

**Instrumentation de D.O. sur Clermont Communauté :
Utilisation de la modélisation 3D pour l'emplacement des capteurs,
la détermination des incertitudes et la modification éventuelle du déversoir**

Thierry DAUGE, Clermont Communauté
José VAZQUEZ, ENGEES-IMFS Strasbourg

Instrumentation & modélisation de D.O. Sur Clermont Communauté

- Contexte et intérêts pour Clermont Communauté
 - Présentation du réseau d'assainissement
 - Les raisons et l'intérêt du choix de l'instrumentation
 - Planning prévisionnel des opérations
 - Montage financier
- Instrumentation des D.O.
 - Principe de mesure
 - Méthodologie de mise en place de la mesure
 - Exemples avec 2 D.O.

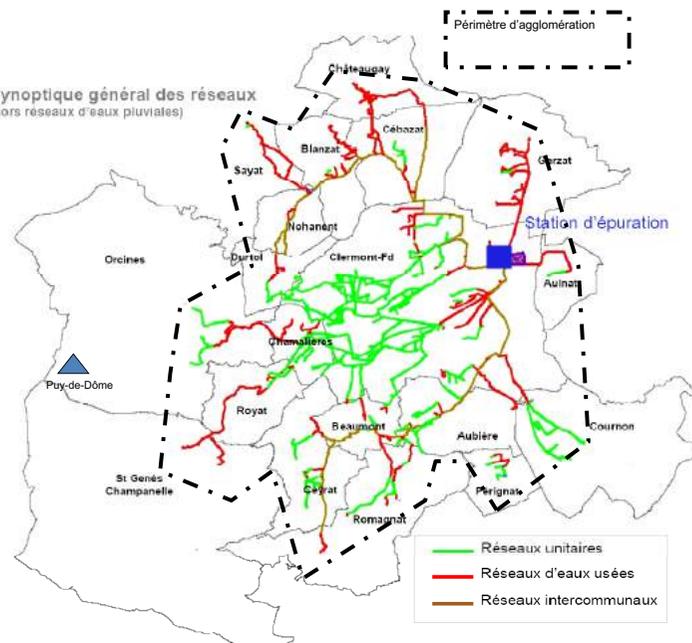
GRAIE - 6^e journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)

Instrumentation & modélisation de D.O. sur Clermont Communauté

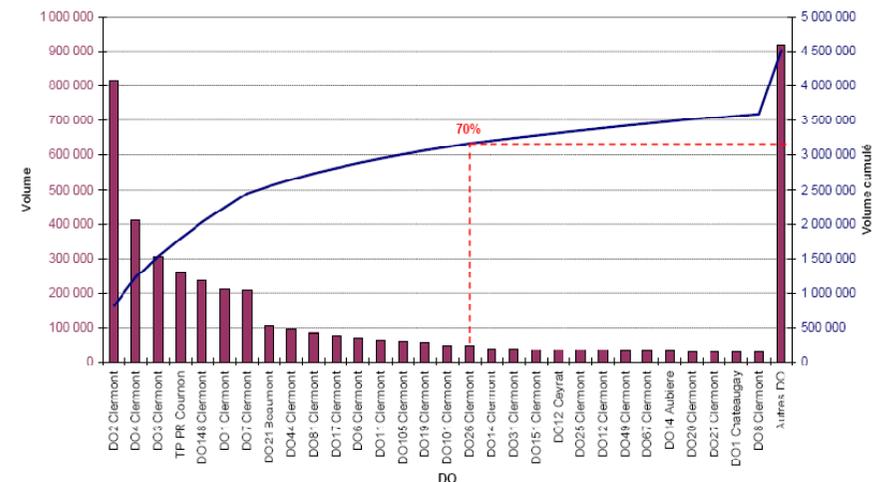
- Agglomération d'assainissement avec une CBPO de 290 000 EH
- Capacité STEP 425 000 EH
- Caractéristiques du réseau:
 - ✓ Unitaire/EU > 900 km, principalement gravitaire
 - ✓ EP > 350 km
 - ✓ 333 DO et 25 PR
- Topographie:
 - ✓ Zones très pentues en amont
 - ✓ Zones planes en aval
- Principaux défauts:
 - ✓ Les réseaux véhiculent une quantité très importante d'eau claire parasite (50 à 60% du Q total)
 - ✓ La pollution générée par l'agglomération par temps sec n'arrive pas intégralement à la station d'épuration
 - ✓ Les rejets directs au milieu naturel (qui seront supprimés d'ici fin 2011 dans le cadre de la mise en conformité ERU) ne représentent pas la totalité de la pollution manquante
 - ✓ Il est constaté une décantation importante dans les réseaux unitaires
 - ✓ Par temps de pluie, des quantités très importantes de pollution sont rejetées par les 333 déversoirs d'orage de l'agglomération

Synoptique général des réseaux
(hors réseaux d'eaux pluviales)



Instrumentation & modélisation de D.O. sur Clermont Communauté

Classement des DO pour l'année de pluie reconstituée



GRAIE - 6^e journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)

Instrumentation & modélisation de D.O. sur Clermont Communauté

N°	Identifiant	Localisation	Commune	Volumes déversés (m³)	Charge Inocum (kg DBO5)	Principe d'Instrumentation
1	DO-VEF2	Héliport	Clermont-Ferrand	205 028	100	Mesure
2	DO-VEF4	Jean-Baptiste Curmeil	Clermont-Ferrand	412 000	100	Mesure
3	DO-VEF5	Parade	Clermont-Ferrand	207 210	100	Mesure
4	DO-VEF8	Hotel Jean-Baptiste	Clermont-Ferrand	100 000	100	Mesure
5	DO-VEF9	Renaudin	Clermont-Ferrand	211 176	100-400	Mesure
6	DO-VEF10	Leclercq	Clermont-Ferrand	100 000	100	Mesure
7	DO-VEF11	St Pierre	Clermont	121 000	100	Mesure
8	DO-VEF12	Beaumont	Clermont-Ferrand	100 000	100	Mesure
9	DO-VEF13	Beaumont	Clermont-Ferrand	100 000	100	Mesure
10	DO-VEF14	Chantier Jean-Michel	Clermont-Ferrand	200 000	100	Mesure
11	DO-VEF15	Maison Vieux	Clermont-Ferrand	600 000	100	Mesure
12	DO-VEF16	Blagnac	Clermont-Ferrand	75000	100	Mesure
13	DO-VEF17	Chapelle	Clermont-Ferrand	40000	100	Mesure
14	DO-VEF18	Saint-Jacques	Clermont-Ferrand	24000	100-400	Mesure
15	DO-VEF19	André-François	Clermont-Ferrand	20000	100-400	Mesure
16	DO-VEF20	Parade Fautet	Clermont-Ferrand	20000	100-400	Mesure
17	DO-VEF21	Leclercq	Clermont-Ferrand	40000	100-400	Mesure
18	DO-VEF22	Valère	Clermont-Ferrand	47110	120	Mesure
Sous-total DO mesure						
19	DO-VEF27	Chartraine-Dublet	Clermont-Ferrand	31000	100	Mesure
20	DO-DM4	Jean-Baptiste	Clermont-Ferrand	2000	100	Mesure
21	DO-DM4	André-Jean	Clermont-Ferrand	2000	100	Mesure
22	DO-VEF10	Leclercq	Clermont-Ferrand	17000	100	Mesure
23	DO-NT2	Leclercq	Clermont-Ferrand	15000	100	Mesure
24	DO-NT2	Jean de Florentin	Beaumont	11000	100	Mesure
25	DO-VEF19	Blagnac	Clermont-Ferrand	8000	100	Mesure
26	DO-VEF15	Parade	Clermont-Ferrand	2000	100	Mesure
27	DO-VEF16	Parade	Clermont-Ferrand	2000	100	Mesure
28	DO-VEF18	Saint-Jacques	Clermont-Ferrand	1000	100	Mesure
29	DO-VEF19	Saint-Jacques	Clermont-Ferrand	1000	100	Mesure
30	DO-VEF18	Beaumont-Simon	Clermont-Ferrand	800	100	Mesure
31	DO-NT2	Leclercq	Clermont	700	100	Mesure
32	DO-NT2	Impasse St-Pierre	Beaumont	200	100	Mesure
33	DO-VEF15	Jean-Baptiste	Clermont-Ferrand	0	100	Mesure
Sous-total DO mesure						
34	DO-VEF14	André-François	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
35	DO-VEF15	Chapelle-Hervilly	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
36	DO-VEF16	Valère	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
37	DO-DM4	Chapelle	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
38	DO-CE19	Caillé	Caillé	2000	100-400	Estimation
39	DO-CE19	André	Caillé	2000	100-400	Estimation
40	DO-VEF11	Bis Vieux-Jacques	Clermont-Ferrand	21000	100-400	Estimation
41	DO-VEF14	Leclercq	Clermont-Ferrand	12000	100-400	Estimation
42	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	10000	100-400	Estimation
43	DO-VEF15	Leclercq	Clermont-Ferrand	10000	100-400	Estimation
44	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	5000	100-400	Estimation
45	DO-VEF15	Beaumont	Clermont-Ferrand	5000	100-400	Estimation
46	DO-VEF15	Beaumont	Clermont-Ferrand	5000	100-400	Estimation
47	DO-VEF15	Beaumont	Clermont-Ferrand	5000	100-400	Estimation
48	DO-VEF15	Beaumont	Clermont-Ferrand	5000	100-400	Estimation
49	DO-VEF15	Beaumont	Clermont-Ferrand	5000	100-400	Estimation
50	DO-DM4	André-François	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
51	DO-DM4	André-François	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
52	DO-DM4	André-François	Clermont-Ferrand	2000	100-400	Estimation
53	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
54	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
55	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
56	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
57	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
58	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
59	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
60	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
61	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
62	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
63	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
64	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
65	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
66	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
67	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
68	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
69	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
70	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
71	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
72	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
73	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
74	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
75	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
76	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
77	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
78	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
79	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
80	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
81	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
82	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
83	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
84	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
85	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
86	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
87	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
88	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
89	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
90	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
91	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
92	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
93	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
94	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
95	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
96	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
97	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
98	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
99	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
100	DO-AR15	André Jean-Claude	Ardes	2000	100-400	Estimation
TOTAL INSTRUMENTATION						
				33	10	33

Liste des principaux DO à instrumenter
 1.33 DO « mesure »
 2.29 DO « estimation »

Les raisons du choix de l'instrumentation

- **Délais de mise en œuvre très courts:** AP mise en demeure du 12/02/08 fixant une **échéance** de mise en conformité du système d'assainissement au **31/12/11** pour l'autosurveillance des DO.
- **Nécessité d'acquérir une bonne connaissance du système** en lien avec le modèle général hydraulique développé sous Mike Urban, dans un objectif de diagnostic permanent
 - Equipements des DO représentant >70% volumes déversés + tous les DO >120 kgDBO5/j = total de 63 ouvrages soit un taux d'équipement de moins de 20% des DO
- Inconvénients d'une instrumentation « classique »
 - DO inadaptés pour la mesure (aucune loi hydraulique classique applicable)
 - Travaux coûteux de raccordements électriques et télécom
 - Installation de sondes de vitesse difficile à mettre en œuvre
 - Marché de travaux complexe à définir dans un cahier des charges
 - Précision de la mesure difficile à maîtriser
 - Estimation financière élevée de 1 100 000€

Principe de l'instrumentation choisie Une solution innovante

- Modélisation 3D par l'ENGEES sous la forme d'une convention de recherche. La modélisation porte sur les 33 DO soumis à la mesure. (cf exposé suivant de M. Vazquez - ENGEES)
- Choix d'une instrumentation simple, facile à installer, autonome → sondes de hauteur à ultra-son + détecteurs de surverse de type capacitif
 - Tests et essais de capteurs autonomes avec 2 agents en contrat CUI-CAE recrutés dans ce but, afin de monter le cahier des charges.
 - Solution recherchée entièrement autonome en énergie et en communication donc pas de travaux de raccordement
 - Modification mineure des ouvrages
 - Compte-tenu du grand nombre de sites, recherche d'une solution avec un temps d'exploitation minimal
 - Le choix de la régie concernant les travaux et les phases d'avant-projet permet de garantir une certaine souplesse d'action et une facilité d'intervention. De plus, il permet au maître d'ouvrage d'acquérir et d'améliorer l'ensemble des compétences nécessaires à la bonne réalisation de l'autosurveillance du système.
- Intérêt de la solution choisie:
 - Réduction des coûts de 60% soit une estimation de 460 000€
 - Amélioration significative de la qualité des mesures de débit déversé
 - Redondance de sondes US permet de maintenir la mesure même dégradée
 - Pas de contact avec l'eau pour les sondes US donc exploitation plus facile

Planning prévisionnel des opérations :

- **Etape 1 : Etude du Schéma Directeur d'Assainissement 2008-2010**
 - avec diagnostic des réseaux d'assainissement et modélisation des réseaux unitaires
 - Hiérarchisation des principaux points de déversements
- **Etape 2 : Convention avec l'ENGEES 2010/2011**
 - Modélisation 3 D des DO
- **Etape 3 : Tests et essais des appareillages**
 - Objectifs: définition du besoin et adéquation des équipements
- **Etape 4 : Instrumentation : Consultation des entreprises**
 - Marché de fournitures (AO européen)- Durée globale de 2 ans
- **Etape 5 : Exploitation et Acquisition de données**
 - Prévues dans le marché de fournitures de manière temporaire
 - Jusqu'à mise en service de la nouvelle supervision

	2010												2011												2012											
Prestation	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Test et essais	[Barre bleue]												[Barre orange]												[Barre verte]											
ENGEES	[Barre orange]												[Barre orange]												[Barre verte]											
Marché fourniture	[Barre orange]												[Barre orange]												[Barre verte]											
Installation	[Barre orange]												[Barre orange]												[Barre verte]											



Instrumentation & modélisation de D.O. sur Clermont Communauté

Le tableau suivant présente le montant estimatif de l'opération.

Cette opération est financée à hauteur de 50% par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne

Montant estimatif global	
Prestation	Montant
ENGEEES	125 000 €
Marché de fourniture d'équipements DO	210 000 €
Marché Equipement annexe (support et accès)	25 000 €
Dépenses de personnel	82 700 €
Equipements et prestations en phase d'essai	12 300 €
Divers et imprévus	5 000 €
Total	460 000 €



Instrumentation & modélisation de D.O. sur Clermont Communauté

- Instrumentation des D.O.
 - Principe de mesure
 - Méthodologie de la mesure
 - Exemples avec 2 D.O.



Principe de mesure

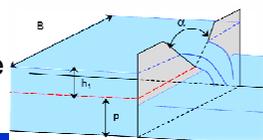
Efficacité reconnue dans la mesure de débit



Venturi



Seuil triangulaire



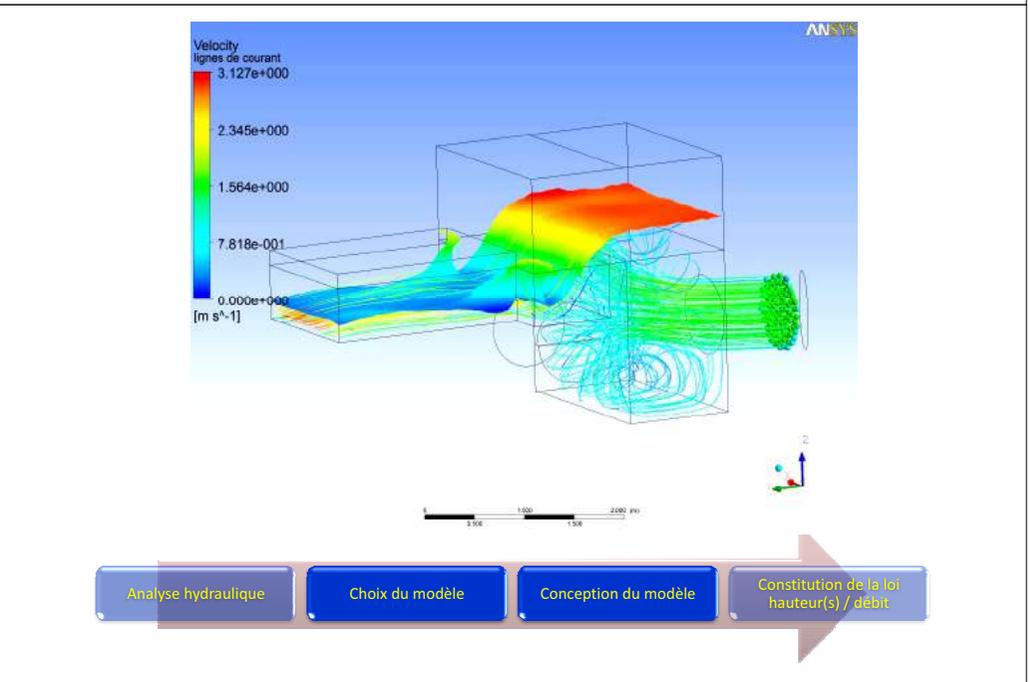
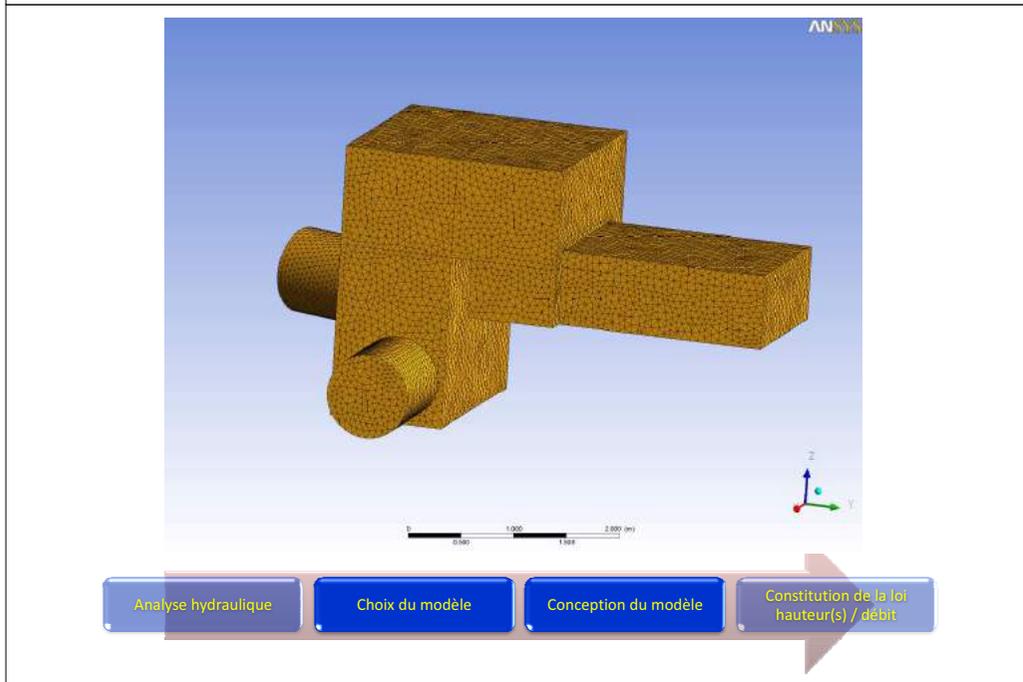
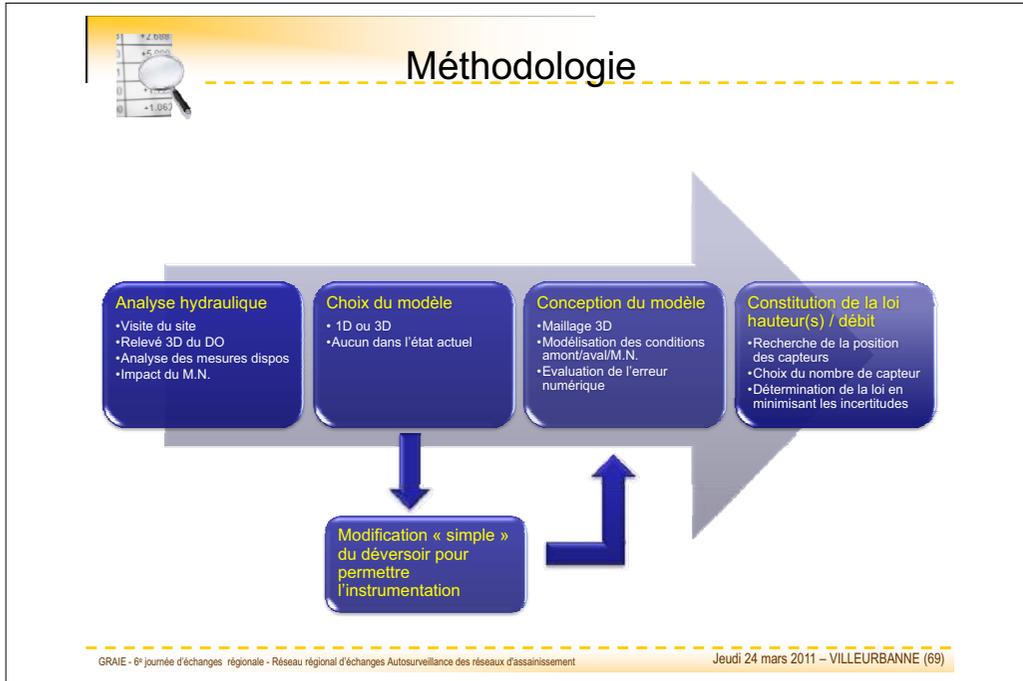
Principe

Mesurer une hauteur d'eau pour avoir un débit



Principe Mesurer une ou plusieurs hauteurs pour avoir un débit

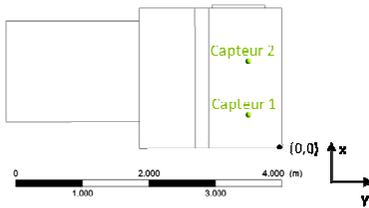




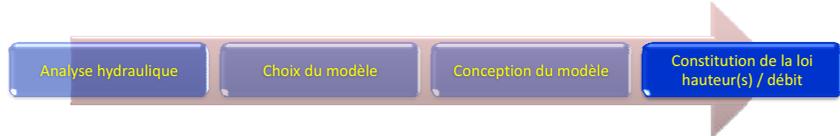
Simulations : Pour un même débit déversé => plusieurs couples amont / aval

Qdev(l/s)	50			150			400			800			1 400		
Qav(l/s)	0	20	40	0	20	40	0	20	40	0	20	40	0	20	40
Qam(l/s)	50	70	90	150	170	190	400	420	440	800	820	840	1400	1420	1440

Localisation des capteurs



Capteur	1	2
X (m)	0.5	1.3
Y (m)	0.5	0.5



Prise en compte de l'incertitude :

- modélisation 3D,
- Conditions hydrauliques à l'aval,
- Précision des capteurs +/- 1cm.

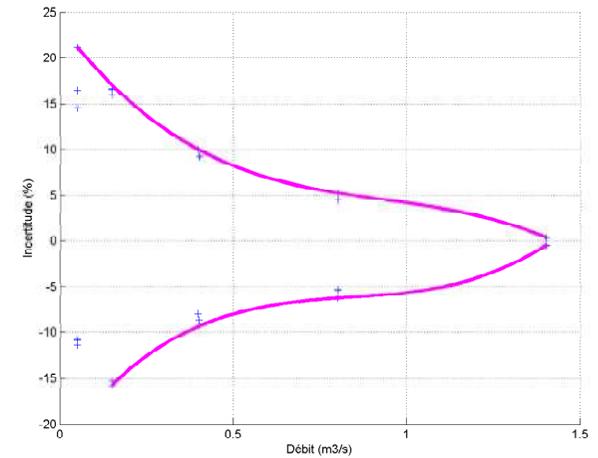
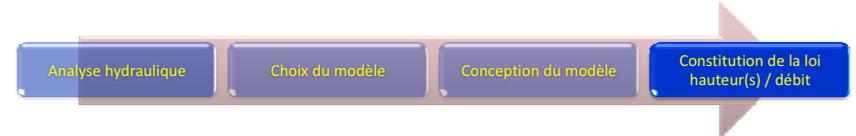


Figure 1 : Evolution de l'incertitude en fonction du débit lorsque les deux capteurs fonctionnent



Modification « simple » du déversoir

