



# Masses d'eau de la plaine de Socourt Suivi physico-chimique et biologique Synthèse des suivis réalisés depuis 2016



Présentation du 12 novembre 2019



A2H

# CONTEXTE

**Problématique initiale** : « dégradation » de deux plans d'eau dédiés à la pêche de la Truite à la mouche. Problèmes trophiques = prolifération d'algues filamenteuses (perturbation esthétique et fonctionnelle).

## **Axes de travail** :

- Etat des lieux des masses d'eau (paramètres physico-chimiques et biologiques)
- Impact des échanges d'eau nappes souterraines / plans d'eau (piézomètres)
- Identifier les différents échanges (nutritifs..) qui sont responsables des déséquilibres enregistrés
- Suivre au mieux l'évolution qualitative des eaux souterraines en fonction des perturbations anthropiques



A2H

# LE BASSIN VERSANT

Contexte géologique

Contexte hydrologique

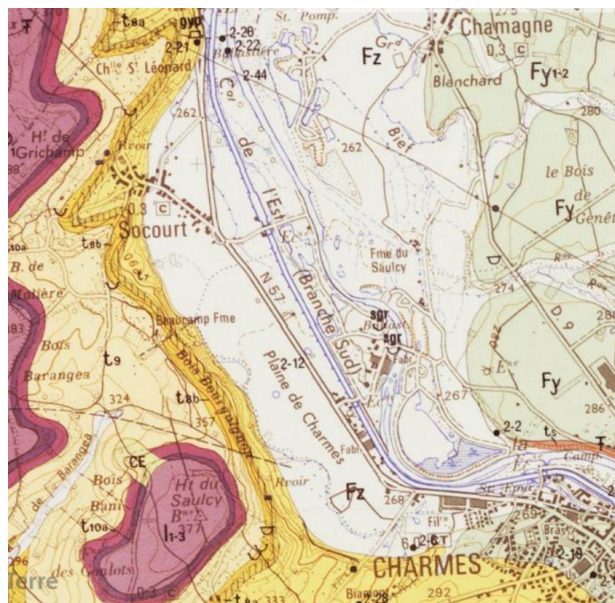
Sources de pollutions

Plans d'eau creusés dans les alluvions récents de la Moselle (Fz) étendus sur la plaine de Socourt. Epaisseur variable de 4m à 10m

En dessous : marnes irisées du Keuper Inférieur (t7), pratiquement imperméable

Keuper moyen (t8) sur flanc de coteaux → sources perchées sur les hauteurs

Remontées de sables et de galets dans les parcelles agricoles → la nappe est libre et donc très vulnérable aux pressions anthropique





A2H

# LE BASSIN VERSANT

Contexte géologique

Contexte hydrologique

Sources de pollutions

## Eaux souterraines

La nappe est en relation étroite avec la Moselle

D'après la bibliographie :

- Fluctuations piézométriques saisonnières importantes (1,5 à 2 m). Décroissantes lorsque l'on se rapproche de la Moselle
- Les plans d'eau subissent de plus faibles marnages.

Alimentation en eau des aquifères du site :

- Infiltration des pluies (estimées à environ 300 mm / an)
- « Pertes » en eau du ruisseau qui draine le ruissellement des coteaux
- La Moselle en période de fortes crues

**Mise en place d'un suivi sur les puits, les piézomètres et les plans d'eau pour mieux comprendre les fluctuations.**



A2H

# LE BASSIN VERSANT

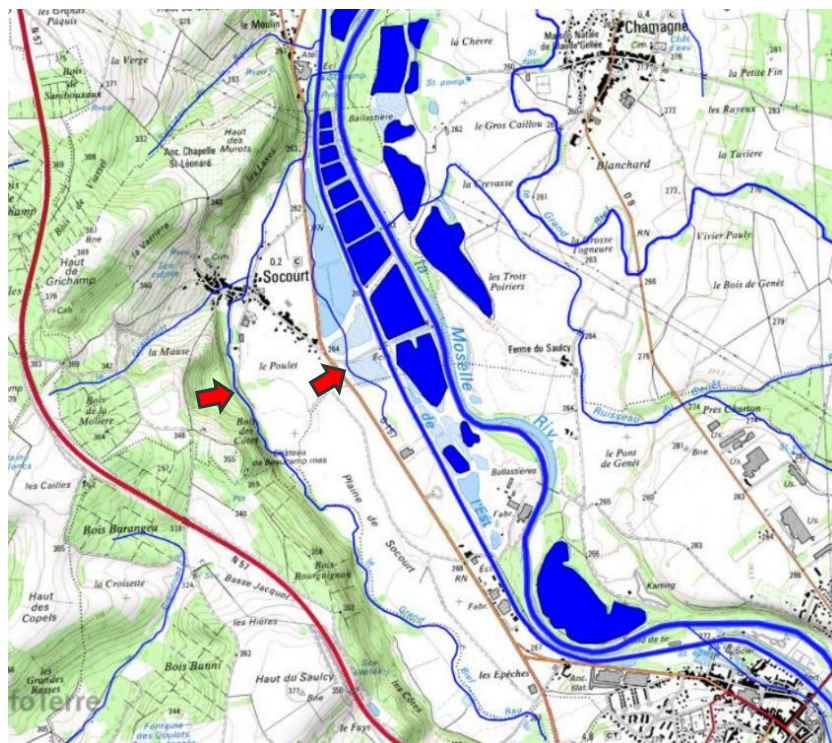
Contexte géologique

Contexte hydrologique

Sources de pollutions

## Eaux de surface

2 cours d'eau identifiés : Ruisseau du Grand Bief et autre ruisseau traversant les actuels plans d'eau. Traces encore persistantes







A2H

# LE BASSIN VERSANT

Contexte géologique

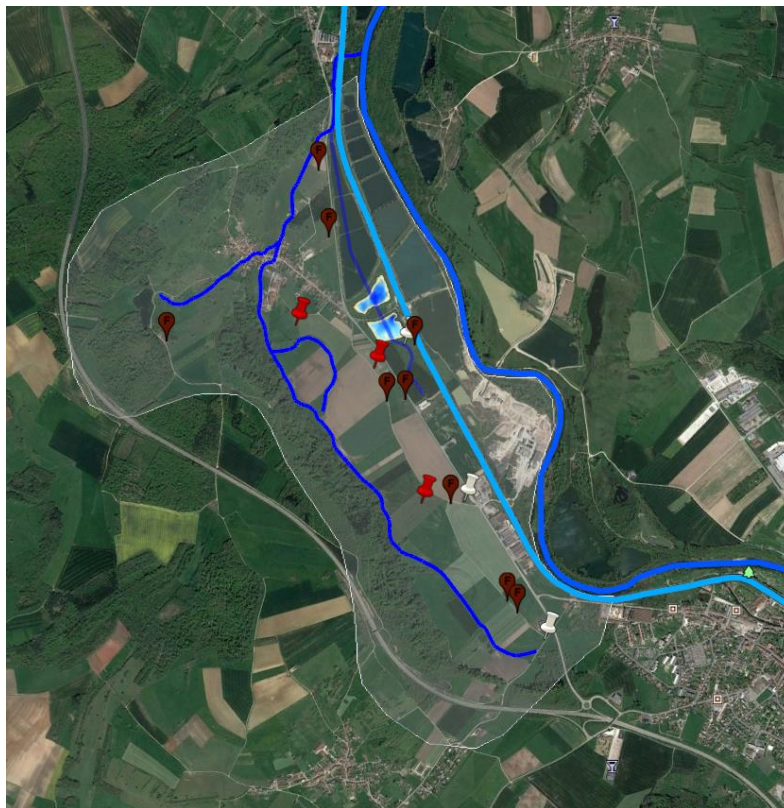
Contexte hydrologique

Sources de pollutions

Principales sources de pollution viennent de l'agriculture:

- Zones de stockage fumier
- Epanchage de fumier
- Utilisation d'engrais et xénobiotiques?

**Infiltration et processus de lixiviation**





A2H

# PROTOCOLE MIS EN PLACE POUR L'ETUDE

Choix des paramètres

Détermination des stations

## Paramètres étudiés depuis 2016

Paramètres	Intérêts
Etudes bathymétriques	Réalisation de cartes bathymétriques, caractéristiques physiques des plans d'eau (volume, superficie, profondeurs...)
Suivi piézométrique	Niveau d'eau et échanges d'eau
Suivi physico-chimique	Approche fonctionnelle et qualitative du système
Suivi phytoplanctonique	Approche fonctionnelle, qualitative et trophique du système
Suivi du peuplement macrophytique	Approche fonctionnelle, qualitative et trophique du système
Suivi de la qualité sédimentaire	Approche fonctionnelle, qualitative et trophique du système
Suivi bactériologique	Détermination nature des impacts (agricole / eaux usées)



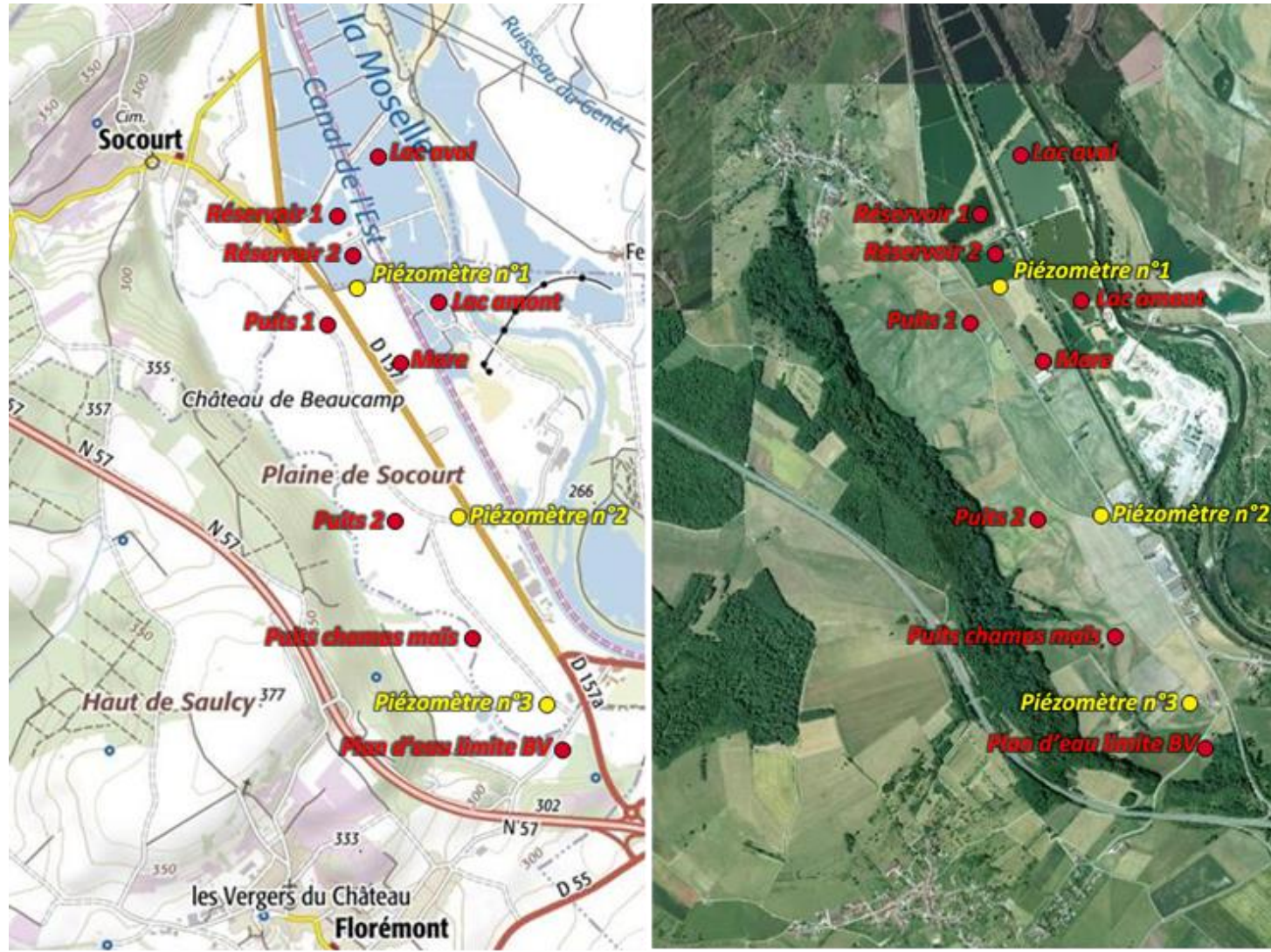
# PROTOCOLE MIS EN PLACE POUR L'ETUDE

Choix des paramètres

Détermination des stations

A2H

## Détermination des différentes stations d'étude







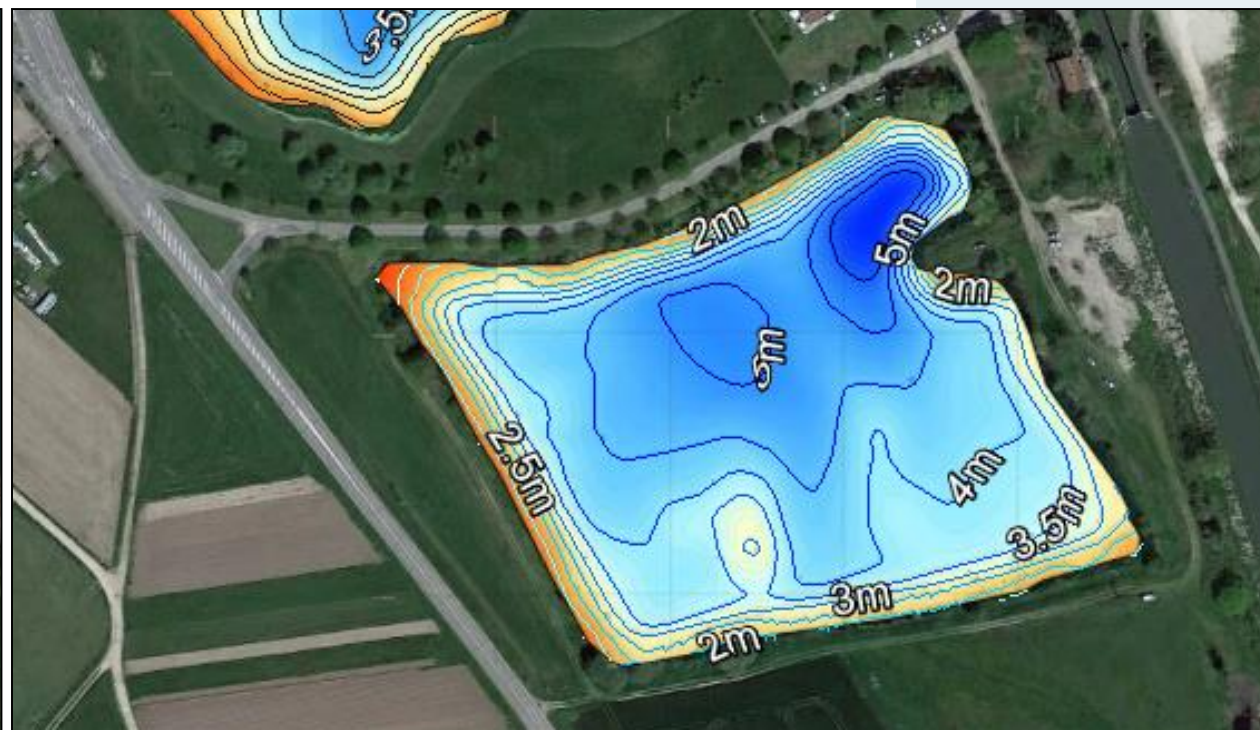
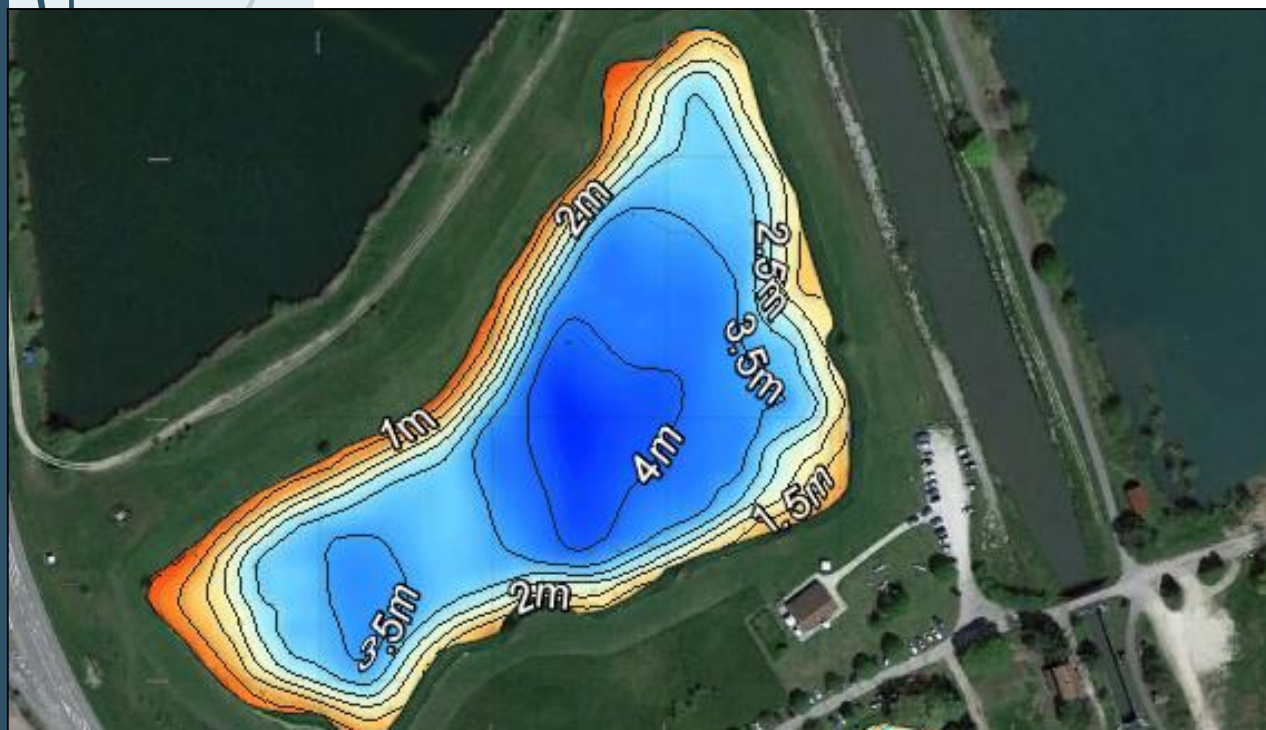
# CARTES BATHYMETRIQUES

A2H

## Réservoirs 1 et Réservoir 2 en Août 2016

Pentes et profondeurs plus importantes pour le réservoir 2 → favorable au développement du phytoplancton.

Pentes plus douces et profondeur moins importantes pour le réservoir 1 suite au remblaiement → favorable à l'implantation macrophyte





A2H

# SUIVI PIEZOMETRIQUE : NIVEAU D'EAU

Protocole

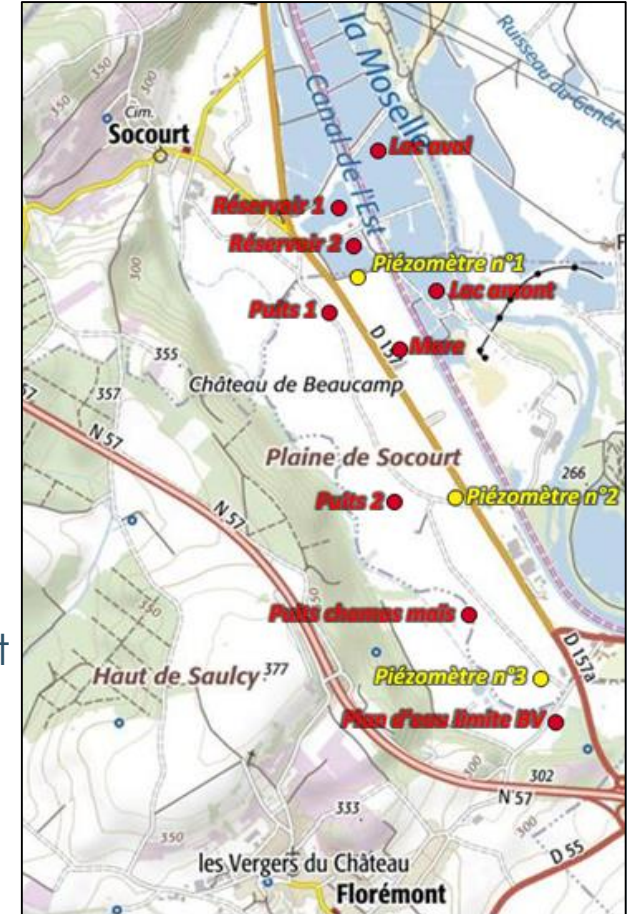
Résultats

## Protocole

Choix des 5 stations sur un gradient amont / aval :

- Piézomètre 1 le plus en aval est à proximité du site d'étude (A 20m du réservoir 2 et à proximité du talweg)
- Piézomètre 2 (intermédiaire) en amont du site d'étude Sur parcelle en friche
- Piézomètre 3 le plus en amont. En tête de la plaine de Socourt
- Niveau d'eau Réservoir 1
- Niveau d'eau Réservoir 2

Le « niveau 0 » est calé sur la plaque de fonte (derrière le chalet)





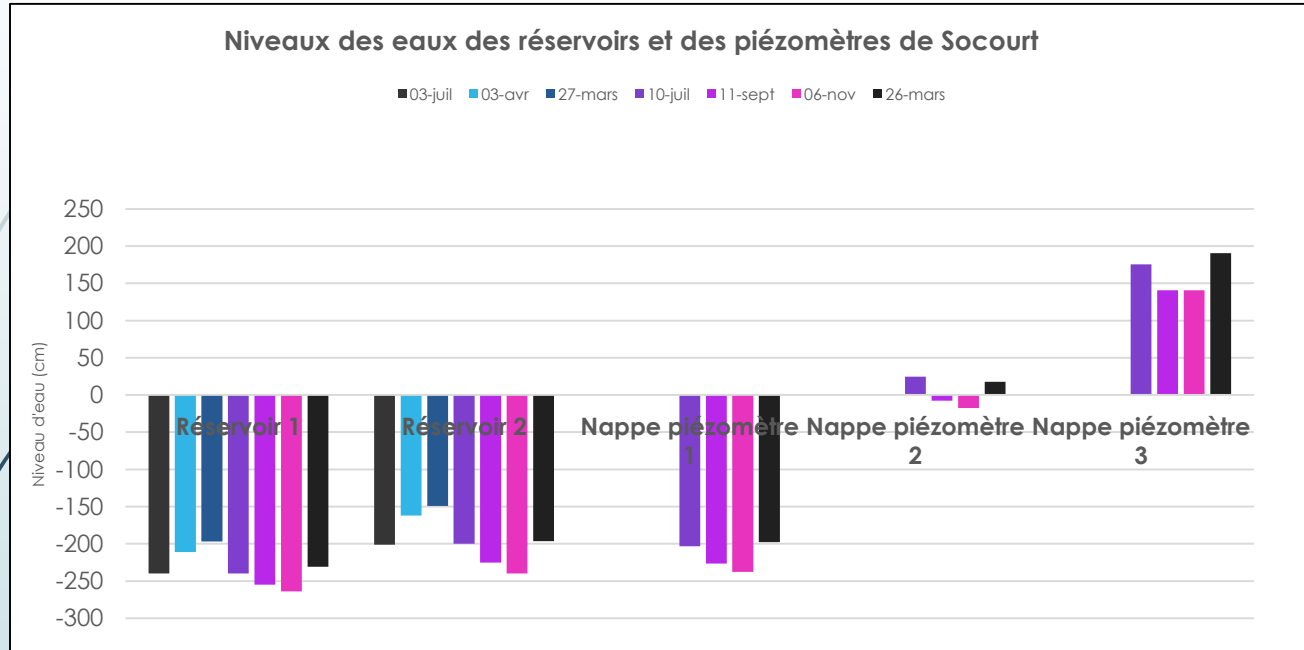
A2H

# SUIVI PIEZOMETRIQUE : NIVEAU D'EAU

Protocole

Résultats

## Résultats



Stations	Baisse du niveau d'eau (Juil-Nov 2018)
Réservoir 1	-24cm
Réservoir 2	-40cm
Piézo mètre 1	-38cm
Piézo mètre 2	-43cm
Piézo mètre 3	-35cm

Baisse du niveau d'eau en période estivale (ex : juil-nov 2018)

Influence de l'évaporation, des précipitations, et inertie des échanges?

Hypothèse : Réservoir 2 et la nappe du piézomètre 1 sont davantage liées que le Réservoir 1





A2H

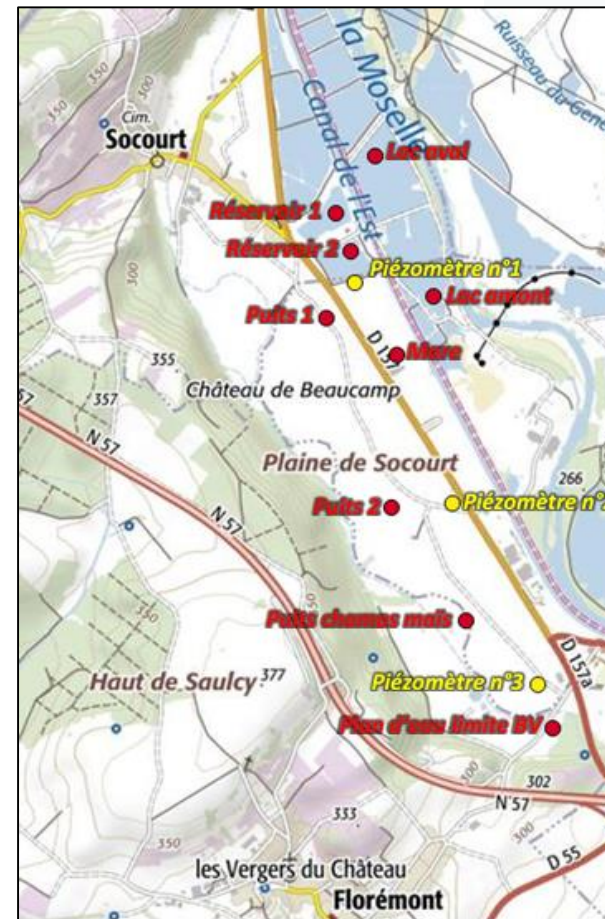
# PHYSICO-CHEMIE

Protocole

Résultats

## Protocole

Station	Température (°C)	Oxygène dissous (mg/l)	Saturation en oxygène (%)	pH (unité de pH)	Transparence de l'eau (m)	Conductivité (µS/cm)
Réservoir 1	X (profil vertical)	X (profil vertical)	X (profil vertical)	X	X	X
Réservoir 2	X (profil vertical)	X (profil vertical)	X (profil vertical)	X	X	X
Piézomètre 1	X			X		X
Piézomètre 2	X			X		X
Piézomètre 3	X			X		X
Puits 1						X
Puits 2						X
Plan d'eau						X
Mare						X
Canal						X
Lac aval						X
Lac amont						X



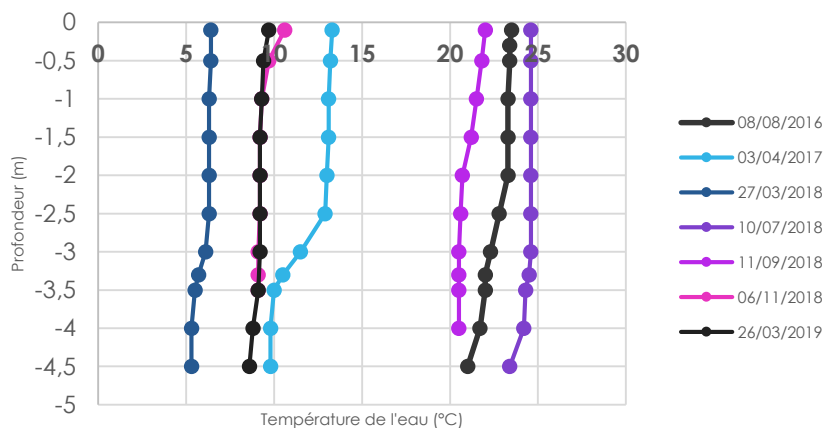




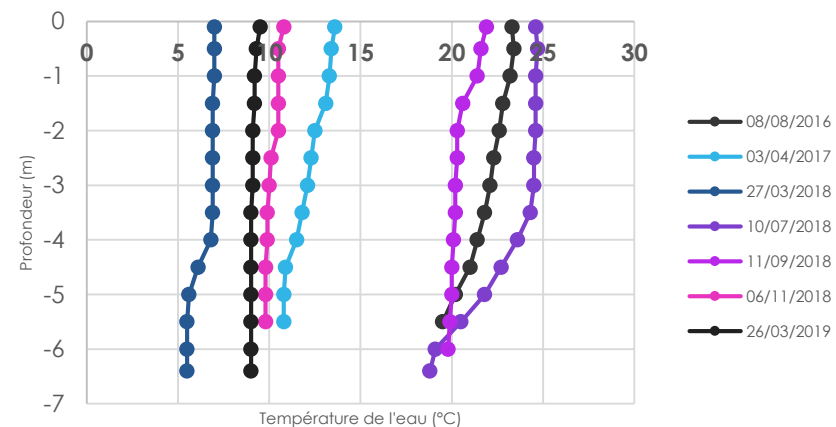
A2H

## Résultats : profils verticaux (température et oxygénation de l'eau)

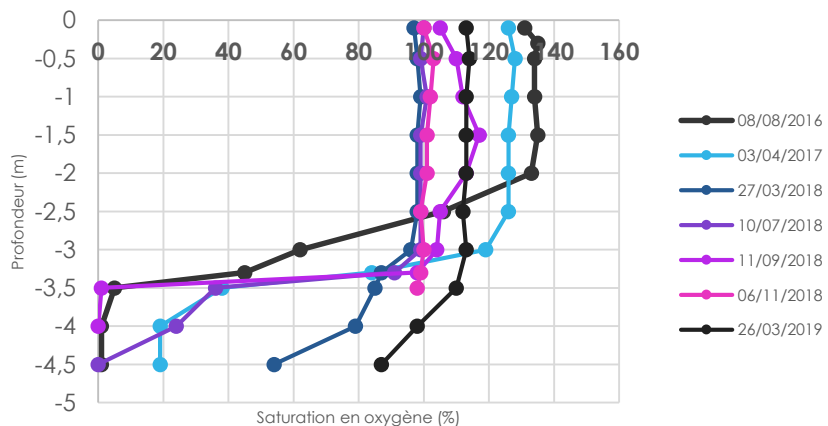
Profils verticaux en température : réservoir 1



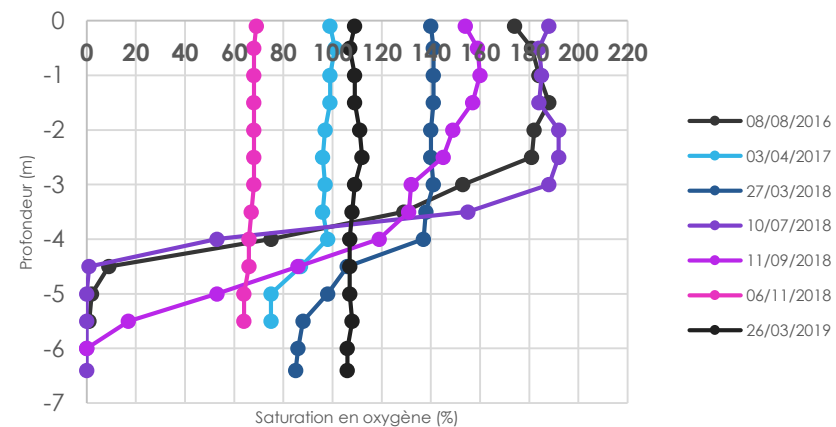
Profils verticaux en température : réservoir 2



Profils verticaux en saturation en O2 : réservoir 1



Profils verticaux en saturation en O2 : réservoir 2





A2H

## Résultats : profils verticaux (température et oxygénation de l'eau)

Pas de stratification thermique (excepté en juillet pour Réservoir 2) au sein des masses d'eau superficielles ;

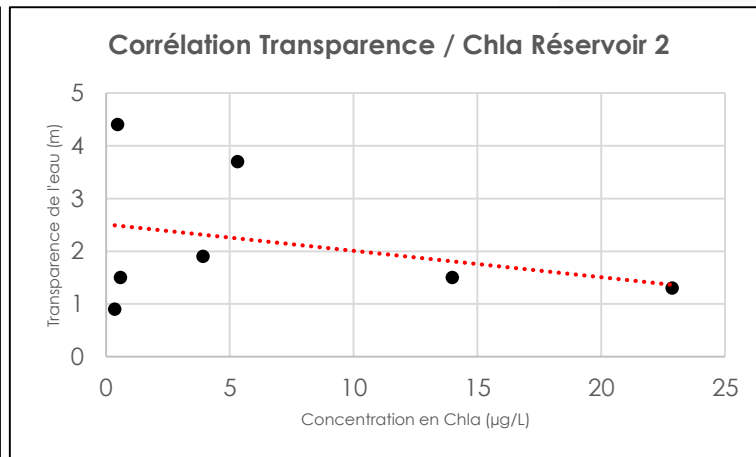
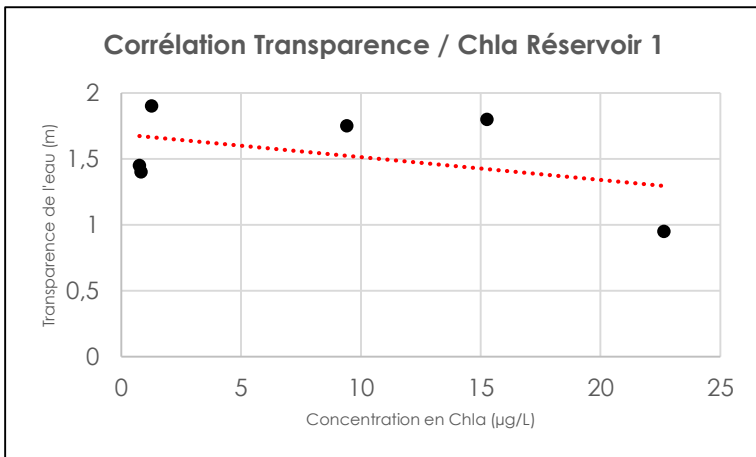
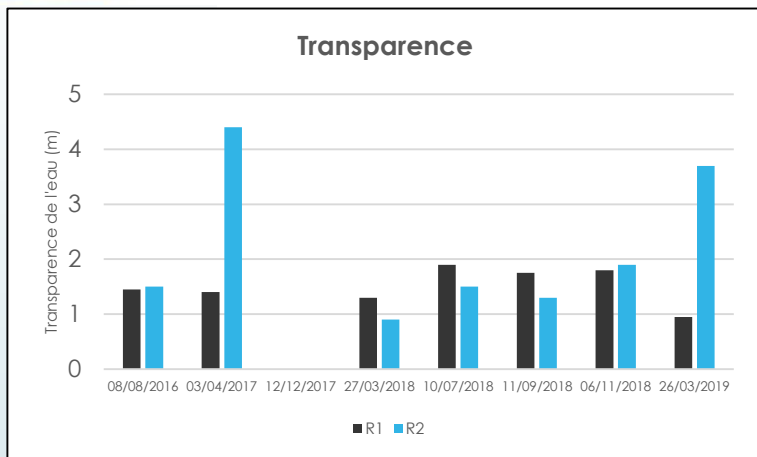
Concernant les concentrations en oxygène, les deux réservoirs se comportent de la même manière :

- Stratification modérée au printemps, sans anoxie jusqu'au fond
- Franche stratification estivale avec une anoxie (>4m), génératrice de déséquilibres ;
- Lift en automne et mélange des eaux qui équilibre les concentrations sur la colonne d'eau.



A2H

## Résultats : Transparence



La transparence de l'eau est globalement satisfaisante pour les deux réservoirs.

Origine de la turbidité de l'eau :

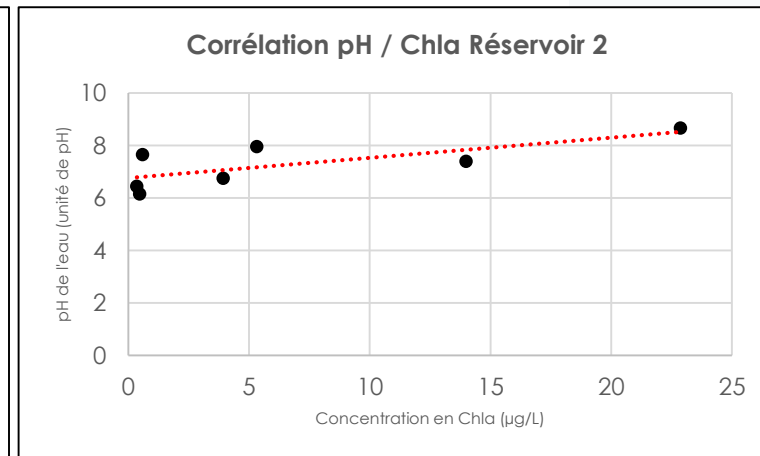
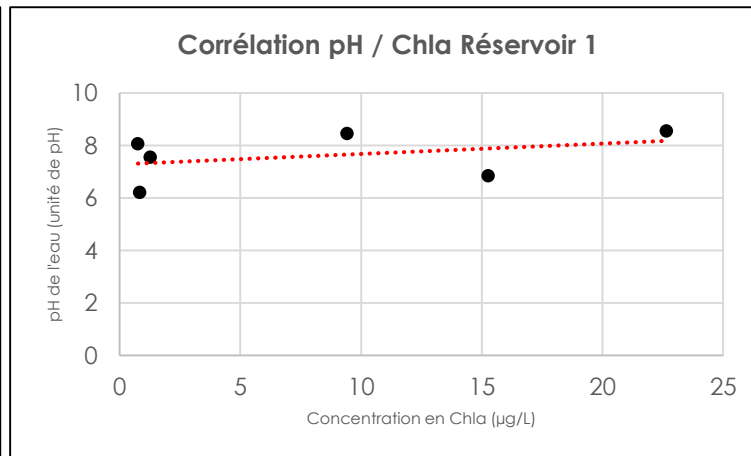
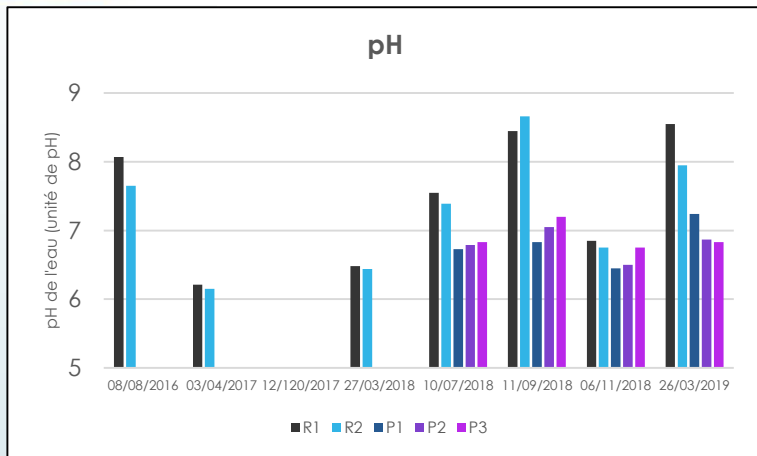
- Origine abiotique (présence de MES) ;
- Origine biologique (phytoplanctonique + zooplancton).

L'origine phytoplanctonique est certaine mais semble être secondaire : faibles corrélations enregistrées entre biomasses algales et faibles transparences. En revanche, corrélations négatives entre fortes biomasses algales et faibles transparences



A2H

## Résultats : pH



pH légèrement acide en phase printanière et automnale.

En lien avec le développement des producteurs primaires, il augmente en période estivale et a tendance à devenir alcalin ;





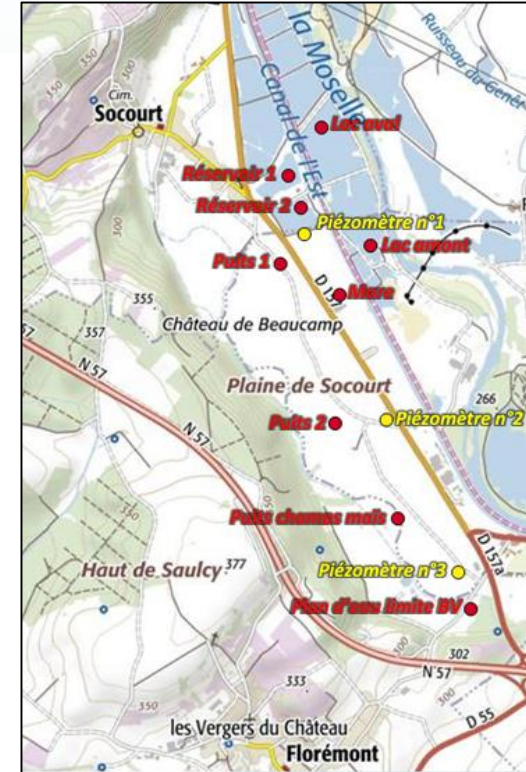
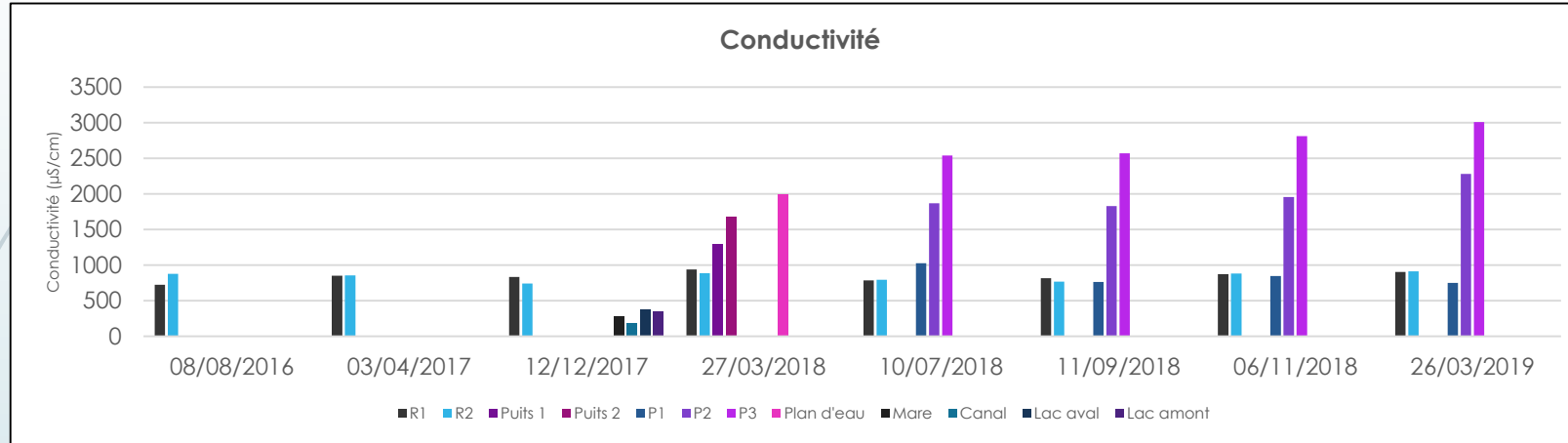
A2H

# PHYSICO-CHEMIE

Protocole

Résultats

## Résultats : conductivité



Gradient de conductivité amont / aval des eaux souterraines ( $P3 > P2 > P1$ )

**Hypothèse = influence de la géologie du site :**

- Alluvions de la plaine de Socourt donnent une conductivité élevée aux eaux
- Plus on s'éloigne de l'influence des côteaux, plus cette conductivité baisse
- Déconnexion amont / aval du BV et entre les rives droite et gauche du canal.
- Rôle mineur de l'anthropisation dans ce phénomène.

Les valeurs de conductivités des deux réservoirs et du premier piézomètre sont très proches → lien étroit entre ces 3 masses d'eau...



A2H

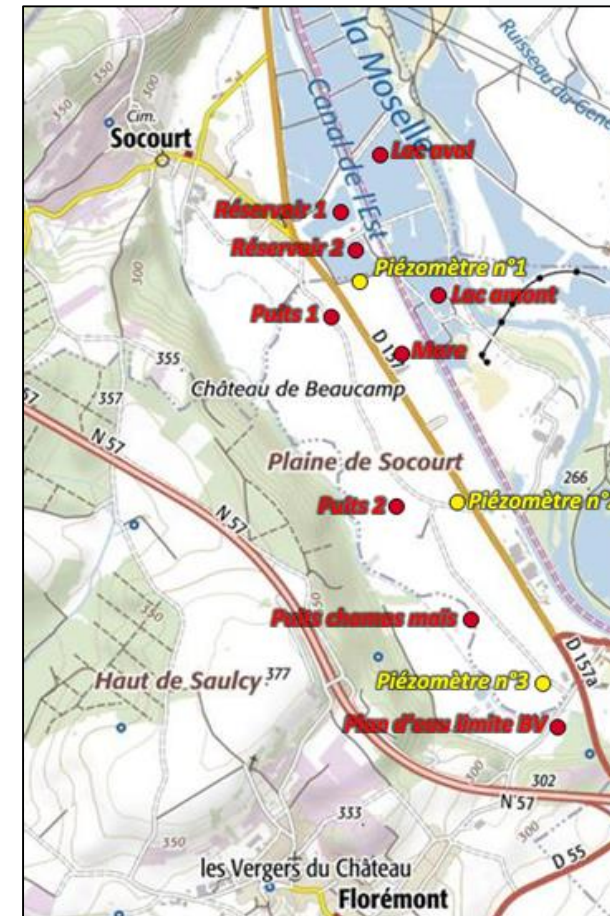
# NUTRIMENTS

Protocole

Résultats

## Protocole

Station	Ammonium (mg/l)	Nitrites (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Phosphore minéral et Orthophosphates (µg/l)
Réservoir 1	X	X	X	X
Réservoir 2	X	X	X	X
Piézomètre 1	X	X	X	X
Piézomètre 2	X	X	X	X
Piézomètre 3	X	X	X	X
Puits 1	X	X	X	X
Puits 2	X	X	X	X
Plan d'eau				
Mare				
Canal				
Lac aval				
Lac amont				





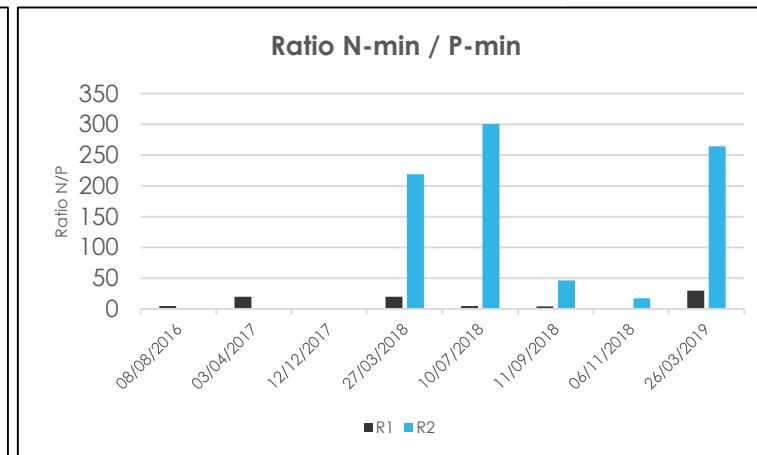
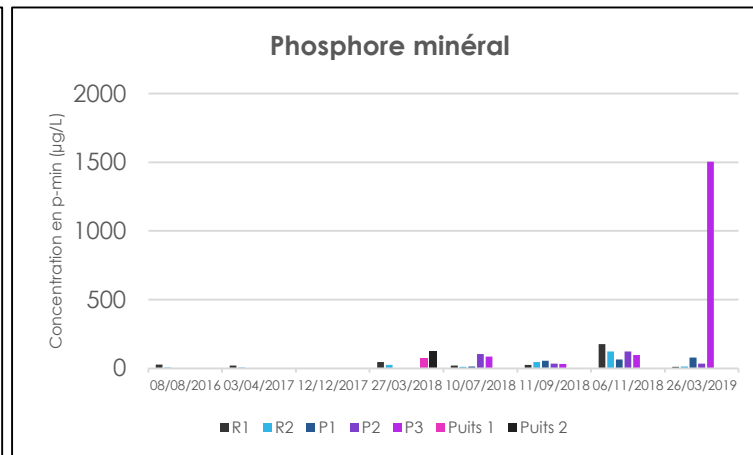
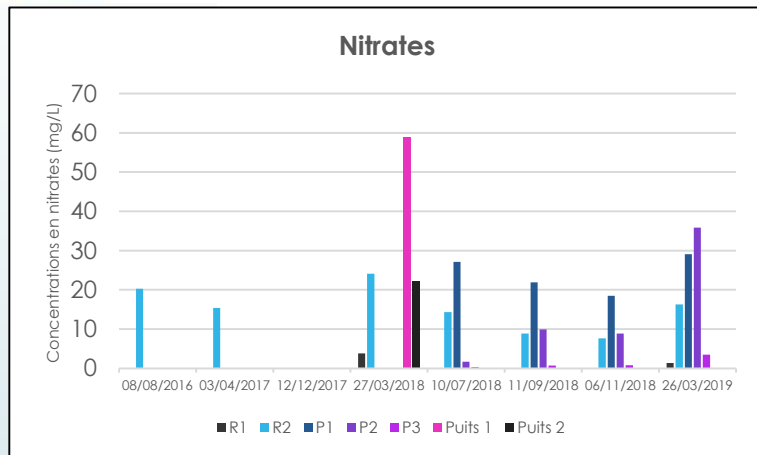
A2H

# NUTRIMENTS

Protocole

Résultats

## Résultats : eaux de surface



Fortes concentrations en nitrates dans le réservoir 2  $\neq$  réservoir 1 qui présente de plus faibles concentrations. Apport par des écoulements pour réservoir 1 et via la nappe pour le réservoir 2 ? Diminution progressive des nitrates au cours de la saison estivale pour le réservoir 2 due à l'activité des producteurs primaires.

Concentrations en phosphore minéral variables et globalement peu élevées dans les deux plans d'eau = paramètre limitant

Ratio N/P dans le réservoir 1 faible par moments ce qui est propice au développement de cyanobactéries captatrices d'azote atmosphériques (Nostocales). Le ratio N/P du réservoir 2 est très élevé car présence en excès de nitrates.

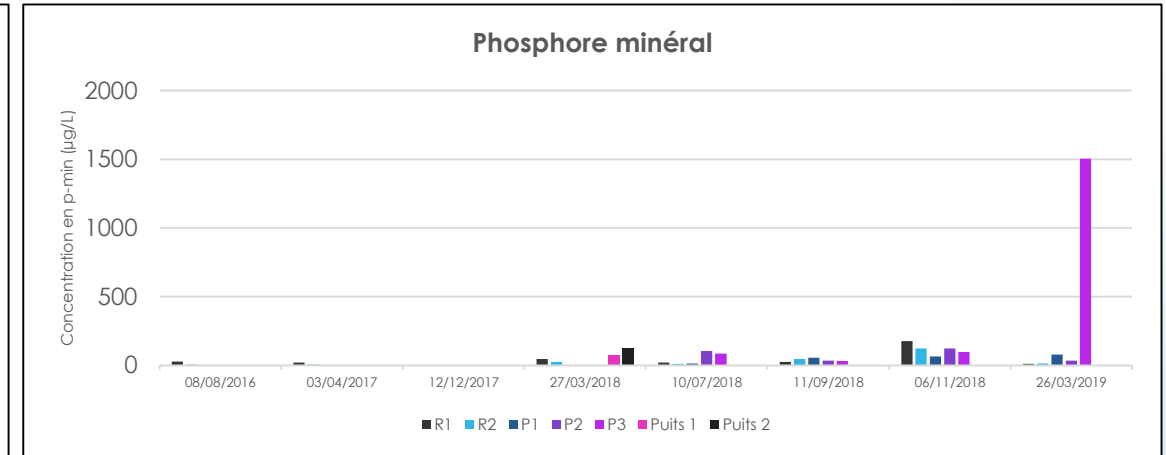
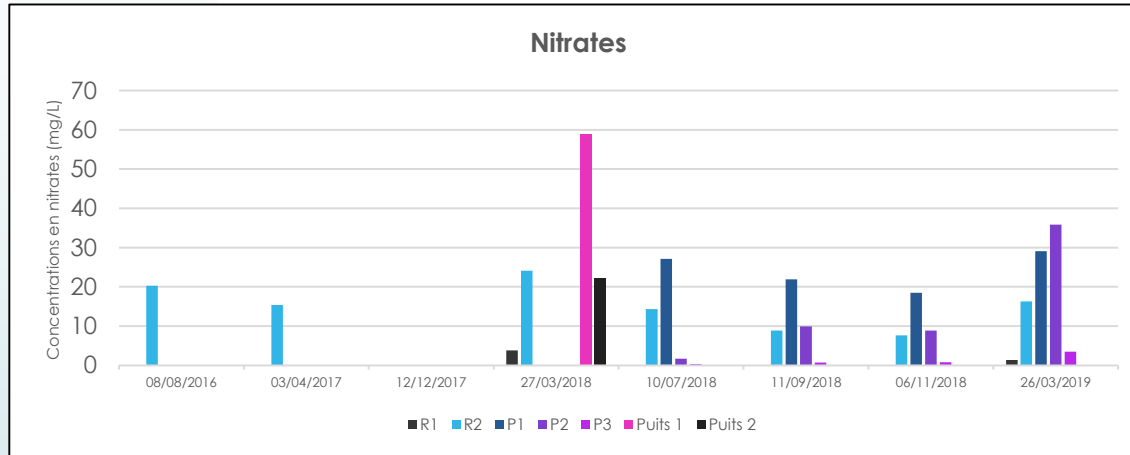


# NUTRIMENTS

Protocole

Résultats

## Résultats : eaux souterraines



Gradient amont / aval pour les nitrates avec  $P1 > P2 > P3$ . Les concentrations sont fortes au niveau du piézomètre 1.

De fortes concentrations en nitrates sont également retrouvées dans les puits 1 et 2.

En milieu de vallée, les concentrations sont inférieures mais peuvent ponctuellement varier fortement.

**Résultats convergeant vers l'hypothèse d'une pollution anthropique (de type agricole) dans la zone recouvrant le réservoir 2, le piézomètre 1, et le puits 1, où les valeurs en nitrates sont élevées.**





# PHYTOPLANCTON

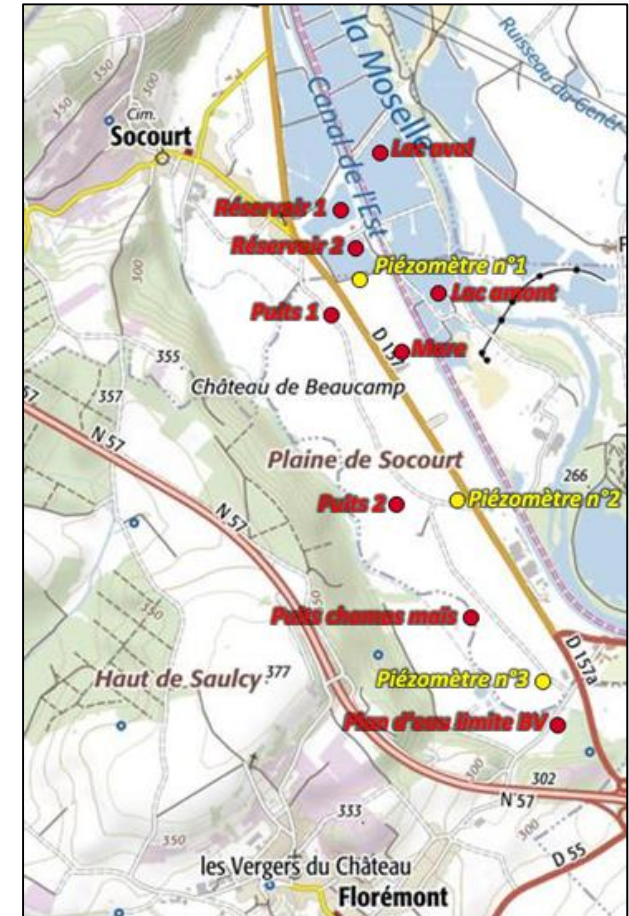
Protocole

Résultats

A2H

## Protocole

Station	Concentration en chlorophylle (a)	Inventaire taxonomique
Réservoir 1	X	X
Réservoir 2	X	X
Piézomètre 1		
Piézomètre 2		
Piézomètre 3		
Puits 1		
Puits 2		
Plan d'eau		
Mare		
Canal		
Lac aval		
Lac amont		



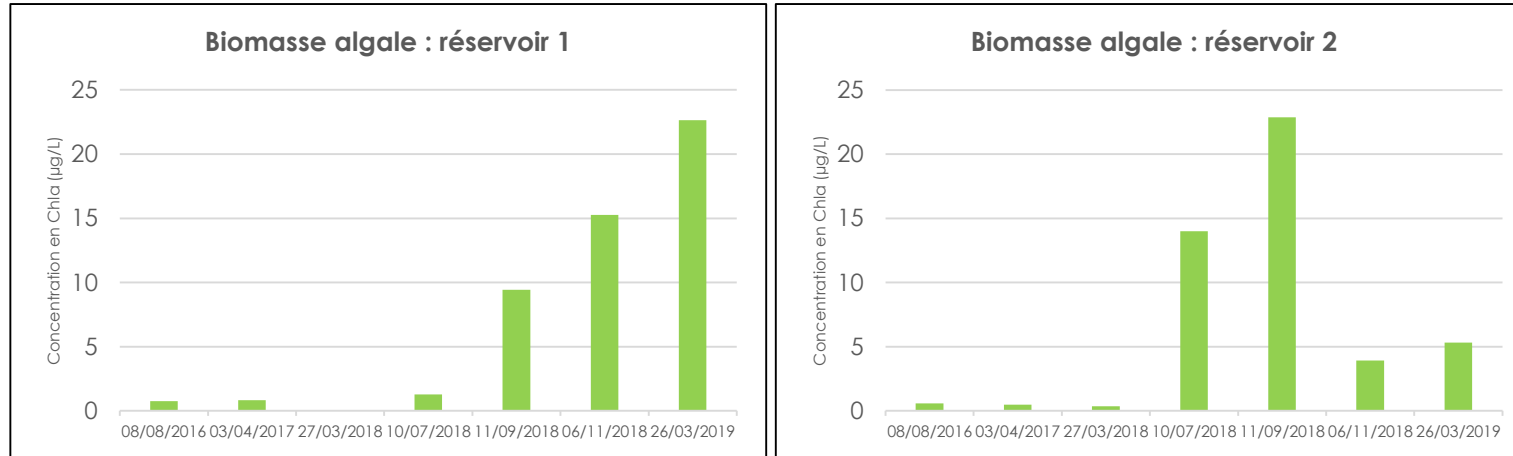


# PHYTOPLANCTON

Protocole

Résultats

## Résultats : biomasse algale



Biomasse globalement modérée pour les deux réservoirs : moyenne des concentrations en Chla respectivement de 8,37µg/L et 6,79µg/L pour les réservoirs 1 et 2.

Emballement trophique observé en fin de saison estivale 2018.

Résultats à mettre en relation avec le contexte climatique (température, ensoleillement) propice au développement d'algues à partir de juillet 2018

A titre informatif, le premier seuil de vigilance fixé à 10µgChla/L par l'OMS est dépassé à deux reprises pour le réservoir 1 et pour le réservoir 2

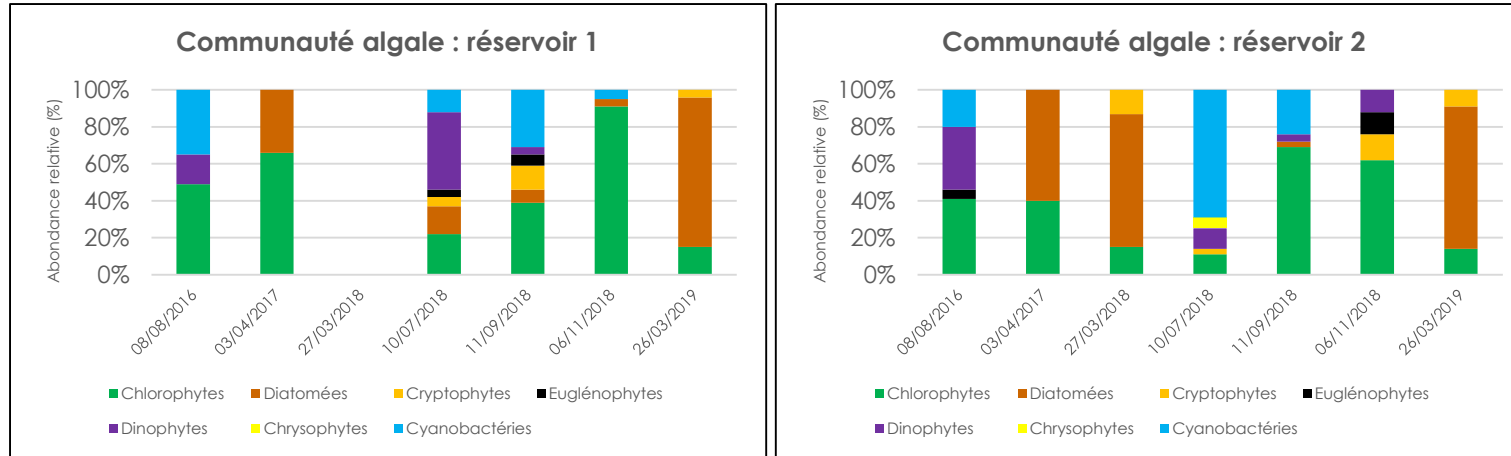


# PHYTOPLANCTON

Protocole

Résultats

## Résultats : communautés algales



Les diatomées sont fortement représentées pendant les phases printanière et automnale (faibles températures et brassage de l'eau)

Communautés phytoplanctoniques peu structurées et déstabilisées en période estivale :

- Compétition entre les algues vertes et les cyanobactéries en période estivale depuis 2016
- Cette forte pression est favorable à l'apparition de taxons phytoplanctoniques ubiquistes (cryptophytes) et opportunistes (chrysophytes, dinophytes) lors de carences nutritives (ici en phosphore).

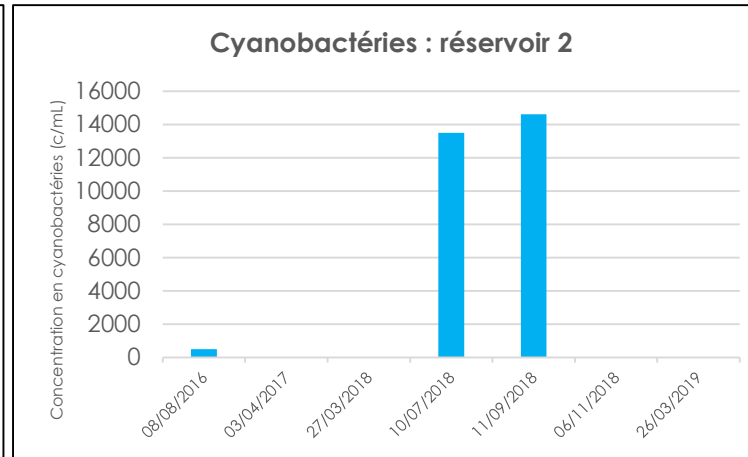
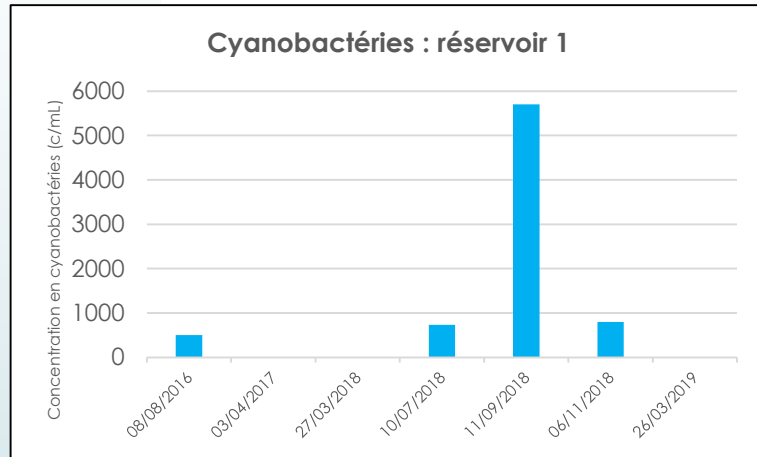


# PHYTOPLANCTON

Protocole

Résultats

## Résultats : les cyanobactéries



Réservoir 1	Concentration en cyanobactéries (c/mL)	Genres identifiés
08/08/2016	500	Microcystis, Woronichinia
03/04/2017	/	/
27/03/2018	/	/
10/07/2018	730	Microcystis
11/09/2018	5 700	Woronichinia
06/11/2018	800	Aphanizomenon
26/03/2019	/	/

Réservoir 2	Concentration en cyanobactéries (c/mL)	Genres identifiés
08/08/2016	500	Microcystis, Aphanizomenon
03/04/2017	/	/
27/03/2018	/	/
10/07/2018	13 500	Microcystis
11/09/2018	14 600	Microcystis
06/11/2018	/	/
26/03/2019	/	/

<20 000 cellules/ml    S1 >20 000 cellules/ml    S2 >100 000 cellules/ml

100% des genres cyanobactériens identifiés sur les deux plans d'eau sont réputés toxigènes (producteurs de toxines).

Aucun dépassement du premier seuil d'alerte S1 fixé à 20 000 cellules/ml par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France n'est enregistré.

La présence cyanobactérienne est donc sans impact sur la santé humaine pour les deux réservoirs en l'état actuel des choses.





A2H

# MACROPHYTES

**En 2016** : Réservoir 1 avec hydrophytes caractéristiques de milieux eutrophes (*Ceratophyllum sp.*, *Myriophyllum spicatum* et *Elodea nuttallii*) + apparition d'algues filamenteuses. Réservoir 2 sans phanérogames mais présence d'algues filamenteuses

**En 2018** : Nette diminution du recouvrement macrophytique et des algues filamenteuses



## Conclusions :

- Développement précoce des algues filamenteuses en mars. Développement maximal en avril et juin.
- Réservoir 1 : hydrophytes limitaient le développement du phytoplancton (compétition). Le phytoplancton prend maintenant l'avantage.
- Réservoir 2 sans hydrophytes, dominance des microphytes.



A2H

# SEDIMENT

Prélèvement sédimentaires des deux réservoirs réalisés le 03/04/2017

Station	Phosphore (g de $P_2O_5$ /kg)	Calcium (g/kg)	Azote (g/kg)	Matière orga. (g/kg)	C orga. (g/kg)	pH (unités pH)	C/N
Réservoir 1	0,994	2,96	2,3	67	39	6,11	16,9
Réservoir 2	0,893	2,71	2,1	59	34	5,88	16,2
Seuil de richesse	1,000	12,00	3,0	80	46	/	/

Un sédiment peu riche en nutriments (azote et phosphore)

Origine principalement macrophytique de la matière organique, compte-tenu du positionnement du rapport C/N (entre 10 et 20).



# BACTERIOLOGIE

A2H

Détermination des concentrations en germes indicateurs de contamination fécale (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux)

Bons marqueurs de « contamination anthropique » : eaux usées / élevage

Date	Site	Escherichia coli (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
27/03/2018	Puits	<15	<15
	Lac	<15	<15
10/07/2018	Piézomètre 1	<15	<15
	Piézomètre 2	<15	<15
	Piézomètre 3	<15	<15
11/09/2018	Piézomètre 1	30	15
	Piézomètre 2	<15	<15
	Piézomètre 3	<15	<15
06/11/2018	Piézomètre 1	<15	<15
	Piézomètre 2	<15	<15
	Piézomètre 3	<15	<15
26/03/2019	Piézomètre 1	<15	<15
	Piézomètre 2	15	<15
	Piézomètre 3	<15	77

**Pas d'incidence bactériologique notable**



A2H

# SYNTHESE ET CONCLUSIONS

## ► D'un point de vue « physique » :

- Les caractéristiques physiques des plans d'eau jouent un rôle important dans le fonctionnement de ces milieux : les faibles profondeurs au niveau des berges du réservoir 1 sont propices au développement des hydrophytes. Le réservoir 2 plus profond avec des berges plus abruptes en limite le développement
- Le remblaiement des berges du réservoir 1 limite les échanges avec les masses d'eau souterraines = frein aux apports en nutriments (cf teneurs en nitrates). Le réservoir 2 semble être sous influence directe de l'aquifère.





A2H

# SYNTHESE ET CONCLUSIONS

## ► D'un point de vue nutritif :

- Le réservoir 1 est peu riche en éléments nutritifs et limitant en phosphore
- Le réservoir 2 est très excédentaire en azote minéral (nitrates) et limitant en phosphore
- Les analyses de sédiment indiquent une valeur agronomique limitée



A2H

# SYNTHESE ET CONCLUSIONS

## ► D'un point de vue physico-chimique :

- Les températures fraîches des eaux de surface en début de saison estivale peuvent décaler les phases de développement des chlorophytes et cyanobactéries.
- L'anoxie au niveau sédimentaire des deux réservoirs en phase estivale peut favoriser le relargage du phosphore sédimentaire → déséquilibres biologiques (surtout phytoplancton)



# SYNTHESE ET CONCLUSIONS

A2H

## ► D'un point de vue biologique :

- Réservoir 1: compétition entre compartiments macrophytique et phytoplanctonique + contexte de faible disponibilité phosphorique. Le phytoplancton semble prendre le dessus
- Réservoir 2 : quasi exclusivement présence de phytoplancton
- Pour les 2 plans d'eau, communautés algales similaires : domination printanière des diatomées puis compétition entre algues vertes et cyanobactéries en été
- Présence de cyanobactéries toxigènes avérée mais n'impactant pas sanitaire les usages des deux plans d'eau (concentrations limitées à ce jour)



A2H

## SYNTHESE ET CONCLUSIONS

- Ces résultats ne permettent pas de répondre à toutes les questions sur les échanges entre masses d'eau. La protection de la ressource en eau passerait par l'instauration d'un périmètre élargi au bassin versant défini dans l'étude préliminaire. Cette proposition est pleinement justifiée par l'accroissement des taux de nitrates dans les piézomètres de l'amont vers l'aval du bassin versant, situation qui stigmatise la vulnérabilité de l'aquifère à l'égard des pratiques agricoles.
- En termes de remédiations toujours, il est possible d'envisager la plantation de massifs d'hélophytes. Si cette opération paraît relativement aisée pour le plan d'eau N°1 compte-tenu de sa structure physique (pentes), une telle initiative requerrait pour le second des aménagements préalables (reprofilage). Cette hypothèse de travail n'a pas pour objectif d'instaurer une réelle compétition interspécifique avec les autres maillons trophiques, mais plutôt d'améliorer la biodiversité et la stabilité des berges en travaillant sur les habitats associés aux plans d'eau. On peut considérer que la captation nutritive induite par ces plantations ne serait pas de nature à bouleverser le fonctionnement biologique des milieux aquatiques.



**Merci de votre attention**