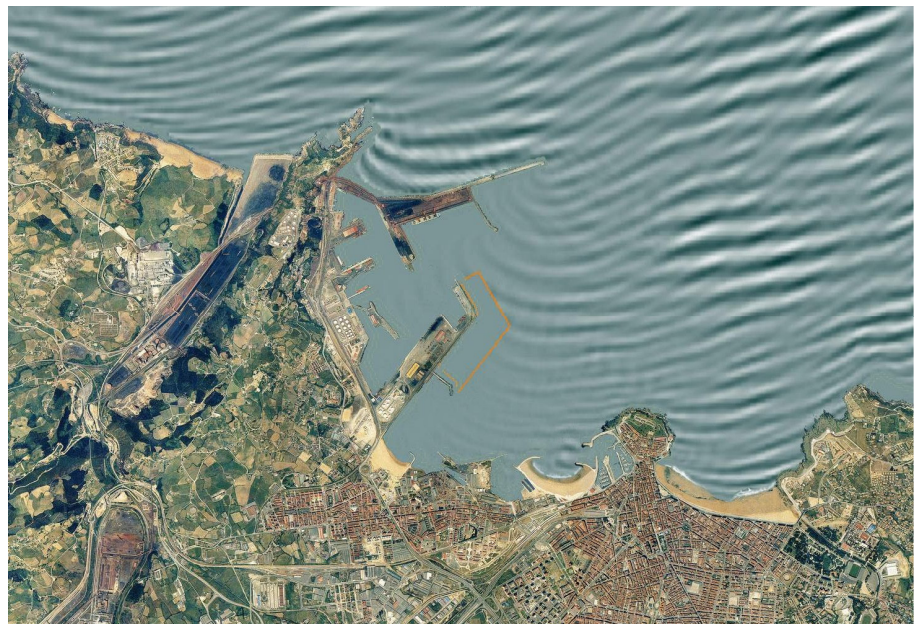




Modèle de houle, courants et  
Evolution morphologique de plage



## MANUEL DE L'UTILISATEUR Mopla 2.5



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

Dirección General de Costas

Universidad de Cantabria UC



AGENCIA  
ESPAÑOLA DE  
COOPERACIÓN  
INTERNACIONAL





## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	1.1
1.1 Qu'est-ce que le Mopla?.....	1.1
1.2 Que fait le Mopla? .....	1.1
1.3 Structure globale du Mopla .....	1.2
1.4 Utilisateur-type et connaissances requises .....	2.4
1.5 Comment installer le programme Mopla? .....	1.5
1.6 Comment exécuter le Mopla?.....	1.5
2. ASPECTS DE BASE DE CE MANUEL .....	2.1
2.1 Objectifs et portée.....	2.1
2.2 Contenu.....	2.1
2.3 Conventions suivies par ce manuel .....	2.2
3. RESTRICTIONS A L'APPLICATION DU MOPLA.....	3.1
3.1 Concepts généraux du Modèle .....	3.1
3.2 Interaction avec d'autres modèles .....	3.2
3.3 Hypothèses et restrictions du Mopla .....	3.2
4. DESCRIPTION DE L'INTERFACE GRAPHIQUE DU MOPLA .....	4.1
4.1 Que peut-on apprendre dans ce chapitre?.....	4.1
4.2 Structure globale de l'interface .....	4.1
4.3 Barre de menu.....	4.6
4.4 Fenêtre graphique .....	4.9
4.5 Pages de <i>Contrôle</i> .....	4.11
4.6 Page de Bathymétrie « Bathym. » .....	4.12
4.7 Page de Mailles.....	4.15
4.8 Page de <i>Cas</i> .....	4.20
4.9 Page de <i>Calcul</i> .....	4.25
4.10 Page <i>Voir</i> .....	4.27
4.11 Page <i>Imprimer</i> .....	4.39

## **CHAPITRE 1**

---

### **INTRODUCTION**



## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Qu'est-ce que le Mopla?

Le modèle intégral de « **M**orphodynamique de **p**lages » (Mopla) est un programme qui permet de simuler sur une zone littorale la propagation de la houle depuis les profondeurs indéfinies jusqu'à la ligne de côte. A partir des données de houle, Mopla effectue également le calcul des courants induits dans la zone de déferlement, et finalement simule l'évolution morphodynamique de la plage. Ce modèle fait partie du module d'« Analyse à court terme de plages » (« Acordes »).

### 1.2 Que fait le Mopla?

L'objectif de base du Mopla est de fournir un outil numérique au sein d'un environnement graphique attrayant qui permet aux utilisateurs de réaliser l'étude morphodynamique à court terme d'une plage donnée.

Le Mopla est un outil qui permet de réaliser une grande diversité de tâches. Quelques-unes sont énumérées ci-dessous :

(1) Concernant la propagation de houles :

- Propagation des houles monochromatiques ou spectrales depuis une profondeur indéfinie jusqu'à la zone de plage sur la côte en incluant les déformations dues à la réfraction, à la levée, à la diffraction et à la dissipation par déferlement et post-déferlement.
- Caractérisation des houles d'une zone littorale.
- Calcul des régimes moyens directionnels de houle en zones côtières.





- Propagation de houles exceptionnelles, qui permettent de définir les hauteurs de vagues de calcul pour le dimensionnement des ouvrages littoraux.

(2) Concernant les courants sur les plages :

- Caractérisation des systèmes de courants sur les plages.
- Détermination de l'intensité des courants sur les plages, soumise à une calibration préalable avec des informations mesurées in situ.
- Détermination du champ de courants pour le calcul du transport sédimentaire.

(3) Concernant l'évolution morphologique des plages :

- Calcul initial du transport sédimentaire dû à la houle et aux courants.
- Détermination des zones d'érosion et de sédimentation sur les plages.
- Evolution bidimensionnelle et horizontale d'une plage face à un évènement ponctuel.

### 1.3 Structure globale du Mopla

Le Mopla se compose de six modèles numériques, organisés en deux groupes : d'une part, ceux qui simulent les processus associés à la propagation d'un train d'ondes monochromatiques, et d'autre part, ceux qui simulent la propagation d'un état de mer, représenté par un spectre d'énergie de houle.





Les premiers modèles s'utilisent principalement pour la détermination des caractéristiques morphodynamiques moyennes d'une portion de côte. Ce premier groupe se compose des programmes suivants :

- Oluca-MC : Modèle parabolique de propagation de houle **M**onochromatique
- Copla-MC : Modèle de **C**ourants sur **pl**ages induits par le déferlement des ondes.
- Eros-MC : Modèle d'**E**rosion – **s**édimentation et évolution de la bathymétrie sur les plages.

En ce qui concerne les modèles du second groupe (modèles de houle spectrale), ils s'utilisent principalement pour l'analyse d'évènements exceptionnels, ou dans les cas qui requièrent plus de précision dans les calculs de hauteurs de vagues (conception de digues ou plus généralement d'ouvrages côtiers). Ce deuxième groupe est composé des modèles suivants :

- Oluca-SP : Modèle parabolique de propagation de houle **s**pectrale.
- Copla-SP : Modèle de **C**ourants sur **pl**ages induits par le déferlement de la houle spectrale.
- Eros-SP : Modèle d'**E**rosion – **s**édimentation et évolution de la bathymétrie (due à la houle spectrale).

Une description détaillée des aspects théoriques et des hypothèses sur lesquelles se fondent ces modèles peut être consultée dans les manuels de référence correspondants (en espagnol).





## 1.4 Utilisateur-type et connaissances requises

Le Mopla est un outil numérique qui s'adresse spécialement aux ingénieurs et techniciens dont les activités concernent le milieu littoral.

Bien que le Mopla ait été conçu avec soin, logique et avec une interface conviviale, et bien que le manuel contienne les procédures et une grande quantité de matériel de référence, le bon sens reste fondamental lors de toute application. Ici, «bon sens» signifie des connaissances d'hydrodynamique, de théorie linéaire et non linéaire de propagation d'ondes, de propagation de houles spectrales, de modèles de dissipation d'énergie par déferlement et friction, de modèles de courants dus au déferlement des vagues, de modèles de transport sédimentaire et d'évolution morphologique de plages, ainsi que des connaissances en modèles numériques.

Ces connaissances permettent à l'utilisateur du Mopla d'interpréter les résultats fournis par le modèle, et de savoir si ces résultats sont cohérents ou non. C'est dans cet objectif qu'ont été réalisés quatre manuels de référence (en espagnol), dans lesquels est présenté un résumé des formulations mathématiques des modèles de propagation de houle, de courants de déferlement et d'évolution morphologique de plages.

Les titres des manuels de référence sont :

- Modèle de « Propagation de houle monochromatique » (Oluca-MC)
- Modèle de « Propagation de houle spectrale » (Oluca-SP)
- Modèle de « Courants de déferlement sur plages » (Coplac-MC/SP)
- Modèle d'« Erosion/sédimentation » (Eros-MC/SP).





## 1.5 Comment installer le programme Mopla?

Le programme Mopla s'installe comme une partie du Système de Modélisation Côtière (SMC), un sous-dossier « Mopla » se créant dans le dossier « SMC ». Dans ce nouveau dossier sont sauvegardés les programmes et autres éléments associés au Mopla. Si l'utilisateur souhaite connaître les détails de l'installation, il pourra consulter le chapitre 3 du manuel de l'utilisateur du SMC.

## 1.6 Comment exécuter le Mopla?

Il existe plusieurs manières d'exécuter le Mopla :

- (1) Depuis le programme « Système de Modélisation Côtière » (SMC), aller dans le module de court terme sur la barre de menus :

### Court terme\Plan (Mopla)

Si aucun projet n'a été créé avec le SMC, le Mopla apparaîtra à l'écran et il sera possible de travailler avec le MOPLA comme s'il s'agissait d'un programme indépendant.

Par ailleurs, si l'utilisateur travaille, au sein d'un projet SMC, sur une alternative avec bathymétrie régénérée et ouvre le Mopla, celui-ci ouvre directement le dossier de bathymétrie régénérée et travaille dans le dossier correspondant. (Voir dans le manuel de l'utilisateur du SMC (figure 5.1), la structure d'un projet et, dans celui-ci, les dossiers de travail du Mopla pour les différentes alternatives).

- (2) Une autre façon d'exécuter le programme Mopla consiste à le charger directement depuis Windows. En fonction de l'environnement depuis lequel il s'exécute, on peut :







- L'exécuter depuis le menu de démarrage de Windows :  
**Menu de démarrage|Programmes|Mopla|Mopla.exe**
- L'exécuter à travers le *Gestionnaire de dossiers*. Le programme Mopla se trouve dans le sous-dossier Mopla, dans :  
**...\SMC\Mopla\Mopla.exe**
- Exécuter le programme (Mopla.exe) depuis l'option *Exécuter...* du menu dossier du *Gestionnaire de programmes*.

Au terme de l'une de ces opérations de chargement apparaîtra à l'écran le programme Mopla, avec lequel on pourra commencer à travailler.



## **CHAPITRE 2**

### **ASPECTS DE BASE DE CE MANUEL**



## 2. ASPECTS DE BASE DE CE MANUEL

### 2.1 Objectifs et portée

Le but de ce manuel est de servir de guide pour l'utilisateur, afin qu'il connaisse et apprenne à utiliser le programme Mopla de manière simple et efficace. A l'aide de ce manuel, l'utilisateur peut apprendre à réaliser des propagations de houle, à obtenir les courants de déferlement dans la zone de surf et à modéliser l'évolution morphodynamique d'une plage.

### 2.2 Contenu

Ce manuel se divise en quatre chapitres :

Le chapitre 1 donne une vision globale de ce qu'est le Mopla, ses objectifs, sa structure et ses utilisateurs potentiels.

Le chapitre 2 contient les aspects liés à ce manuel, les objectifs, le contenu et une liste de conventions employées dans celui-ci.

Le chapitre 3 évoque les limites de l'application du Mopla, ainsi que son interaction avec d'autres modèles.

Le chapitre 4 décrit l'interface graphique du Mopla, qui inclut un système de menus et de pages de contrôle du système.





## 2.3 Conventions suivies par ce manuel

Le programme Mopla est composé d'une interface graphique sous l'environnement Windows et d'un ensemble de programmes de propagation de houle. Cette interface nécessite des connaissances de base sur l'utilisation de l'environnement Windows. Dans ce manuel, on utilisera la terminologie suivante :

- **Appuyer sur le bouton** : signifie placer le pointeur de la souris sur le bouton du programme qui est indiqué et appuyer sur le bouton gauche.
- **Sélectionner le menu (menu/sous-menu)** : consiste à bouger le pointeur de la souris sur la barre de menus (laquelle se trouve dans la partie supérieure du menu principal), ensuite appuyer sur le bouton gauche de la souris sur l'option indiquée en premier lieu, et en maintenant le bouton appuyé, glisser jusqu'à indiquer l'option sous-menu. Ce faisant, l'option du sous-menu apparaîtra en relief (sélectionnée) : il faut alors lâcher le bouton gauche de la souris.
- **Sélectionner la page** : le programme comporte quelques éléments du type « page d'options », qui apparaissent comme un petit cahier avec des étiquettes. Pour sélectionner une de ces pages, on placera le pointeur de la souris sur l'étiquette désirée, et l'on pressera le bouton gauche.
- **Glisser le curseur** : se fait en maintenant pressé le bouton gauche de la souris sur le point depuis lequel on veut commencer à glisser, et en déplaçant la souris jusqu'au point final, où l'on relâche le bouton de la souris.

Beaucoup des composants du programme ont une structure hiérarchique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'options imbriquées les unes dans les autres. Pour simplifier leur énumération, on utilisera la notation suivante :

**OptionMajeure|OptionMineure|Sous-OptionMineure|...|OptionUltime**

qui indique que dans OptionMajeure, on sélectionnera OptionMineure et dans celle-ci, Sous-OptionMineure, et ainsi jusqu'à arriver à l'option finale. Par exemple :





- **Menu Fichier|Configuration** indique l'option « Configuration » dans le menu *Fichier*.
- **Bouton CalculRafraîchir** fait référence au bouton « Rafraîchir » dans la page *Calcul*.



## **CHAPITRE 3**

### **■ RESTRICTIONS A L'APPLICATION DU MOPLA**



## 3. RESTRICTIONS A L'APPLICATION DU MOPLA

### 3.1 Concepts généraux du Modèle

Les modèles du Mopla ont été appliqués dans de nombreux projets, concernant aussi bien la côte Espagnole que d'autres pays. Ils ont également été appliqués dans de nombreux projets de recherche et sont utilisés au sein de l'Université de Cantabrie à des fins plus théoriques ; cette expérience dans l'utilisation des modèles du MOPLA a permis de vérifier leur bon fonctionnement.

Afin de faire du Mopla une application conviviale pour les utilisateurs confirmés ou non, ont été inclus dans le modèle :

- Une interface souple et interactive à travers un système de menus, qui facilite pour l'usager la création et le maniement des dossiers, d'entrée comme de sortie.
- Une présentation graphique en couleur des différentes applications des menus sur l'écran.
- Un support graphique et digital de création automatique de mailles simples et liées à partir de l'interpolation d'une bathymétrie donnée.
- Une interface graphique qui permet de voir et de créer des graphes de résultats.
- Une création automatique des dossiers de graphiques prêts à l'impression.





### 3.2 Interaction avec d'autres modèles

Le programme Mopla a été conçu pour que les dossiers de sortie puissent interagir avec d'autres applications développées par le Groupe d'Ingénierie Océanographique et Côtière de l'Université de Cantabrie. Ces applications sont les suivantes :

- **Modèles de propagation d'ondes de marée (H2D, H3D) :**

Ces modèles propagent une onde de marée, en prenant en compte les effets du vent dans un estuaire, une baie ou une zone côtière, et en obtenant les vitesses  $U$ ,  $V$  ainsi que la surélévation de la surface libre  $\eta$ .

- **Modèles d'advection - dispersion (AD2D) :**

Modèles numériques bidimensionnels qui simulent le transport par advection et dispersion de substances dans une baie, un estuaire ou une zone côtière.

### 3.3 Hypothèses et restrictions du Mopla

Comme nous l'avons vu plus haut, le Mopla se compose de modèles numériques de « propagation d'ondes » (Oluca-MC/SP), de « Courants littoraux » (Copla-MC/SP) et d'« Erosion/sédimentation » (Eros-MC/SP). Ces modèles numériques se basent sur des modèles théoriques qui ont une série de restrictions. Afin d'évaluer si le modèle Mopla est applicable à un problème donné, il faut consulter les manuels de référence correspondants qui contiennent une description détaillée de tous ces aspects. Dans cette partie, les hypothèses sur lesquelles se basent tous ces modèles sont résumées, et l'on propose quelques recommandations utiles lors de la définition des limites des domaines de calcul.







## **Hypothèses du modèle parabolique de «Propagation d'ondes» (Oluca-MC/SP)**

### 1. Fluide

- Non visqueux
- Incompressible
- Densité constante

### 2. Flux

- Irrotationnel
- Stationnaire

### 3. Dynamiques

- Pression constante au niveau de la surface libre
- L'action du vent n'est pas considérée
- Les effets de l'accélération de Coriolis ne sont pas considérés

### 4. Contours

- Fond en pente douce :

Le développement mathématique des équations du modèle se base sur l'hypothèse que les variations du fond en coordonnées horizontales sont faibles en comparaison avec la longueur d'onde. Pour le modèle linéaire, Berkoff (1982) réalisa une comparaison entre un modèle numérique exacte et celui de l'équation de la pente douce pour des ondes se propageant sur une plage. Il trouva que jusqu'à des pentes de 1:3 le modèle de la pente douce est exact, et que pour des pentes plus grandes il prédit assez bien les tendances.





## 5. Propagation

- Faible non-linéarité :

Faible dépendance de l'équation de la dispersion avec l'amplitude de l'onde (monochromatique) ou de la hauteur de vague significative (spectrale) ; modèle non linéaire de Stokes-Hedges.

- Approximation parabolique :

Les ondes se propagent suivant une direction principale ( $x$ ), les termes en  $\left(\frac{\partial^2(\ )}{\partial x^2}\right)$  sont ainsi négligés. La solution est d'autant plus exacte que la variation par rapport à la direction  $x$  diminue.

Dans ce qui suit, quelques unes des principales limites d'application du modèle sont présentées :





- ***Limitations en termes de propagation de la houle***

1. Les pentes du fond doivent être plus faibles que 1:3 ( $18^\circ$ ) pour garantir la condition de pente douce. Voir figure 3.1.
2. L'angle de propagation à la première ligne ( $x = 0$ ) de la maille doit être compris dans l'intervalle  $\pm 55^\circ$ , par rapport à l'axe de propagation principal, l'axe  $x$ . (voir figure 3.2).
3. Il faut faire particulièrement attention à ce que la zone d'étude ne se trouve pas hors de la zone d'angles  $\pm 55^\circ$  par rapport à l'axe  $x$ , étant donné que les erreurs commencent à être importantes au-delà de cette limite d'angles. (Voir figure 3.2). Orienter autant que possible l'axe  $x$  de la maille dans la direction principale de propagation de la houle (voir figure 3.3).





4. Le modèle a été conçu pour être appliqué principalement à des zones côtières et de plages, où les phénomènes de propagation dominants sont la réfraction, la levée, la diffraction et le déferlement sur la plage. Il n'est pas applicable dans les cas où la réflexion est un phénomène important, comme dans le cas de résonance et d'agitation portuaires. (Voir figure 3.2).

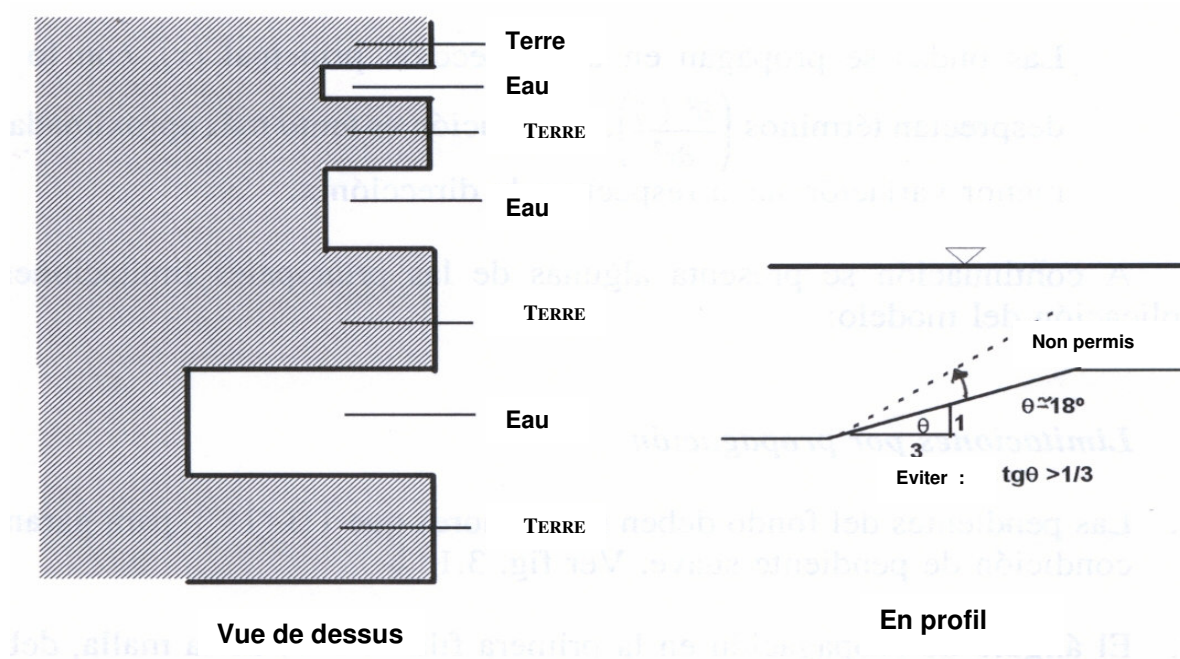


Figure 3.1. Représentation schématique du type de contours à éviter



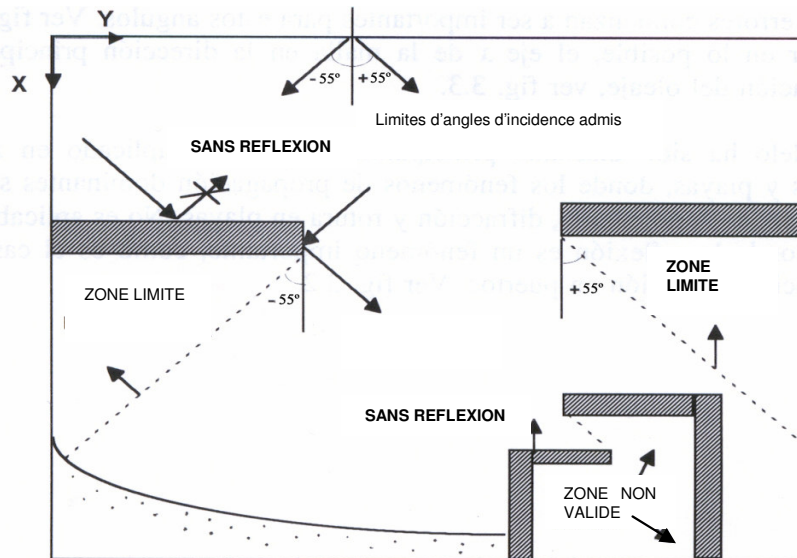


Figure 3.2. Zones valides de propagation et limites angulaires



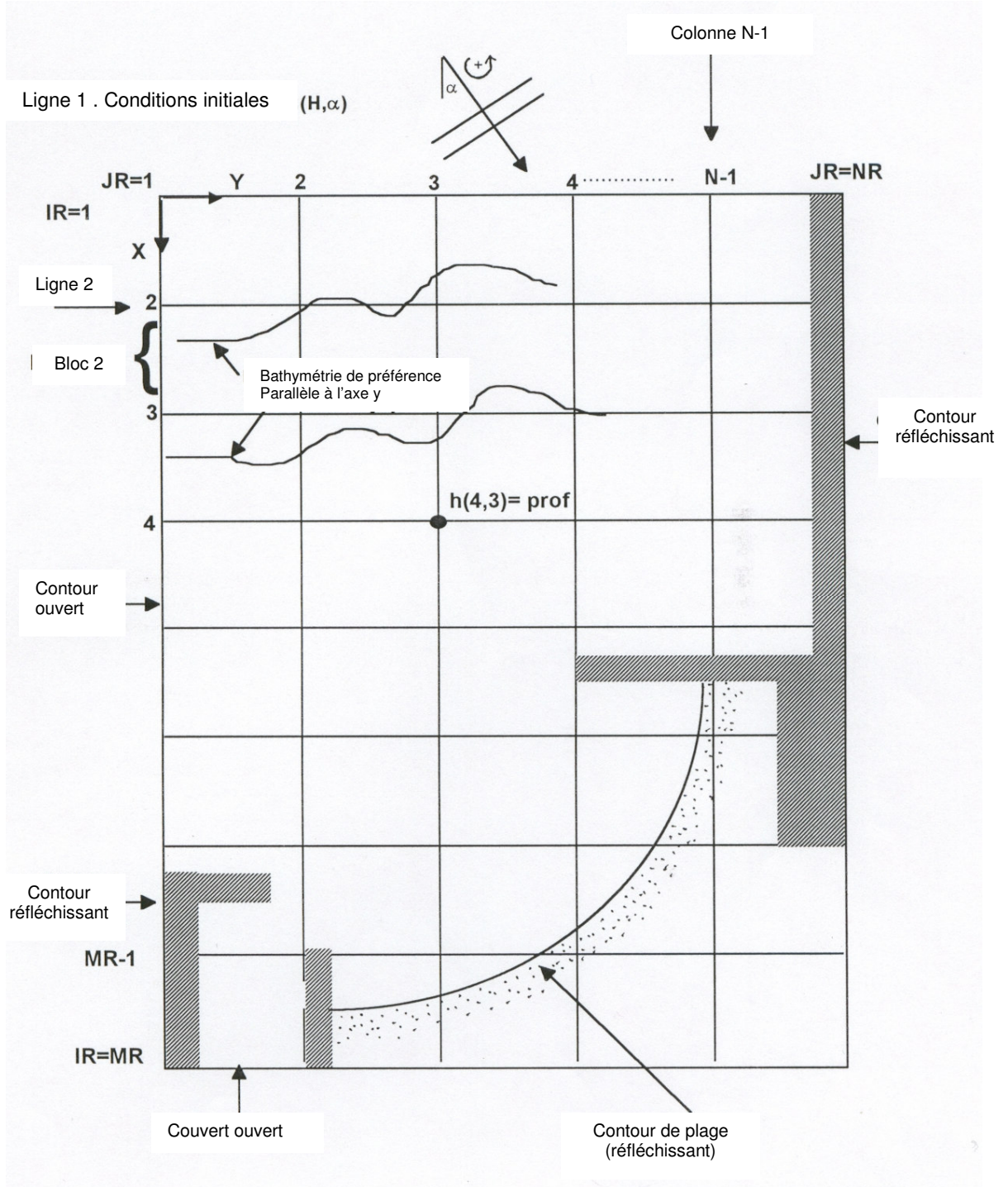


Figure 3.3. Schéma général d'une maille et contours correspondants





- ***Limitations en termes de contours et conditions initiales***

1. Eviter les changements de profondeur brusques dans la bathymétrie (pentes supérieures à 1:3), en particulier dans la zone d'étude.
2. Sur la première ligne de la maille ( $x=0$ ), les conditions initiales de la houle doivent être définies. On suppose que les caractéristiques de la houle incidente (amplitude, période et direction) sont identiques en chaque point de cette première ligne. Il faut donc dans la mesure du possible que cette ligne ne présente pas de variations de profondeur trop élevées.
3. Comme pour tout modèle numérique, il est nécessaire d'imposer des conditions aux limites latérales. Ces conditions aux limites ne sont jamais parfaites, et induisent du bruit numérique dans le système. Le modèle Mopla impose certaines conditions de contours latéraux réfléchissants, ou ouverts avec l'application de la loi de Snell. Il faut tenter de maintenir les contours latéraux le plus éloigné possible de la zone d'étude et faire en sorte que la bathymétrie au niveau de ces contours soit la plus parallèle possible à l'axe ( $y$ ) (voir figure 3.3).
4. Eviter les contours latéraux qui alternent eau-terre-eau, car ils sont susceptibles de créer du bruit numérique lors de l'exécution du programme (voir figure 3.1).
5. Suite aux limitations du modèle numérique au niveau des contours, le modèle propage les ondes pour des profondeurs supérieures à 0.30 m. Tenter de modéliser des essais de laboratoire à des profondeurs plus faibles donne lieu à des erreurs numériques.
6. Pour la résolution numérique, le programme limite de manière interne les lignes bathymétriques en zone terre de  $-7.0$  m.
7. Il existe des limites de dimensions maximale et minimale des éléments ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ) sur les mailles du domaine de calcul. On doit faire particulièrement attention à proximité des digues extérieures, à de grande profondeur ( $h > 20$  m), où il existe une taille de maille minimale en relation avec la période de la houle et de la profondeur (Voir détail dans la partie 3.10 du manuel de référence de l'Oluca SP -en espagnol-).





- **Limitations liées au dimensionnement du code du programme de propagation**

Les matrices du code du programme conditionnant le temps d'exécution, il a été créé une version du modèle de propagation de houle monochromatique et trois versions du modèle spectral. Le Mopla sélectionne le programme à exécuter en fonction des dimensions de la maille.

Dans le tableau ci-après sont présentés les dimensions maximales des matrices des colonnes suivant l'axe  $x$  et l'axe  $y$  de la maille de référence ainsi que le nombre de sous-divisions totales sur l'axe  $y$  :

Type de modèle	Code de Propagation	Noeuds de la Maille $x, y$ *		Sous-divisions $x$ **	Sous-divisions $y$ ***
		$x$	$y$		
Spectral	OLUSPf80	80	80	30	1500
	OLUSPf 150	150	150	40	2000
	OLUSPf 300	300	300	50	2500
Monochromatique	<i>Oluca-MC</i>	500	500	60	5000

\* Voir la nomenclature des noeuds de la maille et les sous-divisions, figures 3.1 et 3.2 des manuels de référence (en espagnol).

\*\* Nombre maximal de sous-divisions sur un bloc suivant l'axe  $x$ , voir figures 3.2 et 3.3 des manuels de référence.

\*\*\* Nombre maximal de sous-divisions tout le long de l'axe  $y$ . Si l'espace entre sous-divisions dans la zone d'étude est de 5 m par exemple, les dimensions maximales de la maille suivant l'axe  $y$  sont de 7.5 Km, 10 Km et 12.5 Km respectivement pour les trois versions du modèle « Spectral ».







## **Hypothèse du modèle bidimensionnel de «Courants sur plages» (Copl-MC/SP)**

### 1. Fluide

- Fluide homogène
- Incompressible
- Densité constante

### 2. Flux

- La variation du fond de la mer par rapport à l'horizontale est lente (accélérations verticales très faibles), ce qui implique que les principales caractéristiques du système de courants sur la plage apparaissent dans la variation horizontale des propriétés intégrées suivant la profondeur, la vitesse de courant ( $U$ ,  $V$ ) étant ainsi indépendante de la profondeur.
- Les mouvements associés aux courants sont permanents, ce qui permet l'intégration des équations suivant le temps (période de la houle). Ceci signifie que pour des périodes supérieures à celle de la houle, les variations temporelles sont négligeables. Chaque train d'onde incident crée son propre système circulatoire de courants.
- Les effets de viscosité moléculaire étant faibles, à part au niveau des contours, ainsi on peut admettre que le mouvement oscillatoire est essentiellement irrotationnel, Longuet-Higgins et Stewart (1962).
- Les fluctuations turbulentes dues à la houle sont négligeables.
- Les courants sont suffisamment faibles pour que l'on puisse considérer leur interaction avec le train d'ondes.

### 3. Dynamiques

- Pression constante à la surface libre
- On ne tient pas compte de l'action du vent
- On ne tient pas compte de l'accélération de Coriolis.





#### 4. Contours

Etant donné que les modèles Copla-(MC/SP) s'exécutent à partir des résultats des modèles Oluca-(MC/SP), ceux-ci emploient comme contours ceux définis au niveau de la maille de propagation.

#### 5. Limitations liées au dimensionnement du code du programme de courants

Etant donné que le Copla est lié à l'Oluca ; ce dernier définit les dimensions maximales des mailles. Il existe certaines versions avec des dimensions de nœuds de maille similaires à celles décrites antérieurement.

### **Hypothèses du modèle d'Evolution morphologique de plage (Eros-MC/S)**

Ce modèle évalue le transport sédimentaire à partir de formules d'interaction houle-courant.

Les hypothèses de chacune de ces formules sont données dans le manuel de référence de l'Eros-(MC/SP) (en espagnol). Cependant, il est rappelé à l'utilisateur que Eros est un modèle d'analyse à court terme, dont les temps maximaux de simulation ne doivent pas dépasser 72 heures.



## **CHAPITRE 4**

# **DESCRIPTION DE L'INTERFACE GRAFIQUE DU MOPLA**

---



## 4. DESCRIPTION DE L'INTERFACE GRAPHIQUE DU MOPLA

### 4.1 Que peut-on apprendre dans ce chapitre?

- Les concepts basiques et avancés de l'utilisation du programme
- La description détaillée des différentes pages et menus que contient l'interface graphique du programme.

Dans cette section, on définira quelques concepts de base et la description de la structure globale de l'interface du programme. En premier lieu, on présente la fenêtre principale du Mopla en la décomposant en ses éléments les plus importants. Ensuite, les pages de contrôles du programme seront décrites, en dissociant ses composantes et en expliquant leur fonction. Finalement, on verra d'autres fenêtres et menus accessoires qui apparaissent à certains moments de l'exécution du programme.

### 4.2 Structure globale de l'interface

Avant de commencer la description détaillée de l'interface du Mopla, on va définir certains concepts et expliquer comment ils sont structurés dans la logique du programme.

#### Définition des concepts de base

- **Bathymétrie.** C'est un fichier en format xyz qui définit la bathymétrie de la zone d'étude. **Il ne peut y en avoir qu'une.** Lorsque l'on charge cette bathymétrie, les mailles et les cas d'études associés à celle-ci seront aussi chargés.
- **Maille.** Une maille est une grille rectangulaire située sur une bathymétrie, qui ne dépasse pas les limites de celle-ci. Les valeurs dans les nœuds de la maille sont interpolées par le programme Surfer à partir des données de la bathymétrie. Ces valeurs interpolées forment la bathymétrie d'entrée, aussi bien pour le modèle de propagation d'ondes que pour celui des courants.



- **Maille liée.** Elles se nomment aussi mailles imbriquées. C'est un arrangement de différentes mailles de résolution différente, dans lequel, la dernière ligne d'une maille est colinéaire avec la première ligne de la suivante. De cette façon, on peut appliquer le modèle de propagation d'ondes à une maille et prendre les résultats obtenus comme données d'entrée de la maille suivante.
- **Cas de houle.** C'est un ensemble de paramètres de contrôle des modèles de propagation et de définition de la houle. Il s'applique à une maille ou un imbriquement de maille. On peut le diviser en deux, le cas simple et les cas de mailles liées.
- **Cas des courants.** Un cas de courants (ou cas de Copla) est une série de paramètres qui définissent les caractéristiques du flux des courants générés par une houle préalablement calculée avec le programme Oluca-(MC/SP). Ainsi, un cas de courants ne peut pas être étudié séparément, il doit toujours être associé à un cas simple ou à un cas de mailles liées.
- **Cas de transport.** C'est un groupe de paramètres qui permet de réaliser le calcul du transport de sédiments et/ou de l'évolution d'une plage. Il est associé à **un cas de courant**, et par conséquent, également à un cas de houle.
- **Cas.** Nous appelons **cas** la combinaison d'une maille simple ou liée avec un **cas de houle**. On peut inclure un **cas de courants** et un **cas de transport**.
- **Cas simple.** Cas appliqué à une seule maille.
- **Cas d'imbriquement.** On parle de cas d'imbriquement lorsque l'on applique un **cas** à un ensemble de mailles liées qui ont en commun le **cas de houle** de la maille extérieure.



### *Schéma de travail*

Le programme Mopla est structuré hiérarchiquement sur les concepts préalablement définis. Cette structure peut être présentée ainsi :

- **Bathymétrie.**
  - **Création de mailles.**
  - **Cas.**
    - **Mailles.**
    - **Cas de houle.**
    - **Cas de courants.**
    - **Cas de transport.**

Dans la partie supérieure de la hiérarchie, il y a une bathymétrie qui définit le projet d'étude. Sur cette bathymétrie, on peut définir une série de mailles simples et liées qui déterminent les domaines de calcul dans la zone d'étude.

A l'intérieur d'une session de travail, on peut définir différents cas. Le concept de cas englobe une série d'éléments : une maille simple ou liée, un cas de houle (monochromatique ou spectral), un cas de courant (optionnel) et un cas de transport (il est optionnel et requiert la présence d'un cas de courant).

Pour un ensemble de mailles liées, les cas de houle sont associés uniquement à la première maille de l'imbrication. Il faut seulement définir l'onde pour cette maille. Par ailleurs, les cas de courants et de transport sont uniquement associés à la dernière maille de l'imbrication, la zone d'intérêt étant supposée se trouver dans cette dernière maille.

Quand on résout un cas, le Mopla génère des fichiers d'entrée aux modèles (Oluca, Copla et Eros) et au fur et à mesure que l'on exécute ces programmes, on génère des fichiers intermédiaires et des résultats finaux.



## **Fenêtre principale du Mopla**

Le programme Mopla comprend une fenêtre principale où l'on visualise toute l'activité du programme, et une série de fenêtres secondaires qui apparaissent pour réaliser les travaux, comme par exemple montrer des graphiques ou visualiser des fichiers texte qui résultent de l'exécution du Mopla. La fenêtre principale se compose d'une série de sections spécifiques qui seront décrites par la suite (voir une image de la fenêtre principale sur la figure 4.1).

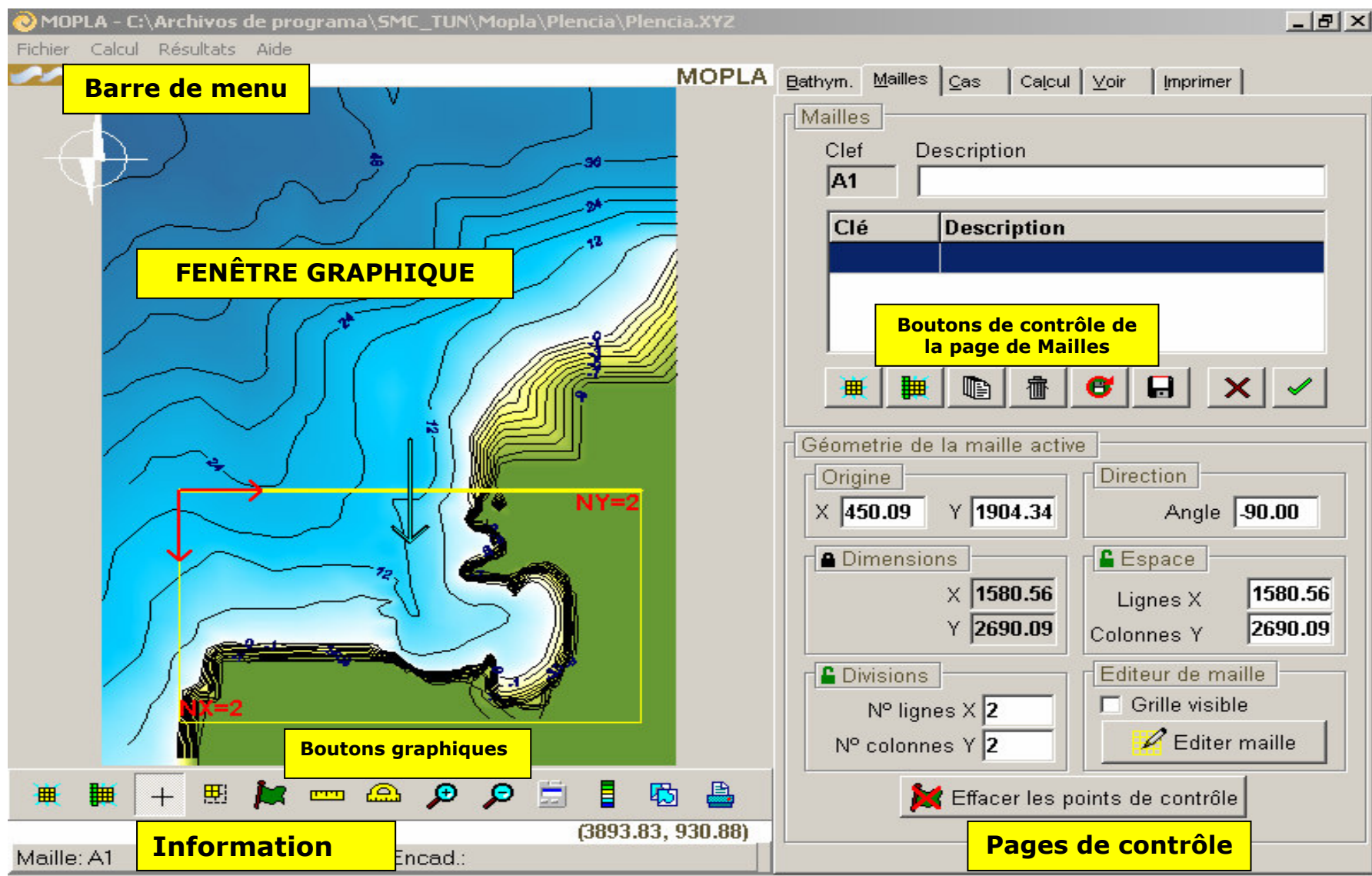


Figure 4.1. Fenêtre principale du Mopla





1. **La barre de menu.** Elle donne accès à quelques éléments du programme.
2. **La fenêtre graphique.** Elle permet de visualiser la bathymétrie et les mailles. Elle permet également de créer les mailles graphiquement sur cette aire.
3. **Les pages de contrôle.** Elles permettent de créer et d'éditer tous les paramètres qui définissent les mailles, les cas, les exécutions, les visualisations et l'impression de résultats.

Dans ce qui suit, chacune de ces sections est décrite.

### 4.3 Barre de menu

La barre de menu de Mopla comprend des entrées plus ou moins standard, comme celle du **Fichier** ou de **l'Aide**, et d'autres plus spécifiques comme **Calcul** et **Résultats**. Ces trois dernières permettent de raccourcir les opérations qui requièrent d'aller à d'autres pages du menu principal, mais elles n'ajoutent rien de nouveau l'utilisation du programme. Ci-après les différentes entrées sont décrites séparément.

#### A. Fichier

C'est une entrée de menu qui se retrouve dans quasiment tous les programmes Windows. On y rencontre en général les options qui permettent d'enregistrer, de charger des fichiers et de quitter le programme ainsi que la configuration des quelques aspects du programme. En cliquant sur fichier, les options suivantes apparaissent :

- **Ouvrir bathymétrie...:** cette option permet d'éditer la boîte de dialogue pour **Ouvrir une bathymétrie**.



- **Copier projet...:** cette option permet de copier tous les fichiers qui composent le projet actuel (bathymétrie, mailles et **cas**) dans un autre répertoire, sans inclure les fichiers de résultats des exécutions. Ceci a été fait dans le but de modifier la bathymétrie et de pouvoir appliquer dans celle-ci la même géométrie de mailles, de cas de houle, de courants et de transport.
- **Aller au DOS...:** si on sélectionne cette option, on ouvre une session DOS. Si on a ouvert préalablement une bathymétrie, l'écran des commandes apparaîtra directement dans le répertoire dans lequel se trouve la bathymétrie. Quand on désire sortir de la session DOS, il suffira d'écrire « EXIT » sur la ligne de commandes.
- **Imprimer :** cette option permet d'imprimer l'image de la bathymétrie qui apparaît sur la fenêtre graphique.
- **Configuration...:** cette option permet d'accéder à la boîte de dialogue de **Configuration** dans laquelle peuvent être modélisés certains aspects du programme.
- **Editer niveaux :** cette option permet de visualiser la boîte de dialogue de **Propriétés du graphique de la bathymétrie**. Ce dialogue permet de définir les paramètres visuels du graphique de la bathymétrie, les échelles de couleurs, les niveaux, la précision du graphique ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ), et le type d'interpolation pour le dessin.
- **Quitter :** termine l'exécution du programme en permettant d'enregistrer les changements éventuellement réalisés. Sélectionner cette option équivaut exactement à fermer le programme par n'importe quelle autre méthode standard de Windows.



- **Dernières bathymétries ouvertes** : c'est une liste qui nous permet de charger rapidement une des bathymétrie récemment utilisées sans avoir besoin de passer par la boîte de dialogue **Ouvrir bathymétrie**.

## B. Calcul :

Comprend les entrées suivantes :

- **Résoudre cas** : résoudre le cas actif. Equivalent au bouton « Page de calculCas Simple ».
- **Résoudre Imbriquement** : résoudre le cas d'imbriquement actif. Equivalent au bouton « Calculer » de la page de *Calcul* mentionnée plus loin.
- **Ajouter cas à la feuille de calcul** : ajoute à la feuille de calcul le cas simple actif.
- **Voir feuille de calcul** : montre la page *Calcul*, de la même manière que si l'on sélectionne l'élément correspondant dans les « pages de contrôle ».

## C. Résultats :

En cliquant dessus les entrées suivantes apparaissent:

- **Fichiers texte** : montre une fenêtre de *Viseur de texte* du cas actif, où apparaissent les fichiers d'entrée et de sortie des programmes : Oluca (houle), Copla (courants) et Eros (transport sédimentaire et évolution de plage).



- **Exécutions** : cette option permet de visualiser l' « Editeur de Notes des Exécutions », où apparaissent les détails des **cas** exécutés (dates, heures, mailles, paramètres, etc).

#### D. Aide :

Il s'agit d'un menu habituel des programmes de Windows, de même que ses deux uniques entrées :

- **Contenus** : ouvre une fenêtre d'aide de Windows avec les contenus d'aide sur le programme Mopla.
- **A propos de...**: montre une boîte de dialogue avec l'information générale, où l'on peut trouver entre autres le numéro de la version.

### 4.4 Fenêtre graphique

La fenêtre graphique permet de visualiser la bathymétrie (générée avec Surfer). Sur celle-ci on peut voir, éditer et insérer des mailles de façon graphique. De plus, on peut réaliser des mesures de distances et d'angles.

La fenêtre graphique se compose de trois sections : une zone où apparaît la bathymétrie sur laquelle on peut créer et visualiser des mailles. Une seconde qui contient les boutons graphiques que l'on peut désactiver ou activer sur la bathymétrie. Finalement, l'information d'état qui montre à chaque instant quelle maille et cas se trouvent activés.

La zone où l'on visualise la bathymétrie est référenciée à des axes cartésiens (x, y), comme le montre la figure 4.1. Les intervalles de ce domaine sont définis dans le fichier de la bathymétrie d'entrée, fichier dont nous parlerons plus tard.



Les boutons graphiques sont localisés en bas de la bathymétrie. Ils contrôlent les opérations de travail sur le plan de la bathymétrie. Ces boutons s'activent avec le bouton gauche de la souris et permettent d'effectuer les opérations suivantes :

- **Bouton « Créer maille graphiquement »** : ce bouton permet de définir sur la bathymétrie les contours d'une maille simple.
- **Bouton « Créer maille liée graphiquement »** : cette option permet de définir les contours d'une maille qui s'imbrique à une maille existante.
- **Bouton « Sélection »** : ce bouton permet de sélectionner une maille existante sur le plan de la bathymétrie. Une fois que l'on sélectionne une maille la couleur de ses contours change du blanc au jaune. Quand nous sélectionnons la maille, elle devient en une « maille active » de la bathymétrie.
- **Bouton « Mouvement/taille »** : cette option permet de déplacer une maille simple sur la bathymétrie. Il permet également de modifier les dimensions de la maille en l'étirant à partir de ses coins.
- **Bouton « Ajouter/quitter points de contrôle »** : ce bouton permet de situer (ou d'effacer) les points de la maille dans lesquels on vérifiera la convergences des calculs du courants.
- **Bouton « Distances »** : avec cet outil, on peut mesurer les distances en mètres entre deux points de la bathymétrie.
- **Bouton « Angles »** : ce bouton permet à l'utilisateur de mesurer les angles sur la bathymétrie.
- **Bouton « S'approcher »** : permet d'effectuer un rapprochement (zoom) des zones de la bathymétrie.
- **Bouton « S'éloigner »** : cet outil désactive n'importe quel zoom réalisé préalablement.
- **Bouton « Plein écran »** : cette option permet d'agrandir la fenêtre de la bathymétrie, facilitant les opérations graphiques sur celle-ci.



- **Bouton « Montrer l'échelle des couleurs de la bathymétrie »** : ce bouton fait apparaître sur l'écran une échelle de couleurs du graphique de la bathymétrie.
- **Bouton « Copier l'image de la bathymétrie »** : cette option nous permet de copier dans le presse-papiers de Windows une image de la bathymétrie avec les éléments visibles à cet instant.
- **Bouton « Imprimer l'image de la bathymétrie »** : comme son nom l'indique, il permet de sortir sur imprimante l'image de la bathymétrie avec les éléments visibles jusqu'à ce moment-là.

Ces boutons sont les boutons graphiques qui contrôlent les opérations sur le plan de la bathymétrie.

Finalement, l'information d'état est la barre inférieure gauche, qui montre à chaque instant la clé de la maille active, avec un cas également actif. Par ailleurs est fournie l'information associées aux distances, aux angles mesurés sur la bathymétrie et aux coordonnées (x, y) de n'importe quel point sur le plan.

## 4.5 Pages de *Contrôle*

C'est la partie de la fenêtre principale que l'on trouve à droite, et c'est le centre de contrôle de l'interface de l'utilisateur. Elle est divisée en six pages différentes auxquelles on peut accéder en sélectionnant n'importe quelle étiquette située dans la partie supérieure. Ces pages sont :

### **A. Page de *Bathymétrie* :**

Permet de créer un nouveau plan de travail (lecture d'une bathymétrie et ligne de côte). Elle permet également de changer la bathymétrie actuelle et de montrer l'information relative à celle-ci.

### **B. Page des *Mailles* :**

Dans cette page on peut créer, effacer et modifier des mailles.

**C. Page d'ondes**

Dans cette page, on définit les cas d'étude (mailles, vagues, courants et transport).

**D. Page *Calcul* :**

Elle permet d'exécuter les modèles pour les différents cas définis dans la page précédente.

**E. Page *Voir* :**

Dans cette page on peut visualiser les résultats obtenus pour la résolution des cas et définir les formats des graphiques de sortie pour l'impression.

**F. Page *Imprimer* :**

Cette page permet d'imprimer les graphiques de résultats des différents cas et/ou de les structurer dans un fichier Surfer.

Etant donnée l'importance de ces pages de *Contrôle*, chacune d'elle est décrite en détails ci-après.

**4.6 Page de Bathymétrie « Bathym. »**

Le programme Mopla est structuré de façon à ce que, dans une session de travail, une seule bathymétrie existe. Dans cette page on peut étudier l'information générale de la bathymétrie lue (voir figure 4.2).

Cette page est celle qui apparaît au début du programme, et on ne pourra pas accéder aux autres pages tant qu'un fichier de bathymétrie et la direction du Nord n'auront pas été définis.



Dans la partie inférieure de cette page, on peut voir une icône « ouvrir bathymétrie » semblable à celui défini précédemment dans la barre de menu (Fichier/Ouvrir Bathymétrie...). Lorsque ce bouton est activé, on accède à la boîte de dialogue d'« ouvrir bathymétrie ». Si une bathymétrie a bien été chargée, on peut voir les champs de texte lui correspondant et comprenant ses données. Ces champs sont les suivants :

- **Répertoire** : montre le chemin (*path*) ou le répertoire où se trouve le fichier de bathymétrie. Ce répertoire contient également les données relatives à la maille, au cas, etc.
- **Bathymétrie** : c'est le nom du fichier de bathymétrie (le programme peut lire tout les types d'extension, mais l'extension [.]xyz, lue par défaut, est recommandée).



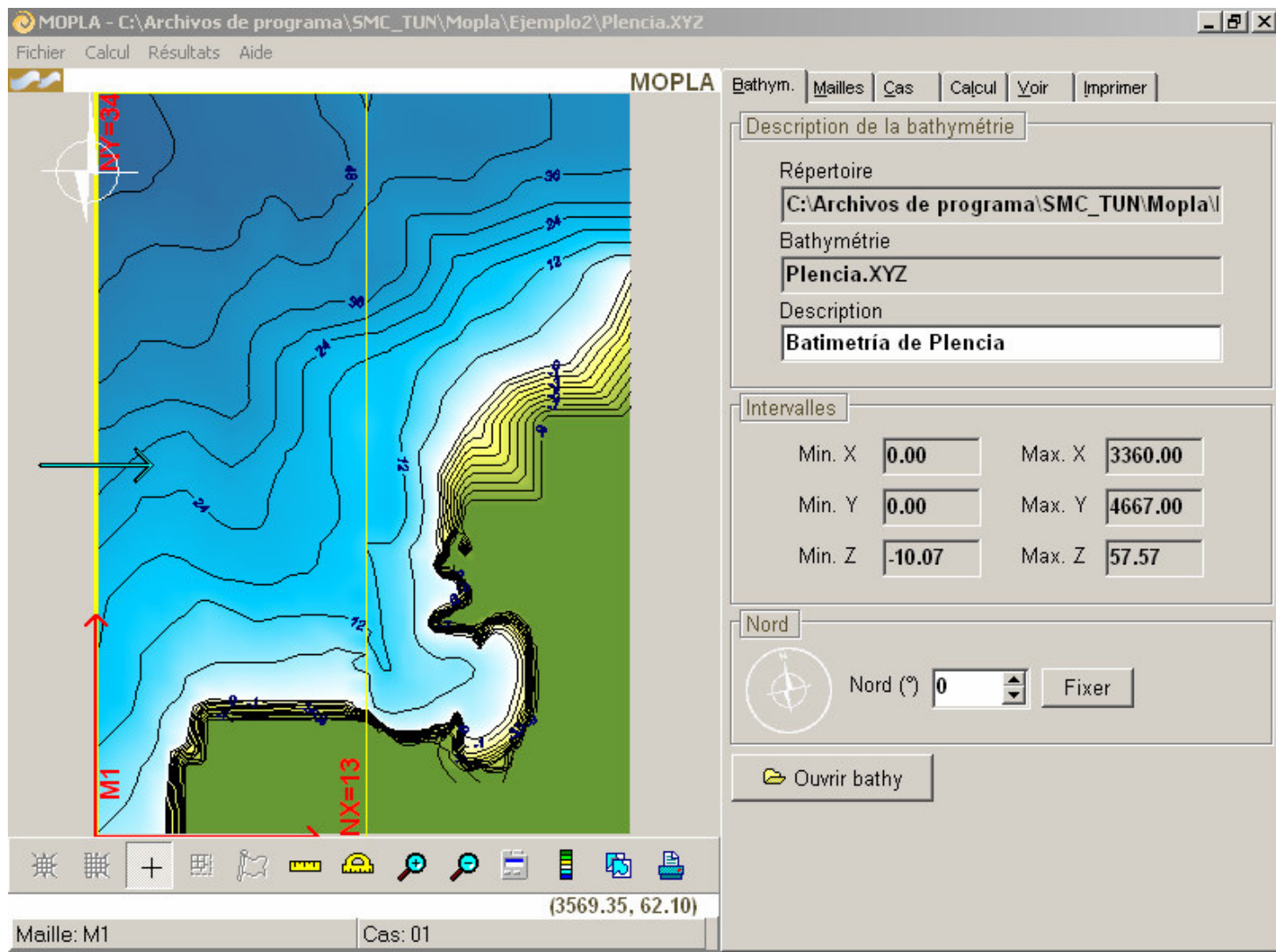


Figure 4.2. Page de Bathymétrie



- **Description** : Seul champ éditable de cette page, il présente une courte description de la bathymétrie. Cette description peut être modifiée et sera sauvegardée sur le disque lorsque l'on quittera le programme ou que l'on changera la bathymétrie. Elle est utilisée comme titre pour l'impression des graphiques.
- **Rangs** : dans cette partie sont présentés les valeurs maximales et minimales dans les trois dimensions pour la bathymétrie actuelle. De même que le répertoire et le nom de la bathymétrie, ces champs à caractère informatif ne peuvent pas être édités.

#### 4.7 Page de Mailles

Cette page montre l'information associée aux mailles et permet également de modifier les valeurs qui les définissent. L'aspect de cette page est présentée figure 4.3.

- Ce que l'on remarque d'abord dans la partie supérieure, c'est la clé qui identifie la maille active ainsi que sa description. Cette maille active apparaît alors sélectionnée (de couleur jaune) dans la fenêtre graphique.
- Immédiatement en dessous, on peut voir une liste avec toutes les mailles générées sur la bathymétrie et enregistrées sur le disque. Dans cette liste, la maille active apparaît sélectionnée. Si l'on souhaite changer de maille active, il suffit de sélectionner une autre maille de la liste en appuyant sur le bouton gauche de la souris.
- Plus bas se trouve une ligne de boutons qui permettent de réaliser différentes opérations avec la maille. Chaque bouton contient un petit dessin représentatif de l'opération qu'il réalise. De plus, lorsqu'on place le pointeur de la souris sur l'un d'eux, une brève description de l'opération correspondante apparaît. Cette fonction se retrouve sur de nombreux boutons de la fenêtre principale.

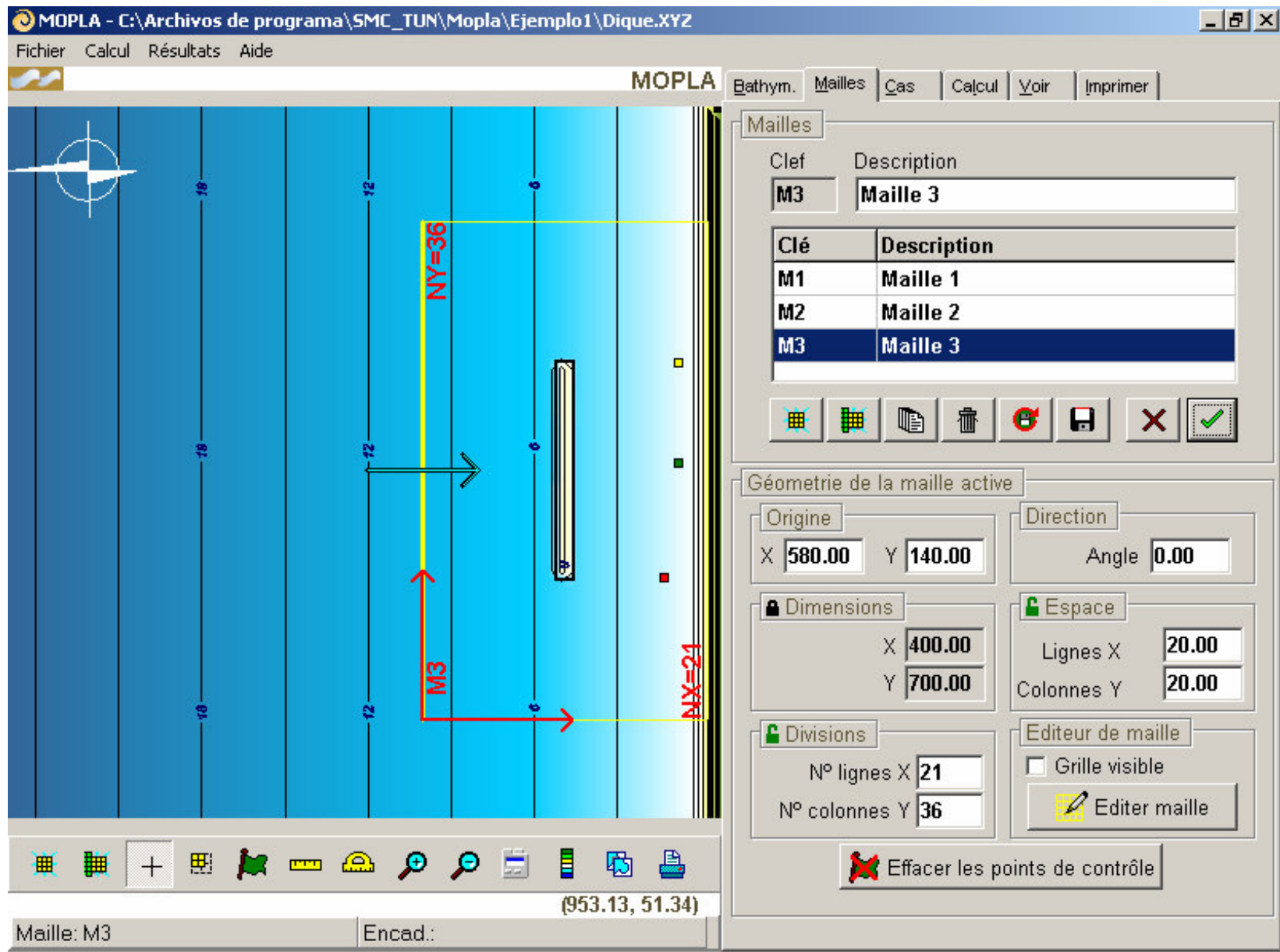


Figure 4.3. Page de Mailles



- Bouton « Créer maille » : il permet de créer une maille sur la bathymétrie, et a la même fonction que le bouton de la fenêtre *Graphique*.
  - Bouton « Créer maille liée » : il crée une maille liée. Il s'agit du même bouton que dans la fenêtre *graphique*.
  - Bouton « Copier maille » : il crée une copie de la maille active.
  - Bouton « Effacer maille » : il efface une maille de la liste.
  - Bouton « Récupérer donnée du disque » : il récupère la configuration d'une maille à partir de la dernière sauvegarde sur le disque.
  - Bouton « Enregistrer sur le disque » : il enregistre les données de la maille active sur le disque.
  - Bouton « Annuler les changements » : il récupère à partir de la mémoire RAM, la dernière configuration valide.
  - Bouton « Valider les changements » : il valide les changements dans la mémoire RAM (il n'enregistre pas sur le disque).
- En-dessous des boutons, on dispose de l'information « Géométrie de la maille active ». Cette partie consiste en une série d'étiquette qui contiennent les champs numériques éditables, comme montré ci-après :

- **Champs de l'origine de la maille :**

Dans cette zone apparaissent les composantes x et y de l'origine de la maille dans le système de coordonnées de la bathymétrie. L'origine de la maille décrit la position de la première ligne en x et de la première colonne en y.

- **Champ de direction :**

Ce champ montre la direction de l'axe x de la maille (en degrés sexagésimaux), par rapport à l'axe x de la bathymétrie (on considère les angles positifs dans le sens contraire des aiguilles d'une montre).



- **Champs de dimensions, divisions et espace :**

Ce sont une série de champs qui sont reliés géométriquement entre eux. Les dimensions de l'axe x et de l'axe y de la maille en mètres, le nombre de lignes sur l'axe x et de colonnes sur l'axe y, l'espace en mètres entre lignes et colonnes sont liés de façon à ce que pour chaque axe, deux paramètres quelconques définissent la géométrie de la maille. Pour l'axe x, le nombre de lignes moins 1 multiplié par l'espace entre celles-ci donne la longueur sur l'axe x de la maille. De même pour l'axe y.

Ceci est dû au fait que deux des trois paramètres antérieurs définissent géométriquement la maille. Le programme permet de bloquer une des grandeurs (dimensions, division ou espace), de façon à ce qu'elle reste constante. Ainsi, si l'on change un des paramètres non bloqués, on changera aussi l'autre champ non bloqué. Le champ bloqué est représenté par un bouton qui représente un cadenas.

Par exemple, si les dimensions de l'axe x sont bloquées avec une valeur de 400 m et que l'on introduit 9 comme valeur du nombre de lignes, il apparaîtra automatiquement une valeur de 50 m pour l'espace entre les lignes. Si maintenant on change l'espace entre les lignes de l'axe x par 100 m, le programme introduira automatiquement 5 pour le nombre de lignes, comme le montre la figure 4.3

Quand une maille active est associée à une ou plusieurs mailles liées, on ne pourra pas modifier les dimensions de l'axe y et de l'axe x ni l'origine, ni le nombre de colonnes. Ceci est dû au fait que n'importe quel changement de ces données affecterait également les mailles liées. Si la maille est liée uniquement à une maille de rang supérieur, on ne pourra pas modifier les dimensions de l'axe y, la direction, l'origine et les colonnes. Par contre, ses dimensions sur l'axe x seront libres d'être modifiées.



- **« Editeur de Maille » :**

Dans cette section, on peut visualiser la grille de maille. Nous pouvons donc modifier la bathymétrie des nœuds de la maille active. Cette opération s'effectue en appuyant sur le bouton « Editer maille ». La maille apparaît alors à l'écran avec un graphique comprenant la bathymétrie de ses nœuds. En appuyant sur n'importe lequel de ces noeuds, « l'Editeur de Mailles » apparaît avec la bathymétrie du point. L'utilisateur peut modifier cette valeur et appuyer sur le bouton « Changer ». Cette option pourra être répétée autant de fois que souhaité. Pour terminer, appuyer sur le bouton du coin supérieur droit « Changer ». L'« Editeur de Mailles » se désactive en appuyant de nouveau sur le bouton « Editer maille ».

Une fois que la maille est modifiée et sauvegardée, si nous réalisons n'importe quelle modification de maille et nous l'enregistrons de nouveau, nous perdrons les changements réalisés avec l'« Editeur de Mailles ». Autrement dit, nous récupérerons la maille originale obtenue à partir de la triangulation avec les points de la bathymétrie.

- **Effacer les points de contrôle :**

Dans la partie inférieure de la page, se trouve un bouton « Effacer les points de contrôle ». Comme on le verra plus tard, il est possible d'associer à une maille donnée des points de contrôle. Ces points de contrôle sont utiles pour le calcul des courants de déferlement de la houle. Ils permettent de voir l'évolution des vitesses et l'élévation du niveau moyen des mers dans le temps. Si on désire éliminer les points de contrôle existants sur la maille, on utilise ce bouton.

- **Information sur la maille antérieure :**

Juste en dessous du bouton « Effacer les points de contrôle » existe une ligne de texte qui fournit des informations sur la maille antérieure à la maille active dans le cas où celle-ci est une maille liée, c'est-à-dire des informations sur la maille à partir de laquelle on a créé la maille actuelle.



## 4.8 Page de *Cas*

La page de *Cas* (figure 4.4) permet de créer, d'éditer ou simplement de consulter un cas.

Comme indiqué plus haut, un **cas** se définit à partir d'une maille simple ou d'une série de mailles liées. Associées à ces mailles, peuvent être définis des cas de houle sur la maille simple ou sur la première maille de l'imbrication. L'utilisateur peut alors associer un cas de courants et de transport sédimentaire (évolution de la plage) à la dernière maille d'un imbrication ou sur une maille simple.

Dans la partie supérieure de la page de *Cas*, apparaît une liste, fonctionnant de la même façon que la liste de la page *Mailles*. Dans cette liste, apparaissent les cas qui ont été générés et sauvegardés sur le disque. Les cas avec une onde bleue (dans la colonne « clé », voir figure 4.1) sont associés à une houle monochromatique, les cas avec un spectre de couleur rouge à une houle spectrale. En appuyant sur la liste avec le bouton droit de la souris, il apparaît sur l'écran un menu contextuel, où l'on peut actionner les boutons en dessous de la liste et également les trois boutons suivants :

- **Calculer maintenant** : réalise le calcul du cas actif. Cette opération peut également être effectuée depuis la page de *Calcul* comme on le verra plus tard.
- **Actualiser fichiers** : c'est une manière d'exécuter des cas sur des plateformes plus rapides et d'amener ensuite les résultats au Mopla (sur un PC), pour les visualiser et les imprimer. Il s'agit d'une option pour les utilisateurs avancés. Certains utilisateurs qui disposent des codes des modèles (Oluca, Copla et Eros), et réalisent les calculs sur des plateformes plus rapides que le PC où est installé le Mopla pourront : (1) créer les fichiers d'entrée des modèles sur PC où se trouve le Mopla (2), puis exécuter les programmes sur l'autre plate-forme ; (3) récupérer les fichiers de sortie et les copier dans le répertoire de travail sur le PC (où se trouve le Mopla). Finalement, ils pourront activer l'option « Actualiser fichiers » et utiliser le Mopla pour visualiser et imprimer les résultats.



- **Envoyer à la feuille de calcul** : inclut le cas actif dans la **Feuille de calcul** (page de *Calcul*) de façon à ce que l'on puisse l'exécuter plus tard.

Les boutons qui sont en bas de la liste d'imbrication sont ordonnés de gauche à droite :

- Bouton « Créer cas ».
- Bouton « Copier cas ».
- Bouton « Effacer cas ».
- Bouton « Récupérer les données du disque ».
- Bouton « Enregistrer cas ».

Dans ce qui suit, le processus pour créer un **cas**, incluant l'utilisation des sous-pages de *Mailles* et *Dynamique* est décrit. Le fonctionnement des boutons non utilisés lors de ce processus est similaire à celui décrit antérieurement dans le sous-chapitre relatif à la page de mailles.

### ***Comment créer un cas***

Pour créer un nouveau **cas** appuyer alors le bouton « Créer cas » (premier bouton en bas de la liste). Apparaît alors sur l'écran l'« Editeur de Nouveau Cas » (voir la figure 4.4). Dans la partie supérieure de cet éditeur, l'utilisateur définit le nombre de cas en introduisant deux caractères (par défaut apparaît une numérotation séquentielle des cas). Dans la partie gauche, se trouvent deux boutons permettant de sélectionner le type de propagation (une onde monochromatique ou une houle spectrale). Appuyer sur l'un de ces deux boutons. Ensuite, sélectionner une des possibles mailles qui ont été créées (pour les mailles liées, seule apparaît la maille extérieure). Finalement, appuyer sur le bouton « Valider ».

Dans la partie inférieure de la page de cas, on trouve 2 sous-pages : *Maille* et *Dynamique*. Dans la première, on dispose de l'information sur les mailles qui forment l'enchaînement, dans la seconde, les paramètres morphodynamiques des cas sont définis.





### *Sous-page de Mailles*

Dans cette sous-page on dispose de l'information géométrique de l'enchaînement de maille, c'est-à-dire les mailles qu'il contient.

Dans la partie supérieure de la sous-page de *Mailles*, apparaît une liste avec les mailles formant l'enchaînement. Elles respectent leur ordre d'entrée, la maille de détail étant la dernière de la liste. Cette liste est uniquement informative, ses lignes ne peuvent pas être sélectionnées.

Juste en-dessous, une autre liste inclut toutes les mailles qui ont été définies comme liées. Ces mailles sont donc celles permettant l'enchaînement avec des mailles antérieures (voir figure 4.4).

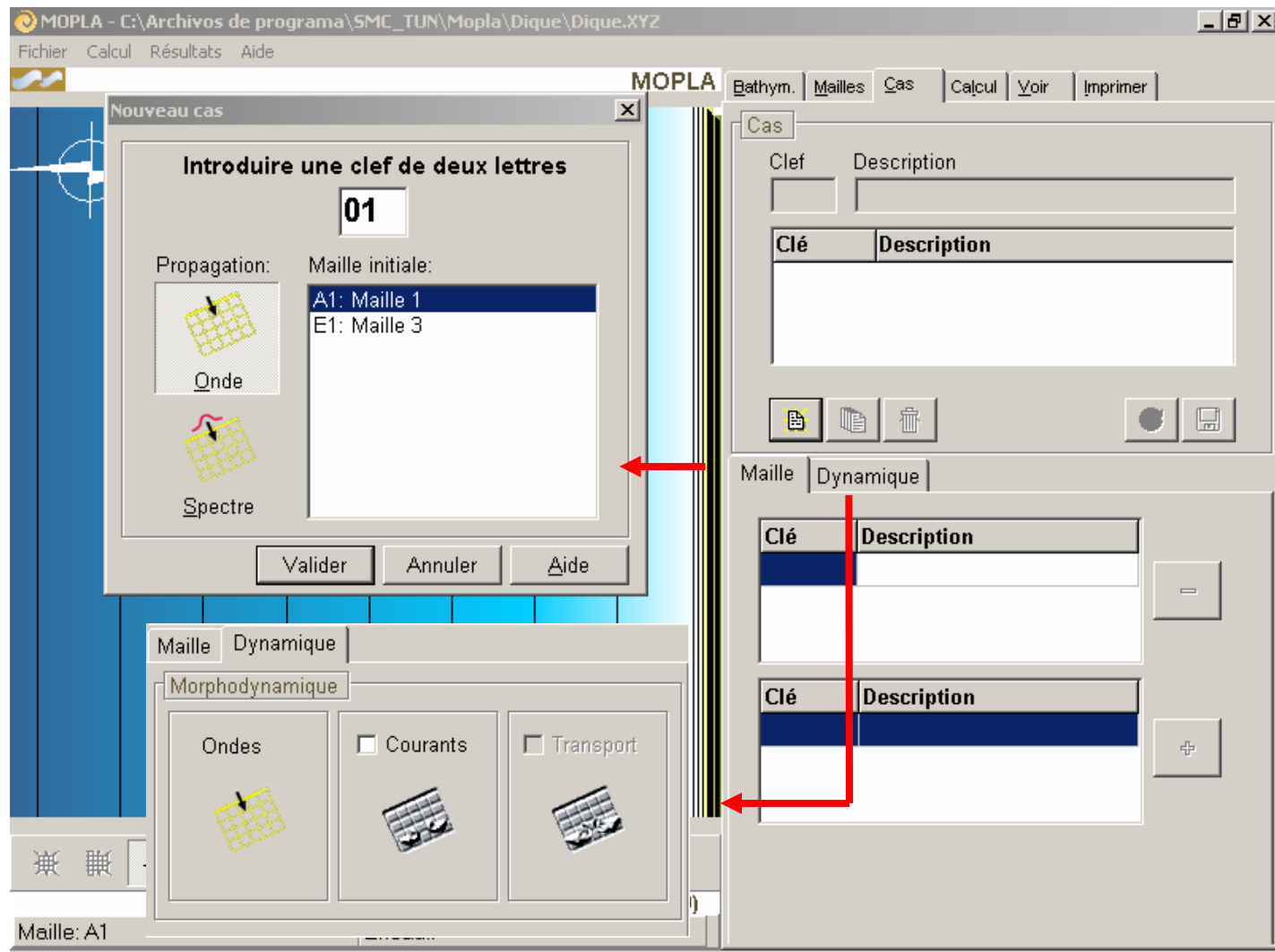


Figure 4.4. Page de Cas



A la droite de ces deux listes apparaissent deux boutons, le bouton « Ajouter maille » avec un signe plus et le bouton « Quitter maille » avec un signe moins :

- **Bouton Ajouter maille « + »** : ce bouton ajoute la maille inférieure de l'enchaînement de la liste sélectionnée. Cette opération fait apparaître la maille à la fin de la liste des mailles qui composent l'enchaînement.
- **Bouton Enlever maille « - »** : lorsque l'on appuie sur ce bouton, on élimine de la maille occupant la dernière place dans l'enchaînement.

#### *Sous-page de dynamique :*

Cette sous-page contient l'information morphodynamique du cas que l'on souhaite étudier. Dans la figure 4.4 apparaissent trois boutons : « Ondes », « courants » et « transport ».

Le premier bouton « Ondes » affiche à l'écran l'« Editeur d'ondes » (si on sélectionne une onde monochromatique) ou l'« Editeur de spectre » (si notre vague est spectrale), ce qui nous permet de définir un cas de vague.

Le bouton suivant, « courant », permet de définir les paramètres du cas de courants dans la maille de détail ou la maille simple. Il apparaît alors à l'écran l'« Editeur de courants ».

Enfin, le bouton « Transport » n'est utilisable que si nous avons sélectionné au préalable le cas de courant. Lorsque ce bouton est activé, apparaît l'« Editeur de transport » à partir duquel on définit le cas de transport.

Une fois le cas créé, nous appuyons sur le bouton « Enregistrer le cas » comportant une disquette, apparaît alors la liste des cas créés.



## 4.9 Page de *Calcul*

Cette page permet d'exécuter les cas de façon automatique.

### *Feuille de Calcul*

Le premier élément de la page est la feuille de calcul. Elle se présente sous la forme d'une liste dans laquelle on peut introduire différents cas. Les opérations sur la feuille de calcul sont réalisées à partir des boutons qui se trouvent en dessous d'elle (voir figure 4.5). Ces boutons sont les suivants :

- **Bouton « Calculer »** : ce bouton permet d'exécuter de manière séquentielle tous les cas qui figurent dans la liste.
- **Bouton « Ajouter »** : lorsque l'on appuie sur ce bouton, on fait apparaître la boîte de dialogue *Ajouter calcul*, qui permet de choisir un cas à ajouter à la feuille de calcul.
- **Bouton « Effacer »** : supprime de la feuille de calcul le cas sélectionné.
- **Bouton « Nettoyer »** : efface tous les cas de la feuille de calcul.

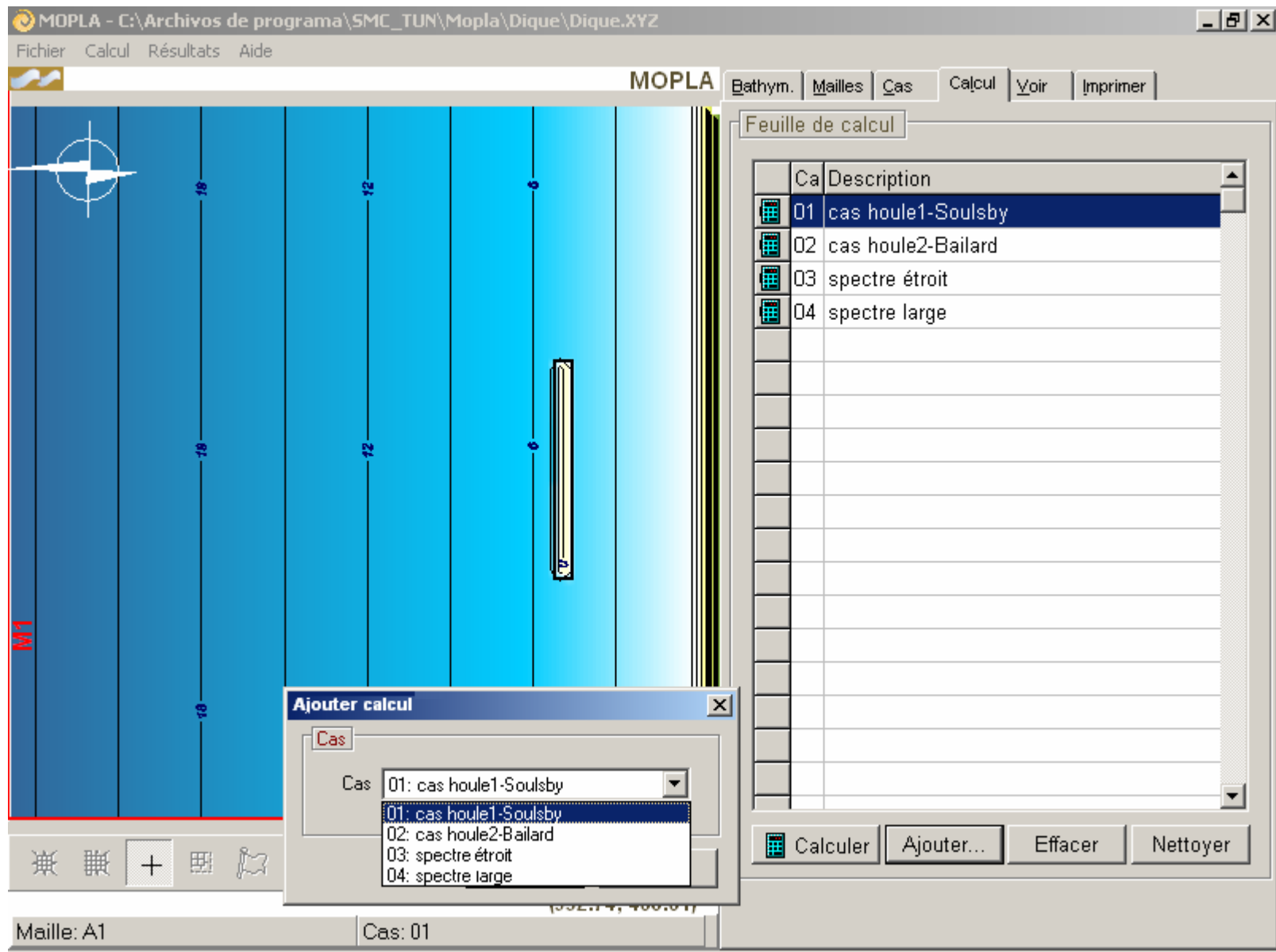


Figure 4.5. Page *Calcul*



## 4.10 Page Voir

Dans cette page on peut visualiser les résultats de propagation des vagues (monochromatique ou spectrale), les courants sur les plages et le transport sédimentaire (érosion/sédimentation et évolution de la plage). Elle permet d'autre part à l'utilisateur d'éditer les graphiques pour ensuite les imprimer.

Cette section n'inclut pas de graphiques de résultats étant donné que l'ensemble des graphiques pouvant être créés à partir de cette page seront présentés dans les exemples d'application.

Une description du contenu de cette page est proposée ci-après.

- **Élément voir :**  
Dans cette section nous sélectionnons le cas et la maille de calcul dont on souhaite voir les résultats (voir la figure 4.6).
- **Topographie :**  
La topographie issue de la maille de résultats peut être représentée par deux types de graphiques : **Topographie 2D**, qui est un graphique de cotes dans le plan (x,y). La seconde option est la **Topographie 3D** qui correspond à une perspective isométrique en (x,y,z). Lorsque nous activons ces boutons apparaît à l'écran la boîte de dialogue *Option de graphique* qui permet de configurer le graphique (intervalles d'isolignes, échelles de couleurs, intervalle spatial, etc.).

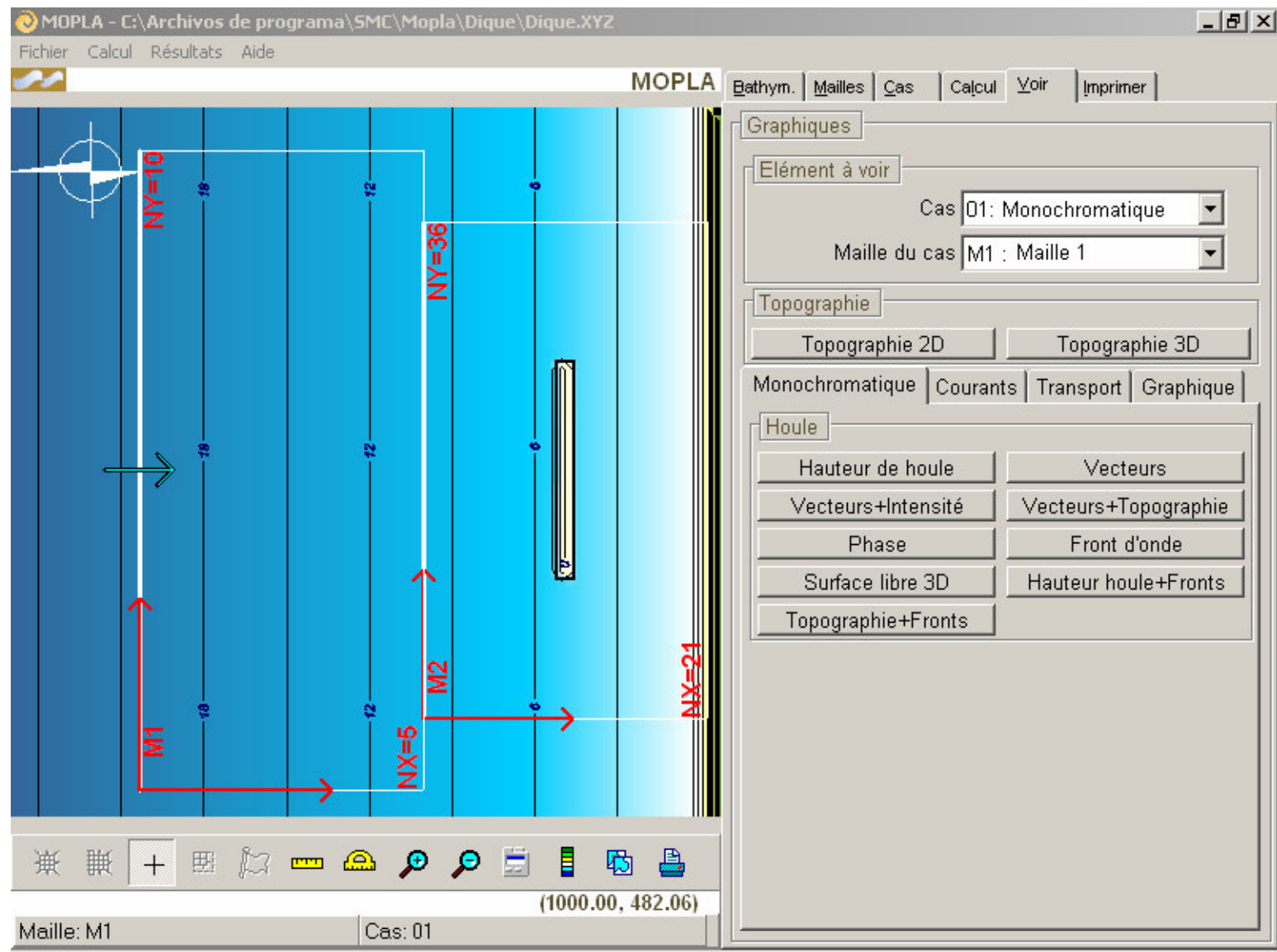


Figure 4.6. Page *Voir* résultats de vague monochromatique et spectrale



### ***Sous-page Monochromatique :***

Lorsque nous avons sélectionné un cas de vague monochromatique (une onde dans la page *cas*), nous pouvons représenter les résultats de la propagation du modèle Oluca-MC à travers les graphiques suivants (voir figure 4.6) :

**Hauteur de houle :** graphique des isovaleurs de hauteurs de vagues. Il représente les courbes joignant les points de même hauteur de vague pour le cas exécuté.

**Vecteurs :** Il s'agit d'une représentation vectorielle de la direction et de la hauteur des vagues en chaque nœud de la maille. La direction du vecteur représente la direction du front d'onde pour le nœud, la norme du vecteur correspond quant à elle à la hauteur maximale.

Il est préférable de réaliser des graphiques de vecteurs sans zoom, étant donné que, dans le zoom, les subdivisions ne sont pas espacées régulièrement.

**Vecteurs+Magnitude :** Même graphique que **vecteurs**, mais il inclut un fond avec une échelle de couleur qui représente la norme du vecteur.

**Vecteurs+Topographie :** superpose les vecteurs de la houle avec la topographie 2D.

**Phase :** graphique des isophases, courbes qui unissent les points de même phase.

**Front d'onde :** courbes qui montrent les fronts d'onde (passe par zéro de l'onde suivant le niveau de référence) dans le domaine de calcul.

**Surface libre 3D :** valeur instantanée de la surface libre à chaque point.

**Hauteur de houle +Fronts :** les deux graphiques superposés.

**Topographie+Fronts :** les deux graphiques superposés.





### *Sous-page Spectral :*

Cette page apparaît quand nous avons sélectionné un **cas** de houle spectrale (voir figure 4.6). Les graphiques des résultats de la propagation des spectres avec le programme Oluca-SP sont :

**Isolignes  $H_s$**  : graphique des isohauteurs de houle significative.

**Topo+Vecteurs  $H_s$**  : combinaison du graphique de la topographie avec la représentation vectorielle des hauteurs de houle significative.

**Vecteurs  $H_s$**  : vecteurs de hauteur de houle significative. Le concept de vecteur est le même que celui décrit dans la section antérieure.

**Vecteurs  $H_s$ +Intensité** : Même représentation de **vecteurs+intensité**, mais avec la hauteur de houle significative.

**Surface libre 2D** : représentation de la surface libre pour la houle spectrale (irrégulière) sur le plan (x, y).

**Surface libre 3D** : Même représentation que précédemment, mais avec une perspective isométrique (x, y, z).

La sous-page *Spectre*, permet aussi de visualiser les résultats associés à une composante spectrale, sélectionnée dans la page *Cas*, bien que celle-ci ne soit pas une onde en tant que telle. Il s'agit de la représentation d'une composante du spectre d'énergie en termes de hauteur de houle, direction et période (dans la sous-page, les paramètres de la composante apparaissent dans l'environnement initial). Les graphiques proposés permettent à l'utilisateur de visualiser comment se propagerait une seule composante du spectre de houle aléatoire. Il s'agit de graphique de : **hauteur de houle, phase, front d'onde, hauteur de houle+front d'onde et topographie+fronts**, identiques à ceux décrits dans la section antérieure.



### *Sous-pages de Courants :*

Cette page est la même que pour les houles monochromatiques ou spectrales (voir figure 4.7). Les résultats peuvent être visualisés en termes de :

**Vecteurs courant :** cette option permet de générer des graphiques avec le champ de vecteur des courants (la longueur du vecteur est sa norme et sa direction la direction du courant).

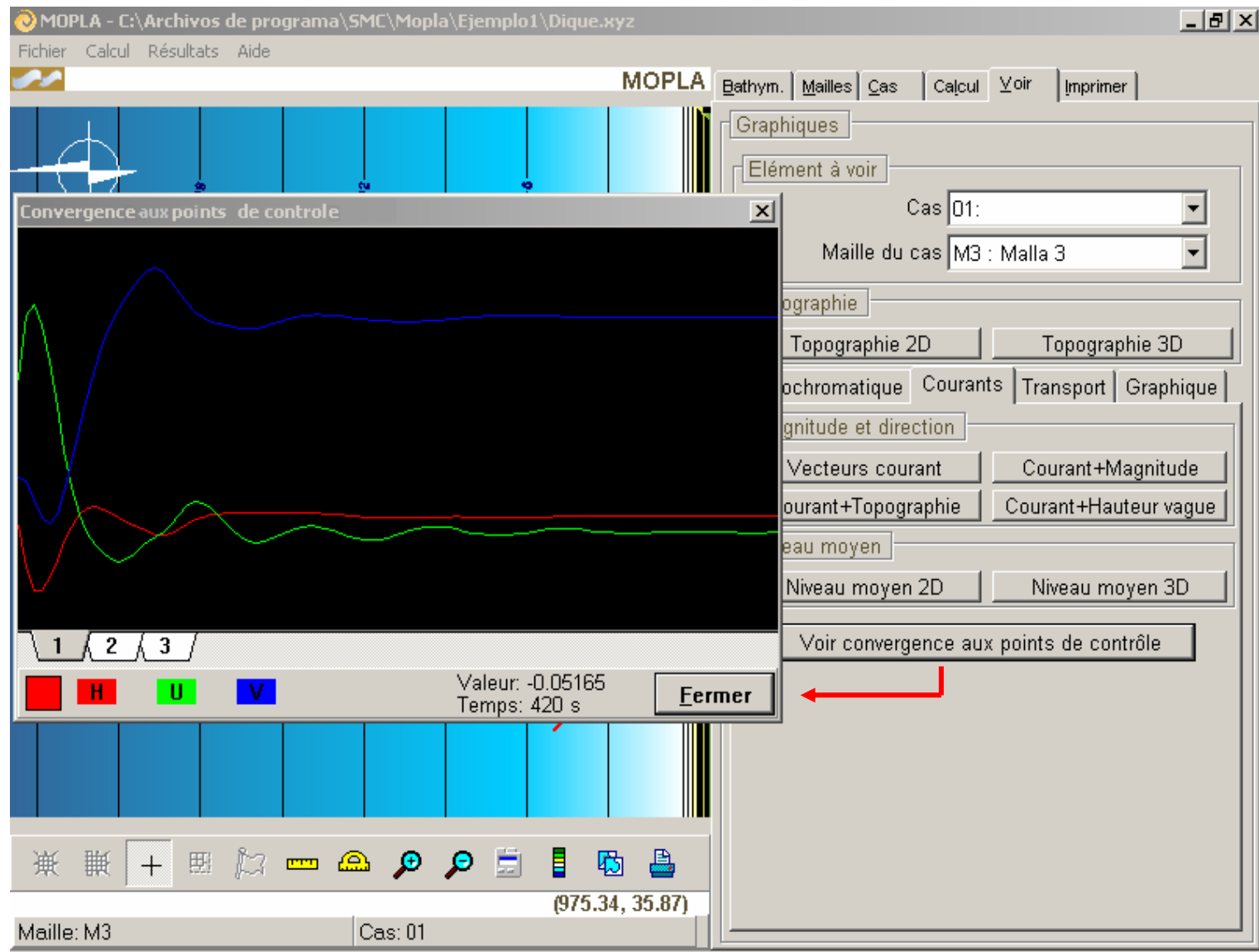


Figure 4.7. Page *Voir*, résultats de courants sur la plage



**Courant+Magnitude** : c'est le même graphique que précédemment en incluant un fond de couleurs avec l'échelle d'intensité des courants.

**Courant+Topographie** : on superpose les vecteurs de courants avec la topographie 2D.

**Courant+Hauteur de houle** : combine les courants avec les hauteurs de houle propagées (dans les cas spectraux, avec la hauteur de houle significative).

**Niveau moyen 2D** : on montre la variation du niveau moyen produit par les courants.

**Niveau moyen 3D** : montre la variation du niveau moyen dans une perspective isométrique (x, y, z).

**Voir convergence des points de contrôle** : quand l'on a défini au préalable des points de contrôle, appuyer sur le bouton convergence des points de contrôle, fait apparaître un écran avec l'évolution dans le temps des paramètres de courants : niveau moyen de la mer (ligne rouge), la vitesse U sur l'axe X (ligne verte) et la vitesse V sur l'axe Y (couleur bleu). Ces courbes apparaissent pour chacun des points de contrôle de la maille (voir la figure 4.7).

La sélection de chacun des points de contrôle s'effectue en appuyant sur le bouton numéroté correspondant. Il est associé à une couleur qui se trouve dans le rectangle au niveau du coin gauche et qui correspond à la couleur et au numéro du point de contrôle sur l'écran graphique de la bathymétrie.

Dans ces graphiques, on détermine si le temps de calcul qui a été introduit dans la simulation Copla est suffisant pour atteindre une condition d'équilibre des courants (c'est-à-dire quand U, V et  $\eta$  sont stables, avec de très faible variations dans le temps).



### ***Sous-page Transport :***

Dans cette page (voir figure 4.8) permet de visualiser les graphiques des résultats du programme Eros. Il existe deux types de résultats : mode ESI (Erosion Sédimentation Initiale), pour lequel on ne considère pas l'évolution de la plage, on montre simplement le transport potentiel dû au champ de la houle et des courants initial.

Les graphiques proposés par cette option sont :

**Vecteurs+Magnitude :** montre une représentation vectorielle du transport potentiel ( $m^3/heure/ml$ ) sur la plage, dû à la houle et aux courants initiaux.

**Topographie initiale+Variation initiale :** apparaît la topographie initiale de la plage, avec le taux temporel initial de variation du fond (m/heure), estimé à partir du transport potentiel.

La seconde option de graphiques, correspond au mode MEM (Mode d'Evolution Morphodynamique), dans le cas duquel le fond évolue dans le temps, influençant la houle et les courants qui à leur tour modifient la bathymétrie. Il existe deux types de graphiques :

**Topographie initiale +Finale :** dans ce graphique, les bathymétries initiale et finale sont représentées.

**Topographie finale+Variations du fond :** apparaissent des isolignes de la bathymétrie finale, une échelle de couleurs et la variation de la bathymétrie en mètres, par rapport à la situation initiale.

Finalement apparaît le bouton « **Voir convergence des points de contrôle** », identique à ce celui décrit pour la page *Courants*. La principale différence réside dans le fait qu'ici apparaît l'évolution du modèle de courants à chaque intervalle de temps de calcul. Dans ce graphique, l'aspect important n'est pas la tendance générale de la courbe, mais sa convergence à chaque intervalle de temps lors de l'exécution du COPLA.

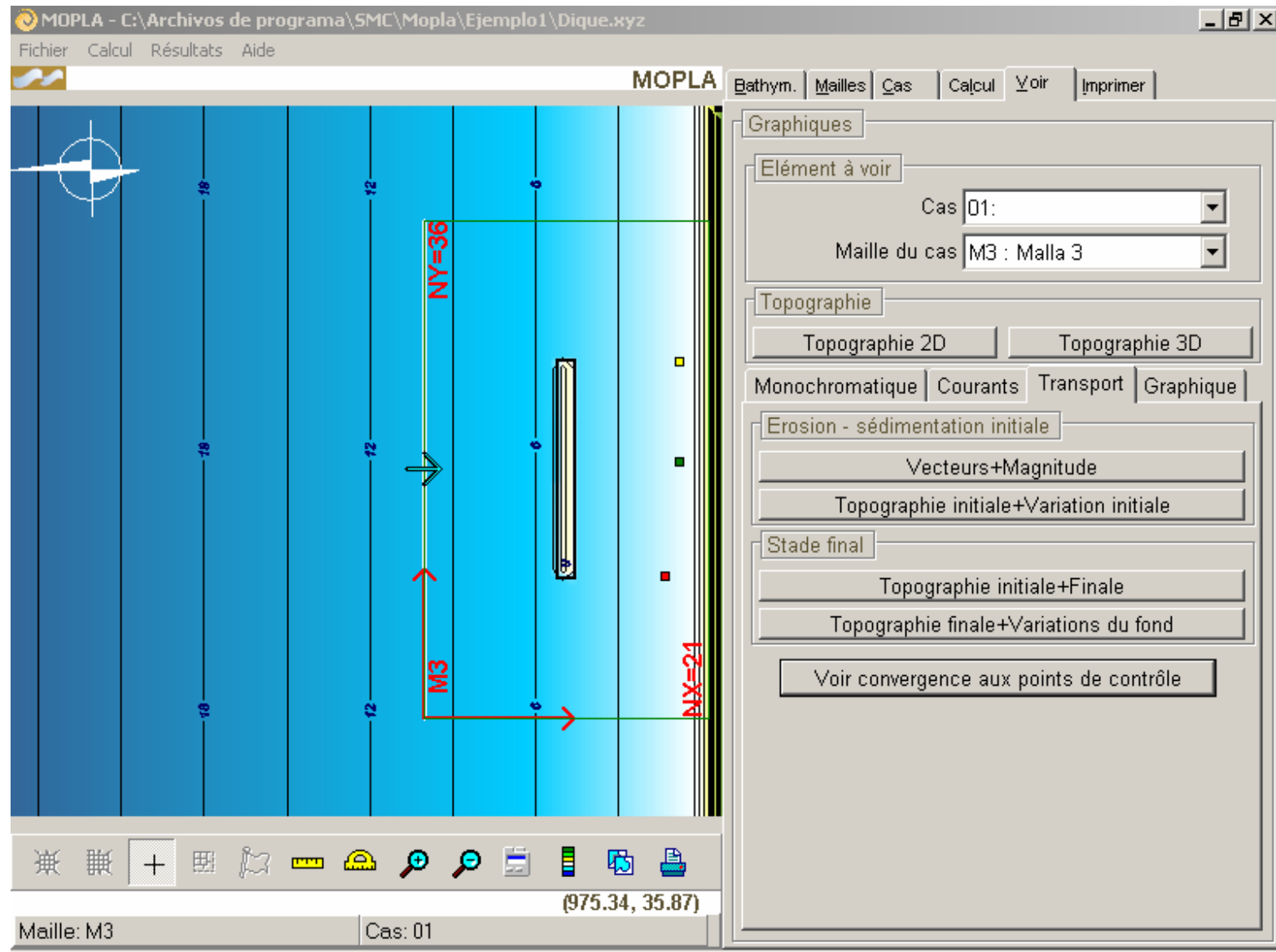


Figure 4.8. Page *Voir*, résultats de transport sédimentaire



### ***Sous-page de Spectres :***

Cette page n'est visible que lorsque l'on a sélectionné un **cas** avec une houle spectrale, pour lequel, de plus, on a sélectionné des spectres de sortie à différents points de la maille. Cette sous-page permet de visualiser les spectres à différents points de la maille, en même temps que le spectre initial.

Il apparaît d'abord une liste avec les points de coordonnées (i, j) de la maille qui ont été choisis dans la page de *Cas* (voir la figure 4.9). Dans cette liste on peut sélectionner les spectres que l'on souhaite visualiser sur un même graphique. On peut ensuite inclure le spectre initial.

Les boutons qui permettent de visualiser les spectres sont :

**Spectre fréquentiel** : permet de visualiser uniquement le spectre fréquentiel des points sélectionnés.

**Spectre bidimensionnel 2D** : permet de visualiser le spectre fréquentiel et directionnel vu en plan.

**Spectre bidimensionnel 3D** : permet d'obtenir une perspective isométrique du spectre bidimensionnel.

### ***Sous-page de Graphique :***

Dans cette sous-page apparaît une liste (non éditable) de tous les graphiques de chaque maille pour lesquels ont été sauvegardées les configurations de dessin (intervalles des isolignes, échelles de couleurs, intervalles du dessin, etc).

C'est une option très utile, qui permet dans la page suivante *Imprimer* d'associer aux graphiques d'une maille simple ou liée la configuration correspondant à d'autres cas de façon automatique. Ceci signifie que, en ne configurant que certains cas, on peut copier cette configuration dans les autres cas, ce qui facilite l'impression massive de résultats.

L'utilisateur peut garder les options du dessin chaque fois qu'il accède et configure un graphique dans les sous-pages antérieures. Cette opération



s'effectue en appuyant tout abord sur le bouton du graphique correspondant. L'opération apparaît sur l'écran dans la boîte de dialogue *Options du graphique*, où l'utilisateur peut configurer le dessin qu'il souhaite. Ensuite, en appuyant sur le bouton « Valider », le graphique apparaissait dans le *Viseur de graphique*. Dans ce viseur est proposée l'option « garder le format du graphique », chaque fois que l'on appuie sur le bouton, on inclut le graphique correspondant dans la liste de la sous-page de « graphiques ».



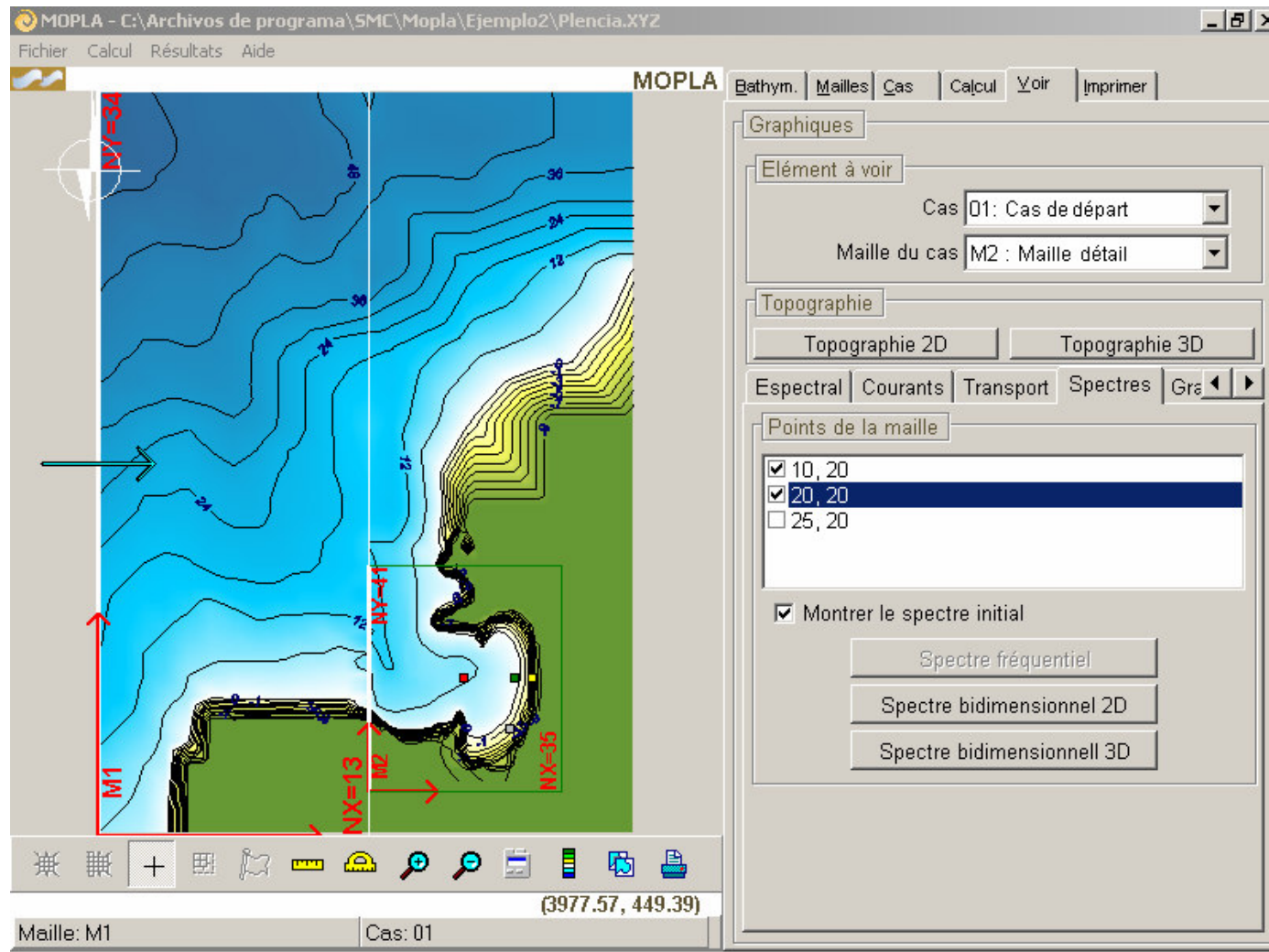


Figure 4.9. Page *Voir*, résultats de spectres pour les points de la maille



## 4.11 Page *Imprimer*

Cette page permet d'imprimer les résultats de tous les cas exécutés.

Il apparaît d'abord une liste ou « feuille d'impression » avec les **cas** que l'on désire imprimer. Y sont mentionnés le numéro de **cas**, la maille (maille extérieure pour un cas lié), les formats de dessin associés à un **cas**, et finalement, le numéro de graphique qui va être imprimé (ver figura 4.10).

Sous cette liste apparaît une série de boutons :

- **Bouton « Ajouter »** : permet de sélectionner la maille d'un cas déterminé et de choisir le type de graphique à imprimer ainsi que le format de dessin associé à un cas.
- **Bouton « Copier »** : permet de copier la configuration ou le format d'impression d'un cas sélectionné de la liste à n'importe quel autre cas. Une fois sélectionné un cas de la liste, appuyer sur le bouton fait apparaître à l'écran le message *Ajouter* avec la configuration du cas qui va être copié. L'utilisateur pourra alors changer le cas et les paramètres souhaités.
- **Bouton « Effacer »** : permet d'éliminer un cas de la « feuille d'impression ».
- **Bouton « Nettoyer »** : élimine tous les cas de la liste d'impression.
- **Bouton « Imprimer »** : imprime un à un les graphiques de la liste. L'imprimante sollicitée est celle définie par défaut sur Surfer.
- **Bouton « Surfer »** : génère tous les graphiques dans Surfer, afin que l'utilisateur les imprime ou les modifie manuellement.

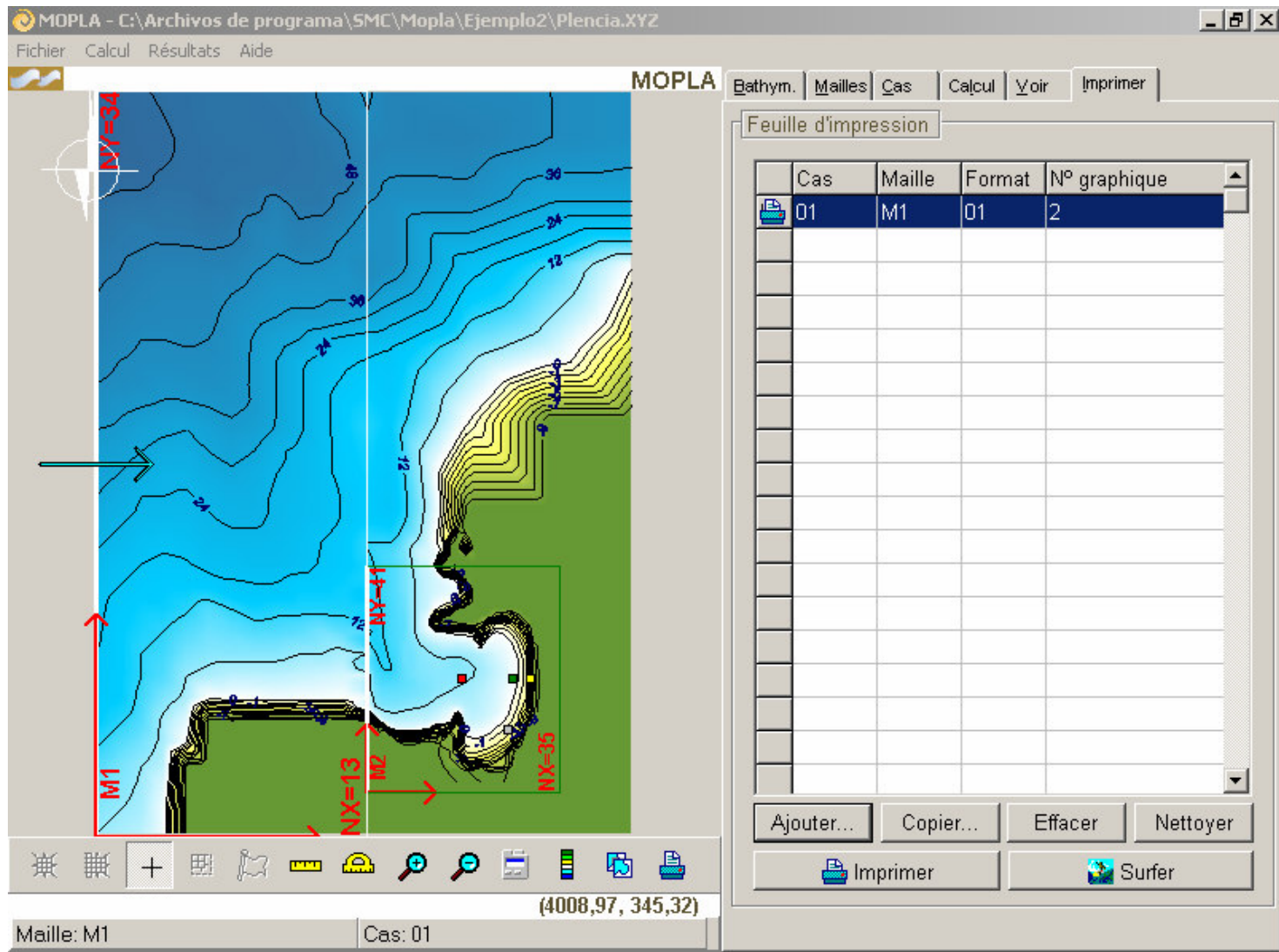


Figure 4.10. Page de *Imprimer*