

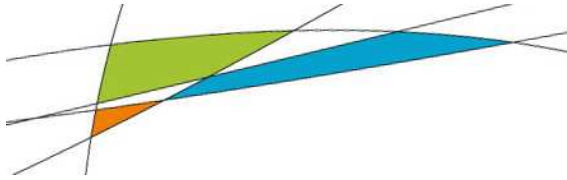


Développement logiciel pour la régulation des canaux et rivières aménagées

Hydraulique et qualité de l'eau

David Dorchies (CEMAGREF)

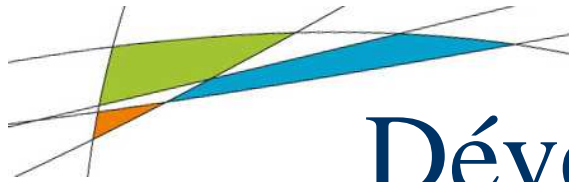
Séminaire Algéqueau - 2 décembre 2010 - Montpellier



SIC en quelques mots

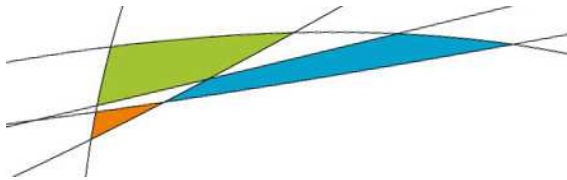
« *Simulation des Canaux d'irrigation* »

- Modélisation hydraulique des écoulements mono-dimensionnels
- Testé depuis > 20 ans sur de nombreux périmètres irrigués et fleuves
- Applications en conception, aide au diagnostic, aide à la gestion, test d'algorithmes de régulation
- Une évolution permanente du logiciel



Développement permanent du logiciel

- Talweg, Fluvia, Sirene
- RBMC en 1987-89
- SIC en 1990
- Version 1 à 5 :
 - Transport solide
 - Modules de régulation
 - Vannes hydromécaniques
 - Module qualité



Liste des utilisateurs

- **Gestionnaires de réseaux :**

[Comisión Nacional del Agua](#) (Mexique), [Irrigation Authority](#) (Ile Maurice), [Jordan Valley Authority](#) (Jordanie), [Mahaweli Authority](#) (Sri Lanka), [SAED](#) (Sénégal), [Service de Navigation de la Seine](#), CACG, SCP, BRL, [DDAF Loire](#), Canal de Gignac (France)

- **Bureaux d'étude :**

SCP, [BCEOM](#)-EGIS, [BRLi](#), [Sogreah](#), [Spilnfra](#), CACG, Elément (France), etc

- **Centre de recherche :**

[Cemagref](#) (France), [Centre for Excellence in Water Resources Engineering](#) (Pakistan), [Hydraulic Research Wallingford](#) (Angleterre), [IHE Delft](#) (Pays Bas), [IHE Delft](#) & Ministry of Public Works (Indonésie), [Institute for Land and Water Management](#) (Louvain, Belgique), [Instituto Mexicano de Tecnología del Agua](#) (Mexique), [Institut de Recherche pour le Développement](#) (IRD, France, Brésil), [Institut National de Recherche Agronomique](#) (France), [International Water Management Institute](#) (Sri Lanka, Pakistan, Burkina Faso), etc

- **Universités, écoles d'ingénieurs :**

[Colegio de Montecillo](#) (Mexique), [Colorado Institute for Irrigation Management](#) - Fort Collins (USA), Universités de Berkeley, Washington, [ENI Tarbes](#), [Ensam](#), [Enseeiht](#), [Engref](#) (France), [Universités de Cagliari](#) (Italie), [Evora](#) (Portugal), Barcelone, [Valladolid](#) (Espagne), Castilla la Mancha, Séville, [Melbourne](#) (Australie), [Metz](#) (France), etc



Pourquoi utiliser un logiciel ?

Des formules de l'hydraulique à l'utilisation de logiciels...

- ♦ **Résolution rapide des équations de l'hydraulique**
 - ♦ Détermination précise des lignes d'eau et des débits distribués
- ♦ **Problèmes réels souvent complexes**
 - ♦ Topologie du réseau
 - ♦ Géométrie des chenaux (sections non rectangulaires)
 - ♦ Succession d'ouvrages et chenaux variés
 - ♦ Effets transitoires
- ♦ **Résultats exploités facilement au-delà de la simple hydraulique**
 - ♦ Détermination et représentation de zones inondables
 - ♦ Calculs d'indices de distribution de l'eau (réseaux)
 - ♦ Transport de polluants, transport solide, algues, etc.

Diagnostic de fonctionnement

Conception - réhabilitation

- calibrer des sections d'écoulement
- choix et dimensionnement des ouvrages de régulation (seuils, vannes, prises latérales)

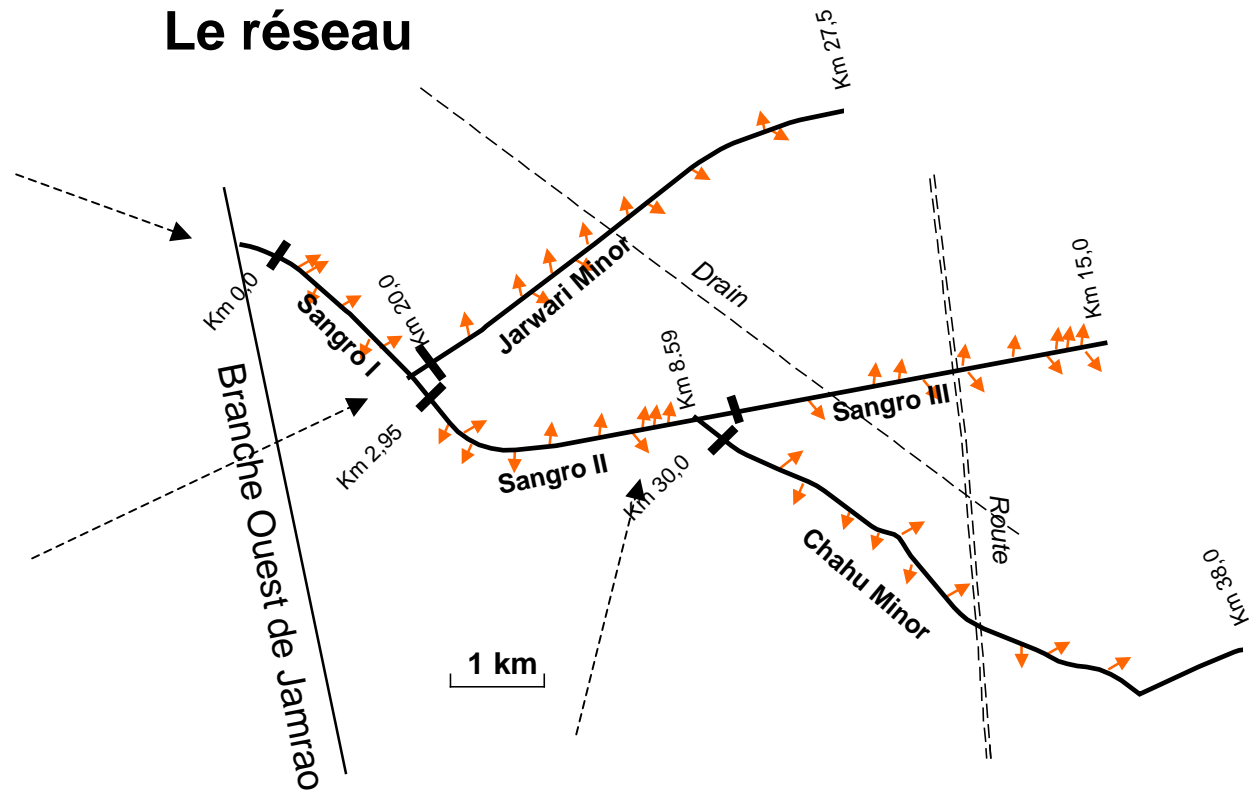
Aide à la gestion

- gestion des ouvrages de régulation
- test algorithmes de régulation automatique
- gestion de la qualité de l'eau



Exemple 1: diagnostic d'un canal d'irrigation

Le réseau



Exemple 1: diagnostic d'un canal d'irrigation

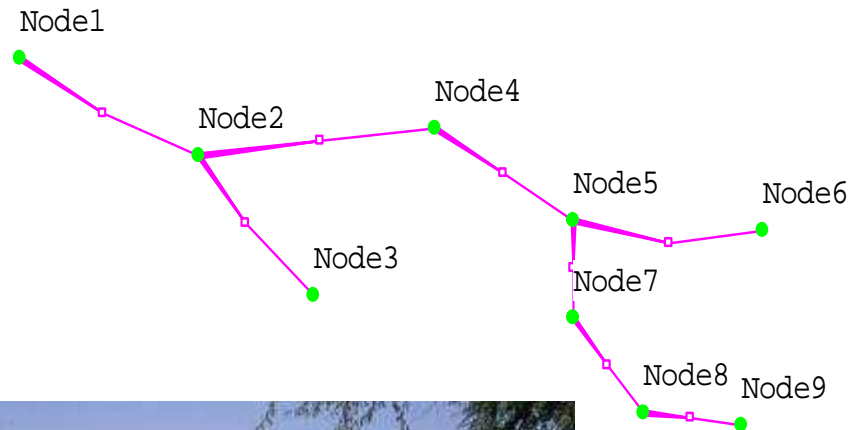
Les problématiques

- Pb 1: évaluer l'impact de restrictions de débit en tête. Comment les gérer?
- Pb 2: au km 12, construction d'un nouveau secteur avec 120 l/s. Quel débit supplémentaire en tête faut-il fournir?
- Pb 3: Peut-on améliorer la gestion des dépôts solides?



Exemple 1: diagnostic d'un canal d'irrigation

Le modèle



Relevé topo



Relevé z pour calage



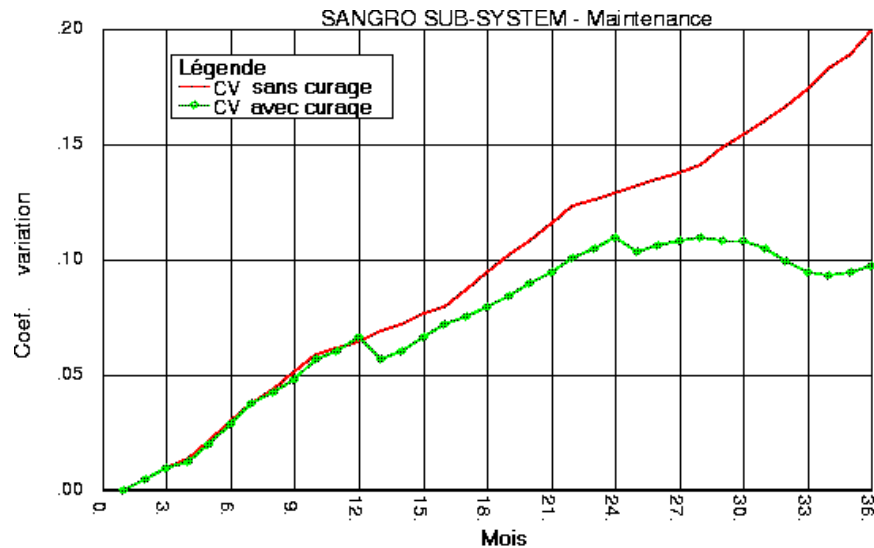
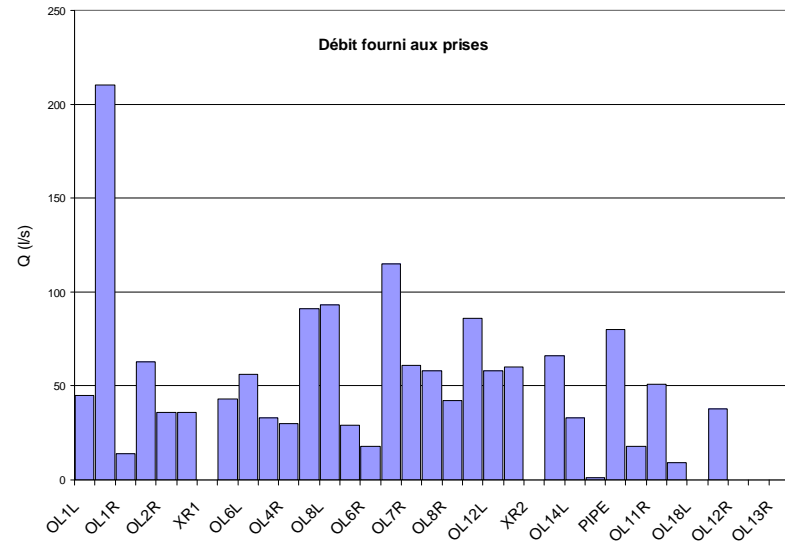
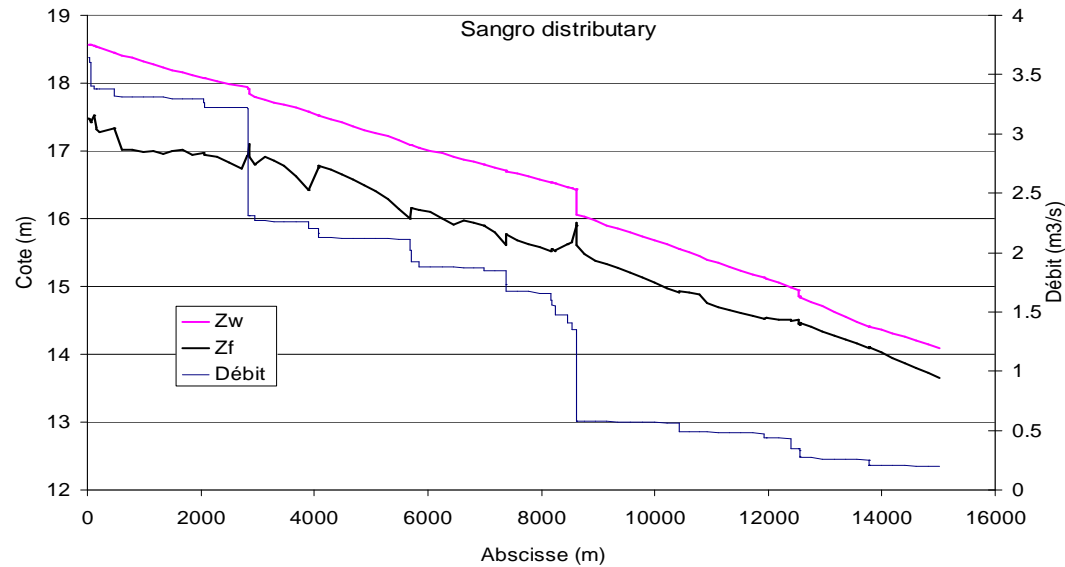
Mesure Q dans le canal



Mesure Q prélevé

Exemple 1: diagnostic d'un canal d'irrigation

Résultats de modélisation





Caractéristiques des Prises

Aide

Masquer Page précédente Imprimer Options

Sommaire Index

Arbuste
de l'utilisateur
Introduction
Utilisation d'EdiSic
Présentation générale d'EdiSic
Le mode géométrie
Le mode hydraulique
L'explorateur de projet
Définition des coefficients de Manning
Définition des débits latéraux (infiltration)
Condition limite amont de réseau
Condition limite aval du réseau
Description des prises
Description des structures en travers
Unité 1 : Topologie - Géométrie
Unité 2 : Régime permanent
Unité 3 : Régime transitoire
Module de régulation
Module de sédimentation
Module qualité
Conseils d'utilisation de SIC
Principales procédures du logiciel SIC
Structure des fichiers de données
Annexes
Messages d'erreurs
de Théorie

A partir de SIC 5.20, les nœuds intermédiaires peuvent avoir plusieurs prises.

Caractéristiques d'une prise

Chaque prise a les caractéristiques suivantes :

- Une condition limite aval de type débit imposé, cote fixée, $Q(Z)$ ou Q^a
- Éventuellement un premier niveau de structure avec un ou plusieurs ouvrages dont un pourra être régulé afin d'obtenir un débit objectif.
- Éventuellement un deuxième niveau de structure à l'aval du premier contenant un ou plusieurs ouvrages fixes.

Canal principal

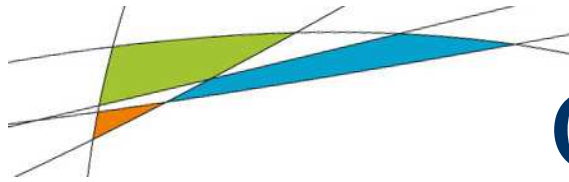
Structure niveau 1
ex : vanne

Structure niveau 2
ex : seuil

Condition limite aval
ex : $Q(z)$, $Q(t)$...

Régulation d'une prise par un débit objectif

En mode permanent et transitoire, il est possible de faire calculer l'ouverture d'une vanne ou la hauteur du radier d'un seuil situé sur le premier niveau de structure pendant la simulation afin d'obtenir un débit défini (appelé « débit objectif ») à la prise.



Ouvrages en travers



Vannes à glissières (commande manuelle, automate...)



Seuils

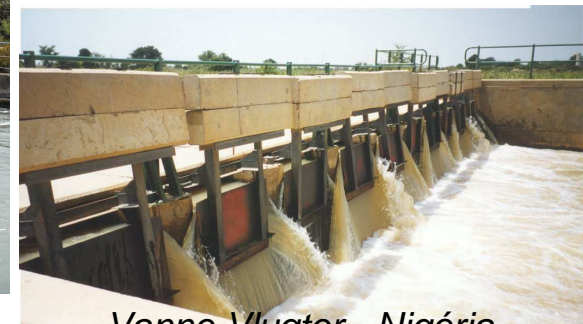


AVIS

vannes autorégulées



AMIL

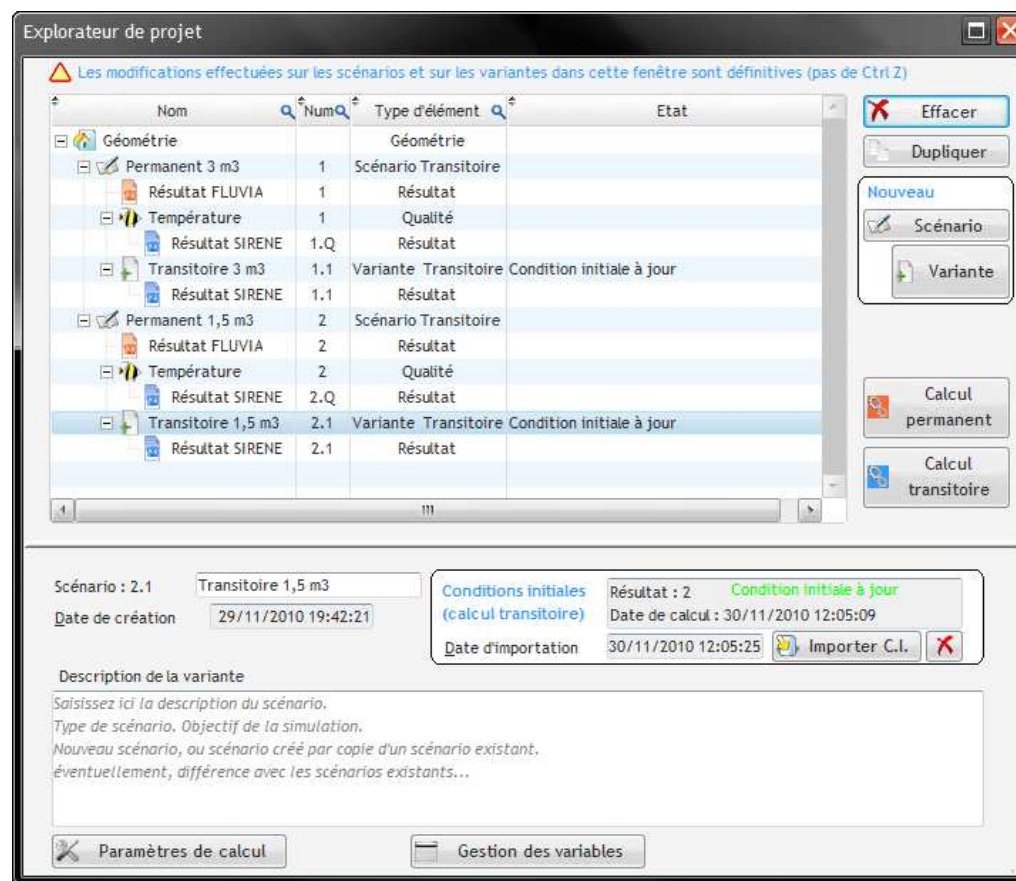


Vanne Vlughter - Nigéria
Contrôle de h amont



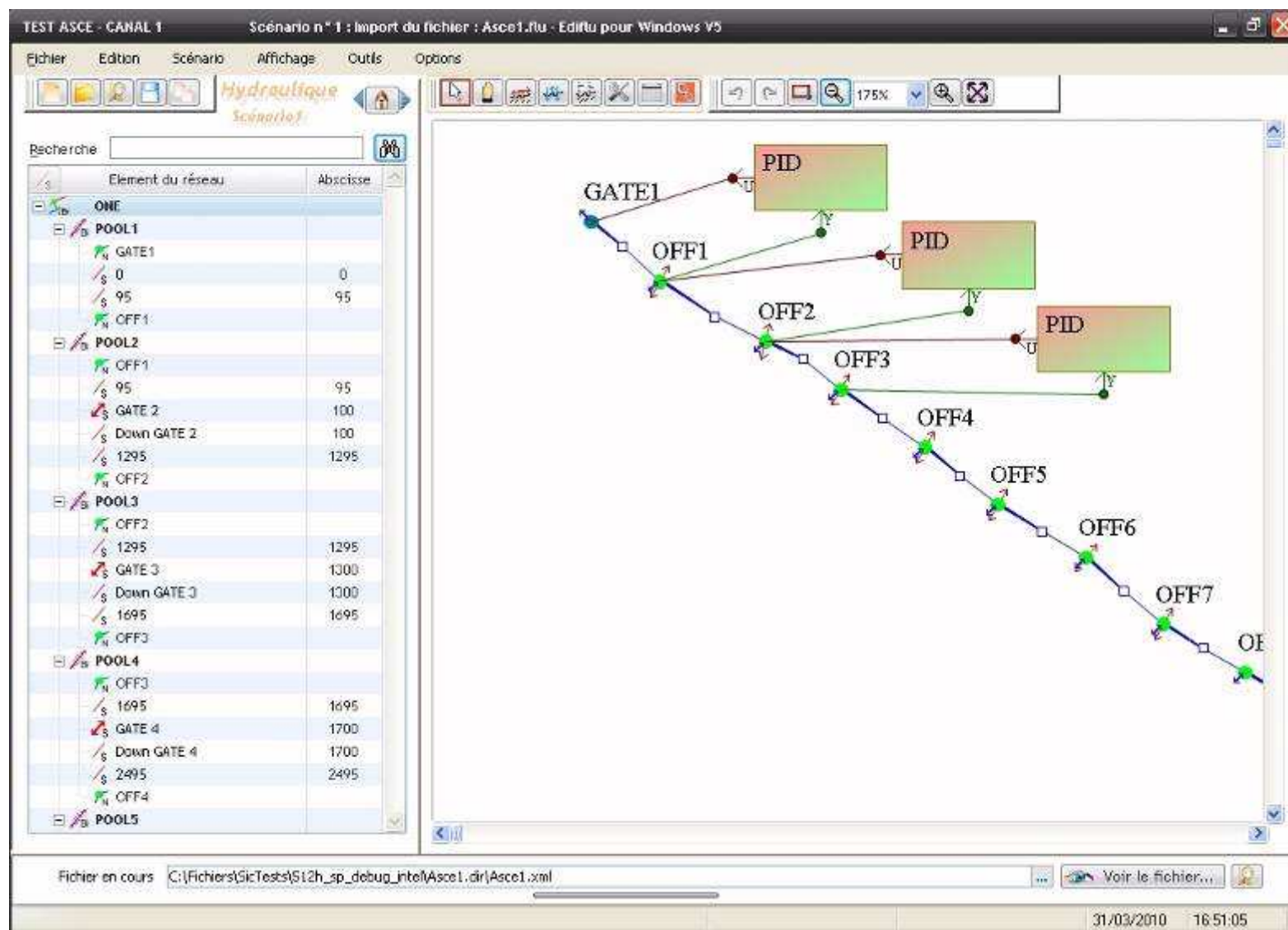
Fichier de projet au format XML

- 1 Réseau (Géométrie)
- Des scénarii hydrauliques
 - Des variantes de gestion
 - Un module ALGEQUEAU
- Des modules de régulation





Modules de régulation







Modules de régulation

Compilation dynamique

Nombre de U: 5,00
 Nombre de Y: 5,00
 Nombre de Z: 5,00
 Nombre de paramètres: 0,00
 Temps (hh:mm:ss): 00:15:00
 Pas de temps de calcul (s): 300,00
 Pas de temps de régulation (s): 300,00

U	Y	YT	Z	PARA
0,066601196	-0,003796577	0,000000000	0,024605989	2,000000000
0,020469718	0,001457214	0,012500000	0,076213837	1,000000000
-0,000301338	0,000065804	0,000000000	0,005850673	1,000000000
-0,000180214	0,000059128	0,000000000	0,000461578	1,000000000
0,000012190	-0,000006676	0,000000000	-0,000066161	1,000000000
				0,000796577
				0,011042786
				-0,000065804
				-0,000059128
				0,000006676

Prochaine pause (en nb pas de temps): 1 soit en Temps (hh:mm:ss): 00:05:00

Affichage: Visible

Entrez votre code :

```

FIN
//Trace("Y : " + Y[1] + " " + Y[2] + " " + Y[3] + " " + Y[4] + " " + Y[5])
//se = se + Ki.*(e_old+e)
//deriv_e = Kd1.*deriv_e+Kd2.*(e-e_old)
//u = Kp.*e+se+deriv_e
POUR i = 1 A ny
  se[i] = se[i] + Ki[i] * (e_old[i] + e[i])
  deriv_e[i] = Kd1[i] * deriv_e[i] + Kd2[i] * (e[i] - e_old[i])
  u[i] = Kp[i] * e[i] + se[i] + deriv_e[i]
FIN
//Sauvegarde de l'ancien écart
POUR i = 1 A ny
  e_old[i] = e[i]
FIN
//Sauvegarde des valeurs à conserver
  
```

Messages du compilateur :

Compilation réussie

Charger

Sauvegarder

Compiler

Executer

Ok



Lien SCADA (exemple sur Gignac)





The screenshot displays the CIASoft software interface with several active windows:

- Processus:** A list of running processes with columns for ID, Date, Nom, IP, Send, Receive, and Time (s). Processes include StatClient, HBSchedulerClient, RTSchedulerClient, CiaStopClient, HistoSaver.Archives_gignac, Redondance1, calendrier, RedStart, Digesteur, Calcul, FRONTAL, RedStart, DDE_SV, RedStart, DDE_SV, RedStart, Grapheur, Grapheur, and Alarme.
- Etat redondance:** A window showing the status of redundancy. It indicates 'Etat Frontal1 : ACTIF' with a green light icon and 'Etat Frontal2 : ?' with a yellow light icon. A 'Fermer' button is present.
- Calendrier:** A calendar window showing a schedule of events. The table below represents the data shown in this window:

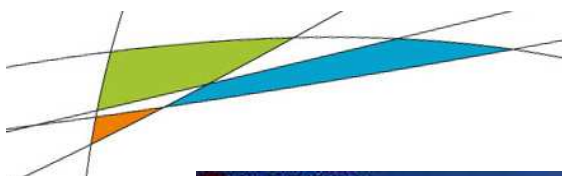
Libellé	Fréquence	Déclenchement	Commande	Statut
Création base archive	Une fois par an	29/10/2004 00:30:00	C:\Outils_DSA\NewArchive\N	
Belbezet2	Une fois par jour	09/03/2005 19:00:00	Appel réseau de stations	●
Purge historique	Une fois par jour	10/03/2005 00:00:00	Calcul	●
Appel SOFREL	Une fois par jour	10/03/2005 07:00:00	Appel réseau de stations	●
Calcul	Une fois par jour	10/03/2005 07:30:00	Calcul	●

- Frontal - liste des stations:** A window listing various stations with columns for Tag, Libellé, Connexion, Trames, Erreurs, and RawState. The table below represents the data shown in this window:

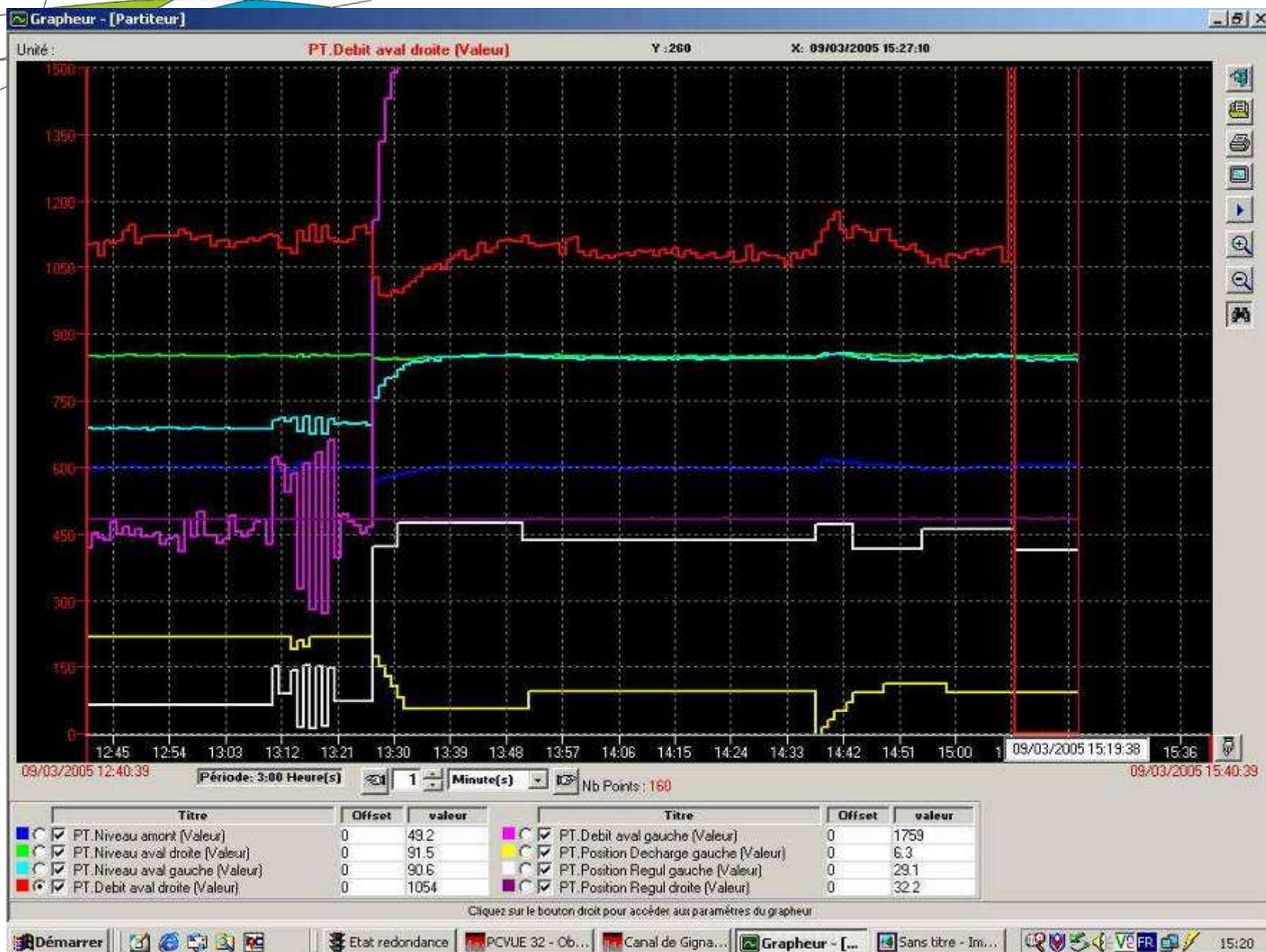
Tag	Libellé	Connexion	Trames	Erreurs	RawState
1	Belbezet	Non conne...	798	0	0
20	Ceyras	Non conne...	0	0	0
21	Pont Lussac	Non conne...	18	0	0
3	Avenq	Non conne...	2189	1	0
4	Lagarelle	Non conne...	1710	12	0
10	Repeteur	Non conne...	1583	0	0
11	Aurelle	Non conne...	1691	1	0
5	Mas de Ro...	Non conne...	1793	1	0
13	Gignac	Non conne...	1809	130	0
14	Mobile	Non conne...	1581	4	0
12	St Jean	Non conne...	18	18	0
2	Parfiteur	Connectée	9765	16	263

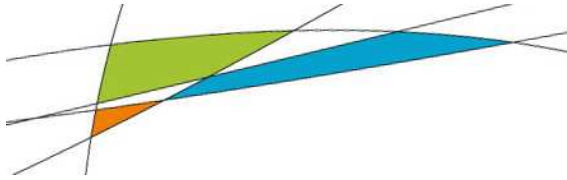
- DemarrageFr...:** A small window at the bottom left, partially visible.

The taskbar at the bottom shows icons for Démarrer, Internet Explorer, CIASoft, and other applications. The system clock indicates the date 09/03/2005 and time 15:51.







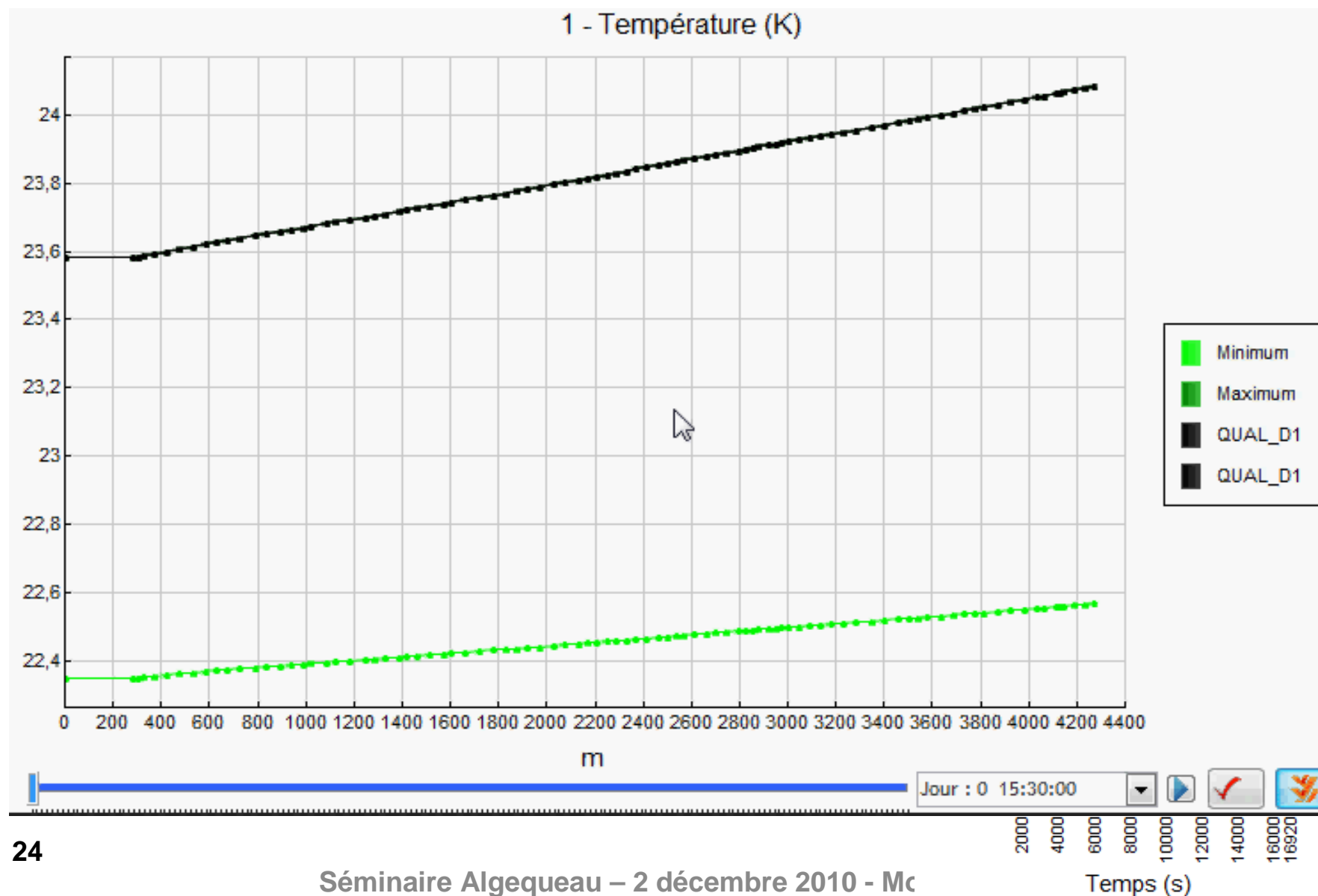


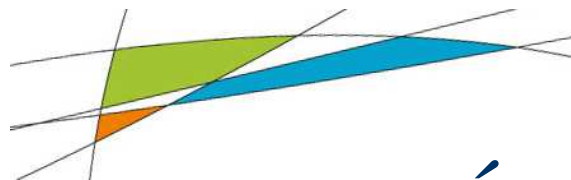
Module « qualité »

- Simulation du transport de concentrations à travers un réseau en permanent et transitoire
- Calcul à partir des données hydrauliques d'une simulation en permanent ou en transitoire
- 4 types de classes de qualité :
 - Température
 - Nutriment (azote, phosphore...)
 - Algue dérivante
 - Algue fixée
- Lois d'échange entre les classes de qualité



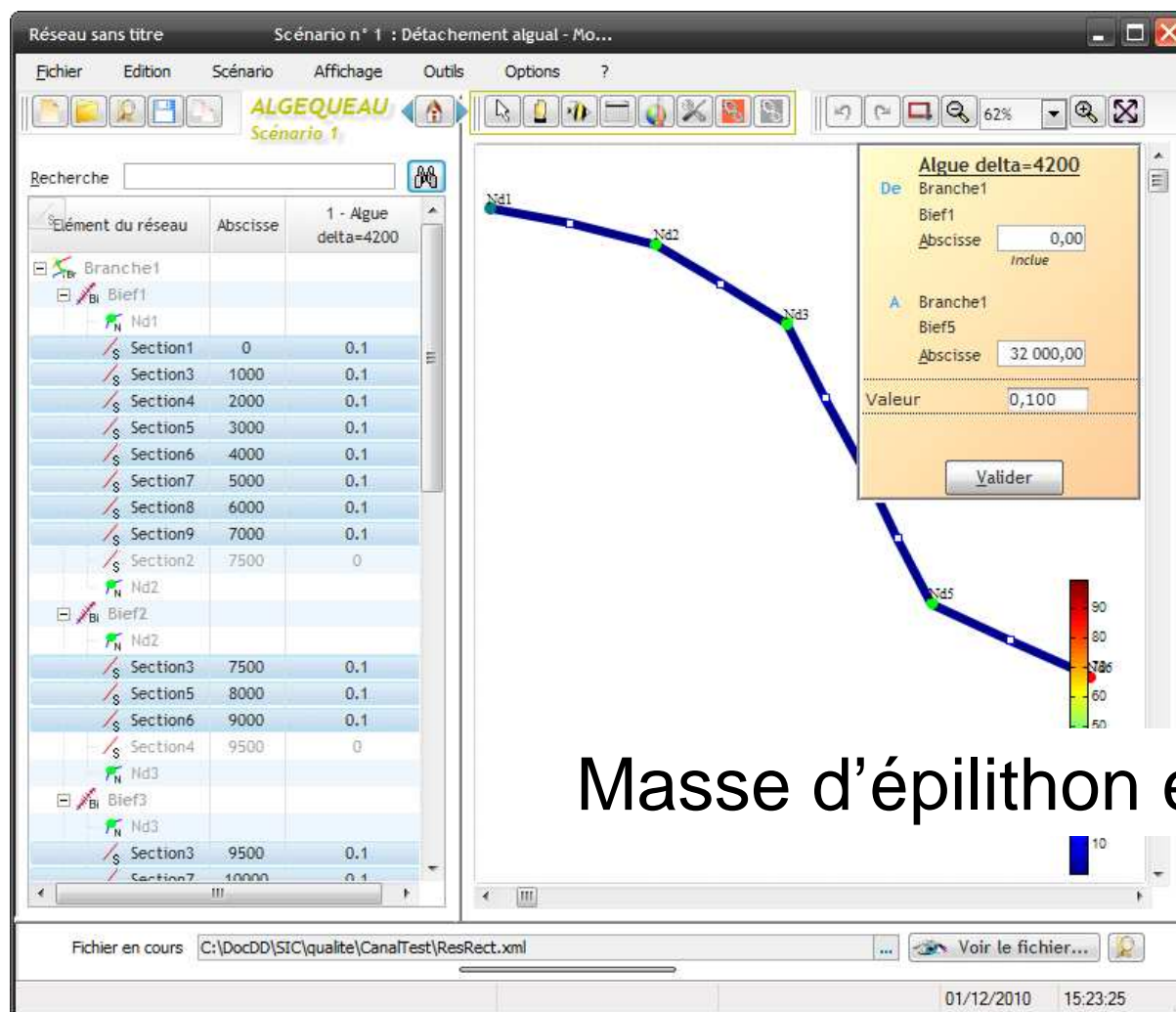
Simuler la température



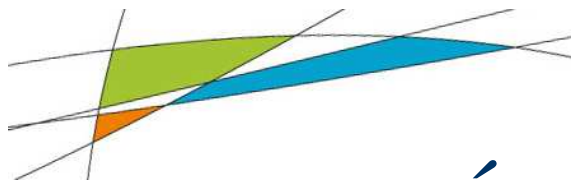


Détachement algal en réponse à une chasse hydraulique

■ Données nécessaires :



Masse d'épilithon en kg / ml



Détachement algal en réponse à une chasse hydraulique

■ Données nécessaires :

Paramètres de la loi de détachement

Module de qualité : définition des lois d'évolution

1 - Algue delta=4200 (dérivant) (kg/m3)

Ordre	Description	Loi d'évolution
1	Détachement	[202] Détachement algal en réponse à une chas

Ajouter une loi
Supprimer une loi

Type de donnée	Description	Valeur
Classe actante	Algue fixée (épilithon)	1 - Algue delta=4200 (fixé) (kg/m)
Paramètre	Seuil de sensibilité : SB	0
Paramètre	Constante de temps : delta (s)	4200
Paramètre	Exposant adimensionnel : éta	1.5

Ok



Détachement algal en réponse à une chasse hydraulique

- Canal 32 km
- Masse initiale d'épilithon homogène: 0,1 kg/ml
- Débit initial : 3 m³/s
- Débit max : 4 m³/s

