



Mastère CréaCity

Cours « Smart City »

Chapitre 4: Système d'assainissement intelligent

Professeur Isam Shahrour



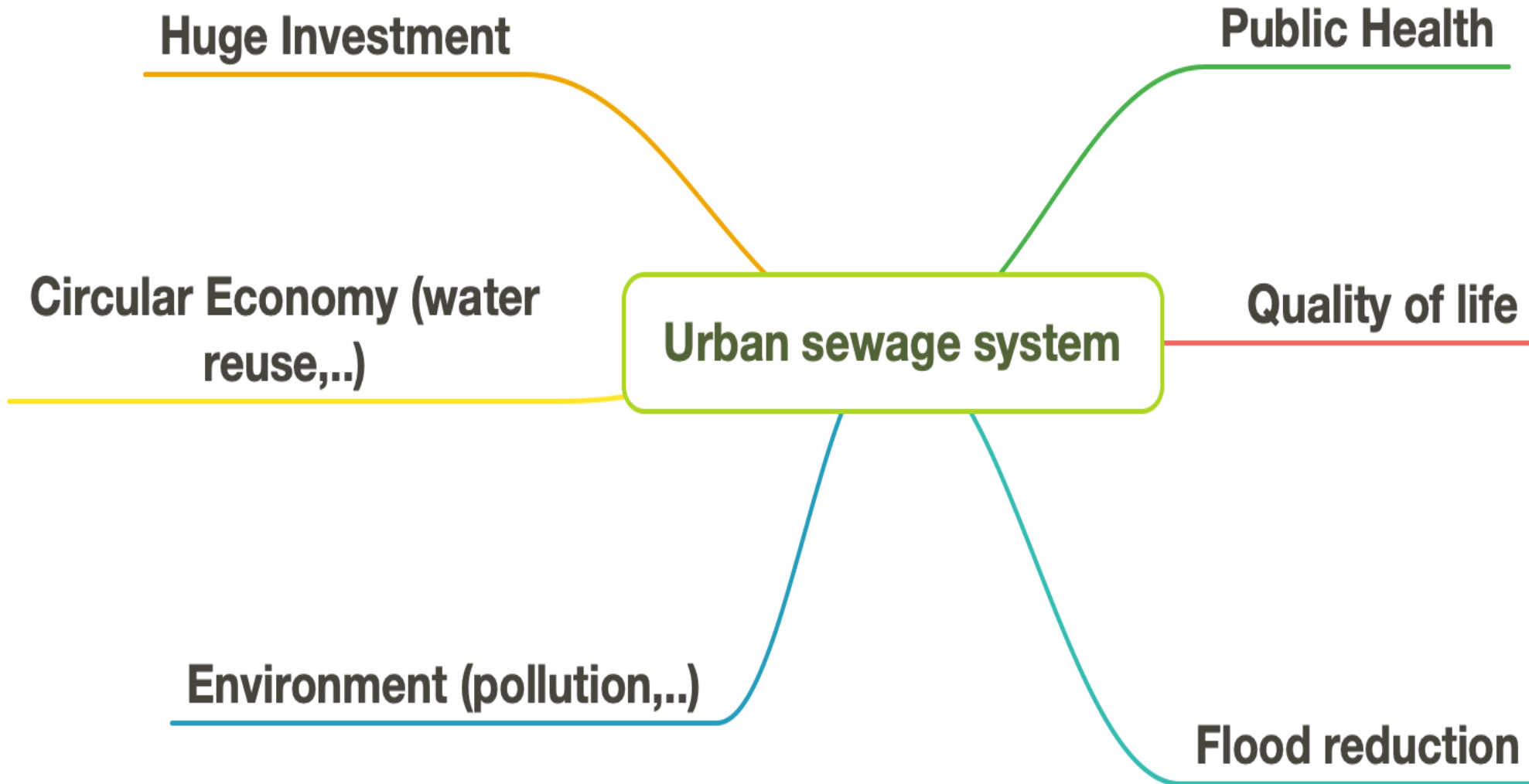
Plan

- Système d'assainissement conventionnel (Fonctionnement ?)
- Système d'assainissement intelligent
- Projet pilote intelligent (SunRise)

Plan

- Système d'assainissement conventionnel (Fonctionnement ?)
- Système d'assainissement intelligent
- Projet pilote intelligent (SunRise)

Assainissement: Enjeu urbain majeur



Objectives du système d'assainissement

Gestion des:

- Eaux usées
- Eaux pluviales

I) Eaux pluviales

- Collecte des eaux pluviales
- Transport des eaux pluviales vers le milieu naturel (rivières, lacs, eaux souterraines, mer,...)
- Réduction des risques d'inondation



Eaux pluviales

Regards

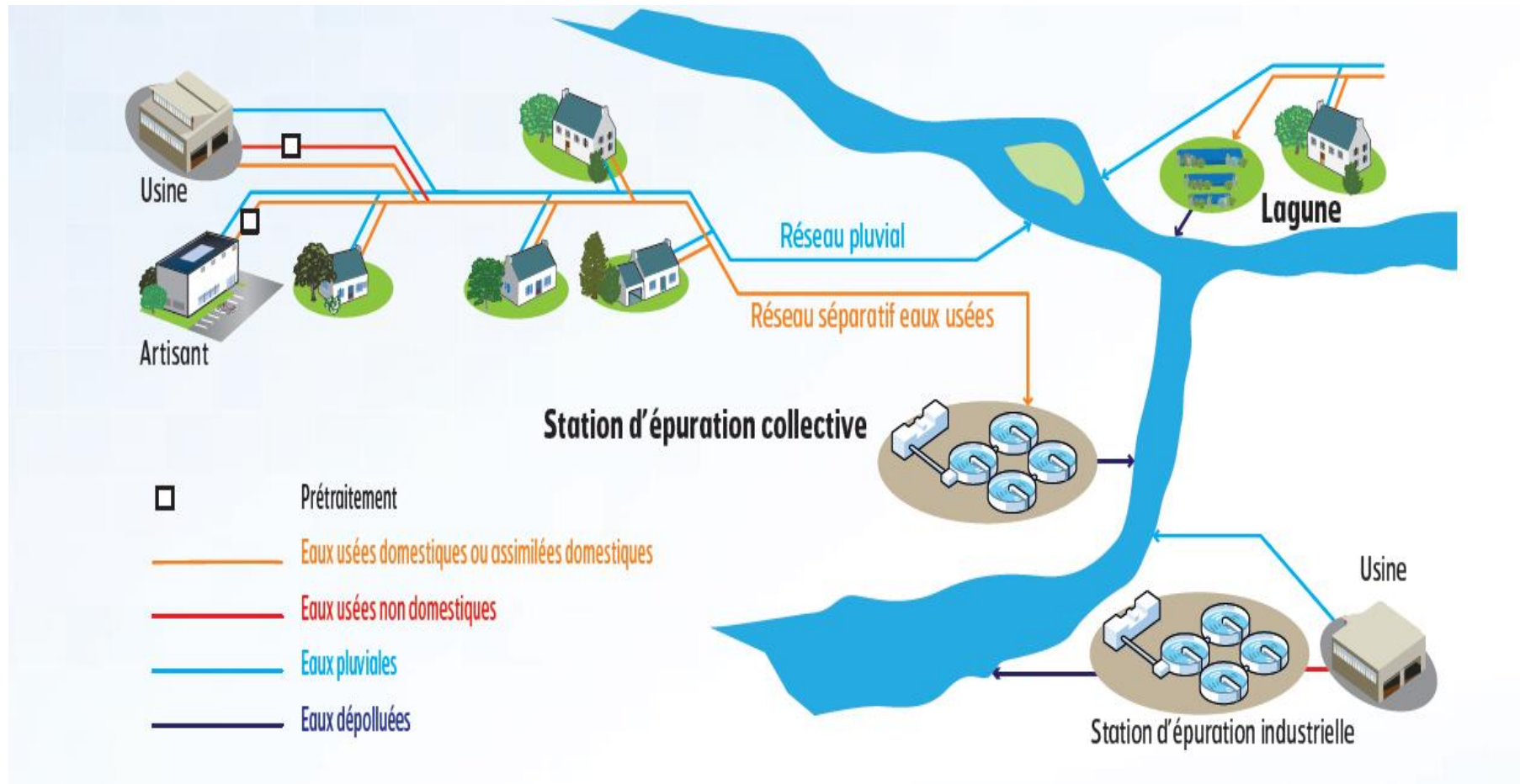


Réseaux



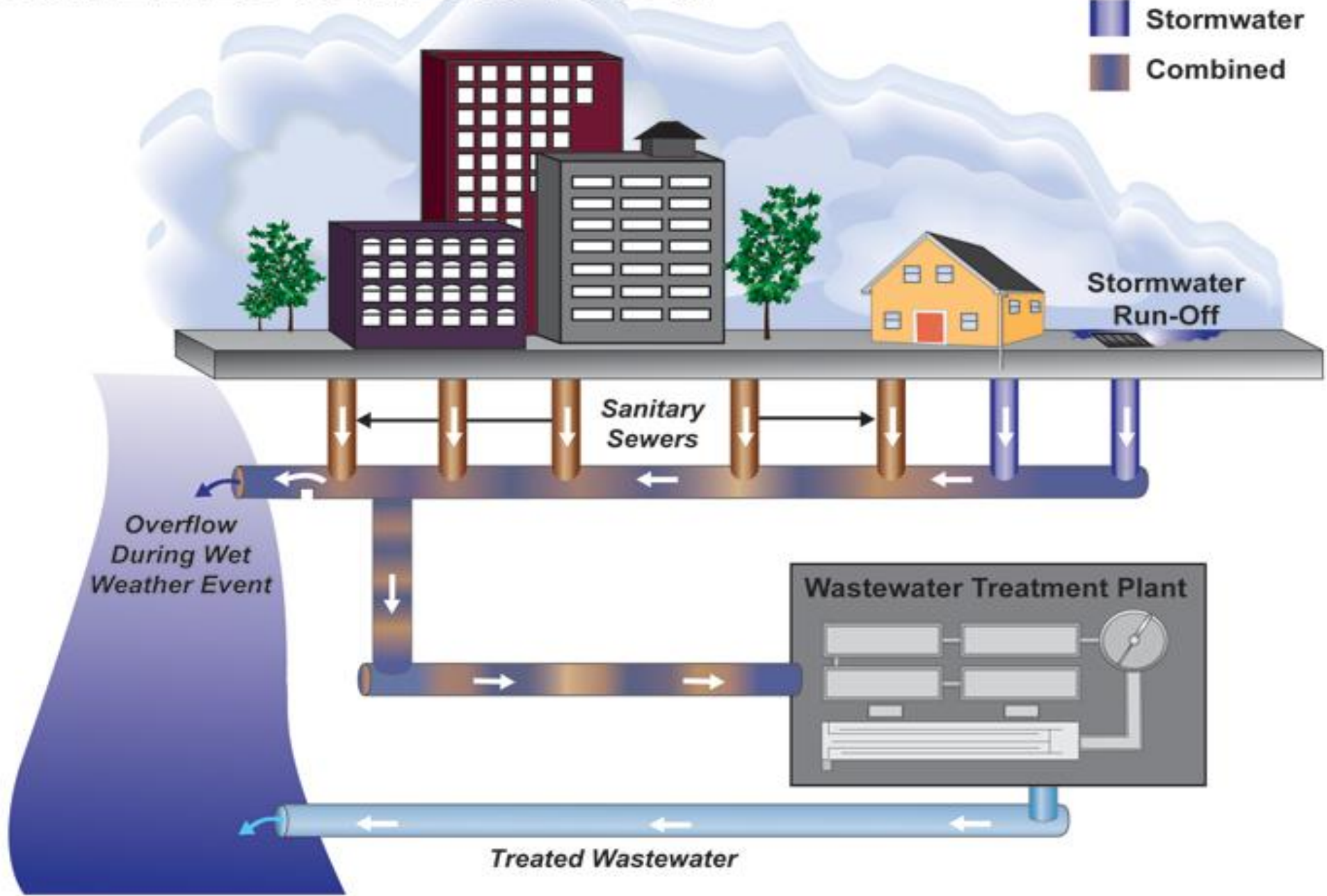
Rejets



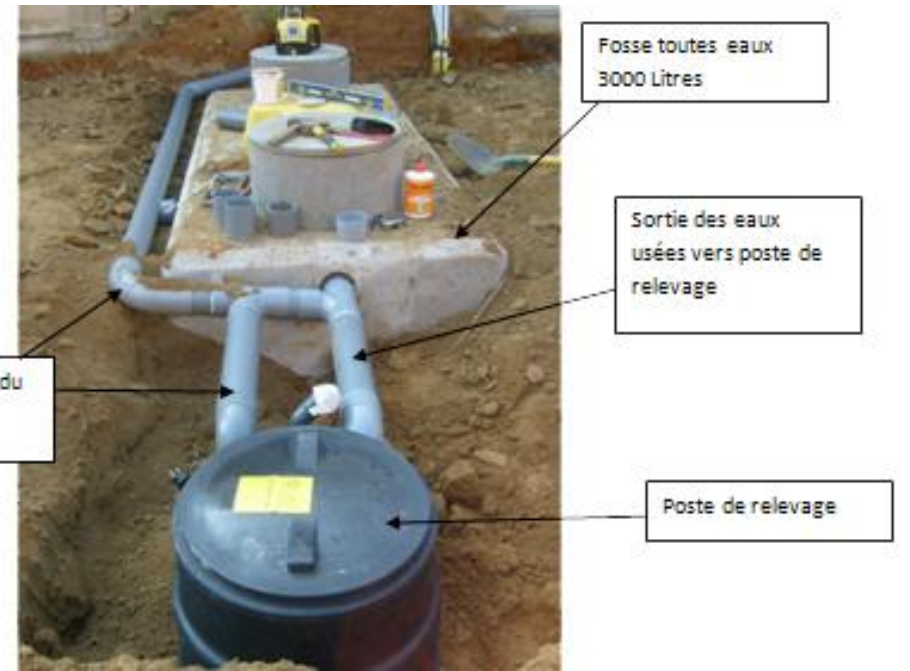


COMBINED SEWER SYSTEM

- Sanitary
- Stormwater
- Combined









Bassins de rétention





PVC



CONCRETE



CERAMIC



STEEL



CAST IRON



RESIN

**Réseau
d'assainissement**

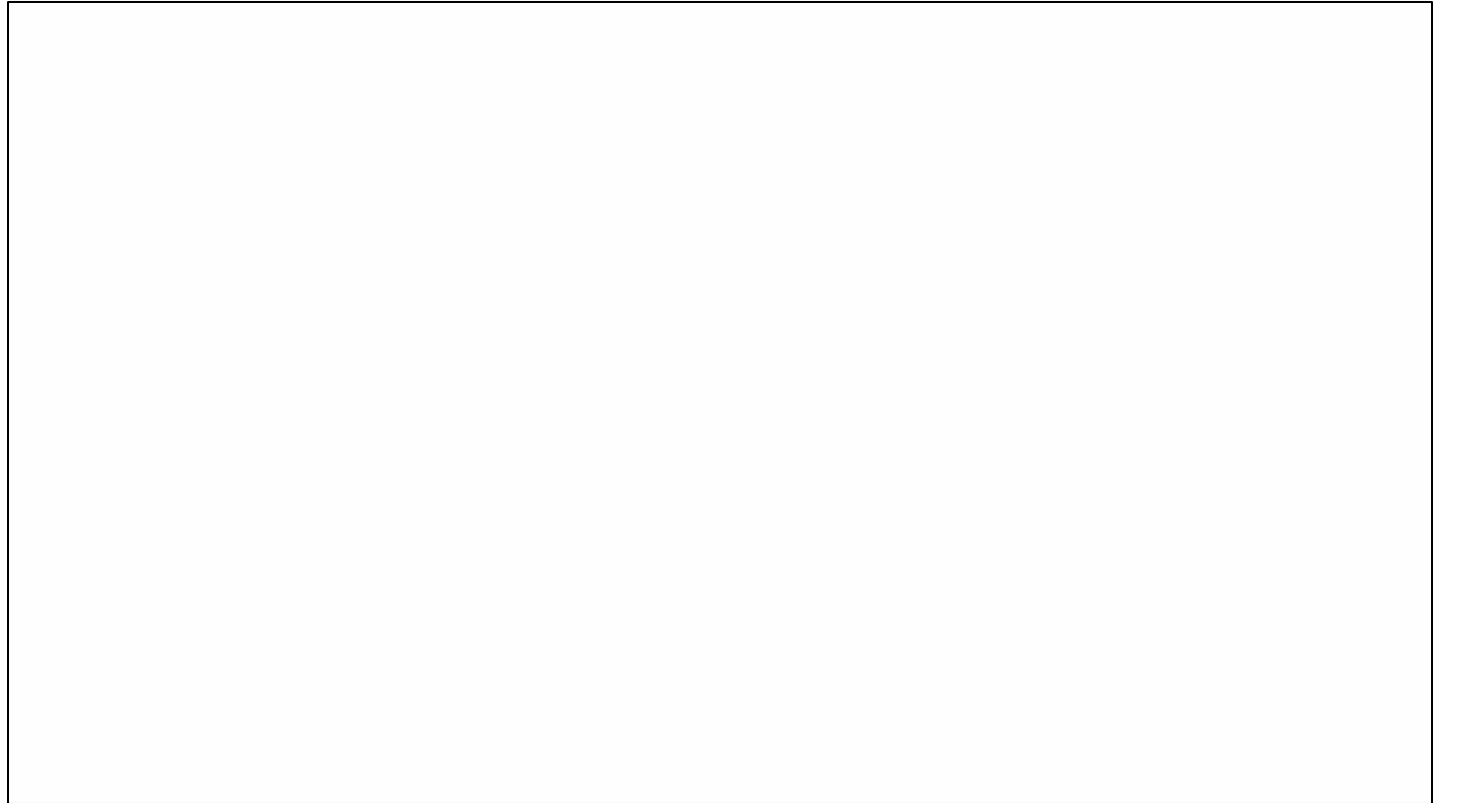


<https://www.youtube.com/watch?v=1alkKKmbkic>

Station d'épuration



**Réseau
d'eau
pluviale**

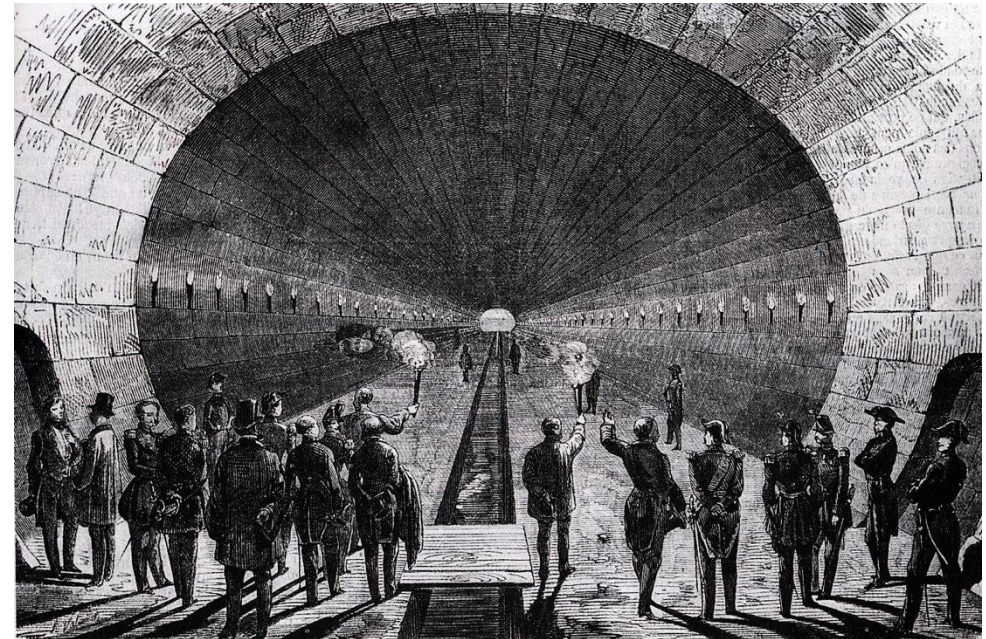
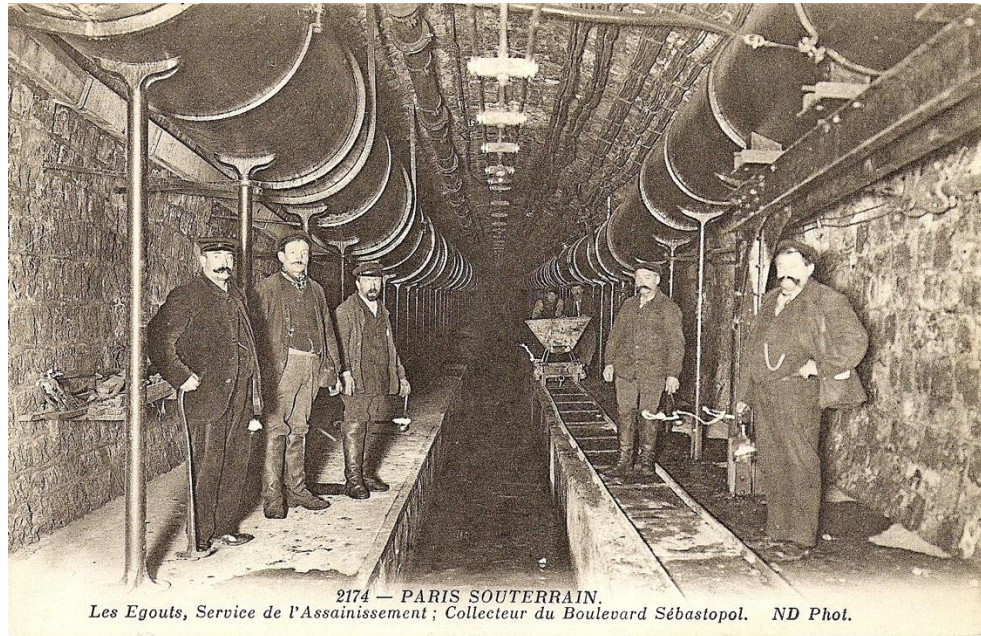


Eaux usées

- Collecte d'eau
- Transport vers l'usine de traitement
- Traitement de l'eau
- Transport vers un réservoir naturel ou à des fins de réutilisation
- Réduire / éviter la contamination du sol et de l'eau

Réseau d'assainissement de Paris

1860: Le gouverneur de Paris Haussmann (Napoléon III) entame la construction de grands tunnels d'eau



Boulevard de Sébastopol (1858).

Eaux usées

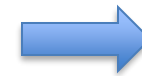
Usage domestique



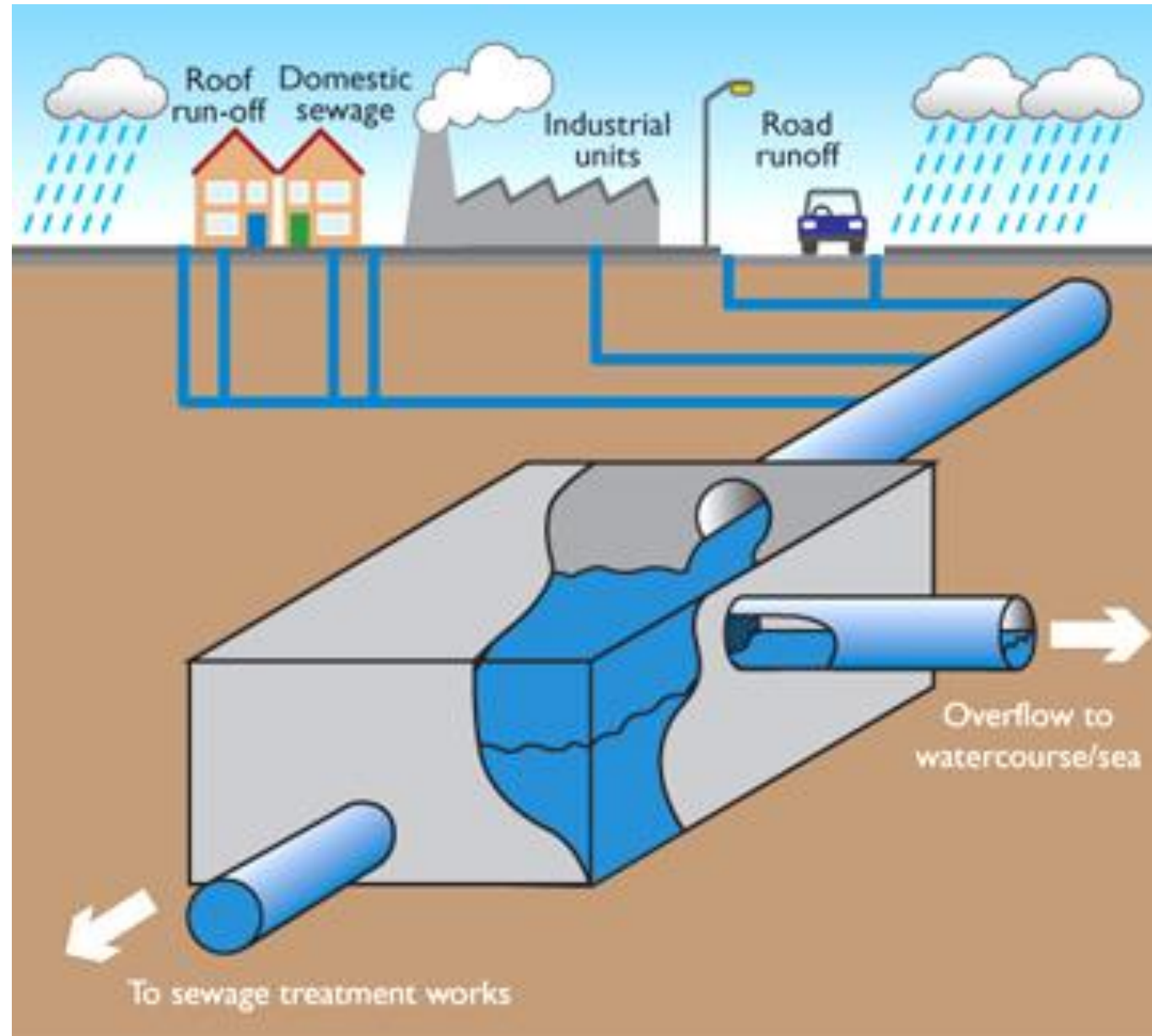
Réseaux



Station de traitement



Systeme unifié



Performances des réseaux

Vitesse d'écoulement (débit):

- Minimale : éviter le dépôt
- Maximale : éviter le débordement
- Fonctionnement hydraulique (pompes hydrauliques)

Performances :

Qualité:

- Processus de traitement (station d'épuration, rejet dans le milieu naturel,...)
- Responsabilité

Exemple
Lutte contre l'inondation à Saint Denis

- 1 380 000 Habitants
- 700 km de réseaux
- Topographie plate
- Bassin versant 200 km²

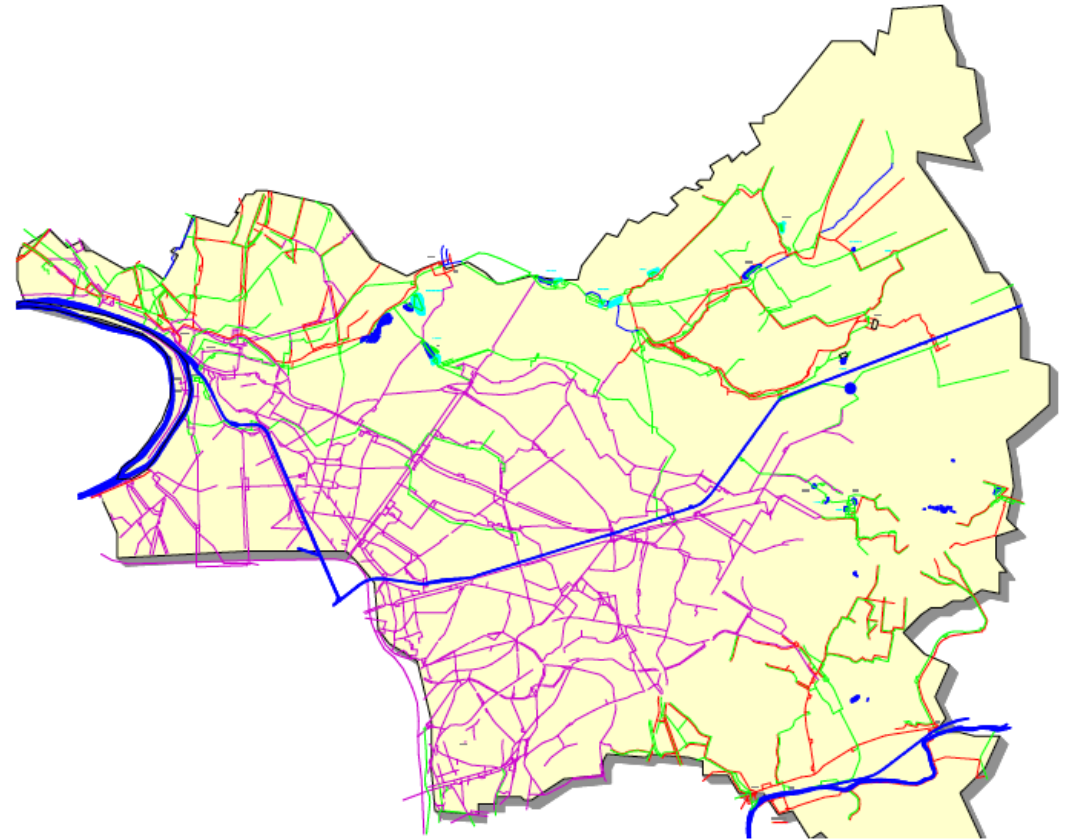


Figure 1 : Vue générale du réseau d'assainissement

La gestion en temps réel du réseau d'assainissement pour lutter contre les inondations en Seine-Saint-Denis - BROWNE O.

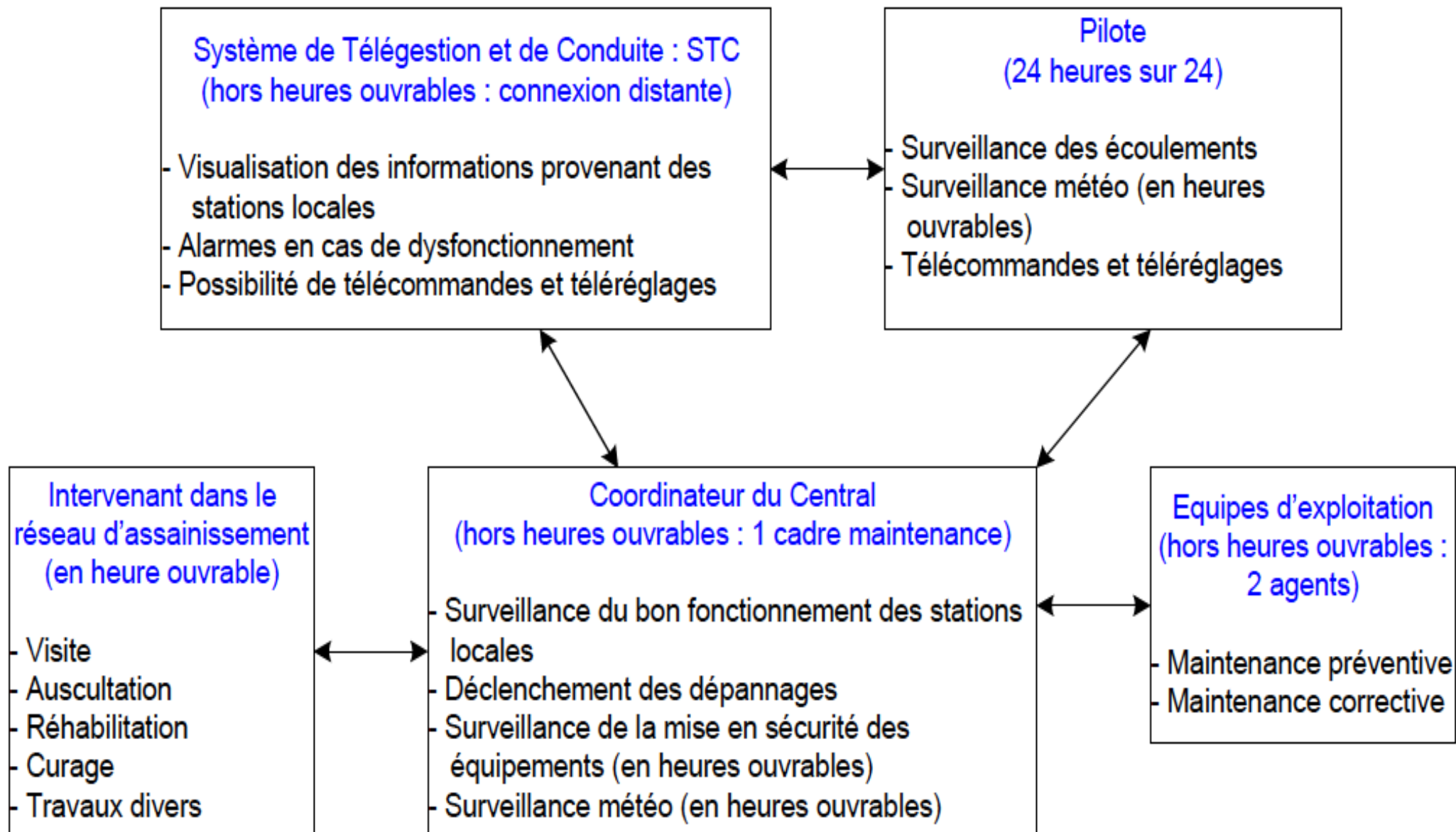


Figure 2: Quelques bassins de retenue à ciel ouvert



- *134 stations locales télésurveillées* assurant les fonctions de mesure hydrologique (pluviomètre) ou hydraulique (hauteur et débit), de pompage, de stockage, de répartition ou de contrôle des déversements,
- *8 000 équipements électromécaniques* dont 75 automates, 200 vannes automatisées, 300 pompes, 26 capteurs de hauteur, 56 points de mesure de débit et 26 capteurs de turbidité

Dispositif opérationnel



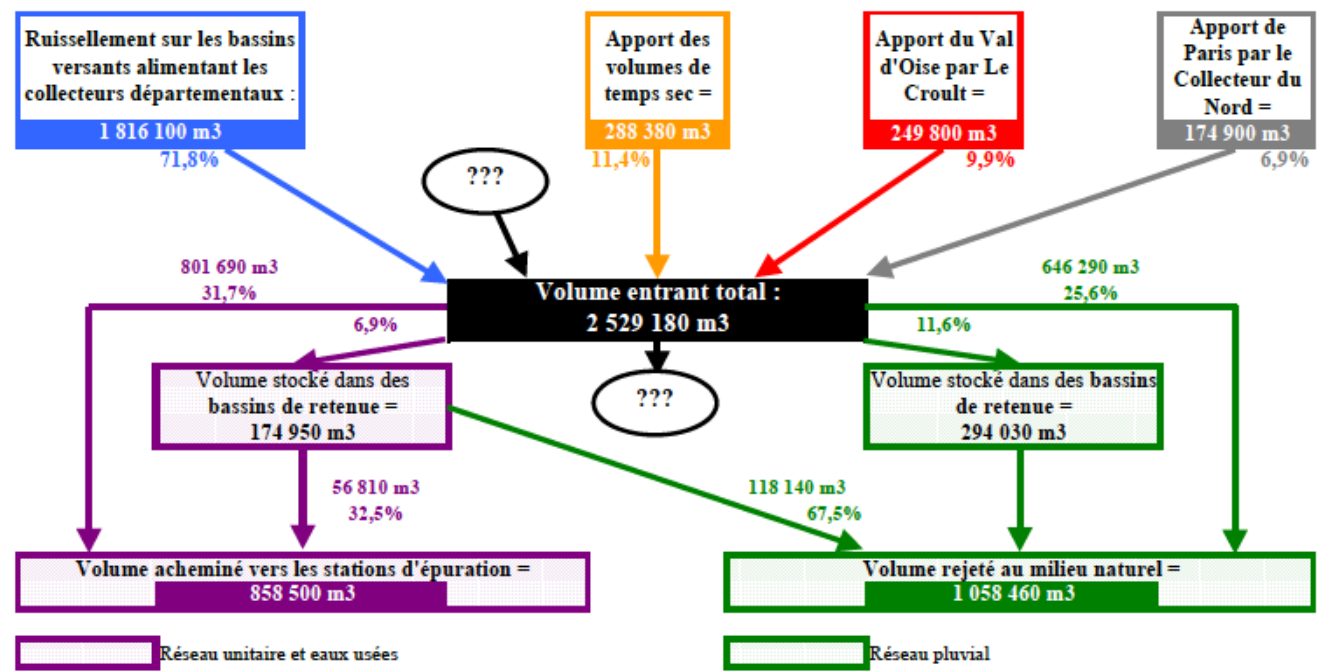
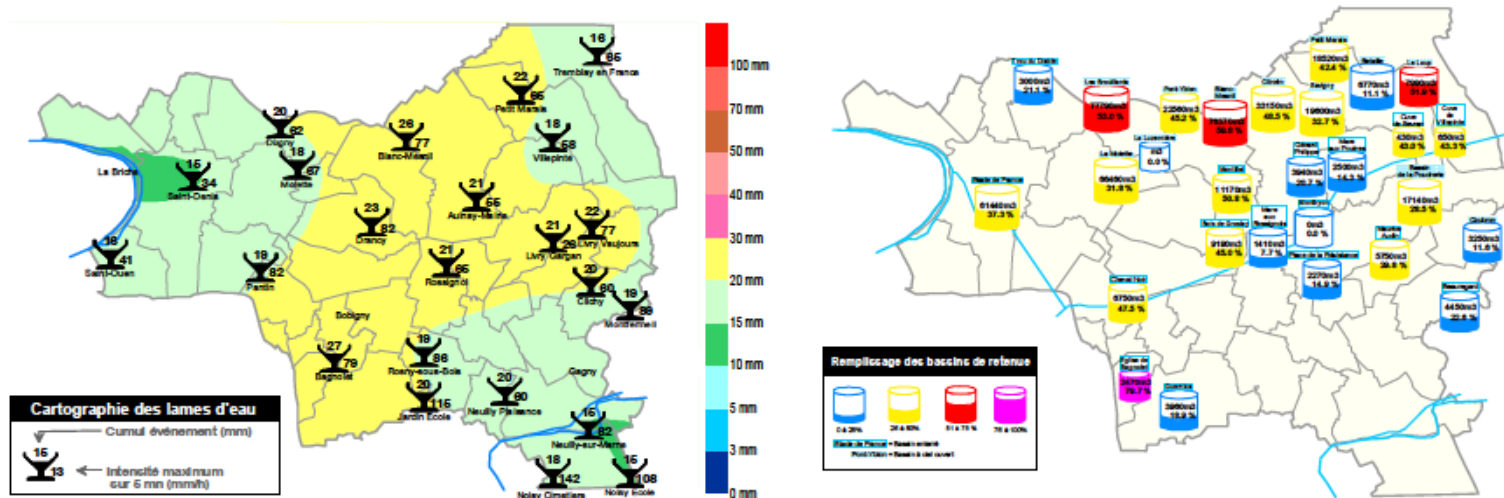


Figure 11 : Cartographie des lames d'eau et des remplissages des bassins de retenue, bilan des flux lors de la pluie du 18 août 2004

Défis des réseaux d'assainissement

Eaux pluviales

- Réduisez le risque d'inondation
- Réduisez les risques de contamination
- Préservation des eaux pluviales par infiltration et transport pour les ressources naturelles en eau
- Réutilisation des eaux de pluie (domestique, industrielle ..)

- Gestion optimale (collecte, transport, traitement, ..)
- Réduction de la consommation d'énergie
- Évaluation des performances
- Optimisation de l'investissement

Eaux usées

- Réduire les risques de contamination (santé, environnement)
- Réutilisation des eaux usées (domestiques, industrielles ..)

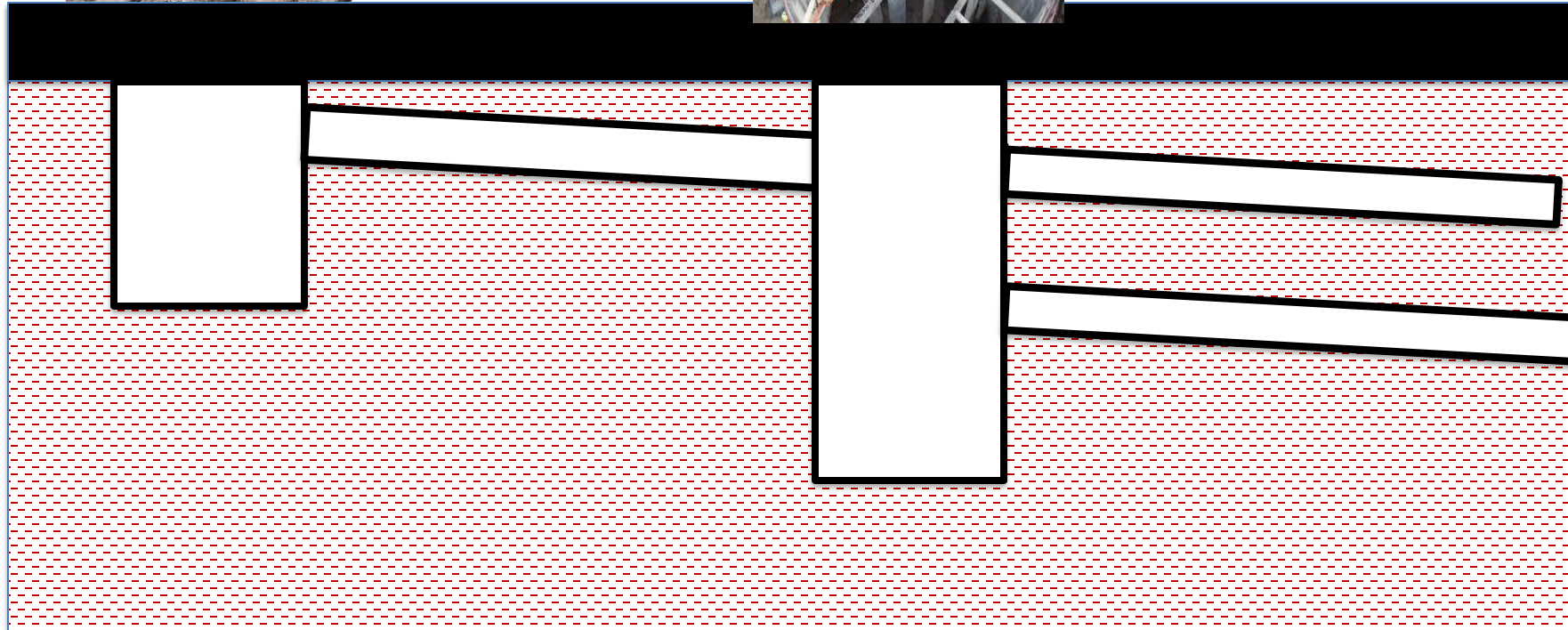
Plan

- Système d'assainissement conventionnel (Fonctionnement ?)
- **Système d'assainissement intelligent**
- Projet pilote intelligent (SunRise)

Assainissement intelligent

- Surveillance du réseau : pourquoi?, Quoi, comment?
- Transmission de données ?
- Analyse des données (en temps réel)?
- Contrôle du système?

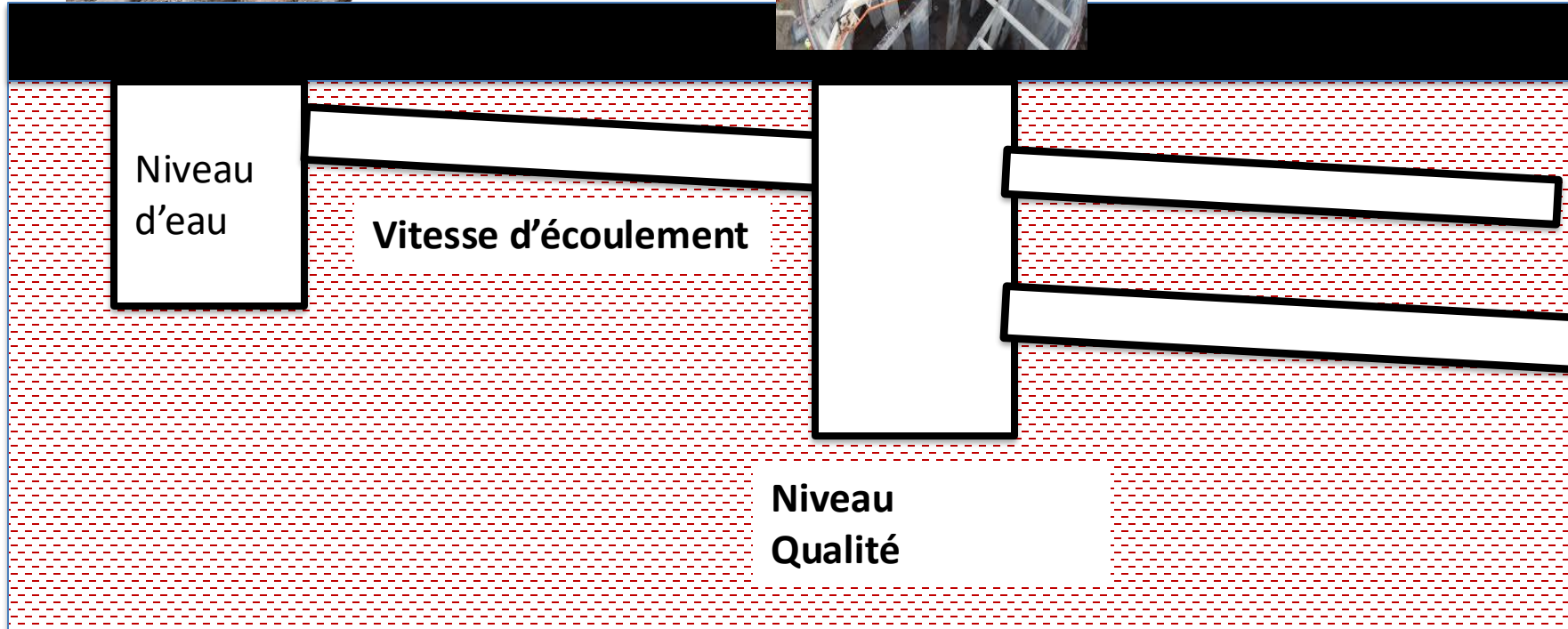
Collection de l'eau



Instrumentation



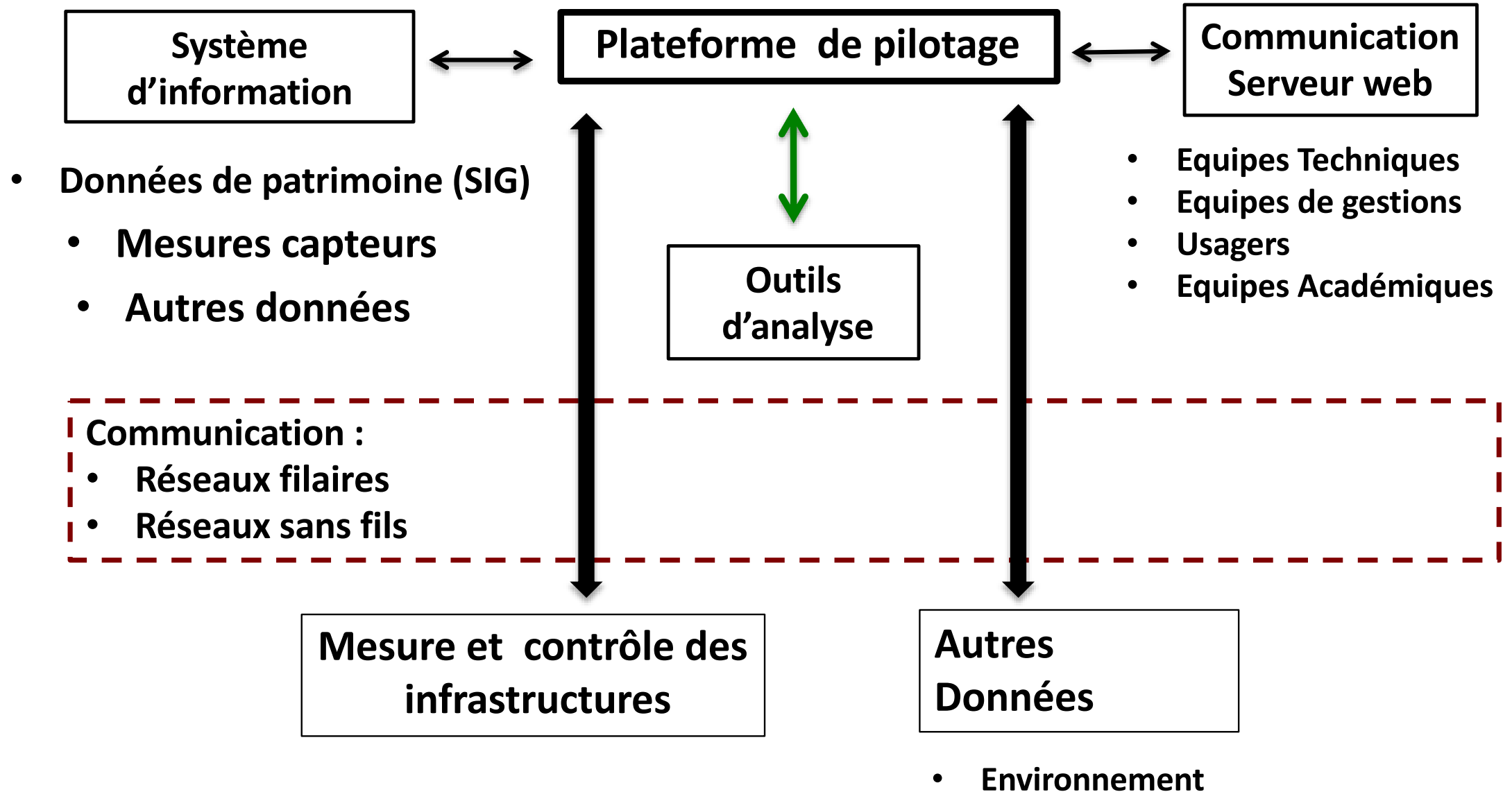
Météo



Qualité



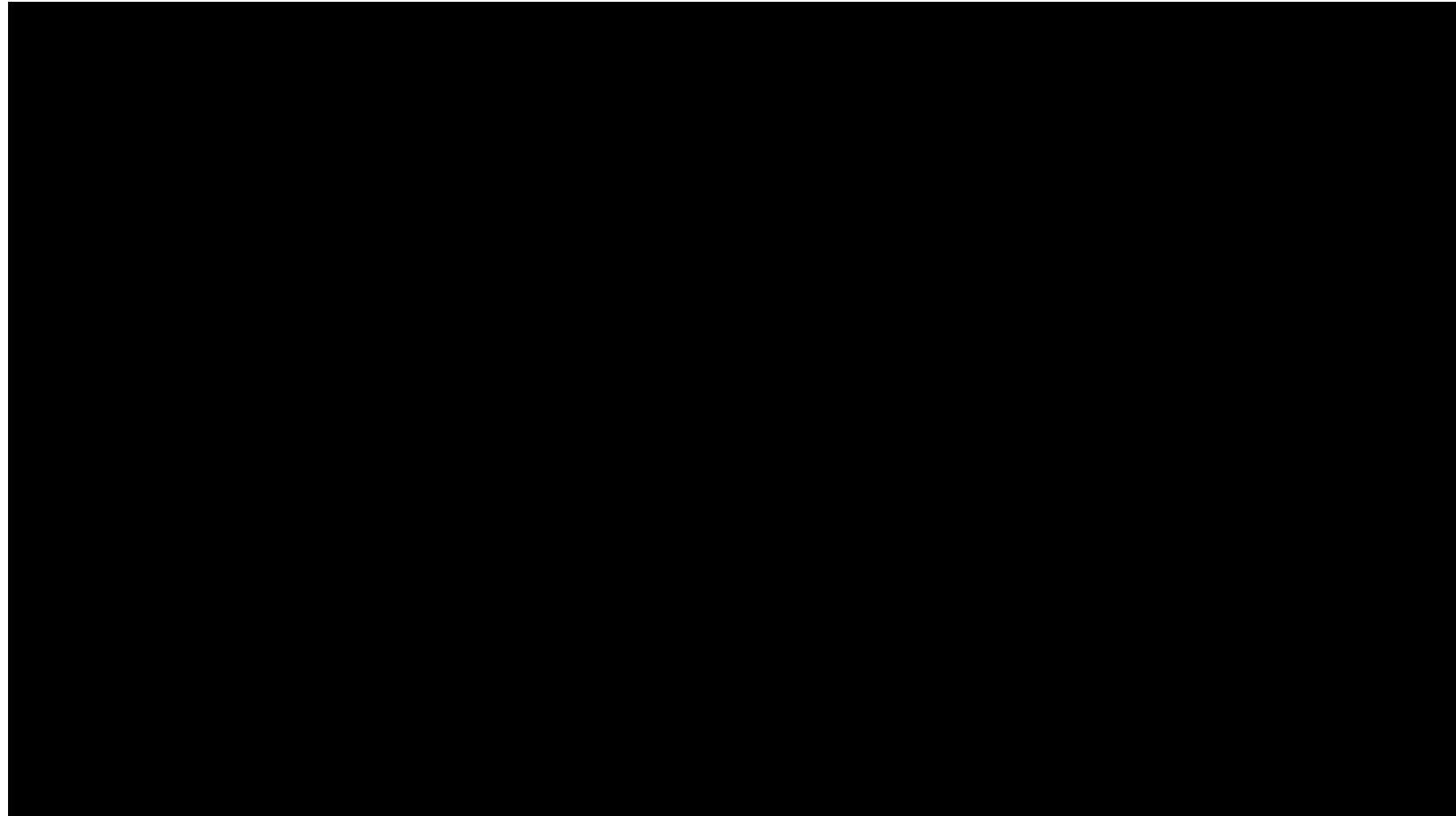
Réseau d'eau intelligent





JARSUN
Technologies

**Smart
technology to
run a
sewerage
network**



Plan

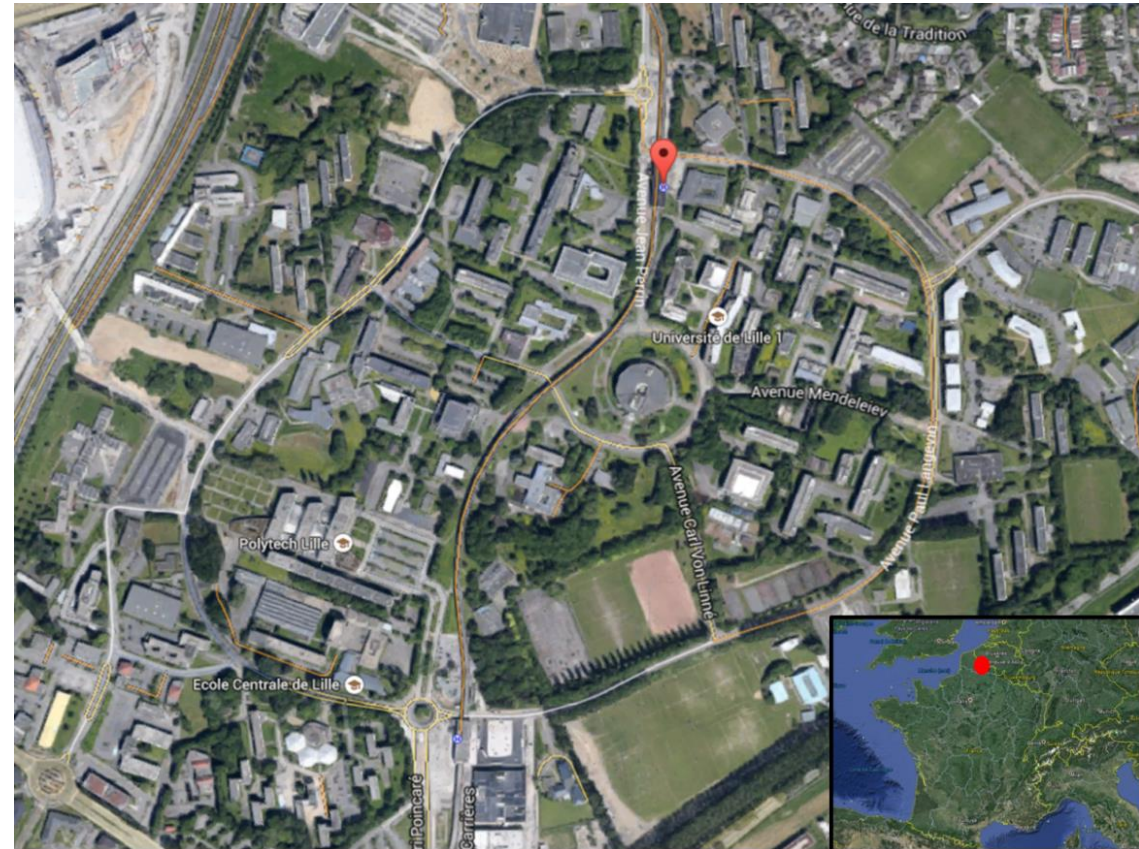
- Système d'assainissement conventionnel (Fonctionnement ?)
- Système d'assainissement intelligent
- **Projet pilote intelligent (SunRise)**

SunRise – Smart City

« Démonstrateur de la ville intelligente et durable »

Petite ville

- 110 hectares
- 25000 usagers
- 140 bâtiments
- 100 km réseaux urbains



Objectifs :

- Mieux comprendre le fonctionnement
- Gestion de patrimoine (maintenance, contrôle,..)
- Réduire le risque d'inondations
- Contrôle des rejets
- Reporting

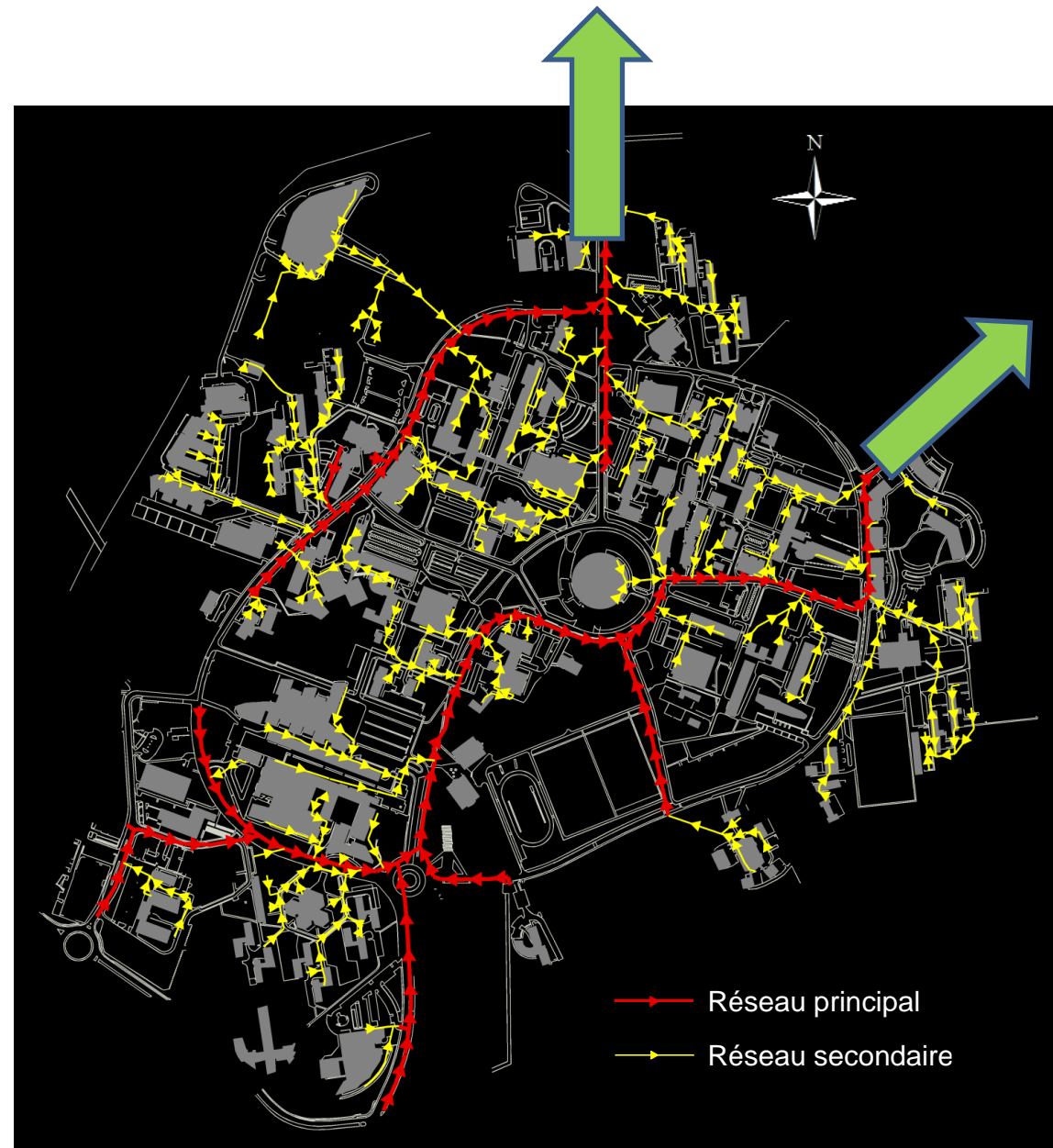
Réseaux d'eau usée

→ 4 KM

→ 12 KM

✓ 1626 regards et conduites

✓ Diamètre=100 à 250 mm



Réseaux d'eau usée



Pompe_relevage



Bac_neutralisation

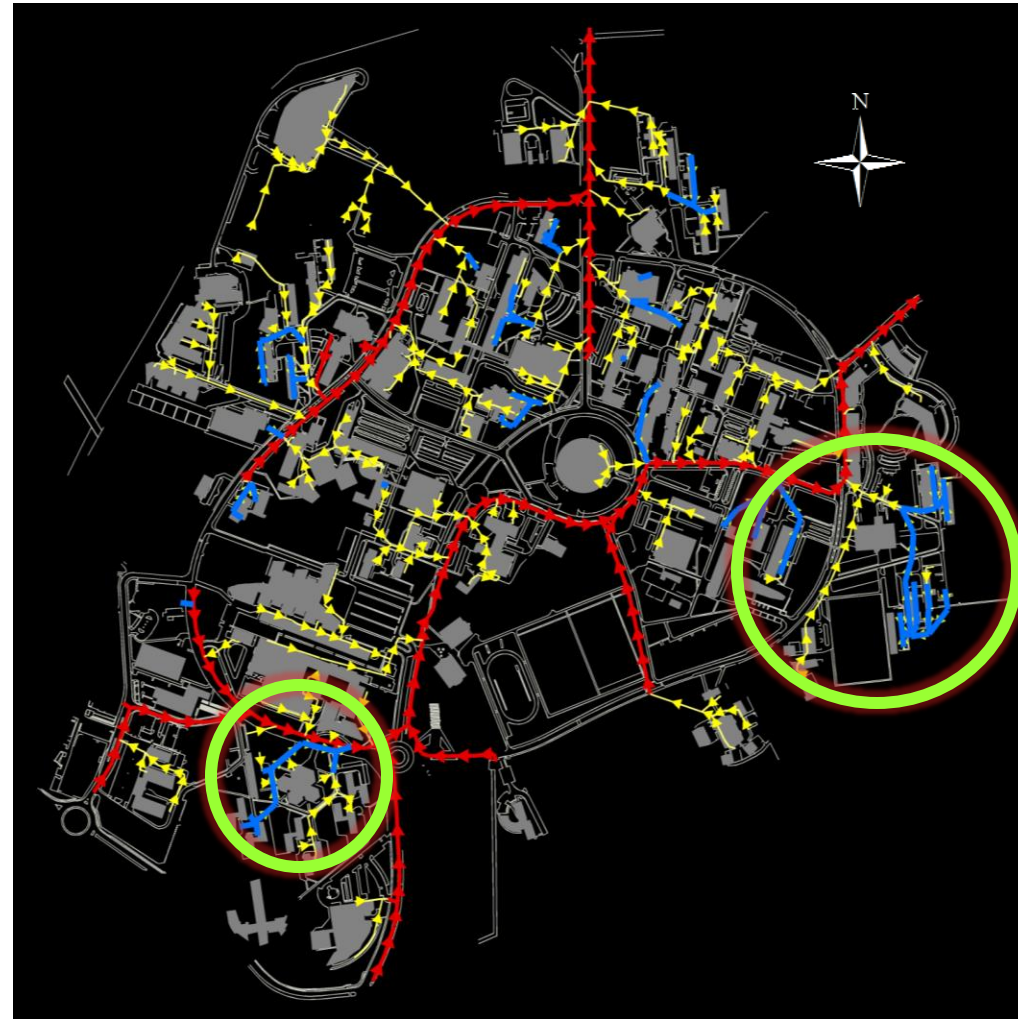


Maintenance

- Inspection vidéo
 - Type de défaillance
 - Degré de gravité



- Localiser les zones vulnérables
- Evaluer l'état du réseau

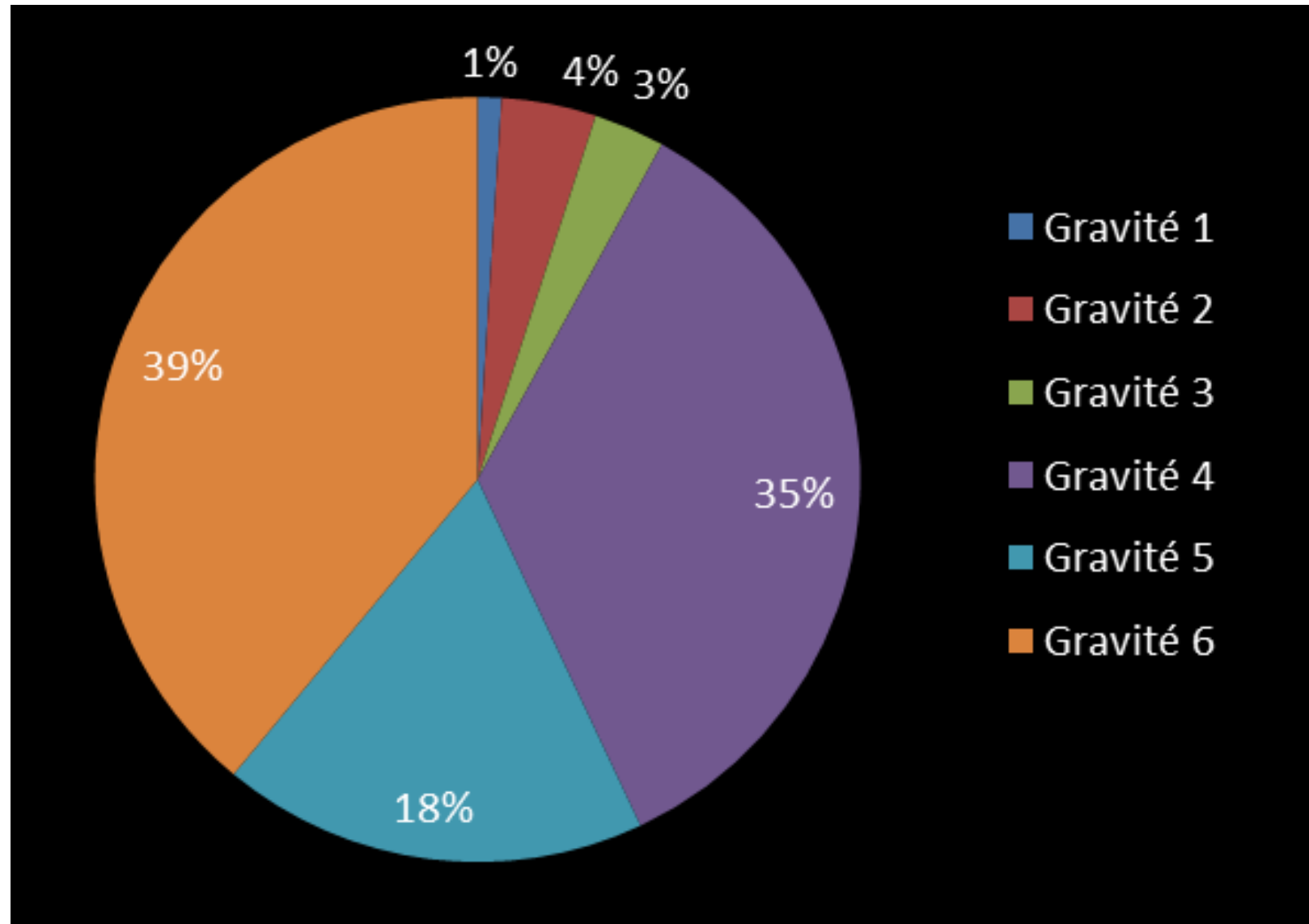


Inspection vidéo

The screenshot shows the ArcMap interface for a project named 'sunrise_sewer'. The main map area displays a network of pipes overlaid on a grayscale aerial or street map. The pipes are color-coded: red for main lines, blue for branches, and yellow for specific inspection points. Yellow arrows point from the pipe network to a 'Viewer' window, which provides a magnified view of a pipe section. In this view, a yellow arrow points to a specific feature on the pipe wall. To the right, a 'Raster Viewer' window displays three sequential frames of a video inspection, showing the interior of a pipe with some debris or structural features. On the left side, a 'Table' window is open, showing a list of pipe conditions. The table has columns for 'Conclusion of pipe condition' and 'Value'. The 'Conclusion of pipe condition' column contains various descriptive text entries, such as 'circular fissures (3)', 'manhole 2.5 underground', and 'break (1)+perforation'. The 'Value' column contains corresponding data, including 'yes', '<null>', and '13/03/1996'. The interface also includes a standard menu bar (File, Edit, View, etc.), a toolbar with navigation and editing tools, and a status bar at the bottom indicating '(1 out of 115 Selected)'. The map scale is set to 1:3,000.

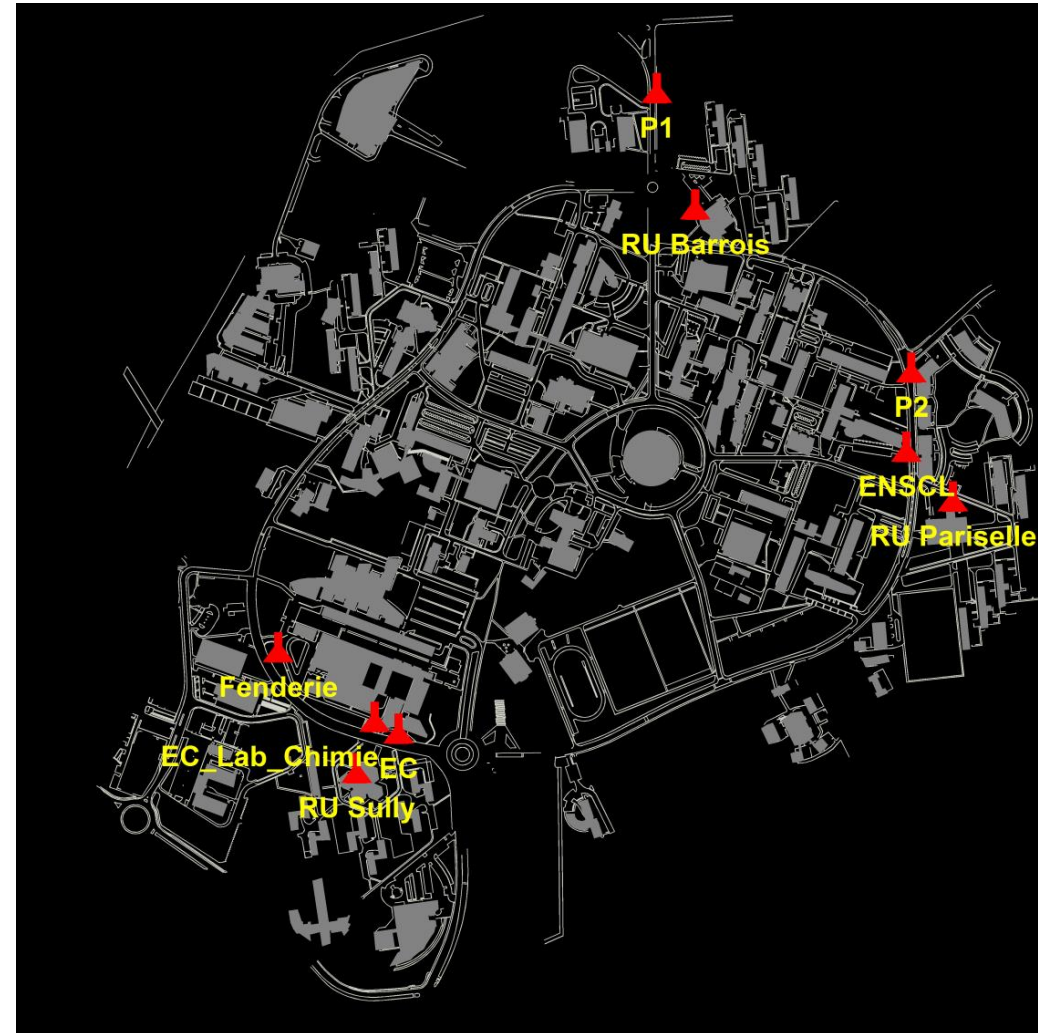
Conclusion of pipe condition	Value
circular crack +shifted interlock	
interlocking slightly misaligned	
circular cracks+roots+flaches	
flaches	
circular fissures (3)	
manhole 2.5 underground	
break (1)+perforation	
perforation+ routes+circular cr	
Circular fissure	
flaches+perforation	
Circular cracks+manhole not vi	
miss this page	
coude+multiple fissure (2)+ per	
interlocking misaligned+repair	
miss these pages	
shifted interlocking horizontally	
cleaning unavailable for inspec	
Cleaning downstream essentia	
nothing top report	
miss page of results	
degraded manhole 6	
shifted interlocking (2)+ perfor	
collapse	
miss pages	
<Null>	
decentering+	
monhole under ground + high l	
interlocking not enough+nestin	
penetration of roots	
penetration of roots	
breaks at 10.7m+ shifted interl	
break at the contact with U4+ s	
slope inverse +degradation on	
break and many flache of 10%	
joining decentered vertically+fl	
pipe in a good condition witho	
important deposit	
pipe without anomaly just there	
two interlocking by sleeves+ fis	
MANHOLE 6.5 MONTAGE 1996	

Inspection vidéo



Qualité des eaux usées

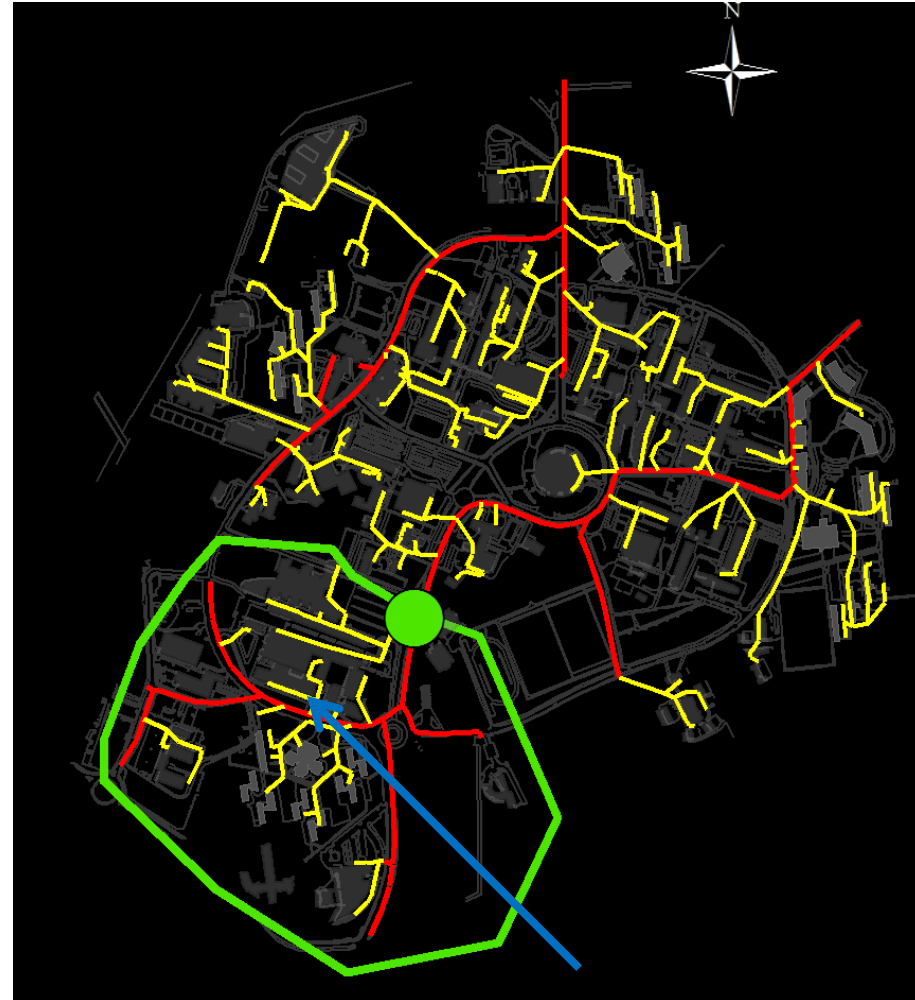
- pH
- Température
- MES
- DOC
- BDO₅
- P_{tot}
- Azote global
- Métaux totaux



Instrumentation et mesures

Instrumentation

- Superficie de 30 Ha
- Suivi en temps réel de
 - Paramètres hydrauliques
 - Paramètres « qualité »



Paramètres hydrauliques

- Un débitmètre de type IJINUS
 - Hauteur: 0,001 à 3,5 m
 - Vitesse: 1,5 à 6 m/s



Paramètres hydrauliques

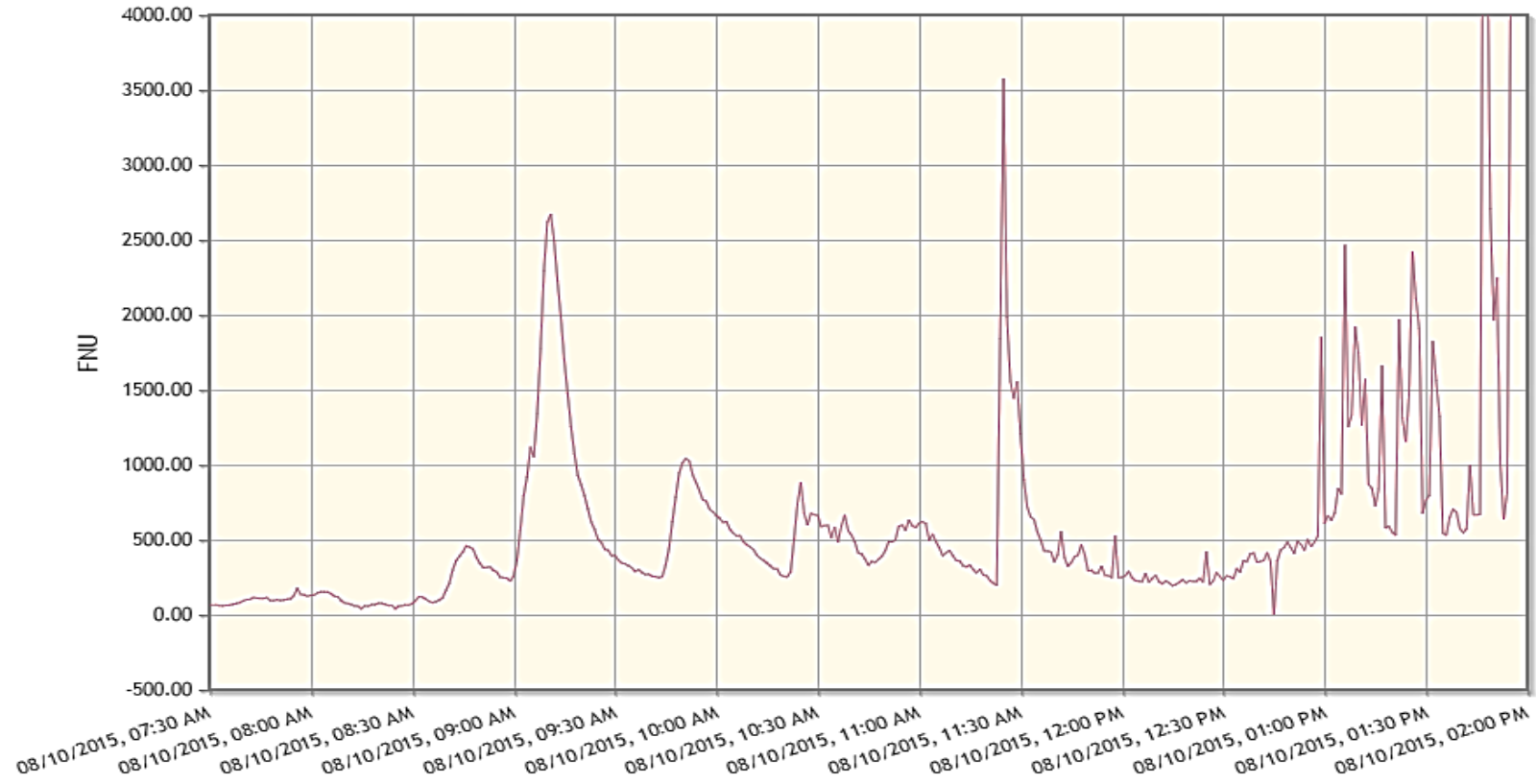


Paramètres « Qualité »

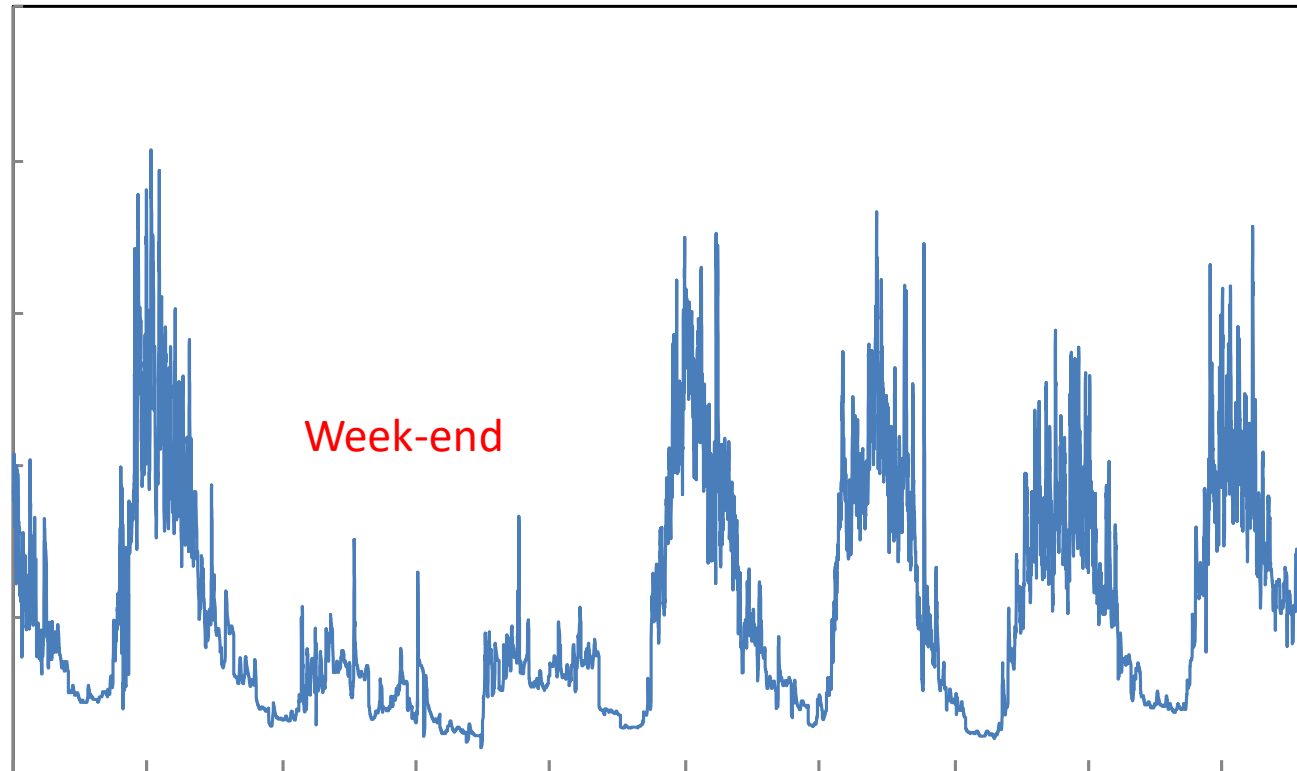
Un turbidimètre de type IJINUS



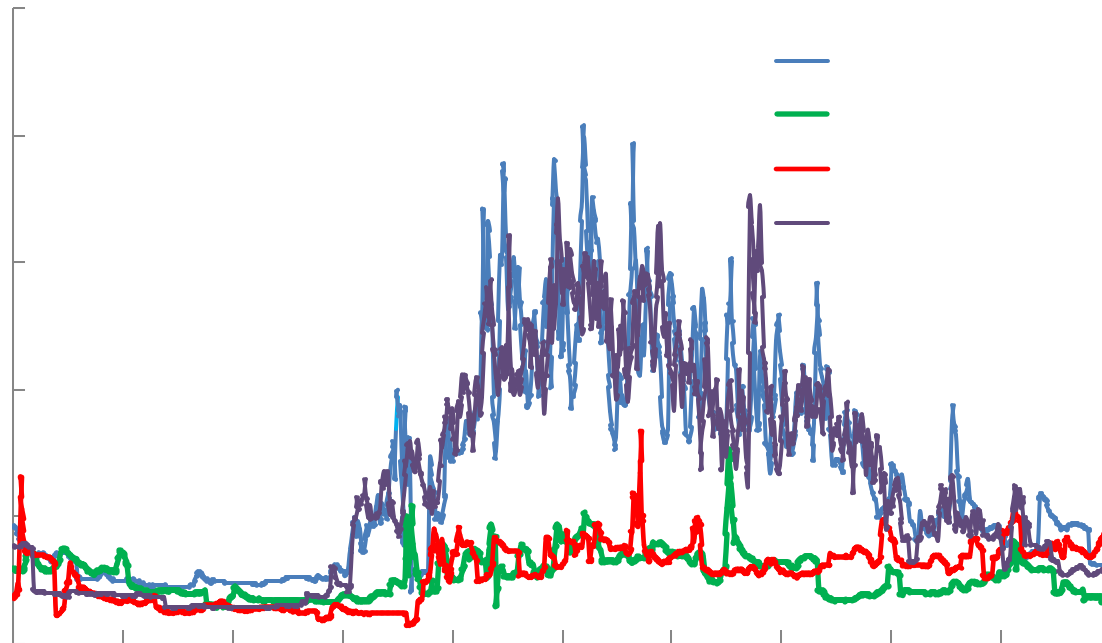
Turbidité



Débit: Semaine du 3 au 10 Septembre 2015



Variation du débit journalier



Débit moyen

2.7 m³/h (Weekend)

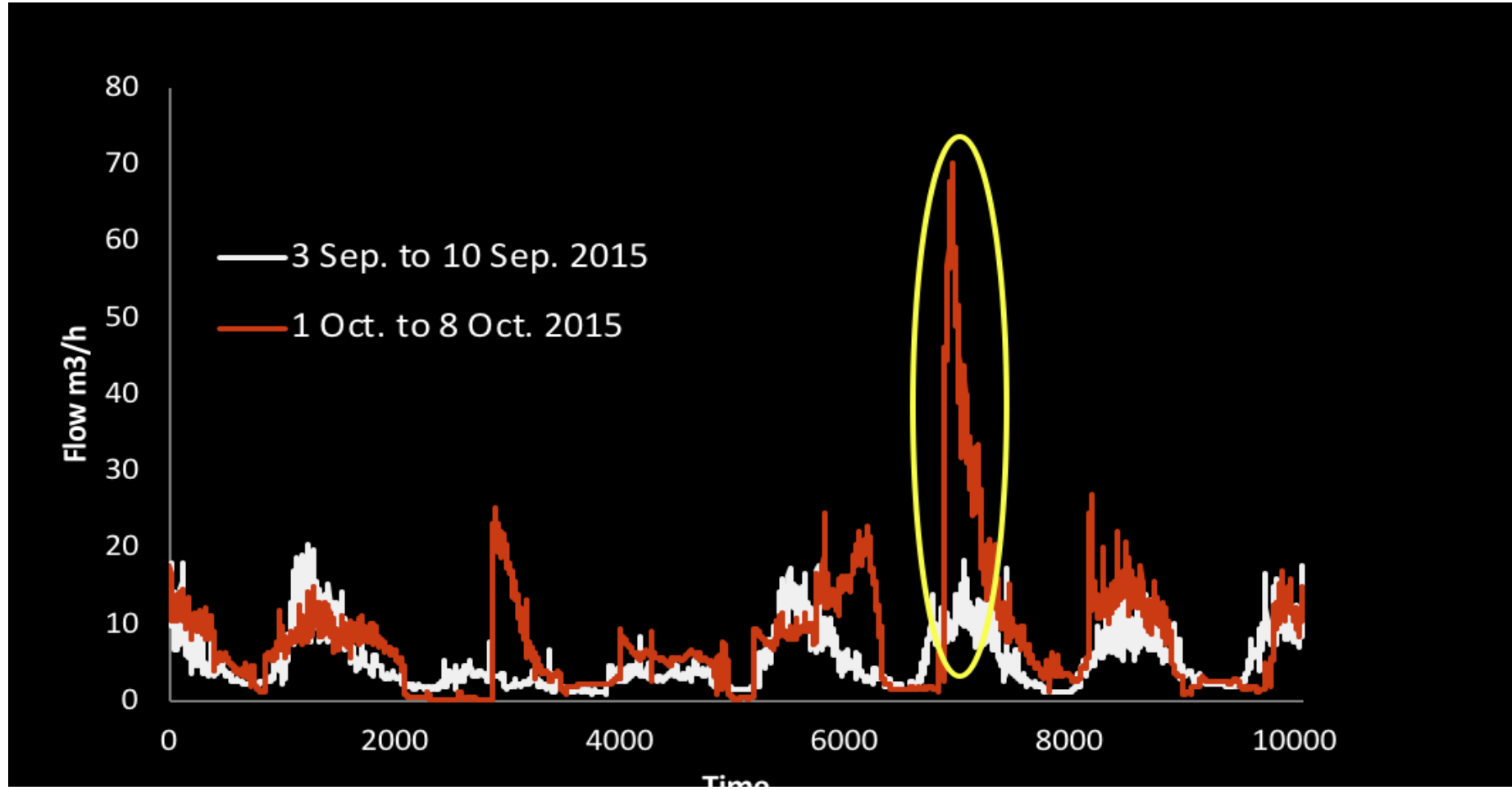
6.3 m³/h (Jour ouvrable)

Débit max

7.5 m³/h (Weekend)

20 m³/h (Jour ouvrable)

Détection d'anomalies

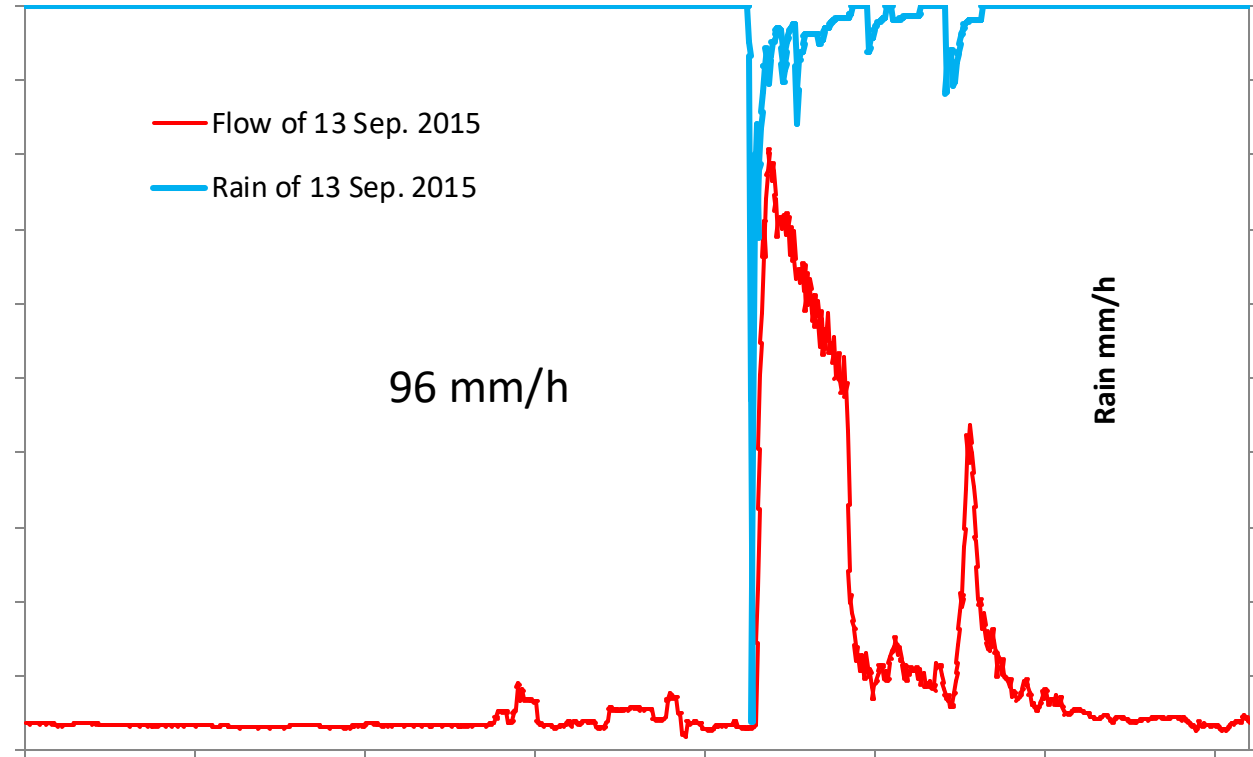


Détection d'anomalies



Station météo

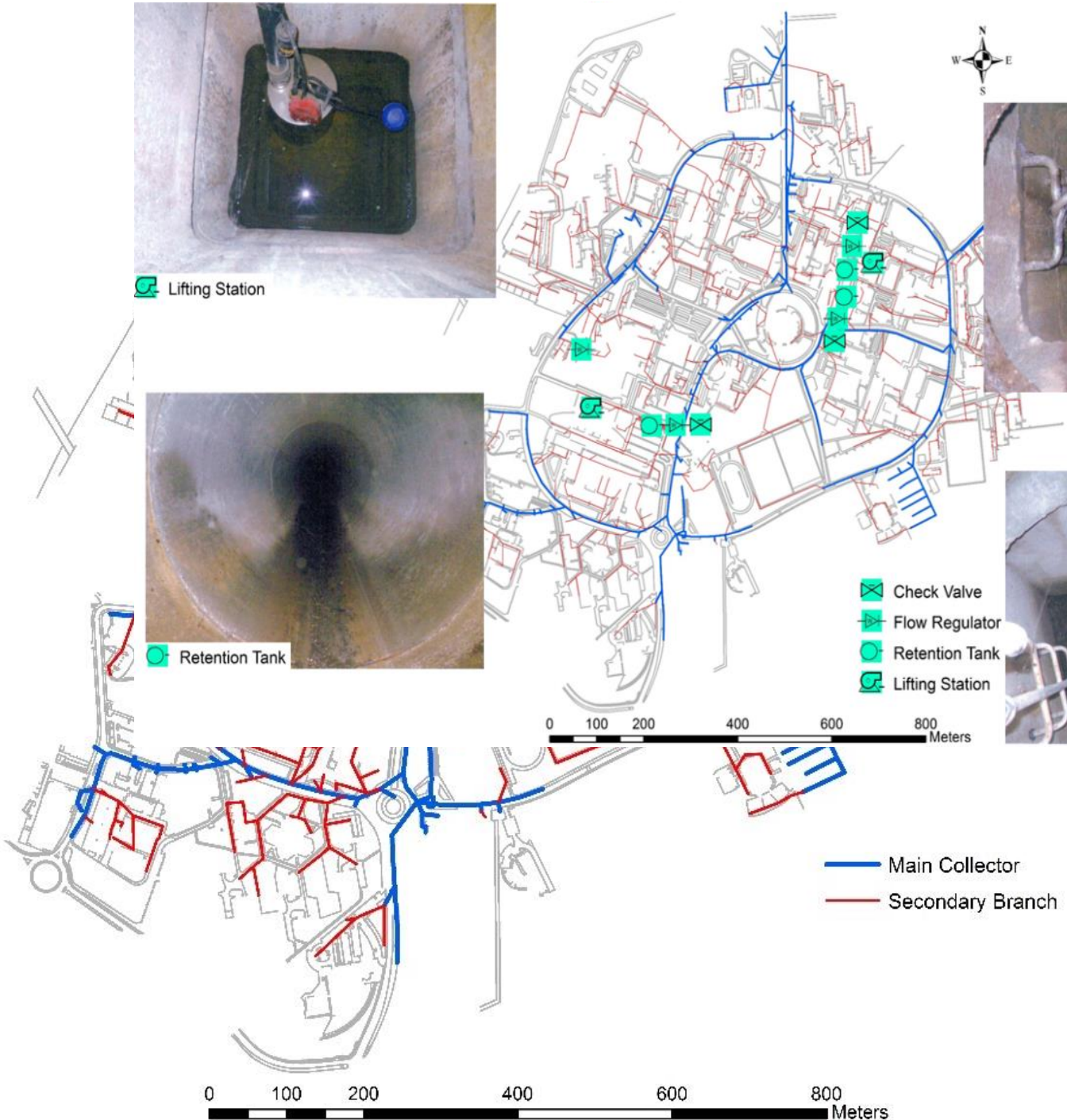
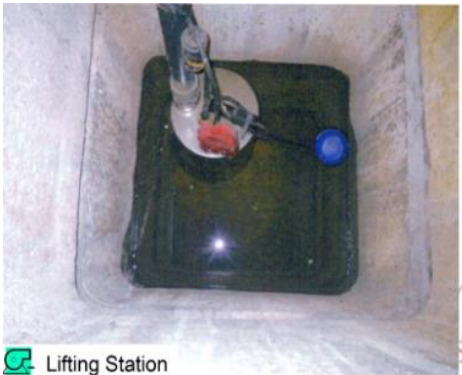
- Infiltration
- Branchement d'eau pluviale



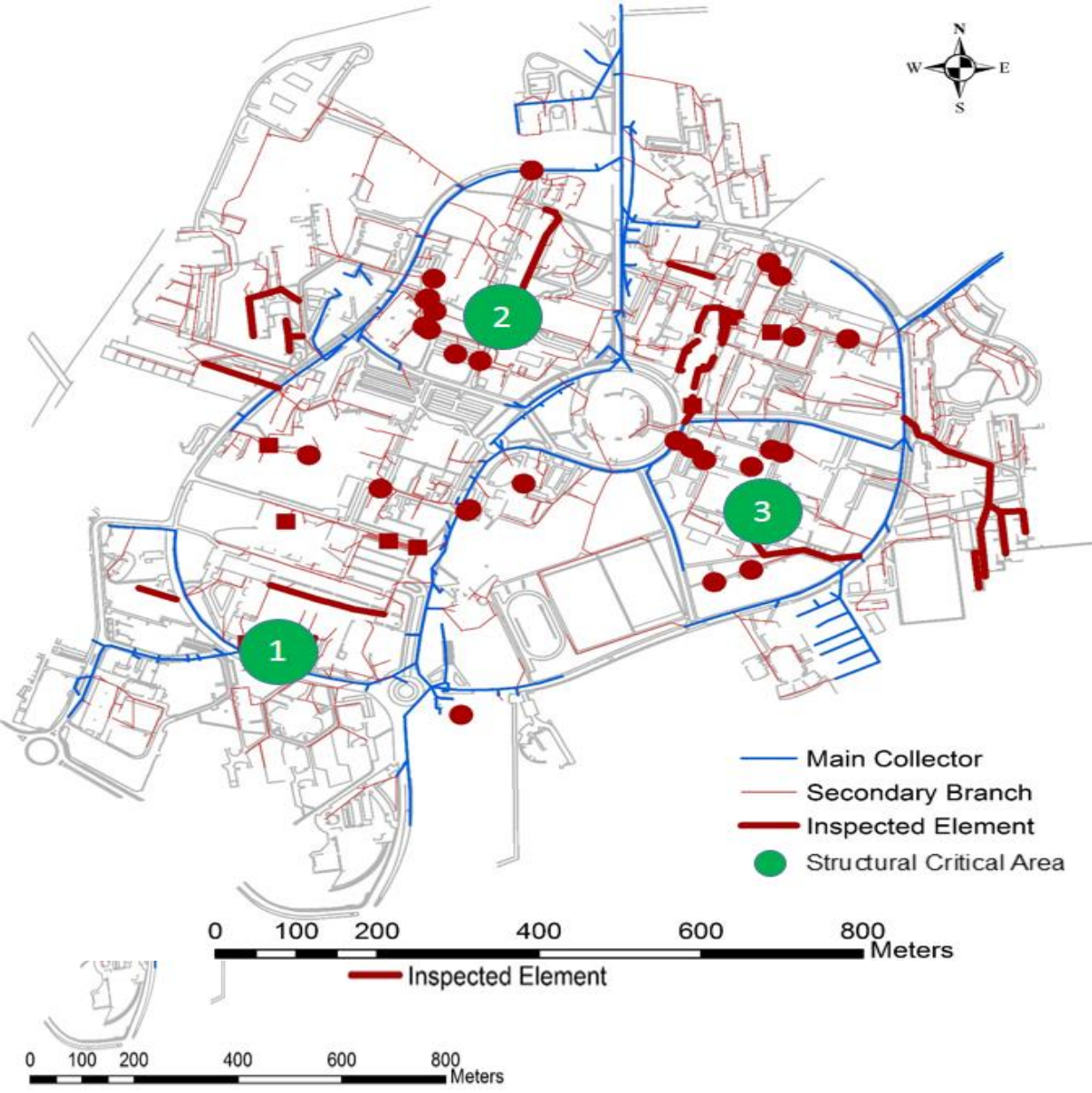
Difficultés



Eau pluviale

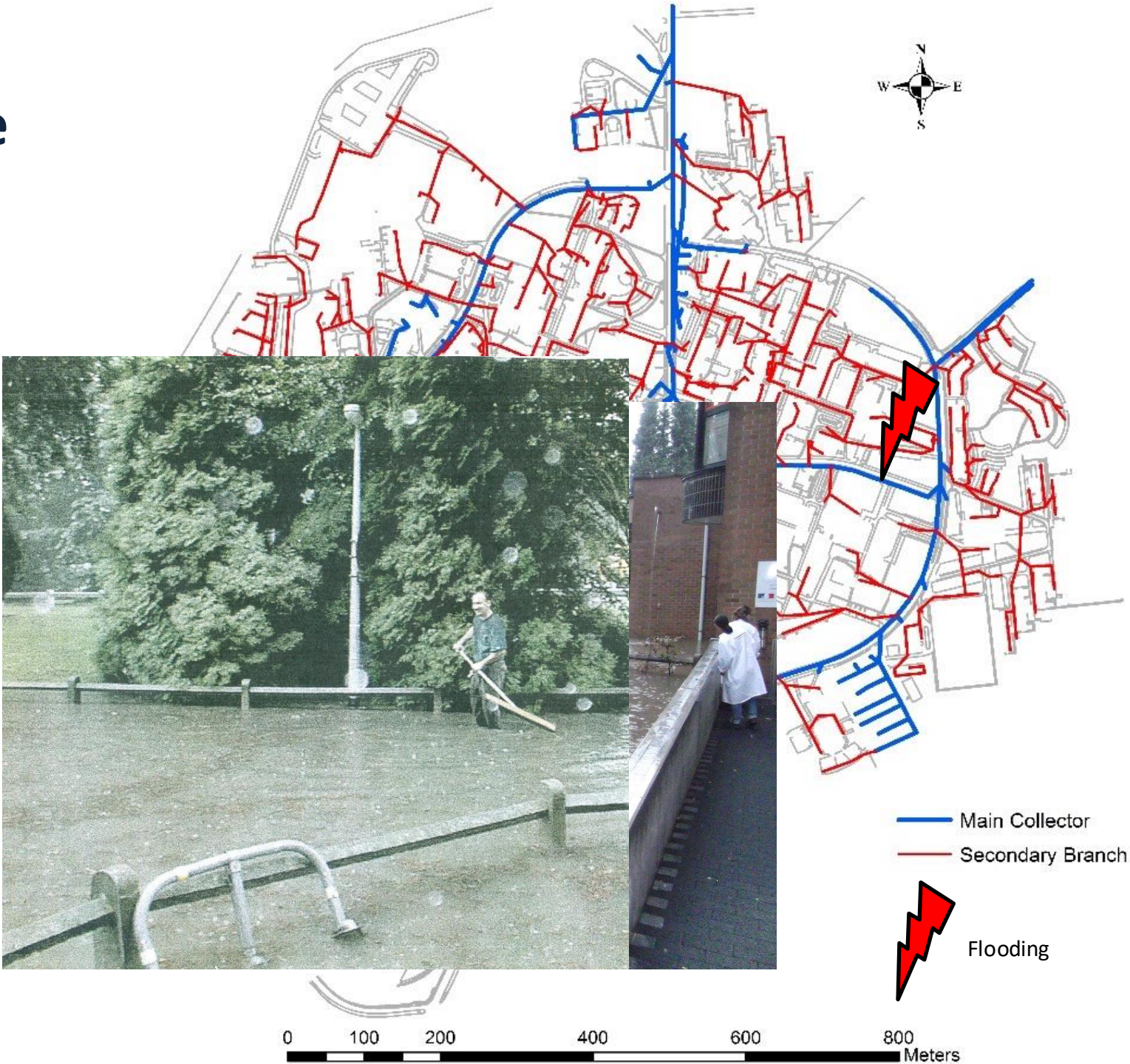


OBJECTID	Number	Date	Total	Total Gravity	Obse
36	1	04/04/2000	4	9	Presence of slightly shifted interlock
38	1	04/04/2000	4	10	Presence of slightly shifted interlock
70	1	04/08/2003	2	10	1 Strongly shifted interlocking + 1 o
81	1	08/10/2003	3	10	2 insufficient interlockings
25	1	29/07/1999	3	12	Presence of slightly shifted interlock
32	1	04/04/2000	3	12	Presence of slightly shifted interlock
71	1	04/08/2003	2	12	4 to 7 Segments with 1 sludge depc
91	1	23/10/2012	4	13	6 Shifted interlocking + 1 Wane of 3
28	1	28/07/1999	9	16	10 Strongly shifted interlockings + 1
43	1	02/05/2001	4	18	2 Strongly shifted interlockings + 1 j
46	1	02/05/2001	4	18	1 Strongly shifted interlockings + 1 j
42	1	25/04/2000	3	20	Presence of slightly shifted interlock
48	1	02/05/2001	5	20	1 Strongly shifted interlockings + 1
26	1	29/07/1999	7	26	6 Strongly shifted interlockings + 1
37	1	04/04/2000	8	27	47 Strongly shifted interlockings
22	1	29/07/1999	6	32	1 Strongly shifted interlockings with
33	1	04/04/2000	8	34	1 Strongly shifted interlockings + ro
30	1	29/07/1999	10	37	5 Strongly shifted interlockings + 9 i
90	1	23/10/2012	5	41	2 Shifted interlocking + 2 Partial col
92	1	23/10/2012	11	48	11 Shifted interlocking + 1 Wane of
87	1	25/03/2014	11	70	Presence of strongly shifted interloc
27	1	28/07/1999	22	83	10 Strongly shifted interlockings + 5
29	1	28/07/1999	10	83	2 Dislocated pipe + 5 strongly shifte
89	1	23/10/2012	17	96	2 Strongly shifted interlockings + 22
88	1	25/03/2014	15	104	3 Open circular cracks + 2 concrete

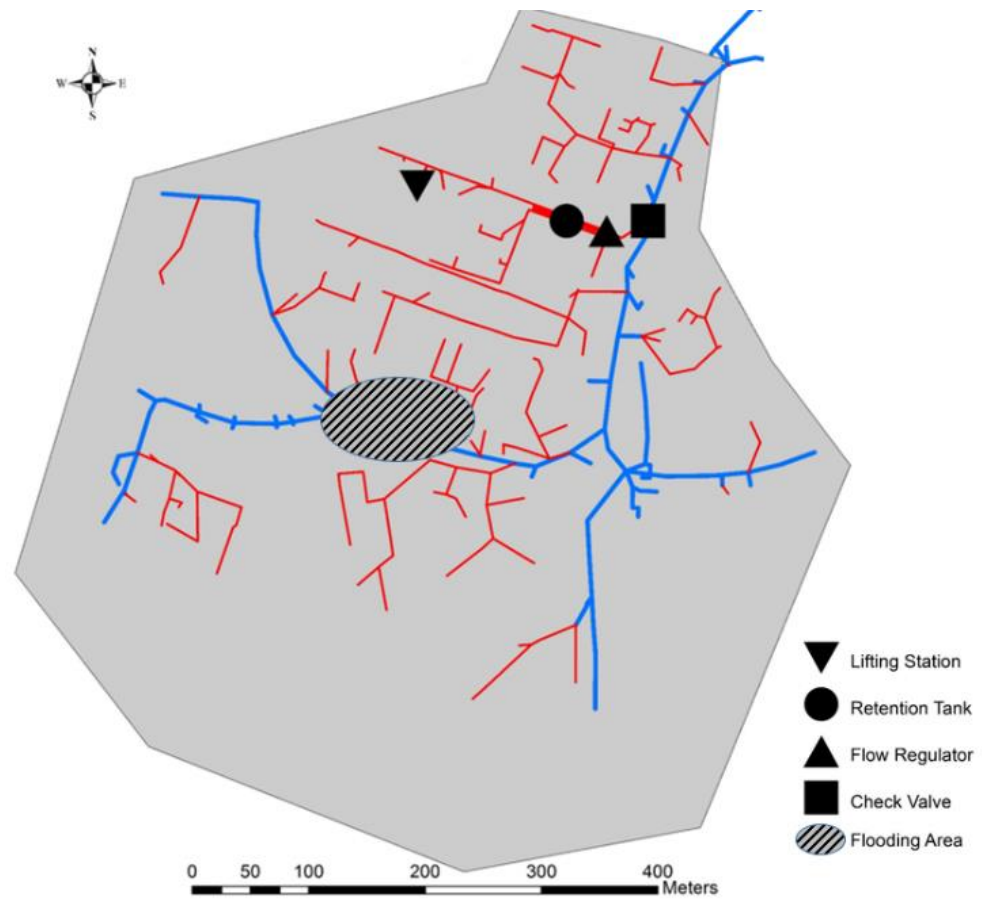
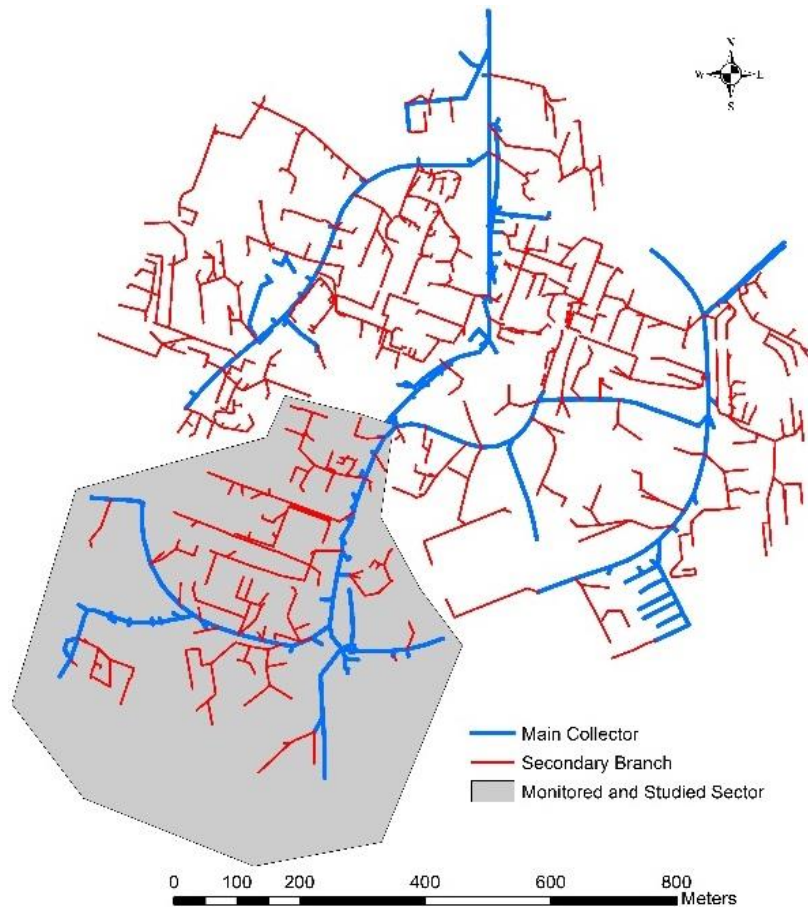


Inspected Element (0 out of 92 Selected)

Zone innondable

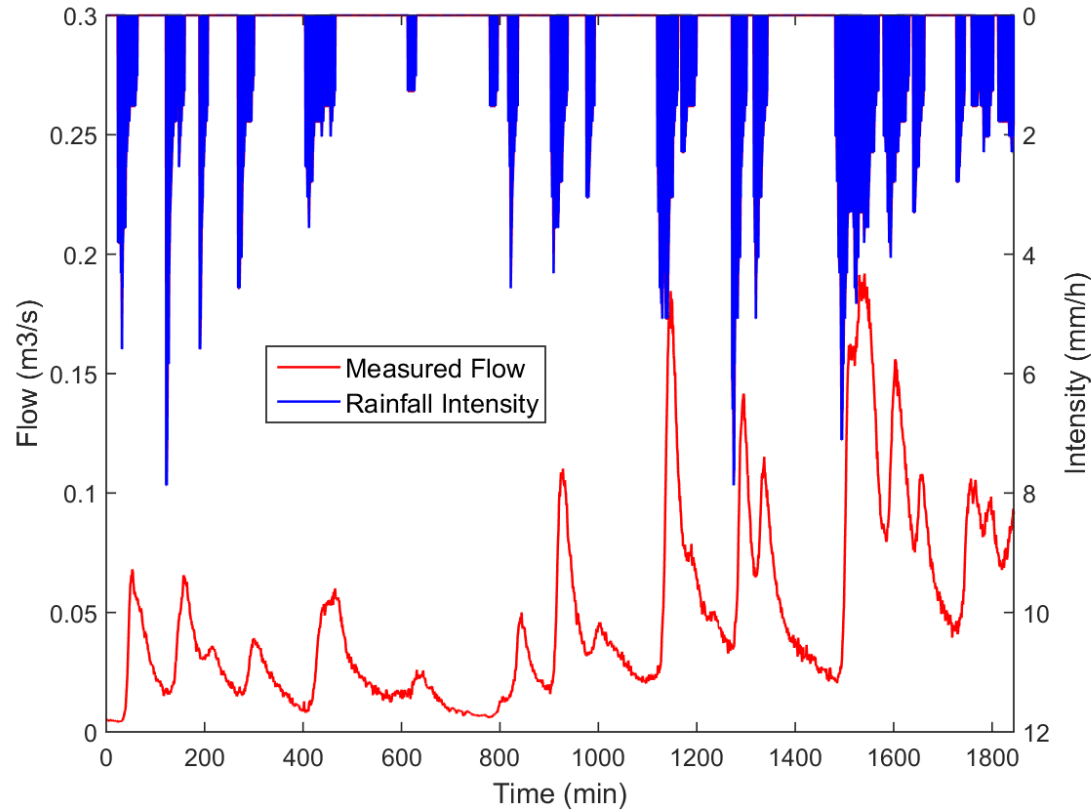


Zone étudiée



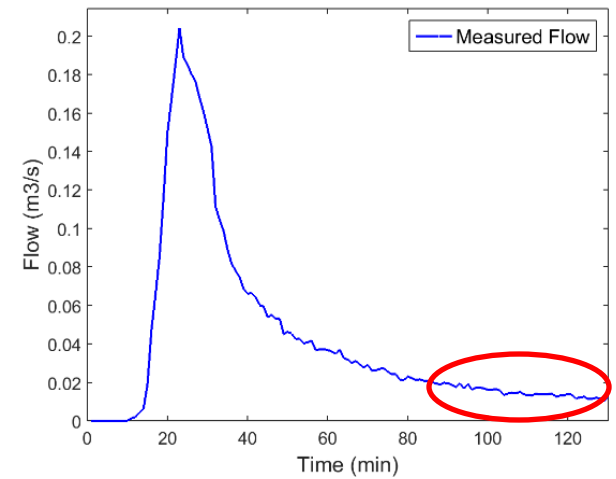
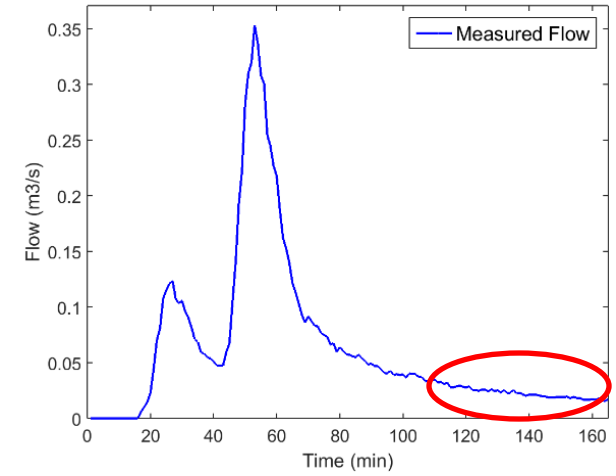


Observations

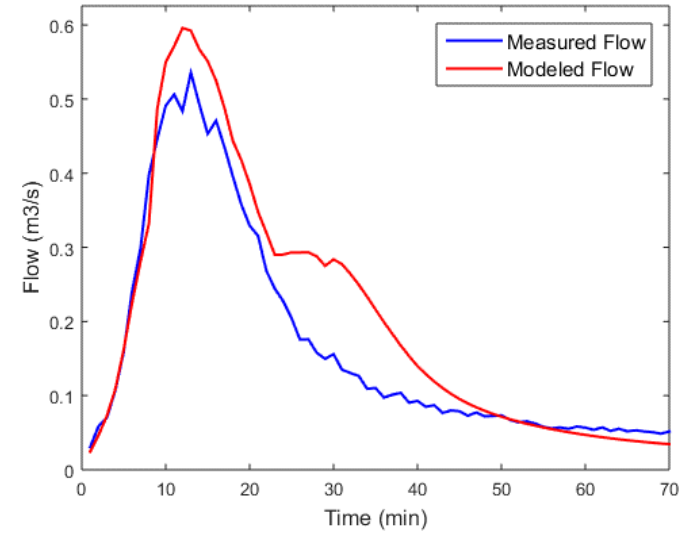


Correlations between the Measurements

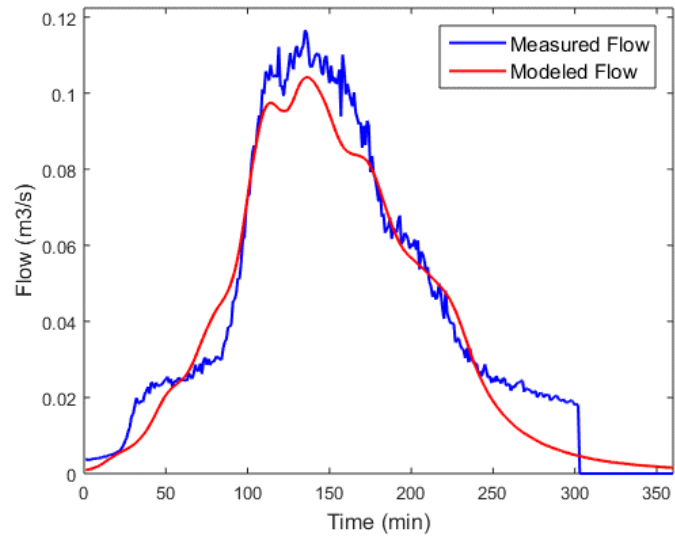
Infiltration into the Urban Drainage System



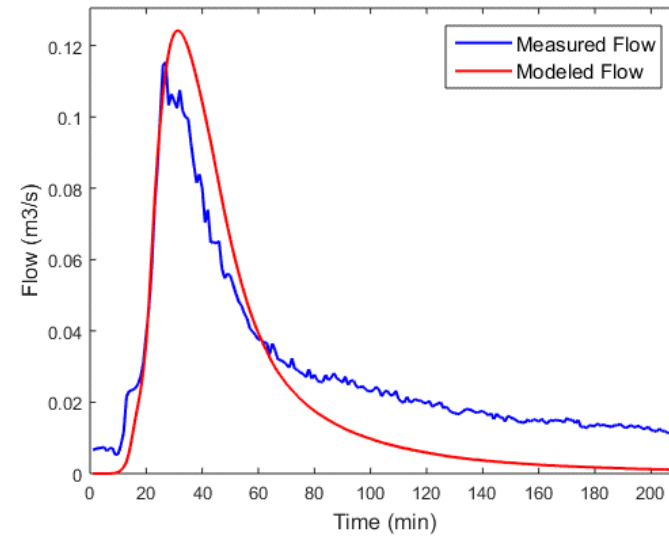
25 to 30
March
2016



Rainfall event 28/03/2016 (NSE=0.824)



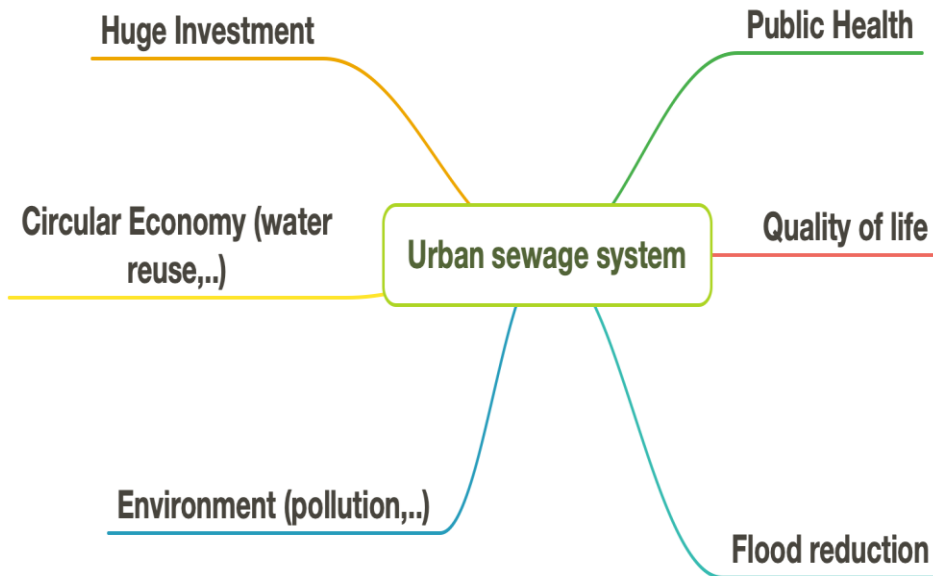
Rainfall event 27/03/2016 (NSE=0.955)



Rainfall event 29/03/2016 (NSE=0.729)

Resumé et conclusion

Assainissement: Enjeu urbain majeur



Défis des réseaux d'assainissement

Eaux pluviales

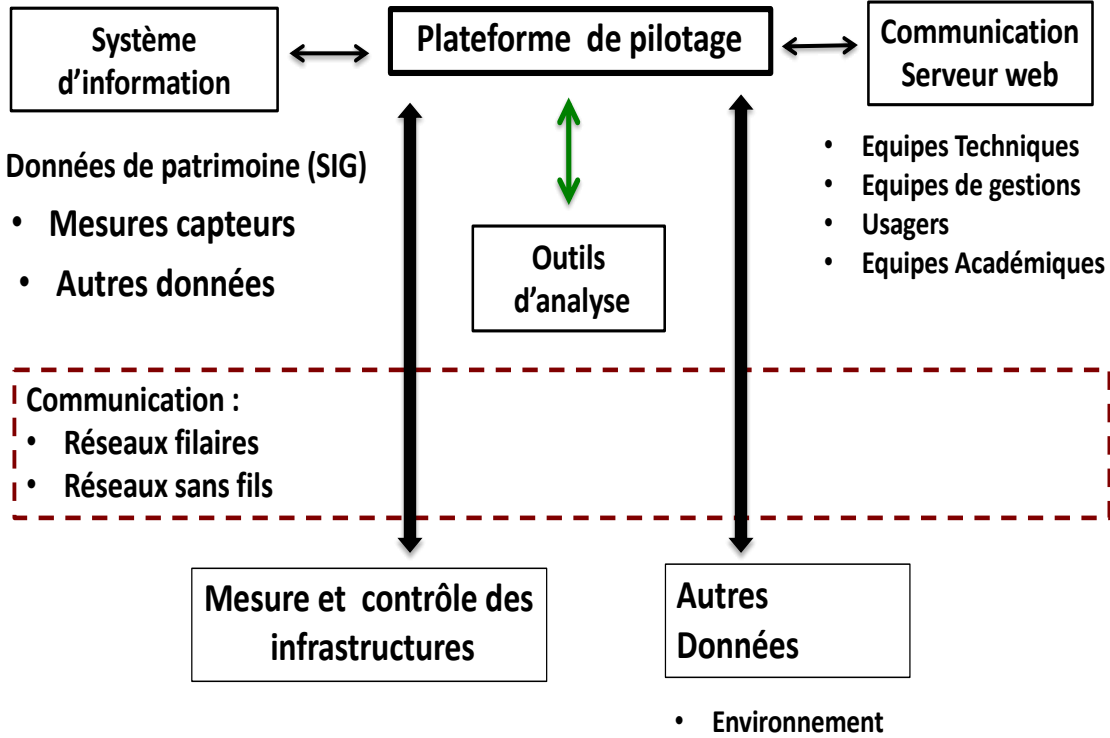
- Réduisez le risque d'inondation
- Réduisez les risques de contamination
- Préservation des eaux pluviales par infiltration et transport pour les ressources naturelles en eau
- Réutilisation des eaux de pluie (domestique, industrielle ..)

- Gestion optimale (collecte, transport, traitement, ..)
- Réduction de la consommation d'énergie
- Évaluation des performances
- Optimisation de l'investissement

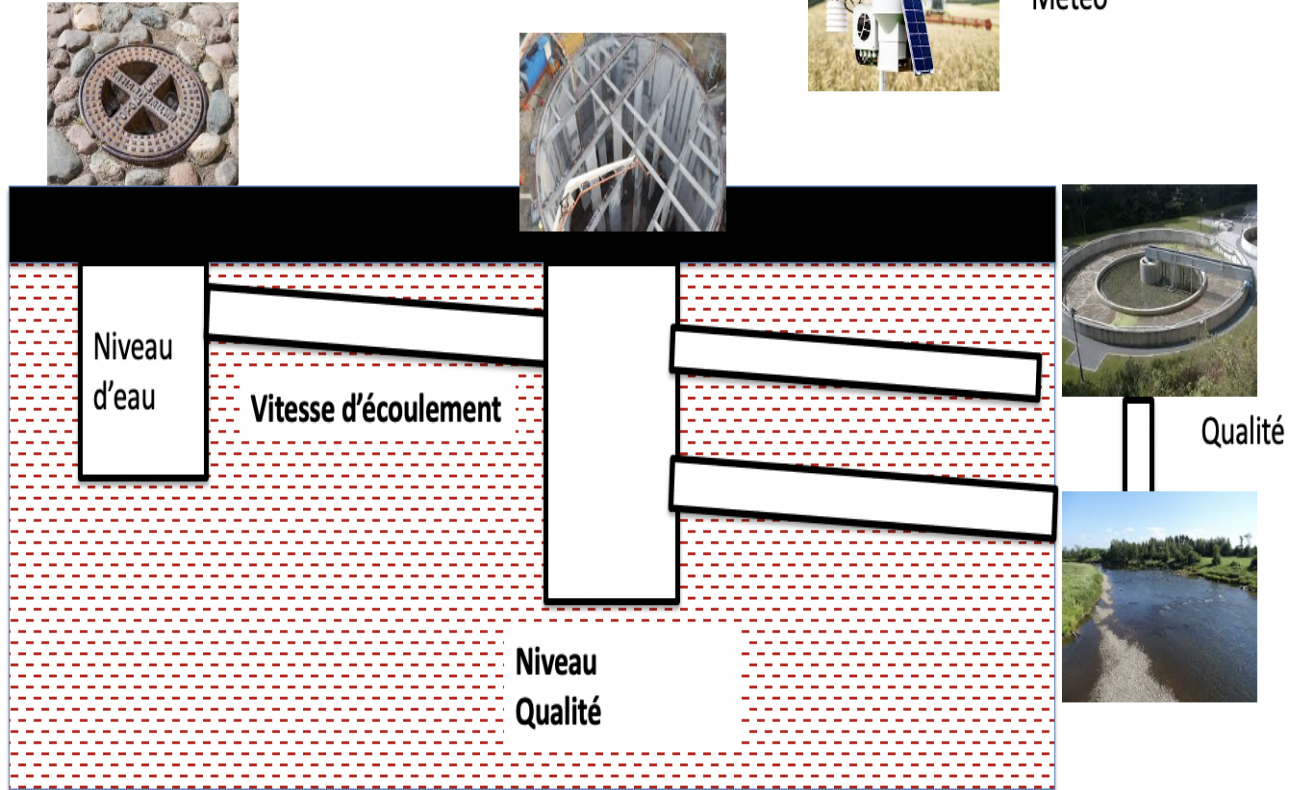
Eaux usées

- Réduire les risques de contamination (santé, environnement)
- Réutilisation des eaux usées (domestiques, industrielles ..)

Réseau d'eau intelligent



Instrumentation



Systeme d'assainissement intelligent:

Grande efficacité:

- Gestion de patrimoine (connaissance, maintenance, rénovation,...)
- Optimisation de fonctionnement
- Détection des défauts de fonctionnement
- Lutte contre les inondations

Merci

Typical sewage treatment process in Canadian municipalities

