur les *T3* mais l'affichage sera quatre fois plus long que si vous avez choisi les *T6*. Dans *PANACHE*, l'interpolation des variables avec les *T6* n'utilise que les noeuds-sommets (schéma linéaire) ce qui accélère considérablement l'affichage. Pour les opérations habituelles de contourage, il est donc conseillé de choisir les *T6*.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **I**socontours...;
3. modifiez la configuration, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



⇒ REMARQUE : La méthode de classification d'une variable interpolée est la même que celle indiquée dans la section précédente (vecteurs-vitesses).

Quelle est la signification des variables ou paramètres dans isocontours?

De nombreux paramètres (variables) peuvent faire l'objet d'un contourage dans *PANACHE*:

Coefficient de diffusion de fond: ce paramètre permet de régler le calcul de la diffusion turbulente qui prend son origine dans les irrégularités ou aspérités du fond. Ce mélange est associé à la couche limite turbulente verticale.

Comme ce paramètre est sujet à une calibration lors d'une séance de simulation, sa valeur et, par conséquent, son affichage dépendent du poids qu'on lui affecte (voir le chapitre 2 - menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **P**aramètres de simulation). Une mise à jour de l'affichage des isocontours du coefficient de diffusion de fond sera donc nécessaire après tout changement de type calibration.

Coefficient de diffusion horizontale: ce paramètre sert à régler le calcul de la dispersion transversale associée aux contraintes latérales de cisaillement. Sa valeur est liée à la vitesse de cisaillement au fond et aux longueurs caractéristiques des tourbillons produits dans les zones de cisaillement horizontal.



Ce coefficient est nettement plus important que la diffusivité de fond (3 à 5 fois en moyenne et parfois plus). En effet, des variations assez considérables se manifestent dues à l'ampleur des gradients de vitesse produits par la morphologie transversale du lit et les singularités locales du domaine d'écoulement. Le coefficient de diffusion horizontale est une propriété de l'écoulement et sa valeur peut être obtenue à l'aide d'une loi dite "*de longueur de mélange*".

Comme le coefficient de diffusion de fond, ce paramètre est sujet à calibration et un poids affectant l'affichage lui est attribué (voir le chapitre 2 - menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **P**aramètres de simulation). Une mise à jour de l'écran sera donc nécessaire après tout changement du coefficient.

Fonction-courant: ce paramètre est une variable qui permet de cartographier le débit qui transite à travers un milieu. La valeur de la fonction-courant donne, pour tout point du domaine d'écoulement, le débit cumulé depuis le littoral, habituellement la rive droite du cours d'eau.

La classification des couloirs de débit qui est obtenue avec l'échelle des classes automatiques ne permet pas de révéler la signification réelle des masses d'eau qui transitent dans le milieu, en particulier, ceux provenant des tributaires. Vous avez avantage à procéder à une reclassification de cette variable en tenant compte des débits de ces derniers, lesquels sont normalement documentés pour chaque événement de référence (voir le chapitre 2 - menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **E**vénement de référence).

Il est conseillé de structurer la classification en commençant à zéro au point le plus en aval en rive droite du domaine d'étude, puis de cumuler les débits des tributaires en remontant vers l'amont. Pour les tributaires en rive gauche (s'il-y-a-lieu), le cumul continue en ajoutant les tributaires un à un en direction de l'aval. Pour les masses d'eau très importantes en valeur relative (ex: fleuve), une classification arbitraire est de mise.



Niveau de la surface: ce paramètre qui correspond au niveau de la surface libre de l'écoulement est donné dans le repère du modèle hydrodynamique. C'est, d'ailleurs, un résultat de cette modélisation. Le niveau de référence verticale auquel est rapporté le plan d'eau est habituellement le niveau moyen de la mer (repère géodésique). Par exemple, dans le fleuve Saint-Laurent, c'est le référentiel international des Grands-Lacs (RIGL) qui sert de niveau de base pour donner le niveau de la surface libre de l'eau. Il s'agit en fait du niveau moyen de la mer à Pointe-aux-Pères près de Rimouski.

Profondeur: ce paramètre correspond à la hauteur locale de la colonne d'eau, c'est-à-dire, la différence entre le niveau de la surface libre et la cote bathymétrique.

Rapport coefficient de diffusion: ce ratio représente le rapport entre le coefficient de diffusion horizontal et le produit de la vitesse de cisaillement par la profondeur. Il vous permet de vérifier globalement l'effet d'une modification du poids du coefficient de diffusion horizontal. Sa valeur devrait normalement être comprise entre 0,15 et 0,75.

La borne maximale peut être dépassée en se souvenant que le registre normal (0,15-0,75) a été établi pour des écoulements légèrement à moyennement méandrés. Localement, le rapport pourra donc prendre des valeurs nettement plus considérables; en particulier, au confluent de cours d'eau ou de bras de delta, ou encore, près de singularités comme des quais ou des ports.

Ce ratio est fonction du poids du coefficient de diffusion horizontal (voir chapitre 2 - menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **P**aramètres de simulation). Une mise à jour de l'affichage des isocontours sera donc nécessaire suite aux changements effectués.



Viscosité: la viscosité à laquelle il est fait référence est un paramètre numérique du modèle hydrodynamique qui est relié à la turbulence locale de l'écoulement. C'est donc une propriété du champ de vitesses et son évaluation s'effectue à l'aide des valeurs nodales des vitesses et de leurs dérivées. Ce paramètre numérique n'influence pas directement les calculs dans *PANACHE*.

Vitesses: les vitesses représentées avec le module de contourage de *PANACHE* sont basées sur la valeur-module des vecteurs-vitesses. C'est donc l'amplitude des courants qui est montrée. Pour voir la direction des courants, il est nécessaire d'afficher simultanément les vecteurs ou encore, de sélectionner la variable fonction-courant. Dans ce dernier cas, il ne sera pas possible de voir simultanément la valeur et l'orientation des courants.

Vitesse de cisaillement (de fond): la vitesse de cisaillement (la plupart du temps désignée par le symbole u_* dans la littérature scientifique) peut être utile dans l'évaluation de certains processus sédimentologiques, comme le charriage, la suspension, le début d'entraînement (indice d'arrachement). Elle est reliée à la contrainte tangentielle au fond par l'expression suivante:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_f}{\rho}}$$

où,

τ_f : la contrainte de cisaillement au fond due aux aspérités et rugosités;

ρ : la masse spécifique de l'eau.

Dans le calcul de la contrainte de cisaillement de fond, seul le coefficient de Manning du substrat est considéré. Encore ici, cette variable n'influence pas les calculs lagrangiens dans *PANACHE*.

Vitesse de cisaillement globale: la vitesse de cisaillement globale peut être utile dans l'évaluation de certains processus comme le charriage, la suspension, le début d'entraînement (indice d'arrachement). Elle est reliée à la contrainte tangentielle au fond et à l'agitation locale produites par la



présence au sein de la colonne d'eau de freins à l'écoulement, par exemple, les macrophytes. Pour ce faire, les coefficients de Manning du substrat et des macrophytes sont considérés.

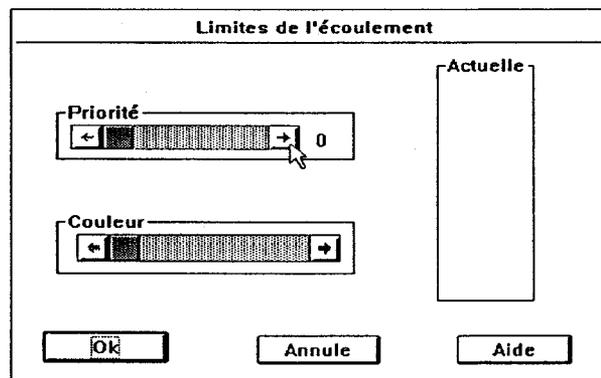
Quelles sont les conditions d'affichage des isocontours? Vous pouvez afficher des isocontours seulement après avoir sélectionné un événement de référence, un fichier de simulation ou encore après l'exécution d'une simulation.

Limites de l'écoulement...

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage des limites de l'écoulement, si le modèle hydrodynamique est du type couvrant-découvrant. Cette donnée est fonction du niveau d'eau et, donc, de l'événement de référence utilisé. Au sein d'un élément fini du modèle hydrodynamique, la limite de l'écoulement est rectiligne.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **L**imites de l'écoulement...;
3. modifiez la priorité et la couleur d'affichage, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

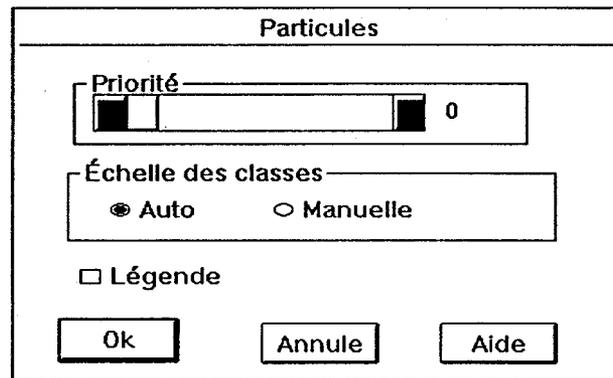


Particules...

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage du panache de particules simulé auparavant (fichier existant) ou venant d'être simulé. La couleur des particules représente l'intervalle de temps depuis leur injection (leur âge).

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **P**articules...;
3. modifiez la configuration au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



Particules

Priorité 0

Échelle des classes

Auto Manuelle

Légende

Ok Annule Aide

⇒ **REMARQUE :** La méthode utilisée pour définir l'échelle de classification de l'âge des particules est la même que celle indiquée dans la section des vecteurs-vitesses. Si vous choisissez d'afficher une légende, les unités sont en hrs:min:sec.

**MISE EN GARDE !**

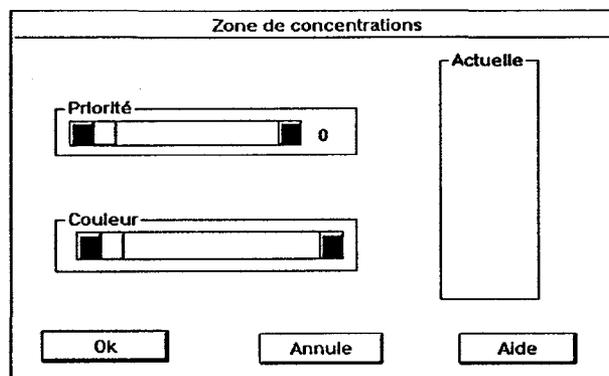
A l'écran, une particule est représentée par un seul pixel et une seule couleur. Ainsi, il n'est pas possible d'afficher les couleurs tramées à cause du phénomène de superposition (ou trame). En effet, même si certaines couleurs sont présentes dans une palette, les particules représentées par ces couleurs s'afficheront avec des couleurs plus pures. Ceci pourrait créer une confusion lors de l'interprétation visuelle de la localisation des particules. Il est préférable de choisir une palette de couleurs plus pures.

**Zone de
Concentration...**

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage de la zone de concentration que vous avez délimitée avec la procédure présentée au chapitre 3 (menu **C**oncentration → sous-menu **C**aractéristiques → commande **Z**one) et pour laquelle le calcul des concentrations a été effectué. Tel que mentionné précédemment, la zone de concentration par défaut est la zone de simulation.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur Zone de concentration...
3. modifiez la priorité et la couleur d'affichage, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

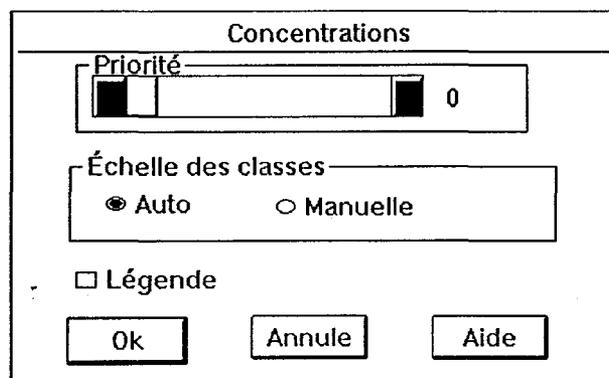


Concentration

Cette commande vous permet de modifier la priorité d'affichage des concentrations, le type d'échelle de classe (automatique ou manuelle) et d'afficher, ou non, la légende. Vous pouvez également fixer les limites des échelles des classes manuellement si vous le désirez (voir la section vecteurs-vitesse de ce chapitre).

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu  isualisation;
2. appuyez sur  bjets puis sur  oncentrations;
3. modifiez la configuration, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).





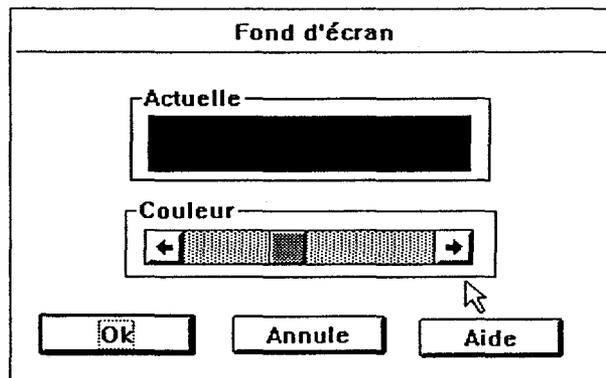
⇒ REMARQUE : Pour pouvoir afficher des concentrations à l'écran, Vous devez, avant, charger un fichier de concentrations ou exécuté un calcul des concentrations.

Fond d'écran

Cette commande vous permet de modifier la couleur de l'arrière-plan de l'écran et des légendes, en choisissant parmi la palette de couleurs active.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **f**ond d'écran...;
3. changez la couleur, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



⇒ REMARQUE : Par défaut, l'arrière-plan de l'écran est blanc.

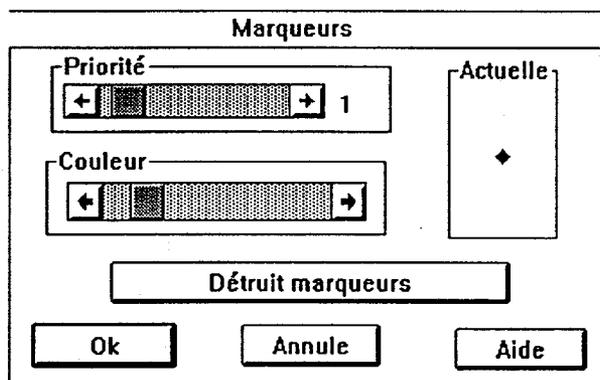


Marqueurs...

Cette commande vous permet de modifier la priorité et la couleur d'affichage des marqueurs. Les marqueurs sont des points marqués sur la zone de simulation avec la commande Distance (voir plus loin). Les marqueurs sont conservés en mémoire jusqu'à ce que vous quittiez *PANACHE* ou que les détruisez et leur position peut être sauvegardée dans un fichier, pour une utilisation ultérieure, si vous sauvegardez les paramètres courants avant de quitter *PANACHE*.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu Visualisation;
2. appuyez sur Objets puis sur marqueurs...;
3. modifiez la priorité et la couleur d'affichage, au besoin;
4. appuyez sur RC ou cliquez sur OK;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).





Priorités...

Cette commande vous permet modifier la priorité d'affichage associée à chaque objet et ce, à partir d'une même fenêtre. La priorité d'affichage varie de 0 (inactif) à 16 (la plus haute priorité). Un objet ayant une priorité plus élevée qu'un autre s'affichera en avant-plan. Dans le cas où deux objets ont la priorité d'affichage de même niveau, alors le dernier des deux, selon la liste des objets, s'affichera en avant-plan. Il est à noter que la commande **I**socontour ne permet pas d'afficher plus d'un paramètre (variable) à la fois.

PROCÉDURE:

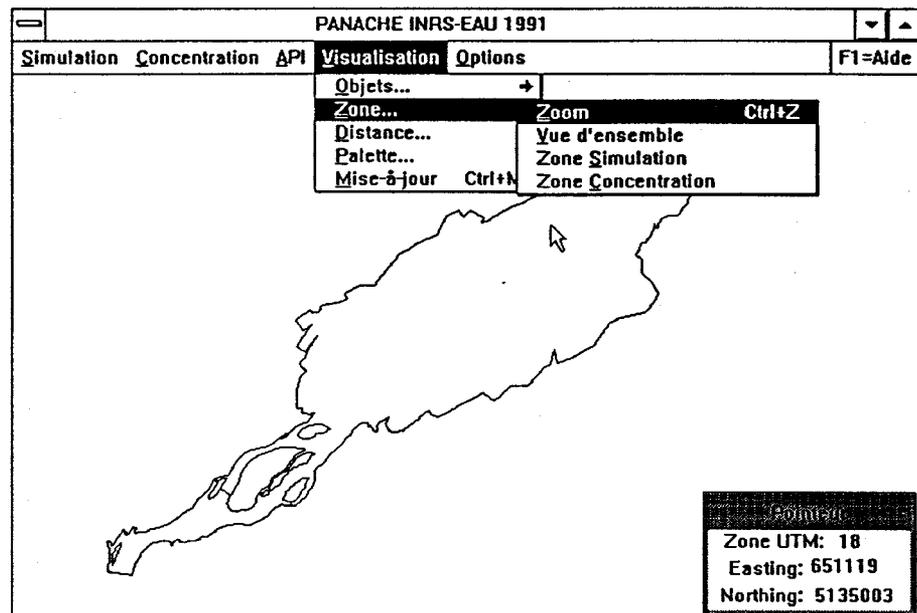
1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **O**bjets puis sur **P**riorité...;
3. modifiez la priorité d'affichage d'un ou des objets, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
5. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).

Priorités de la visualisation		Priorités
Maillage:	<input type="text" value="0"/>	0
Limites du domaine:	<input type="text" value="2"/>	2
Zone de simulation:	<input type="text" value="0"/>	0
Point/rampe d'injection:	<input type="text" value="0"/>	0
Maillage déplacé:	<input type="text" value="0"/>	0
Vecteurs-vitesses:	<input type="text" value="0"/>	0
Isocontours:	<input type="text" value="0"/>	0
Limites de l'écoulement:	<input type="text" value="0"/>	0
Particules:	<input type="text" value="0"/>	0
Zone de concentrations:	<input type="text" value="0"/>	0
Concentrations:	<input type="text" value="0"/>	0
Marqueurs:	<input type="text" value="0"/>	0

⇒ **REMARQUE** : Cette commande est accessible directement avec une touche d'action rapide (*Ctrl-P*).

Zone

Ce sous-menu contient les commandes vous permettant de choisir la zone du domaine d'étude qui sera visualisée à l'écran. Vous pouvez visualiser l'ensemble du domaine, la zone de concentration, la zone de simulation ou tout simplement un agrandissement d'un secteur en particulier (zoom).



Zoom...

Cette commande vous permet de déplacer le centre de la fenêtre d'affichage (translation de la zone de visualisation ou panoramique) et d'entrer un facteur d'agrandissement. Une valeur plus grande que 1 produira un rapprochement alors qu'une valeur plus petite que 1 produira un éloignement. Notez que, par défaut, le centre restera celui de l'actuelle fenêtre d'affichage si vous ne le redéfinissez pas.

De plus, en cliquant ou en appuyant sur *zone graphique*, vous pouvez définir, avec une souris, une région d'intérêt dans un rectangle.

**PROCÉDURE:**

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **Z**one puis **Z**oom...;
3. cliquez sur un nouveau centre et choisissez un facteur;

OU

3. a) Cliquez sur le rectangle *zone graphique*;
- b) dans l'écran *PANACHE*, cliquez à l'endroit ou vous désirez retrouver un coin quelconque de la zone rectangulaire à visualiser;
- c) en déplaçant la souris vers le coin opposé, votre zone se formera à l'écran;
- d) cliquez de nouveau à cet endroit.
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

⇒ **REMARQUE** : La mise-à-jour de l'écran s'effectue automatiquement après l'exécution de cette commande.

Zoom		
Facteur:	<input type="text" value="1"/>	
	Easting	Northing
Centre:	662569	5110087
Zone UTM:	18	
<input type="text" value="Zone graphique"/>		
<input type="button" value="Ok"/>	<input type="button" value="Annule"/>	<input type="button" value="Aide"/>

***V*ue d'ensemble**

Cette commande vous permet de visualiser l'ensemble du domaine d'étude.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **Z**one puis sur **V**ue d'ensemble.



⇒ REMARQUE : La mise-à-jour de l'écran s'effectue automatiquement après l'exécution de cette commande.

Zone de

Simulation...

Cette commande vous permet de visualiser la partie du domaine d'étude comprise dans la zone de simulation que vous avez délimitée avec la procédure présentée au chapitre 2 (menu **S**imulation → sous-menu **C**aractéristiques → commande **Z**one). La zone de simulation peut également être celle correspondant à un fichier de simulation chargé.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **Z**one puis sur zone de **S**imulation.

⇒ REMARQUE : La mise-à-jour de l'écran s'effectue automatiquement après l'exécution de cette commande.

Zone de

Concentrations

Cette commande vous permet de visualiser une zone du domaine d'étude comprise dans la zone de calcul des concentrations que vous avez délimitée avec la procédure présentée au chapitre 3 (menu **C**oncentration → sous-menu **C**aractéristiques → commande **C**alcul sur grille... ou commande **P**oints de contrôle... ou commande **T**ransect...). La zone de concentration peut également être celle correspondant à un fichier de concentrations chargé.

PROCÉDURE:

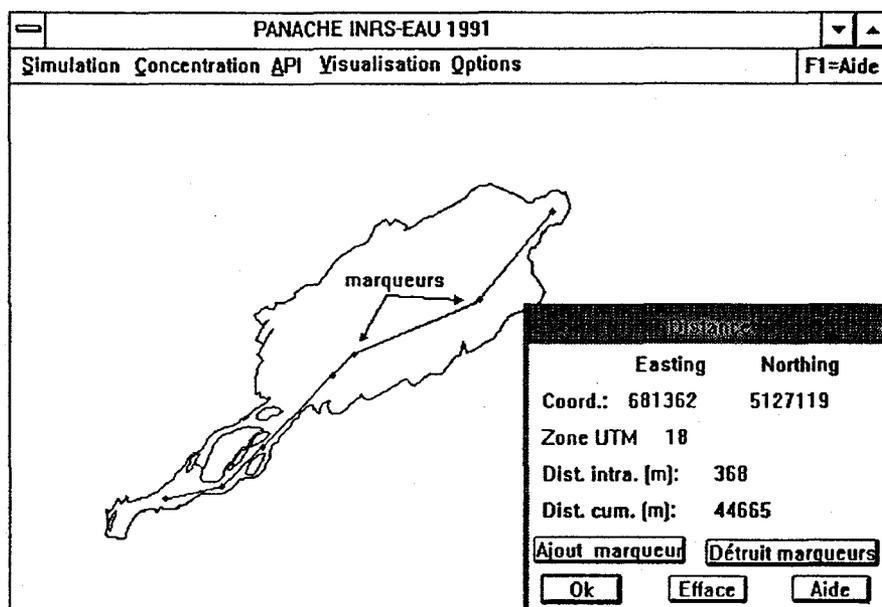
1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **Z**one puis sur zone de **C**oncentration.

⇒ REMARQUE : La mise-à-jour de l'écran s'effectue automatiquement après l'exécution de cette commande.



Distance...

Cette commande vous permet d'évaluer, au moyen de la souris, les distances relatives et cumulées entre une série de points. Les points peuvent être mis en évidence à l'aide de marqueurs. Les segments de droite qui les relient sont visibles à l'écran. Cette fonctionnalité est utile pour mener certaines analyses de concentration, en particulier, sur des transects à des distances spécifiques de l'injection.



Il sera affiché dans la fenêtre, la distance entre les deux derniers points définis (dist. intra.) et, si vous avez entré plus de deux points, la distance cumulative de tout le trajet (dist. cum.) sera également affichée. La distance est donnée en mètres. Les coordonnées des marqueurs sont affichées sur la fenêtre.

Pour positionner un marqueur dans un trajet, il suffit de cliquer une fois la bouton de gauche de la souris; pour visualiser le marqueur, cliquez deux fois à intervalle rapproché au point désiré.



Pour entreprendre la définition d'un nouveau trajet, effacez d'abord le trajet précédent. Les distances absolues et relatives seront alors réinitialisées à zéro. Les marqueurs existeront après cette manoeuvre. Pour les enlever, procédez à leur destruction.

⇒ **REMARQUE :** Les marqueurs sont considérés comme des objets; leur affichage est soumis à la règle des priorités. A la sortie de la fenêtre *Distance*, une redéfinition des priorités et une mise à jour (*Ctrl M*) de l'écran seront requises.

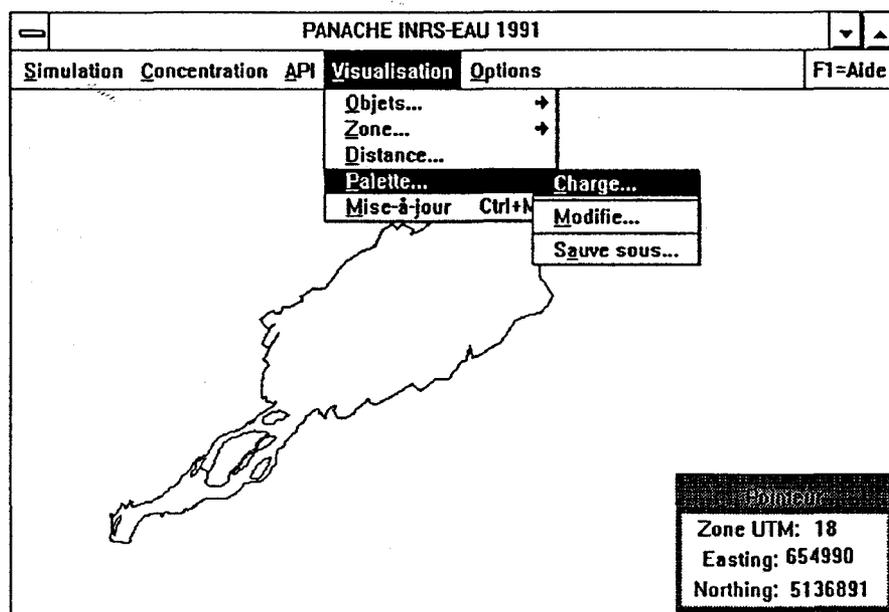
PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **D**istance;
3. cliquez à l'endroit où vous désirez que se retrouve le point de départ pour le calcul de distance;
4. cliquez successivement sur les points intermédiaires dont vous désirez connaître la distance absolue (depuis le début du trajet) ou relative (depuis le dernier point);
5. double-cliquez les points où vous désirez que les marqueurs soient affichés;
6. cliquez sur le dernier point du trajet mais cette fois-ci en appuyant sur le bouton de droite de la souris; cette manoeuvre interrompt la séquence.
7. détruisez les marqueurs, si désiré;
8. effacez les segments de droite du trajet actuel, si désiré;
9. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*;
10. effectuez la mise-à-jour de l'écran (*Ctrl M*).



Palette

Ce sous-menu vous permet de charger, de modifier et/ou de sauvegarder une palette de couleurs de votre choix.

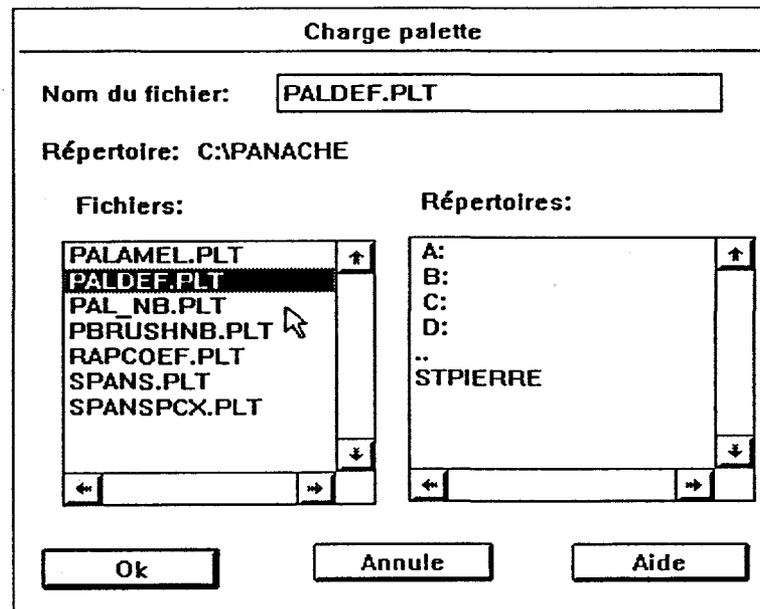


Charge

Cette commande vous permet de charger une palette de couleurs qui a déjà été définie et sauvegardée auparavant. Vous pouvez changer le répertoire et sélectionner le fichier avec la souris ou entrer leur nom directement au moyen du clavier.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **P**alette puis sur **C**harge;
3. entrez le nom de la palette ou sélectionnez avec la souris;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



⇒ REMARQUE : La palette chargée remplacera la palette par défaut.

Modifie

Cette commande vous permet de modifier la palette de couleurs selon vos goûts. Vous pouvez définir individuellement chacune des 15 couleurs de la palette par un mélange de rouge, de vert et de bleu. La couleur choisie s'affiche dans la partie "Couleur modifiée" de cette fenêtre.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **V**isualisation;
2. appuyez sur **P**alette puis sur **M**odifie;
3. modifiez les couleurs, au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



Modifie palette

Indice de la couleur —

←→

0

Palette

Rouge —

←→

255

Vert —

←→

255

Bleu —

←→

255

Couleur modifiée —

OK

Annule

Aide

⇒ REMARQUE : Il est à noter que pour sauvegarder la nouvelle palette de couleurs, il faut absolument enregistrer, après les modifications, son fichier correspondant sous le même nom que l'ancien ou sous un autre nom. Sinon, ces modifications s'afficheront sur votre écran pendant la séance de travail courante mais aucunement dans le fichier correspondant à cette palette et ce, même si vous avez confirmé les modifications que vous avez apportées à cette palette de couleurs.

S *u*ve sous...

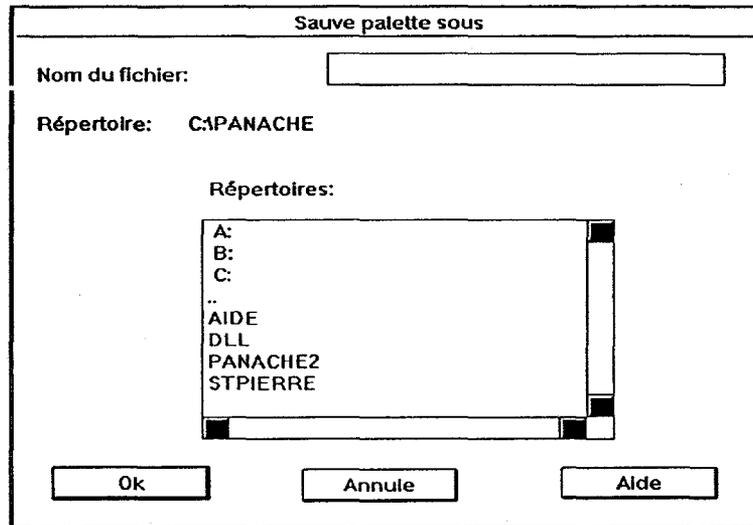
Cette commande vous permet de sauvegarder la palette que vous avez modifiée ou créée dans un fichier.

Si le nom du fichier dans lequel vous voulez sauvegarder la palette de couleurs existe déjà, vous devez confirmer son remplacement par le nouveau ou changez le nom.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu isualisation;

2. appuyez sur **P**alette puis sur **S****A**uve sous...;
3. entrer le nom du fichier;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.



Mise-à-jour

Cette commande permet de mettre-à-jour l'écran. En effet, pour visualiser les modifications des certains paramètres, il est nécessaire d'effectuer une mise à jour de l'écran. En effet, vous pouvez faire toutes les modifications que vous désirez et de ne visualiser le résultat de ces modifications qu'à la toute fin. Vous éviterez, ainsi, le réaffichage inutile après chaque modification.

⇒ **REMARQUE** : Cette commande est aussi accessible par une touche d'action rapide (*Ctrl-M*). Il est à noter, aussi, que lorsqu'une mise-à-jour est requise, un (*M*) apparaît dans la barre de titre de l'écran *PANACHE*.



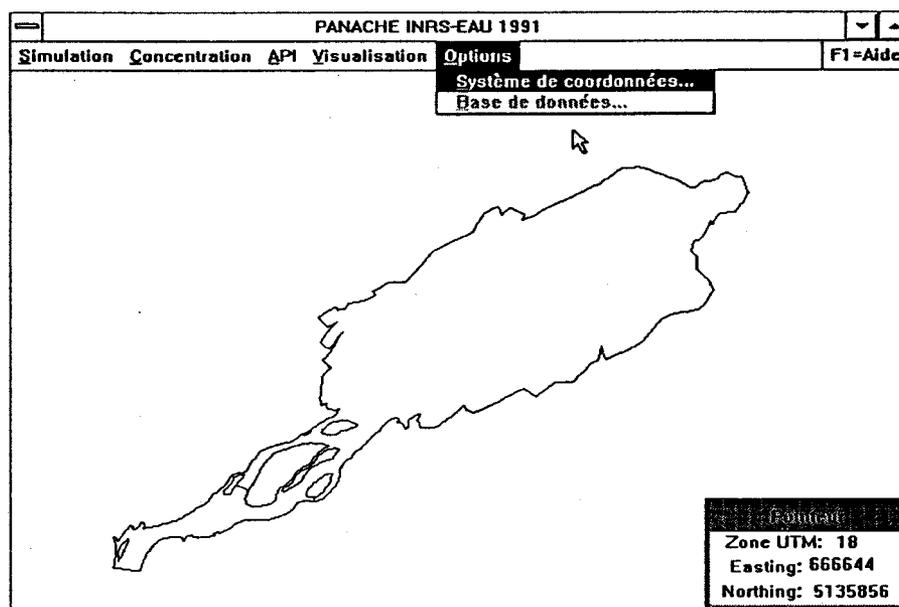
CHAPITRE 6 - MENU D'OPTIONS

Présentation

Le menu **O**ptions vous offre certaines options de *PANACHE*.

Vous pouvez ainsi changer le système de coordonnées ou encore la base de données utilisées.

Voici ce qui s'affiche à l'écran lorsque vous activez le menu **O**ptions:



Système de coordonnées

Cette commande vous permet de choisir le système de coordonnées qu'utilisera *PANACHE*. Vous aurez le choix entre le repère U.T.M. ou celui de latitude-longitude pour l'affichage des coordonnées lors de l'utilisation de *PANACHE*.

PROCÉDURE:

1. Sélectionnez le menu **O**ption;
2. appuyer sur **S**ystème de coordonnées;



3. modifiez au besoin;
4. appuyez sur *RC* ou cliquez sur *OK*.

Système de coordonnées

U.T.M.

Longitude, Latitude

⇒ **REMARQUE** : vous pouvez changer le système de coordonnées utilisé en tout temps.

Base de données

Cette commande vous permet de choisir la base de données que vous voulez utiliser. Vous avez le choix entre celle de *PANACHE* et celle de *SOCOUS*. Dans le premier cas, la plupart des données utilisées doivent être entrées manuellement. Dans le second cas (module optionnel), la plupart des données nécessaires au fonctionnement de panache (ex: les points d'injection des industries) sont entrées par l'intermédiaire du SGBD *SOCOUS*.



CHAPITRE 7 - BIBLIOGRAPHIE

- Baldur, R. et C. Fortin (1991).** La validation des résultats obtenus par des moyens informatiques en ingénierie. Encart intitulé: " Repères informatiques" 1:3, dans la revue *Le plan* de l'Ordre de Ingénieurs du Québec, déc. 91.
- Boudreault, A., J.F. Bellemare, M. Leclerc et G. Shooner (1988).** Projet Sainte-Marguerite. Avant-projet - Phase 1. Étude des répercussions du détournement de la rivière Aux Pékans sur le saumon de la Moisie. Rapport sectoriel II présenté à la Direction Environnement d'Hydro-Québec par Gilles Shooner & Ass., 238 p. et annexes, (mai).
- Boudreault, A., J.F. Bellemare, M. Leclerc et G. Shooner (1989).** Projet Sainte-Marguerite. Étude des répercussions du détournement de la rivière Aux Pékans sur les habitats salmonicoles de la rivière Moisie. Rapport présenté à la Vice-Présidence Environnement d'Hydro-Québec par Gilles Shooner & Ass., 120 p. et 4 annexes, (sept.).
- Boudreault, A., J.F. Bellemare, M. Leclerc, L. Belzile et G. Shooner (1990).** Projet Sainte-Marguerite. Avant-projet phase I. Étude des répercussions du détournement de la rivière Aux Pékans sur les habitats salmonicoles de la rivière Moisie. Rapport présenté à la Vice-Prés. Environnement Hydro-Québec par G. Shooner et Associés en collaboration avec INRS-Eau et TAO Simulations, 120 p. + 4 annexes.
- Dhatt, G. et G. Touzot (1981).** Une présentation de la méthode des éléments finis. Maloine, Paris, Presses de l'université Laval, Québec.
- Fischer, H.B., E.J. List, R.C.Y. Koh, J. Imberger and N.H. Brooks (1979).** Mixing in Inland and coastal Waters. Academic Press, Montréal. 483 p.
- Leclerc, M., G. Dhatt, J.L. Robert, J.C. Tessier, A. Soulaïmani, P. Dupuis et Y. Matte (1987).** Modélisation des écoulements de l'Archipel de Montréal par éléments finis: aspects divers de l'application. *Revue internationale des Sciences de l'eau*, 3(2): 41-56.
- Leclerc, M., P. Boudreau et L. Belzile (1990a).** Étude d'impact d'avant-projet, phase 1, projet Ashuapmushuan - Modélisation numérique des habitats à ouananiche d'un tronçon représentatif (km68) de la rivière Ashuapmushuan. Pour le consultant principal Groupe Environnement Shooner Inc. et la Vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. Rapport scientifique INRS-Eau #RS-316. 65 p., 4 annexes.
- Leclerc, M., J.F. Bellemare et S. Trussard (1990b).** Simulation hydrodynamique de l'estuaire supérieur du fleuve Saint-Laurent (Canada) avec un modèle aux éléments finis couvrant-découvrant. *Rev. Can. Gén. Civ.* 17(5):739-751.



Leclerc, M., G. Dumas, J.F. Bellemare et G. Dhatt (1990c). A finite element model of estuarian and river flows with moving boundaries. *Advances in Water Resources*. 4(13):158-168.

MENVIQ (1990). Critères de qualité d'eau douce, Ministère de l'Environnement du Québec, Rapport préliminaire #EMA-88-09, 371p.

Morhardt, J.E. (1986). Instream Flow Methodologies. Par: E.A. Engineering, Science and Technologies Inc., pour Electric Power Inst., Palo Alto, CA



CHAPITRE 8 - TUTORIEL

Étapes de base à suivre

Voici un bref résumé de la suite logique des opérations que vous aurez à effectuer pour réaliser une simulation de particules, puis le calcul de concentrations avec le logiciel *PANACHE*.

Cette partie s'adresse principalement aux utilisateurs qui vont travailler avec *PANACHE* pour la première fois et qui ont besoin de connaître les principales étapes à franchir pour réaliser une séance normale de simulation.

Naturellement, le logiciel possède plusieurs fonctionnalités avec lesquelles l'utilisateur sera familier avec l'usage mais qui ne seront pas toutes abordées ici.

Étape 1

Effectuer une simulation de particules:

PROCÉDURE:

1. Choisissez un domaine d'étude: activez le menu **S**imulation, appuyez sur **F**ichier → puis sur **D**omaine;
2. agrandir une partie du domaine et choisir une zone de simulation: appuyez *Ctrl et Z*, appuyez sur le rectangle "zone graphique", cadrez la région à agrandir, ensuite activez le menu **S**imulation, appuyez sur **C**aractéristiques puis sur **Z**one, cadrez la zone de simulation);
3. choisissez un événement de référence : activez le menu **S**imulation, appuyez sur **C**aractéristiques puis sur **E**vénement de référence
4. choisissez le type et la localisation de l'injection: activez le menu **S**imulation, appuyez sur **C**aractéristiques, sur **I**njection puis appuyez sur **P**onctuel ou **M**ultiple (si **M**ultiple alors appuyez sur **U**niforme, sur **P**roportionnelle au courant ou sur **G**aussienne);



5. choisissez les paramètres de la simulation: activez le menu **S**imulation, appuyez sur **C**aractéristiques puis sur **P**aramètres;
6. modifiez la priorité d'affichage des particules pour les visualiser au cours de la simulation: activez le menu **V**isualisation, appuyez sur **O**bjets puis sur **P**articules (mettez la valeur priorité à une valeur égale ou supérieure à 1);
7. enclenchez la simulation: activez le menu **S**imulation puis appuyez sur **E**xécute.

Étape 2

Effectuer un calcul de concentrations unitaires :

PROCÉDURE:

1. Choisissez le type de distribution spatiale de l'information désirée: activez le menu **C**oncentration, appuyez sur **C**aractéristiques, sur **C**alcul sur..., puis appuyez sur **G**rille ou sur **P**oints de contrôle ou sur **T**ransect (si vous choisissez **G**rille, fixez la valeur du débit de l'effluent à 1,00)
2. modifiez la priorité d'affichage aux concentrations (priorité non-nulle) pour les visualiser: activez le menu **V**isualisation, appuyez sur **O**bjets puis sur **C**oncentrations;
3. faites exécuter le calcul des concentrations unitaires: activez le menu **C**oncentration puis sur **E**xécute.

Étape 3

Effectuer un calcul de concentrations réelles :

PROCÉDURE:

Fixez la valeur du débit de l'effluent égale à la valeur réelle injectée en kg/j (kg/d): activez le menu **C**oncentration, appuyez sur **C**aractéristiques puis sur **I**njection de contaminant.



NOTE: Le réaffichage des concentrations n'affecte que la légende

Étape 4

Vérifier le respect d'un critère de contamination :

PROCÉDURE:

Spécifiez une valeur de critère en mg/L: activez le menu Concentration, appuyez sur Caractéristiques, appuyez sur Injection de contaminant, entrez une valeur à tester puis activez le bouton Critère

NOTE : La légende devient adimensionnelle et une valeur supérieure à 1 désigne une région où le critère est dépassé.



ANNEXE 1 MÉTHODE DES AIRES PONDÉRÉES INUTILISABLES

La méthode est inspirée directement de l'approche désignée par l'expression "*modélisation de micro-habitats*" présentée dans Morhardt (1986) et appliquée par Leclerc et coll. (1990a) ainsi que par Boudreault et coll. (1988, 1989, 1990). En anglais, on la désigne sous l'appellation *Instream Flow Incremental Method (IFIM)*. Cette méthode fait appel à une caractérisation poussée de la courantométrie, le plus souvent numérique, et à un ensemble de critères de préférence qui permettent de quantifier (en *Aires Pondérées Utilisables: APU*) le milieu en tant qu'habitat pour les poissons. Cette approche sert à la gestion halieutique et, en particulier en aval des réservoirs, pour la définition des débits réservés.

De la même manière, la méthode des *Aires Pondérées Inutilisables (API)* consiste à cumuler, par parcelle de calcul, la superficie constituée par une zone cible en affectant à chaque parcelle une pondération reliée à la qualité de l'eau. La concentration du milieu récepteur et celle résultant du rejet à l'émissaire peuvent être prises en compte simultanément ou distinctement. De même, les divers contaminants peuvent être traités individuellement ou en conjonction en faisant intervenir le concept d'*unités standardisées de contamination (USC)* (introduit plus loin). La valeur de la pondération dépend du degré de dépassement de critères de qualité applicables au(x) paramètre(s) et aux usages visés. Les *API* se calculent ainsi:

$$API_k = \sum_{i=1}^M W_{ik} A_i$$

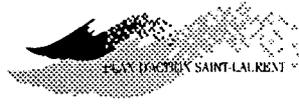
où,

A_i : l'aire de la parcelle de calcul i ;

k : l'indice du paramètre de qualité;

M : le nombre de parcelles constituant une zone de simulation;

W_{ik} : une pondération reliée au degré de contamination de la parcelle i par le paramètre k .



Calcul de la pondération Wik

La pondération W_{ik} peut se calculer de diverses manières, toutes faisant appel à la concentration effective C_{ik} dans la zone de mélange. Les relations suivantes traduisent les diverses approches qui ont été envisagées:

$$1) \quad W_{ik} = \frac{C_{ik}}{N_k}$$

$$2) \quad W_{ik} = 1,0 \quad \text{si} \quad \frac{C_{ik}}{N_k} \geq 1,0$$

$$= 0,0 \quad \text{autrement}$$

$$3) \quad W_{ik} = \frac{C_{ik}}{N_k} \quad \text{si} \quad \frac{(C_{ik} - C_{Rk})}{N_k} \geq 1,0$$

$$= 0,0 \quad \text{autrement}$$

$$4) \quad W_{ik} = \left(\frac{C_{ik}}{N_k} \right)^n \quad \text{si} \quad \frac{(C_{ik} - C_{Rk})}{N_k} \geq 1,0$$

$$= 0,0 \quad \text{autrement}$$

C_{Rk} : la concentration préalable du paramètre k dans le milieu récepteur (à l'amont de l'émissaire);

C_{ik} : la concentration effective du paramètre k sur la parcelle i (le total du rejet et de la concentration préalable du milieu);

n : une puissance quelconque; si $n = 0 \rightarrow$ formule 2; si $n = 1 \rightarrow$ formule 3; si $n = 2 \rightarrow$ progression quadratique;

N_k : la norme (ou critère) applicable du paramètre k .

Comme on le voit, la première relation rend la pondération proportionnelle à la concentration du paramètre k quel que soit le degré de contamination. Cependant, cette approche se heurte à des difficultés d'application insurmontables. En effet, comme la contamination par un paramètre est



toujours comptabilisée dans ce calcul même à un niveau très faible, il n'est pas possible de borner spatialement la zone de calcul. D'autre part, le principe du respect d'un critère requis par toute gestion normative n'est pas pris en compte.

Dans la deuxième formule, le principe du respect d'un critère est pris en considération puisque les parcelles qui présentent des concentrations qui ne dépassent pas le critère (i.e., $C_{ik}/N_k \leq 1,0$) ne sont pas comptées. Cette approche permet également de borner la zone d'analyse en limitant les calculs aux aires où le critère est dépassé. Cependant, cette formule ne permet pas de tenir compte du degré de pollution et la responsabilité spécifique du pollueur n'est pas mise en évidence dans le test. De plus, le milieu récepteur peut lui-même dépasser les critères sur l'ensemble de son cours, ce qui laisse potentiellement non-bornée la zone de calcul.

La troisième formule combine les avantages des deux premières, et permet en plus de tenir compte du degré de dépassement effectif de la norme applicable. De plus, la responsabilité spécifique du pollueur est mise en évidence en déduisant la contribution du milieu récepteur lors du test (i.e., $(C_{ik} - C_{Rk})/N_k \leq 1,0$). Il est donc plus simple de borner la zone de dépassement. Pour les fins de la présente étude, ce fut l'approche utilisée.

En poussant un peu plus loin la logique de cette formule, il est possible de d'utiliser une relation non-linéaire entre la pondération W_{ik} et le rapport C_{ik}/N_k (Formule 4). Une telle approche peut se fonder sur les connaissances écotoxicologiques existantes sur le paramètre. Des fonctions logarithmiques, quadratiques ou d'un ordre quelconque peuvent être utilisées pour traduire la progressivité de la toxicité au-delà du critère de base.

La prise en considération d'une parcelle peut également dépendre de sa distance en aval de l'émissaire. Celle-ci traduit le concept de tolérance dans une zone finie de dilution applicable aux rejets de contaminants. Par exemple, le critère de "*toxicité chronique*" appliqué par le Ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ, 1990) aux rejets industriels prend force à compter d'une *distance de dilution* de 300 mètres en aval de l'émissaire.



Calcul des concentrations

Le calcul des concentrations s'effectue conformément à la théorie exposée précédemment et présentée en détail dans le volume 3 de cette série (voir le préambule de ce manuel). Lorsqu'une simulation lagrangienne est effectuée, le post-traitement des particules fournit les concentrations en deux phases distinctes:

- on évalue d'abord la *dilution* (formellement la concentration "*unitaire*", c'est-à-dire, la concentration obtenue avec un débit nominal de 1/j pendant la durée de la simulation); les unités du débit nominal sont adimensionnelles vis-à-vis de la masse;
- le débit massique de contaminant [en kg/j] est ensuite introduit dans le calcul pour donner la concentration effective.

De la sorte, le traitement de la dilution, qui est une propriété de l'écoulement, est dissocié dans un premier temps de la quantité de contaminant émise. La concentration effective doit également prendre en compte celle du milieu récepteur (C_{Rk}). En conciliant les unités de masse et de volume utilisées dans cette formule, le calcul formel s'effectue ainsi sur chaque parcelle:

$$C_{ik} = C_{Rk} + Q_{Mk} T C_i'$$

où,

C_i' la concentration unitaire (ou dilution) au niveau de la parcelle i ;

Q_{Mk} : le débit massique journalier du contaminant k ;

T : la période de simulation.

En associant la norme N_k à ce calcul, on fait apparaître le concept d'*Unité Standardisée de Contaminant (USC)*, similaire à la notion d'*unité toxique* très répandue en écotoxicologie. Les *USC* se définissent comme suit:

$$USC_k = \text{Unités Standardisées du paramètre } k = \frac{Q_{Mk} T}{N_k}$$

Il est à noter que la variable *USC* est définie en fonction d'une masse de contaminant injectée pendant une période donnée, soit celle de la simulation T .



Si des *USC* sont injectées au lieu de la masse brute du contaminant, et que la concentration de base du milieu récepteur est divisée par la norme du contaminant, on obtient directement comme résultat la pondération des *API* pour le paramètre *k*. La relation suivante illustre ce fait:

$$\begin{aligned} W_{ik} &= \frac{C_{ik}}{N_k} \\ &= \frac{C_{Rk}}{N_k} + \frac{(Q_{Mk}T)}{N_k} C_i' \\ &= W_{Rk} + USC_k C_i' \end{aligned}$$

où,

W_{Rk} : la pondération de base du milieu récepteur pour le paramètre *k*.

Telle que définie précédemment, la pondération est nulle si la norme est respectée par l'émission de l'industrie en aval de la zone de tolérance.

Le calcul des aires pondérées inutilisables reliées au paramètre *k* d'un effluent donné s'effectue simplement ainsi:

$$API_k = \sum_{i=1}^M A_i (W_{Rk} + (USC_k C_i')) \quad \text{si la norme est dépassée}$$

On remarque alors qu'il suffit pour simuler un paramètre *k* d'ajuster la pondération de base du milieu récepteur et de changer la valeur des unités standardisées de contaminant tout en conservant le même champ de concentration unitaire pour obtenir les API_k correspondantes.

Aires pondérées inutilisables globales *APIG*

En combinant sur le même pied tous les contaminants présents dans un effluent sur la base d'*unités standardisées de contamination (USC)* émises pour chacun pendant la période *T* de simulation, on définit un concept d'*Aires pondérées inutilisables globales (APIG)* qui se calcule ainsi:

$$APIG = \sum_{i=1}^M A_i (W_{RG} + (USG \times C_i')) \quad \text{si la norme globale est dépassée}$$

avec:



$$USG = \sum_{k=1}^P \frac{(Q_{Mk} \times T)}{N_k}$$

où,

P : le nombre de paramètres considérés.

et,

$$W_{RG} = \sum_{k=1}^P \frac{C_{Rk}}{N_k}$$



ANNEXE 2 FICHIERS CRÉÉS PAR PANACHE

Extension	Description	Format
*.SME	(SiMulation-Entête) : Fichier d'entête contenant les spécifications sur les paramètres de la simulation	ASCII
*.SMD	(SiMulation-Données) : Fichier de données de sortie (simulation)	binaire
*.SMR	(SiMulation-Rapport) : Fichier de rapport contenant toute l'information concernant la simulation et permettant sa reproduction.	ASCII
*.CCE	(ConCentration-Entête) : Fichier d'entête contenant les spécifications sur les paramètres de calcul des concentrations	ASCII
*.CCD	(ConCentration-Données) : Fichier de données de sortie (calcul des concentrations)	binaire
*.CCT	(ConCentration-Transect) : Fichier de résultats de calcul des concentrations sur un transect (si le calcul sur un transect a eu lieu)	ASCII
*.CCR	(ConCentration-Rapport) : Fichier de rapport contenant toute l'information concernant la simulation et permettant sa reproduction, ainsi que toute l'information sur les paramètres utilisés pour le calcul des concentrations	ASCII



INDEX

- Aide à l'écran, 7
- Aires pondérées inutilisables, 99
 - aires équivalentes, 59
 - aires vraies, 59
 - définition, 57, 59
 - globales, 103
 - options de pondération, 59
 - pondération, 57
- Ajustement des paramètres, 29
- Anisotropie longitudinale, 30
- API
 - exécute, 60
 - menu des, 54
 - paramètres, 57
 - produire un rapport, 54
- Arrêter une tâche de calcul, 7

- Barre de menu, 4
- Base de données, 93

- Calcul des concentrations
 - MISE EN GARDE, 43, 46, 48
- Calcul sur, 39
- Calibration du modèle, 29
- Caractéristiques (concentration), 38
 - calcul sur, 39
 - injection de contaminant, 49
- Caractéristiques (simulation), 16
 - description du panache, 31
 - événement de référence, 19
 - injection, 21
 - paramètres, 26
 - zone, 16
- Charge
 - fichier de palette, 88
 - fichiers de concentration, 34
 - fichiers de simulation, 12
- Cisaillement horizontal, 72
- Classification
 - couloirs de débit, 73
 - fonction-courant, 73
- Classification des variables
 - âge des particules, 77
 - concentrations, 79
 - isocontours, 72
 - méthode des bornes manuelles, 70
 - méthode du min-delta, 70
 - méthode du min-max, 70
 - méthode manuelle, 69
 - vecteurs-vitesses, 69
- Coefficient de diffusion
 - de fond, 30, 72
 - horizontale, 29, 72
- Concentration, 79
 - calcul sur..., 39
 - calcul sur des points de contrôle, 44
 - calcul sur des points manuels, 47
 - calcul sur un transect de points, 45
 - calcul sur une grille, 40
 - caractéristiques, 38
 - effective, 50
 - exécute, 52
 - fichiers, 34
 - menu de, 33
 - principe de calcul, 41
 - respect d'un critère, 50
 - unitaire, 50
- Concentration effective, 50
- Concentration unitaire, 50, 102
- Convolution
 - définition, 27
- Coordonnées, 92
 - (voir Distance)
- Couche limite turbulente, 72
- Couloirs de débit
 - (voir fonction-courant)
- Courants
 - (voir Données hydrodynamiques)

- Débit massique
 - effectif, 50
 - par défaut, 50
 - unités standardisées, 50
- Dégradation du contaminant, 52
- Demi-vie, 52
- Différences finies, 9
- Diffusion
 - calibration, 29
- Diffusion artificielle, 42
- Dilution, 102
 - distance de, 60, 101
- Distance, 86
 - pour estimer l'emprise d'un panache, 41
- Domaine d'étude, 4, 11



-
- Données hydrodynamiques, 8
 - logiciel HYDREAU, 8
 - Durée d'une simulation
 - temps d'attente, 31
 - Durée de la simulation, 27
 - Éléments finis, 9, 64
 - Emprise du panache, 40
 - vs - emprise des particules, 42
 - Événements de référence, 19
 - caractéristiques des..., 19
 - probabilité de récurrence, 21
 - que représentent les...?, 19
 - représentativité, 21
 - Exécute
 - concentration, 52
 - simulation, 31
 - Exporte
 - fichiers de concentrations, 38
 - fichiers de simulation, 16
 - Fichiers
 - concentration, 34
 - extensions, 14, 36, 47
 - simulation, 11
 - Fonction-courant, 73
 - Fond d'écran
 - couleur, 80
 - Grille de calcul
 - concentrations, 40
 - Grille multiple, 40
 - HYDREAU, 8
 - (voir Données hydrodynamiques)
 - Importe
 - fichiers de concentration, 38
 - fichiers de simulation, 15
 - Injection, 21
 - distribuée, 23
 - distribuée gaussienne, 25
 - distribuée uniformément, 24
 - ponctuelle, 22
 - porportionnelle au courant, 25
 - visualisation, 67
 - Injection de contaminant, 49
 - Interpolation
 - (voir isocontours)
 - Isocontours, 71
 - sur les T6 ou sur les T3 ?
(voir Éléments finis)
 - Lac Saint-Pierre, 5
 - (voir Données hydrodynamiques)
 - Latitude, 92
 - Limite du domaine d'étude
 - (voir Limites de l'écoulement)
 - visualisation, 65
 - Longitude, 92
 - Maillage, 64
 - Maillage déplacé
 - visualisation, 67
 - Marqueurs
 - (voir Distance)
 - visualisation, 81
 - Masses d'eau
 - (voir fonction-courant)
 - Menus, 3
 - Milieu récepteur, 51, 100
 - niveau de contamination, 58
 - Mise-à-jour de l'écran, 63, 91
 - aspect de la barre de titre: (M), 63
 - MISE EN GARDE
 - calcul des concentrations sur des points, 48
 - calcul des concentrations sur grille, 43
 - calcul des concentrations sur transect, 46
 - Modifie
 - palette, 89
 - Multiple, 23
 - Niveau de la surface, 74
 - Nombre de particules, 28
 - Norme de contamination, 50
 - Objets, 63
 - concentration, 79
 - fond d'écran, 80
 - isocontours, 71
 - limite du domaine d'étude, 65
 - maillage, 64
 - maillage déplacé, 67
 - marqueurs, 81
 - particules, 77
 - point / rampe d'injection, 67
 - priorités, 82
 - vecteurs-vitesses, 68
-



-
- visualisation, 63
 - zone de concentrations, 78
 - zone de simulation, 66
 - Options
 - base de données, 93
 - menu d', 92
 - système de coordonnées, 92
 - OS2/Presentation Manager, 3
 - OS2 Presentation Manager, 4
 - Palette, 88
 - charger un fichier de..., 88
 - modifier une..., 89
 - sauvegarder un fichier de..., 90
 - PANACHE
 - Tests de validation, 1
 - Paramètres (simulation), 26, 27
 - anisotropie longitudinale, 30
 - coefficient de diffusion de fond, 30
 - coefficient de diffusion horizontale, 29
 - durée de la simulation, 27
 - nombre de convolutions, 27
 - nombre total de particules, 28
 - pas de temps, 28
 - physiques, 29
 - Particules
 - Emprise des, 42
 - masse de contaminant portée par..., 42
 - visualisation, 77
 - Pas de temps
 - nombre par convolution, 28
 - Point d'injection
 - visualisation, 67
 - Points de contrôle
 - fichiers, 44
 - manuels, 47
 - Priorité, 82
 - Priorités, 63
 - Profondeur, 74
 - Quitter PANACHE, 8, 32
 - Rampe d'injection
 - visualisation, 67
 - Rapport coefficient de diffusion, 74
 - Référentiel international des Grands-lac
 - (voir Niveau de la surface)
 - Représentativité
 - événements de référence, 21
 - Responsabilité, 2
 - Sauve sous
 - fichiers de concentration, 35
 - fichiers de simulation, 13
 - palette, 90
 - Simulation
 - caractéristiques, 16
 - domaine d'étude, 11
 - exécute, 31
 - fichiers, 11
 - menu de, 10
 - quitte, 32
 - SOCOUS
 - base de données, 93
 - Description du panache, 31
 - Exporte un fichier de simulation, 16
 - Importe un fichier de concentrations, 38
 - Importe un fichier de simulation, 15
 - Souris, 5
 - SPANS
 - Exporte un fichier de concentrations, 38
 - Système de coordonnées, 92
 - T3
 - (voir Eléments finis)
 - T6
 - (voir Eléments finis)
 - Temps d'attente
 - ... d'une simulation, 31
 - Touches
 - d'action rapide, 6
 - Toxicité chronique, 101
 - Transect, 45
 - Triangles
 - (voir Eléments finis)
 - Tutoriel, 96
 - U.T.M., 92
 - Unités standardisées, 50
 - Unités standardisées de contaminants, 49, 99, 102
 - unités globales, 51
 - Unités toxiques, 102
 - Validation
 - Voir PANACHE, Tests de validation*
-



-
- Vecteurs-vitesses, 68
 - visualisation, 68
 - Viscosité turbulente, 75
 - Visualisation
 - menu de, 62
 - mise-à-jour, 91
 - objets, 63
 - palette, 88
 - zone de..., 83
 - Vitesse de cisaillement
 - de fond, 75
 - globale, 75
 - Vitesses, 75
 - Vitesses de courants
 - (voir Données hydrodynamiques)
 - Vue d'ensemble, 84

 - Zone de concentrations
 - entrée à l'écran, 43
 - par défaut, 43
 - visualisation, 78
 - zone de visualisation, 85
 - Zone de simulation, 16
 - vs - zone de concentrations, 43
 - délimiter une..., 17
 - nouvelle..., 18
 - pour visualiser la..., 18
 - visualisation, 66
 - zone de visualisation, 85
 - Zone de visualisation, 83
 - panoramique, 83
 - vue d'ensemble, 84
 - zone de concentrations, 85
 - zone de simulation, 85
 - zoom, 83
 - Zoom, 83