

## Chapitre 14

### Exploitation du code <MEDCA>, Construction du code <MEDCA-OM> et son exploitation

#### 14.1. Présentation

Le travail présenté dans le chapitre précédent nous permet d'avoir un bon calage du code <MEDCA>. On s'aperçoit qu'il reproduit assez bien l'évolution des caractéristiques du dépôt en amont du collecteur 13 pour les deux périodes de temps sec considérées (du 1<sup>er</sup> jour au 50<sup>ième</sup> jour, et du 117<sup>ième</sup> jour au 500<sup>ième</sup> jour). Le paragraphe 13.9.7 a également proposé des valeurs optimales pour les divers paramètres du code.

Nous allons, maintenant, appliquer ce code à d'autres périodes, dans le tronçon amont du collecteur et dans le tronçon aval. Ceci permet, d'une part d'examiner la possibilité de généraliser son application, d'autre part de découvrir les divers problèmes liés à cette généralisation. Les résultats numériques lors de l'application du code nous ont montré la nécessité de la construction d'un autre code – <MEDCA-OM>, qui tient compte à la fois des matières minérales et des matières organiques. Les résultats obtenus avec <MEDCA-OM> seront ensuite présentés.

En fin de chapitre, nous effectuerons des essais numériques de comparaison de <MEDCA> et <MEDCA-OM> dans différentes conditions hydrauliques qui peuvent être observées dans le collecteur 13.

#### 14.2. Exploitation du code <MEDCA> et problèmes rencontrés

##### 14.2.1. Simulation de l'évolution de dépôt à long terme dans le tronçon amont.

La première exploitation de <MEDCA> consiste à essayer de reproduire numériquement l'évolution des caractéristiques du dépôt dans une période au delà du 500<sup>ième</sup> jour, c'est à dire à continuer le calcul effectué pendant le calage du code pour la deuxième période de temps sec (du 117<sup>ième</sup> jour au 500<sup>ième</sup> jour, voir chapitre précédent) jusqu'au 1000<sup>ième</sup> jour. Les valeurs optimales des paramètres proposées dans le paragraphe 13.9 sont utilisées. Les résultats de l'évolution du profil de dépôt et du volume sont respectivement présentés par les figures 14.2.1-1 et 14.4.1-2.



Par ailleurs, les particules de faibles tailles ont toutes chances d'être transportées en suspension, leur transport étant lié à l'énergie globale et non à celle du fond. Si la suspension n'est pas prise en compte, nous risquons de sur-estimer le dépôt à la fin du tronçon, et de calculer un volume de dépôt total trop grand.

Il est à noter que la période juste après le curage du collecteur est un cas spécial. Pendant cette période, la jonction du collecteur 13 avec le collecteur Canebière ralentit nettement l'écoulement amont, de telle sorte que ces matières organiques se déposent comme les matières minérales.

#### **14.2.2. Application du code <MEDCA> dans le tronçon aval**

Les mesures dans le tronçon aval du collecteur n'ayant pas été utilisées pour le calage du code <MEDCA>, nous allons le tester sur ce tronçon. Afin d'exclure l'influence de la première période des pluies, la simulation numérique commence au 117<sup>ième</sup> jour.

Le tronçon entre les points 15 et 41 (figure 1.2-1) pris en compte présente une longueur de 260 mètres. Il est discrétisé en 31 sections pour le calcul de transport solide et en 30 tronçons pour stocker les caractéristiques du dépôt. Ceci correspond à un pas d'espace,  $\Delta x_{is} = 8.67$  mètre (pour des problèmes de mémoire, nous n'avons pas pu prendre un pas plus petit).

Il est à noter également que les virages sont pris en compte pendant le calcul des paramètres hydrauliques. La formule de Chang (équation {7-4}) est utilisée pour évaluer leurs pertes d'énergie.

**Les données sont les suivantes :**

**Données hydrauliques :**

Le débit moyen est égal à 0.213m<sup>3</sup>/s (tableau 13.7-1). La profondeur d'eau au point 41 est évaluée à partir de la méthode décrite dans le paragraphe 13.4. La figure 14.2.2-1 donne ses valeurs en fonction de la cote du dépôt mesurée pendant la période du débit maximum de la journée (voir figure 1.4-1).

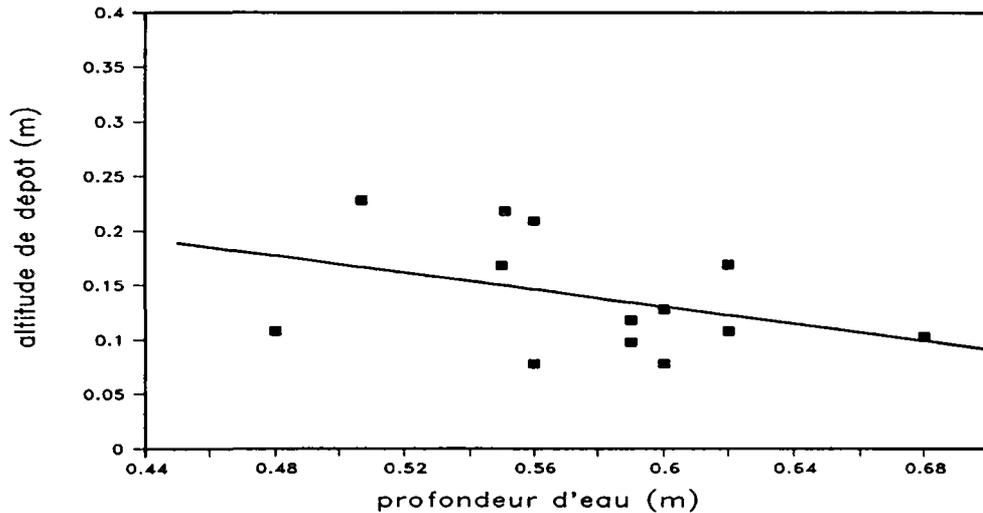


Figure 14.2.2-1 : Relation entre la profondeur d'eau et la cote du dépôt à la sortie du tronçon aval pendant la période des apports liquides maximums

**Données sur les solides entrants :**

La granulométrie des solides entrant dans le tronçon aval par le collecteur Canebière est supposée identique à celle entrant dans le tronçon amont, mais leur apport est évalué à partir de la surface de bassin versant du collecteur Canebière (43 hectare) soit  $(43/78) \cdot 0.1276 = 0.0703 \text{ m}^3/\text{jour}$ . Parce que les solides sortant du tronçon amont du collecteur 13 présentent de faibles décantabilités par rapport aux conditions d'écoulement dans le tronçon aval, ils sont négligés.

**Autres données:**

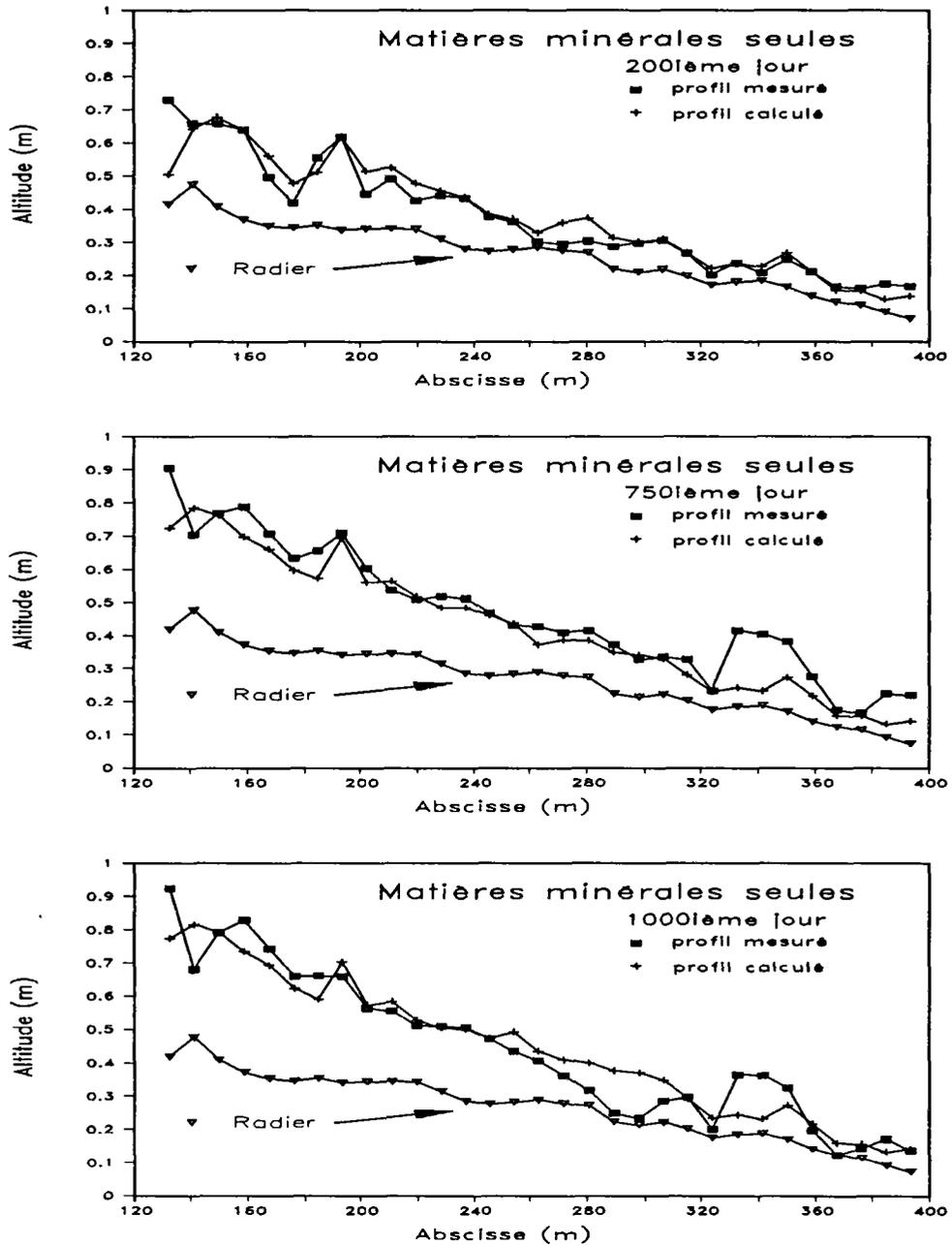
- \* pas de temps pour le calcul de transport solide  $\Delta t = 24\text{h}$ ;
- \* ligne d'eau évaluée tous les pas de temps;
- \* épaisseur de la couche mélangée  $E_m = 0.05$  mètre;
- \* porosité de dépôt  $\epsilon_{d\&p} = 0.20$ ;
- \* les valeurs proposées dans le paragraphe 13.9.7 pour les coefficients de transport sont utilisées.

**Résultats :**

La figure 14.2.2-2 montre la comparaison entre les profils de dépôt calculés et mesurés. Nous constatons que <MEDCA> reproduit bien leur évolution. L'évolution du volume de dépôt calculée se confond également assez bien avec celle mesurée (figure 14.4.1-3). S'il existe des écarts entre les résultats calculés et mesurés pendant certaines périodes, ceci est probablement dû à l'influence ponctuelle des apports

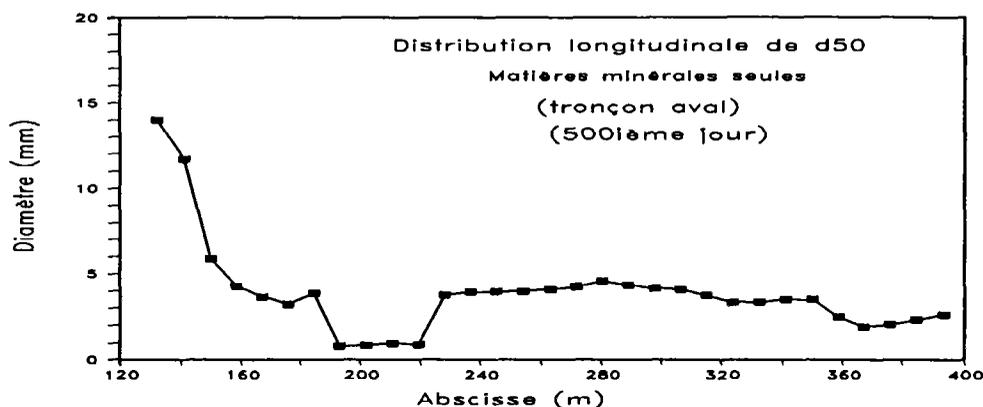
liquides et solides lors d'événements pluvieux. La figure 14.2.2-3 montre la distribution longitudinale du  $d_{50}$  du dépôt. On s'aperçoit que les  $d_{50}$  calculés sont proches de ceux mesurés (voir figure 2.4-1, 517ième jour).

Un autre phénomène important reproduit par <MEDCA> est l'influence des virages sur la formation de dépôt (figure 14.2.2-2, cf. figure 1.2-1).



$$(\Delta t = 24h., M_s = 31, E_m = 0.05m, \alpha_{dep} = 0.01, \alpha_{ero} = 0.01, \text{ et } \xi = 1.0)$$

Figure 14.2.2-2 : Comparaison entre les profils de dépôt calculés et mesurés dans le tronçon aval du collecteur 13



( $\Delta t = 24h$ ,  $M_s = 31$ ,  $E_m = 0.05m$ ,  $\alpha_{d\epsilon p} = 0.01$ ,  $\alpha_{\epsilon r o} = 0.01$ , et  $\xi = 1.0$ )

*Figure 14.2.2-3 : Distribution longitudinale de  $d_{50}$  des compositions granulométriques de dépôt calculées dans le tronçon aval du collecteur 13*

### 14.2.3. Conclusion

L'essai numérique dans le tronçon aval du collecteur 13 montre que les résultats calculés coïncident bien avec les mesures. Ceci prouve l'efficacité de <MEDCA> lorsque les solides transportés présentent des masses volumiques assez homogènes.

L'application de <MEDCA> en d'autres période de temps sec dans le tronçon amont du collecteur 13 donne également des résultats numériques assez satisfaisants. Une bonne corrélation entre résultats calculés et mesurés peut être obtenue sur la période du 117<sup>ème</sup> jour au 800<sup>ème</sup> jour. Mais, après le 800<sup>ème</sup> jour, <MEDCA> sur-estime la quantité des solides déposés, et certaines améliorations sont nécessaires. Il s'agit de considérer la présence des matières organiques, ce que nous allons faire en construisant le code <MEDCA-OM> (Organique Minérale).

### 14.3. Construction du code <MEDCA-OM>

Les grands principes de <MEDCA-OM> sont expliqués ci-dessous.

Nous divisons les particules solides en matières minérales et en matières organiques. Chaque partie est subdivisée en 8 classes granulométriques (tableau 13.2.4-1), et a une masse volumique invariable évaluée par pondération.

Lors du calcul de la ligne d'eau, la rugosité du fond a été évaluée à partir de l'ensemble des solides du dépôt.

Nous calculons tout d'abord le débit des solides transportés respectivement pour chaque partie, en ignorant la présence de l'autre. Nous obtenons ainsi deux débits. Le débit global des solides transportés est obtenu ensuite par somme pondérée.

## 14.4. Exploitation du code <MEDCA-OM>

### 14.4.1. Simulation de l'évolution de dépôt à long terme dans le tronçon amont avec <MEDCA-OM>

Nous répétons exactement la même simulation qu'au paragraphe 14.2.1 avec le code <MEDCA-OM>.

Sauf pour les caractéristiques de solides entrant, les valeurs de tous les autres paramètres sont les mêmes que celle utilisées avec le code <MEDCA>. Lors de l'évaluation des caractéristiques des solides entrant à partir de la méthode expliquée dans le paragraphe 13.3, 30% des solides déposés pendant la première période de temps sec sont considérés comme organiques. La figure 14.4.1-1 donne les caractéristiques des solides entrant en présence des matières organiques.

Par ailleurs, le pourcentage des matières organiques dans la couche superficielle de dépôt est évalué à partir de la figure 2.4-5.

Les résultats de l'évolution du volume de dépôt calculés sont présentés dans la figure 14.4.1-2.

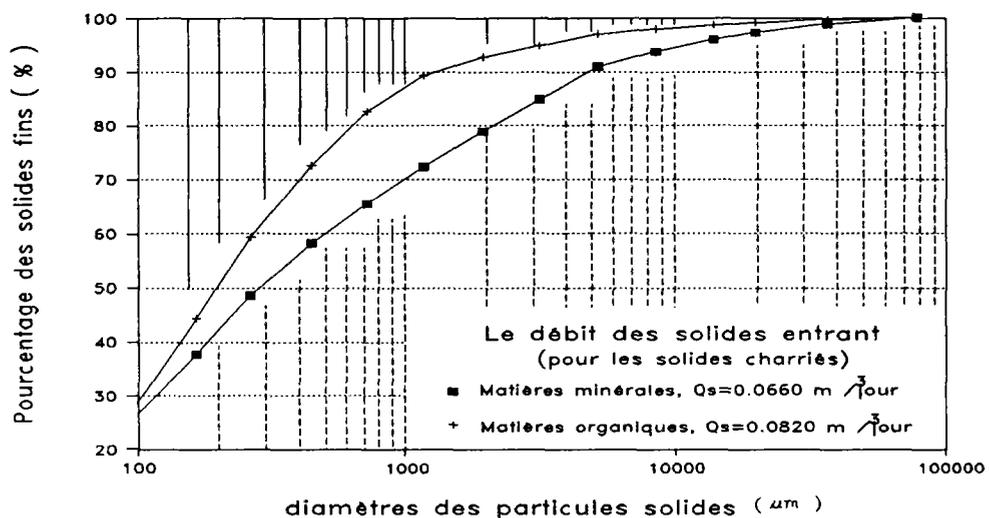


Figure 14.4.1-1 : Caractéristiques des solides entrant dans le tronçon amont du collecteur 13, avec présence de matières minérales et organiques

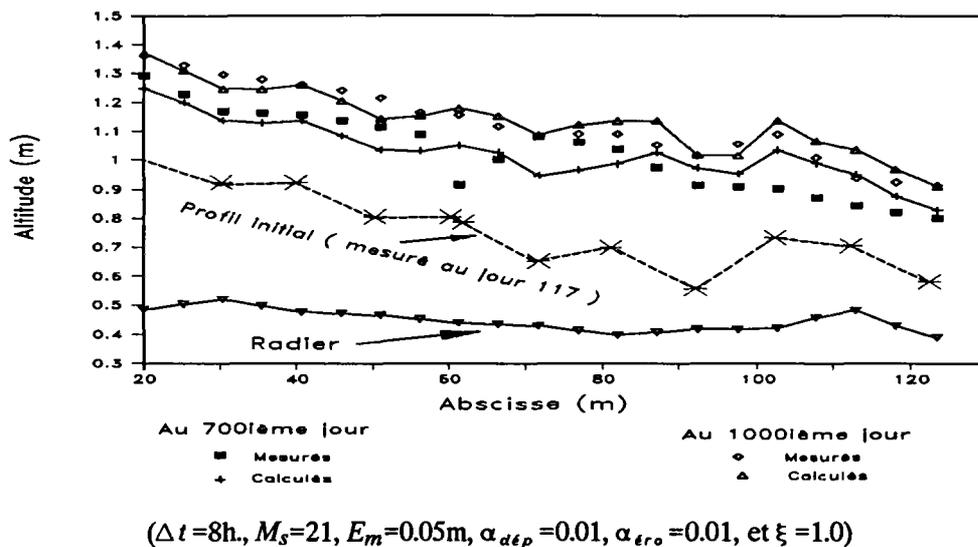


Figure 14.4.1-2 : Comparaison entre les profils de dépôt calculés avec <MEDCA-OM> et mesurés dans le tronçon amont du collecteur 13

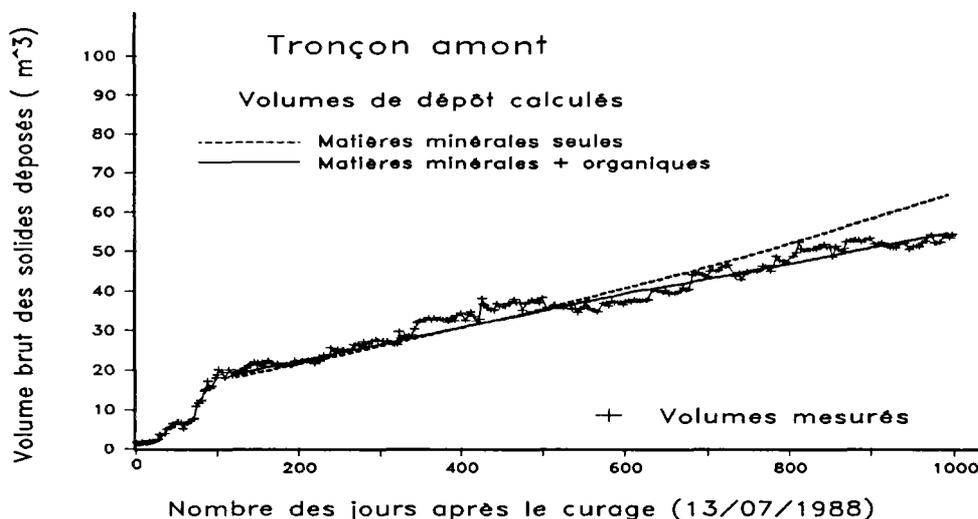


Figure 14.4.1-3 : Comparaison entre l'évolution du volume de dépôt mesurée et celle calculée respectivement avec <MEDCA> et <MEDCA-OM> dans le tronçon amont pour la période du 117ième au 1000ième jour

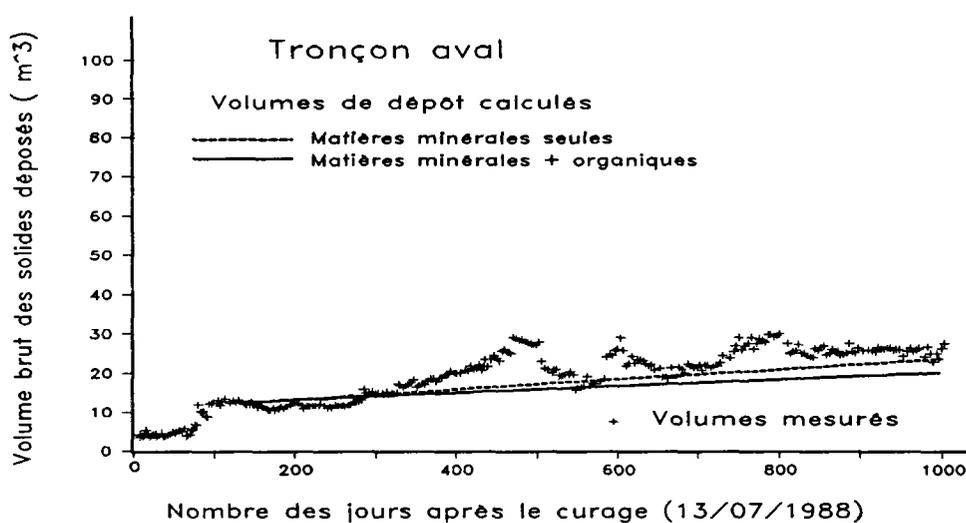
Cette figure montre que le code <MEDCA-OM> donne des résultats bien meilleurs que le code <MEDCA> et prouve la nécessité de la prise en compte de la présence de matières organiques.

#### 14.4.2. Application du code <MEDCA-OM> dans le tronçon aval

Le même algorithme que celui du paragraphe 14.2.2 est utilisé pour l'application de <MEDCA-OM> dans le tronçon aval du collecteur 13. Les caractéristiques des solides entrant sont évalués de la même manière, c'est-à-dire, à partir de la surface de bassin versant du collecteur Canebière (43 hectares). On obtient  $(43/78) \cdot 0.066 = 0.036 \text{ m}^3/\text{jour}$  pour les matières minérales et  $(43/78) \cdot 0.082 = 0.045 \text{ m}^3/\text{jour}$  pour les matières organiques. Les valeurs de tous les autres paramètres sont identiques.

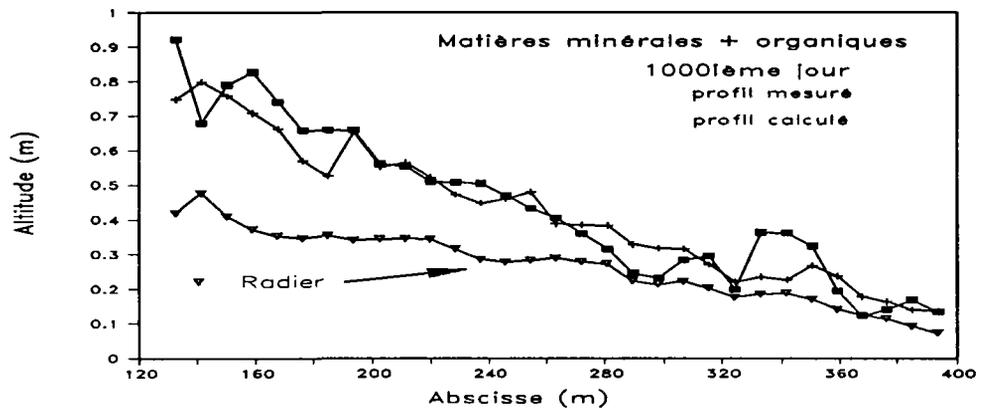
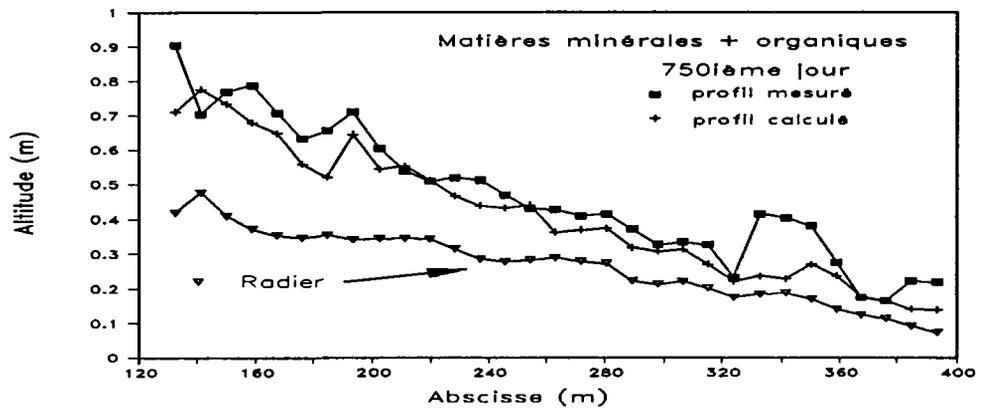
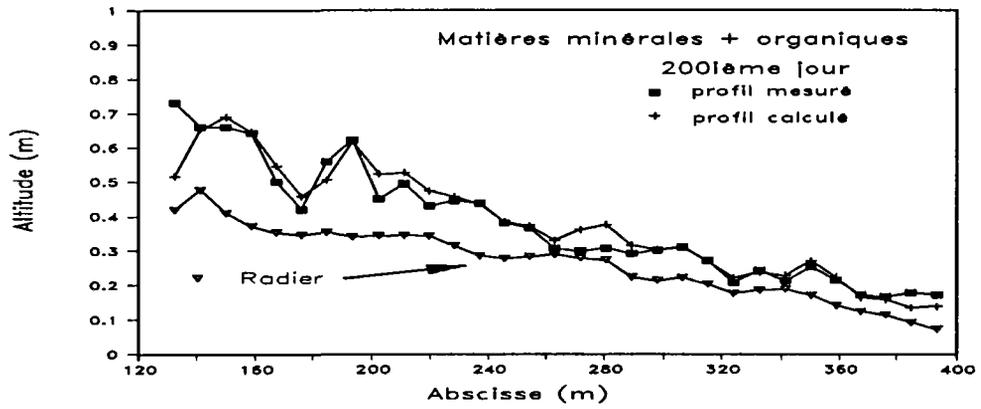
La figure 14.4.2-2 donne une représentation de l'évolution du profil de dépôt calculée. En la comparant avec celle mesurée, nous observons que le code reproduit bien la tendance de l'évolution, mais que les profils calculés sont toujours un peu plus bas et les volumes un peu plus faibles (figure 14.4.2-1). On peut l'expliquer par la façon d'évaluer les apports solides entrant, qui est valable pour le tronçon amont, mais sous-estime le débit des particules solides minérales entrant en tronçon aval.

Comparant les résultats calculés respectivement avec <MEDCA> et <MEDCA-OM>, on peut constater que l'influence des caractéristiques des solides entrant (apports et granulométrie) joue un rôle très important sur la formation de dépôt.



$$(\Delta t = 24\text{h.}, M_s = 31, E_m = 0.05\text{m}, \alpha_{d4p} = 0.01, \alpha_{ero} = 0.01, \text{ et } \xi = 1.0)$$

Figure 14.4.2-1 : Comparaison entre l'évolution du volume de dépôt calculée respectivement avec <MEDCA> et <MEDCA-OM> et celle mesurée dans le tronçon aval du collecteur 13



$(\Delta t = 24h., M_s = 31, E_m = 0.05m, \alpha_{dép} = 0.01, \alpha_{éro} = 0.01, \text{ et } \xi = 1.0)$

Figure 14.4.2-2 : Comparaison entre les profils de dépôt calculés avec <MEDCA-OM> et mesurés dans le tronçon aval du collecteur 13

### 14.4.3. Conclusion

Les résultats numériques dans le tronçon amont obtenus avec <MEDCA-OM> sont meilleurs qu'avec <MEDCA>. <MEDCA-OM> reproduit mieux l'évolution des caractéristiques du dépôt. Ceci montre l'importance de la prise dans le compte des matières organiques sur la formation de dépôt.

L'application dans le tronçon aval du collecteur 13 de <MEDCA> et <MEDCA-OM> donne aussi des résultats assez satisfaisants. Tous deux reproduisent assez bien la tendance de l'évolution des caractéristiques, sans qu'il soit possible de trancher entre leurs performances.

## 14.5. Essais numériques respectivement avec <MEDCA> et <MEDCA-OM> dans d'autres conditions hydrauliques du collecteur 13

### 14.5.1. Description

Les paragraphes précédents ne présentent que des résultats numériques obtenus avec les conditions rencontrées quotidiennement dans le collecteur 13 de Marseille.

Nous allons effectuer des essais avec d'autres conditions hydrauliques que nous pouvons obtenir dans le collecteur 13. Trois cas sont testés. Il s'agit de:

- 1/ Préviation de l'évolution des caractéristiques du dépôt, les eaux du collecteur Canebière étant détournées vers l'amont du collecteur 13, à partir du 517<sup>ième</sup> jour; ( EXPL-TEST 1)
- 2/ Test sur la possibilité de l'apparition d'une érosion lors d'apports très importants d'eau claire; ( EXPL-TEST 2);
- 3/ Préviation de l'évolution des caractéristiques du dépôt avec détournement des eaux du collecteur Canebière vers l'amont, à partir d'un fond sec (jour Zéro fictif); ( EXPL-TEST 3).

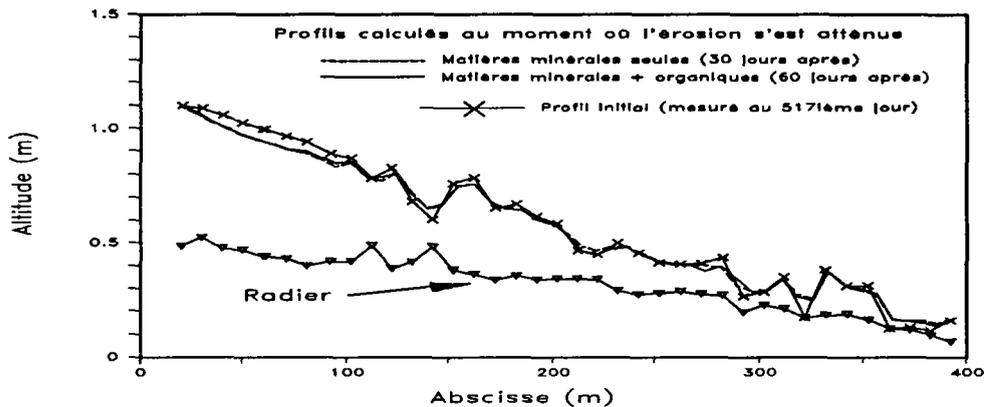
Pour ces trois cas étudiés, le tronçon entre les point 3 et 41 est discrétisé en 51 sections pour le calcul des paramètres hydrauliques et de transport solide et en 50 tronçon pour le stockage des caractéristiques du dépôt. Mis à part le pas de temps que nous prenons ici est égal à 24h, au lieu de 4h, tous les autres paramètres gardent les valeurs proposées par le calage du code <MEDCA> (voir paragraphe 13.9.6). Les deux codes sont appliqués pour chacun de ces trois cas.

### 14.5.2. Exploitation de <MEDCA> et <MEDCA-OM> : EXPL-TEST 1

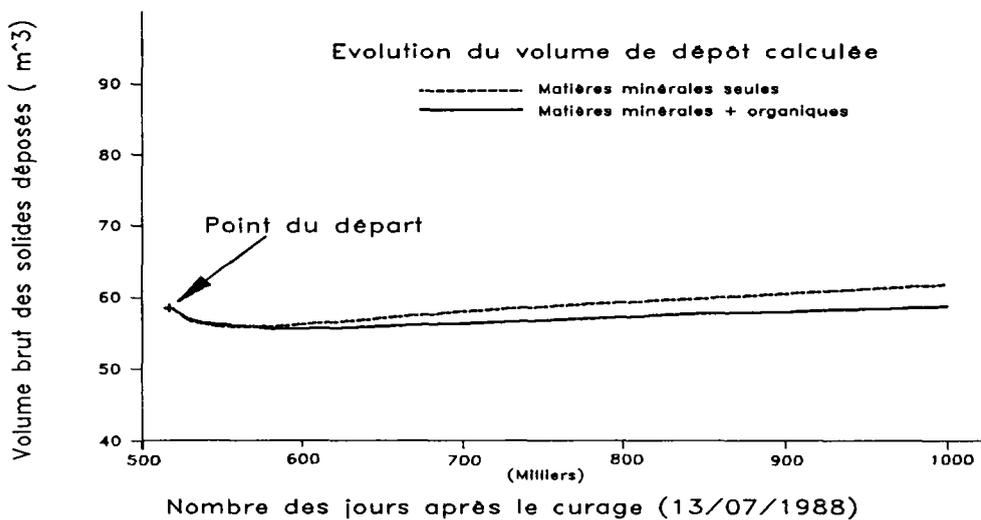
Nous voulons vérifier s'il est possible d'obtenir une érosion ( importante ) du dépôt ( notamment pour le tronçon amont ) avec le détournement des eaux du collecteur Canebière vers l'amont du collecteur 13.

Dans ce cas, le débit liquide moyen est alors de  $0.213 \text{ m}^3/\text{s}$ . Le débit des solides entrant est égal à la somme des deux débits (avant le détournement des eaux de Canebière). La granulométrie des solides de la figure 13.3-1 est prise pour <MEDCA> et celle de la figure 14.4.1-1 pour <MEDCA-OM>.

Le profil de dépôt mesuré au 517<sup>ème</sup> jour après le dernier curage du collecteur et la cinquième campagne de mesure granulométrique du dépôt (réalisée elle aussi au 517<sup>ème</sup> jour) sont utilisés pour initialiser le calcul. Lors de l'application du code <MEDCA-OM>, le pourcentage des matières organiques dans le dépôt est évalué à partir de la figure 2.4-5.



a: Profils de dépôt calculés au moment où l'érosion de dépôt s'achève



b: Evolution du volume de dépôt

$$(\Delta t = 24\text{h.}, M_s = 51, E_m = 0.05\text{m}, \alpha_{dép} = 0.01, \alpha_{éro} = 0.01, \text{ et } \xi = 1.0)$$

Figure 14.5.2-1 : Etude de la possibilité d'érosion respectivement avec <MEDCA> et avec <MEDCA-OM>, et avec le détournement des eaux de Canebière vers l'amont du collecteur 13

Les résultats du calcul sont présentés figures 14.5.2-1 et -2. On constate qu'une faible érosion du dépôt, de quelques mètres cubes (dans le tronçon amont) peut se produire. Mais elle s'atténue complètement après une courte durée (30 jours pour <MEDCA> et 60 jours pour <MEDCA-OM>), l'augmentation de dépôt recommence ensuite. Ainsi, l'obtention d'une érosion importante n'est pas possible avec le détournement des eaux de Canebière vers l'amont.

### 14.5.3. Exploitation de <MEDCA> et <MEDCA-OM> : EXPL-TEST 2

Dans les mêmes conditions que précédemment, nous allons encore augmenter artificiellement les apports liquides jusqu'à une valeur de  $0.700 \text{ m}^3/\text{s}$ , et vérifier si l'érosion du dépôt peut être obtenue. Afin d'avoir une connaissance plus claire de la seule érosion, les apports solides entrant sont supposés nuls.

Les résultats numériques obtenus respectivement avec <MEDCA> et <MEDCA-OM> sont présentés dans la figure 14.5.3-1. On constate que l'érosion de dépôt se poursuit au delà des 30 et 60 jours, mais devient de plus en plus difficile. Les résultats du calcul montrent que l'augmentation du débit liquide avec de l'eau claire pendant 500 jours érode  $6.63 \text{ m}^3$  de solides pour <MEDCA> et  $8.78 \text{ m}^3$  pour <MEDCA-OM>.

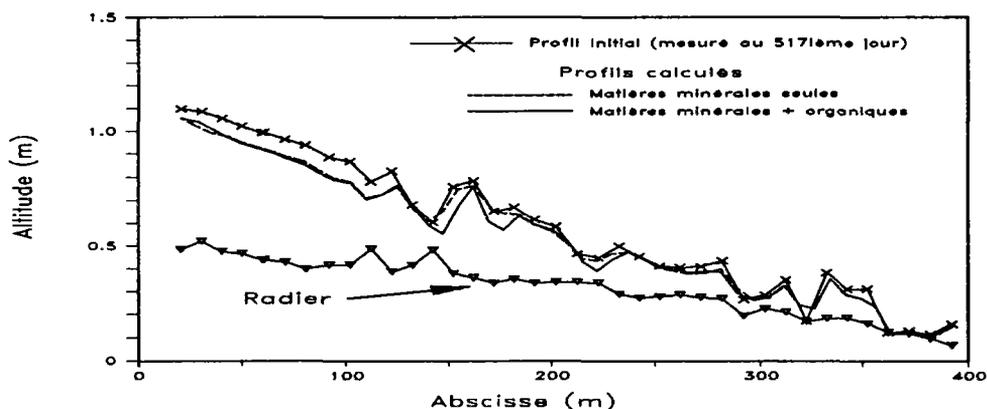


figure 14.5.3-1.a: Profil de dépôt calculé 500 jours après l'opération