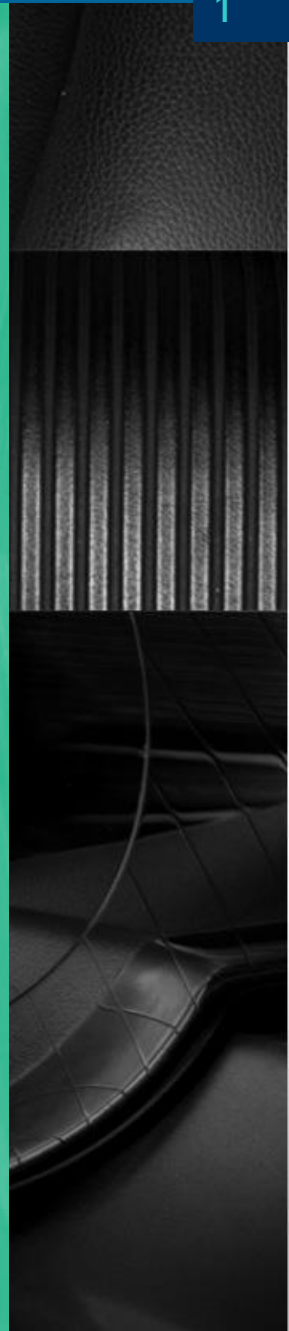


Un ejemplo de control hidraulico de la calidad del agua en un canal de riego

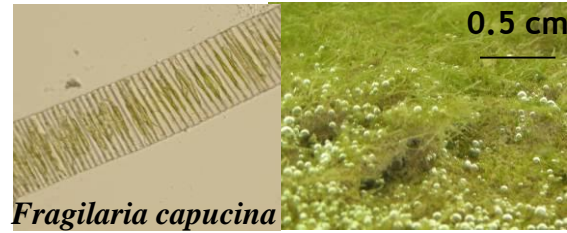
Gestion de algas con purgas hidráulicas



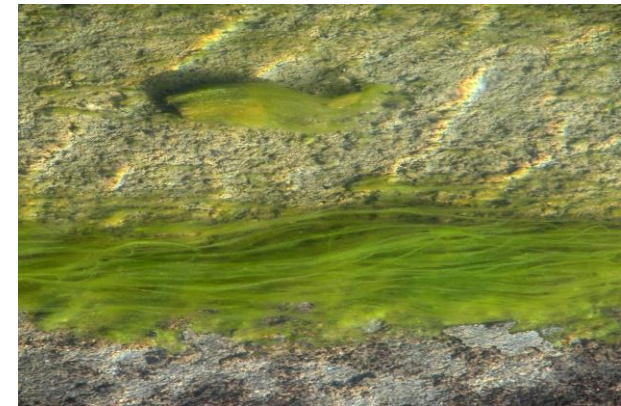
Algas en canales de riego

2

celulas microscopicas



Estructura macroscopica



Impacto para la gestion del sistema



estructuras

tomas

Obstrucción de sistemas de riego, de control



goteo



Impacto sobre la calidad del agua
(riesgo de toxicidad con cyanobacteria)

- **Procesos físicos entre algas y hidraulica**
- **Strategia de control**
- **Implementacion en un canal**
- **Conclusion**



influencia de la hidráulica en la erosión de las algas

Laboratorio en el campo



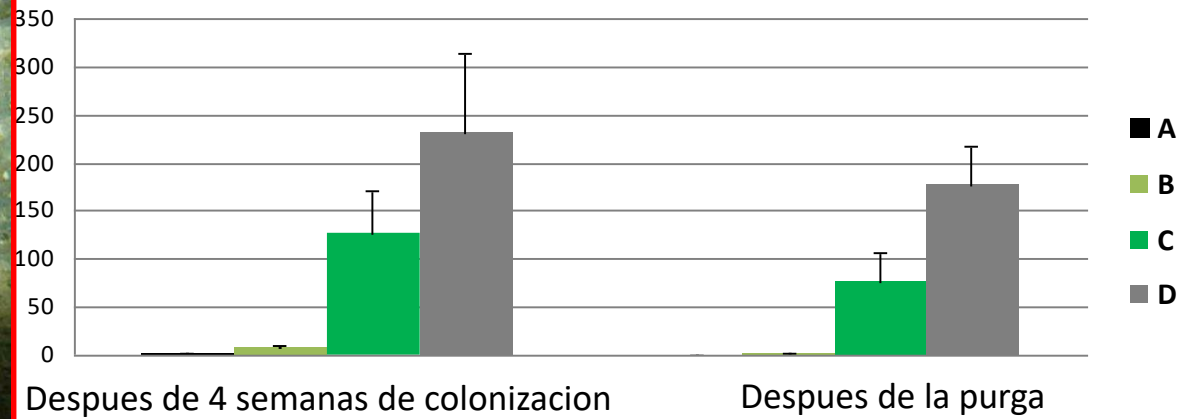
Despues de 4 semanas



Despues de una
aumentacion de
caudal (purga)

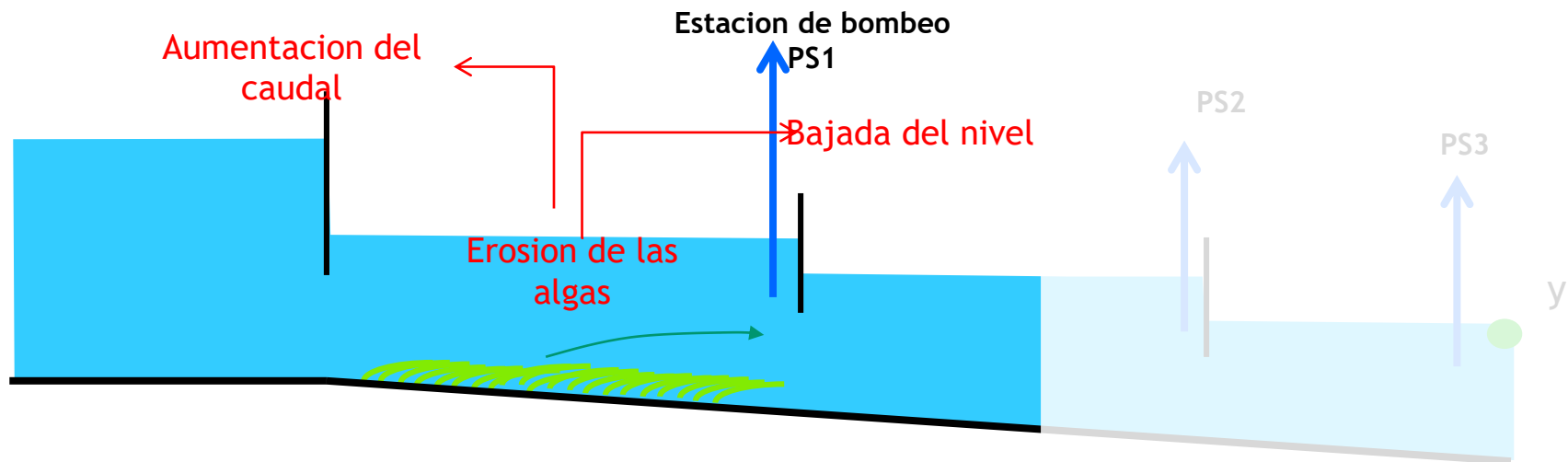


Colonia de algas (materia seca) (g/m²)



Aplicacion en un canal real

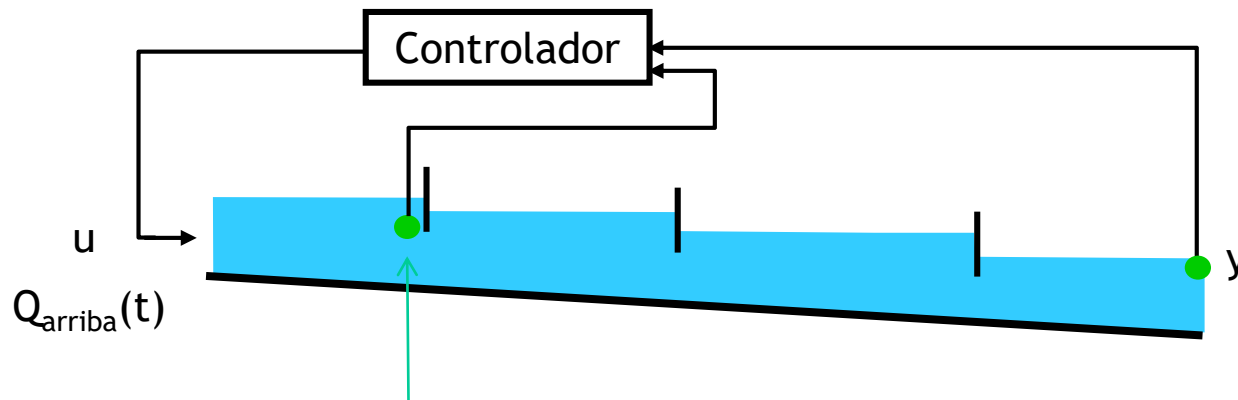
6



● Problema para el control de las purgas

- Que sea eficiente (erode bastante algas)
- Turbidez debe estar controlada (evitar que sea mas que 20 NTU)
- Minimizar la cantidad de agua utilizada
- Minimizar las perturbaciones para los usuarios
- Considerar los retrasos largos (la velocidad de la aguas es menor que la celeridad de las ondas)

Principios de control



Sensores intermedios (porque retrasos muy largos)



● Sensor de turbidez

- Feedforward control (FF): muy util para definir la operacion, planificar los cambio de caudal y minimizar problemas para los usrios
- Feedback control (FB): correccion en tiempo real, utilizando las medidas de turbidez para adaptar la aumentacion del caudal (u)

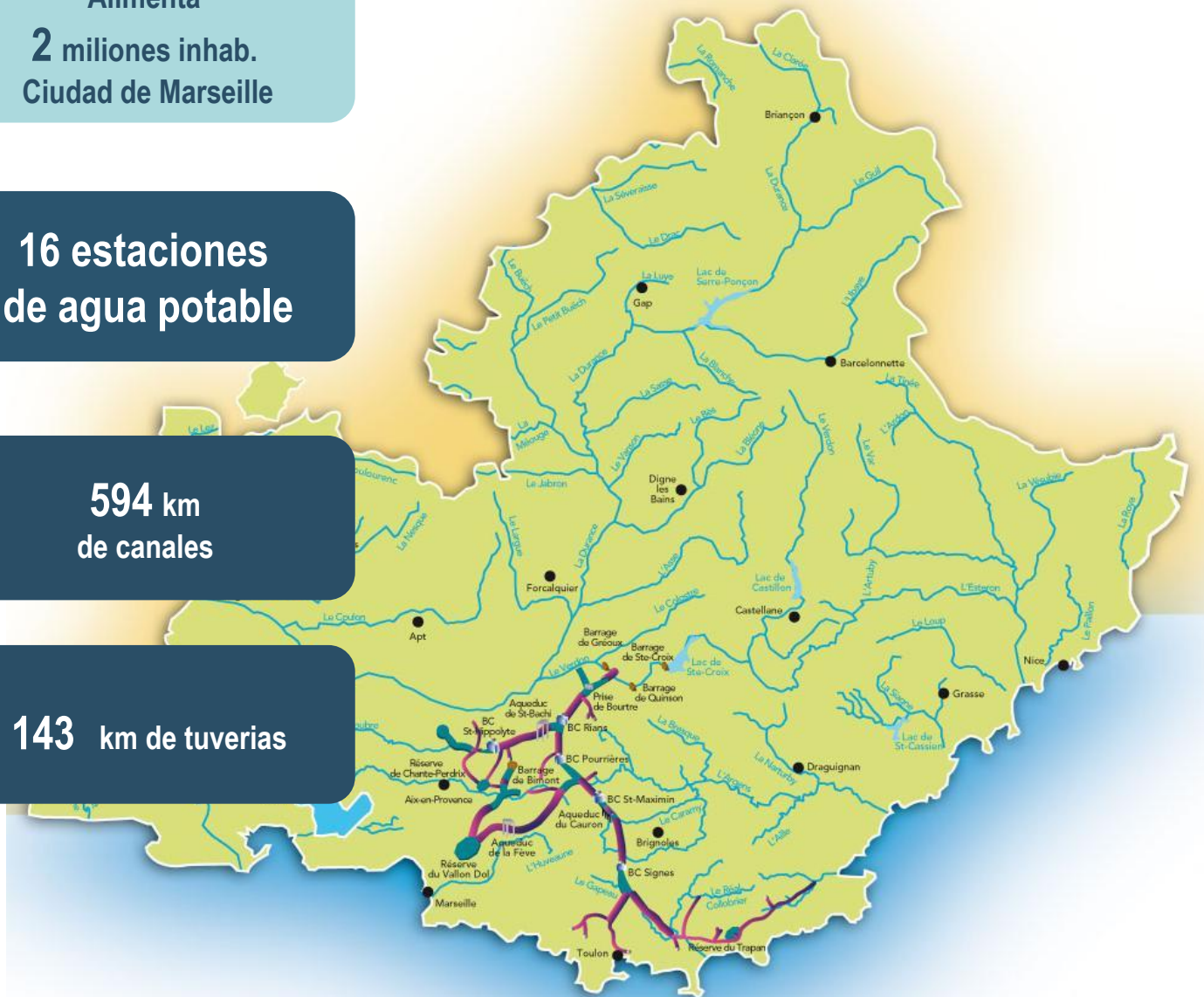
Sitio de aplicación: el Canal de Provence

Alimenta
2 millones inhab.
Ciudad de Marseille

16 estaciones
de agua potable

594 km
de canales

143 km de tuberías





Embalse de Bimont



Centro de gestion centralizada



**Supervision de la calidad del agua
(ISO 14001)**



tanque de almacenaje abajo

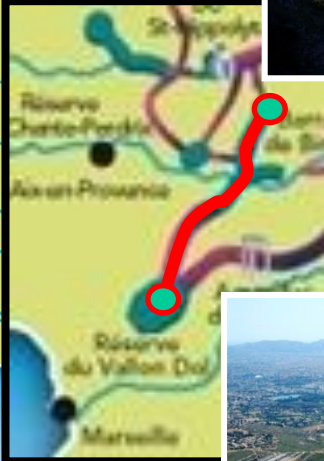
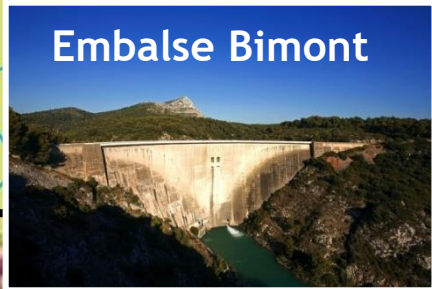


Sitio de aplicacion: el Canal de Provence

Tramo de Marseille Norte

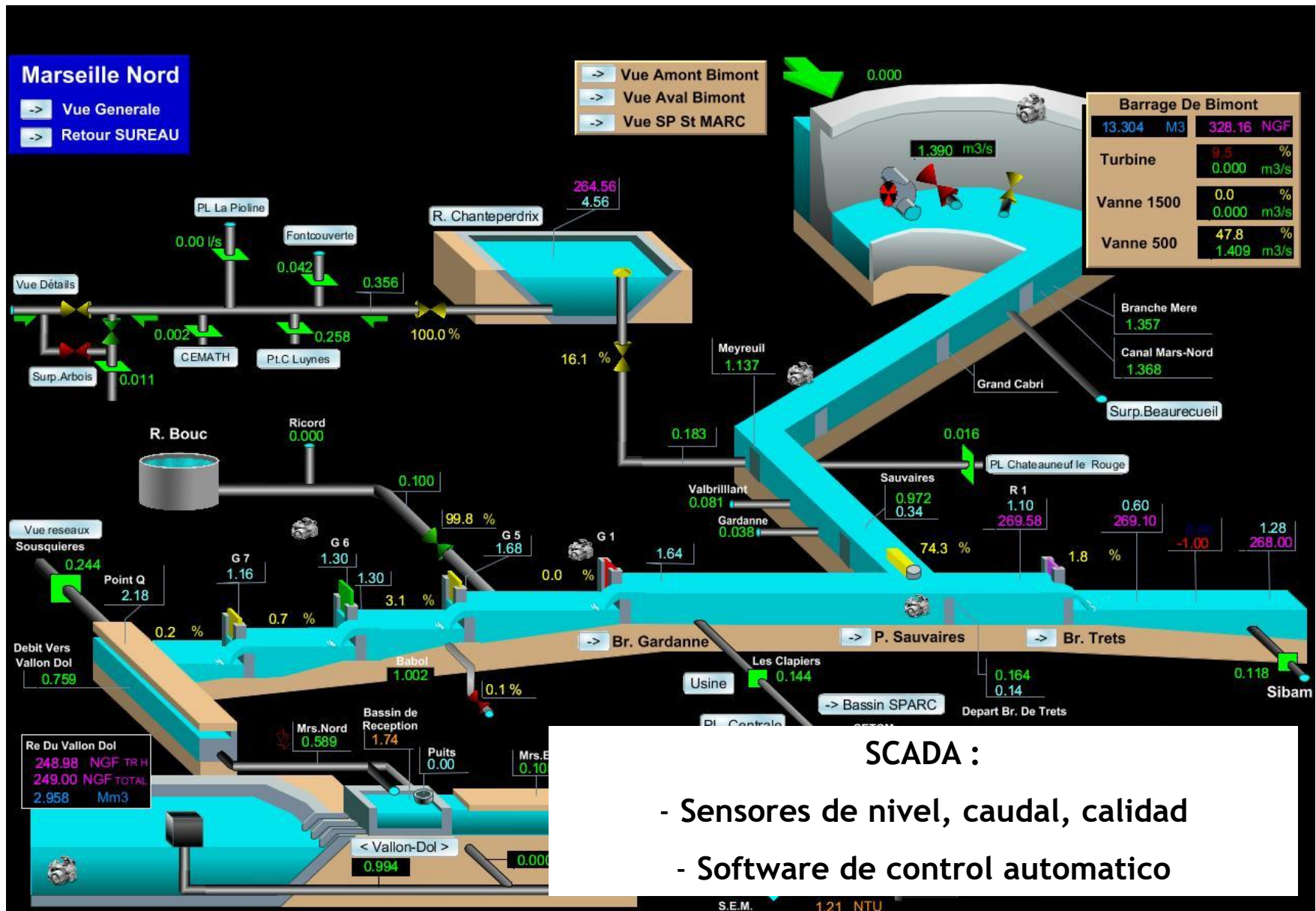
Tramo de 31 km

Alimenta regadios, agricultores y la ciudad de Marseille

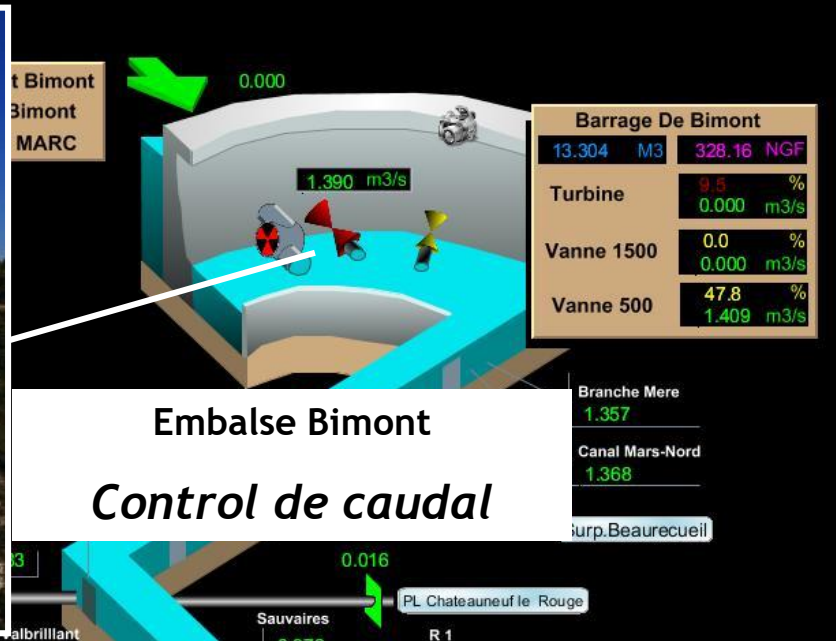


Tramo de Marseille Norte

11



Tramo de Marseille Norte



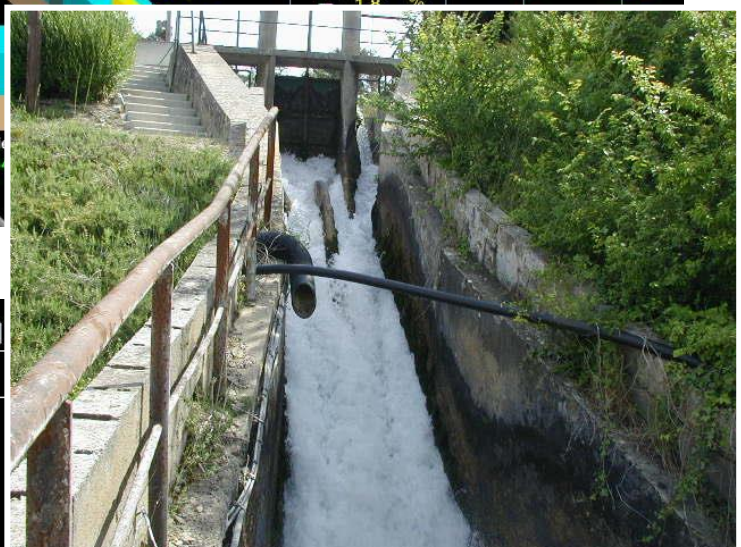
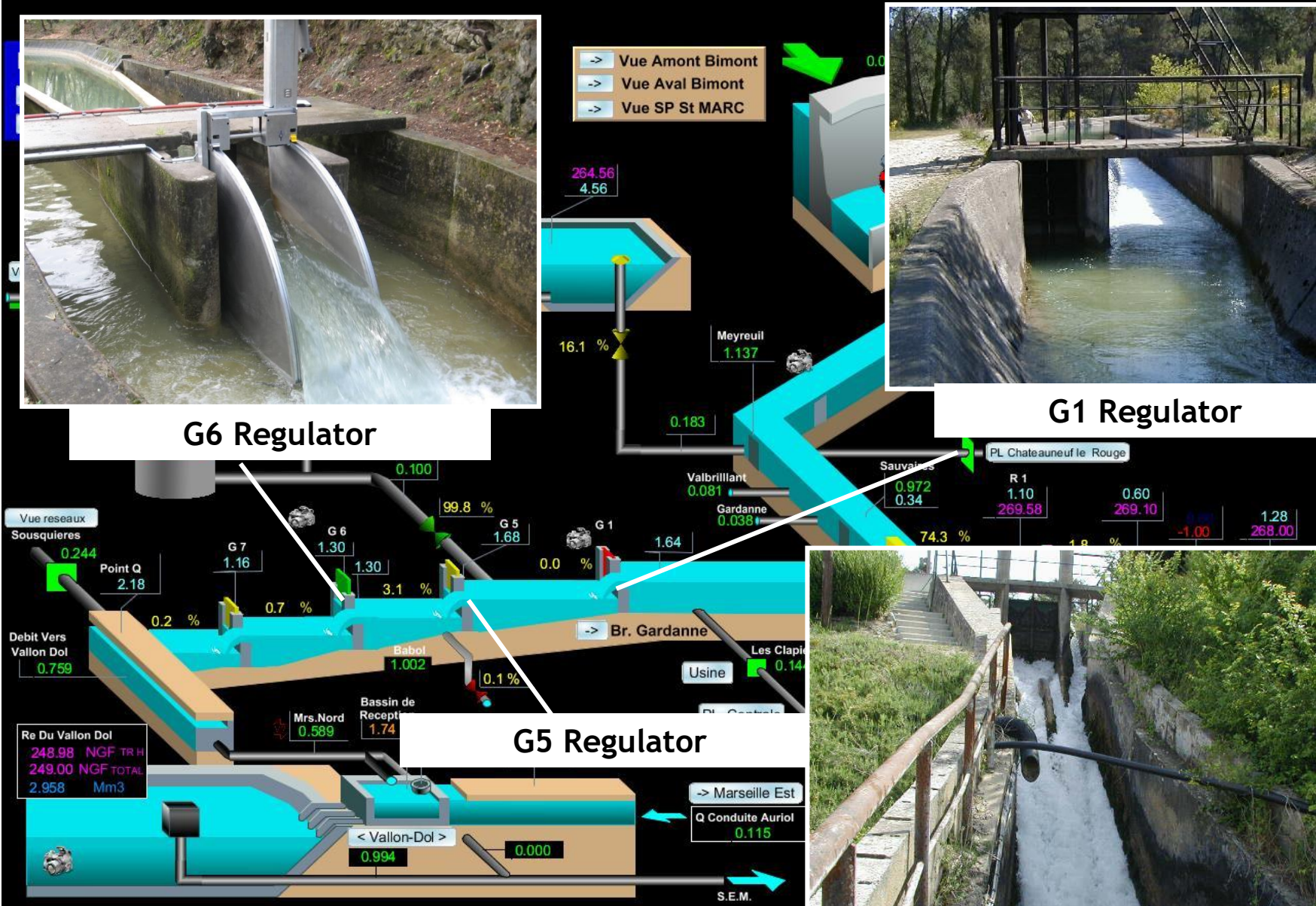
Tramo de Marseille Norte : estructuras de control



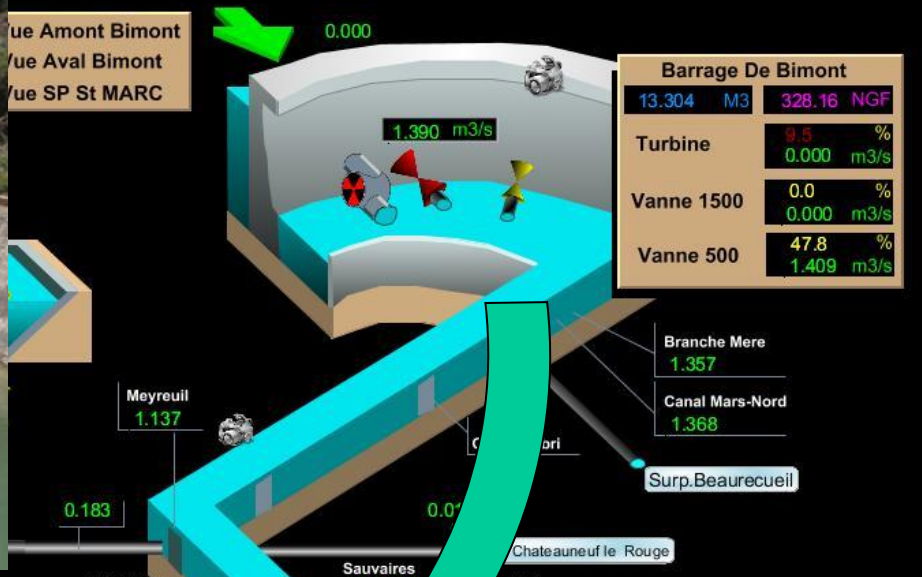
G6 Regulator



G1 Regulator



G5 Regulator

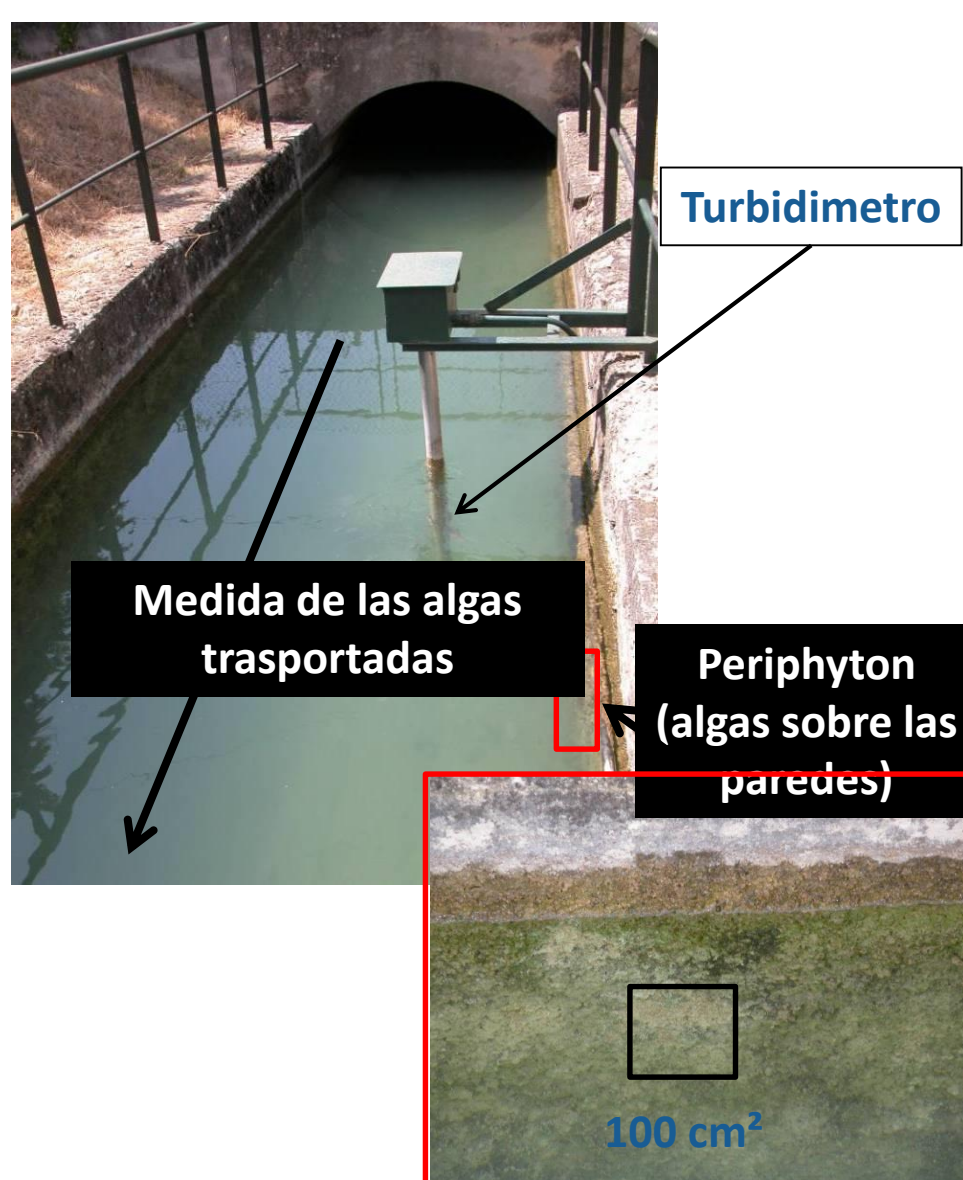


Retraso del agua: 6 h

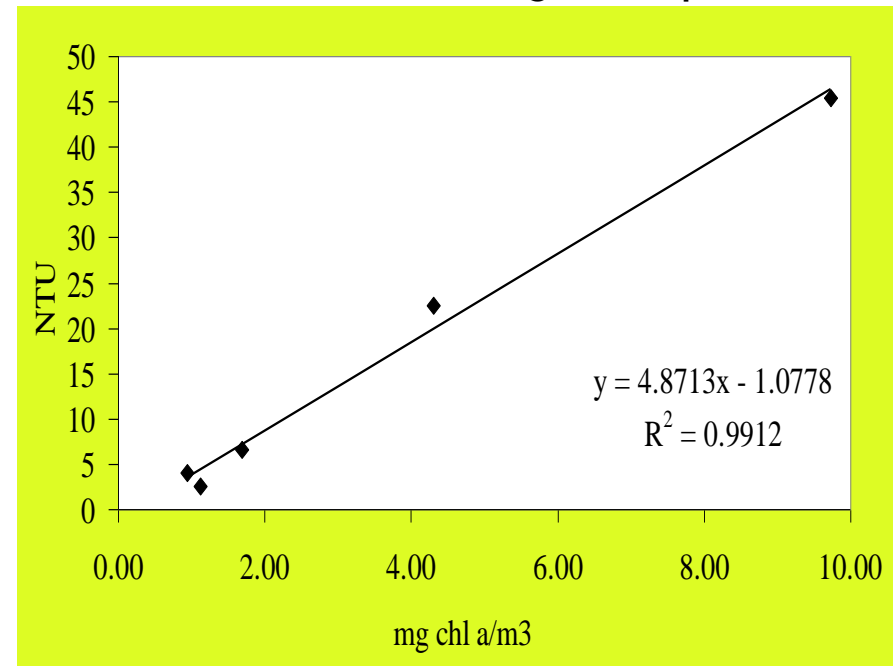


Medidas específicas de las algas

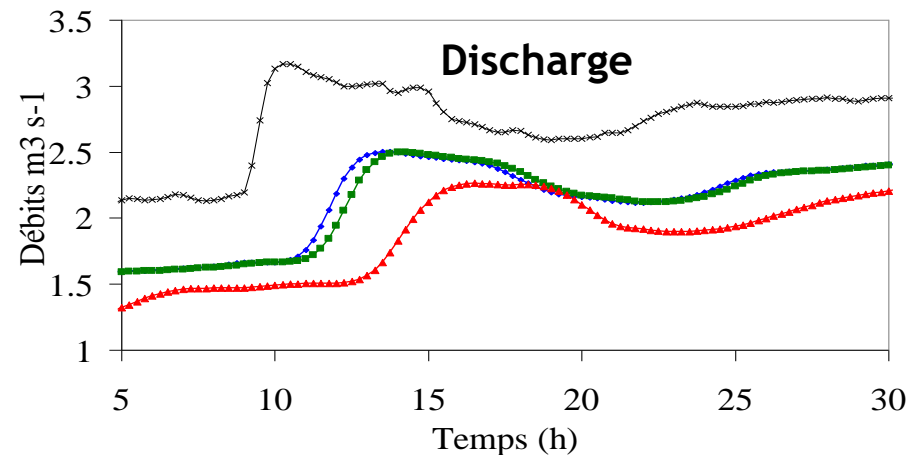
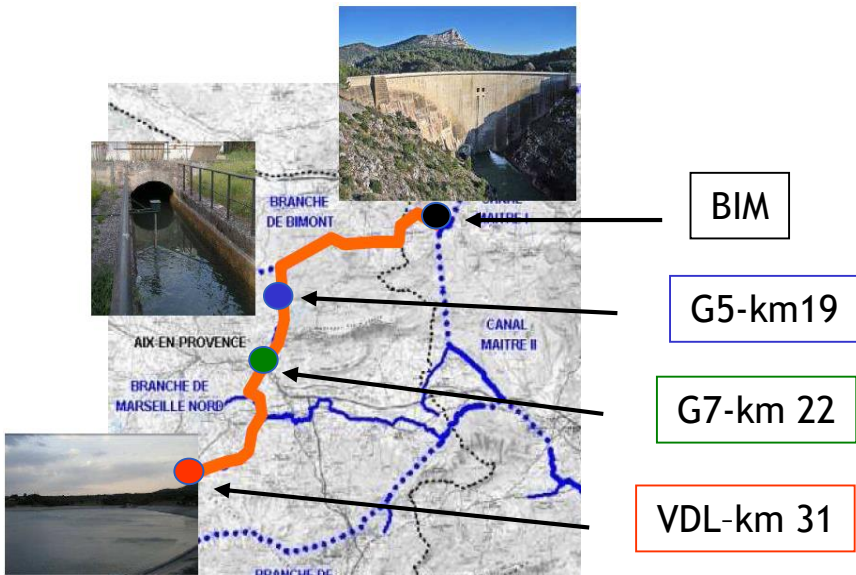
● Estacion « G5 »



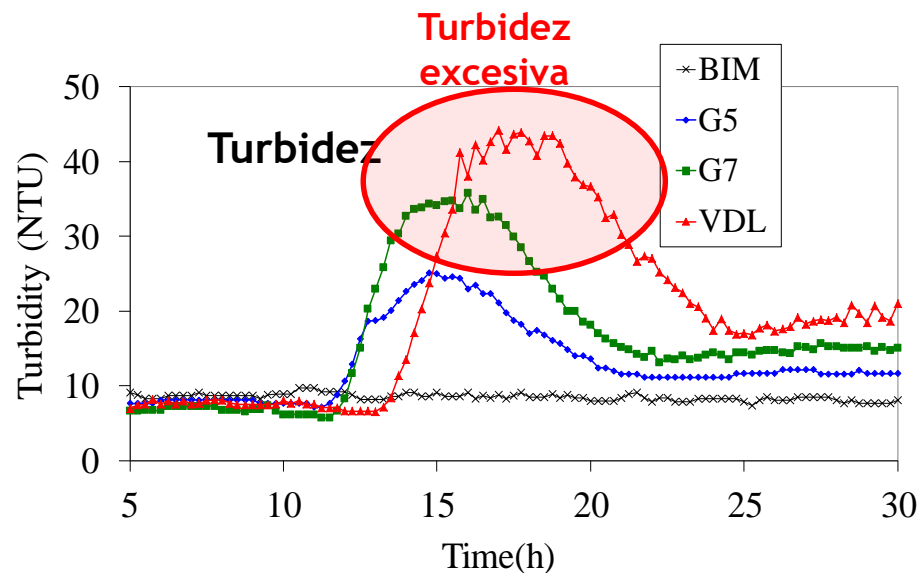
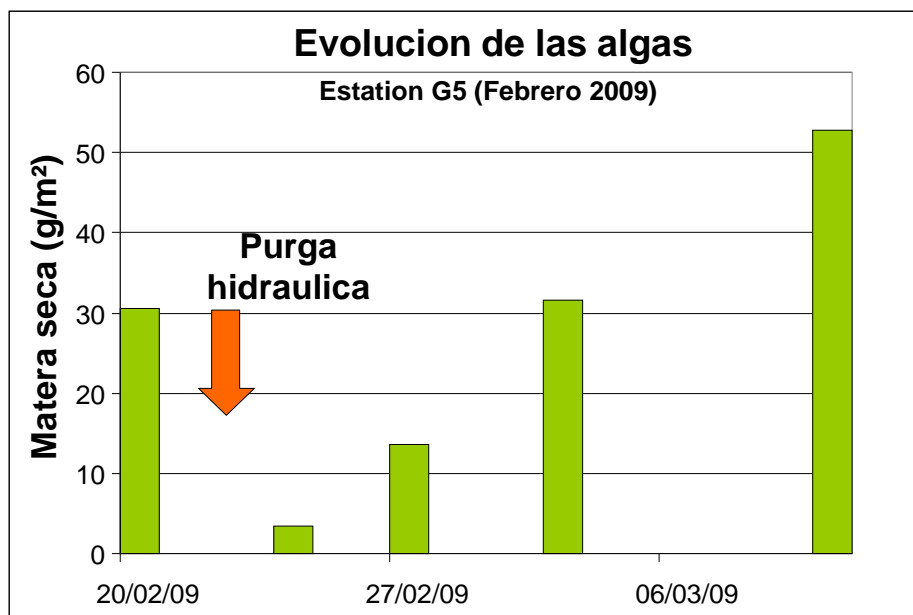
Correlacion turbidez - algas transportadas



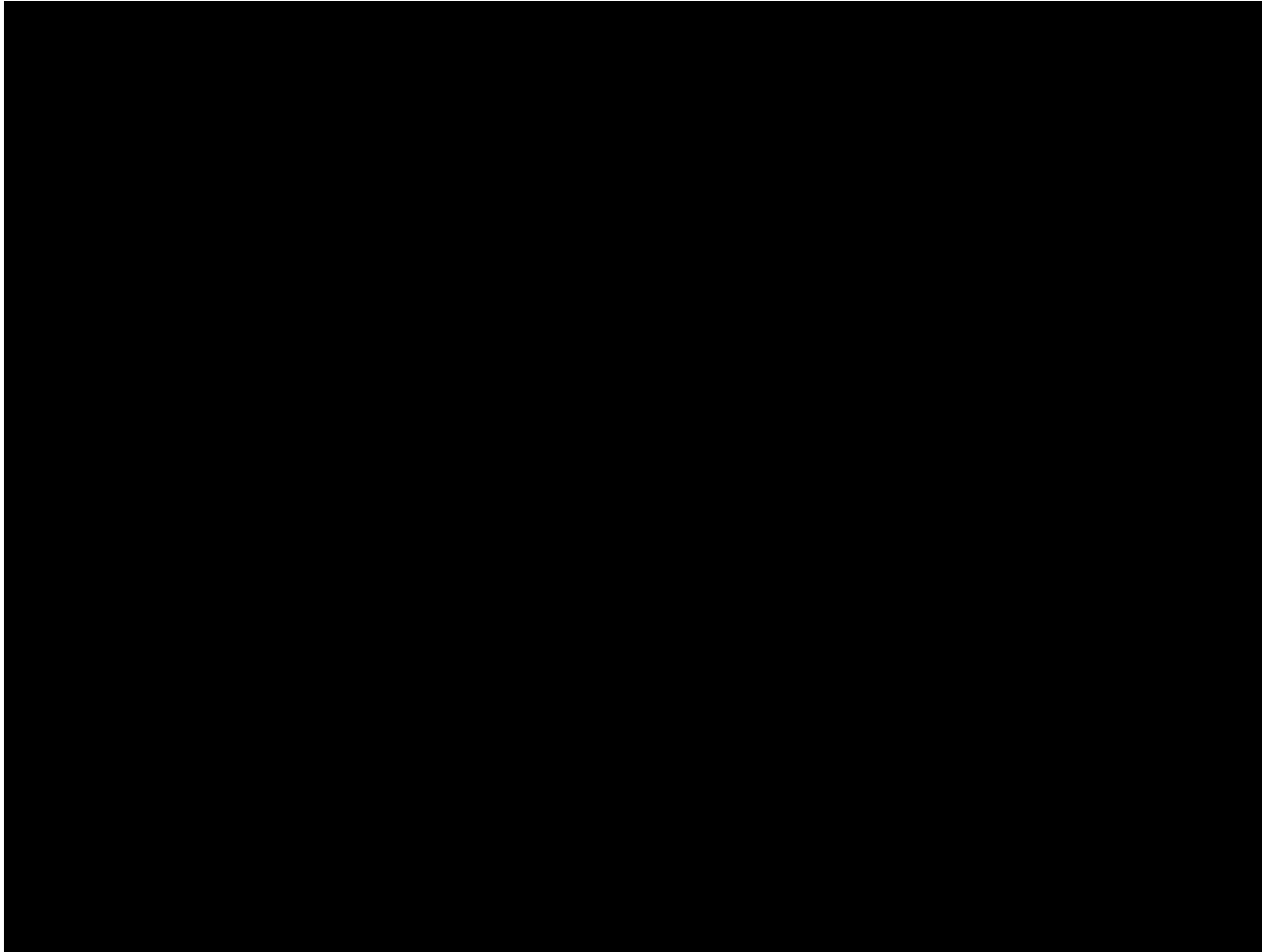
Implementacion en el Canal de Provence



Canal de Provence, Branche de Marseille Nord

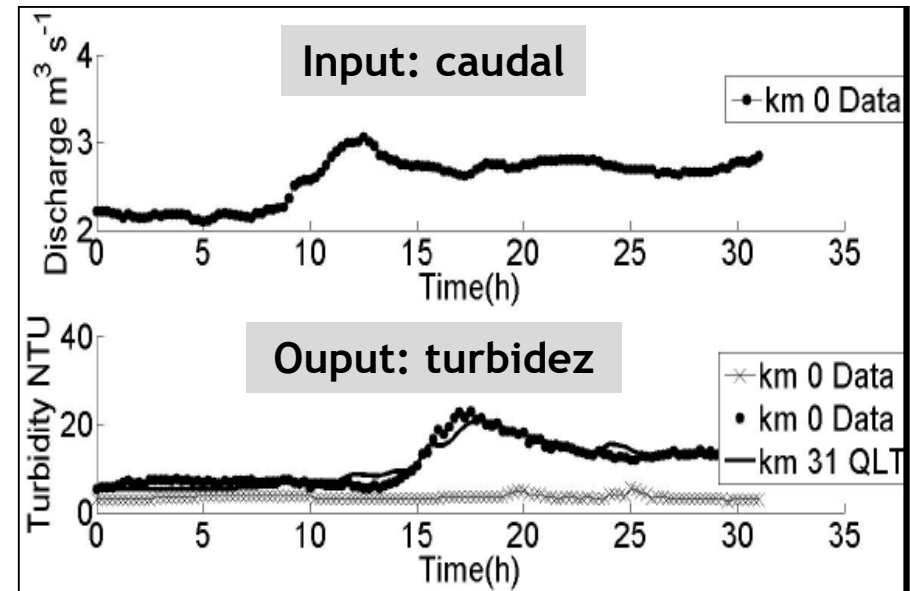


El modelo SIC: calcula hidraulica, transporte de sedimentos, algas, T°C...

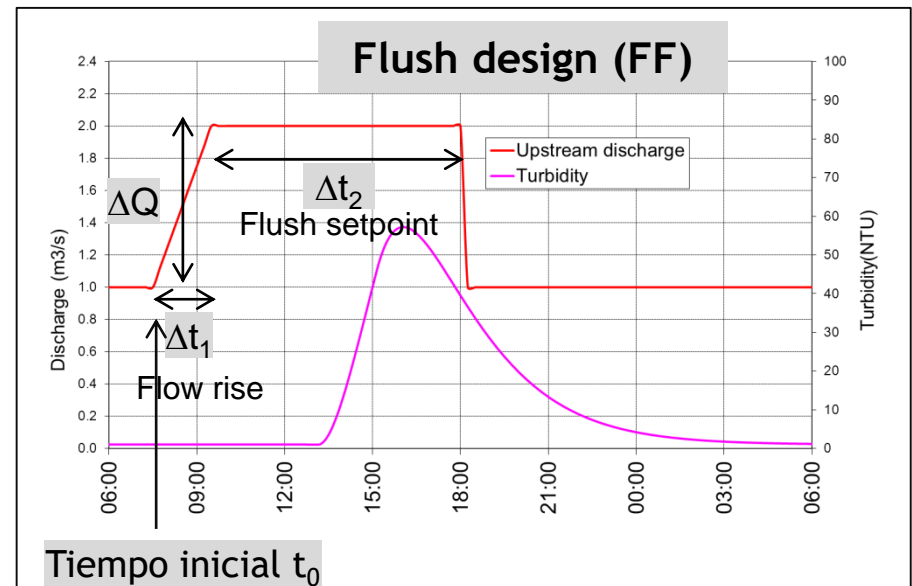


Feedforward control

- A partir de SIC, tenemos un modelo simple que puede predecir la turbidez cuando el caudal arriba aumenta

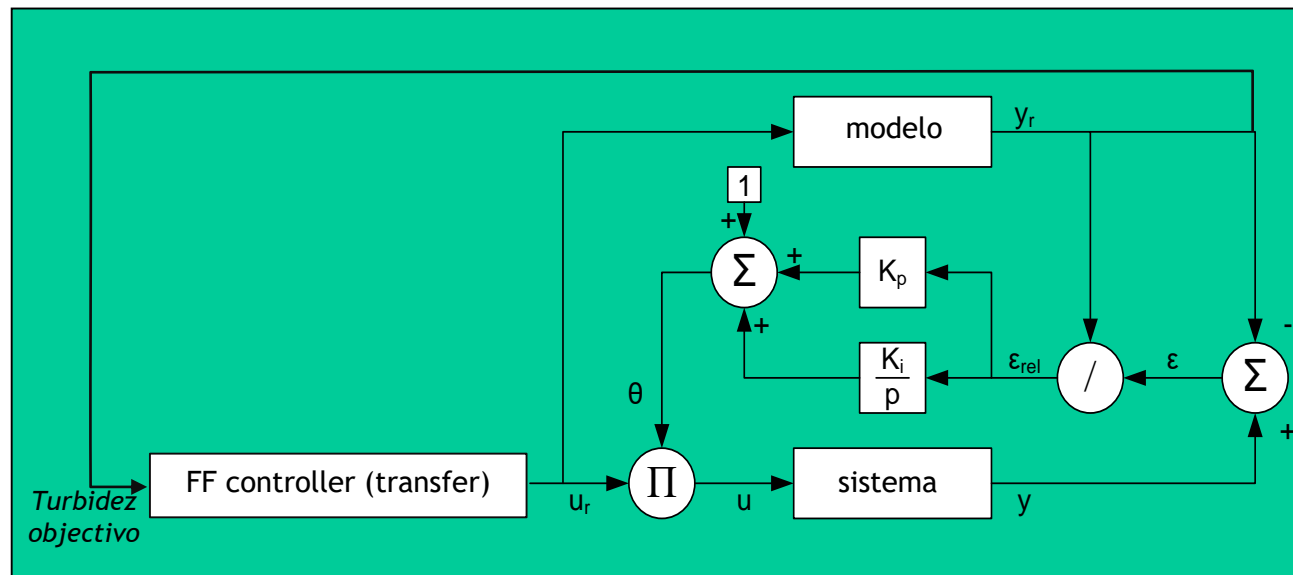


- Se puede utilizar para definir:
 - Cuando aumentar el caudal
 - Que sera la turbidez maxima, cuando tiempo la turbidez sera alta...
 - Ajustar el caudal, la duracion del cambio...



Feedback control

- **Objetivo: corregir los desvios que vienen del modelo, de los parametros...**
- **Problemas**
 - Retrasos muy largos
 - Mucha incertitud en la cantidad de algas fijadas sobre las paredes
- **Metodo**
 - Controlador PID
 - Controlador adaptivo : la ganancia del controlador se puede ajustar en tiempo real



Implementacion en el canal y en al SCADA

20

- Utilizacion de 3 turbidimetros (cada 10 km)
- El metodo de control automatico fue programado en el SCADA

Identifiant : **Vallon Dol - Chasse et Turbi**

Ouvrage de référence : es et turbine Sortie Bimont

Branchement concerné : Vallon Dol Mrs Nd

Capteur de référence : MrsNd_Turbi_G5

Mesure actuelle : 4.788

Inhiber les ajustements

Débit intégral max : 0.3

Coef. Prop / Integral : 0.1 0.1
(unité : m3/s / NTU)

Velocidad de adaptacion del controlador

Paramétrage d'une chasse

Adaptation initiale : 1.0

Créneau de débit

Seuil sensibil. : 0.2 m3/s

Débit initial : 0.6 m3/s

Delta Débit : 0.8 m3/s

Durée Rampe : 480 min

Durée créneau : 540 min

Début rampe : 10/05/12-04:00:00

Volume créneau : 40320 m3

Feedforward parametros ($\Delta Q, t_0, \Delta t_1, \Delta t_2$)

Modèle de turbidité

Turbid initiale : 4.3 NTU

Ret. Hydraul. : 180 min

Ret. Diff 1 : 63 min

Ret. Diff 2 : 86 min

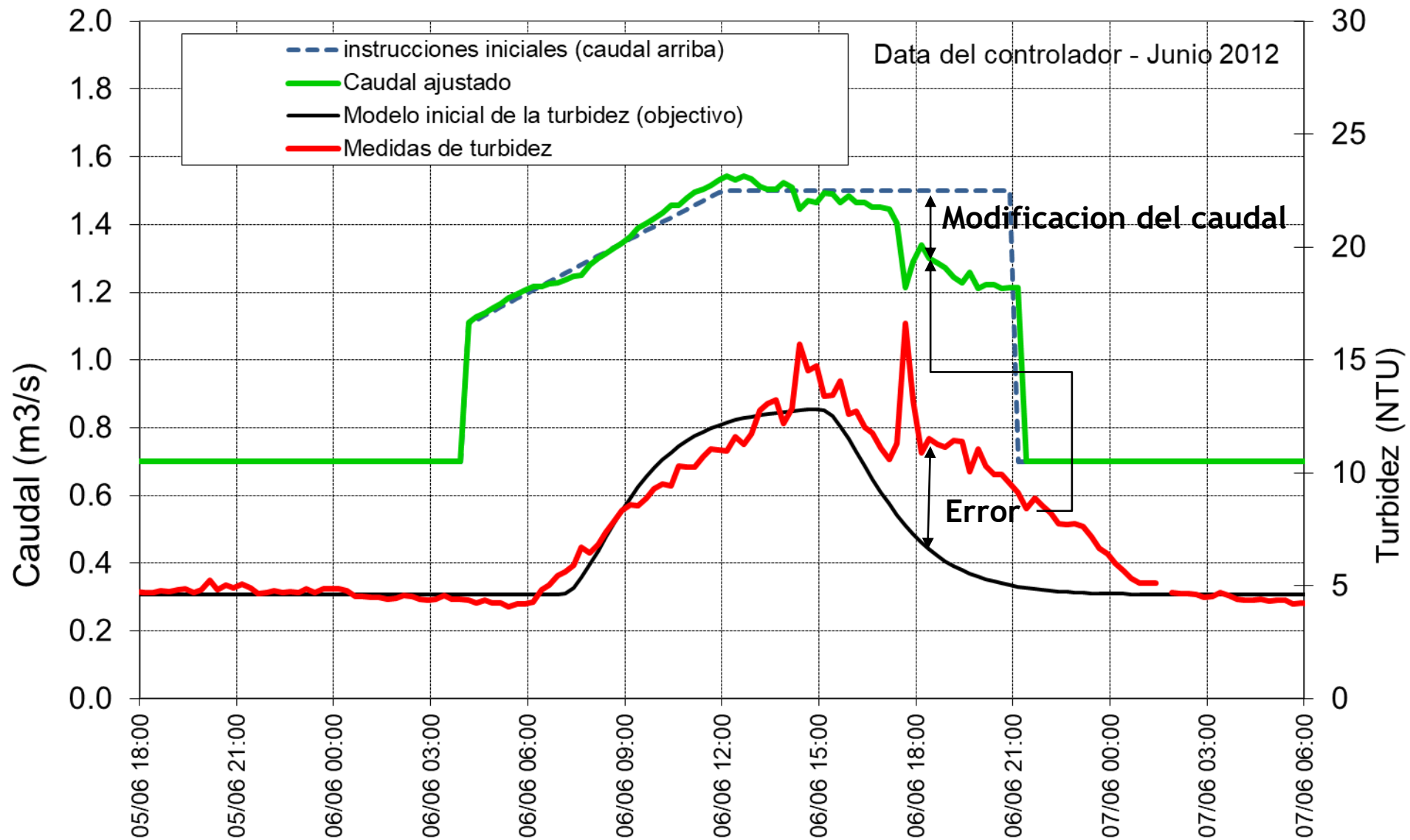
Biomasse : 300000.0

Dernière biom. : 477414.0

Parametros del modelo de propagacion



Test 6



Conclusión

- **El control hidraulico se puede utilizar para controlar la cantidad de algas**
- **Los conceptos de control se aplican igualmente**
- **Otros aplicaciones parecidas**
 - Control de sedimentos
 - Otros variables de calidad (temperatura, salinidad...)
 - Criterios ecologicos en canales: ejemplo de gestion de compuertas para facilitar la migracion de peces en zonas costales





Gracias!