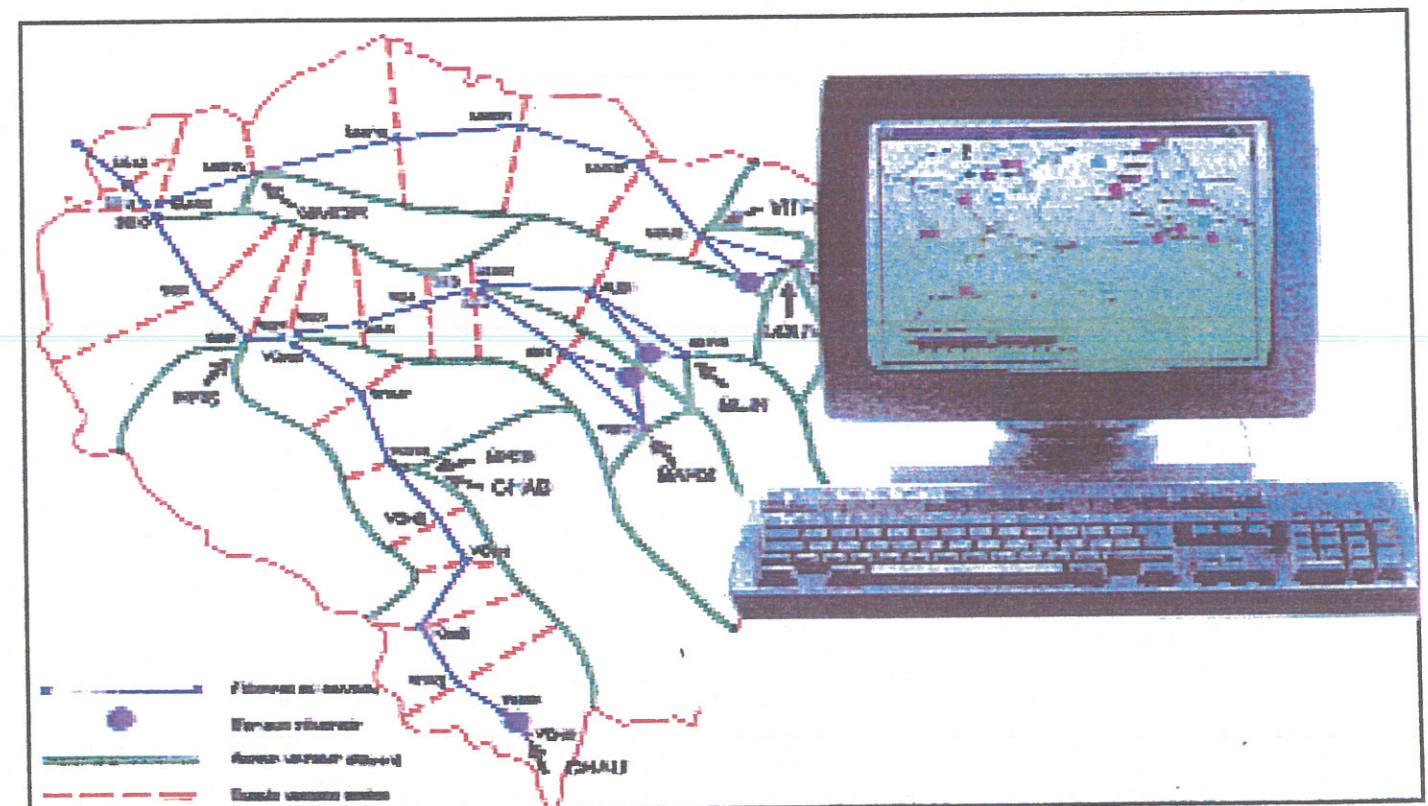


ANNEXE 3

PRESENTATION DU LOGICIEL SIREA

SIREA

Simulation du Ruissellement
des
EAux pluviales



FONCTION HYDROLOGIQUE DE
PRODUCTION

FONCTION HYDRAULIQUE DE

Le bassin versant est assimilé à un réservoir dans lequel ce qui rentre, est la pluie introduite par l'intermédiaire de son intensité $i(t)$, ce qui sort est le débit $Q(t)$ à l'exutoire considéré. Les quantités stockées $S(t)$ sont fonction directe des quantités évacuées $Q(t)$, étant entendu que $i(t)$, $Q(t)$ et $S(t)$ sont liés ensemble par l'équation de continuité suivante :

$$dS/dt = i(t) - Q(t)$$

L'équation de stockage retenue, est l'équation d'un réservoir dans lequel le stockage varierait linéairement avec le débit de sortie soit :

$$S(t) = K Q(t)$$

La fonction de production retenue dans le modèle provient du programme RERAM mis au point par le Centre d'Etude Technique de l'équipement d'AIX-EN-PROVENCE avec la collaboration du Laboratoire d'Hydrologie Mathématique de MONTPELLIER. La fonction de production a été établie et calée sur 146 pluies et 13 bassins versants. Ce programme est proposé dans le cadre de l'Application des nouvelles directives de l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations. La fonction de production du programme SIREA, de par son origine, reconstitue donc les hydrogrammes identiques à ceux résultant de l'application des méthodes proposées par l'instruction technique.

Le programme de calcul proposé peut en outre considérer une pluie soit uniformément abattue sur le bassin versant, soit une pluie dont l'épicentre peut être déplacé.

La fonction de production "urbaine" sera appliquée sur les bassins dont le coefficient d'imperméabilisation est supérieur à 20%. Jusqu'à ce seuil cette méthode donne de bons résultats. En dessous de ce coefficient, il conviendra d'utiliser le modèle "rural" présenté ci-après.

LOGICIEL SIREA

Concepteur : BCEOM

Objet

Simulation du Ruissellement des EAux pluviales.

PRINCIPE DE CALCUL

Le processus d'écoulement des eaux de surface est lié à un très grand nombre de phénomènes physiques dont la prise en compte ne peut être abordée que par l'intermédiaire d'une modélisation de façon à reconstituer aussi finement que possible la formation et la propagation des hydrogrammes de crue tout au long d'un réseau.

Le modèle SIREA a été élaboré pour simuler le fonctionnement des réseaux à structure arborescente, il comprend les deux fonctions essentielles suivantes :

- **une fonction de production** qui dans le cas présent définit au droit de chaque sous-bassin élémentaire l'hydrogramme correspondant au hétérogramme simulé,
- **une fonction de transit** qui permet de reconstituer fidèlement le processus de propagation des hydrogrammes tout au long du réseau.

Fonction de production

• **Modèle urbain**

L'approche synthétique du problème nous a conduit vers un modèle résultant de l'association d'une équation de continuité traduisant la conservation des volumes et d'une équation de stockage proprement dite.

♦ Module propagation des hydrogrammes

Compte tenu des possibilités d'acceptation du réseau et de la topographie du terrain, le programme propage et donne en chaque noeud les hydrogrammes, soit :

- dans le réseau si celui-ci a une capacité de transit suffisante et compte tenu de ses possibilités de rétention et d'écrêtement éventuels imposés par les ouvrages intermédiaires.
- dans le réseau et en écoulement superficiel si le réseau a une capacité de transit insuffisante.

En ce qui concerne la propagation proprement dite, nous avons le choix entre 5 méthodes de calcul.

La première méthode consiste à translater à une vitesse constante l'hydrogramme qui conserve sa forme.

Les autres méthodes de calcul sont basées sur la résolution simplifiée du système d'équation de **SAINT-VENANT**. Les modèles proposés sont : **MUSKINGUM linéaire**, **MUSKINGUM KUNGE**, **HAYAMI**, **onde cinématique**. Ces modèles tiennent compte partiellement et différemment de termes de l'équation dynamique.

Suivant le type de réseau (pente, section, rugosité) et le type d'hydrogramme à translater, on choisira la méthode donnant globalement des résultats compatibles avec la précision nécessaire.

♦ Module diagnostic

Pour chaque tronçon de réseau, ce module calcule les conditions de niveau et vitesses minimum et maximum atteintes dans les réseaux. En cas de mise en évidence de réseaux de capacité insuffisante, il donne d'une part la durée d'insuffisance ainsi que les volumes non admis dans le réseau et d'autre part, il définit à titre indicatif les caractéristiques dimensionnelles à donner à ces parties de réseau sans pour autant en tenir compte dans la suite des calculs.

♦ Modèle rural

Deux types de fonction de production peuvent être envisagés :

- la première méthode de calcul correspond à un modèle déterministe basé sur l'estimation du débit par la méthode rationnelle avec calcul préalable du temps de concentration, soit par la méthode de **RICHARDS (BD RICHARDS CHAPMAN AND HALL)**, soit par la méthode **SCS (Soil Conservation Service)**,
- la seconde méthode est un modèle dérivé de l'analyse des systèmes tel celui proposé pour les bassins urbains avec détermination préalable de la pluie efficace. Celle-ci est fonction de l'évolution de l'état de saturation du sol et donc de l'importance de l'infiltration calculée d'après une loi de type **HOLTAN**. Plusieurs tests seront entrepris de façon à adopter le modèle rural le mieux adapté.

Fonction de transfert

Compte tenu de la multiplicité des éléments intervenant dans le transfert des hydrogrammes de crues, cette partie du programme est présentée sous forme de modules.

♦ Module d'organisation des calculs

Il s'agit d'un fichier qui définit l'organisation des calculs du modèle hydraulique. Ce fichier comprend tous les renseignements concernant la structure du réseau : tronçons codés, points singuliers codés, nature des sections, pentes, vitesses admissibles ...

Il est important de noter que là aussi et contrairement à d'autres modèles de ce type, l'adjonction de données supplémentaires (extension ou modification des réseaux), n'entraîne aucun bouleversement dans le codage de l'ensemble du réseau. Ceci permet une utilisation particulièrement adaptée pour tester facilement des cas concrets tels que ceux qui peuvent être rencontrés (interconnexion, déconnexion, extensions, dimensionnement, renforcement des réseaux).

Cas de la mise en charge

Le modèle **SIREA** ne résoud pas de façon fine les problèmes de mise en charge des conduites.

Dans le cas d'une insuffisance de certains tronçons du réseau, l'utilisateur a la possibilité de tester plusieurs solutions :

- écrêtement de l'hydrogramme à la capacité de la conduite avec report des débits écrêtés dès que possible à la décrue,
- laminage de l'hydrogramme à la capacité de la conduite,
- passage en force de l'hydrogramme sans déformation,
- translation de la partie débordante de l'hydrogramme sur une chaussée définie par l'utilisateur.

Prise en compte de plusieurs pluies

Il est possible de définir plusieurs pluies, de projet ou réelles, afin soit de simuler un événement réel, soit de prendre en compte un gradient pluviométrique avec l'altitude par exemple.

Prise en compte d'ouvrages spéciaux

♦ Module dimensionnement

Ce module intervient pour dimensionner soit les extensions de réseau soit les renforcements de réseau : changement de conduite, doublement des conduites et dans ce cas, le modèle tient compte de la conduite en place.

♦ Ouvrages d'assainissement classiques

Le modèle **SIREA** autorise la simulation de la plupart des ouvrages spéciaux rencontrés sur les réseaux d'assainissement pluviaux :

- bassins écrêteurs de crue,
- déversoirs d'orage,
- chambres de répartition,
- stations de relèvement.

Un module de calcul spécifique à chaque type d'ouvrage procède à la transformation de l'hydrogramme d'entrée dans l'ouvrage.

Le programme autorise le dimensionnement de ces ouvrages et notamment les bassins écrêteurs pour lesquels sont fournis en sortie :

- les hydrogrammes entrant et sortant,
- les limnigrammes dans le bassin (niveau d'eau),
- les superficies et les volumes en eau dans le bassin à chaque pas de temps de calcul.

♦ Ouvrages liés à la mise en oeuvre de techniques alternatives

Le modèle permet de simuler les écoulements et le stockage dans la traversée des ouvrages à structure poreuse capacitive du type chaussée et parking réservoir.

Compte tenu de la complexité et de la diversité des paramètres entrant dans le genèse et le processus d'écoulement des crues, l'ensemble du bassin versant a été traité à l'aide d'une méthode globale de modélisation hydrologique et hydraulique.

Le modèle utilisé est le logiciel SIREA, capable de prendre en compte toutes les configurations hydrologiques et de représenter finement les écoulements à travers des systèmes hydrauliques complexes : réseaux maillés, ouvrages spéciaux (fixe ou mobile), asservissement, mise en charge, bassin de stockage ...

Les réseaux hydrologique et hydrographique de la MASSE sont représentés schématiquement sur le graphiques pages suivantes.

Le découpage du bassin versant en 50 sous-bassins homogènes du point de vue de l'occupation des sols, a permis de calculer en chaque point du réseau grâce au module hydrologique du logiciel SIREA, l'hydrogramme de crue correspondant.

Le module hydraulique a ensuite permis de reproduire fidèlement le mécanisme d'écoulement des crues en régime transitoire à travers l'ensemble du réseau :

- échanges entre le lit mineur et le lit majeur, dans les zones rurales (effet de stockage et de déstockage des eaux),
- écoulement à travers les ouvrages de franchissement routiers et SNCF,
- passage en siphon sous le canal latéral à la Garonne,
- réseau maillé et souterrain dans la traversée d'Agen,
- cours aval sous l'influence des niveaux de la Garonne.

Calé sur la crue de Juillet 1993, le modèle hydraulique a été dans un premier temps utilisé pour diagnostiquer l'état actuel avant d'être utilisé pour tester des solutions d'aménagement.

De nombreux tests ont pu être réalisés grâce à la souplesse du modèle mathématique :

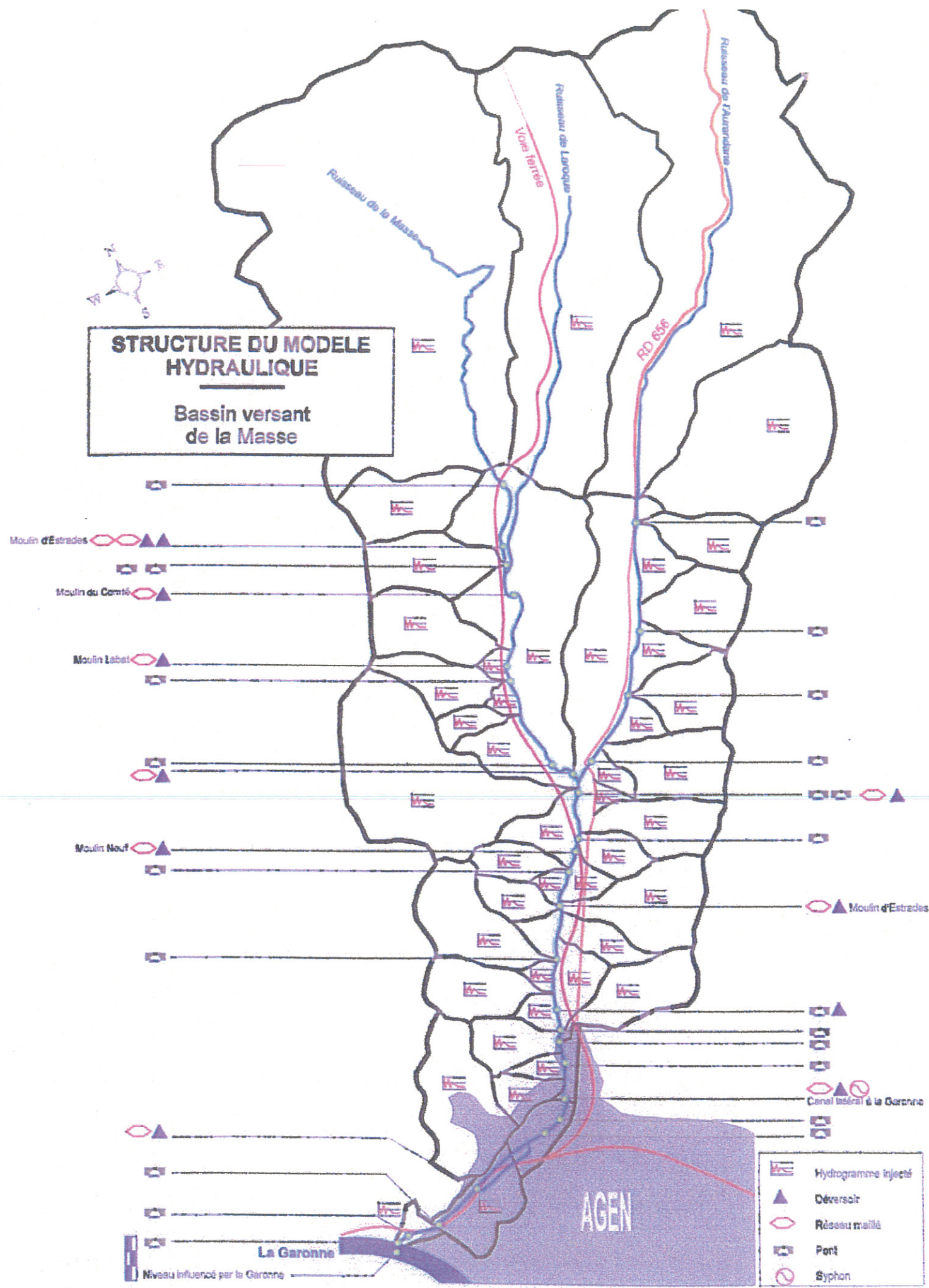
- état d'occupation actuel et futur des sols,
- fréquences de crue différentes,
- niveaux de la Garonne variable.

Les principes d'aménagement retenus comprennent :

- la création de bassins de stockage destinés à limiter les débits à l'aval ; au total, 29 sites ont été retenus et testés sur le modèle hydraulique
- des travaux de recalibrage ponctuels sur le lit mineur destinés à augmenter localement la capacité de transit du cours d'eau,
- la protection des zones rurales pour des fréquences courantes par réhabilitation du lit et de la végétation riveraine.

**STRUCTURE DU MODELE
HYDRAULIQUE**

Bassin versant
de la Masse



**STRUCTURE DU MODELE
HYDROLOGIQUE**

Découpage du bassin versant
de la Masse en sous bassins
versants homogènes.

