

Etournel (Pouigny, 01)

Excursions COMA

Notes extraites du Diagnostic du fonctionnement hydro-écologique du secteur de l'Etournel (CNR Ingénierie, 2016) et de la Cartographie des habitats naturels au titre des cahiers d'habitats Natura 2000 (Acer campestre, 2023).



Table des matières

1. Introduction à l'excursion	4
2. Contexte du secteur de l'Etournel.....	5
3. Historique et présentation du secteur de l'Etournel	6
4. Hydrologie/Hydraulique	10
4.1. Fonctionnement du Rhône au droit du secteur de l'Etournel	11
4.2. Relations entre le Rhône, les plans d'eau et la nappe d'accompagnement sur ce secteur de l'Etournel	12
5. Physico-chimie des plans d'eau.....	15
5.1. Plan d'échantillonnage et programme analytique.....	15
5.2. Résultats des mesures in situ.....	16
5.3. Résultats des mesures en laboratoire.....	21
5.4. Conclusions	23
6. Milieux naturels.....	24
6.1. Zonages règlementaires et d'inventaires	24
6.2. Méthodologie de cartographie de la végétation	25
6.3. HIC -Milieux naturels.....	27
7. Bibliographie.....	48

Liste des figures

Figure 1. Délimitation du site Natura 2000 « Étournel et Défilé de l'Écluse » n°FR8201650 (ZSC) et localisation des secteurs visité pour l'excursion COMT (défilé de l'Ecluse) et COMA (Marais de l'Etournel).....	4
Figure 2. Localisation du secteur de l'Etournel – Numérotation des différents plans d'eau.....	5
Figure 3. Extrait des cartes d'Etat-major (1820/1866).....	6
Figure 4. Photographie aérienne du secteur de l'Etournel – IGN, 1935.	6
Figure 5. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1961.	7
Figure 6. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1971	7
Figure 7. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1980 (haut) et 1984 (bas).....	8
Figure 8. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1987 (haut) et 1992 (bas).....	9
Figure 9. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 2012.	9
Figure 10. Localisation des sondes de niveaux sur le secteur de l'Etournel.	10
Figure 11. Variations des niveaux du Rhône au point de mesure amont du secteur de l'Etournel (Rhône amont).	11
Figure 12. Variations des niveaux du Rhône au point de mesure aval du secteur de l'Etournel (Rhône aval).	11
Figure 13. Fonctionnement d'une nappe d'accompagnement du Rhône (Bravard & Clemens, 2008)	12
Figure 14. Mise en évidence des plans d'eau fonctionnant de manière similaire (5 et 9 n'ont pas été équipés).	13
Figure 15. Extrait du Lidar du secteur de l'Etournel, réalisé par le Département de l'Ain – PNRHJ, 2016. En rose figure les secteurs d'échange direct avec le Rhône selon sa cote.	14

Figure 16. Localisation des points de mesures physico-chimiques, in situ et de prélèvement – 09.09.2015.....	16
Figure 17. Transparence des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.....	17
Figure 18. Oxygène dissous des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.....	17
Figure 19. Température des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.....	18
Figure 20. Conductivité des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.....	18
Figure 21. pH des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.	19
Figure 22. Profil physico-chimique du PE1– CNR, 09/09.2015.....	20
Figure 23. Profil physico-chimique du PE2– CNR, 09/09.2015.....	20
Figure 24. Profil physico-chimique du PE3– CNR, 09/09.2015.....	21
Figure 25. Concentration en hydrogénocarbonates et sulfates des plans d'eau.....	21
Figure 26. Concentrations en chlorophylle a (matière vivante) et phéopigment (matière morte) (chl tot).....	22

Liste des tableaux

Tableau 1. Concentrations des différentes formes de l'azote dans les plans d'eau.....	22
Tableau 2. Concentrations des différentes formes du phosphore dans les plans d'eau.....	22

1. Introduction à l'excursion

Les secteurs visités dans le cadre du module « Connaissance des milieux » font partie du site Natura 2000 « Étournel et Défilé de l'Écluse », site n°FR8201650 (ZSC) et FR8212001 (ZPS)¹. D'une superficie de 318 hectares au total, ce site se situe sur les contreforts septentrionaux du massif du Jura et le long du Rhône à la limite de la frontière franco-suisse, entre une altitude max de 987 m et une altitude minimum de 327 m.

Ce site est constitué de deux entités distinctes (Figure 1):

- un vaste secteur de marais et de forêts alluviales en bord de Rhône, soumis à des fluctuations de niveau d'eau, et qui comprend huit plans d'eau (anciennes gravières) (excursion COMA),
- une partie forestière rocheuse et sèche, comprenant également des éboulis (excursion COMT).

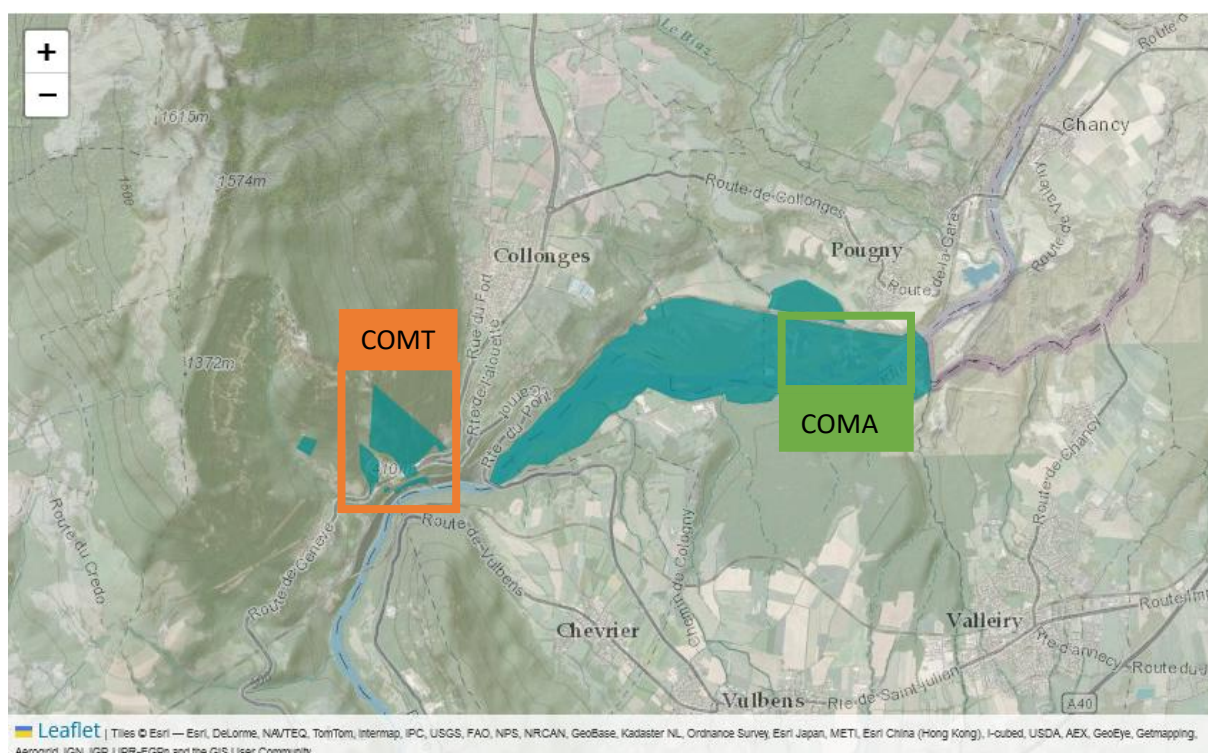


Figure 1. Délimitation du site Natura 2000 « Étournel et Défilé de l'Écluse » n°FR8201650 (ZSC) et localisation des secteurs visités pour l'excursion COMT (défilé de l'Écluse) et COMA (Marais de l'Étournel).

La zone humide se développe à l'amont de la retenue formée sur le fleuve Rhône par le barrage de Génissiat. Outre les eaux courantes du fleuve, l'Étournel englobe un secteur d'eaux stagnantes, sous la forme d'un chapelet d'étangs issus des extractions anciennes de granulats dans la zone alluvionnaire (encadrés en vert sur la figure 1). Ce vaste marais présente une mosaïque d'habitats humides.

L'excursion de l'après-midi concerne le secteur des étangs pour lequel des informations sont rassemblées dans ce document, à savoir, son évolution historique, son fonctionnement hydrologique (d'après l'étude de 2016 réalisée par la CNR) et les milieux naturels aquatiques et humides recensés lors de la dernière cartographie réalisée par le bureau Acer campestre (2022).

¹ Voir <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8201650>

2. Contexte du secteur de l'Etournel

Situé entre la frontière suisse et le Défilé de Fort l'Ecluse, le secteur de l'Etournel comprend le Rhône et sa plaine alluviale sur un linéaire de près de 5 km, entre les PK 180 et 185. Majoritairement inclus **dans le Parc Naturel Régional du Haut Jura**, cette plaine alluviale abrite un grand nombre de **milieux annexes d'origine naturelle ou artificielle (anciennes gravières, bras secondaires)** dont l'intérêt écologique a notamment justifié son classement au titre des Directives Habitats et Oiseaux (Natura 2000), en Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) ainsi qu'en Espace Naturel Sensible (ENS) par le Département de l'Ain.

Le secteur se situe en limite amont d'influence du remous de l'aménagement CNR de Génissiat, et subit l'influence des aménagements franco-suisse en amont (Verbois et Chancy-Pougny).

La figure ci-après (Figure 2) illustre le marais de l'Etournel et numérote les différents plans d'eau.



Figure 2. Localisation du secteur de l'Etournel – Numérotation des différents plans d'eau.

3. Historique et présentation du secteur de l'Etournel

Les figures suivantes illustrent l'évolution du cours du Rhône et de la physionomie du secteur de l'Etournel de la fin du 19^{ème} siècle et en une cinquantaine d'année au cours du 20^{ème}.



Figure 3. Extrait des cartes d'Etat-major (1820/1866)

Les activités humaines étaient développées sur le secteur de l'Etournel **dès la fin du 19^{ème} siècle** : ligne ferroviaire avec la présence d'une gare au nord du secteur de l'Etournel, réseaux de routes et agriculture (Figure 3). En **1935**, le lit du Rhône sur le secteur de l'Etournel présentait un méandre très prononcé, avec de nombreux îlots de graviers (Figure 4). D'importants boisements alluviaux étaient constatés en rives droite et gauche. En termes d'occupation du sol, l'agriculture était très étendue au sud de la voie ferrée, allant parfois jusqu'au Rhône.

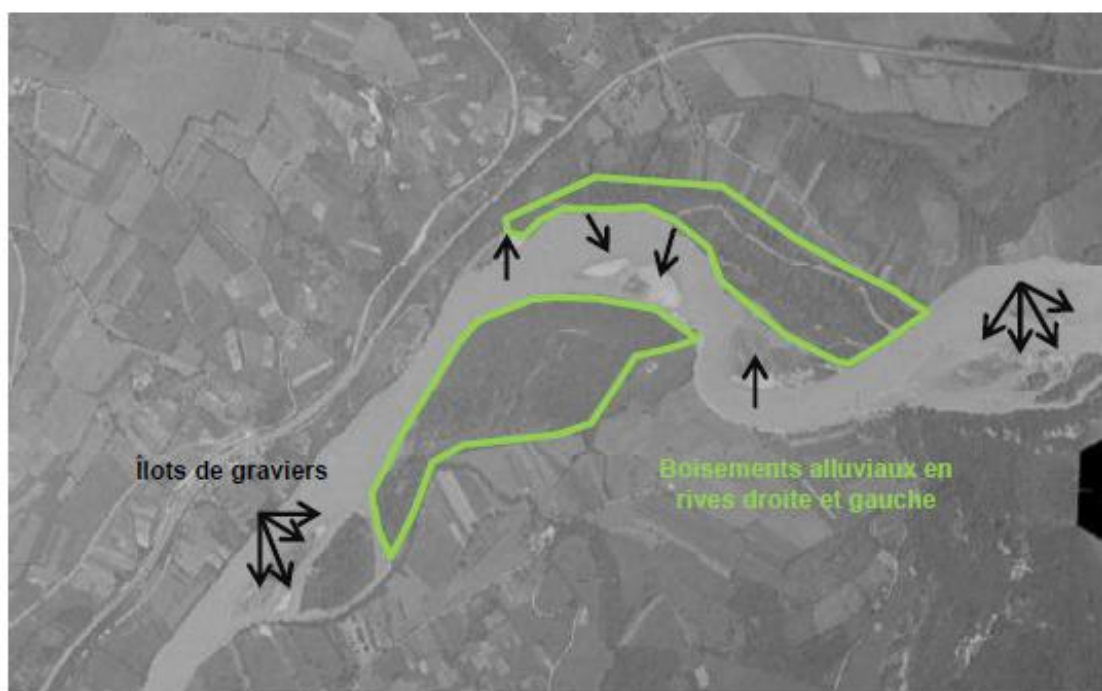


Figure 4. Photographie aérienne du secteur de l'Etournel – IGN, 1935.

Dans les années **1960**, le méandre du Rhône s'est fortement atténué. Le cours aval s'est élargi, ce qui s'explique notamment par la mise **en exploitation des barrages de Génissiat (1948) et de Verbois (1945)**. Cet élargissement a pour conséquence directe la **disparition d'une grande partie des boisements en rives droite et gauche**. L'élargissement en rive droite tend à s'atterrir. Les îles de graviers sur l'amont du secteur de l'Etournel se boisent (Figure 5). Les surfaces agricoles connaissent également une diminution sensible.



Figure 5. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1961.

En **1971**, la photographie aérienne suivante (Figure 6) montre **l'exploitation des premières gravières** sur l'amont du secteur de l'Etournel (Entreprise FAMY et Cie). La première autorisation d'extraction date de 1970 et sera ensuite suivie par deux renouvellements en 1973 puis 1979. L'atterrissement est plus net sur la partie aval, quelques arbres s'y sont implantés et l'on devine les limites que nous connaissons aujourd'hui.



Figure 6. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1971

Au début des années **1980**, **l'exploitation des gravières s'étend** à ce qui deviendra plus tard les plans d'eau n°7 et 8, à l'ouest de la zone exploitée. Une digue permet l'exploitation des graviers directement dans le lit du Rhône. A la fin de l'autorisation d'exploiter, la digue sera détruite mais certaines portions seront conservées à la demande des naturalistes, de manière à maintenir des îlots de graviers

(nidification pour les sternes notamment). La colonisation des îles par la végétation ligneuse se poursuit (Figure 7).

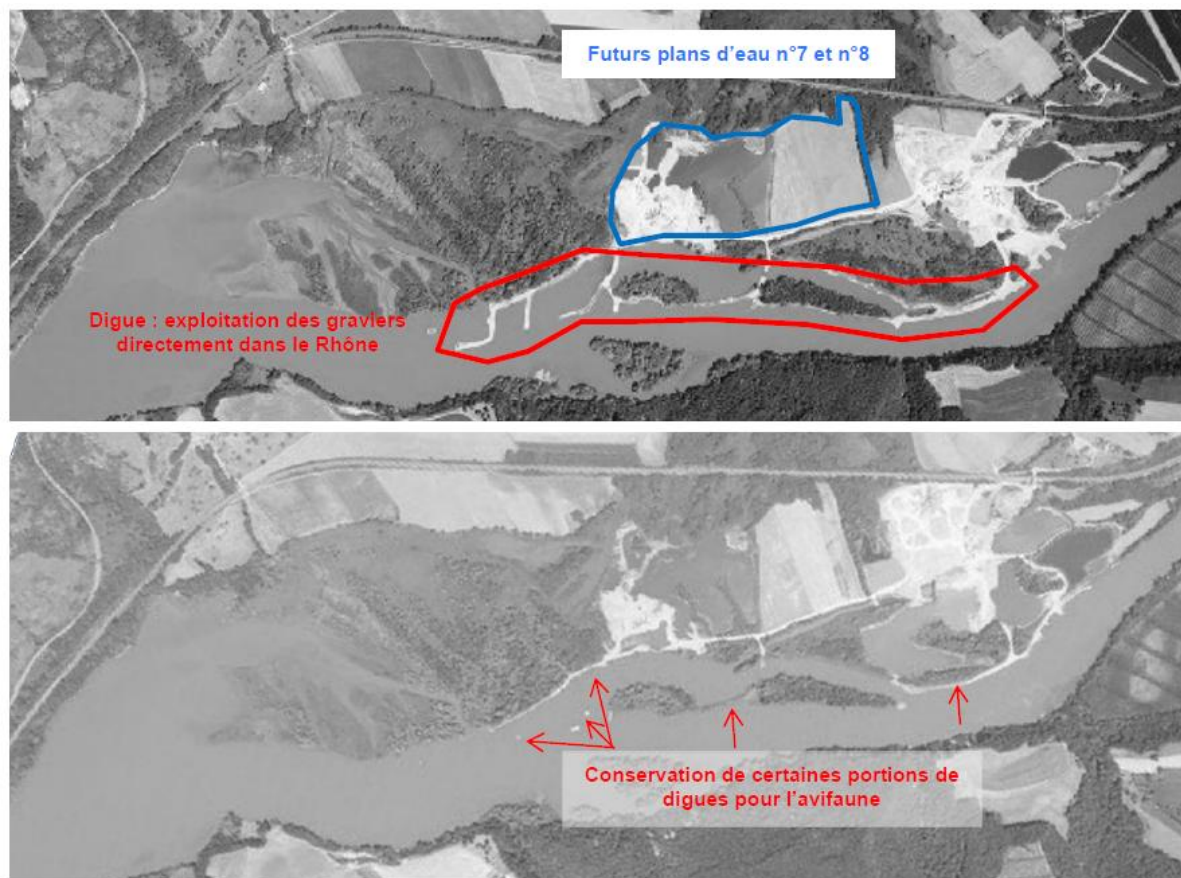


Figure 7. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1980 (haut) et 1984 (bas)

Le secteur de l'Etournel se retrouve à **l'apogée de l'extraction en gravière en 1987**. La zone correspond quasiment à son état actuel, on devine tout à fait le site tel qu'il est aujourd'hui (Figure 8). Les emprises des futurs plans d'eau n° 4 à 6 sont en cours d'extraction. Toutefois, sous la pression, notamment de l'association "L'Etournel Vivra", l'exploitation en gravière s'arrêtera définitivement en 1990. Seule un site restera exploité (encore aujourd'hui), en amont du secteur de l'Etournel, dans le lit majeur du Rhône en rive droite (Figure 9).

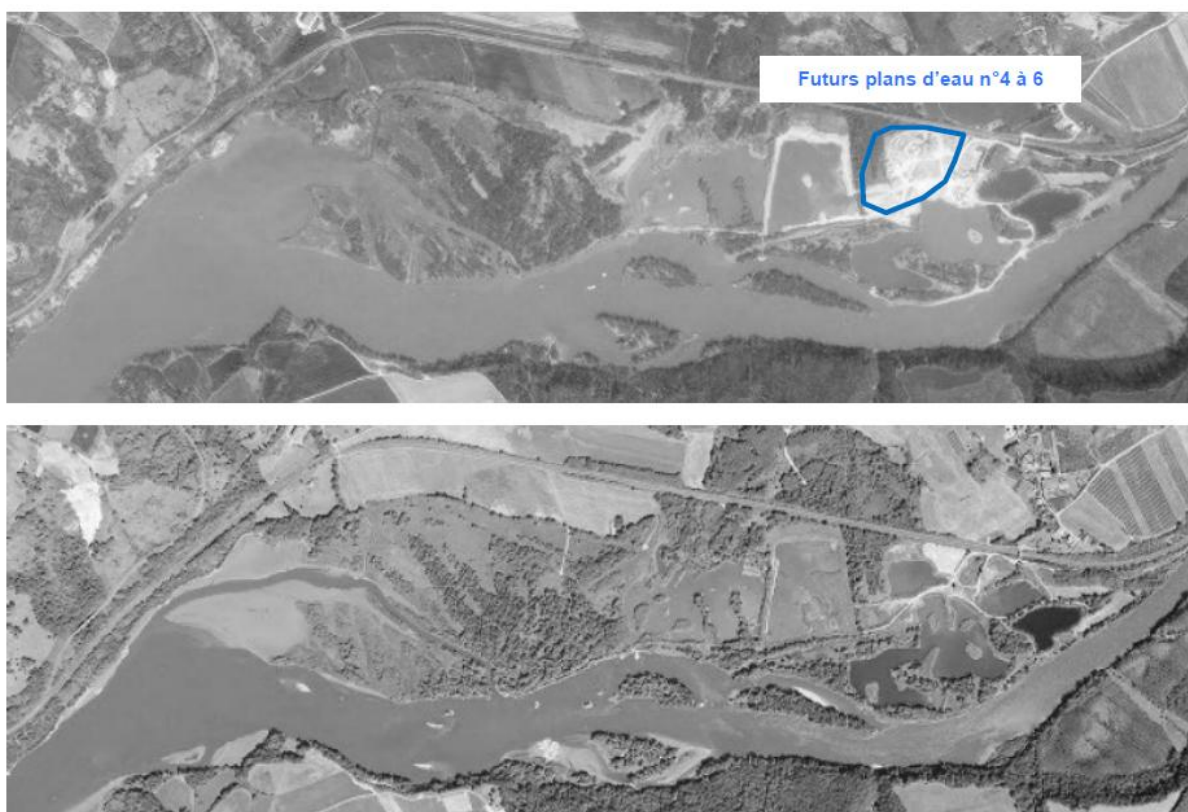


Figure 8. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 1987 (haut) et 1992 (bas)



Figure 9. Photo aérienne du secteur de l'Etournel . IGN, 2012.

4. Hydrologie/Hydraulique

CNR Ingénierie (2016) a réalisé une analyse de l'hydrologie et du fonctionnement hydraulique du secteur, en lien avec les débits et les niveaux du fleuve. Cette étude est basée sur le croisement des données hydrologiques disponibles sur les trois stations limnigraphiques encadrant le secteur :

- Chancy (SFMCP),
- Pougny (CNR),
- Génissiat amont barrage (CNR).

Cependant, ce réseau n'est pas suffisant pour se rendre compte des évolutions précises des niveaux sur un secteur à morphologie complexe comme l'Etournel.

Les données issues des stations limnigraphiques amont et aval sont donc complétées par des enregistrements de niveaux sur le terrain, à l'aide de sondes disposées dans certaines gravières ainsi que dans le Rhône (amont et aval du secteur de l'Etournel) (Figure 10).

L'analyse porte ensuite sur la comparaison des données limnigraphiques, de modèle hydrologique (non présenté dans ce document) et celles extraites des sondes de terrain. Ces résultats sont en outre confrontés aux variations de niveaux de la nappe, au travers de l'utilisation des enregistrements de certains piézomètres (équipements de l'étude hydrogéologique de Caille, 2005).



Numéros des plans d'eau : 1-2-3-4-5-6-7-8-9 ;

Sondes de niveaux=> PE1/PE2/PE3/PE4/PE6/PE7/PE8 (Plans d'eau) ; RHONE AMONT/RHONE AVAL ; PZ1/PZ2 (Piézomètres) ;

Sonde atmosphérique : ATMO ; Références altimétriques : REF1 – REF2 ; Autres données : source ; ruisseau.

Figure 10. Localisation des sondes de niveaux sur le secteur de l'Etournel.

4.1. Fonctionnement du Rhône au droit du secteur de l'Etournel

Les graphiques ci-après présentent les variations de niveaux mesurés sur les stations de l'Etournel Amont (Figure 11) et Aval (Figure 12) en comparaison des niveaux mesurés au point de réglage de Génissiat (PR Génissiat) et les débits mesurés à Verbois.

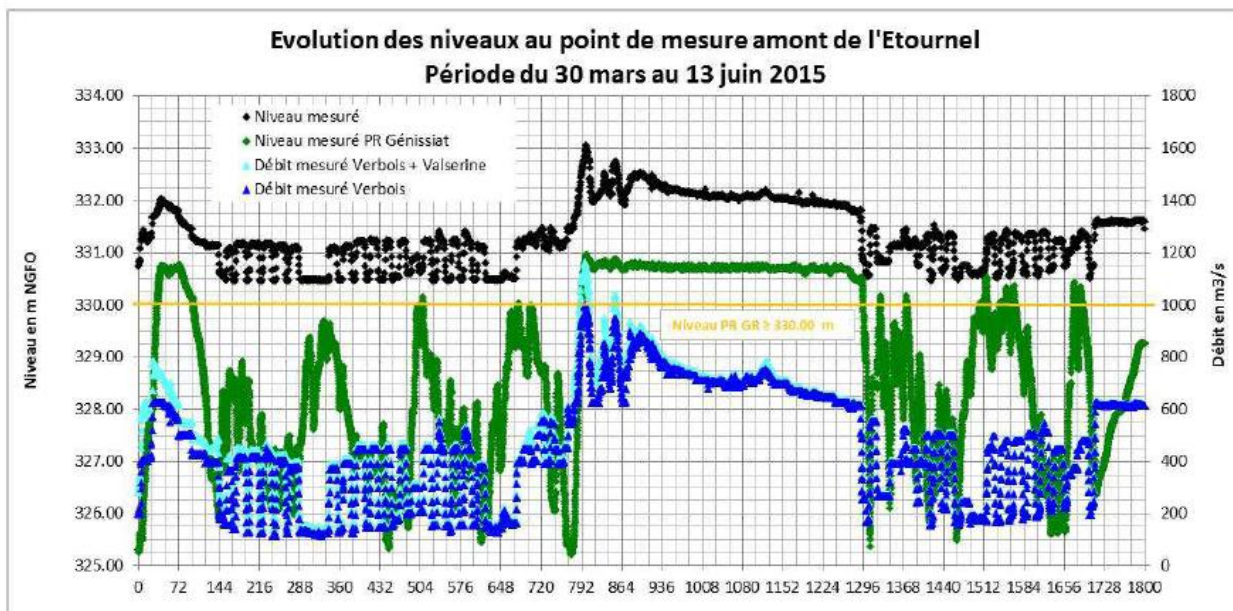


Figure 11. Variations des niveaux du Rhône au point de mesure amont du secteur de l'Etournel (Rhône amont).

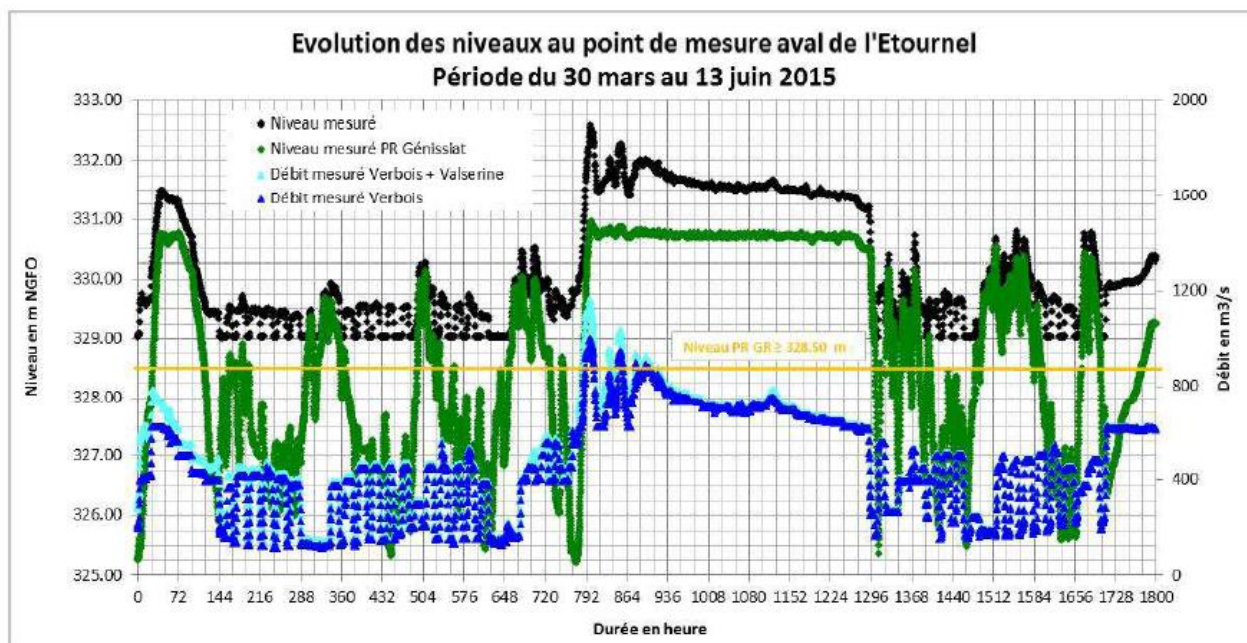


Figure 12. Variations des niveaux du Rhône au point de mesure aval du secteur de l'Etournel (Rhône aval).

En synthèse...

- Les niveaux du Rhône sur la partie amont de l'Étournal (Figure 11) dépendent principalement du débit du Rhône entrant. Au-delà d'une cote de 330.00 m au point de réglage de Génissiat (PR), les niveaux sur le point de mesure amont sont alors légèrement influencés par le niveau de la retenue de Génissiat.
- En dessous de la cote 328.50 à Génissiat, les niveaux au point de mesure aval (Figure 12) dépendent uniquement du débit provenant de l'amont. A partir d'un niveau de 328.50 m, les niveaux au point de mesure aval sont également influencés mais dans une moindre mesure par le niveau de la retenue de Génissiat.

4.2. Relations entre le Rhône, les plans d'eau et la nappe d'accompagnement sur ce secteur de l'Étournal

Principe schématique : en période de basses eaux, le fleuve draine la nappe qui contribue à soutenir son débit d'étiage ; en hiver lorsque le niveau d'eau dans la rivière est plus élevé, c'est le fleuve qui alimente la nappe.

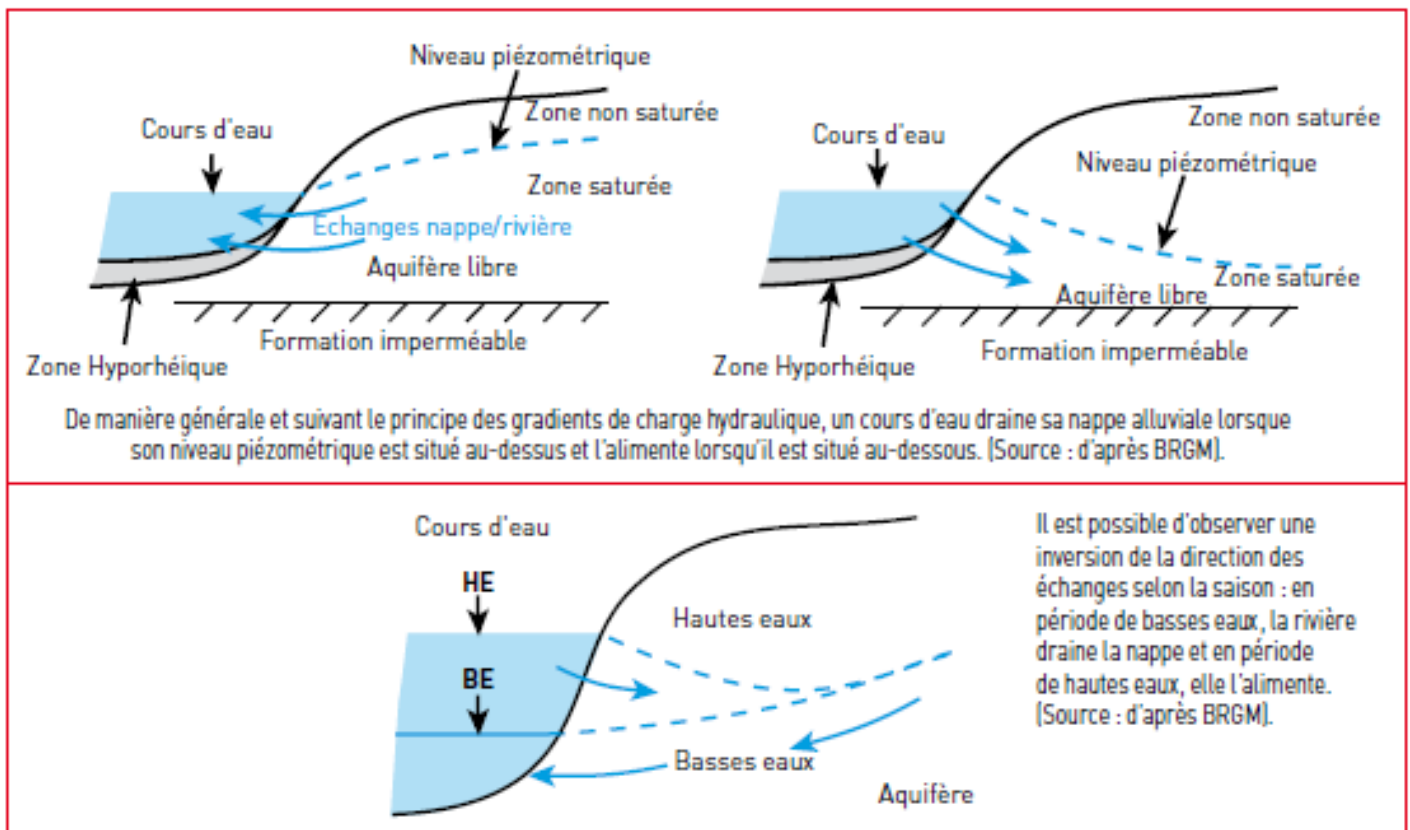


Figure 13. Fonctionnement d'une nappe d'accompagnement du Rhône (Bravard & Clemens, 2008)

Certains fonctionnements similaires ont été mis en évidence, notamment en ce qui concerne les plans d'eau 1, 2 et 3 (notés dans la suite de l'analyse PE1, PE2 et PE3), les plans d'eau 4 et 6 (PE4 et PE6) et les plans d'eau 7 et 8 (PE7 et PE8), ainsi que les nappes représentées par les piézomètres 1 et 2 (notés

PZ1 et PZ2). La figure ci-après (Figure 14) met en évidence les plans d'eau fonctionnant, à priori, de façon similaire vis-à-vis des variations de niveaux du Rhône (hors crue).

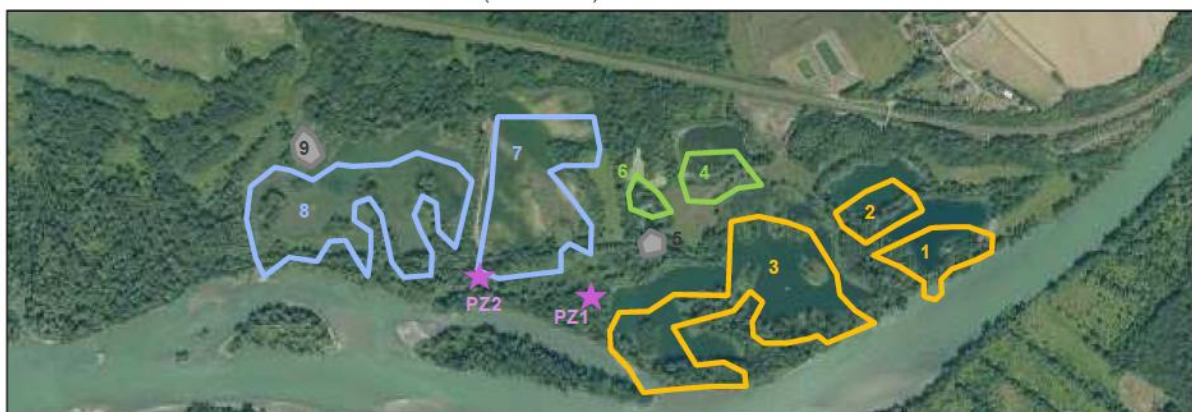


Figure 14. Mise en évidence des plans d'eau fonctionnant de manière similaire (5 et 9 n'ont pas été équipés).

L'extrait du Lidar (Figure 15) permet de mieux appréhender le relief du terrain et les connexions superficielles avec le Rhône des plans d'eau n°3 et 8.

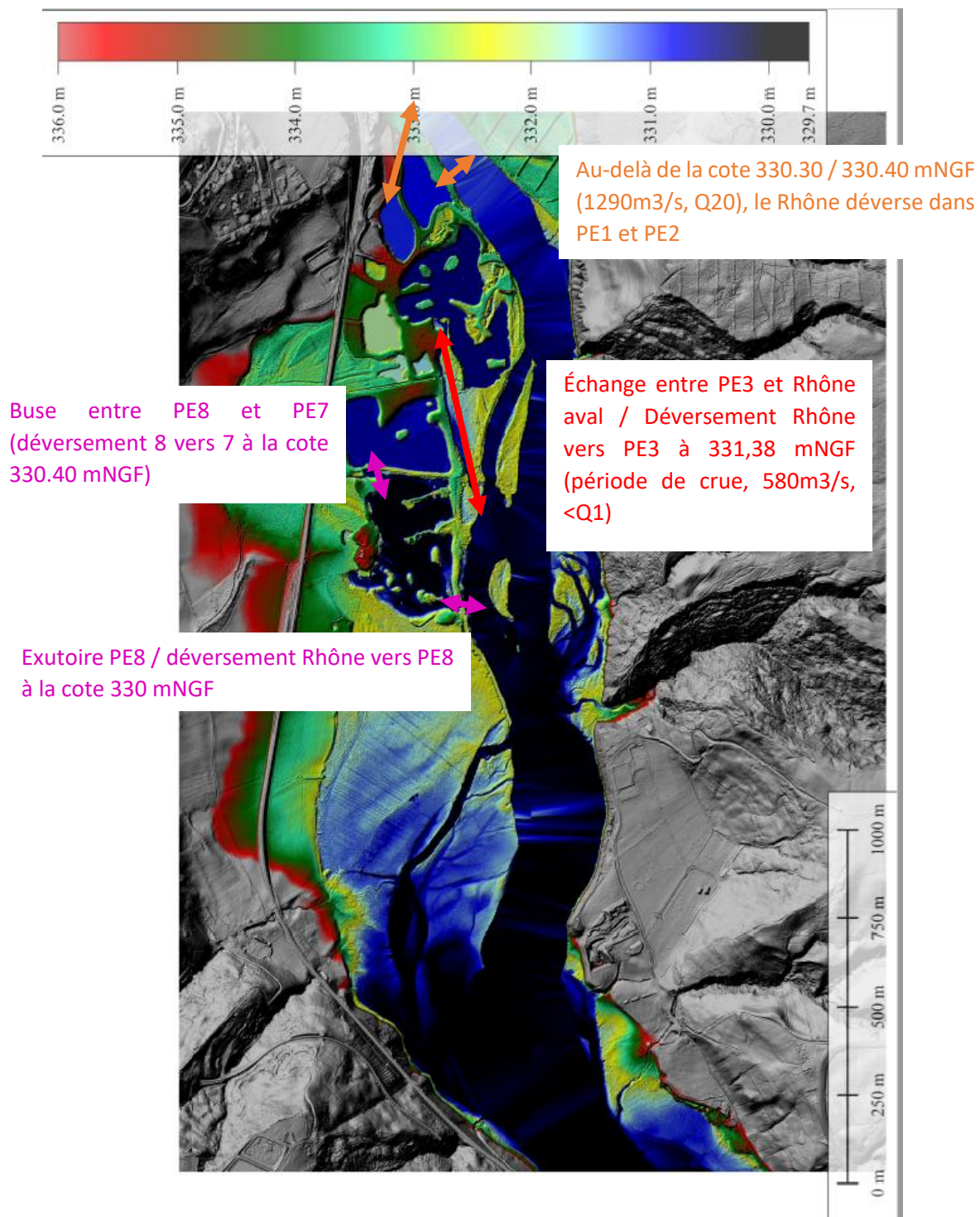


Figure 15. Extrait du Lidar du secteur de l'Etournel, réalisé par le Département de l'Ain – PNRHJ, 2016. En rose figure les secteurs d'échange direct avec le Rhône selon sa cote.

En synthèse...

- D'après l'étude de la CNR de 2016, les plans d'eau **PE1, PE2 et PE3** réagissent de façon **similaire aux variations de niveau du Rhône amont en dehors des périodes de crues**. Lors **d'une crue plus forte** et plus longue (mai 2015- Q Rhône = 1 400m³/s), l'évolution du PE3 est cette fois clairement contrôlée par le Rhône aval, du fait de déversements.
- Les **PE4 et PE6** ont un fonctionnement similaire. **Plus "perchés"** que les autres plans d'eau ils semblent davantage réagir aux ruissellements de versant ainsi qu'à d'autres apports (déversoirs d'orage) qu'aux variations de niveaux du Rhône. Il semble que **PE4 réceptionne des eaux de ruissellements ou de déversoir d'orage et que ces eaux se déversent ensuite dans le plan d'eau n°6**.
- Les trois systèmes **Rhône/PE8/PE7 sont connectés les uns aux autres**. Le Rhône est lié au PE8 par l'exutoire de la gravière (cote du bouchon de l'exutoire : 330 mNGF) et le PE8 est connecté au PE7 par une buse au nord des plans d'eau (cote de mise en eau : 330.40 mNGF). Cette liaison hydraulique (buse) contrôlant le débit transitant du PE8 au PE7, une inertie de quelques heures est observée.
- **Comm. J.-B. Strobel 27.10.23** : « D'après une étude plus récente (non disponible pour le moment), on considère **qu'il n'existe qu'une seule nappe, plutôt que deux** (avant, on parlait de nappe de versant et nappe d'accompagnement du Rhône, cf Caille 2005). Le nombre de débordement du Rhône vers les étangs 7 et 8 et les volumes d'eau sont impressionnants. **Le remplissage des étangs (circulations d'eau, de sédiments et de poissons...) est donc fréquent** et participe pleinement au fonctionnement du site. Les étangs 7 et 8 sont juste un « débordement » de celle-ci. **Si le Rhône est bas, la nappe s'écoule vers son lit. Si le Rhône est haut, la nappe aura tendance à changer son sens d'écoulement et à « pousser » vers le versant ».**

5. Physico-chimie des plans d'eau

5.1. Plan d'échantillonnage et programme analytique

Une campagne de suivi de la qualité physico-chimique des eaux des plans d'eau et du Rhône a été réalisée le 9 septembre 2015 par une équipe de la CNR.

Les objectifs principaux de ce suivi sont :

- De mettre en avant la qualité générale des plans d'eau en rapport avec leur niveau trophique;
- De mettre en avant d'éventuels dysfonctionnements en période critique (fortes températures);
- D'analyser la pertinence des scénarios/axes d'aménagements envisagés.

Programme analytique :

- Mesures In situ (CNR) le 09/09/2015 : T°, Conductivité, Oxygène dissous, pH, profils physico-chimiques sur les plans d'eau assez profonds (PE1, PE2 et PE3).
- Analyses en laboratoire agréé le 15/09/2015 (WESSLING-PE2, PE3, PE4, PE6, PE7, PE8) :
 - Concentration en : NO₃-; NO₂- ; NH₄⁺ ; PO₄³⁻ ; P_{tot} ; NTK ; SO₄²⁻ ; HCO₃⁻),
 - Productivité primaire (Chloro a, Phéopigments),
 - Microbiologie, notamment pour le PE4 qui reçoit un rejet de STEP (Entérocoques, Coliformes à 36°C, Escherichia coli),
 - Polluants organiques et minéraux : HAP, Métaux et pesticides.

La Figure 16 suivante localise les points de mesures réalisés. Les mesures in-situ ont été réalisées sur l'ensemble des plans d'eau ainsi que sur le Rhône amont.



- Prélèvements d'eau pour analyses en laboratoire agréé : Plans d'eau n° 2-3-4-6-7-8
- Mesures in situ (sonde multiparamètres → Différentes profondeurs) : Plans d'eau et Rhône

Figure 16. Localisation des points de mesures physico-chimiques, in situ et de prélèvement – 09.09.2015.

5.2. Résultats des mesures in situ

➤ Transparence

La transparence a été réalisée au disque de secchi, méthode applicable uniquement sur les plans d'eau assez profonds (1, 2, 3, 4, 7 et 8)² (Figure 17) :

- Les plans d'eau n°1 et 2 présentent une forte transparence (visibilité à environ 4 m).
- Le plan d'eau n°3 est moyennement transparent (probablement plus eutrophe).
- Les plans d'eau n°7 et 8 sont peu transparents (~1 m) car probablement influencés par des apports de matières en suspension du Rhône.
- le plan d'eau n°4 présente un bloom algal qui rend la transparence nulle (très forte et rapide prolifération d'une ou plusieurs espèces d'algues).

² Une mesure au tube de Snellen est plus appropriée pour les plans d'eau peu profonds.

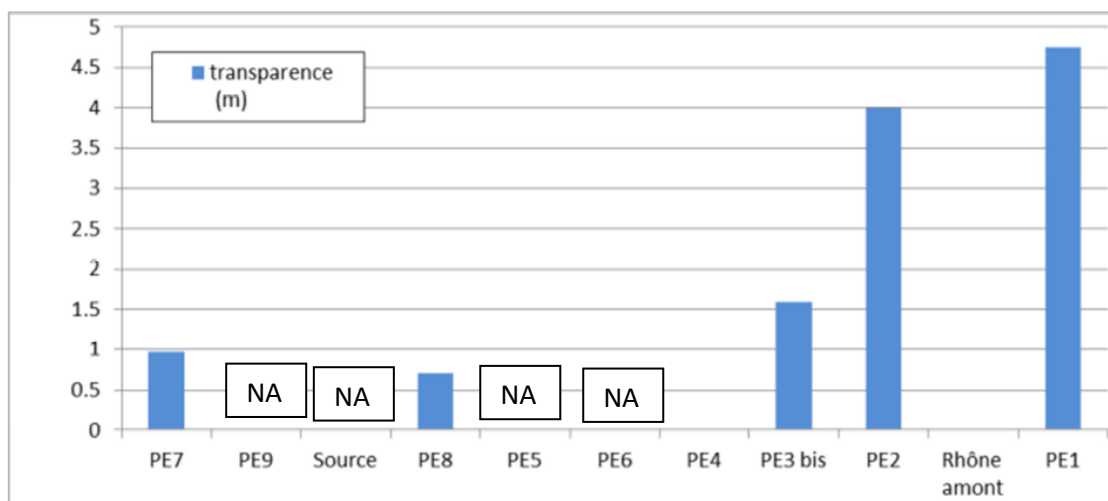


Figure 17. Transparence des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.

➤ Oxygénation

L'ensemble des plans d'eau présentent une oxygénation compatible avec la vie aquatique (Figure 18). La suroxygénation des plans d'eau n°4 et n°6 est due à la présence massive de phytoplancton (bloom algal). Ce dysfonctionnement, lié à la présence de nutriments en très forte quantité, doit probablement entraîner des désoxygénations des plans d'eau durant la nuit dues à l'arrêt de la photosynthèse. Des informations complémentaires sur l'oxygénation des eaux sont amenées par les profils verticaux sur les plans d'eau 1, 2 et 3.

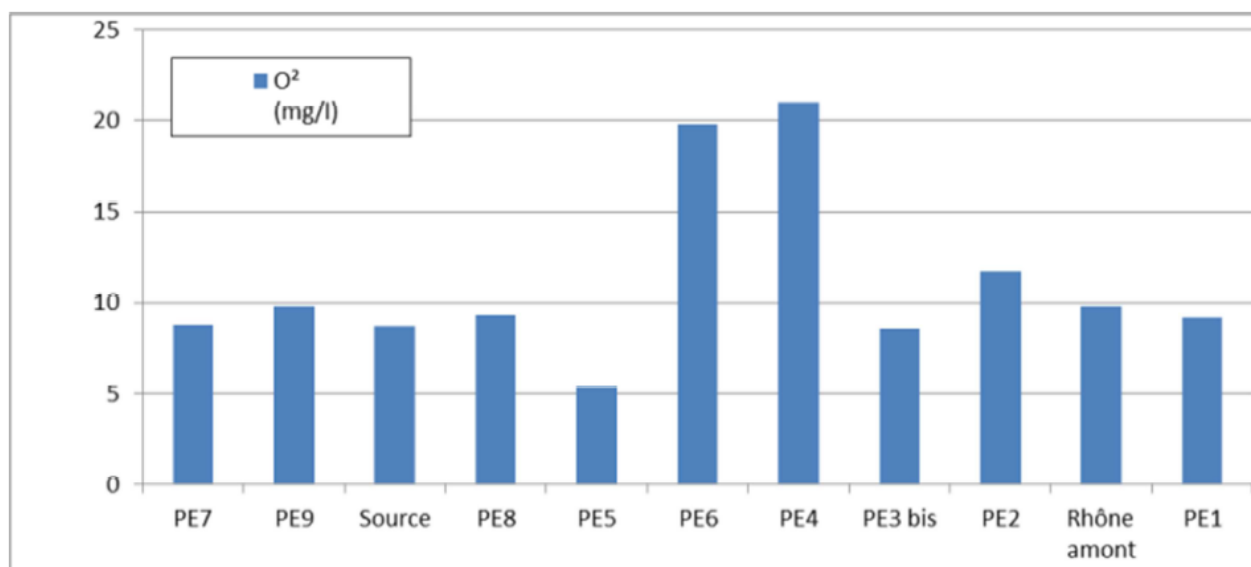


Figure 18. Oxygène dissous des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.

➤ Température

La source, ainsi que le plan d'eau 9 qu'elle alimente, présente logiquement une température bien plus fraîche que les autres stations (Figure 19). On regroupera ensuite deux groupes de stations :

- Les stations dont la température est globalement proche de 18°C : PE7, PE8, PE5, PE4 ;
- Des stations plus chaudes, dont la température est supérieure à 20°C : PE6, PE3, PE2, PE1.

Il est probable que les températures plus fraîches soient induites pas des sous écoulements plus importants, favorisant les apports ou le renouvellement des plans d'eau par les eaux souterraines.

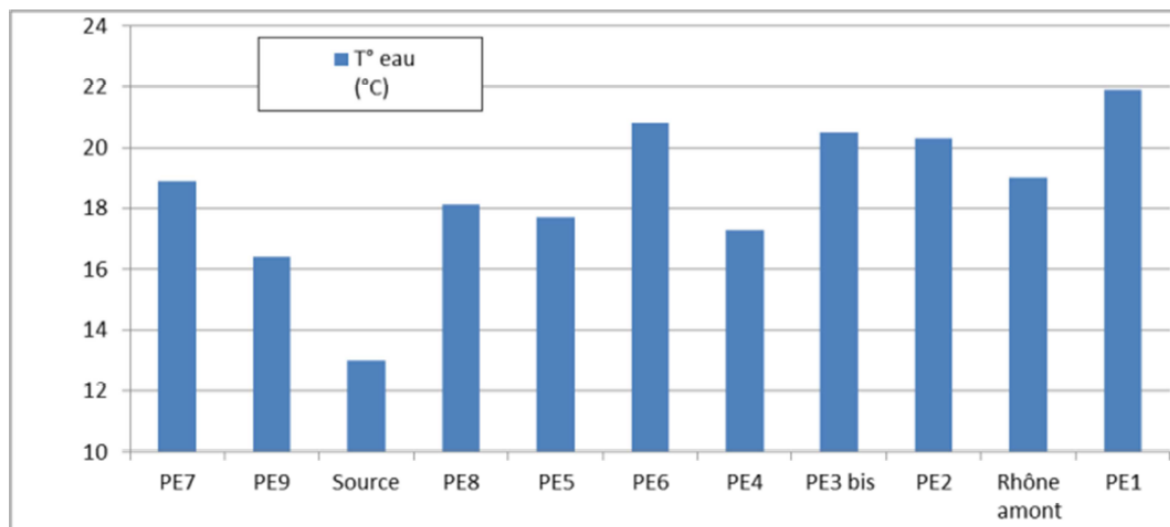


Figure 19. Température des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.

➤ Conductivité

L'analyse du paramètre "conductivité" permet de mettre en évidence les éléments suivants (Figure 20) :

- La source, ainsi que les plans d'eau 2, 4 et 9 présentent une conductivité forte (autour de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Les plans d'eau n° 1, 3, 5, 6, 7 et 8 présentent une conductivité moyenne (autour de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Le Rhône, quant à lui, présente une conductivité plus faible de l'ordre de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

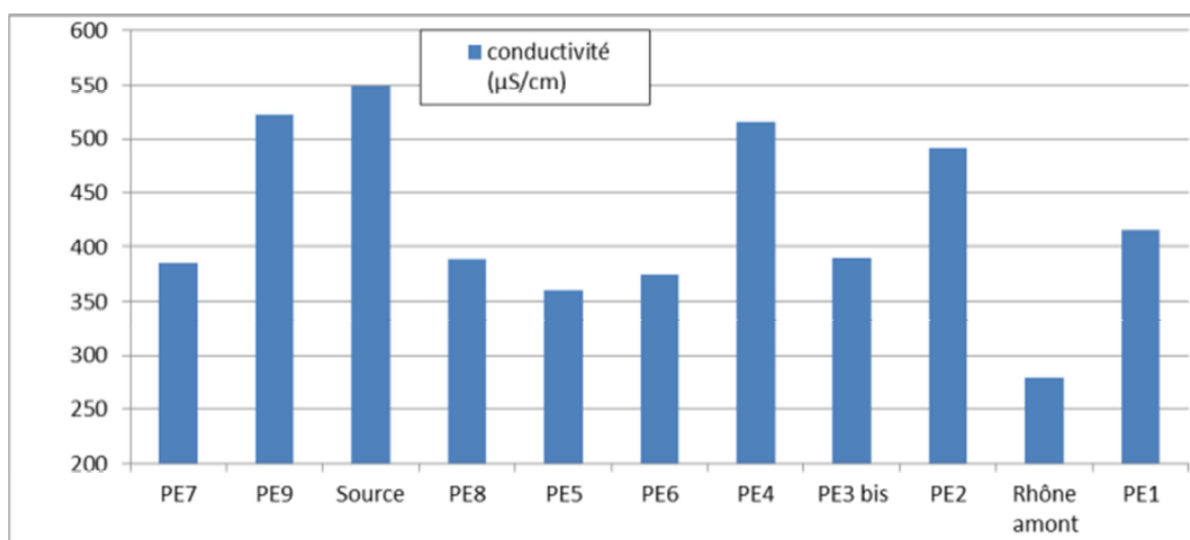


Figure 20. Conductivité des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.

➤ pH

Le secteur d'étude s'intègre dans un contexte calcaire. L'observation de pH neutres à alcalins sont donc prévisibles (Figure 21). Les plans d'eau 4 et 6 sont fortement influencés par l'activité photosynthétique (pH > 9).

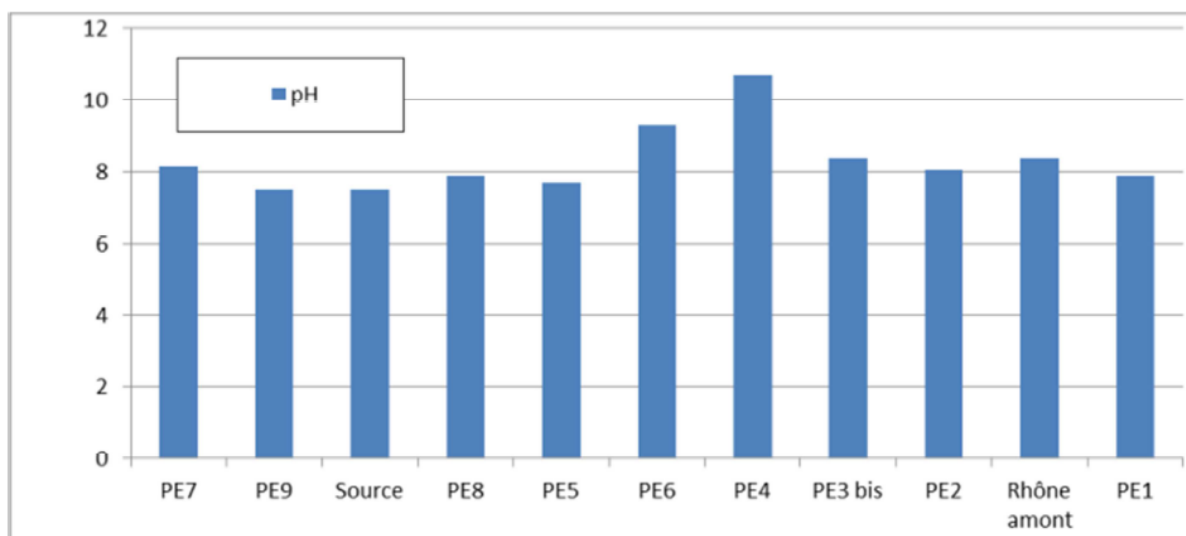


Figure 21. pH des plans d'eau et du Rhône – CNR, 09/09.2015.

➤ Profils verticaux

L'analyse de l'évolution des paramètres physico-chimiques sur l'ensemble de la colonne d'eau permet de cerner les phénomènes de stratification des plans d'eau en période estivale. Cette stratification peut se traduire par une désoxygénation partielle du plan d'eau, qui à son tour peut engendrer des phénomènes de relargage de nutriments. Seul trois plans d'eau présentent une profondeur suffisante pour réaliser un profil vertical (PE1, PE2 et PE3- Figure 22, Figure 23, Figure 24).

Le PE1 (profondeur maximale mesurée le 9/09/15 : 9.6 m), présente une stratification peu marquée avec une oxycline³ proche de 7.5 m (Figure 22). Seul le dernier mètre présente une concentration en oxygène faible (2.7 mg/l). La température est assez stable, la conductivité enregistre une hausse légère à proximité du fond.

³ Oxycline : Zone de séparation entre l'eau contenant de l'oxygène dissous (condition oxygène – processus aérobie) et la zone dont l'oxygène est absent (condition anoxique – processus anaérobie).

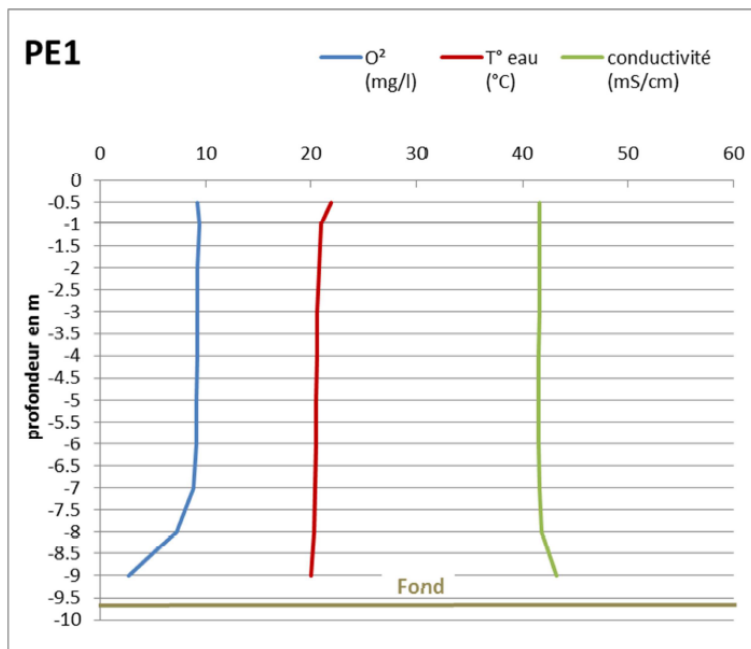


Figure 22. Profil physico-chimique du PE1– CNR, 09/09.2015.

Le PE2 (profondeur maximale mesurée le 9/09/15 : 8.6m) présente une stratification très marquée (Figure 23). Dès 4 m, la température et l'oxygène commence à chuter tandis que la conductivité augmente. A partir de 6.5 m l'oxygène tombe en deçà de 3 mg/l puis devient quasi nul près du fond.

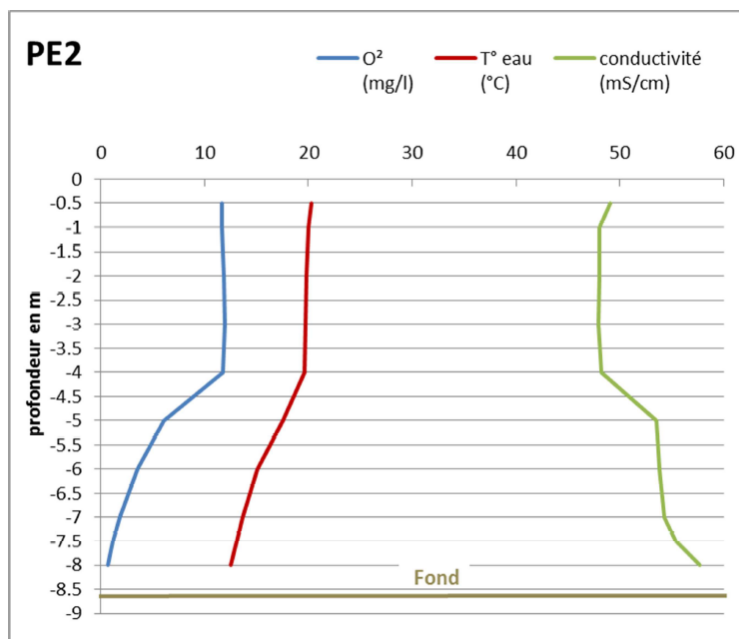


Figure 23. Profil physico-chimique du PE2– CNR, 09/09.2015.

Le PE3 (profondeur maximale mesurée le 9/09/15 : 8.4 m) présente un profil similaire au PE2 (Figure 24). En effet, la diminution de la concentration en oxygène apparait dès 4 m, de même que l'augmentation de la conductivité. L'oxygénation tombe sous les 3 mg/l sous 5 m et devient quasi nulle vers 6 m.

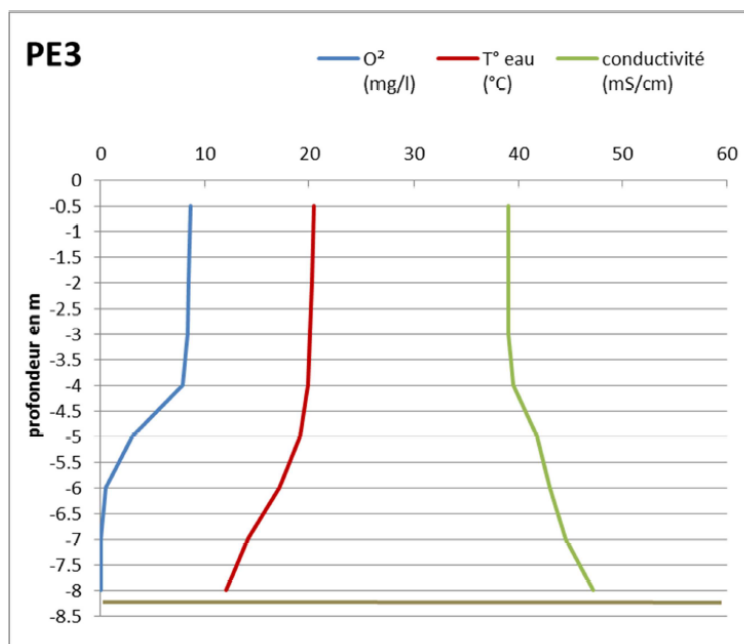


Figure 24. Profil physico-chimique du PE3– CNR, 09/09.2015.

5.3. Résultats des mesures en laboratoire

➤ Hydrogénocarbonates (HCO_3^-) et sulfates (SO_4^{2-})

Les hydrogénocarbonates et les sulfates donnent une indication sur l'origine des eaux, via les substrats traversés influençant les concentrations (nappe alluviale ou eau de surface). Les concentrations en hydrogénocarbonates font ressortir trois groupes de plans d'eau sur l'Etournel (Figure 25):

- PE2 / PE3
- PE7 / PE8
- PE4 / PE6

Les analyses en sulfates confirment la différenciation des plans d'eau 7 et 8 (influence direct des déversements des eaux du Rhône). Les plans d'eau PE2, PE3 et PE4 sont assez groupés, seul le PE6 se détache nettement. Des campagnes supplémentaires sur les plans d'eau, en situations hydrologiques variées, ainsi que des analyses physico-chimiques dans les piézomètres et le Rhône permettraient de mieux qualifier l'alimentation de chaque plan d'eau.

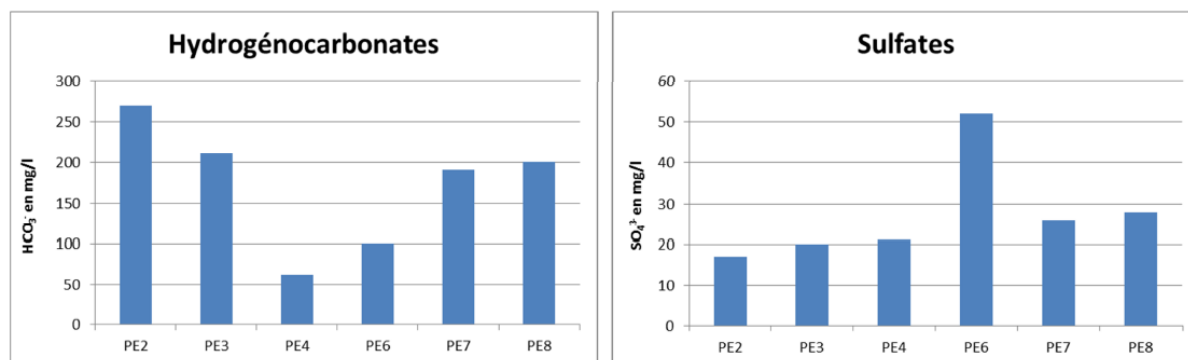


Figure 25. Concentration en hydrogénocarbonates et sulfates des plans d'eau.

➤ Nutriments et production primaire

Les concentrations en azote et phosphore (Tableau 1 Tableau 2) ainsi que les concentrations en chlorophylle totale (Figure 26) font ressortir l'enrichissement important du PE4 qui reçoit le rejet de la STEP de Pougny et son influence sur le PE6 situé à proximité. Les teneurs en éléments phosphorés y sont très importantes et entraînent des phénomènes d'eutrophisation importants. Dans une moindre mesure, les PE3 et PE8 présentent également des traces de phosphates. Les résultats sur les autres plans d'eau présentent des concentrations inférieures aux seuils de détection des laboratoires.

Les PE4 et PE6 répondent à la forte charge en phosphates par des développements de phytoplancton très importants. Ce bloom algal est le signe d'un dérèglement majeur des plans d'eau, surtout le PE4 et de phénomènes d'eutrophisation avancés. La forte teneur en phéopigments traduit une surabondance de matière planctonique morte, soustraite à la chaîne alimentaire et donc d'un déséquilibre supplémentaire pouvant conduire à une crise d'anoxie (dégradation microbienne de cette matière, processus consommant de l'oxygène). Les autres plans d'eau présentent des concentrations bien plus faibles, en relation avec les concentrations en phosphates. Pour les PE7 et PE8 cette présence de phytoplancton est probablement due à la connexion intermittente avec le fleuve.

Tableau 1. Concentrations des différentes formes de l'azote dans les plans d'eau.

Paramètre	Unité	PE2	PE3	PE4	PE6	PE7	PE8
Nitrates	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nitrites	mg/l	<0.05	<0.05	<0.5	<0.05	0.09	<0.05
Ammonium	mg/l	<0.1	<0.1	0.2	0.4	<0.1	<0.1
Azote Kjeldahl	mg/l	<5	<5	6.6	11	<5	<5

Tableau 2. Concentrations des différentes formes du phosphore dans les plans d'eau.

Paramètre	Unité	PE2	PE3	PE4	PE6	PE7	PE8
Orthophosphate	mg/l	<0.04	0.04	0.39	0.14	<0.04	0.06
Phosphore	µg/l	<30	<30	160	93	<30	<30

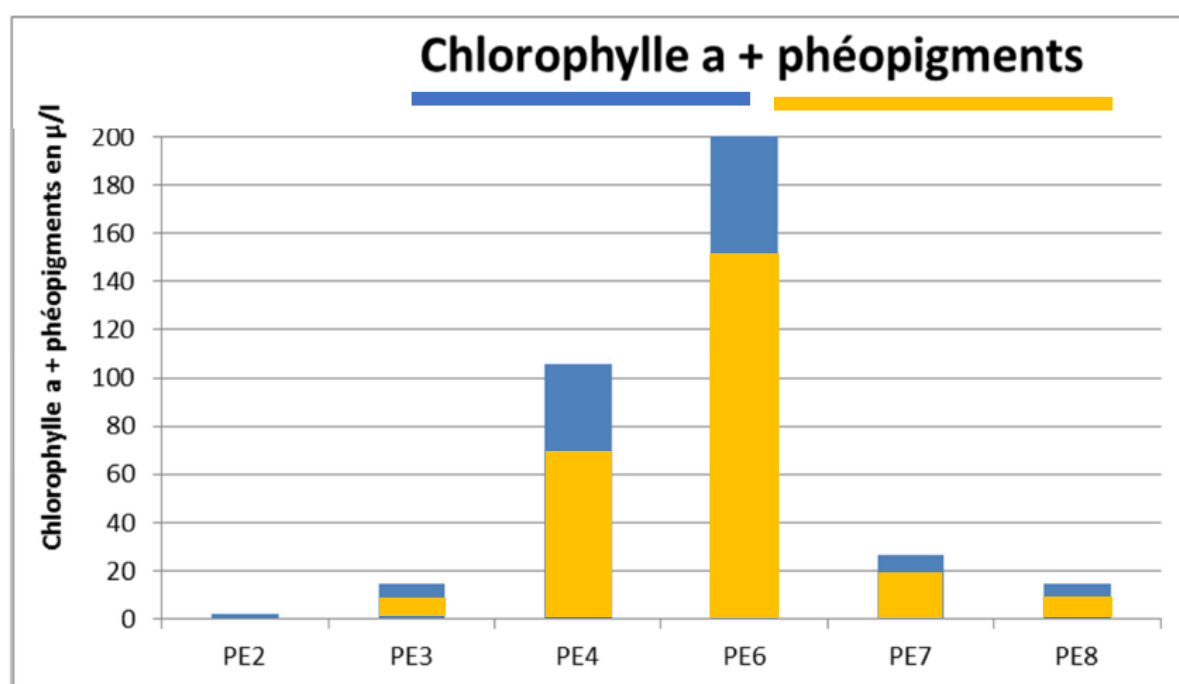


Figure 26. Concentrations en chlorophylle a (matière vivante) et phéopigment (matière morte) (chl tot).

➤ Pesticides et autres polluants (métaux et HAP)

Aucune trace de pesticide n'est relevée sur les six plans d'eau étudiés. Aucune trace d'hydrocarbure n'a été relevée dans les échantillons. En ce qui concerne les métaux, seul de très légères traces d'arsenic sont présentes sur les PE4 et PE6. Elles sont probablement dues au rejet de la STEP de Pougny, bien que l'Arsenic soit plus fréquemment associé à des activités industrielles ou issues de certains pesticides.

5.4.Conclusions

Les plans d'eau de l'Etournel présentent une forte **diversité de situations physico-chimiques et trophiques**. Cette diversité est issue **d'apports différents** (eau de surface, nappe alluviale, rejet) dont le détail et la part de chacun ne peuvent être cernés complètement sur une seule campagne de mesures et d'analyses.

Ces données permettent de mettre en évidence :

- Une **eutrophisation importante du PE4 et son influence sur le PE6**.
- Une **hétérogénéité physique qui favorise le développement de communautés végétales diversifiées** adaptées à chaque contexte trophique.
- Une **absence de micropolluant organique ou minéraux**.

Cet ensemble de plans d'eau présente un fonctionnement physico-chimique globalement satisfaisant et apte à accueillir des biocénoses diversifiées.

6. Milieux naturels⁴

6.1. Zonages réglementaires et d'inventaires

Le secteur de l'Etournel présente une grande **richesse floristique et faunistique, malgré son artificialisation au cours du temps** (aménagement du Rhône, exploitation des gravières en rive droite). Cet intérêt est reconnu par la désignation du site au travers de plusieurs zonages réglementaires et d'inventaires :

- Sites Natura 2000 :
 - Zone Spéciale de Conservation (ZSC) n° FR8201650 : Etournel et Défilé de l'Ecluse.
 - Zone de Protection Spéciale (ZPS) n° FR8212001 : Etournel et Défilé de l'Ecluse.
- Arrêté interpréfectoral de Protection de Biotope (AIPB) : L'Etournel.
- Zones Naturel d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique :
 - ZNIEFF I n° 01060017 : L'Etournel.
 - ZNIEFF II n°0106 : Ensemble formé par la Haute Chaîne du Jura, le Défilé de Fort l'Ecluse, l'Etournel et la Vuache.
- Site inclus dans le périmètre du Parc Naturel du Haut-Jura.
- Espaces Naturel Sensible : Marais de l'Etournel.
- Réserve Naturelle de Chasse.
- Zones de Conservation pour les oiseaux n°RA14 : La Haute Chaîne du Jura, Défilé de l'Ecluse, Etournel et Mont Vuache.

L'ensemble de ces zonages met en avant la richesse du site et traduit également sa sensibilité vis-à-vis d'aménagements futurs. Aussi, en cas de travaux ou aménagements au sein du secteur de l'Etournel, une étude d'incidence environnementale devra être menée au titre de Natura 2000. Cette dernière devra intégrer l'ensemble des enjeux relatifs aux zonages réglementaires et d'inventaires de ce secteur. Rappelons que le Parc Naturel Régional du Haut Jura (PNRHJ) est le gestionnaire des sites Natura 2000 de l'Etournel et du Défilé de l'Ecluse (FR8201650 et FR8212001). Leur implication dans les projets d'aménagements serait importante pour le bon déroulement de la procédure.

L'Arrêté du 17 octobre 2008 portant désignation du site Natura 2000 précise les habitats naturels et espèces justifiant cette désignation.

Voici un extrait des habitats d'intérêt communautaire relevés :

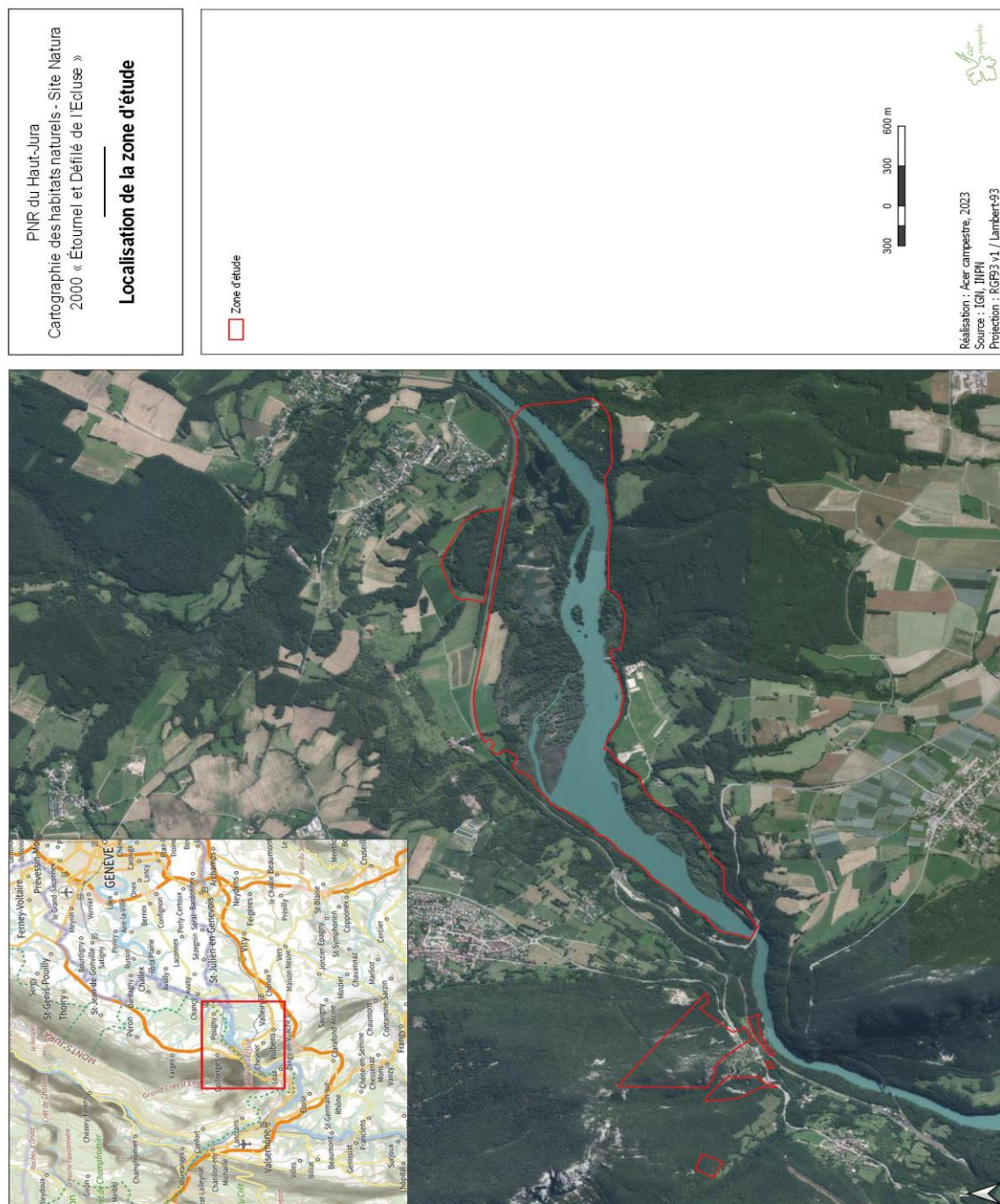
- **3130** - Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea
- **3140** - Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à Chara spp.
- **3150** - Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition
- **6410** - Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*)
- **9160** - Boisements de frêne élevé (*Fraxinus excelsior*) et de chêne pédonculé (*Quercus robur*) des sols frais
- **91E0** - Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) *
- **91F0** - Forêts mixtes à *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* ou *Fraxinus angustifolia*, riveraines des grands fleuves (*Ulmion minoris*)

⁴ extraits de l'étude du bureau Acer campestre (2023).

6.2.Méthodologie de cartographie de la végétation

L'ensemble des formations végétales présentes dans le périmètre d'étude a été cartographié selon les **recommandations du guide méthodologique national** rédigé par la fédération des Conservatoires botaniques nationaux (FCBN) et le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) pour la « **cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000** » (CLAIR M., 2006).

La cartographie des habitats sur ce site Nature 2000 a été réalisée au 1/5 000^e par Acer campestre, soutenue par le CBNA (non présentée ici).



6.3.HIC -Milieux naturels / Sélection pour le cours COMA

➤ Gazon de petites annuelles éphémères – *Nanocyperion* Gpe

HIC : 3130 - Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea

GAZON DE PETITES ANNUELLES ÉPHÉMÈRES	
Milieu Delarze	2.5.1 <i>Nanocyperion</i> Gpe
HIC Natura 2000	3130 - Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea
Syntaxon phytosociologique	ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII Br.-Bl. et Tüxen ex V. West., Dijk et Passchier 1946 <i>Nanocyperetalia flavescens</i> Klika 1935 <i>Nanocyperion flavescens</i>
CORINE biotopes	22.32 –Gazons amphibies annuels septentrionaux
EUNIS	C3.51 – Gazons ras eurosibériens à espèces annuelles amphibies
Statut	Habitat d'intérêt communautaire
Photographie	
 	
Milieu à l'Étournel	<i>Cyperus fuscus</i>
 	
<i>Cyperus flavescens</i>	<i>Juncus bufonius</i>



Centaurium pulchellum



Gnaphalium uliginosum

Surface cartographiée à l'Etournel

0,498 ha

Caractères diagnostiques de l'alliance(extrait phytosuisse)

Physionomie et écologie

Gpts pionniers hygrophiles à méso-hygrophiles d'herbacées annuelles thérophytiques, à cycle de vie très court (4-6 semaines maximum), formant un gazon plus ou moins dense, caractérisés par *Cyperus spp.*, *Juncus bufonius*, *Gnaphalium spp.* ;

- des mares et bordures d'étangs, des fossés et des champs argileux, ordmt ensoleillés, soumis à des variations de niveau et à des assèchements estivaux plus ou moins rapides ;
- sur sols humides à mouillés, argileux à sableux, voire tourbeux, voire polygonaux, ordmt pauvres en nutriments.

Grâce à une banque de graines capable de survivre plusieurs décennies dans le sol, ces unités sont parfaitement adaptées à un régime d'assèchement irrégulier.

Etage plan.-mont.

Cortège floristique

Cyperus flavescens, *C. fuscus*, *Carex viridula*, *Centaurium pulchellum*, *Gnaphalium uliginosum*, *G. luteo-album*, *Juncus bufonius*, *Blackstonia perfoliata*, *Isolepis setacea*, *Lythrum portula*, *Lindernia procumbens*, *Riccia cavernosa* (cf excursion vallée de l'Orbe-lac de Joux)

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat à l'Etournel

Cet habitat n'est que peu caractéristique dans sa configuration sur le site du fait, soit d'une surface peu importante, soit d'une trop forte imbrication avec d'autres habitats. Les cortèges observés ne montrent pas un optimum de diversité d'où une détermination de l'habitat à l'alliance

Intérêt patrimonial

Gazons rares occupant toujours de faible superficie mais hébergeant plusieurs espèces protégées ou en forte régression et menacées de disparition.

Europe : Cette formation est un « habitat d'intérêt communautaire » au titre de la Directive.

France : Il est « Vulnérable » sur la liste rouge régionale car très rare et en régression.

Suisse : Milieu prioritaire, « en danger d'extinction »

Menaces

Locale : Assèchement du milieu (lié à la baisse des précipitations et à une dynamique alluvial dégradé) et fermeture (par le Phragmites)

Globale : Localisées et naturellement rares du fait d'exigences écologiques particulières, raréfaction avec l'altération des zones humides et leur eutrophisation.

Dynamique de la végétation

Végétation assez stable tant que l'alternance du cycle immersion/émersion n'est pas rompu. Une végétation de cariçaie ou de roselière peut prendre le dessus en cas de perturbation de ce cycle. La gestion de mares et étangs avec des marnages estivaux progressifs favorise la conservation des gazons du *Nanocyperion*.

Répartition dans le site

Deux zones de cet habitat sont présentes au sein du site en rive droite. L'une, très petite, est située au milieu d'une prairie paratourbeuse tandis que l'autre, d'une grande surface, en bordure du plan d'eau N°7.

➤ Eau à végétation immergée non vasculaire – *Charion Gpe*

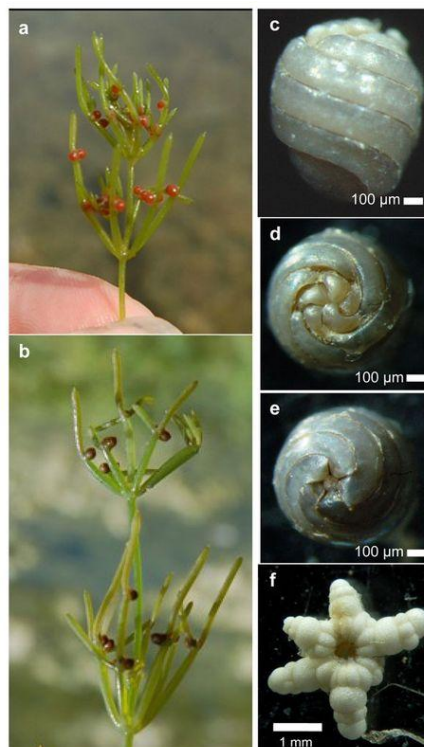
HERBIERS DU CHARION FRAGILIS

Milieu Delarze	1.1.1 Charion
HIC Natura 2000	3140 - Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à characées
Habitat élémentaire des cahiers d'habitats	3140-1 Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques
Syntaxon phytosociologique	<i>CHARETEA Fukarek ex Krausch 1964</i> <i>Charetalia Sauer ex Krausch 1964</i> <i>Charion fragilis</i> Krausch 1964 (= <i>Charion globularis</i>) <i>Charetum intermediae</i> Melzer 1977 <i>Nitellopsietum obtusae</i> Damska 1961
CORINE biotopes	22.44 Tapis immergés de Characées
EUNIS	C1.25 Tapis immergés de Charophytes des plans d'eau mésotrophes
Statut	Habitat d'intérêt communautaire

Photographie



Chara intermedia



Nitellopsis obtusa

Surface cartographiée	0,780 ha
------------------------------	----------

Caractères diagnostiques de l'alliance (extrait phytosuisse)

Physionomie et écologie

Gpts plus ou moins haut ((0,05) 0.1 < h < 1,5 (2) m), formant parfois de grosses masses (Magnocharetum) ; en eaux stagnantes permanentes (profondeurs lacustres et étangs profonds de 1 à 15 m à niveau peu fluctuant), neutres à basiques (pH = 6,9-8,5), moyennement à très riches en calcium (Ca = 30-580 mg/l) ; sur substrat fréquemment argileux, parfois sableux ou limono-sableux, plus ou moins riches en matière organique. Etages plan.-subalp.

Cortège floristique

Le **Charion globularis** est caractérisé par *Chara hispida*, *Chara intermedia* (présent à l'étang 1 à l'Etournel), *Chara tomentosa*, *Chara globularis*, *Chara strigosa*, *Chara contraria* et *Nitellopsis obtusa* ; présence possible d'herbiers de *Tolypella glomerata* (*Charion vulgaris*) ou de *Nitella opaca* (Nitellion syncarpo-tenuissimae) dans les eaux proches de la neutralité voire de quelques potamots à larges feuilles (*Potamogeton lucens*, *P. crispus*, *P. natans*) et de *Myriophyllum* spp.

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat à l'Etournel

Cet habitat est bien caractérisé sur le site avec la présence en densité de *Chara intermedia*, souvent en mosaïque avec des herbiers à Utriculaire. La majeure partie de cet herbier est dans un état « favorable », seule une petite partie est dégradée.

L'herbier composé de *Nitellopsis obtusa* (0,0025 ha) est dans un état de conservation « favorable » au sein du site. Il est souvent en mosaïque avec des herbiers d'utriculaire ou de myriophylle.

Intérêt patrimonial

Europe : Cette formation est un « habitat d'intérêt communautaire » au titre de la Directive.

France : Elle ne possède pas de statut sur la liste rouge régionale mais elle est rare dans la région.

Suisse : Le Charion est un milieu prioritaire, en danger d'extinction.

Statut CH : *Chara intermedia* (EN) ; *Nitellopsis obtusa* (NT) (passera prochainement en LC car en expansion)

Menaces

Locale : L'eutrophisation et l'envasement des plans d'eau où cet habitat pionnier se développe pourrait entraîner sa disparition.

Globale : Végétation très sensible aux modifications trophiques et de la transparence de l'eau, induites par les activités humaines (intensification piscicoles, pollution agricole) ainsi qu'à l'introduction d'espèce exotiques.

Dynamique de la végétation

Cette végétation aquatique pionnière peut disparaître du fait de l'eutrophisation des plans d'eau ou par la colonisation de groupements d'hydrophytes vasculaires.

Ou au contraire être favorisée par un désenvasement ou un curage modéré des étangs, la création d'étangs et l'exploitation /réhabilitation de gravières.

Répartition dans le site

L'herbier à *Chara intermedia* n'est détecté que dans le plan d'eau N°1⁵, situé le plus à l'est du site d'étude en rive droite.

L'herbier à *Nitellopsis obtusa* est présent dans deux grands plans d'eau à l'est du site en rive droite (plans d'eau n°3 et n°7).

⁵ Cette espèce avait déjà été recensée dans ce plans d'eau dans les années 80 par Dominique Auderset Joye dans la cadre de son travail de thèse (Auderset Joye, 1992). L'étang n°1 abritait aussi en 2012 des herbiers de *Nitella tenuissima* (voir https://www.infoflora.ch/fr/milieus/phytosuisse/l.1.1.2.3-nitelletum_syncarpae-tenuissimae.html - une photo des herbiers prise en 2009 illustre cette association). Elle n'a pas été vue par les botanistes d'Acer campestre en 2023.

➤ Eau à végétation herbier de Potamots – *Potamion* gpe

HERBIERS ENRACINES IMMERGES DES EAUX MESOTROPHES A EUTROPHES, A POTAMOTS (*POTAMOGETON* SPP.), MYRIOPHYLLES (*MYRIOPHYLLUM* SPP.) ET ELODEES (*ELODEA* SPP.)

Milieu Delarze	1.1.2. Potamion
HIC Natura 2000	3150 - Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition
Habitat élémentaire des cahiers d'habitats	3150-1 - Plans d'eau eutrophes avec végétation enracinée avec ou sans feuilles flottantes
Syntaxon phytosociologique	<i>POTAMETEA PECTINATI</i> Tx. et Preising ex Oberd. 1957 <i>Magnopotametalia</i> den Hartog et Segal 1964 <i>Potamion pectinati</i> Koch ex Görs in Oberd. 1977 <i>Parvopotametalia</i> den Hartog et Segal 1964 <i>Parvopotamion</i> Vollmar 1947
CORINE biotopes	22.42 Végétations enracinées immergées
EUNIS	C1.33 Végétations immergées enracinées des plans d'eau eutrophes
Statut	Habitat d'intérêt communautaire

Photographie



Myriophyllum spicatum



Myriophyllum verticillatum



Potamogeton pectinatus

Surface cartographiée

3,83 ha

Caractères diagnostiques des alliances (extrait phytosuisse)

Physionomie et écologie

Ces herbiers enracinés et strictement aquatiques se composent d'hydrophytes aux feuilles très fines à assez larges, développées en majorité sous la surface de l'eau et qui constituent typiquement des nappes assez denses, où seuls les épis floraux affleurent en surface de l'eau ou émergent un peu au-dessus. Ils se développent au printemps et en été, puis régressent et peuvent disparaître en hiver.

Potamion pectinati :

Gpts méso- à eutrophiles, à feuilles ordmt toutes submergées, ordmt pérennes, caractérisés par de grands potamots (h = 2-5 m), par les myriophylles en eaux moyennement profondes ($1 < p < 5$ m), et par les naïades ou la zannichellie en eaux peu profondes ($0,3 < p < 2$ (3) m) ; unités des beines lacustres et autres grands plans d'eau suffisamment profonds pour ne pas s'assécher, aux eaux agitées par le vent, légèrement courantes ou calmes, mésotrophes à hypertrophes, neutres à basiques (pH = 7-9). Etages plan.-mont.

Parvopotamion :

Gpts submergés caractérisés par *Potamogeton crispus* en eaux permanentes, par *P. berchtoldii* et *P. trichoides* dans les zones d'atterrissement susceptibles de s'exonder en automne; unités occupant toute la tranche d'eau ($0,1 < p < 2,5$ m) au feuillage disparaissant ordmt en hiver, des secteurs perturbés et s'échauffant rapidement (bordures de beines lacustres, gravières en phase d'atterrissement, étangs, mares, fossés) ; les végétaux présentent une croissance rapide du fait de la variabilité des conditions hydrologiques (assèchements, vagues ou courants faibles) et du réchauffement rapide des eaux ; en eaux (oligo-) méso- à hypertrophes, neutres à basiques (pH = 6-8) ; sur substrat sableux à argileux, voire tourbeux, minéral ou organique. Etages plan.-mont. (subalp. inf.).

Cortège floristique

Potamion pectinati : *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Najas marina*, *N. minor* ou *Zannichelia palustris*.

Présence régulière de characées (*Chara contraria*, *C. globularis*) et de *Ranunculus circinatus*

Parvopotamion : *Potamogeton crispus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*

Présence régulière de lemnacées.

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat

La majorité des stations sont dans une typicité notée « favorable ». Des stations sont notées « défavorable inadéquat » du fait de la présence d'espèces exotiques envahissantes ou parce qu'elles sont mono-spécifiques. Cette végétation est dominée par le Myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*) en condition pionnière (substrat sablo-limoneux) mais elle peut être aussi dominée par le Myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum*) en condition d'atterrissement (substrat vaseux).

Intérêt patrimonial

L'intérêt patrimonial de cet habitat est modéré car il n'est ne présente pas d'enjeu particulier en dehors de son statut d'intérêt communautaire.

Menaces

Peu de menaces à part la présence d'espèces exotiques envahissantes pouvant modifier structurellement l'habitat. L'eutrophisation des eaux aura également tendance à favoriser le Myriophylle en épis ou le Potamot de Suisse (*Potamogeton pectinatus*) et à réduire la diversité des herbiers.

Statut milieux CH Potamion : VU

Dynamique de la végétation

Dynamique semblant stable voire progressive en colonisant les zones sans végétations et les herbiers plus oligotrophes de Characées.

Répartition dans le site

Cet habitat est présent dans la majorité des plans d'eau du site sauf les numéros 1 et 4.

➤ Eau à végétation flottante libre – *Lemnion gpe*

VOILES AQUATIQUES DE LEMNACEES ET RICCIACEES DES EAUX DOUCES STAGNANTES A TRES LENTES

Milieu Delarze	1.1.3 Lemnion
HIC Natura 2000	3150 - Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition
Habitat élémentaire des cahiers d'habitats	3150-3 - Plans d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres flottant à la surface de l'eau
Syntaxon phytosociologique	LEMNETEA MINORIS Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 <i>Lemnetalia minoris</i> Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 <i>Lemnion minoris</i> Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 <i>Lemnion trisulcae</i> den Hartog et Segal 1964
CORINE biotopes	22.411 - Couvertures de lemnacées
EUNIS	C1.221 - Couvertures de lentilles d'eau
Statut	Habitat d'intérêt communautaire

Photographie



Lemna minor et *Spirodela polyrhiza* (*Lemnion minoris*)



Lemna trisulca, *Lemna minor* et *Riccia fluitans* (*Lemnion trisulcae*)

Surface cartographiée	0,13 ha
------------------------------	---------

Caractères diagnostiques des 2 alliances

Physionomie et écologie

Composées de petites plantes aquatiques à caractère annuel, flottant en surface ou « nageant » entre deux eaux à faible profondeur et non enracinées ou fixées au substrat, ces communautés végétales pauci et souvent mono-spécifiques, associent rarement plus de trois espèces. Bien

qu'habituellement constituées d'un limbe elliptique en forme de plateau de très petite taille, mesurant souvent moins de 1,5 cm, la plupart de ces pleustophytes peuvent recouvrir en été la totalité de la surface de certaines pièces d'eau calme, en raison de leur multiplication végétative importante. De développement saisonnier fugace, elles passent l'hiver sous formes d'hibernacles, en dormance au fond de l'eau. Ces communautés aquatiques thermophiles de basse altitude colonisent les eaux stagnantes de faible profondeur, souvent moins de 1 m, et plus rarement faiblement courantes où la dérive les cantonne dans des anses abritées, en arrière d'obstacles ou dans des roselières palustres claires. Selon la richesse en nutriments, notamment en phosphore, différentes communautés se remplacent. Celles des eaux les plus riches (eaux eutrophes à hyper-eutrophes) se rapportent au *Lemnion minoris* et celles des eaux oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, plus fraîches au *Lemnion trisulcae*.

Cortège floristique

Cortège de taxons diagnostiques de l'habitat : *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Riccia fluitans*

Cortège de taxons fréquents de l'habitat : *Azolla filiculoides*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minuta*, *Wolffia arrhiza*

Cortège de taxons dominants de l'habitat : *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Spirodela polyrhiza*

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat à l'Étournal

Les stations de cet habitat sont dans un état de conservation « inadéquat défavorable » du fait de la présence de l'Elodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*) en densité très forte venant affleurer la lame d'eau.

Intérêt patrimonial

Cet habitat, ubiquiste et tolérant à l'eutrophisation des eaux, est courant et n'est pas en danger dans la région. Son intérêt patrimonial est assez faible malgré le fait que ce soit un habitat d'intérêt communautaire.

Menaces

Espèces exotiques envahissantes, atterrissement.

Dynamique de la végétation

Sur le moyen terme, cette végétation est stable. Elle pourrait régresser sur le long terme avec l'atterrissement du plan d'eau où elle se développe.

Répartition dans le site

Cet herbier aquatique n'est présent que dans le plan d'eau N°6.

➤ Prairies humides oligo-gomésotrophes à Molinie – Molinion

PRAIRIES HUMIDES MEDIO-EUROPÉENNES DES SOLS PARATOURBEUX BASIQUES ET OLIGOTROPHES

Milieu Delarze	2.3.1 Molinion
HIC Natura 200	6410 - Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinia caerulea</i>)
Syntaxon phytosociologique	<i>MOLINIO-ARRHENATHERETEA</i> Tx. 1937 <i>Molinieta lia caeruleae</i> Koch 1926 <i>Molinia caerulea</i> Koch 1926
CORINE biotopes	37.311 - Prairies calcaires à Molinie
EUNIS	E3.41 - Prairies à <i>Molinia caerulea</i> et communautés apparentées
Statut	Habitat d'intérêt communautaire

Photographie



Carex hostiana



Molinia caerulea



Carex panicea



© K. Lauber - Flora Helvetica - Haupt Verlag

Sanguisorba officinalis



© K. Lauber - Flora Helvetica - Haupt Verlag

Succisa pratensis



Gentiana pneumonanthe



Gladiolus pascuistris



© K. Lauber - Flora Helvetica - Haupt Verlag

Inula salicina

Surface cartographiée	1,324 ha
------------------------------	----------

Caractères diagnostiques de l'habitat

Physionomie et écologie

Cette prairie haute et dense, de couleur vert-bleu en été, orangé à l'automne et jaune paille en hiver, est habituellement dominée par ***Molinia caerulea***. La moliniaie basiphile accueille également la floraison de plantes vivement colorées (***Gladiolus palustris***, ***Gentiana pneumonanthe***, ***Iris sibirica***, orchidées...), associées à des cypéracées plus basses. Par abandon de la fauche et du pâturage extensif, le tapis herbacé s'appauvrit en espèces et tend à se déstructurer, car ***Molinia caerulea*** développe alors des touradons qui deviennent importants et alternent avec des creux inondés recouverts par la litière de feuilles sèches et pratiquement dépourvus de végétation. Distribuée surtout à basse et moyenne altitudes, cette prairie occupe des sols alcalins, semi tourbeux ou minéraux avec une modeste accumulation organique superficielle. Ceux-ci sont pauvres en nutriments, notamment en azote et surtout en phosphore. L'alternance d'une période froide inondée et d'une période estivale, où la nappe phréatique s'abaisse fortement, caractérise les conditions hydriques de la moliniaie. Cette prairie se rencontre en ceinture externe de tourbière ou de lac, dans les marais tourbeux de plaine et les fonds de vallées humides souvent parcourues de ruisseaux. Plus ponctuellement, elle se développe sur des pentes suintantes marneuses ou tufeuses.

Cortège floristique

Cortège de taxons diagnostiques de l'habitat : *Carex hostiana*, *Carex tomentosa*, *Epipactis palustris*, *Festuca trichophylla*, *Galium boreale*, *Gentiana pneumonanthe*, *Gladiolus palustris*, *Inula salicina*, *Iris sibirica*, *Molinia caerulea*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Swertia perennis*

Cortège de taxons fréquents de l'habitat : *Betonica officinalis*, *Briza media*, *Carex flacca*, *Cirsium tuberosum*, *Galium uliginosum*, *Genista tinctoria*, *Inula helvetica*, *Juncus subnodulosus*, *Laserpitium prutenicum*, *Lotus maritimus*, *Oenanthe lachenalii*, *Potentilla erecta*, *Selinum carvifolia*, *Silaum silaus*, *Trollius europaeus*, *Valeriana dioica*

Cortège de taxons dominants de l'habitat : *Carex hostiana*, *Carex panicea*, *Inula salicina*, *Molinia caerulea*, *Ophioglossum vulgatum*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Succisa pratensis*

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat

Les prairies humides oligotrophes observées sur le site sont ostensiblement dégradées et peu caractéristiques. Sur les quatre stations répertoriées, deux sont dans un état « défavorable inadéquat » et deux dans un état « défavorable mauvais ». Les cortèges relevés présentent en effet un faible nombre d'espèces caractéristiques et une introgression des espèces plus mésophiles à eutrophiles.

Intérêt patrimonial

C'est un habitat à forte valeur patrimonial. Il est d'intérêt communautaire et est classé « Vulnérable » sur la liste rouge régionale du fait d'une très forte régression.

Statut MOLINION CH : EN

Menaces

La plus grande menace qui pèse sur ce milieu est l'envahissement par le Solidage géant, féroce dynamisme. Une perte de typicité a également été observée avec un début d'enfrichement sur certaines zones. L'assèchement généralisé du marais est également une des causes de sa dégradation.

Plus globalement de nombreuses prairie à Molinie ont disparu à la suite de l'intensification agricole (basse altitude) et à l'abandon de terrain peu productif (déprise en montagne)

Dynamique de la végétation

Tant que ces prairies sont fauchées (une fauche tardive), elles resteront dynamiquement stables. Cependant une expansion du Solidage est possible malgré la fauche.

Répartition dans le site

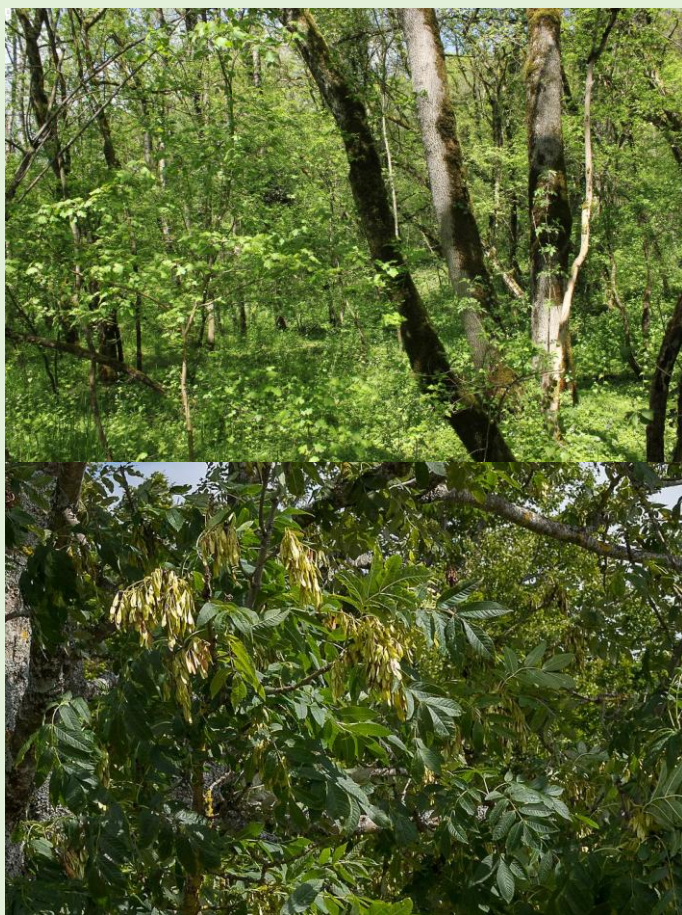
Trois prairies oligotrophes sont situées au nord-ouest du plan d'eau N°9.

➤ Forêts inondables – Frênaie-chênaie – *Fraxino-Quercion*

BOISEMENT DE FRENE ET DE CHENE PEDONCULE DES SOLS FRAIS

Milieu Delarze	6.1.4 Fraxinion (= Fraxino-Quercion)
Habitat élémentaire des cahier d'habitat	9160 - Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies sub-atlantiques et médio-européennes du <i>Carpinion betuli</i>
Syntaxon phytosociologique	QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & J. Vlieger in J. Vlieger 1937 <i>Fraxineta</i> Scamoni et Passarge 1959 <i>Fraxino-Quercion roboris</i> Passarge 1968
CORINE biotopes	41.23 Frênaies-Chênaies subatlantiques à primevère
Statut	-
EUNIS	G1.A13 – Frênaies -Chênaies subatlantique à <i>Primula elatior</i>

Photographie



Fraxinus excelsior



Quercus robur



© K. L. ... Flora ... - Haupt Verlag

Ulmus glabra



Prunus padus



Clematis vitalba



Aegopodium podagraria



Primula elatior

Caractères diagnostiques de l'habitat

Physionomie et écologie

Forêts riveraines hautes ($20 < H < 30$ m), dominées par le frêne et/ou le chêne pédonculé, les plus mûres que l'on puisse observer au niveau des lits majeurs de nos cours d'eau. On les retrouve sur des sols profonds et frais, avec un bon approvisionnement hydrique, grâce à une nappe phréatique peu profonde. Elles sont généralement associées à des forêts à bois tendre (*Salicion albae*) auxquelles elles peuvent succéder dans le temps.

En plaine ou au fond de vallées, au bord des cours d'eau, dans des dépressions et dans les pentes humides ; sur sols fins, frais, profonds, à bonne rétention hydrique, peu acides, riches en nutriments et à forte activité biologique. Etages coll.-mont.

Cortège floristique

Les essences caractéristiques sont les Frênes (*Fraxinus excelsior* et *F. angustifolia*), le Chêne pédonculé (*Quercus robur*), les Ormes (*Ulmus sp.*). Strate arbustive plus ou moins développée, composée d'espèces mésophiles à mésohygrophiles tq *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus laevigata*, *Prunus padus* et présence fréquente de lianes tq *Clematis vitalba* et *Humulus lupulus*. Strate herbacée riche en espèces vernaies, notamment des géophytes, tq *Aegopodium podagraria*, *Allium ursinum*, *Anemone nemorosa*, *Glechoma hederacea*, *Primula elatior*, *Scilla bifolia*.

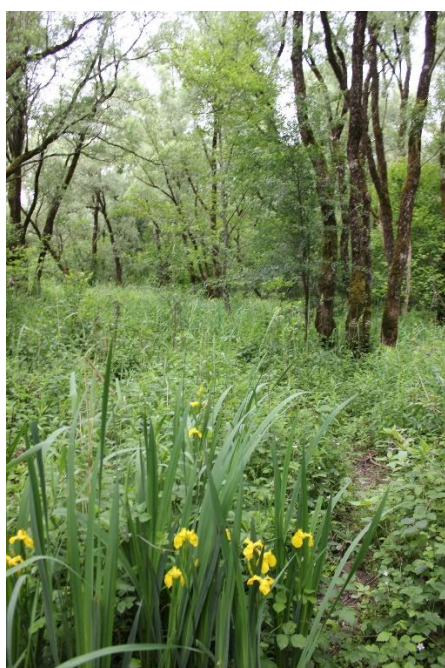
➤ Forêts inondables – Saulaie blanche - *Salicion albae*

SAULAIE FLUVIATILE DE BASSE ALTITUDE A SAULE BLANC	
Milieu Delarze	6.1.2. <i>Salicion albae</i>
HIC Natura 2000	91E0*Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)
Habitat élémentaire des cahiers d'habitats	91E0-1 - Saulaies arborescentes à Saule blanc
Syntaxon phytosociologique	SALICETEA PURPUREAE Moor 1958 <i>Salicetalia albae</i> Müller & Görs 1958 nom. inval. <i>Salicion albae</i> Soó 1930 <i>Salicetum albae</i> Issler 1926
CORINE biotopes	44.13 - Forêts galeries de Saules blancs
Statut	Habitat d'intérêt communautaire prioritaire
EUNIS	G1.11 - Saulaies riveraines

Photographie



Sous-bois dominé par le phalaris



Iris pseudacorus au premier plan



Galium aparine

Surface cartographiée 16,5 ha

Caractères diagnostiques de l'habitat

Physionomie et écologie

Saulaie alluviale inondable soumise aux crues, dominée par des essences à bois tendre Gpt dominé par *Salix alba*, souvent accompagné par *Salix fragilis*, *Populus alba* et *P. nigra*. Strate arbustive est absente ou peu développée. Strate herbacée est pauvre en espèces, parfois luxuriante composée de plantes nitrophiles et d'hygrophiles (*Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Phalaris arundinacea*, *Rubus caesius*), remplacées souvent par des invasives *Solidago spp.*, *Impatiens spp.*, *Reynoutria japonica*. Présent strictement sur les bancs d'alluvions fins régulièrement inondées. Sol sableux ou limoneux, humide en permanence, riche en nutriment, calcaire. Etages coll., submont., 200 à 600 m.

Cortège floristique

Cortège de taxons diagnostiques de l'habitat : *Salix alba* ; *Populus nigra* ; *Lysimachia vulgaris*; *Iris pseudacorus*; *Potentilla reptans*; *Lycopus europaeus*; *Lysimachia nummularia*; *Phalaris arundinacea*; *Lythrum salicaria*; *Solanum dulcamara*; *Salix purpurea*. ; *Salix cinerea*; *Acer negundo*; *Persicaria hydropiper*; *Bidens frondosa*; *Rubus caesius*; *Urtica dioica*; *Convolvulus sepium* Cortège de taxons dominants de l'habitat : *Salix alba*; *Populus nigra*; *Phalaris arundinacea*; *Salix purpurea*; *Acer negundo*; *Reynoutria gr. japonica*

État de conservation

Typicité- caractéristique de l'habitat à l'Etournel

La typicité de cet habitat est assez bonne au sein du site puisque 2/3 des entités sont en état de conservation « favorable », le reste étant majoritairement « défavorable inadéquat » et avec une seule parcelle « défavorable mauvais ». C'est le boisement à bois tendre le plus hygrophile et le plus proche du fleuve avec lequel il a évolué conjointement et est dépendant de sa dynamique fluviale.

Intérêt patrimonial

Europe et France : En plus d'être un habitat d'intérêt communautaire prioritaire, cette saulaie est classée « en danger » sur la liste rouge régionale, cela lui confère une patrimonialité très forte.

En Suisse, la saulaie blanche est en danger d'extinction.

Globalement importance pour le castor, l'avifaune des ripisylves (Pics, Milan noir, Lorient), certains lepidoptères comme le petit mars changeant (*Apatura ilia*- phytophage spécialisé *Salix*, *Populus*, *Alnus*) et pour des coléoptères xylophages dont plusieurs rares (*Cerambycidae* « Capricornes »)).

<i>Menaces</i>
Modification du régime hydrologique, endiguement et correction des cours d'eau, extractions de matériaux, assèchement, espèces exotiques envahissantes. ➔ La plupart des cours d'eau n'offrent plus de possibilité de réinstallation de cette ripisylve.
<i>Dynamique de la végétation</i>
Au cours de la dynamique progressive, la saulaie blanche succède habituellement aux saulaies alluviales arbustives pionnières (<i>Salicion eleagni</i>, <i>Salicion triandrae</i>) et constitue le premier stade vraiment forestier, susceptible d'être rajeuni brutalement lors des crues. Si l'alluvionnement se poursuit avec l'exhaussement des terrasses fluviale ou l'abaissement des aquifères, elle s'enrichit peu à peu en essence à bois dur et cède peu à peu la place à d'autres ripisylves (Saulaies-peupleraies à Peuplier noir-<i>Rubo-Populion nigrae</i>) puis finit par évoluer vers un boisement du <i>Fraxino-Quercion</i>.
<i>Répartition dans le site</i>
C'est une forêt présente au sein des secteurs les plus bas topographiquement et les plus hygrophiles comme les îles et les berges assez basses des rives droites et gauche du Rhône.

7. Bibliographie

- Acer campestre, 2023. Site Natura 2000 « Étournel et Défilé de l'Écluse » FR8201650 (ZSC) et FR8212001 (ZPS)-Cartographie des habitats naturels au titre des cahiers d'habitat Natura 2000. 85 p. + annexes.
- CNR Ingénierie, 2016. Diagnostic du fonctionnement hydro-écologique du secteur de l'Étournel. Direction régional de Belley, 51 p.
- Stefan Eggenberg, Mathias Vust, Raymond Delarze, Yves Gonseth, 2015. Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, 440 p.
- Jean-Charles Villaret, Jérémie Van Es, Thomas Sanz, Gilles Pache, Thomas Legland, Alexis Mikolajczak, Sylvain Abdulhak, Luc Garraud, Brigitte Lambey, 2016. Guide des habitats naturels et semi-naturels des Alpes. Naturalia Publications et Conservatoire botanique national alpin, 640 p.

Site web :

Prunier Patrice, Greulich Fanny, Béguin Claude, Boissezon Aurélie, Delarze Raymond, Hegg Otto, Klötlzi Frank, Pantke Robert, Steffen Julie, Steiger Peter, Vittoz Pascal (2019). Phytosuisse : un référentiel pour les associations végétales de Suisse. V4 <http://www.infoflora.ch/fr/milieux/phytosuisse/> - ISSN 2624-6171.

<https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

<https://lepido.ch/milieu/collineen/forets-alluviales/>