

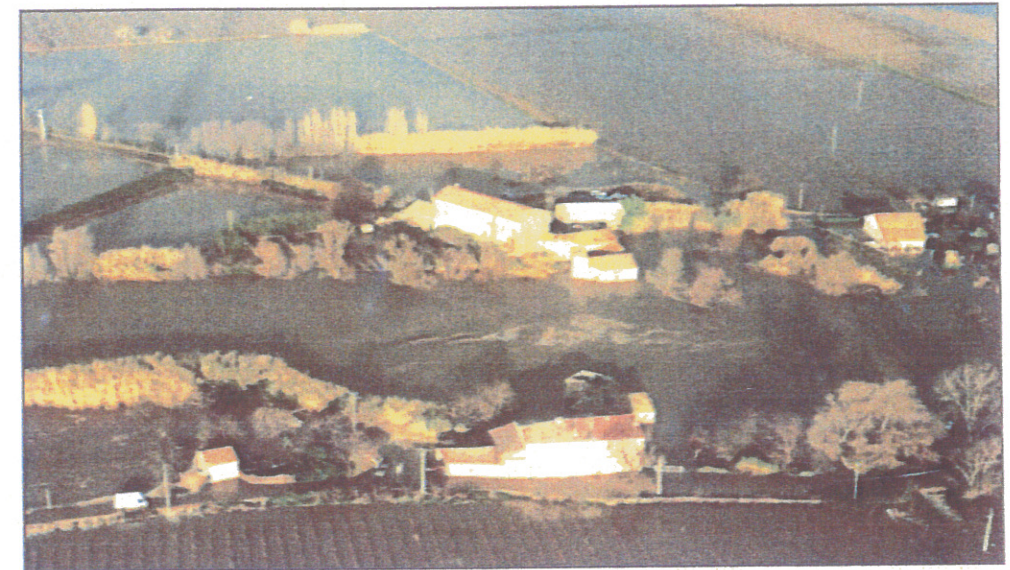
**ANNEXE 4**

**PRESENTATION DU LOGICIEL STREAM**

**BCEOM**

# STREAM

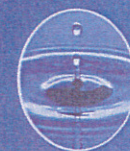
Simulation en **TR**ansitoire  
des **E**coulements  
A surface libre **M**ultidirectionnels



**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES  
D'INONDATION**

**AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES DE  
PROTECTION CONTRE LES CRUES**

**MISE HORS D'EAU ET IMPACT  
D'INFRASTRUCTURES**



**BCEOM**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INGÉNIEURIE





Les casiers sont ainsi délimités en fonction des axes structurant les flux (lits et chenaux, endiguements, déversoirs, ...) et des sections les plus représentatives des conditions d'écoulement (profils en travers, singularités, ...).

Ce découpage principal peut être suivi d'une partition supplémentaire des casiers ainsi définis, pour affiner encore la représentation discrétisée du système.

C'est à la condition d'une telle modélisation fidèle du système physique que **les équations dites de SAINT-VENANT** peuvent valablement être utilisées pour en décrire le fonctionnement.

**STREAM** résoud ces équations par un schéma implicite aux différences finies exprimant les termes différentiels sous forme discrétisée entre chaque pas de temps et d'espace.

## Données

- **Structure et géométrie du système**

Nombre de casiers, disposition, lois hauteurs d'eau-surfaces au miroir des casiers, type et caractéristiques des liaisons entre casiers (lois de seuil, d'orifice ou profils en travers et coefficient de rugosité, STRICKLER).

- **Type des conditions aux limites**

Débit, cote ou loi débit-cote imposée.

- **Les conditions initiales du système**

- **Paramètres de simulation**

Paramètres du calcul, conditions aux limites amont, latérales, internes et aval, coefficient de rugosité et de perte de charge.

## Sorties

- Tableau des maximas issus de la simulation.
- Images instantanées de l'état du système (cotes-débits-vitesses),
- Evolution dans le temps des variables : cote-débit-vitesse aux casiers choisis.

# LOGICIEL STREAM

Concepteur : BCEOM

## Objet

**Simulation en TRansitoire des Ecoulements A surface libre Multidirectionnels .**  
Plans d'eau, chaînes d'étangs soumis à des conditions aux limites multiples : niveaux ou débits imposés, relations cote-débit ...

## Domaines d'application

Etudes des phénomènes hydrauliques complexes (échanges lit mineur-lit majeur, champs d'inondation hétérogènes, écoulements maillés, deltas ...), des processus de propagation des débits entre l'amont et l'aval d'un cours d'eau, entre des étangs et des chenaux.

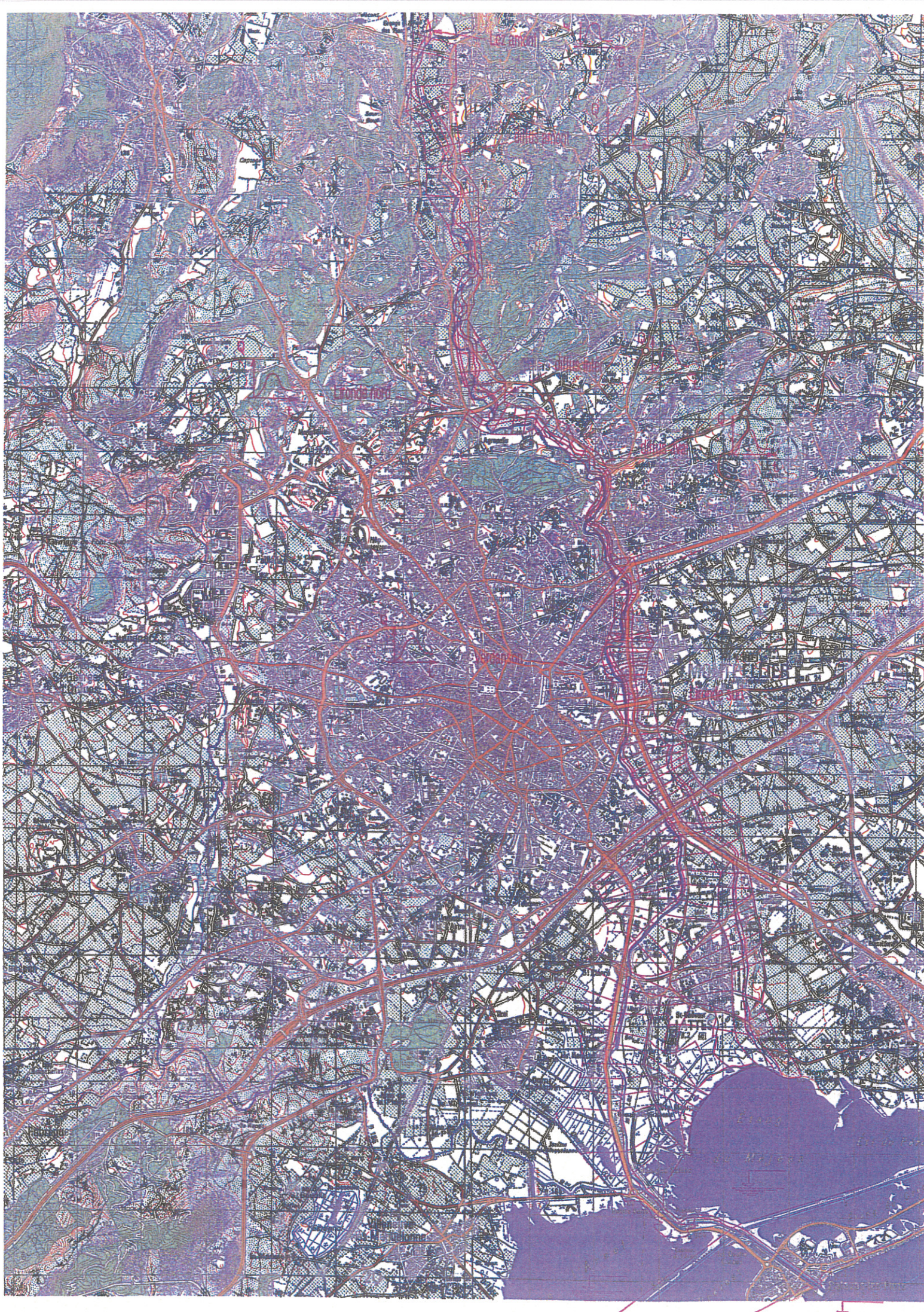
La modélisation fine de ces phénomènes permet en particulier de réaliser la cartographie des risques d'inondation (Plan de Prévention des Risques Inondation), de définir des aménagements de protection contre les crues et de prendre en compte les impacts d'éventuels aménagements nouveaux (seuils, projets routiers, mise hors d'eau d'infrastructures).

## Principes

Ce modèle est basé sur une représentation discrétisée des écoulements dans l'espace et dans le temps. L'unité de découpage dans l'espace, appelée "casier", est prise aussi petite que le nécessitent la bonne description des phénomènes réels et la précision souhaitée des résultats.

La construction du modèle a été réalisée de manière à permettre tout découpage de l'espace, quelle que soit la complexité qu'imposent à celui-ci la géographie ou le comportement hydraulique du système physique.





- Cartes de la surface libre, des champs de vitesses d'écoulement, des champs de débit et des cotes d'eau au centre des casiers.
- Tracé des isobathes (courbes d'égales hauteurs d'eau) et des iso-vitesses.
- Calcul d'impact sur les hauteurs d'eau d'une hypothèse d'aménagement et reproduction sur une carte.
- Calcul de durées de submersion ou de dépassement de seuils, etc ...

## Equations

Exprimé dans un espace à deux dimensions  $x$  et  $y$ , le système d'équations différentielles de SAINT-VENANT comprend :

- Une équation de continuité, exprimant la conservation des volumes d'eau :

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \text{div}(hV) = q$$

soit :

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hV_x)}{\partial x} + \frac{\partial(hV_y)}{\partial y} = q$$

- Une équation dynamique vectorielle, exprimant la conservation de la quantité de mouvement :

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla V \cdot V = -g(\text{grad } Z + J)$$

soit, en projections sur les axes  $x$  et  $y$  :

$$\frac{\partial V_x}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = -g \left( \frac{\partial Z}{\partial x} + J_x \right)$$

$$\frac{\partial V_y}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} = -g \left( \frac{\partial Z}{\partial y} + J_y \right)$$

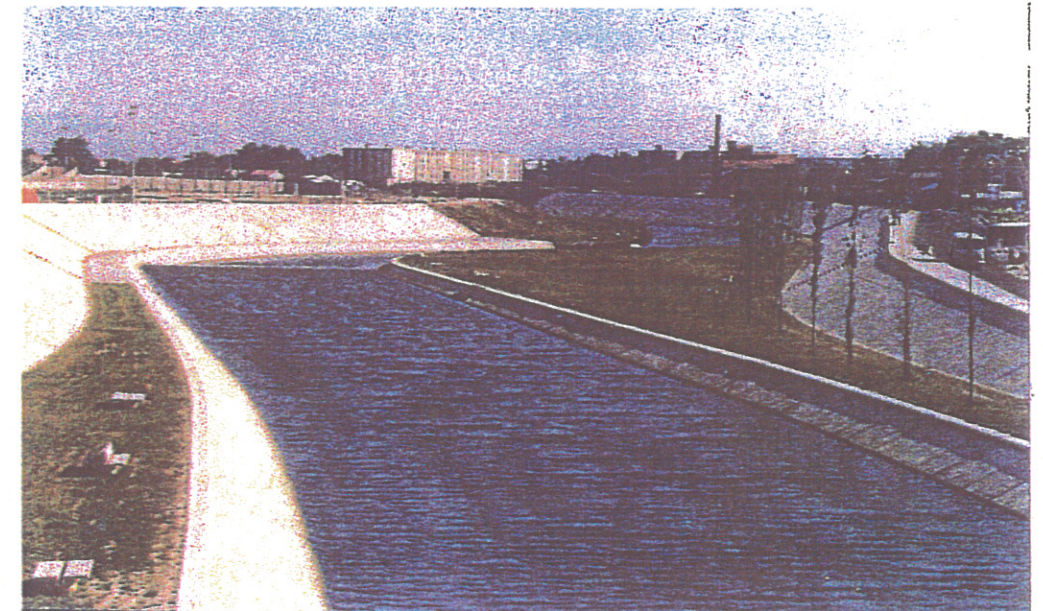
- avec  $Z$  cote de la surface libre  
 $V$  vecteur vitesse, de composantes  $V_x$  et  $V_y$   
 $J$  gradient de la charge hydraulique, de composantes  $J_x$  et  $J_y$   
 $q$  apport ou perte au  $m^2$   
 $x, y$  coordonnées dans le plan  
 $h$  hauteur d'eau.



**ETUDE HYDRAULIQUE ET CARTOGRAPHIE  
DES ZONES INONDABLES DU LEZ  
ENTRE PRADES ET PALAVAS**

(1988 - 1990)

Client : **Ville de MONTPELLIER**  
**Direction Départementale de l'Équipement de l'HERAULT**



- *Dans le cadre de l'aménagement du LEZ, fleuve côtier méditerranéen, pour la protection contre les crues et le développement des activités liées à la rivière (plan d'eau et ZAC d'ANTIGONE, projet Lez-Vert, création de Port-Marianne), la Ville de Montpellier a opté en 1988 pour une modélisation mathématique des écoulements multidirectionnels en régime transitoire. Ce modèle a permis d'explicitier la genèse des crues du Lez depuis Prades sur son cours inférieur, de définir la limite des zones inondables sur la commune et d'évaluer l'impact de divers projets d'urbanisme sur l'ensemble de la zone d'étude (Prades à Palavas).*
- *Ce modèle a été complété en 1990 pour le compte de la D.D.E. de l'Hérault, et, a été mis en oeuvre dans le cadre de l'élaboration de Plan d'Exposition aux Risques d'Inondation du Lez.*