

Interreg 
EUROPEAN UNION

France (Channel
Manche) England

Channel Payments for Ecosystem Services

European Regional Development Fund



Etat des lieux initial

Geographic scope report

Site pilote du Lac au Duc et du bassin-versant
de l'Yvel-Hyvet, Ploërmel, France

Date : 31 décembre 2018

Rédacteurs : Consortium scientifique du site pilote « Lac au Duc » (Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de la Recherche Agronomique, Agrocampus Ouest, Université de Rennes 1, Sara Hernandez Consulting – Coordination : Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust).

Sommaire

Fiche d'identité	1
Présentation du site du Lac au Duc	1
Le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet	1
Milieu physique.....	2
Le Lac au Duc	4
Le contexte réglementaire	5
Historique de la conservation de l'Yvel.....	5
Déclassement de la rivière	6
Contexte socio-économique	7
Activité agricole.....	7
Gestion de la fertilisation.....	9
Protection des cultures	9
Industries	9
Assainissement	10
Tourisme et loisirs.....	10
Analyse des acteurs	11
Gestion de l'eau	12
Acteurs des loisirs, du tourisme et des associations locales	12
Acteurs du monde agricole	13
Collectivités et acteurs du développement territorial	13
Exemple des interactions : le réseau de suivi et modalités de gestion des risques sanitaires	14
Le coût de l'inaction	16
Approche par les mesures mises en place.....	16
Les actions préventives sur le bassin-versant.....	16
Les mesures curatives mises en place sur le lac.....	16
Approche par les dommages environnementaux	17
Perte de bien-être pour les usagers du lac.....	17
Baisse de l'activité ou du chiffre d'affaire pour les structures socio-économiques liées au lac.....	17
Pertes pour la biodiversité et les autres écosystèmes.....	19
Les alternatives au lac	19
L'impact économique de l'action	19
Préconisations d'actions.....	19
Supprimer les apports minéraux.....	20
Atteindre une fertilisation équilibrée en P	20
Pratiques culturelles.....	21
Perceptions des agriculteurs.....	24
Enquête auprès des agriculteurs – 2010.....	24
Enquête auprès des agriculteurs – 2018.....	24
La valeur des services auprès des usagers.....	26
Enquête auprès des usagers du lac - 2018.....	26
Liste des abréviations	31
Liste des figures	32
Références bibliographiques	33

Fiche d'identité

Bassin Versant de l'Yvel-Hyvet

Communes concernées : 22
Départements concernés : Morbihan, Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine
Source : Saint-Vran
Population : 21 300 habitants
Surface totale : 37 328 ha
Surface agricole utile (SAU) : 26 183 ha
Nombre d'exploitations agricoles en 2014 : 382
Linéaire de cours d'eau : 380 km

Lac au Duc

Superficie : 250 ha
Volume : 3,5 millions de m³
Affluents : l'Yvel ; les ruisseaux du Moulin du Miny, des Vieux Prés, de Saint-Jean.
Usages : captage d'eau potable, loisirs récréatifs et tourisme (pêche, activités nautiques, etc.)
Propriétaires : Eau du Morbihan, Ploërmel Communauté
Communes : Loyat, Taupont et Ploërmel

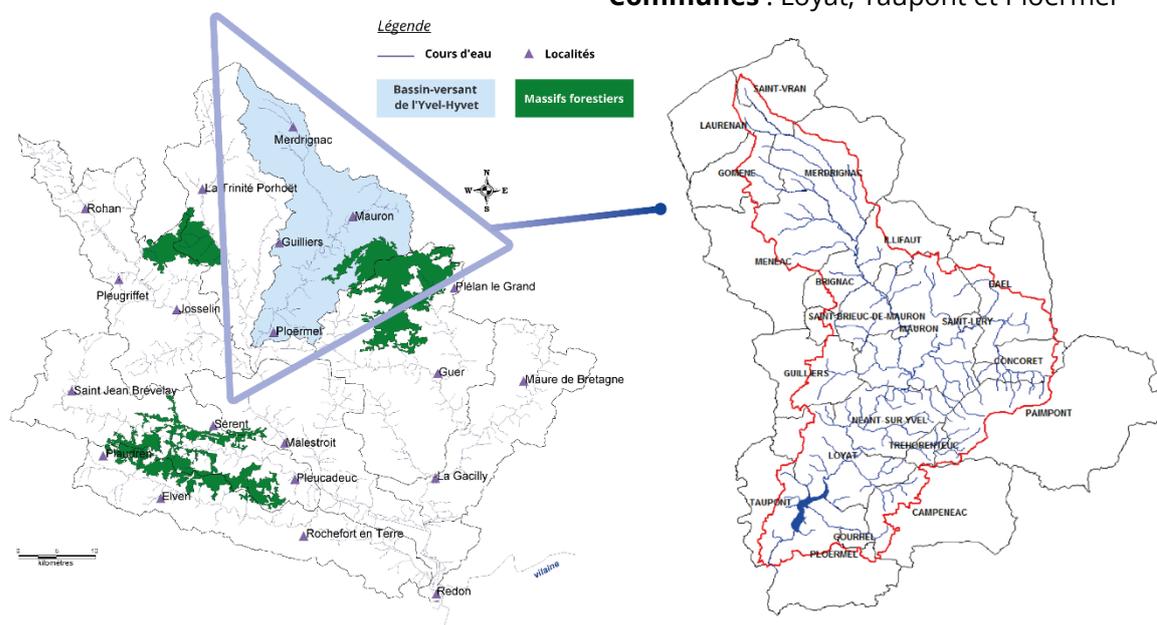


Figure 1 Localisation du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet au sein du Grand Bassin de l'Oust et délimitation du BV et des communes (source : SMGBO)

Présentation du site du Lac au Duc

Le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet

La rivière Yvel, affluent de l'Oust, est également appelée Hyvet dans sa partie costarmoricaine. L'Yvel prend sa source à Saint-Vran dans le pays du Mené. Elle passe en bordure ouest du pays de Brocéliande vers Maunon et forme le Lac au Duc de Ploërmel, réserve d'eau potable de 3,5 millions de m³ d'eau, avant de rejoindre la rivière du Ninian au sud de Taupont.

Le bassin versant (BV) de l'Yvel Hyvet, d'une superficie de 37 465 ha, s'étend sur 3 départements bretons, principalement le Morbihan, les Côtes-d'Armor et l'Ille-et-Vilaine. 22 communes ont au moins une partie de leur territoire sur le bassin : Brignac, Campénéac, Concoret, Evriguet, Gourhel, Guilliers, Loyat, Maunon, Ménéac, Néant-sur-Yvel, Ploërmel, Saint-Brieuc de Maunon, Saint-Léry, Taupont, Tréhorenteuc dans le Morbihan ; Gomené, Illifaut, Laurenan, Merdrignac, Saint Vran dans

les Côtes-d'Armor ; Gaël et Paimpont en Ille-et-Vilaine. Sur les 22 communes, 15 ont plus de la moitié du territoire sur le bassin et 13 ont leur bourg à l'intérieur du bassin. La population totale du bassin est d'environ 22 000 habitants (en excluant les communes dont le bourg est hors bassin). La principale commune du bassin est Ploërmel, avec 10 208 habitants recensés en 2015 (population totale légale, source INSEE, 2015). La seconde commune est Mauron (3 174 habitants), suivie de Merdrignac (3 193 habitants). La densité du bassin est d'environ 60 habitants/km², ce qui en fait un bassin rural.

Le bassin versant de l'Yvel Hyvet compte 5 masses d'eau avec la présence d'une prise d'eau potable d'eau superficielle : le Lac au Duc, qui est une Masse d'Eau Fortement Modifiée (MEFM).

Masses d'eau	Dénomination	Objectif Bon état SDAGE 2009
FRGR0133a	Yvel Depuis la confluence avec le Doueff jusqu'à l'Étang au Duc	2021
FRGL119 MEFM	Étang au Duc	2021
FRGR0601	Yvel Depuis la source jusqu'à la confluence avec le Doueff	2027
FRGR1249	Le Pont-Perrin et ses affluents Depuis sa source jusqu'à la confluence avec l'Yvel	2027
FRGR1240	Le Camet et ses affluents Depuis sa source jusqu'à la confluence avec l'Yvel	2027

Milieu physique

L'altitude du bassin versant de l'Yvel-Hivet dépasse rarement 90 m. Cependant, la tête du bassin, constituée des communes de Laurenan, Saint-Vran et Merdrignac, s'élève jusqu'à 302 m et se caractérise par une topographie plus accidentée (forte présence de pentes > 6 %). Au sud-est, dans le secteur de Tréhorentec, Concoret et Paimpont, le point culminant est à 257 m. On trouve là aussi de nombreuses pentes supérieures à 6 %.

Le principal affluent de l'Yvel est le Doueff, qui draine les communes de Gaël, Saint-Léry et Mauron. L'Yvel aboutit dans le Lac au Duc et reprend son cours après le plan d'eau, pour rejoindre le Ninian. Le bassin versant se décompose en 16 sous-bassins versants, de taille variable (de 500 ha à 5300 ha). De nombreux affluents très courts (500 m à 3 km) se jettent directement dans le cours principal de l'Yvel. Pour éviter un découpage trop fin du bassin, certains sous-bassins rassemblent plusieurs de ces petits cours d'eau : il s'agit de régions homogènes (en termes d'occupation du sol, de topographie...), qui répondent plus à une logique de terrain qu'à une logique strictement topographique. Une station de suivi du débit est installée à Loyat (Lieu-dit : Trégadoret), et relevée par la DIREN. Les débits mensuels calculés sur 41 ans montrent une variation importante : de 5.5 m³/s en janvier à 0.17 m³/s en août. Cet étiage sévère en été s'explique par la nature schisteuse du sous-sol (évacuation rapide des précipitations et peu de réserves aquifères pour alimenter les ruisseaux en période sèche).

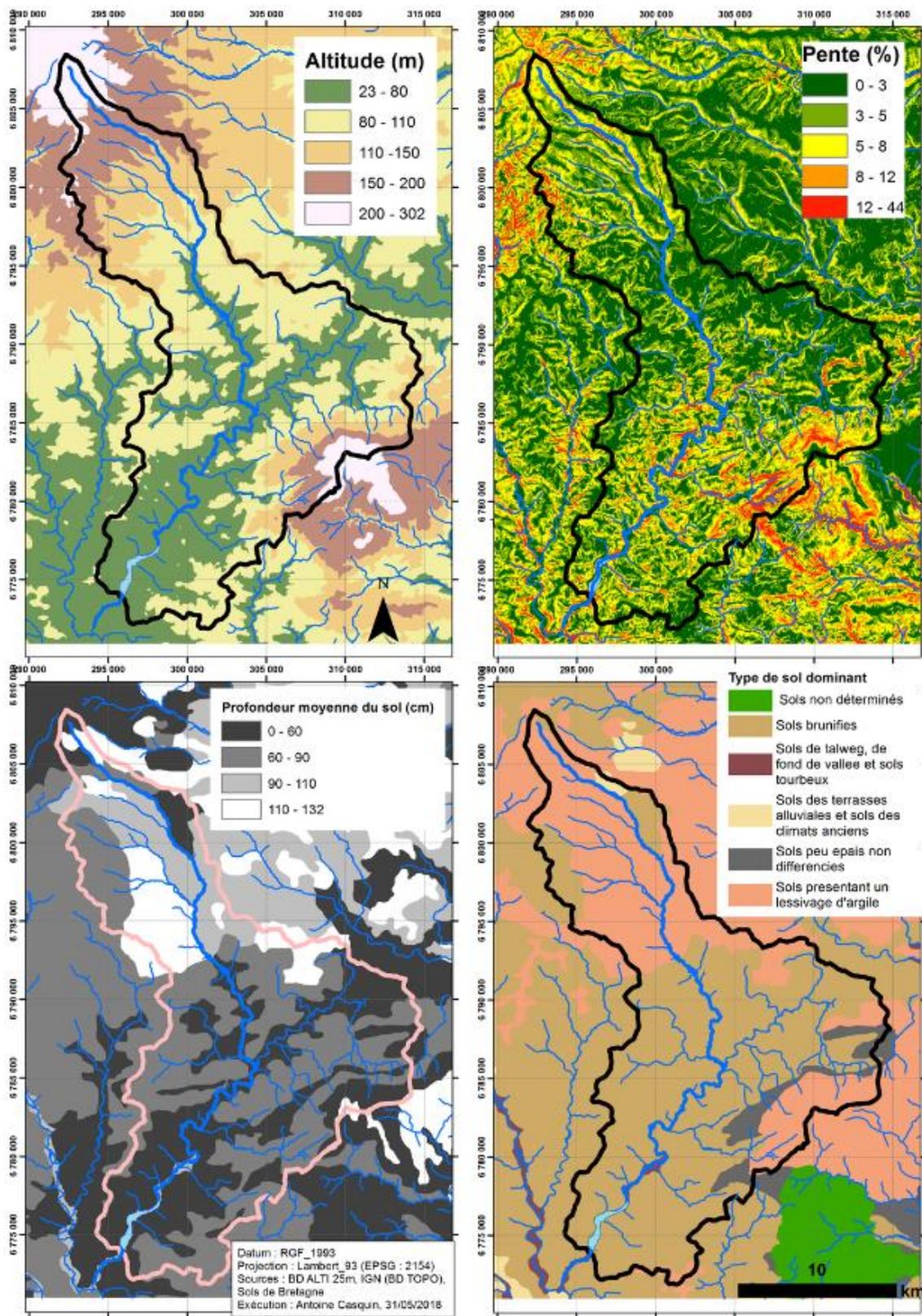


Figure 2 Cartes détaillant le milieu physique du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (Source : INRA).



Comme la majeure partie du massif armoricain, il s'agit d'un bassin sur socle : séries de schistes, grès et de conglomérats à galets de quartz. La partie Est du bassin versant (Paimpont) est constituée exclusivement de grès. A noter aussi la présence de granite au Nord-Ouest du bassin (région de Goméné). Les sols sont principalement de deux types: sols brunifiés au sud et sols présentant un lessivage d'argile au nord.

Le climat est tempéré océanique, avec des précipitations et un débit spécifique annuels atteignant en moyenne respectivement 844 et 255 mm (1998-2017). La température moyenne annuelle est de 11,3 °C, il neige très rarement sur le bassin versant. La période la plus humide s'étend de novembre à février et s'il pleut régulièrement tout au long de l'année, l'évapotranspiration plus élevée en été conduit à un tarissement des cours d'eau d'ordre faible chaque année, et de débits très faibles à l'exutoire en période de basses eaux. Les mois les plus chauds sont juillet et août.

Figure 3 Carte des 16 sous-bassin-versants de l'Yvel-Hyvet (Source : SMGBO)

Le Lac au Duc

Le Lac au Duc est un lac artificiel du Morbihan (56), à cheval sur les communes de Loyat, Taupont et Ploërmel. C'est un des plus grands plans d'eau de Bretagne. Il occupe une dépression naturelle, dans la vallée de l'Yvel, fermée par un verrou rocheux.

Le lac couvre une superficie de 250 ha. Il a une longueur de 4.8 km jusqu'à la hauteur du village de Caulnes, et se prolonge par une zone humide d'une longueur de 800 m. Plusieurs méandres font varier sa largeur, qui atteint au maximum 600 m. Il est alimenté par l'Yvel et par quelques ruisseaux. L'Yvel rejoint ensuite le Ninian, qui est un affluent de l'Oust.

L'origine de l'étang au Duc remonterait au XIII^{ème} siècle et aurait été aménagé par les ducs de Bretagne. On y trouvait jadis plusieurs moulins à farine, qui fonctionnèrent jusqu'en 1882. Le marquis de La Boissière y fit ensuite bâtir une usine hydroélectrique en 1892, qui fonctionna jusqu'en 1946.

Le Lac au Duc fait partie des deux captages d'eau potable situés sur le bassin versant Yvel Hyvet :

- le captage de Lambrun, situé aux abords de la forêt de Brocéliande, qui ne présente pas de problème particulier ;
- le Lac au Duc, réserve d'eau potable de 3,5 millions de m³ d'eau desservant le nord-est du Morbihan, qui connaît de **fréquents épisodes d'eutrophisation se traduisant notamment par des efflorescences de cyanobactéries, dus à l'accumulation de phosphore.**

Après avoir traversé le Lac au duc, l'Yvel rejoint le Ninian sur la commune de Taupont.

Le contexte réglementaire

Réglementation	Echelle
Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E.) – 2000	Europe
Directive 2006/07/CE sur la gestion de la qualité des eaux de baignade	Europe
Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques – 2006	France
Grenelles Environnement - 2005 et 2010	France
Schéma Directeur de l'Aménagement et de la Gestion de l'Eau (S.D.A.G.E.)	Bassin Loire-Bretagne
Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (S.A.G.E.)	Bassin de la Vilaine
Contrat de Bassin-versant - disposition 3-B1 « Prévenir les apports de P diffus ». Elle prévoit que : « <i>les préfets révisent les arrêtés préfectoraux autorisant les élevages ou l'épandage de matière organique pour prescrire la fertilisation équilibrée en phosphore conformément à l'article 18 de l'arrêté du 7 février 2005, au plus tard fin 2013</i> » à l'amont de 14 retenues, dont le Lac au Duc de Ploërmel	BV Yvel-Hyvet

Historique de la conservation de l'Yvel

Les cours d'eau du bassin versant de l'Yvel sont relativement dégradés après avoir subi différents travaux (recalibrage, etc.) pendant les remembrements des années 1960 et 1970. Le lac au Duc connaît de fréquents phénomènes d'eutrophisation, pouvant entraîner des difficultés dans la production d'eau potable, des périodes d'interdiction de la baignade et de la consommation de poissons en période estivale.

Le bassin versant de l'Yvel-Hyvet est inclus dans le territoire du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) Vilaine. Il fait l'objet de programmes d'actions depuis 1996. Des actions avaient démarré sur le sous-bassin de démonstration du Miny dès le début des années 90. Dès la fin des années 80, la prise d'eau potable du lac au Duc de Ploërmel a connu des soucis de dépassement de la norme 50 mg/l de nitrates. Suite à la prise de conscience de la dégradation de la qualité de l'eau, l'association « Yvel-Hyvet » voit le jour en 1991 sous l'impulsion de la commune de Ploërmel et des 21 communes du bassin-versant.

En 1993, le premier programme Bretagne Eau Pure (BEP) se met en place sur le cours d'eau de l'Yvel, afin de réduire les apports de nitrates. Le bassin versant de démonstration du Miny, affluent du lac au Duc, entre alors en expérimentation pour 5 ans. En 1996, le premier bassin versant BEP est créé sur l'Yvel-Hyvet, avec une association de loi 1901 du même nom pour le gérer. Deux ans plus tard, 7 autres associations de bassins versants sont créées, inscrites dans la continuité de l'expérience réalisée sur le bassin de l'Yvel Hyvet : Aff, Arz, Claie, Ninian-Léverin, Oust Aval et Oust Moyen, fédérées par l'association du Grand Bassin de l'Oust. En 2011, le Grand Bassin de l'Oust devient Syndicat Mixte et l'ensemble des communes des bassins-versants sont adhérentes. Les

programmes BEP ont été effectifs jusqu'en 2006 puis le Grand Projet 5 (GP5) entre 2008 et 2012. Un nouveau contrat territorial a été élaboré pour la période 2014-2018.

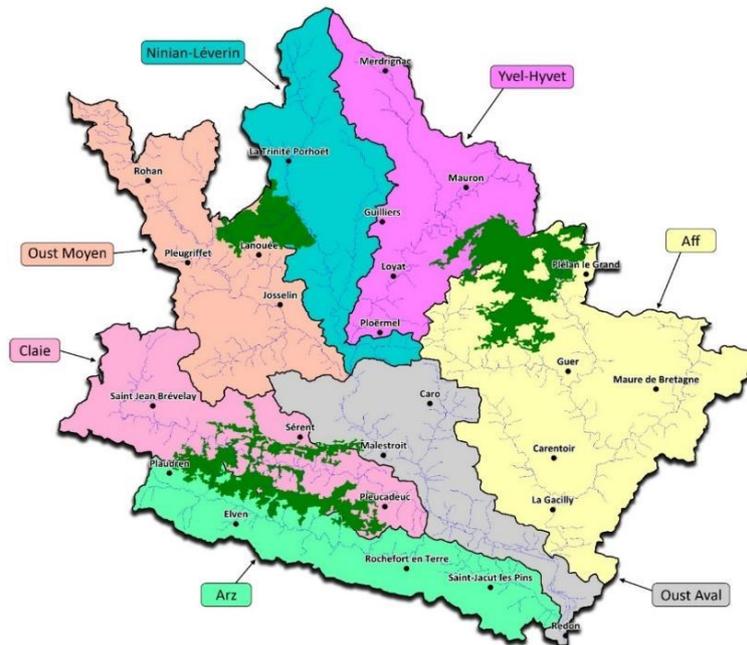


Figure 4 Carte des différents bassins-versants du SMGBO (source SMGBO)

Déclassement de la rivière

La problématique phosphore (P) sur l'Yvel-Hyvet a été pointée dans le cadre de l'évaluation de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, adoptée le 23 octobre 2000 : le P fait partie des enjeux à surveiller de deux masses d'eau sur les quatre, cependant la rivière de l'Yvel-Hyvet est déclassée en raison de sa morphologie (recalibrage, reprofilage, drainage) et de ses résultats physico-chimiques (phosphore, nitrates et macropolluants).

En bout de course, le lac au Duc, masse d'eau fortement modifiée, est déclassé jusqu'à 2021 à cause de ses problèmes d'eutrophisation. Cela se traduit par des développements massifs de cyanobactéries potentiellement toxiques et gênant la production d'eau potable et les activités récréatives .

Contexte socio-économique

Selon la base Sirene® (Système national d'identification et du répertoire des entreprises et de leurs établissements), 5 203 entreprises sont actives sur le bassin de l'Yvel-Hyvet. Elles se répartissent dans 19 sections. Les principales sections représentant plus des 50 % des entreprises sont inscrites sous les sections "Section A - Agriculture, Sylviculture et Pêche" (18,9 %), "Section L - Activités immobilières" (17,6 %), "Section G - Commerce, réparation d'automobiles et de motocycles" (10,4 %), "Section S - Autres activités de services" (9,1 %). (Extraction : Novembre 2018)



Figure 5 Répartition des entreprises enregistrées dans les 22 communes du BV de l'Yvel-Hyvet liées au secteur agricole (Source : Base SIRENE – Novembre 2018 ; analyse : SMGBO)

Activité agricole

Sur le territoire du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet, l'activité agricole est dynamique et représente ainsi la principale activité économique (19 % des entreprises de la base SIRENE en Novembre 2018). La Surface Agricole Utile (SAU) représentait 63% du bassin versant en 2012 et celle-ci reste stable depuis. On identifie 382 exploitations agricoles en 2012, nombre qui est en diminution (- 6.8 % entre 2008 et 2012). Les exploitants du bassin versant ont une SAU moyenne de 55,4 hectares. A titre de comparaison, la moyenne sur le Morbihan à la même période est de 48 hectares.

En 2018, on dénombre 448 exploitations agricoles sur le bassin versant, dont 347 exploitations de plus de 10 hectares. La surface moyenne par exploitation en 2018 est d'environ de 78 hectares. On constate donc un agrandissement des exploitations agricoles ces dernières années.

La production laitière est dominante au nord et au sud du bassin, même si elle est en forte baisse ces dernières années. Les élevages hors sol - porcs et volailles - se situent majoritairement à l'ouest et au centre du bassin versant. On observe également une augmentation des cultures, due à la baisse de la production laitière.

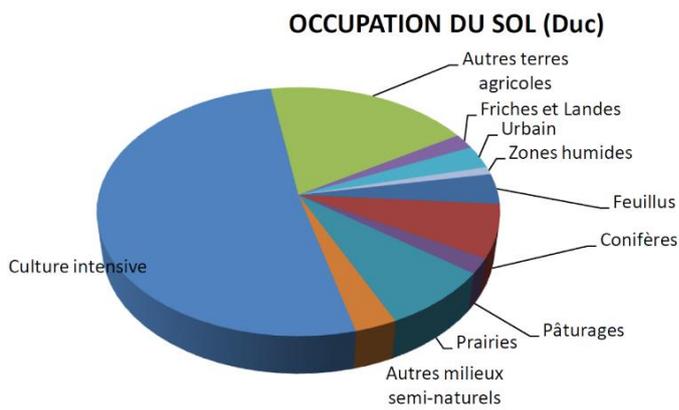


Figure 6 Occupation des sols du BV de l'Yvet-Hyvet (Source : AELB, 2011)

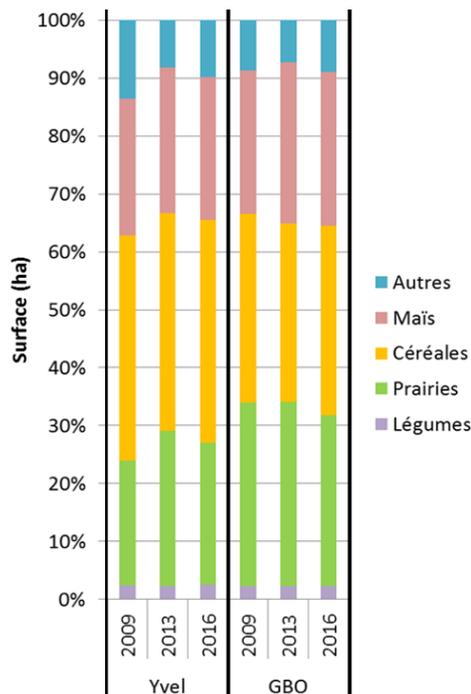


Figure 7 Evolution de l'assolement du BV Yvet-Hyvet entre 2009 et 2016 comparé à l'ensemble du territoire Grand Bassin de l'Oust (Source : SMGBO)

Selon l'Atlas des pratiques culturales dans les bassins-versants bretons en 2011 (DRAAF Bretagne), près de 40 % des moyennes et grandes exploitations sont orientées en production hors-sol dont une majorité en production avicole (56 exploitations). Ces exploitations sont en majorité situées au nord du bassin-versant. Les élevages laitiers et les exploitations en polyculture et polyélevage représentent respectivement 31 % et 12 % de ces structures. L'assolement du bassin versant se compose de céréales (45 % de la SAU) et de cultures fourragères (46 % de la SAU) principalement constituées de prairies temporaires (26 %) et de maïs ensilage (16 %).

Neuf exploitations sur dix déclarent connaître les enjeux environnementaux du bassin versant. 64 % de ces exploitations se situent dans le Morbihan. Les deux principales problématiques identifiées par les enquêtés sur ce bassin versant sont les nitrates et la gestion des milieux aquatiques et des zones humides, citées par respectivement 53 % et 41 % des exploitations. Les enjeux liés au phosphore sont mentionnés par 40 % des exploitations, soit 22 points de plus que dans le Morbihan. Cette plus forte sensibilité est à relier aux programmes d'actions mis en place sur ce territoire. En effet, le Lac au Duc, situé au sud du bassin versant, présente des risques d'eutrophisation. À ce titre, l'amont de la retenue est classé en zone 3B-1 par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et des mesures spécifiques portant sur la fertilisation en phosphore y sont définies.

En 2011, 98 exploitations sont engagées dans une Mesures Agroenvironnementales et Climatiques (MAEC) dont 52 en Mesure Agroenvironnementale Rotationnelle (MAER2, 2 645 ha) et 15 en Système Fourragère à faible niveau d'Intrants (SFEI, 306 ha). Les Mesures Agroenvironnementales Territorialisées-Eau (MAET-Eau), dont les enjeux prioritaires sont la lutte contre les pesticides et les nitrates, permettent d'accompagner 31 exploitations (235 ha).

Gestion de la fertilisation

Selon l'Atlas des pratiques culturales dans les bassins-versants bretons en 2011 (DRAAF Bretagne), les pressions en azote et phosphore organiques brutes (c'est-à-dire l'ensemble des fertilisants azotés ou phosphatés d'origine animale utilisés) du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet sont proches des moyennes départementales, respectivement 115 kg de N/ha et 70 kg de P/ha. Les efforts de résorption, principalement dans les élevages porcins (alimentation biphase et stations de traitement) et de volailles (export et compost), sont atténués par les importations d'effluents. Les pressions nettes d'azote et de phosphore organiques s'élèvent à respectivement 109 kg/ha et 55 kg/ha. Les exportations par les cultures sont élevées sur ce bassin versant : elles s'élèvent à 147 kg/ha pour l'azote et 62 kg/ha pour le phosphore (138 kg/ha et 57 kg/ha dans le Morbihan). La Balance Globale Azotée (BGA)¹ est excédentaire de 32 kg/ha alors que la Balance Globale Phosphatée (BGP) est déficitaire de 3 kg/ha.

Les effluents d'élevage sont valorisés sur 44 % de la SAU ; les parts des Surfaces Amendées en Matières Organiques (SAMO) sur prairies et céréales à paille s'élèvent respectivement à 32 % et 22 % des surfaces cultivées.

Les trois quarts des exploitations déclarent avoir fait évoluer leurs pratiques en matière de fertilisation au cours des cinq dernières années.

Les trois moyens de communication à prioriser pour accompagner les exploitants du bassin-versant dans leurs changements de pratiques sont les messages d'information, jugés utiles par 63 % des exploitations (42 % en moyenne dans le Morbihan), les réunions collectives jugées utiles par 61 % des exploitants du bassin-versant (33 % dans le département) et les conseils individualisés jugés utiles par 57 % des exploitants du bassin-versant (soit 24 points de plus que la moyenne départementale). Les formations et les démonstrations collectives sont également appréciées par respectivement 48 % et 46 % des exploitations. Pour 42 % et 32 % des exploitations, ces actions sont proposées par les coopératives et la chambre d'agriculture ; la structure d'animation du bassin-versant est citée par 20 % des exploitations.

Protection des cultures

Près de neuf exploitations sur dix déclarent avoir modifié leurs pratiques de protection des cultures ces cinq dernières années. Le désherbage alternatif reste peu pratiqué avec moins de 3 % de la SAU du BV concernée. La pratique du non-labour est plus largement généralisée (23 % de la SAU concernée). Les coopératives agricoles sont identifiées par 37 % des exploitants comme source d'informations pour les accompagner dans leurs évolutions de pratique en matière de protection des cultures, suivies des entreprises en conseil indépendant et de la structure porteuse du BV (11 %).

Industries

Les secteurs industriels sont concentrés autour des principaux bourgs : Ploërmel, Mauron et Merdrignac.

En 2010, l'étude Phosphore indiquait que "Trois entreprises produisant des effluents en grande quantité sont implantées sur le bassin versant Yvel Hyvet : KERMENE - 1125 Equivalent Habitant

¹ Indicateur de pilotage de la fertilisation azotée, la BGA totalise d'une part les entrées d'azote correspondant à la fertilisation organique totale et la fertilisation minérale et d'autres part les sorties d'azote par les systèmes de culture. De la même manière, la BGP s'applique au Phosphore.

(EH) à Mauron, CHERIAUX -400 EH et VOLVICO - 900 EH - à Merdrignac. Pour rappel, ces trois entreprises sont raccordées au système d'assainissement collectif de leur commune respective."

Assainissement

Huit stations d'épurations ont leurs rejets sur le bassin versant de l'Yvel Hyvet.

0456208S0001	LA VILLE JOURDAN 56 208 Saint- Brieuc-de-Mauron	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE SAINT BRIEUC DE MAURON	150 EH 9 Kgj de DBO5 22 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel
0456127S0002	VALLEE DU DOUEFF LA PLANCHETTE 56 127 Mauron	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE MAURON	4700 EH 282 Kgj de DBO5 1533 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel, Aération (boue activées), Filtre biologique, Ependage, Prétraitement
0456225S0001	PRES DU TERRAIN DES SPORTS 56 225 Saint-Léry	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE SAINT LÉRY	260 EH 15.6 Kgj de DBO5 39 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel
0456043S0001	LE VAL AUX FEES CAMP 56 043 Concoret	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE CONCORET	900 EH 54 Kgj de DBO5 135 m3/j	Collectivité	Faible charge (lit)
0456080S0001	En bordure de la R.D. n°154 56 080 Guilliers	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE GUILLIERS	1000 EH 60 Kgj de DBO5 150 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel
0456145S0001	En bordure de la R.D.n°154 56 145 Neant-sur- Yvel	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE NEANT SUR YVEL	500 EH 30 Kgj de DBO5 75 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel
0456256S0001	BOURG 56 256 Tréhorenteuc	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE TREHORENTEUC	21 Kgj de DBO5 53 m3/j	Collectivité	Filtres plantes
0456122S0001	ROUTE DE HELLEAN 56 122 Loyat	Maitre d'ouvrage : Constructeur : Mise en service :	COMMUNE DE LOYAT	1000 EH 60 Kgj de DBO5 150 m3/j	Collectivité	Lagunage naturel

Figure 8 Détails des stations d'épuration du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (Source : SMGBO)

Les communes de Mauron et Merdrignac sont dotées d'une station d'épuration avec boues activées. A notre connaissance toutes les industries présentes sur ces communes y sont raccordées.

La station d'épuration de Concoret fonctionne avec un lit bactérien et celle de Tréhorenteuc, nouvellement créée, est de type filtres roseaux. Les communes de Guilliers, Néant sur Yvel, Saint Brieuc de Mauron et Saint-Léry ont un système de lagunage naturel. La commune de Brignac n'a aucun équipement d'épuration collectif.

En 2010, l'étude Phosphore estimait que "45 % des assainissements autonomes sur le bassin versant de l'Yvel Hyvet présentaient un risque accru de fuite de phosphore. Seulement 20 % présentent un bon fonctionnement. Les 35 % restant sont à surveiller, c'est-à-dire que certains d'entre eux passeront dans la catégorie « à risque » si aucune amélioration n'est apportée."

Tourisme et loisirs

L'activité économique est aussi influencée par un pôle touristique sur la partie est du bassin : la forêt de Brocéliande, un patrimoine naturel remarquable mais également au sud avec le lac au Duc, site de loisirs et d'activités nautiques, de baignade et de pêche.

Le lac au Duc est un centre de loisirs important de la région. On y pratique notamment la pêche (sandre, brochet, etc.), la voile, le ski nautique, le pédalo, le canoë-kayak, le stand-up paddle et on y trouve une plage qui attire au moins 800 personnes au cours de la saison estivale, les jours de forte affluence. Plusieurs sentiers de randonnée pédestre sont aménagés sur les berges, dont celui baptisé « Tour du lac au Duc », d'une longueur de 15 km, et plusieurs sentiers de randonnée cycliste.

Un golf se situe à l'extrémité sud du Lac et profite de l'environnement naturel. On y note également un prélèvement d'eau de 8 à 10 000 m³ par an.

Le Lac au Duc est également un lieu de chasse au gibier d'eau. Un camping, deux hôtels et plusieurs lieux de restauration se tiennent sur les berges du lac et s'appuient sur le caractère naturel du site. Enfin, le site comprend une Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF).

Analyse des acteurs

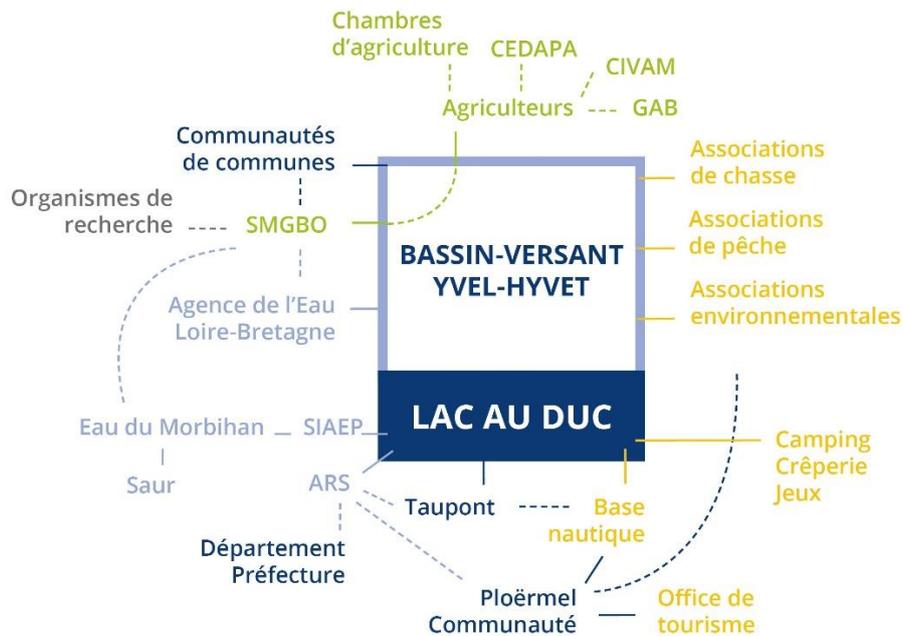


Figure 9 Schéma des acteurs interagissant dans le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (Source : SMGBO)

Compte tenu des nombreuses activités locales et de la problématique eutrophisation existante sur le lac au Duc, des acteurs nombreux et divers sont impliqués sur le site, regroupés dans les thématiques suivantes :

- Gestion de l'eau ;
- Loisirs, tourisme, associations ;
- Agriculture ;
- Collectivités publiques.

Table 1 Tableau descriptif des acteurs interagissant dans le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet dans la perspective des activités utilisant l'eau (de boisson, de loisirs, d'irrigation...) ou impactant sa qualité, Source : Agrocampus, SMGBO..

Légende :

- Rôle : leur mission les mettant en lien avec l'eau

- Contribution : leur contribution à la dégradation de la qualité de l'eau,

- Impact : l'impact de la dégradation de la qualité de l'eau sur leur activité

- Engagement : leur niveau d'implication dans les actions préventives ou curatives mises en œuvre dans le projet Interreg CPES.

Gestion de l'eau				
Acteur	Rôle	Contribution	Impact	Engagement
Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable (SIAEP) Brocéliande-Ploërmel	Propriétaire de la masse d'eau Lac au Duc		Coûts d'investissements dans la production d'eau potable	?
Eau du Morbihan	Gestion de la production et du transport en eau		Coûts de gestion	Partenaire direct
La Saur	Déléataire de Eau du Morbihan		Coûts de production de l'eau potable	Partenaire informé
Agence de l'Eau Loire-Bretagne	Financeur des actions sur les masses d'eau	N/A	Coûts de l'amélioration des milieux	Partenaire informé
Agence Régionale de la Santé	Contrôles sanitaires (eau potable et eau de baignade)	N/A	Coûts de gestion	Partenaire direct

Acteurs des loisirs, du tourisme et des associations locales				
Club nautique Ploërmel-Brocéliande	Gestion des activités nautiques du Lac	N/A	Pertes économiques liées aux activités nautiques	Partenaire direct, entretien individuel
Office de tourisme Destination Brocéliande	Développement et promotion du tourisme local	N/A	Information des touristes, promotion d'activités incertaines	Entretien individuel, voir Ploërmel Communauté
Association de pêche : l'ablette Ploërmelaise	Gestion des pêcheurs locaux	N/A	Interdiction de consommation des poissons du Lac	Partenaire informé, entretien individuel
Associations de chasse	Gestion des chasseurs locaux	N/A	Consommation du gibier d'eau du Lac non conseillée	Partenaire informé
Association Environnementale : Polen	Émergence d'initiatives environnementales locales	N/A	Intérêt pour l'état environnemental du territoire	Partenaire informé, entretien individuel
Camping du lac au Duc	Un camping et un bar sur les rives du lac. Mêmes gérants pour les deux structures.	N/A	Baisse de la fréquentation des touristes et des locaux. Nuisance visuelle et olfactive	Partenaire informé, entretien individuel.

Crêperie du Lac	Crêperie située en bordure du lac	N/A	Baisse de la fréquentation de la crêperie	N/A
Les Petits Loupiots du Lac	Structure de jeux payante ouverte en saison estivale en bord de lac	N/A	Baisse ou augmentation de la fréquentation de cette activité	N/A

Acteurs du monde agricole				
Agriculteurs du bassin	Gestionnaires des sols	Transfert d'intrants phosphorés dans les cours d'eau via l'érosion	Pertes économiques (érosion des sols, pertes d'intrants), réglementation plus contraignante	Partenaires directs, enquêtes auprès d'un échantillon d'agriculteurs sur le BV
Chambres Régionales d'Agriculture de Bretagne	Représentation et développement des agents économiques de l'agriculture	N/A	Accompagnement-conseil de gestion et pratiques agricoles	Partenaire direct
CEDAPA (centre d'études et de diffusion sur les pratiques de l'agriculture durable)	Accompagnement technique vers des systèmes durables	N/A	Accompagnement-conseil de gestion et pratiques agricoles	N/A
CIVAM (Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural)	Groupes d'innovation par l'information, échange et dynamique collective	N/A	Accompagnement-conseil de gestion et pratiques agricoles	N/A
GAB du Morbihan (Groupement des Agriculteurs Biologiques)	Accompagnement technique, promotion de l'agriculture biologique, filières	N/A	Accompagnement-conseil de gestion et pratiques agricoles	N/A

Collectivités et acteurs du développement territorial				
Ploërmel Communauté	Compétences : Développement économique, Développement touristique, Protection de l'environnement	N/A	Coûts d'investissements pour le maintien de la baignade et l'activité touristique	Support financier et technique, Gestion de la baignade, Communication. Entretien individuel avec le responsable de la baignade

Mairie de Taupont	Pouvoir de police (responsabilité légale)	N/A	Gestion (arrêtés d'ouverture de la baignade, arrêtés d'interdiction de consommation de poissons pêchés dans le plan d'eau)	N/A
Mairies de Ploërmel et Loyat	Pouvoir de police	N/A	Gestion (arrêtés d'interdiction de consommation de poissons pêchés dans le plan d'eau)	N/A
Communes ayant une station d'épuration / lagunage	Gestionnaires du traitement des eaux usées	Rejets dans le réseau hydrographique	Contraintes réglementaires	N/A
Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust	Actions de reconquête de la qualité de l'eau de 8 bassins-versants	N/A	Actions préventives (Contrats de Bassins-Versants, Contrats Territoriaux Milieux Aquatiques, actions communales...)	N/A
Région Bretagne - Service de l'Eau + Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne (CRESEB)	Contribution au rétablissement du bon état des eaux et des milieux aquatiques	N/A	Financements d'actions préventives, animation de la concertation régionale	Financeurs
Préfecture du Morbihan – Direction Départementale des Territoires et de la Mer	Application de la réglementation nationale sur l'eau	N/A	Suivi réglementaire, Police de l'Eau	N/A

D'autres structures publiques et privées : associations, entreprises, écoles, etc. peuvent potentiellement être impactées indirectement par l'eutrophisation du lac. La liste ci-dessus représente seulement les acteurs directement impactés/impliqués par cette eutrophisation et n'est donc pas exhaustive.

Exemple des interactions : le réseau de suivi et modalités de gestion des risques sanitaires du Lac au Duc

Le schéma suivant indique les modalités de communication parmi les acteurs précités impliqués dans le suivi sanitaire des activités du Lac au Duc. Deux grands circuits de communication existent, l'un dédié à l'Alimentation en Eau potable, l'autre aux activités récréatives (Figure 11).

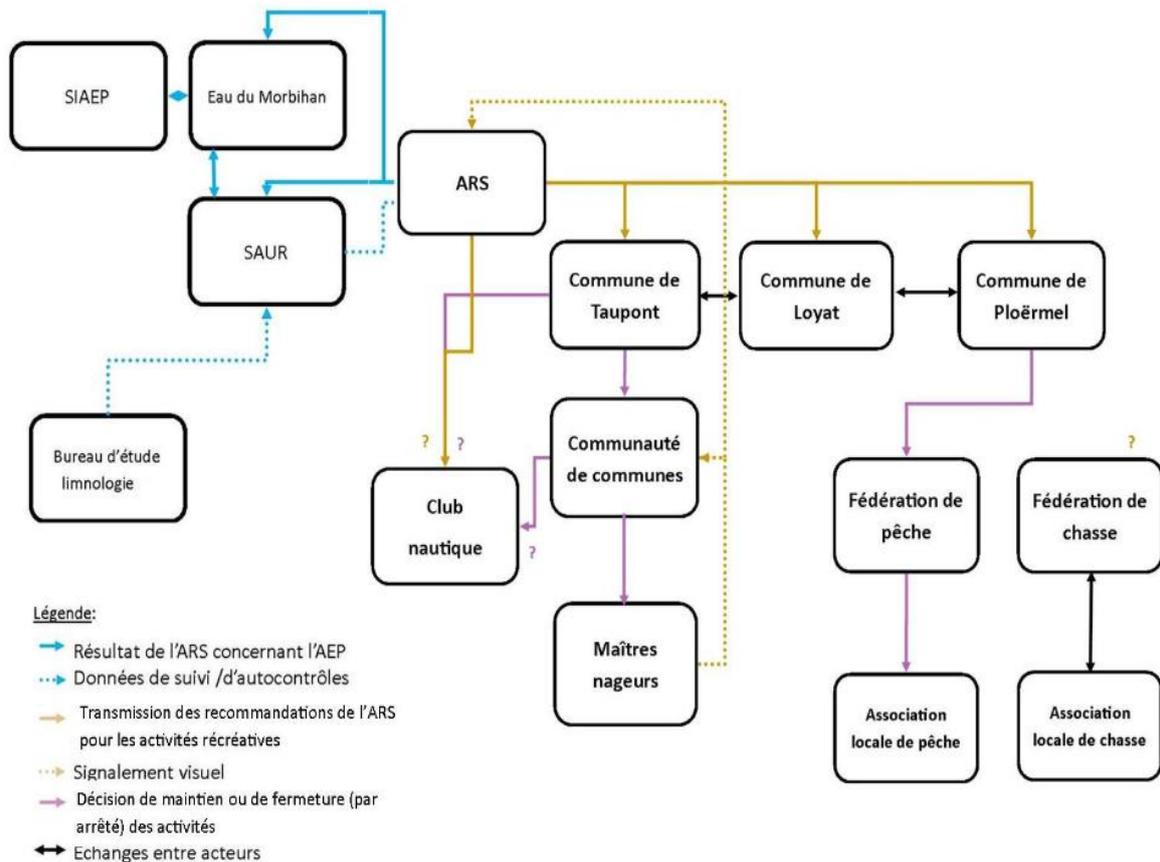


Figure 10 Echanges d'informations entre acteurs impliqués par les efflorescences de cyanobactéries sur le Lac au Duc (Source : Audrey Jaouen, 2015)

Concernant l'alimentation en Eau Potable (AEP) : un bureau d'étude envoie les résultats des prélèvements effectués chaque semaine en période estivale accompagnés d'une interprétation à la SAUR, en échange permanent avec Eau du Morbihan, afin d'anticiper l'apparition de niveaux élevés de proliférations et mettre en œuvre des solutions.

Concernant les activités récréatives : chaque semaine, pour le compte de l'Agence Régionale de Santé (ARS), le Laboratoire Départemental d'Analyses (LDA) réalise sous 24 heures des mesures de la qualité bactériologique de l'eau de baignade et le suivi du phytoplancton et des cyanobactéries dans la zone de bain. Sous deux jours, l'ARS communique ses recommandations aux mairies et à la Communauté de Communes de Ploërmel.

En cas de dépassement du seuil, le maire de Taupont peut prendre un arrêté pour interdire la baignade, la consommation de poissons et suspendre certaines activités nautiques, puis en informer la Communauté de Communes.

La Communauté de Communes ou la mairie informe la base nautique. L'information est relayée aux maîtres-nageurs qui opèrent immédiatement la procédure d'interdiction de baignade et font respecter cette interdiction auprès des usagers.

Les maîtres-nageurs sont formés au suivi visuel de la qualité de l'eau (efflorescences, amas, etc.) : ils alertent la Communauté de Communes qui relaie l'information à l'ARS.

La Fédération départementale de Pêche est informée et transmet aux associations locales concernées. La Fédération départementale de chasse ne reçoit pas ces informations.

Le coût de l'inaction

Dans l'objectif de développer des Paiement pour Services Environnementaux (PSE) sur le territoire du bassin versant de l'Yvel Hyvet, deux grandes approches sont mises en œuvre dans le cadre du projet CPES ; d'une part, mesurer l'impact économique de l'action (en mesurant l'offre et la demande de services écologiques, partie suivante), d'autre part mesurer le coût de l'inaction (présente partie). Estimer les coûts de l'inaction, revient à estimer :

- Les coûts des mécanismes actuellement déployés pour lutter contre l'eutrophisation du lac (Approche par les mesures mises en place)
- Les dommages économiques et sociaux liés à l'eutrophisation du lac actuellement (Approche par les dommages environnementaux)

Approche par les mesures mises en place

Les actions préventives sur le bassin-versant

Au niveau du **bassin versant**, le phosphore est issu majoritairement des parcelles agricoles. Actuellement, 1,3 millions d'euros ont été attribués aux agriculteurs au titre des MAEC et 520 603 € au titre du programme Breizh Bocage sur la période 2007-2020.

Il est également important de noter par ailleurs que :

- Les agriculteurs connaissent des pertes économiques (non estimées) liées à l'érosion de leurs sols - perte des premières couches de terres riches en nutriment.
- L'eutrophisation du plan d'eau implique des contraintes élevées pour les agriculteurs (dispositif 3-B1 du SAGE) pour diminuer les apports en phosphore dans le récepteur comme l'obligation d'être à l'équilibre sur sa fertilisation.

Les mesures curatives mises en place sur le lac

Au niveau du **lac et des acteurs du lac**, les effets de l'eutrophisation ont déjà entraîné de nombreuses interventions curatives très coûteuses pour la collectivité dans l'objectif de maintenir les activités de baignade dans une zone surveillée (traitement au sulfate de cuivre, au carbonate de calcium) ou de faciliter le traitement de l'eau potable (installation d'aérateurs pour injection d'air à l'amont de station de traitement). Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) apparaît désormais comme une des alternatives les plus acceptables pour agir ponctuellement et sur une zone délimitée dans laquelle on souhaite le maintenir une activité (cf. rapport sur l'état de la ressource en eau). Dans le cadre du projet CPES, des expériences seront menées pour développer l'utilisation d'un tel traitement au H_2O_2 dans la zone de baignade. Des premiers tests en laboratoire ont été réalisés ainsi qu'un accompagnement des collectivités locales qui souhaitaient expérimenter un traitement à l'échelle de la zone de baignade dès l'été 2018. Cette expérience grandeur nature a permis l'ouverture de la baignade durant trois semaines. Le coût de cette première expérimentation a été de 68 800€ (épandages de peroxyde d'hydrogène et évaluation de son impact sur les cyanobactéries et les autres organismes (zooplancton)). De nombreux ajustements sont nécessaires pour adapter le traitement aux spécificités locales du Lac au Duc et permettre une ouverture de la baignade sur une période plus longue.

Approche par les dommages environnementaux

Perte de bien-être pour les usagers du lac

La baignade est actuellement autorisée officiellement du 1^{er} juillet au 31 août de chaque année, sur une zone délimitée et surveillée. Elle est interdite dans les autres zones du lac et tout le reste de l'année (il est cependant fréquent que des personnes se baignent en dehors de la zone de baignade, à différents moments de l'année). Lors de la période autorisée, trois maîtres-nageurs sont recrutés chaque été pour assurer la surveillance de la baignade ou pour faire de la prévention et de la sensibilisation auprès des usagers lorsque la baignade est interdite. A noter que c'est la commune de Taupont qui, avec les analyses et recommandations de l'ARS, prend la décision de fermer ou non la baignade ainsi que d'interdire la consommation de poissons pêchés dans le lac. A terme, sans aucune action curative ou préventive mise en œuvre sur le lac, la baignade pourrait être fermée définitivement : en 2013, 2014 et 2015, la baignade a été fermée quelques jours, voire une semaine durant la période de baignade autorisée, ce qui restait acceptable pour les usagers. En 2016 la baignade a été fermée pendant 3 semaines, et 6 semaines en 2017. Ces fermetures ont fortement impacté la fréquentation du site, en lien avec la perte de l'offre de loisirs, et ont causé des pertes économiques pour les autres activités (nautiques notamment) et structures avoisinant le lac (cf. ci-dessous). De plus, la presse locale parle très souvent de ces problèmes d'eutrophisation et des impacts sur la baignade, ce qui peut provoquer une mauvaise publicité sur la zone du lac au Duc.

Pour le moment, les activités nautiques n'ont été interdites qu'une année. La justification pour autoriser les activités nautiques tous les ans et toute l'année est que l'exposition aux cyanobactéries est beaucoup plus courte lors de ces activités que pour la baignade par exemple.

La consommation de poissons peut également être interdite suite aux analyses de l'ARS.

D'autres pertes de bien être plus indirectes sont citées par les usagers du lac. Certaines personnes ont fait le lien entre des problèmes de santé et l'exposition à l'eau du lac, comme des problèmes de peau sur leurs enfants ou leurs animaux de compagnie. Néanmoins, pour le moment, aucun impact majeur sur la santé n'a été officiellement lié aux cyanobactéries présentes dans le lac. Cela peut être dû au fait que les usagers ne signalent en général pas aux pouvoirs publics ou aux acteurs du lac les gênes occasionnées après une exposition à l'eau du lac.

Des gênes visuelles et olfactives sont également très souvent citées par les usagers, principalement durant l'été et le début de l'automne.

Baisse de l'activité ou du chiffre d'affaire pour les structures socio-économiques liées au lac

L'usine de traitement de l'eau brute pour la potabilisation construite en 1972 a fait l'objet de travaux d'adaptation de l'usine aux nouvelles exigences sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et l'augmentation de la capacité nominale de traitement de 400 à 600 m³/h. Lors des développements de cyanobactéries, ces dernières sont difficilement retenues par floculation lors de leur arrivée dans l'usine de traitement (variation selon les espèces et leur abondance). Elles s'accumulent alors dans les filtres et les colmatent. L'été, l'usine du Lac au Duc pallie à cela (et au débit réservé) en pompant de l'eau au captage de La Herbinaye situé sur l'Oust

: au coût de cet investissement s'ajoute celui de la possible impossibilité de cette solution (si l'eau n'est pas disponible ou de qualité suffisante).

De nombreuses années de médiatisation des problèmes liés à l'eutrophisation du Lac ont généré une dégradation de l'attractivité et de la perception esthétique et sanitaire du plan d'eau. Cela a mené à une baisse significative de la fréquentation touristique depuis 2011, d'après le club nautique. La population locale également se détourne du Lac et plusieurs parents ne souhaitent pas que leurs enfants participent à des activités nautiques proposées dans le cadre scolaire ou parascolaire.

Les campings, hôtels, bases nautiques, chambres d'hôtes ainsi que l'ensemble des activités dépendantes de la qualité de l'eau et du milieu aquatique (baignade, pêche, etc.) pourraient voir leur fréquentation diminuer avec des conséquences économiques importantes.

La pêche n'est pas interdite sur le lac, car pour le moment, la ressource halieutique n'est pas menacée. En revanche, la consommation de poissons pêchés sur le lac peut être interdite, pour des raisons sanitaires. Ces interdictions s'appuient sur les analyses de l'ARS. L'interdiction de consommer les poissons pêchés peut impacter cette activité et diminuer le nombre de pêcheurs présents sur le lac. A titre d'information, un magasin de pêche « Défi Pêche » est installé non loin du lac au Duc. L'ablette Ploërmelaise, association de pêche locale, organise des événements attirant des pêcheurs de toute la France et également du Royaume-Uni. En 2016 par exemple, l'association a organisé un événement qui a attiré environ 800 pêcheurs qui n'étaient pas de la région. Ces derniers ont réservé plusieurs nuits dans des hôtels/chambres d'hôtes, etc.

Nous avons ici détaillé les pertes pour quelques acteurs socio-économiques du territoire, mais une liste non exhaustive des acteurs socio-économiques pouvant être impacté par l'eutrophisation du lac a été présentée en amont de ce dossier. L'ensemble des pertes sociales et économiques de ces structures est également à prendre en compte dans l'estimation du coût de l'inaction.

Il est difficile de faire des généralités sur les conséquences sur les activités du lac et la fréquentation des structures touristiques autour du lac. En effet, le lac au Duc est idéalement situé entre plusieurs sites très touristiques : forêt de Brocéliande, Golfe du Morbihan, Josselin, etc. Même si le lac représente un avantage certain pour les structures touristiques, ce n'est en général pas la première raison de la venue des touristes. De plus, même si une partie des usagers du lac font part de remarques sur l'état du lac au Duc, le chemin bordant le lac, la plage, ainsi que les différentes zones de détente sont très souvent identifiées comme très bien entretenues, propres et agréables. Ceci n'enlève pas le fait que l'eutrophisation du lac a des conséquences économiques sur les différents acteurs du lac, mais certains acteurs sont moins impactés que d'autres et ne subissent pas autant les conséquences négatives de cette eutrophisation. Ainsi le camping du lac au Duc, situé en bord de lac, voit sa fréquentation augmentée ces dernières années, malgré les épisodes d'eutrophisation de plus en plus fréquent. Le camping subit aussi certainement des pertes de clients potentiels à cause des épisodes d'eutrophisation, mais les autres sites à proximité du lac lui permettent de maintenir et même de faire prospérer son activité. Chaque acteur économique du lac ne subira pas l'eutrophisation du lac de la même manière. Il faut souvent faire du cas par cas pour comprendre les impacts de la prolifération de cyanobactéries sur les activités des acteurs du lac.

Pertes pour la biodiversité et les autres écosystèmes

Concernant l'écologie et l'espace naturel que représente le lac au Duc, des associations environnementales travaillent et font des inventaires des différentes espèces de faune et de flore au bord du lac. En 2012, sept espèces de flore ont été identifiées sur le lac comme espèces protégées, dont 6 en protection nationale. Parmi ces espèces, nous pouvons citer la présence du Coléanthe délicat (*Coleanthus subtilis*) qui est uniquement présent dans moins d'une vingtaine d'étangs armoricains (cf association Polen).

Au-delà de ces espèces protégées, la mise en place d'un PSE conduirait les agriculteurs à potentiellement mettre en œuvre certaines mesures sur leur exploitation. Parmi ces dernières, la mise en place de haies antiérosives ou de couverts végétaux permanents sur les parcelles peuvent être envisagées. Certaines de ces mesures pourraient apporter des bénéfices pour la biodiversité, comme les haies qui peuvent servir d'abri ou apporter de la nourriture pour les insectes et les oiseaux, par exemple.

Les alternatives au lac

Des alternatives au lac au Duc existent pour certains services récréatifs proposés par le lac. A titre d'exemple, concernant la baignade, des piscines sont présentes dans de nombreuses communes proches du lac au Duc : Ploërmel, Mauron, Questembert, etc. Les côtes des départements morbihannais et costarmoricaïn peuvent également se révéler être des alternatives souvent appréciées de certains habitants de la zone. D'autres étendues d'eau douce, comme le lac du Tremlin, se situant à environ 45 minutes en voiture du lac au Duc, proposent également certains usages similaires à ceux du lac au Duc : baignade, pêche, quelques activités nautiques et d'autres services récréatifs. Cependant toutes ces alternatives à la baignade sont parfois considérées comme de moins bonne qualité ou comme plus éloignées que le lac au Duc pour une partie de la population locale.

L'impact économique de l'action

Afin d'apporter des éléments pour construire la gouvernance des PSE, deux enquêtes ont été menées auprès des usagers du Lac et des agriculteurs. Il s'agit dans ces enquêtes de mesurer l'offre et la demande de services écologiques en estimant d'une part l'offre agricole (coûts de réduction des flux) et d'autre part la demande des usagers du lac au Duc (consentements à payer des activités perturbées par les cyanobactéries). Ces informations devraient aider à justifier économiquement un programme de PSE, et aider à choisir entre différents instruments de gestion de PSE : paiement uniforme, systèmes d'enchères, négociation directe, etc. Elles devraient également aider à négocier les contrats avec les producteurs et calibrer les financements à faire supporter aux usagers.

Nb : Les résultats préliminaires des deux enquêtes présentées ci-dessous ne représentent qu'une partie de l'échantillon interrogé, les enquêtes étant en cours de finalisation. Néanmoins, les deux échantillons étant considérés comme représentatifs des populations, les résultats présentés nous semblent pertinents et permettent d'apporter un éclairage récent sur la problématique de l'eutrophisation du lac au Duc.

Préconisations d'actions

Les préconisations décrites ci-dessous ont tout d'abord été discutées et argumentées avec des chercheurs de l'INRA, des agriculteurs et des techniciens des chambres d'agriculture du Finistère, du Morbihan, et de l'Ille-et-Vilaine. L'expertise du SMGBO et sa connaissance du terrain ont également été fortement mises à contribution, et certaines préconisations d'actions sont inspirées d'études réalisées auparavant par le SMGBO. Une étude bibliographique approfondie a également été réalisée afin de compléter l'ensemble de ces réflexions.

Lors des enquêtes agricoles, les agriculteurs ont donné leurs avis et ont argumenté sur les différentes préconisations décrites ci-dessous. Les avantages et les inconvénients de chacune de ces préconisations par rapport aux types d'exploitation est un des enjeux principaux de cette enquête.

Supprimer les apports minéraux

La richesse des sols signifie que l'apport de phosphore minéral (P minéral) est superflu sur un grand nombre de parcelles. Il apparaît donc urgent d'informer les agriculteurs de « l'inutilité » dans la plupart des cas, de recourir aux engrais minéraux contenant du P. Cela représente en plus une **économie pour l'agriculteur**, les coûts de ces engrais étant en nette hausse.

Pour le moment, ces engrais sont notamment utilisés sous la forme de starter, pour les cultures du maïs par exemple, permettant à la plante de se développer plus rapidement dans les premières périodes de sa croissance.

Atteindre une fertilisation équilibrée en P

L'atteinte de la fertilisation équilibrée demandée par le SDAGE passe pour certaines exploitations par des mesures simples : suppression de l'utilisation des engrais minéraux à base de P, échanges d'effluents entre exploitations. Une petite marge de progrès existe aussi concernant l'alimentation des animaux. Par exemple, une alimentation biphasé en porcs, c'est-à-dire en adaptant l'aliment distribué au stade de croissance des animaux, ou encore une utilisation de phytases dans l'alimentation des volailles pour améliorer l'utilisation du P présent dans l'alimentation et réduire la teneur des rejets.

Pour les autres exploitations (au moins 13 % pour lesquelles le bilan agronomique P était très excédentaire en 2012), les solutions à mettre en œuvre sont beaucoup plus contraignantes : il s'agit de procéder à une nouvelle résorption : augmentation de la surface d'épandage, traitement des effluents, réduction du cheptel, etc. Les **conséquences seront lourdes pour ces exploitations**, et l'accompagnement des exploitants concernés indispensable.

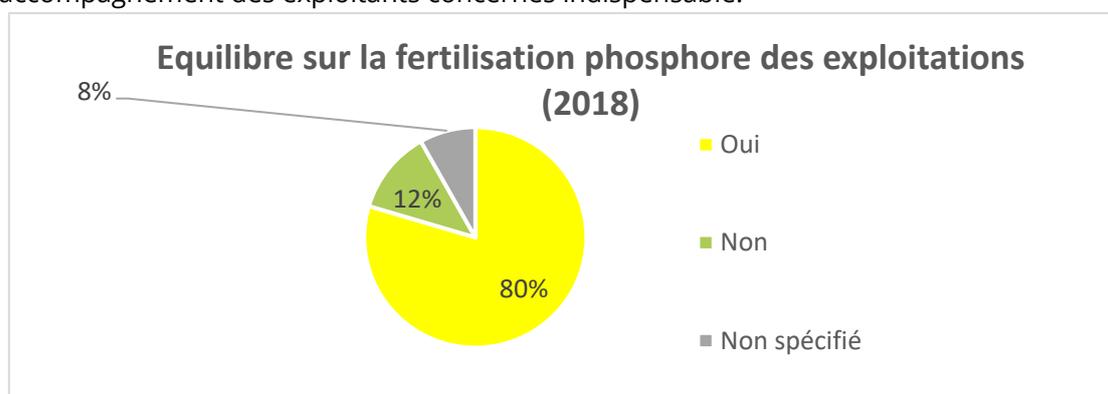


Figure 11 Source : Enquêtes agriculteurs - INRA – Agrocampus – SMGBO – 49 exploitations

D'après l'enquête réalisée en 2018 auprès d'agriculteurs du BV, au moins 80% des exploitants sont à l'équilibre sur leur fertilisation phosphore. 12 % des exploitations interrogées déclarent ne pas être à l'équilibre sur la fertilisation phosphatée. Sans compter ce qui n'ont pas répondu à cette question, nous constatons que ce chiffre n'a pas beaucoup évolué depuis 2012.

Pratiques culturales

Un sol nu durant l'hiver favorise le ruissellement. Le bassin versant de l'Yvel-Hyvet est classé en Zone d'Action Complémentaire (ZAC) depuis 2001. Cela signifie que, d'une façon réglementaire, toute parcelle du bassin doit être semée soit en culture d'hiver, soit en Culture Intermédiaire Piège à Nitrates (CIPAN) en attendant la culture de printemps suivante.

Une bonne implantation de la bande enherbée (graminées de préférence) permet de ralentir le flux qui ruisselle, grâce à la densité des tiges, et, d'augmenter la capacité d'infiltration de cette zone, grâce au système racinaire. Le P particulaire peut se déposer, et le P dissous est soit fixé sur le sol, soit absorbé par les plantes. Depuis 2005, dans le cadre de l'éco conditionnalité, les exploitants sont tenus d'implanter 3 % de leur surface déclarée en céréales, oléoprotéagineux ou gel, en bandes enherbées, de 5 mètres de largeur minimale, le long des cours d'eau présents sur leur exploitation. L'efficacité d'une zone tampon dépend de nombreux facteurs : pente, longueur de versant, concentration du ruissellement, etc. La bande enherbée, au fil du temps, non seulement perd en efficacité puisqu'elle s'enrichit et se sature en P, mais peut devenir une source de P elle-même : c'est donc une méthode de lutte efficace de prime abord mais qui n'est pas durable, on parle de « méthode d'atténuation ».

L'utilisation des bandes enherbées est cependant un moyen de lutte à court terme, à condition d'en raisonner les caractéristiques d'implantation et de gestion, à savoir :

- une localisation pertinente (protection de l'ensemble du réseau hydrographique, et implantation sur le versant si nécessaire) et couplée à l'implantation de haies et talus anti-érosifs
- une largeur suffisante, adaptée aux dimensions du versant alimentant le ruissellement ;
- une exploitation favorisant l'exportation (graminées avec plusieurs fauches et exportation chaque année).

L'utilisation des bandes enherbées doit évidemment s'accompagner d'un raisonnement de la fertilisation en P des parcelles, afin de réduire la source en P.

La recherche de la complémentarité entre les zones tampons (bandes enherbées) en bord de cours d'eau et les zones de versant peut être un axe de travail sur le bassin versant : elle pourrait être couplée à la démarche de remaillage bocager. **Elle nécessiterait une grande concertation avec les agriculteurs, peu d'entre eux étant disposés à étendre leur surface de bandes enherbées sans compensation financière.**

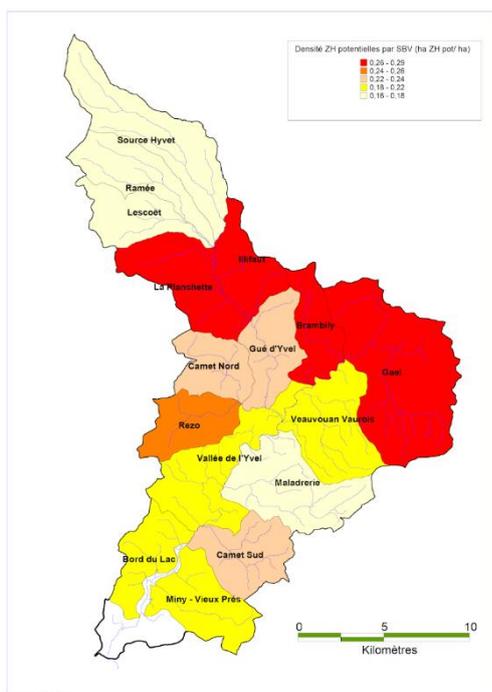


Figure 12 Densité des Zones Humides potentielles sur le bassin versant de l'Yvel Hyvet (source : SNGBO)

La présence de zones humides intervient à la fois sur la circulation de l'eau (ces zones étant l'hiver saturées en eau, elles accélèrent le ruissellement) et sur le relargage de P sous forme soluble (conditions anaérobies favorisant la réduction du P). 22 % de la surface du bassin est identifiée en zone humide potentielle. La plus forte densité observée se situe à l'est du bassin, dans la vallée du Doueff. Les densités les plus faibles sont observées sans surprise dans les zones où le relief est plus marqué (extrême nord du bassin). Ces calculs peuvent être déclinés à l'échelle du sous-bassin versant. On retrouve la même sectorisation, les sous-bassins situés à l'est du bassin versant (Gaël et Brambily) ayant un pourcentage plus élevé en zones humides potentielles, ainsi que d'une façon générale ceux situés le long du cours principal dans l'Yvel, dans ses parties aval et médiane.

Les inventaires de terrain réalisés permettent de confirmer la localisation des zones humides : ils donnent en effet une moyenne de 8,3 % du territoire classé en zones humides (2 252 ha de zones humides répertoriées, sur 15 communes inventoriées, soit 27 027 ha). Or, la majorité de ces zones humides (93 %) sont situées le long

de cours d'eau (zones humides tampons). 97 % sont à hydromorphie temporaire et 75 % de ces zones humides sont des parcelles cultivées (implantées en culture annuelle, prairie temporaire ou prairie permanente).

Les zones humides ont un rôle difficile à définir dans le transfert du P : elles peuvent être soit un puit, soit une source de P, selon les conditions hydriques du sol. Il importe avant tout que ces zones ne soient pas cultivées, ou si elles le sont, qu'elles ne reçoivent aucune fertilisation organique ni minérale. C'est pourquoi le Grand Bassin de l'Oust propose aux agriculteurs de l'Yvel-Hyvet de contractualiser des MAEC sur leurs zones humides. Il s'agit d'un contrat de 5 ans, engageant les parcelles choisies par l'agriculteur signataire. Si le cahier des charges est respecté, l'agriculteur perçoit une rémunération annuelle destinée à compenser le coût des contraintes. **Pour être réellement efficace sur le transfert de P à l'échelle du bassin, la contractualisation des exploitants doit être massive.**

Une autre technique permettant de lutter contre l'érosion des sols est le semis direct sous couvert, technique consistant à semer une culture sur un couvert déjà en place. La chambre d'agriculture du Finistère fait partie des structures qui travaillent beaucoup sur cette méthode depuis de nombreuses années et elle présente régulièrement ses avancées dans la connaissance de cette technique. Le graphique ci-dessous, montre le fonctionnement théorique de cette technique est la dynamique entre les deux plantes cultivées :

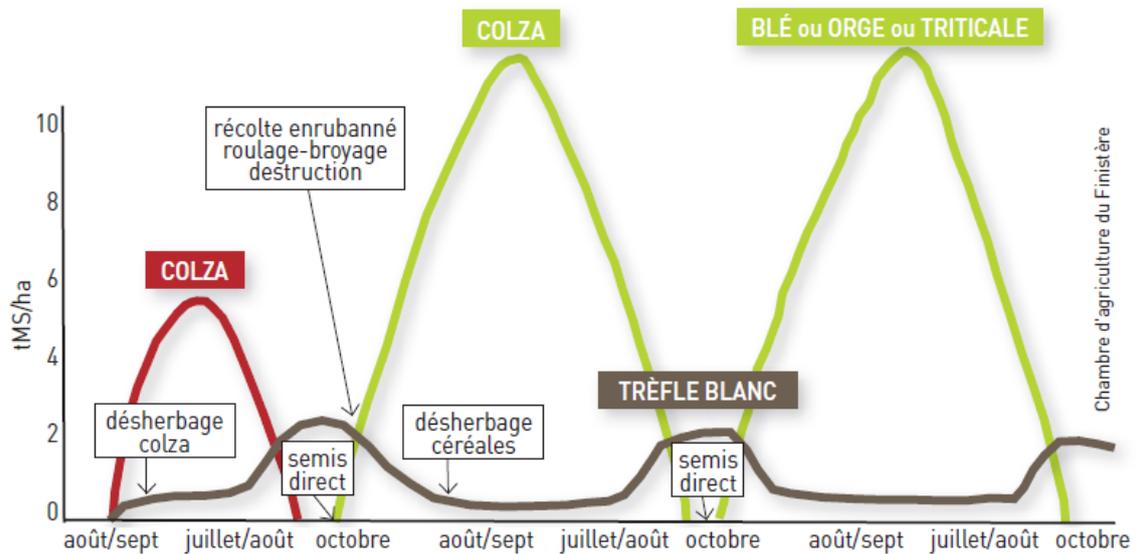


Figure 13 Fonctionnement du semis direct sous couvert (Source : Chambre d'Agriculture du Finistère)

Les agriculteurs du bassin versant ont été interrogés sur leur connaissance et leur utilisation de cette technique. Le graphique ci-dessous illustre les résultats de cette question :

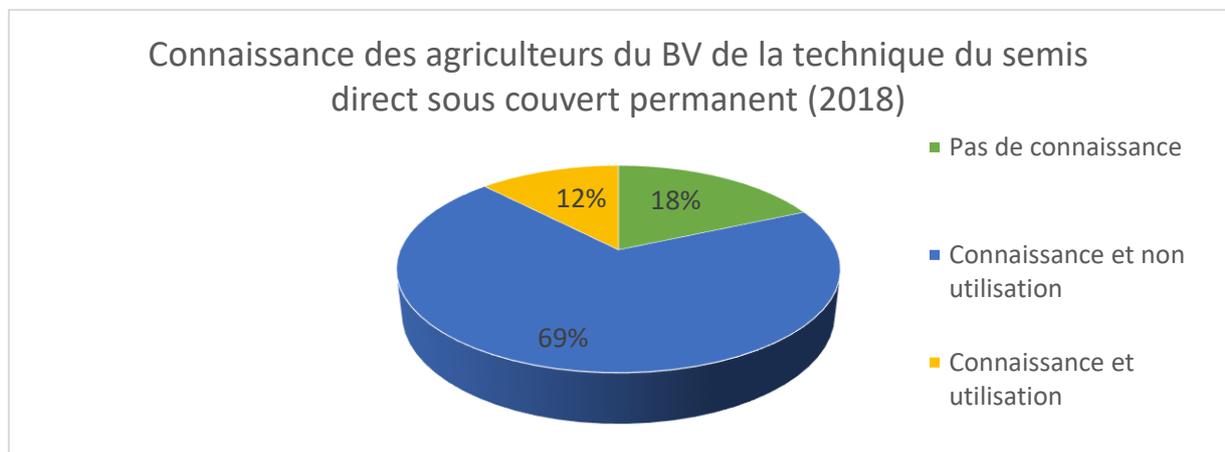


Figure 14 Connaissance de la technique du semis direct sous couvert permanent par les agriculteurs du BV Yvel-Hyvet (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA - Agrocampus - SMGBO - 49 exploitations)

Bien que majoritairement connue des exploitants, cette technique reste très peu utilisée car elle demeure très technique, et présente des risques pour les rendements des cultures, surtout lors des premières années. Tous les impacts de cette technique ne sont pas encore connus, et elle ne peut pour le moment pas être utilisée sur certaines cultures sans perte de rendement important,

comme le maïs. Elle commence cependant à être utilisée plus largement pour des cultures comme le blé ou le colza.

Perceptions des agriculteurs

Les résultats des deux enquêtes réalisées ci-dessous présentent les perceptions des agriculteurs par rapport aux préconisations citées en amont de cette partie.

Enquête auprès des agriculteurs – 2010

En 2009, 36 agriculteurs du BV ont été enquêtés par le SMGBO afin d'évaluer la perception des agriculteurs sur plusieurs problématiques, notamment la problématique phosphore. Les agriculteurs ciblés étaient uniquement des agriculteurs du bassin versant de l'Yvel Hyvet.

Lors de cette enquête, 78 % des agriculteurs interrogés se disent préoccupés par la qualité de l'eau. L'implantation de bandes enherbées est de loin la mesure de protection des cours d'eau la plus citée. L'implantation de talus et haies antiérosives ne vient qu'en troisième position, après le respect des distances d'épandage. Seuls 45 % des agriculteurs interrogés se disent prêts à potentiellement planter des haies et talus : ces dispositifs sont perçus surtout comme une contrainte supplémentaire. Un important travail d'explication et de sensibilisation est à faire auprès des exploitants du bassin versant.

L'atteinte de l'équilibre de fertilisation P d'ici 2013 est une contrainte pour la majorité des agriculteurs enquêtés. Les arguments contraires le plus souvent entendus dénoncent : une baisse nécessaire du cheptel (et donc du revenu) pour satisfaire cette règle, une charge supplémentaire pour la résorption des effluents en trop (voire pour l'achat d'azote minéral en compensation), le sentiment que l'agriculture endosse seule la responsabilité du problème, alors que les particuliers et des collectivités ont aussi un rôle important à jouer (notamment pour l'assainissement).

L'échange d'effluents, qui peut être une solution pour de petits excédents, semble à priori bien accueilli par les exploitants. La mise en place d'une banque d'échange d'effluents peut constituer un point de départ.

58 % des exploitants interrogés disent continuer à utiliser de l'engrais starter sur maïs, ce qui ne paraît pas surprenant puisque 47 % des mêmes exploitants ne tiennent pas compte des résultats d'analyse de sol. Là-aussi, un travail de sensibilisation des agriculteurs au raisonnement de la fertilisation P (et de la notion de seuil d'impasse) est à faire. Cela peut passer par l'organisation de démonstration de parcelles de maïs cultivées avec et sans engrais starter.

La conclusion de cette enquête est que les agriculteurs du bassin versant manquent d'informations sur plusieurs points :

- le problème d'eutrophisation du Lac au Duc et le lien avec le P
- la réglementation concernant le P et son évolution dans un futur proche
- les moyens de lutte contre le transfert de P.

Enquête auprès des agriculteurs – 2018

L'enquête de 2018 auprès des agriculteurs du bassin versant réunit pour le moment les réponses de 49 exploitants. Cette enquête a été menée par le SMGBO, Agrocampus Ouest et l'UMR SMART LERECO de l'INRA. La grande majorité de ces enquêtes se sont faites en face à face, en entretien individuel. En complément, quelques enquêtes ont été faites en ligne. Les agriculteurs ciblés ont

été majoritairement les agriculteurs du BV de l'Yvel-Hyvet et quelques agriculteurs limitrophes à ce bassin versant.

Si nous comparons certains résultats de cette nouvelle enquête avec celle ayant eu lieu en 2010, nous constatons une nette évolution sur certains comportements et certaines perceptions des agriculteurs sur l'eutrophisation du lac au Duc et sur la qualité des eaux :

- Sur l'échantillon de 2018, 87 % des exploitants déclarent avoir connaissance des problèmes d'eutrophisation du lac au Duc, contre 50 % sur l'échantillon de 2010.
- Comme dit précédemment, le lac au Duc est dans une zone 3-B1, les agriculteurs ont déjà dû mettre en place des mesures sur leur exploitation pour préserver l'eau, ce qui se vérifie sur les réponses de 2018 puisque 91 % des exploitants estiment avoir mis en place des mesures sur leur exploitation pour améliorer la qualité de l'eau ces 10 dernières années.
- En 2018, 39 % de notre échantillon utilise du P minéral sur les cultures. Ce chiffre est donc en diminution par rapport à 2010, montrant que le travail de sensibilisation sur le bassin versant commence à être visible. Le P minéral reste très majoritairement utilisé sur le maïs.
- Concernant l'opinion sur le couvert hivernal obligatoire des sols, 80% des exploitants considèrent que ce dernier est un avantage.
- Seul 43% des exploitants considèrent la présence de zones humides sur leur exploitation comme un avantage, 29% n'ont pas d'avis sur ces dernières, et 29% considèrent ces dernières comme un inconvénient.
- Seul 13% de notre échantillon prévoit d'implanter des haies dans les prochaines années. Parmi, les raisons les plus invoquées pour ne pas implanter de nouvelles haies, l'entretien de ces dernières reste le principal frein cité. Ce chiffre de 13 % est bas par rapport à celui des enquêtes de 2010. Cela peut s'expliquer en partie par le programme Breizh Bocage, qui a permis à un certain nombre d'exploitants du BV d'implanter des haies s'ils le souhaitent. Le fait qu'il y ait déjà suffisamment de haies sur l'exploitation est d'ailleurs la seconde raison invoquée pour justifier la non installation de haies dans les prochaines années.

La mise en place de haies supplémentaires sur l'exploitation est également une des raisons principales invoquées pour le refus de souscrire à un Paiement pour Services Environnementaux, si un tel dispositif était mis en place dans les prochaines années sur le territoire, et que ce dernier comprenait la mise en place de haies supplémentaires obligatoires sur l'exploitation.

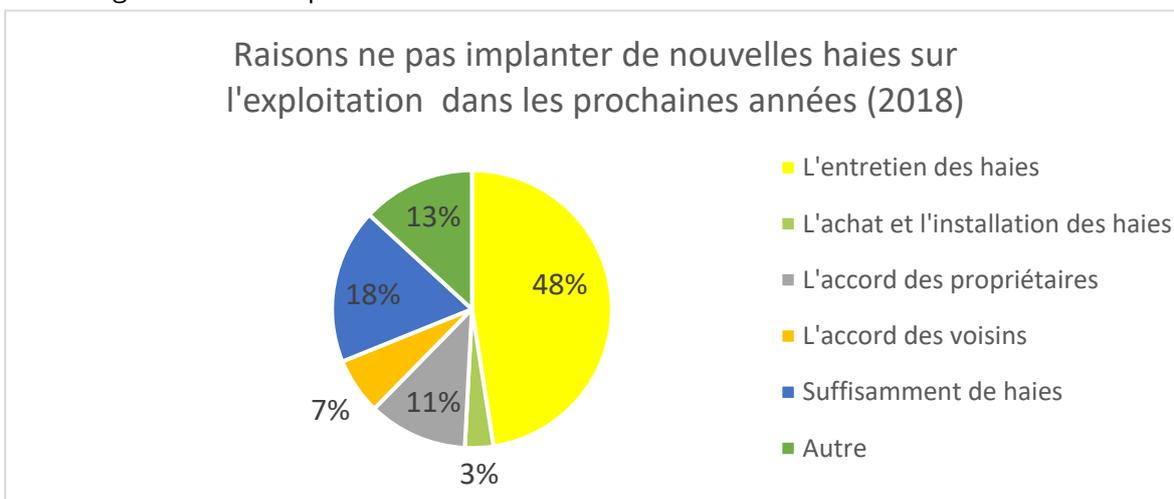


Figure 15 Raisons ne pas implanter de nouvelles haies sur l'exploitation dans les prochaines années (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA - Agrocampus - SMGBO - 49 exploitations - 2018)

La valeur des services auprès des usagers

Enquête auprès des usagers du lac - 2018

Une enquête auprès des usagers du lac a été réalisée à l'automne 2018. Cette enquête a permis de récolter un avis général sur le lac de la part des usagers ou non usagers du lac au Duc, et d'avoir un aperçu des usages les plus fréquents sur et autour du lac. Les résultats présentés ici sont basés sur les réponses de 281 usagers. Afin d'avoir l'échantillon le plus représentatif possible de la population autour du lac, l'enquête a été réalisée comme suit :

- le périmètre d'enquête a été défini sur un rayon de 30 km autour du lac au Duc.
- Les touristes et les usagers du lac hors du rayon de 30 km n'ont pas été écartés lors de l'enquête. Nous avons choisi de lancer nos enquêtes à partir de la fin septembre 2018, afin d'avoir majoritairement des usagers locaux du lac. Néanmoins, le lac étant une source d'attractivité et de tourisme sur le territoire toute l'année, les touristes et habitants de la Bretagne et de la France en général font partis des usagers réguliers. De ce fait, 10% des participants à l'enquête habitent en dehors du rayon de 30 km.
- Un plan d'échantillonnage en fonction de l'âge et du sexe des enquêtés à été réalisé, afin d'avoir un échantillon représentatif de la population française.
- Les enquêtes ont eu lieu dans des lieux publics : rues, marchés, etc. sur une période 4 mois.

Les résultats qui suivent présentent quelques caractéristiques qui sont apparus lors du traitement préliminaire des données récoltées auprès des usagers du lac.

Environ 70 % des enquêtés ont connaissance des problèmes d'eutrophisation du lac au Duc. Ce chiffre descend à 40 % lorsqu'on leur pose la question sur la connaissance d'une usine de production d'eau potable près du lac au Duc.

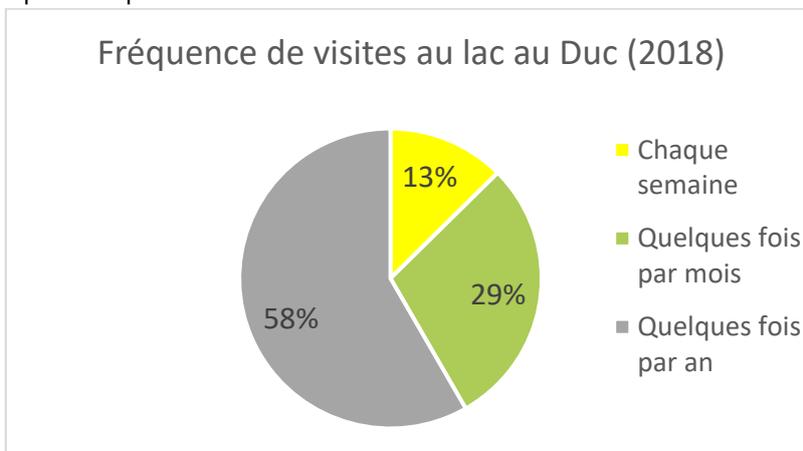


Figure 16 Fréquence de visite au Lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA - Agrocampus - SMGBO - 281 usagers)

Plus de la moitié de l'échantillon enquêté fréquente principalement le lac d'avril à septembre, c'est à dire au printemps et à l'été. La majorité des activités récréatives liées au lac au Duc se font en extérieur, ce résultat n'est donc pas surprenant. Cependant, il faut noter qu'une partie non négligeable (42 %) de la population fréquente le lac toute l'année, majoritairement des locaux. En effet, la promenade/randonnée entourant le lac, ainsi que le centre nautique, sont ouverts toute l'année.

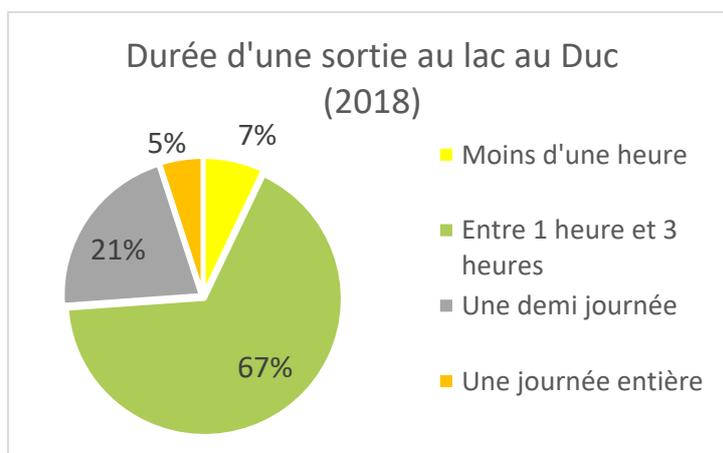


Figure 17 Durée d'une sortie au Lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA - Agrocampus - SMGBO - 281 usagers)

Même si les usages du lac sont très variés, en fonction des habitants, des tendances apparaissent : la majorité des enquêtés font des visites quelques fois par an et restent entre 1 heure et 3 heures. Cela reste donc un usage globalement occasionnel, même si ces résultats sont à affiner en fonction des différentes catégories de population.

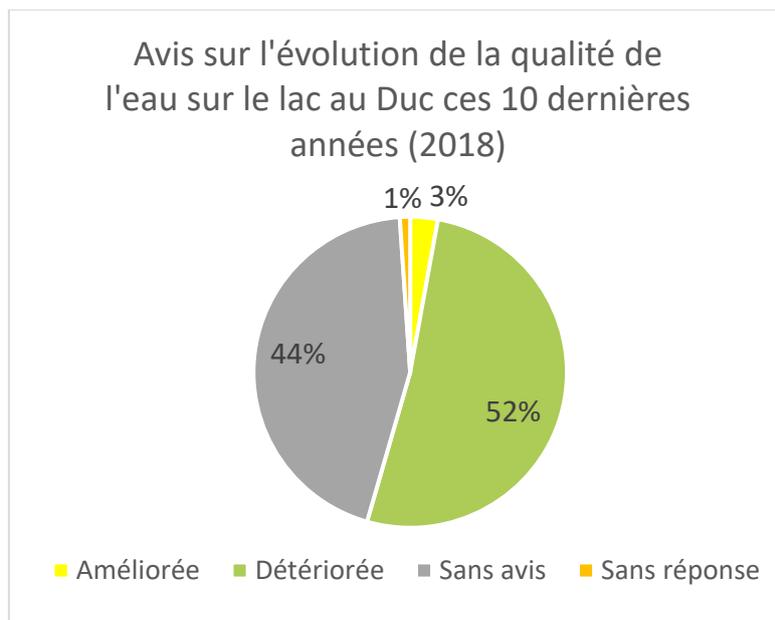


Figure 18 Avis sur l'évolution de la qualité de l'eau sur le lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers)

Concernant la qualité de l'eau du lac, un peu plus de 50 % des répondants estiment que celle-ci s'est détériorée ces 10 dernières années. 44 % de l'échantillon interrogé se déclare sans avis, les raisons invoquées pour cette réponse sont majoritairement :

- un manque de connaissance qui ne leur permet pas de répondre à cette question ;
- un avis neutre sur la question, pour eux, la qualité de l'eau ne s'est ni améliorée, ni détériorée.

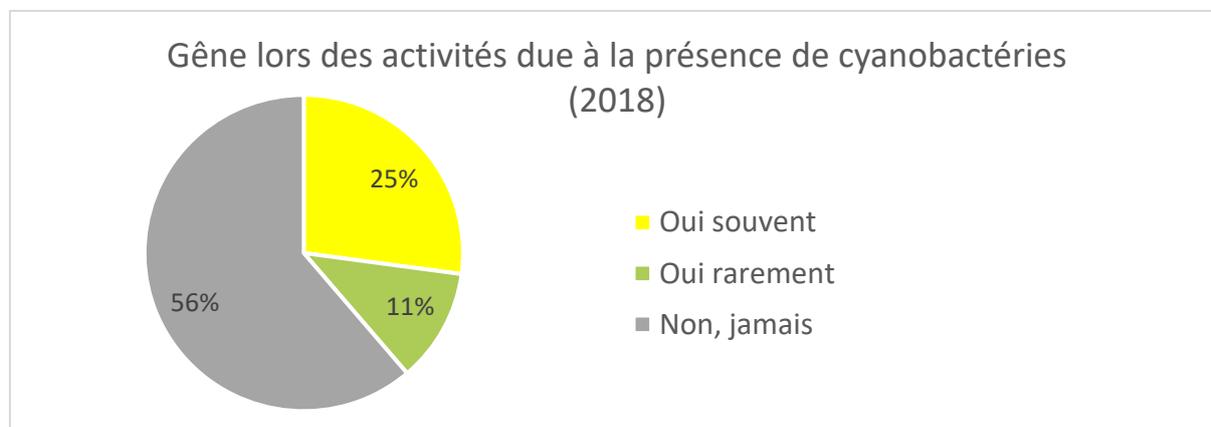


Figure 19 Gêne lors des activités due à la présence de cyanobactéries (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers)

Malgré le fait que plus de la moitié des répondants estiment que la qualité de l'eau s'est détériorée ces dernières années, la majorité des répondants n'ont jamais été impactés par l'eutrophisation du lac lors de leurs activités. Il est important de noter cependant qu'un quart des répondants sont souvent gênés par la présence de cyanobactéries sur le lac, particulièrement pour la baignade.

Parmi les autres résultats que nous pouvons citer, qui seront approfondis plus en détails lors des prochains mois, nous savons que certaines activités et certaines caractéristiques du lac sont plus valorisées par les usagers pour faire des sorties au lac, notamment :

- les activités de baignade, sports nautiques et consommation de poissons autorisées sur le lac. Les interdictions liées aux cyanobactéries ont donc bien des impacts négatifs pour les usagers du lac ;
- La présence d'un chemin de randonnée/de promenade entretenu et aménagé autour du lac. C'est un des usages les plus fréquemment cités par les usagers, plus que les activités nautiques, la baignade ou la pêche ;
- Une bonne qualité écologique du lac ;
- Une présence des infrastructures touristiques (restaurants, bars, etc.) faible.

Ces résultats, particulièrement le dernier sur les infrastructures touristiques sont à affiner en fonction des caractéristiques socio-économiques et des usages faits par les usagers. En effet, environ la moitié des usagers utilisent parfois ces infrastructures touristiques : les structures de jeux payante et gratuite, le bar du camping du lac, etc. Des résultats plus affinés seront présentés lors de la prochaine année, il s'agit ici de résultats généraux sur l'ensemble de notre échantillon.

La carte ci-dessous représente la population enquêtée sur le territoire. Les communes les plus représentée en termes d'habitants sont en général les foyers d'enquête. Des habitants provenant de la plupart des communes définies dans le rayon de 30 km ont été interrogés. Des communes très proches du lac (Ploërmel) ont servi de lieux d'enquêtes comme des communes beaucoup plus éloignées (Elven, Saint-Méen-le-Grand).

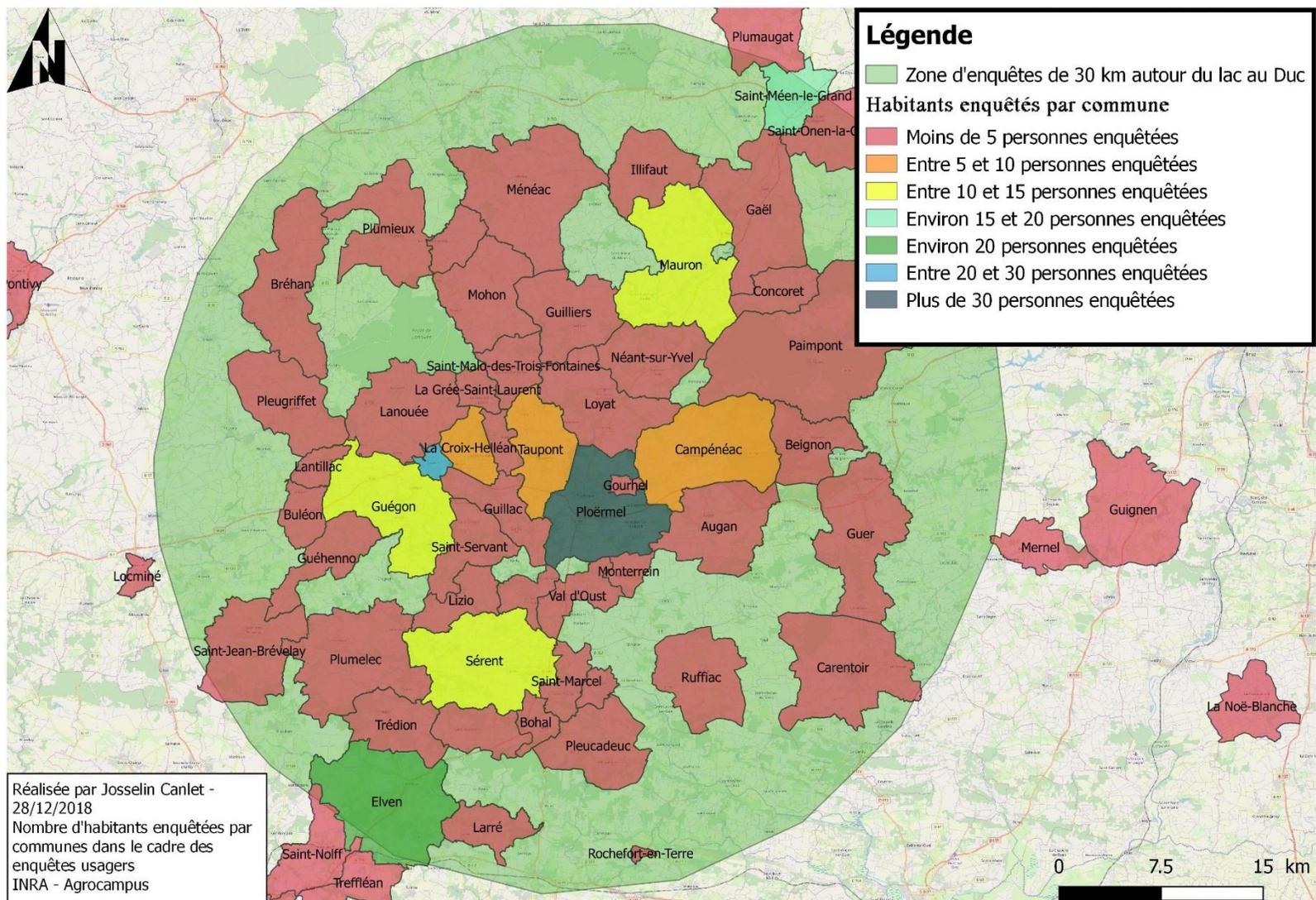


Figure 20 Cartographie de la zone d'enquête usagers et du nombre d'habitants enquêtés par communes (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA - Agrocampus - SMGBO - 281 usagers)

Liste des abréviations

AEP : Adduction d'Eau Potable

ARS : Agence Régionale de Santé

BEP : Bretagne Eau Pure

BGA : Balance Globale Azotée

BGP : Balance Globale Phosphatée

BV : Bassin Versant

CAB-MAB : Conversion/Maintien Agriculture Biologique

CEDAPA : Centre d'Études et de Diffusion sur les Pratiques de l'Agriculture durable

CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

CIVAM : Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural

CRESEB : Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

EH : Equivalent Habitant

EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale

GAB : Groupement d'Agriculteurs Biologiques

GIEE : Les Groupements d'Intérêt Économique et Environnemental

MAEC : Mesures Agroenvironnementales et Climatiques

MEFM : Masse d'Eau Fortement Modifiée

N : Nitrate

P : Phosphore

PSE : Paiement pour Services Environnementaux

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SAMO : Surfaces Amendées en Matières Organiques

SAU : Surface Agricole Utile

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIAEP : Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable

SMGBO : Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust

ZAC : Zone d'Action Complémentaire

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

Liste des figures

Figure 1 Localisation du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet au sein du Grand Bassin de l'Oust et délimitation du BV et des communes (source : SMGBO).....	1
Figure 2 Cartes détaillant le milieu physique du bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (Source : INRA).....	3
Figure 3 Carte des 16 sous-bassin-versants de l'Yvel-Hyvet (Source : SMGBO).....	4
Figure 4 Carte des différents bassins-versants du SMGBO (source SMGBO).....	6
Figure 5 Répartition des entreprises enregistrées dans les 22 communes du BV de l'Yvel-Hyvet liées au secteur agricole (Source : Base SIRENE – Novembre 2018 ; analyse : SMGBO)	7
Figure 6 Occupation des sols du BV de l'Yvet-Hyvet (Source : AELB, 2011).....	8
Figure 7 Evolution de l'assolement du BV Yvel-Hyvet entre 2009 et 2016 comparé à l'ensemble du territoire Grand Bassin de l'Oust (Source : SMGBO)	8
Figure 8 Détails des stations d'épuration du bassin-versant de l'Yvet-Hyvet (Source : SMGBO) ...	10
Figure 9 Schéma des acteurs interagissant dans le bassin-versant de l'Yvel-Hyvet (Source : SMGBO)	11
Figure 10 Echanges d'informations entre acteurs impliqués par les efflorescences de cyanobactéries sur le Lac au Duc (Source : Audrey Jaouen, 2015).....	15
Figure 11 Source : Enquêtes agriculteurs - INRA – Agrocampus – SMGBO – 49 exploitations	20
Figure 12 Densité des Zones Humides potentielles sur le bassin versant de l'Yvel Hyvet (source : SNGBO).....	22
Figure 13 Fonctionnement du semis direct sous couvert (Source : Chambre d'Agriculture du Finistère).....	23
Figure 14 Connaissance de la technique du semis direct sous couvert permanent par les agriculteurs du BV Yvel-Hyvet (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA – Agrocampus – SMGBO – 49 exploitations)	23
Figure 15 Raisons ne pas implanter de nouvelles haies sur l'exploitation dans les prochaines années (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA – Agrocampus – SMGBO – 49 exploitations - 2018)	26
Figure 16 Fréquence de visite au Lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers)	27
Figure 17 Durée d'une sortie au Lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers)	27
Figure 18 Avis sur l'évolution de la qualité de l'eau sur le lac au Duc (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers).....	28
Figure 19 Gêne lors des activités due à la présence de cyanobactéries (Source : Enquêtes usagers - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers).....	28
Figure 20 Cartographie de la zone d'enquête usagers et du nombre d'habitants enquêtés par communes (Source : Enquêtes agriculteurs - INRA – Agrocampus – SMGBO – 281 usagers)	30

Références bibliographiques

- Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) et SCE, 2012a. Programme de surveillances des masses d'eau des plans d'eau – Année 2011 - Lot n°1: Prélèvements, biologie, hydromorphologie, interprétation des résultats – Régions Bretagne et Basse-Normandie - Etang au Duc. Synthèse. *Rapport Agence de l'Eau Loire Bretagne*, 12 pages.
- Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) et SCE, 2012b. Programme de surveillances des masses d'eau des plans d'eau – Année 2011 - Lot n°1: Prélèvements, biologie, hydromorphologie, interprétation des résultats – Régions Bretagne et Basse-Normandie – FRGL119 :Etang au Duc. Février. Résultats. *Rapport Agence de l'Eau Loire Bretagne*, 31 pages.
- Austruy, E., 2012. Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc (Morbihan) : Diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles. *Rapport Observatoire Départemental de l'Environnement du Morbihan*, 191 pages.
- Bidaux Emma, Jacono Delphine, Beaumais Olivier, 2018. Expérimentation d'un paiement pour service environnemental de protection de l'eau potable: estimation du consentement à payer des bénéficiaires. *Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction Territoriale et Maritime Seine-Aval, Rouen*. 79 pages.
- Brient 2013. Gestion des cyanobactéries au Lac au Duc. 2013. Présentation Université de Rennes 1, Minyvel Environnement, Ocre. 11 diapositives.
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Bretagne, 2015. *L'eau en Bretagne – Bilan annuel 2015*. 52 pages.
- Dittmann, E., Fewer, D. P., & Neilan, B. A. (2013). Cyanobacterial toxins: biosynthetic routes and evolutionary roots. *FEMS microbiology reviews*, 37(1), 23-43.
- Douguet J.-M., Lescot J.-M., Terreaux J.-P., 2017. Impacts économiques de l'eutrophisation et instruments économiques pour diminuer ce phénomène. Pages 851-948, In : L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Rapport d'Expertise scientifique collective, Rapport CNRS- Ifremer-INRA-Irstea (France), 1283 pages.
- Dupas, R., Minaudo, C., Gruau, G., Ruiz, L., & Gascuel-Oudou, C., 2018. Multidecadal Trajectory of Riverine Nitrogen and Phosphorus Dynamics in Rural Catchments. *Water Resources Research*, 54(8), 5327-5340.
- European Topic Centre on Biological Diversity, 2008. European Nature Information System (EUNIS) Database. Habitat types and Habitat classifications. ETC/BD-EEA, Paris.
- Grand Bassin de l'Oust et SIAEP de Ploërmel, 2010, Eutrophisation du Lac au Duc de Ploërmel. Diagnostic des fuites de phosphore sur le bassin versant de l'Yvel Hyvet et propositions de solutions correctives. 66 pages
- Legeay P. L., 2015. Une analyse de la variabilité spatio-temporelle des flux et des sources du phosphore dans les cours d'eau bretons. Période 1987-2012. 104pp.
- Lang-Yona, N., Kunert, A. T., Vogel, L., Kampf, C. J., Bellinghausen, I., Saloga, J., ... & Pöschl, U. (2018). Fresh water, marine and terrestrial cyanobacteria display distinct allergen characteristics. *Science of the Total Environment*, 612, 767-774.
- Lürling, M., Waajen, G., & de Senerpont Domis, L. N. (2016). Evaluation of several end-of-pipe measures proposed to control cyanobacteria. *Aquatic Ecology*, 50(3), 499-519.
- Matthijs, H. C., Jančula, D., Visser, P. M., & Maršálek, B. (2016). Existing and emerging cyanocidal compounds: new perspectives for cyanobacterial bloom mitigation. *Aquatic Ecology*, 50(3), 443-460.

- Moss, B.; Stephen, D.; Alvarez, C.; Becares, E.; Bund, W.V.D.; Collings, S.E.; Donk, E.V.; Eyto, E.D.; Feldmann, T. et al., 2003. The determination of ecological status in shallow lakes — a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13 (6): 507-549.
- Nemery, J., 2018. Phosphore et eutrophisation. Encyclopédie de l'environnement, Université Grenoble Alpes, 7 pages.
- Oréade Brèche, 2016. Paiements pour services environnementaux et méthodes d'évaluation économique. *Enseignements pour les mesures agro-environnementales de la politique agricole commune*, 135 pages.
- Paerl, H. W., Gardner, W. S., Havens, K. E., Joyner, A. R., McCarthy, M. J., Newell, S. E., ... & Scott, J. T. (2016). Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. *Harmful Algae*, 54, 213-222.
- Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., Le Moal, M., Levain, A., Etrillard, C., Moatar, F., Pannard, A. & Souchu, P. (2018). *L'eutrophisation : Manifestations, causes, conséquences et prédictibilité*. Editions Quae (France), 176 pages.
- Saunier Techna, 2002. Etude technique préalable au curage de l'étang au Duc. Note technique relative à l'incidence du curage sur la qualité des eaux. *Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Ploërmel*. 30 p.
- Søndergaard, M., Jeppesen, E., Peder Jensen, J., & Lildal Amsinck, S. (2005). Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes. *Journal of Applied Ecology*, 42(4), 616-629.
- Wiegand, C., & Pflugmacher, S. (2005). Ecotoxicological effects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review. *Toxicology and applied pharmacology*, 203(3), 201-218.
- Rapports d'activités du Contrat Territorial du Bassin-Versant de l'Yvel-Hyvet, Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust, 2015 à 2018.