

Chapitre IV : Applications numériques

IV-1- Introduction

Afin de modélisation numériquement notre expérimentation, nous avons utilisé MATLAB comme langage de programmation parce qu'il est simple et conçu pour calculer des formulations mathématiques et travaille effectivement sur les matrices. Le programme qu'on a élaboré a été utilisé pour résoudre la simulation de la propagation d'une crue dans un canal rectangulaire.

Les résultats obtenus sont comparés avec ceux du programme EXPLIC a été écrit pour résoudre les problèmes d'écoulements non permanents dans les canaux à section trapézoïdale, rectangulaire ou triangulaire en utilisant un schéma explicite en différence finie.

IV-2- Simulation de propagation d'une crue dans un canal :

On réalise les simulations un canal prismatique en béton rugueux ayant une largeur de $B=5\text{m}$, l'écoulement est uniforme avec une profondeur d'eau de $H_0=1.20\text{m}$. Pendant le passage d'une crue, le débit augmente linéairement jusqu'à une valeur de $Q_{max}=50\text{m}^3/\text{s}$ dans un temps $TP=20\text{ min}$ et redescend linéairement au débit initial dans d'un temps $TPD= 60\text{ min}$ le canal a une pente de fond $I=0.001$ et son coefficient de frottement est estimé à une valeur de $n=0.020\text{m}^{-(1/3)}$. La longueur du canal étudié est de 3 km .

IV-3- Evolution des variables Q, V, et h en fonction du temps pendant une crue :

Les variations des variables d'écoulement Q, V, et h en fonction du temps (t) au cours du passage de la crue, dans la section du canal rectangulaire, trapézoïdale sont enregistrées en trois stations $L_0=0$, $L_1=1.5\text{km}$, $L_2=3\text{km}$,

- Station $x=0.0$ m

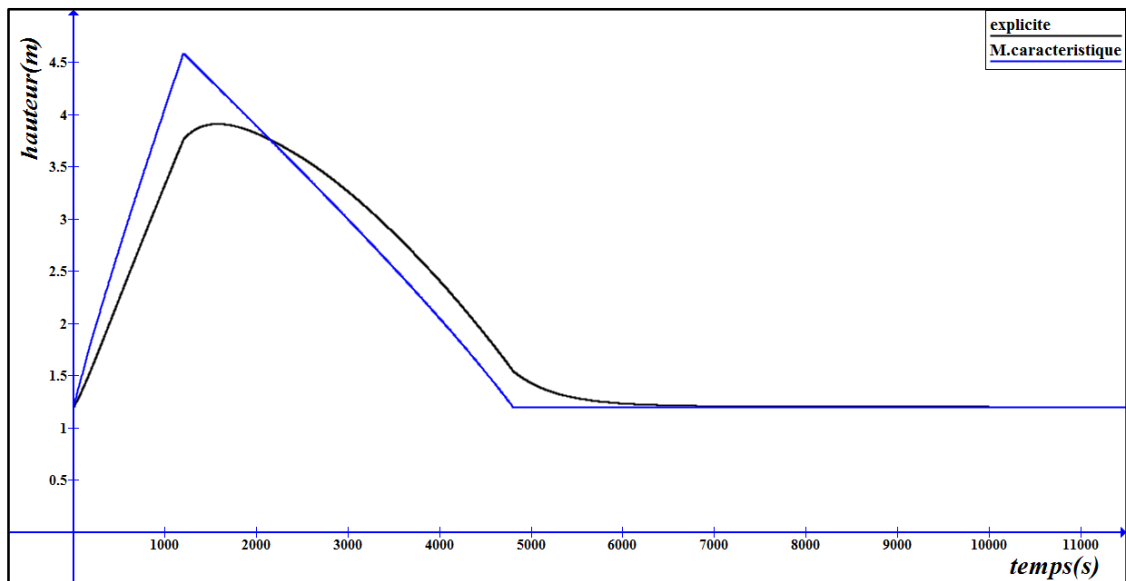


Figure IV-1-a : Comparaison des hauteurs obtenues par les méthodes caractéristique et explicite ($x=0.0$ m)

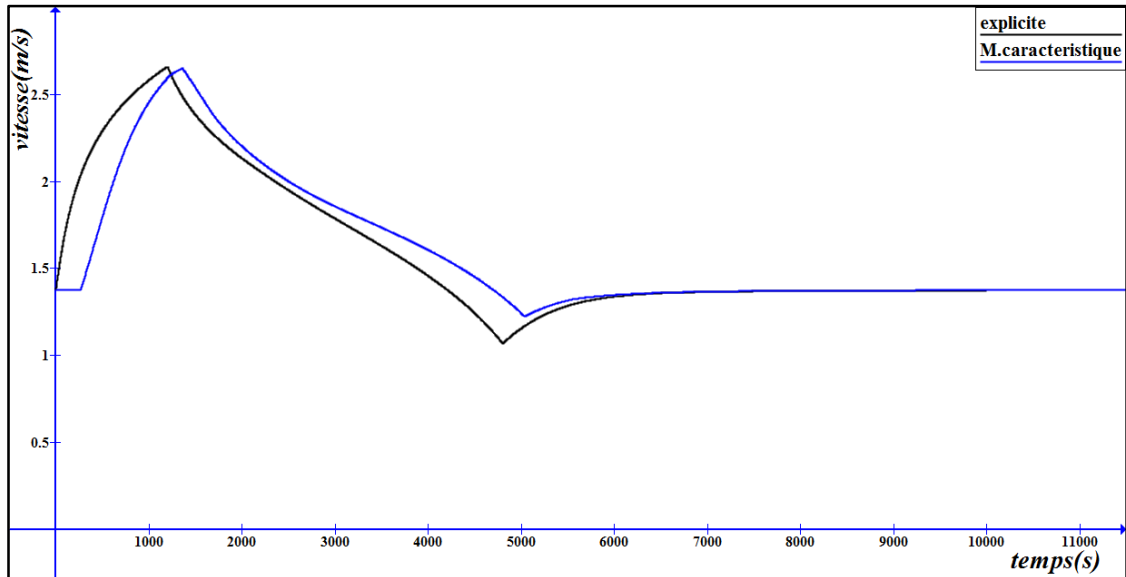


Figure IV-1-b : Comparaison des vitesses obtenues par les méthodes caractéristique et explicite ($x=0.0$ m)

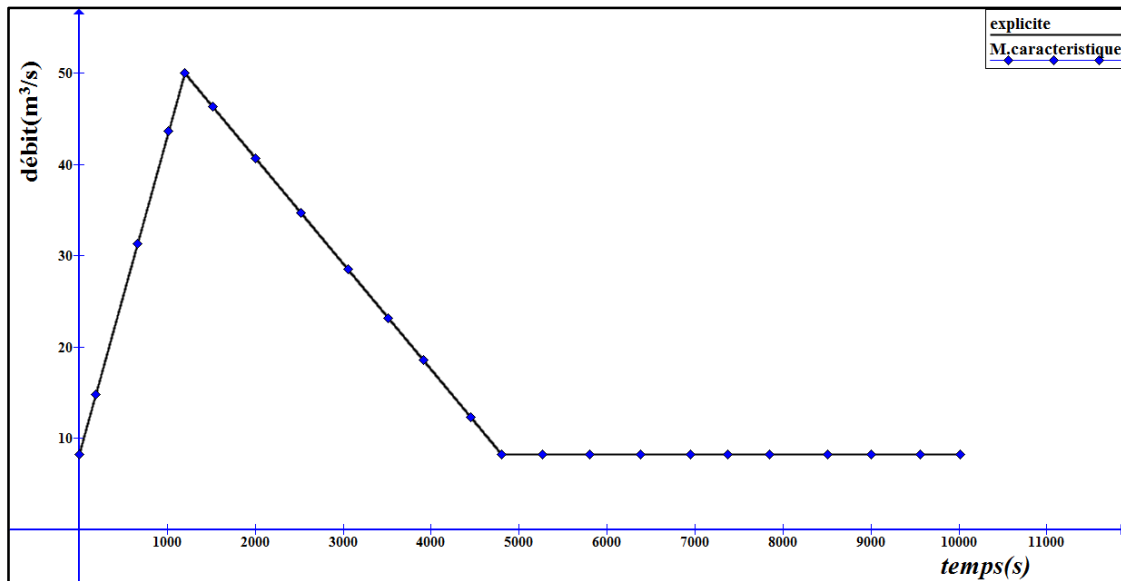


Figure IV-1-c : Comparaison des débits obtenus par les méthodes caractéristique et explicite ($x=0.0\text{m}$)

- Station $x= 1500\text{m}$

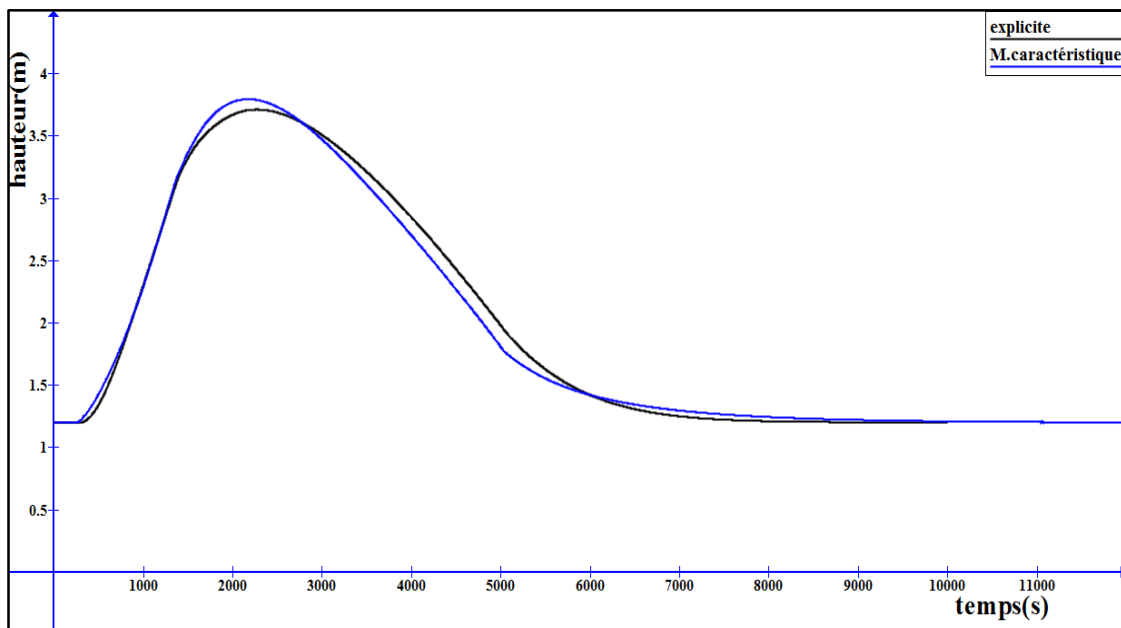


Figure IV-2-a : Comparaison des hauteurs obtenues par les méthodes caractéristique et explicite ($x=1500\text{m}$)

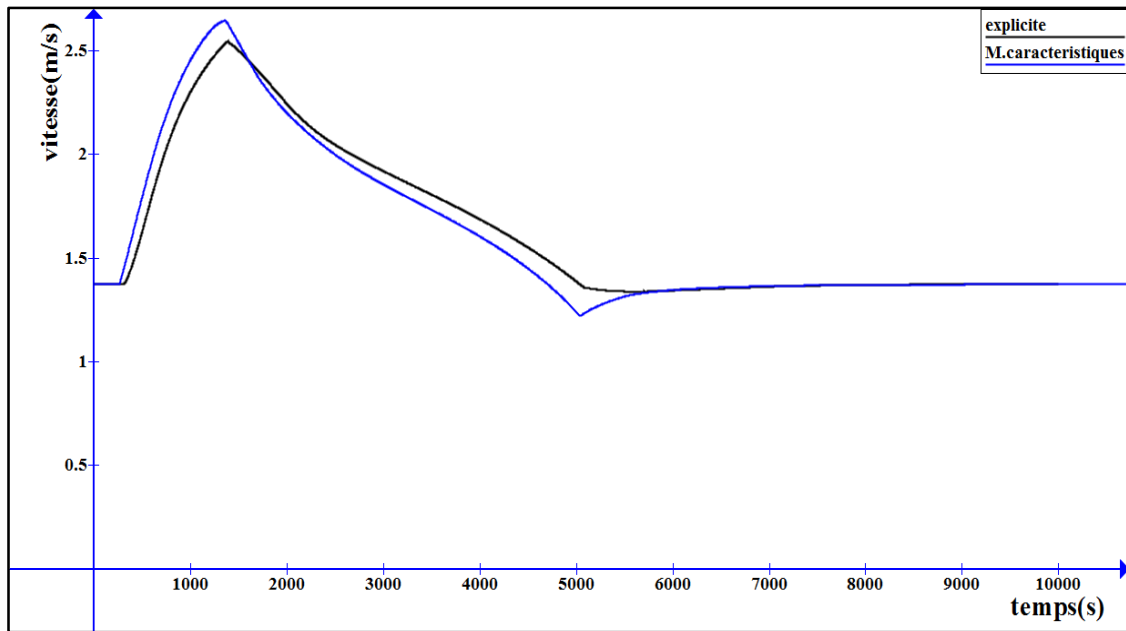


Figure IV-2-b : Comparaison des vitesses obtenues par les méthodes caractéristique et explicite (x=1500m)

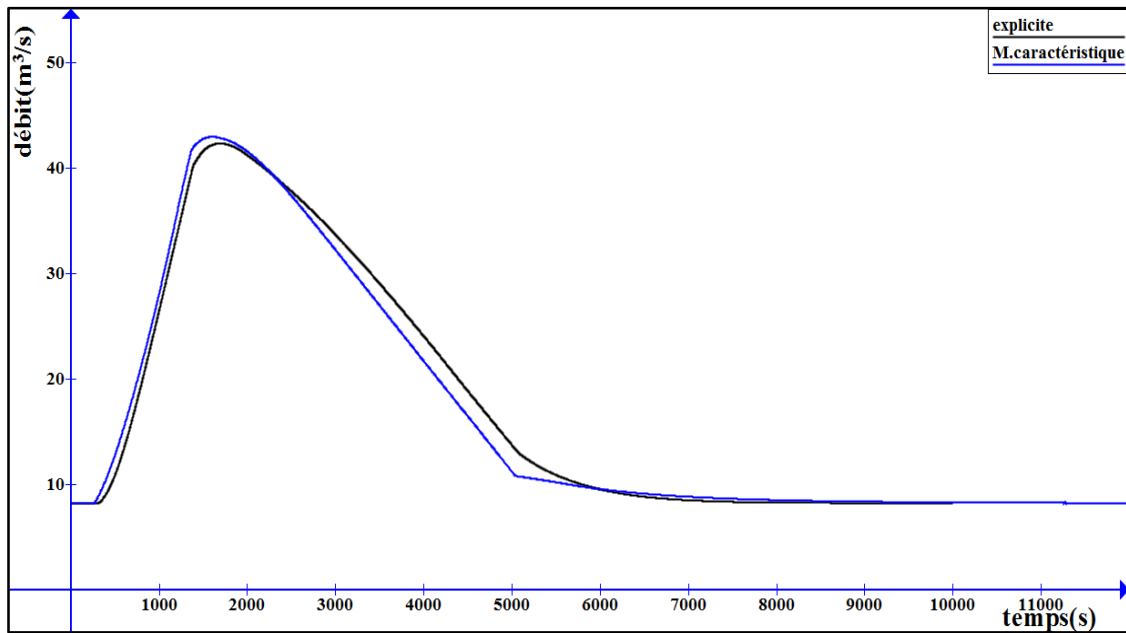


Figure IV-2-c : Comparaison des débits obtenus par les méthodes caractéristique et explicite (x=1500m)

- Station $x = 3000\text{m}$

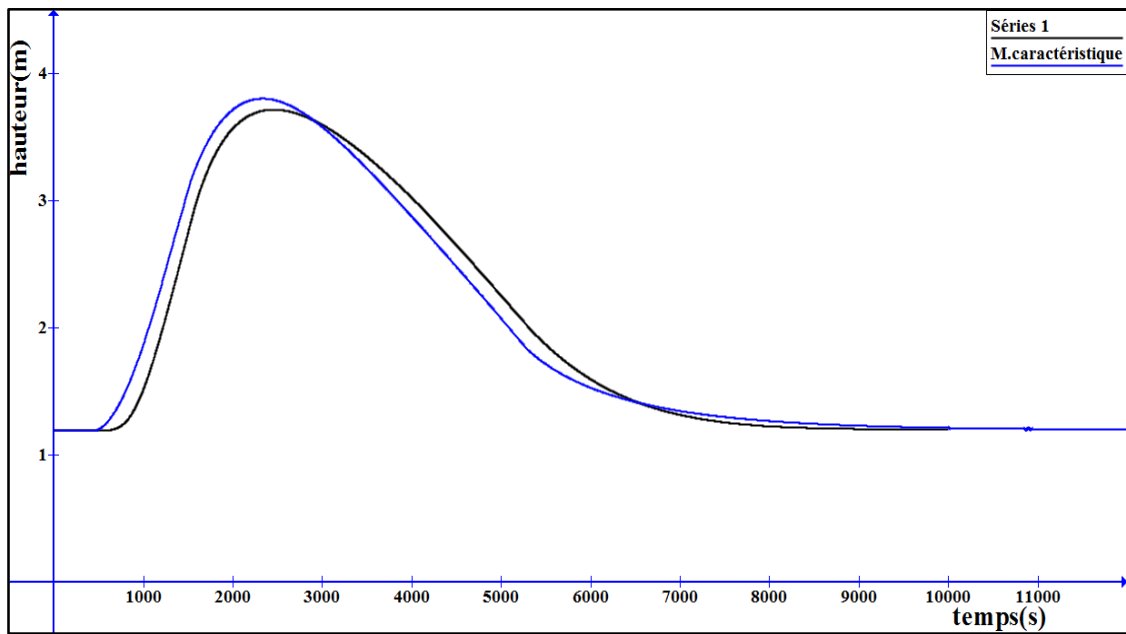


Figure IV-3-a : Comparaison des hauteurs obtenues par les méthodes caractéristique et explicite ($x=3000\text{m}$)

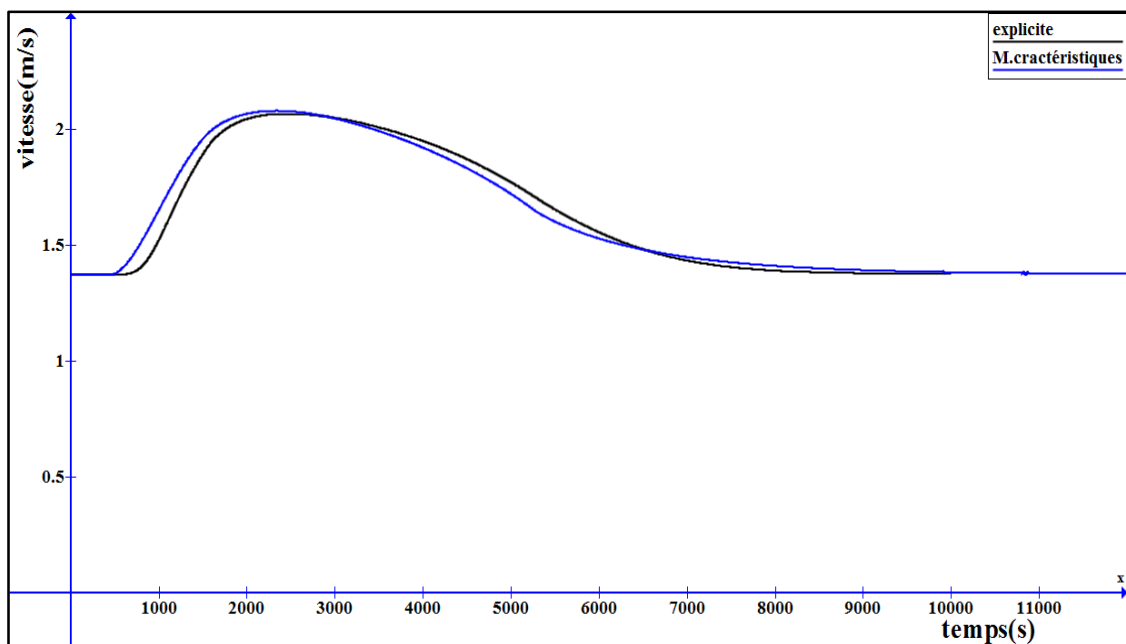


Figure IV-3-b : Comparaison des vitesses obtenues par les méthodes caractéristique et explicite ($x=3000\text{m}$)

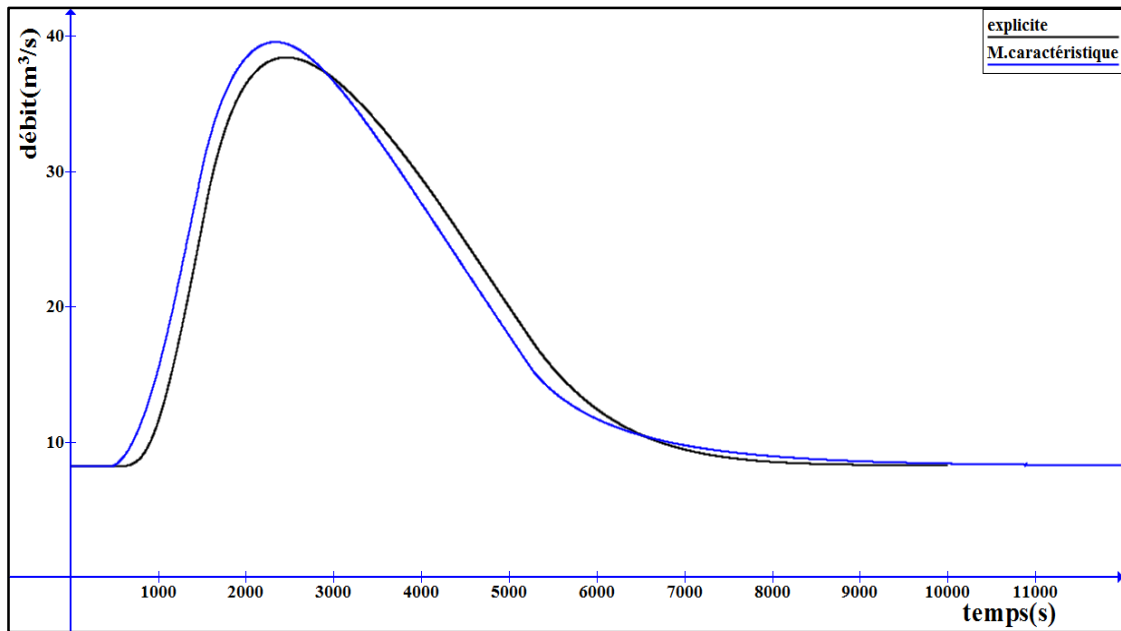


Figure IV-3-c : Comparaison des débits obtenus par les méthodes caractéristique et explicite (x=3000m)

Les graphes ci-dessus montrent l'évolution temporelle de la profondeur d'eau, du débit et de la vitesse d'écoulement dans long du canal rectangulaire pour le problème de trois variables sont représentées sur des graphiques séparés, l'axe horizontal représente le temps t en seconde et la verticale selon les paramètres.

Au débit, $t=0\text{min}$, l'écoulement est uniforme avec $H_0 = 1.20\text{m}$, $Q_0 = 8.249\text{m}^3/\text{s}$,

$V_0 = 1.349\text{m/s}$

On peut faire les observations suivantes :

❖ **Par la méthode des caractéristiques :**

- A la station $x=3000\text{m}$, l'effet de l'onde de crue ne se manifeste qu'à partir du temps $t=8\text{min}$
- Au temps $t= 20\text{ min}$, le débit de station $x=0.0\text{m}$ atteint sa valeur maximale, $Q=50\text{m}^3/\text{s}$, ensuite il diminue. A ce moment-là, la vitesse aussi atteint sa valeur maximale, $V=2.649\text{ m/s}$. La profondeur d'eau toutefois, continue à augmenter.
- Au temps $t= 20\text{ min}$, la profondeur d'eau à la station $x=0.0\text{ m}$ atteint sa valeur maximale, $h=4.586\text{m}$ ensuite elle diminue.

❖ Par le modèle EXPLICIT :

- A la station $x=3000\text{m}$, l'effet de l'onde de crue ne se manifeste qu'à partir du temps $t=10\text{min}$
- Au temps $t= 20 \text{ min}$, le débit de station $x=0.0\text{m}$ atteint sa valeur maximale, $Q=50\text{m}^3/\text{s}$, ensuite il diminue. A ce moment-là, la vitesse aussi atteint sa valeur maximale, $V=2.659 \text{ m/s}$. La profondeur d'eau toutefois, continue à augmenter.
- Au temps $t= 60 \text{ min}$, la profondeur d'eau à la station $x=0.0 \text{ m}$ atteint sa valeur maximale, $h=3.911\text{m}$ ensuite elle diminue.

On a observé quelques différences entre les courbes des deux méthodes qui sont dues essentiellement à la manière du traitement de la condition à la limite aval, qui consiste à supposer un régime totalement uniforme pour de terminer la hauteur d'eau et la vitesse à ce point.

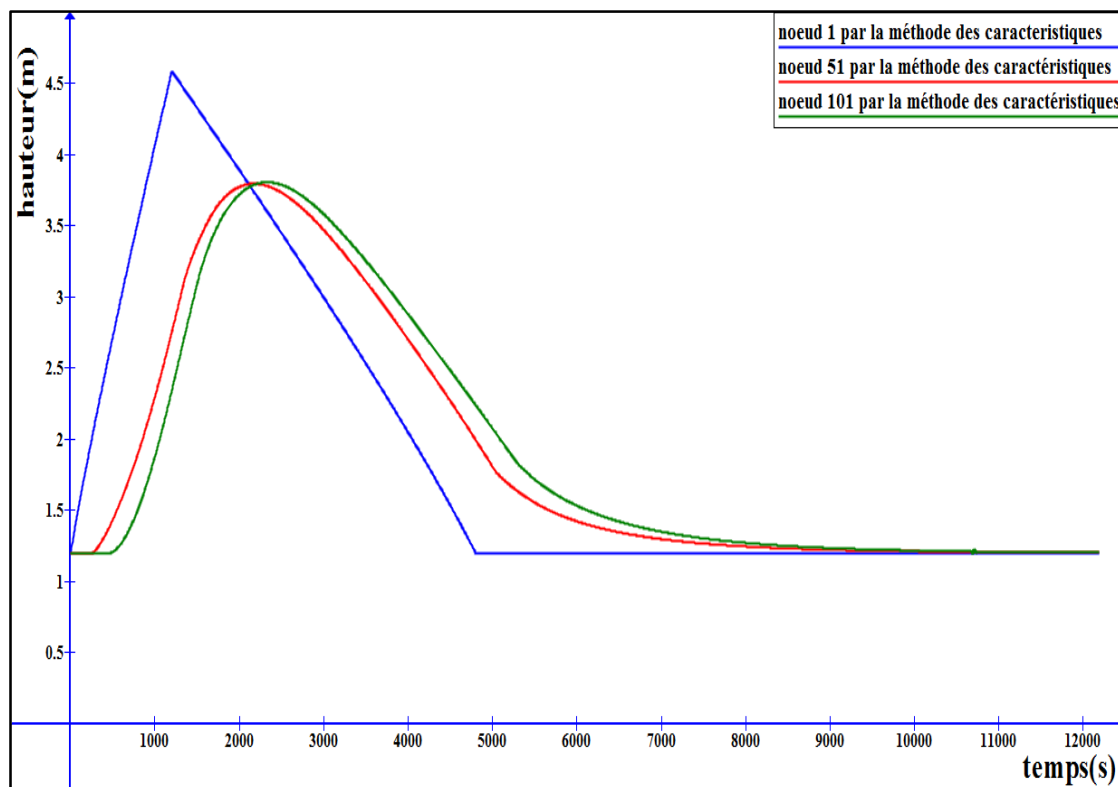
IV-4- Variation des hauteurs, débits et vitesses le long d'un canal rectangulaire :

Figure IV-4-a : Variations de la hauteur d'eau obtenues par la méthode des caractéristiques pour les trois stations ($x=0.0\text{m}$) et ($x=1500\text{m}$) et ($x=3000\text{m}$)

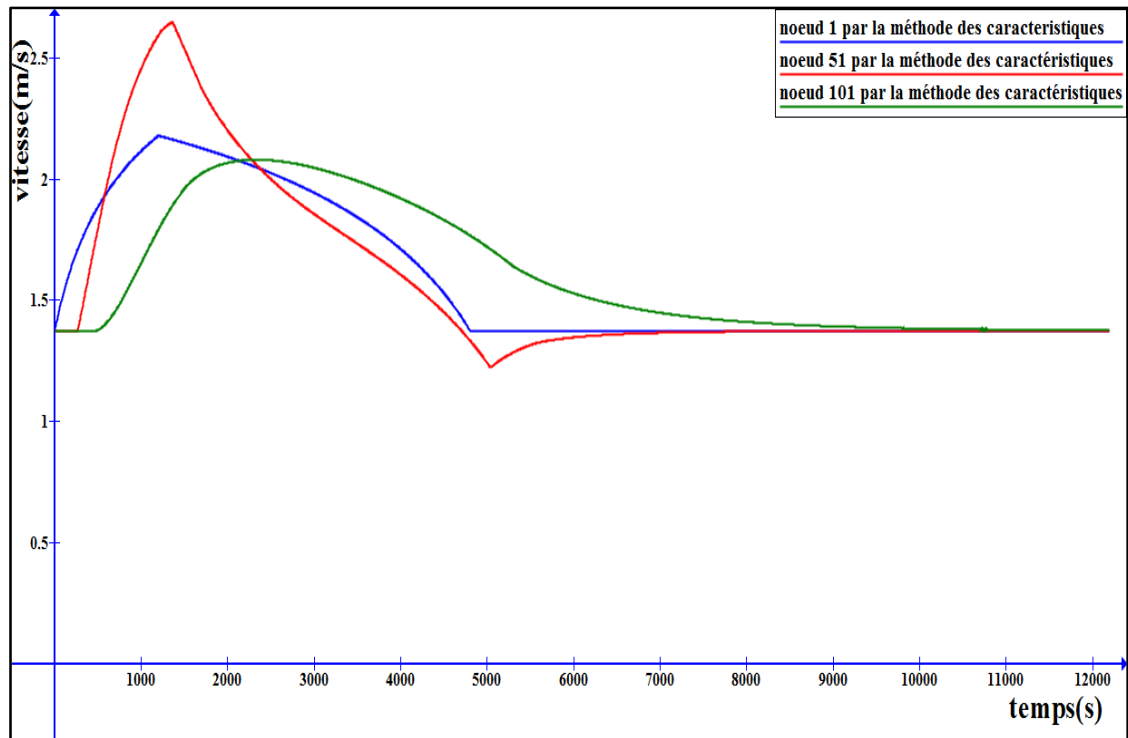


Figure IV-4-b : Variations de la vitesse obtenues avec la méthode des caractéristiques pour les trois stations ($x=0.0\text{m}$) et ($x=1500\text{m}$) et ($x=3000\text{m}$)

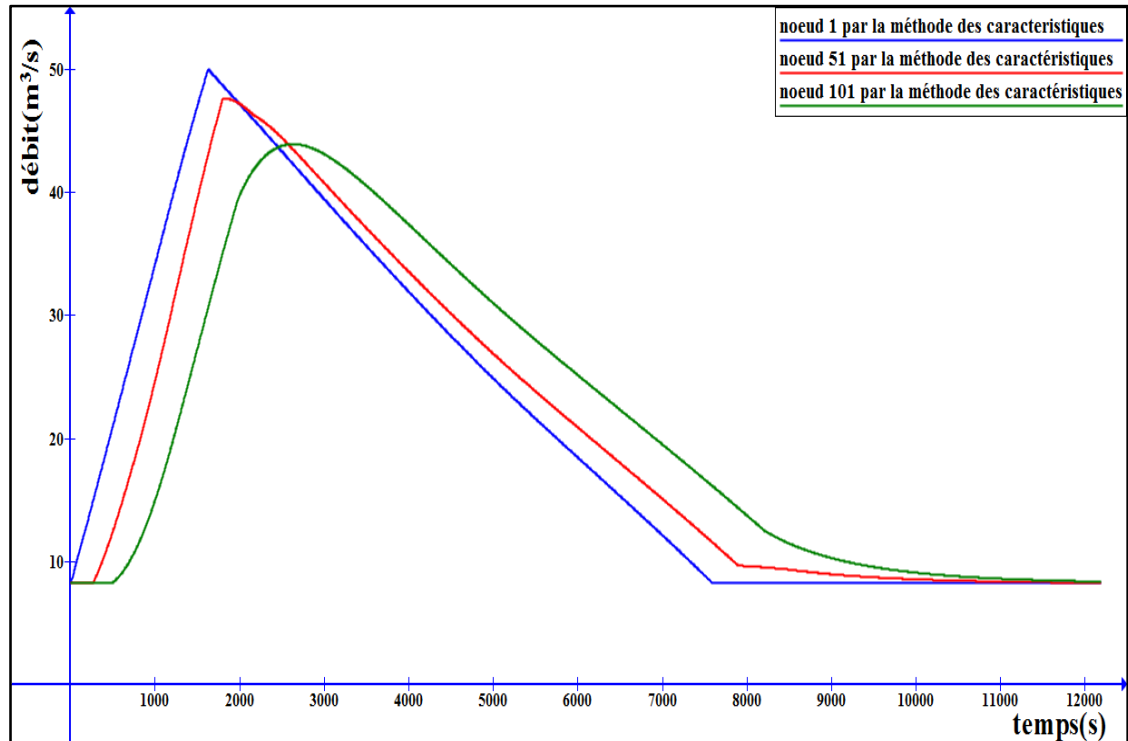


Figure IV-4-c : Variations du débit d'eau obtenues par la méthode des caractéristiques pour les trois stations ($x=0.0\text{m}$) et ($x=1500\text{m}$) et ($x=3000\text{m}$)

Les stations $L1=1500\text{m}$ et $L2=3000\text{m}$ correspondant aux nœuds 51 et 101. Les hydrogrammes, $Q(t)$ pour ces deux stations, ainsi que pour la station 1 qui représente le début du canal, sont présentés à la (figure IV-4-c). l'évolution de la vitesse, $V(t)$, et de la profondeur, $y(t)$, dans ces stations aux présentée aux (Figure IV-4-b) et (Figure IV-4-a)

Résultats de calcul avec la méthode des caractéristiques							
Nœuds	X [m]	h_{max} [m]	t [s]	Q_{max} [m^3/s]	t [s]	V_{max} [m/s]	t [s]
1	0	4.586	1200	50	1200	2.179	1200
51	1500	3.796	2170	42.942	1600	2.649	1360
101	3000	3.807	2330	39.591	2330	2.080	2340

Tableau IV-1 : Résultats de calcul avec la méthode des caractéristiques

IV-4-1- Interprétation des résultats :

Au nœud 1, station $L0=0\text{m}$ le débit maximum $Q_{max}=50\text{m}^3/\text{s}$, et la vitesse maximale, $V_{max}=2.179\text{ m/s}$, se produisent en même temps, $t = 1200\text{s}$ après le début de la crue, tandis que la profondeur maximale, $h_{max}=4.586\text{ m}$.

Au nœud 51, station $L1=1500\text{m}$, nous observons le débit maximum $Q_{max}=42.942\text{m}^3/\text{s}$, et la vitesse maximale, $V_{max}=2.649\text{ m/s}$, se produisent en même temps, $t = 1360\text{s}$ après le début de la crue, tandis que la profondeur maximale, $h_{max}=3.796\text{ m}$, se manifeste 260s plus tard au début.

Au nœud 101, station $L1=3000\text{m}$, nous observons le débit maximum $Q_{max}=39.591\text{m}^3/\text{s}$, et la vitesse maximale, $V_{max}=2.080\text{ m/s}$, se produisent en même temps, $t = 2340\text{s}$ après le début de la crue, tandis que la profondeur maximale, $h_{max}=3.807\text{ m}$, se manifeste 480s plus tard au début.

IV-5- Conclusion :

La comparaison des résultats de méthode des caractéristiques avec les résultats obtenue de modèle EXPLICITE développé par Mustafa S. Altinakar montre l'efficacité et la validité de notre modèle.