

**ANNALES DU COMITE
CENTRAL AGRICOLE
DE LA SOLOGNE**

SOMMAIRE 2022

Dominique Norguet : Présentation de la Rencontre ...	1
Bernard Divisia : Organisation de la Rencontre 2022	3
Christian Lévêque : Climat.- l'impasse politique	5
Guillaume Benoit : Une lecture internationale des enjeux et des opinions	9
Pascal Bartout : Les étangs sognots dans le temps ..	23
Quentin Choffel : Bilan thermique des plans d'eau	36
Fancesco Donati : De l'hybridité des étangs	45
Simon Cailliez : La <i>renaturation</i> des étangs	49
Vincent Hennequart : La pisciculture en Sologne	63
Gilles Lemaire : L'association cultures et élevages, agriculture adaptable et changements climatiques	71
Frédéric Thomas :l'élevage en s'appuyant sur la régénération des sols	73
Catherine Brenon : La sensibilisation des acteurs ruraux au changement climatique	85
Louis de Redon : Le droit et l'évolution climatique	95
Xavier Laverne : De nouvelles invasives en Sologne	99
Héloïse Renaud : Construction de l'Hôtel du CCAS par Louis Duthoit en 1908	103

Central Agricole de la Sologne, boîte postale 21,
41600 - Lamotte Beuvron www.sologne-avenir.fr

**ANNALES DU
COMITE
CENTRAL AGRICOLE
DE LA SOLOGNE**

Fondé par décret du 25 juin 1859
Reconnu d'utilité publique (décret du 30 avril 1911)

ASSOCIATION DE PROPRIETAIRES RURAUX

Siège social :
18, avenue de la République – 41600 Lamotte-Beuvron

2022

17^{ème} RENCONTRE INTERSOLOGNOTE :

L'adaptation de la Sologne au changement climatique

De nouvelles espèces invasives en Sologne

**1908 : Construction de l'Hôtel du CCAS
à Lamotte Beuvron**

Comité Central Agricole de la Sologne, boîte postale 21, 41600 - Lamotte Beuvron
www.sologne-avenir.fr

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Gilles DURANT DES AULNOIS, Président d'honneur

Les Trays, 45240 LA FERTE ST AUBIN

Bernard DIVISIA, Président d'honneur, Sydney, 41210 SAINT VIATRE

Le Bureau

Dominique NORQUET, Président,

Le Vieux Filâtre- Chardonnieres, 41300 LA FERTE IMBAULT

Michel GODRON, Vice-Président,

La Greneterie, 18410 BRINON SUR SAULDRE

Xavier LAVERNE, Vice-Président,

Les Avenières, 45240 LA FERTE ST AUBIN

Alain de LAAGE de MEUX, Secrétaire général,

La Sellerie, 41300 PIERREFITTE / SAULDRE

Marc GOURDOU, Trésorier, Les Racoeurs, 18700 OIZON

Les Administrateurs

Hubert AZEMARD, le Thielay, 41210 Montrieux en Sologne

Richard de BEAUCHESNE, Château des Roches, 41200 VILLEHERVIERS

Yolaine de BEAUCHESNE, Couston, 41600 Nouan le Fuzelier

Yves BOUHIER DE L'ECLUSE, la Garenne, 41600 Yvoy le Marron

Hubert CHEVALLIER, Les Villiers, 41200 VILLENY

Gilbert DELAGRANGE, Courcelles, 41210 MARCILLY EN GAULT

Ghyslaine DOGNIN, Fondemer, 41230 VEILLEINS

Philippe de DREUZY, La Turplnière, 45240 SENNELY

François d'ESPINAY SAINT LUC,

Château de Montgiron, 41230 VEILLEINS

Pierre Charles de GRACIANSKY, Moulin-Frou, 41600 CHAON

Amaury GUILLOTEAU, La Guillotière, 41210 NEUNG SUR BEUVRON

Gérard PASQUIER, Bois Aubert, 41210 SAINT VIATRE

Chantal PETER, Les Landes, 41220 VILLENY

Didier ROBERT-BABY, Ragis, 18700 OIZON

Louis ROMMEL, La Borde, 41210 SAINT VIATRE

COMITE CENTRAL AGRICOLE DE LA SOLOGNE

Les commissions permanentes

- **Commission action territoriale** : Hubert Chevalier, président.
- **Commission Communication et adhésion** : Richard de Beauchesne, président.
- **Annales** : Pierre Charles de Graciansky et Xavier Laverne.
- **Chasse** : Alain de Laage de Meux.
- **Eaux** : Gilbert Delagrang, Michel Godron et Pierre Charles de Graciansky.
- **Forêt** : Philippe de Dreuz, François d'Espinay, Didier Robert-Baby.

LE PRESIDENT DU CCAS PRESENTE : LA XVII^{ème} RENCONTRE INTERSOLOGNOTE

Le Conseil du Comité agricole de la Sologne est heureux de vous accueillir à ses 17èmes Rencontres. Le CCAS est une association reconnue d'utilité publique, qui regroupe quelque 600 adhérents acteurs locaux du territoire solognot.

A l'évidence, nos Rencontres inter-solognotes occupent une place de choix dans le concert des colloques, assises, états généraux et autres débats sur la ruralité et singulièrement sur la ruralité solognote.

Bernard Divisia, notre président d'honneur, en proposant le thème du changement climatique faisait un choix très pertinent au regard de cette évolution climatique dont les incidences sont patentes sur nos forêts, nos étangs, nos milieux humides, notre agriculture. Sur le territoire solognot, marqué par la présence multi séculaire de quelque 3000 étangs, de nombreuses rivières, de retenues d'eau, de seuils de moulins, d'écosystèmes aquatiques remarquables et complexes, de massifs forestiers variés, d'une agriculture marquée par une forte déprise et en reconversion, l'eau est aujourd'hui au cœur du débat.

Malgré la concertation apaisée proclamée entre les multiples usagers de l'eau, des tensions, de vifs débats, voire des conflits d'usage se font jour. De vastes programmes d'aménagements sont élaborés par des bureaux d'études, certains émanant de filiales de grands groupes de traitement et de distribution de l'eau domestique. Des spécialistes reconnus de la pollution de l'eau. Mais la pollution des eaux de Sologne serait-elle aussi avérée que cela?

Pour être clair, certains programmes dotés de ressources financières considérables et fondés sur la doctrine de la re-naturation à dire d'experts, envisagent arasement de retenues d'eau, effacement de seuils de moulins, voire même aujourd'hui dérivation des écoulements d'étangs reliés en chaînes depuis des temps immémoriaux, en tout cas mentionnés par les relevés des cartes de Cassini du 18^e siècle. Comment imaginer que de tels bouleversements, dans un contexte de changement climatique, n'ait pas d'incidence sur la biodiversité exceptionnelle des milieux humides de Sologne, la résilience de nos forêts et de notre agriculture, notre élevage, sur la recharge des nappes phréatiques, l'abreuvement du bétail et de la faune sauvage, les zones de refuge pour de nombreuses espèces, la production de la petite hydro-électricité, la préservation de notre patrimoine naturel et rural, la préservation des réserves utiles à la lutte contre les incendies de forêts ?

Faute de recettes universelles nous attendons beaucoup de nos échanges avec les spécialistes ici présents sur les mesures envisageables en Sologne pour faire face aux

changements qui s'annoncent dans le respect de l'identité solognote à laquelle nous sommes tous attachés et que nous voulons sauvegarder.

Gageons que les instances qui s'interrogent sur des programmes d'aménagements ayant une incidence sur les trames vertes et bleues veillent au respect d'un débat contradictoire auquel notre droit juridictionnel français est très attaché.

Gageons que nos élus, parties prenantes dans la gouvernance des projets d'aménagements, alertés par la loi climat du 22 août 2021, veillent comme le prescrit son article 45, à la préservation des écosystèmes aquatiques qui contribuent à la reconquête de la biodiversité, à la résilience climatique et à la lutte contre la pollution.

Gageons que les bureaux d'études sauront résister au culte « de la masse d'eau courante et circulante », au profit d'une vision humaniste qui n'exclut pas l'interaction responsable et raisonnée de l'homme. Une vision éclairée qui ne conduise pas à des actions désastreuses qu'on a pu connaître : re-calibrage de cours d'eau, suppression de marécages si utiles comme zones d'expansion de crues de plus en plus fréquentes, destruction de seuils de moulins, arrachage de haies...

Voici le message que je souhaitais adresser en préambule de cette matinée.

Dominique Norguet,
Président du CCAS

L' ORGANISATION DE LA RENCONTRE 2022

Le thème de la Rencontres Intersolognote 2022 était :

« L' adaptation de la Sologne au changement climatique. »

Le changement climatique « n'épargnera ni rien, ni personne », alerte le GIEC (*Groupe d'experts Intergouvernemental sur l' Évolution du Climat*), une institution placée sous l'égide de l' ONU .

Une adaptation sera donc nécessaire, la démarche d'adaptation visant à limiter l'impact du changement et à susciter et à saisir les opportunités nouvelles.

Dans ce cadre, comment notre Sologne peut et doit-elle envisager son adaptation au changement climatique, durement ressenti cet été 2022 ? C'est la question à laquelle dix experts, réunis par le CCAS autour de **Christian Lévêque** qui présidait la Rencontre comme les années précédentes, ont accepté de venir livrer leur point de vue et leur expérience.

Selon notre méthode, désormais habituelle, d'une approche académique, illustrée par une approche pratique et locale, nos dix intervenants ont abordé successivement les thèmes de l'Eau puis celui des relations entre de l'agriculture et l'élevage.

- **Guillaume Benoit** : le dernier rapport du GIEC, le « Varenne » et le « Dakar » de l'Eau. Une perspective sur les enjeux et les options au niveau international face au changement climatique.

sur les étangs :

- **Pascal Bartout** : l'évolution de la répartition géographique et du nombre des étangs dans le centre de la France sur deux siècles.

- **Quentin Choffel** : le bilan thermique des plans d'eau est un outil de gestion face au réchauffement climatique.

- **Francisco Donati** : la complexité du fonctionnement des plans d'eau établis sur les rivières.

- **Simon Calliez** : illusions et utopies à propos de la suppression des étangs, sur un exemple concret. Avec des références résumées et discutées sur Nature écocentrique contre Nature anthropocentrique.

- **Vincent Hennequart** : une expérience unique sur 60 ans de la pisciculture en Sologne.

sur l'agriculture durable :

- **Gilles Lemaire** : une clef pour une agriculture durable.

- **Frédéric Thomas** : la régénération des sols, base d'une agriculture et d'un élevage durables.
- **Catherine Brenon** : sensibilisation des acteurs ruraux au changement climatique et comment s'y adapter ?

enfin :

- **Louis de Redon** : le droit et l'évolution climatique.

ET APRES LA RENCONTRE

- **Christian Lévêque**, donne des réflexions de sagesse. Il recommande de nous préparer au réchauffement annoncé afin d'anticiper les mesures à prendre concernant nos modes de vie, plutôt que de nous lancer sans recul dans des programmes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui seront aussi coûteux que peu efficaces.

- **Xavier Laverne**, Vice-Président du CCAS, attire l'attention sur l'invasion incontrôlable de sa pièce d'eau et des cours d'eau solognots en général, ceci par une écrevisse américaine.

- **Héloïse Renaud** : son article de commande donne l'origine de la construction de l'hôtel du CCAS à Lamotte Beuvron en 1908. Les matériaux utilisés et le dessin de l'architecture proviennent de la démolition d'un monument solognot antérieur, mais pas d'une serre ou d'une orangerie qui n'ont jamais existé.

Bernard Divisia
Président d'honneur du CCAS

Pierre Charles de Graciansky, administrateur du CCAS, s'est chargé de la rédaction de ce numéro des Annales.

Christian LEVÊQUE
Directeur de Recherches émérite à
l'Institut de Recherches pour le Développement
Président honoraire de l'Académie d'Agriculture de France

CLIMAT : L'IMPASSE POLITIQUE

Nos connaissances sur les causes des fluctuations passées du climat sont encore sommaires et nous devons être prudents sur le sujet des prédictions. S'il y a urgence, c'est de nous préparer au réchauffement annoncé afin d'anticiper les mesures à prendre concernant nos modes de vie, plutôt que d'entretenir des illusions sur la possibilité réelle de réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de tout le globe.

Le climat se réchauffe, c'est un fait. Ce n'est pas une raison de lui faire porter la responsabilité de tous les aléas climatiques que nous vivons. Pour ceux qui savent encore s'informer en relisant l'histoire, les inondations ne sont pas des phénomènes nouveaux, ni par leur ampleur, ni par leur fréquence. Les anciens qui avaient du bon sens, évitaient de construire en zone inondable, mais des élus et des fonctionnaires, incompetents ou corrompus, ont donné par la suite des autorisations de complaisance. Ils essaient maintenant de se dédouaner en faisant porter la responsabilité des dommages au réchauffement climatique et ils ont donc tout intérêt à entretenir un climat anxigène sur cette question. Beaucoup de scientifiques ont résisté à cette dérive, mais le catastrophisme fait recette dans les médias...

Des mouvements politiques et militants exercent actuellement une forte pression en accusant le gouvernement de ne pas prendre suffisamment en compte le changement climatique. Bien conditionnés par les médias, ces militants trépignent d'impatience invoquant l'urgence des mesures à prendre. Pour beaucoup d'entre eux, leur culture et leurs éléments de langage se limitent le plus souvent aux exégèses anxigènes faites par les ONG environnementales, des rapports du GIEC. Ainsi, on a pu entendre récemment que si des mesures drastiques n'étaient pas prises dans les trois ans, nous courrions à la catastrophe, ce qui n'est pas exactement ce qui dit le GIEC... !

Concernant le climat, nous vivons sur la fiction, entretenue par l'accord de Paris, selon laquelle l'ensemble des pays va contribuer à la réduction des émissions de Gaz à Effets de Serre (GES). Nous pratiquons dans ce domaine une politique de l'autruche. En effet, il est improbable que les émissions de GES diminuent de manière significative dans les décennies qui viennent compte tenu du peu de résultats obtenus par la COP 21, non seulement dans des pays gros émetteurs comme la Chine, l'Inde et les USA, mais aussi en Europe qui pourtant a fourni des efforts. Imaginer que les pays vont renoncer dans un futur proche, ou à leur développement, ou à leur croissance économique, est de la pure fiction. On ouvre des centrales à charbon partout.

Les pays producteurs d'énergie fossile vont-ils devenir vertueux au point de saboter brutalement leur économie ? Chacun défend ses intérêts immédiats. Nous vivons sur le mythe d'un scénario vertueux mais irréaliste.

Donc nous sommes partis, si les modèles sont exacts, pour un réchauffement dont on ne peut envisager la fin si les seules émissions de GES sont en cause ? La France est responsable dit-on de 1% des émissions de GES plus les émissions importées. Si nous prenons des mesures drastiques de réduction au niveau national, ce ne sera qu'une goutte d'eau dans cet ensemble avec un effet très marginal sur la dynamique globale du réchauffement. Autrement dit en jouant les bons élèves, nous aurons à payer le prix fort sur le plan économique et social sans aucune chance de voir la situation globale s'améliorer.

L'une des questions qui restent mal élucidées est celle de l'inertie du système climatique. Des discours populistes truffés de fausses informations et de nombreux non-dits, entretiennent la fiction qu'il suffit d'arrêter les émissions de GES pour que le climat cesse de se réchauffer, ce qui est une erreur. Il y est fait allusion dans le rapport du GIEC aux décideurs : " L'évolution future du climat sera fonction de l'inertie du réchauffement dû aux émissions anthropiques passées, ainsi que des émissions anthropiques à venir et de la variabilité naturelle du climat ». Littéralement, il y a de nombreuses incertitudes dans ce domaine.

J'avais mis de côté - ci-dessous - un article de Mégie et Jouzel paru en 2003 dans *la Météorologie*, qui proposait un scénario prospectif adapté du rapport de synthèse du GIEC de 2001. Cette figure tente d'illustrer de manière simplifiée et certainement caricaturale, ce qu'ils appellent l'inertie des différentes composantes du système climatique. Ce qu'elle nous enseigne, c'est que si nous arrêtons toute émission de gaz à effet de serre aujourd'hui le réchauffement se poursuivrait encore pendant un à deux siècles en raison de l'inertie du système terrestre... avec diverses conséquences sur les températures et le niveau de la mer. Nous sommes bien loin d'interrompre les émissions, de telle sorte que réchauffement du climat va se poursuivre sans que l'on puisse envisager une échéance ! A-t-on bien expliqué aux Français qu'ils devront fournir des efforts, voire faire des sacrifices, pour appliquer des mesures dont on ne peut dire si, et quand, elles auront des effets ?

Il est vrai que d'autres résultats suggèrent maintenant que, si les émissions étaient réduites à zéro, le réchauffement connaîtrait seulement une hausse sur 20 ans (toujours à cause de l'inertie du système), suivie d'un déclin à plus long terme. Mais l'évolution d'autres paramètres tels que l'élévation du niveau de la mer se poursuivrait pendant des siècles disent d'autres résultats... Maintenant soyons clairs : l'émission zéro dans un proche avenir est de l'utopie compte tenu de la situation observée, ce qui veut dire que l'on recule d'autant l'échéance de l'hypothétique émission zéro, si jamais on y parvient, allongeant ainsi la période de réchauffement.

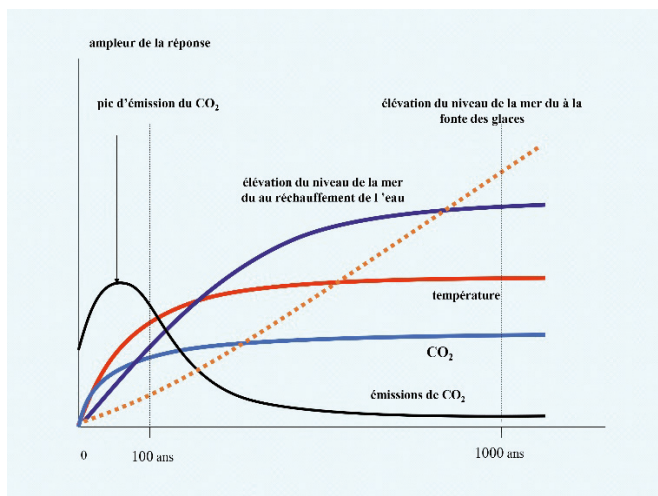


Fig. 1 : L'inertie des différentes composantes du système climatique.

Si nous supposons l'arrêt de l'émission de gaz carbonique (courbe noire), le réchauffement se poursuivrait pendant un à deux siècles, avec ses conséquences sur le niveau des mers. D'après Mégie, G. and Jouzel, J. (2003).- Le changement climatique. Histoire scientifique et politique, scénarios futurs. *La Météorologie*, 42, 37-47.

Il est vrai que d'autres résultats suggèrent maintenant que, si les émissions étaient réduites à zéro, le réchauffement connaîtrait seulement une hausse sur 20 ans (toujours à cause de l'inertie du système), suivie d'un déclin à plus long terme. Mais l'évolution d'autres paramètres tels que l'élévation du niveau de la mer se poursuivrait pendant des siècles disent d'autres résultats... Maintenant soyons clairs : l'émission zéro dans un proche avenir est de l'utopie compte tenu de la situation observée, ce qui veut dire que l'on recule d'autant l'échéance de l'hypothétique émission zéro, si jamais on y parvient, allongeant ainsi la période de réchauffement.

Prendre des mesures implique de réfléchir à leur pertinence, et que l'on se préoccupe de leur acceptabilité sociale. Or si les militants exigent des mesures drastiques de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre au niveau national, ils sont moins diserts sur leurs conséquences potentielles sur le plan social et économique. Les citoyens français sont-ils majoritairement convaincus de la nécessité d'accepter des mesures contraignantes concernant les émissions de GES ? On peut en douter ! Le mouvement des gilets jaunes en partie motivé par le rejet de l'application de la taxe carbone fait réfléchir. De même que le mouvement précédent, dit des bonnets rouges, concernant la taxe pollueur / payeur sur les poids lourds. L'inflation et l'augmentation du coût de la vie les inquiètent beaucoup plus.

J'attends que les militants qui tiennent des discours péremptores et anxiogènes nous expliquent clairement pourquoi nous devons prendre et accepter des mesures contraignantes

qui affecteront significativement notre mode de vie en sachant pertinemment que cela n'aura aucun effet significatif sur le réchauffement climatique puisque nous n'avons aucun moyen de contraindre les autres pays de faire de même.

Au risque d'être ostracisé en soulevant cette question, je m'interroge sur les facteurs qui ont été à l'origine des nombreux épisodes glaciaires qui ont ponctué l'ère Quaternaire environ tous les 100 000 ans, avec des phases de réchauffement et de refroidissement du climat. L'homme n'y était évidemment pour rien. La théorie astronomique des paléoclimats explique la récurrence des cycles glaciaire–interglaciaire au cours du Quaternaire par les variations à long terme des distributions selon les latitudes et les saisons, de l'énergie que la Terre reçoit du Soleil. Peut-on espérer qu'un refroidissement interviendra, comme ce fut le cas lors des cycles de glaciation, pour stopper le réchauffement ? Ce phénomène est-il totalement remis en cause, ou non, par nos émissions de GES ? Car ce serait alors notre seule chance de voir un jour s'inverser la courbe du réchauffement. Mais il y a fort à parier que l'on se plaindra alors d'avoir trop froid... *En réalité nos connaissances sur les causes des fluctuations passées du climat sont encore sommaires et il convient d'être prudent concernant les prédictions.*

S'il y a urgence, c'est bien de nous préparer au réchauffement annoncé afin d'anticiper les mesures à prendre concernant nos modes de vie. Au lieu de nous lancer sans recul dans des programmes de réduction des émissions, et de dépenser beaucoup d'argent dans des mesures qui n'auront qu'un effet très marginal, il serait plus judicieux d'investir, le plus vite possible, dans des mesures d'adaptation au réchauffement. Soyons proactifs et imaginatifs dans ce domaine qui sera l'un des moteurs économiques des décennies à venir.

Je pense avec d'autres que la priorité réside pour la France dans des mesures raisonnables d'économies d'énergie et des mesures pro-actives d'adaptation au changement en cours. Si la montée du niveau marin est de l'ordre de 1 m dans le siècle à venir, quelle politique allons-nous mettre en œuvre pour anticiper le phénomène et prendre les mesures nécessaires avant d'éventuelles catastrophes type Xynthia ? Si un retour en arrière est hypothétique, il faut alors en tirer les conclusions et prendre l'avenir à bras le corps en travaillant à aménager nos cadres de vie, plutôt que d'entretenir de fausses illusions

Il n'en reste pas moins que l'aspect positif de cette question est de nous amener à revoir notre politique énergétique, ce qui n'est pas sans de nombreux avantages. L'un d'entre eux est de chercher à diversifier les sources d'énergie en *boostant* la recherche d'énergies alternatives. L'autre est de contribuer à réduire notre dépendance politique et économique par rapport aux pays actuellement producteurs de pétrole ou de gaz. Ce qui n'est pas une question mineure.

17° RENCONTRES INTERSOLOGNOTES

Guillaume BENOIT

Ingénieur général honoraire des Ponts, des Eaux et des Forêts
Membre de l'Académie d'Agriculture.

L'EAU, L'AGRICULTURE ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE LECTURE INTERNATIONALE DES ENJEUX ET DES OPTIONS.

Sans eau, il n'y a pas d'agriculture et sans agriculture, la famine est à l'horizon. Or l'humanité doit faire face aux conséquences des évolutions démographiques et climatiques, lesquelles viennent encore accroître l'inégale répartition spatiale et temporelle de la disponibilité de l'eau. Notre capacité collective à nous adapter, notamment par une meilleure gestion intégrée de l'eau et des sols, représente donc un sujet politique particulièrement sérieux.

Guillaume Benoit résume ici quelques-unes des principales conclusions de rapports récents dont ceux du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat ou GIEC. Il souligne qu'il n'y pas de solution au problème mondial sans donner une priorité au secteur des terres et notamment à la séquestration du carbone dans les sols et dans la végétation. Il note que les réponses d'adaptation les plus citées au niveau mondial sont la gestion de l'eau dans les fermes, le stockage de l'eau, la conservation de l'humidité des sols et l'irrigation.

La transition agroécologique, à travers notamment la promotion de l'agriculture de conservation des sols, ainsi que le renforcement de la ressource en eau et le développement de l'irrigation, lorsque ceux-ci sont possibles dans de bonnes conditions, sont parmi les options à co-bénéfices multiples, aujourd'hui mises en œuvre à grande échelle par certains pays voisins.

I. PRÉAMBULE

1.- Des inégalités de la disponibilité de l'eau dans le monde.

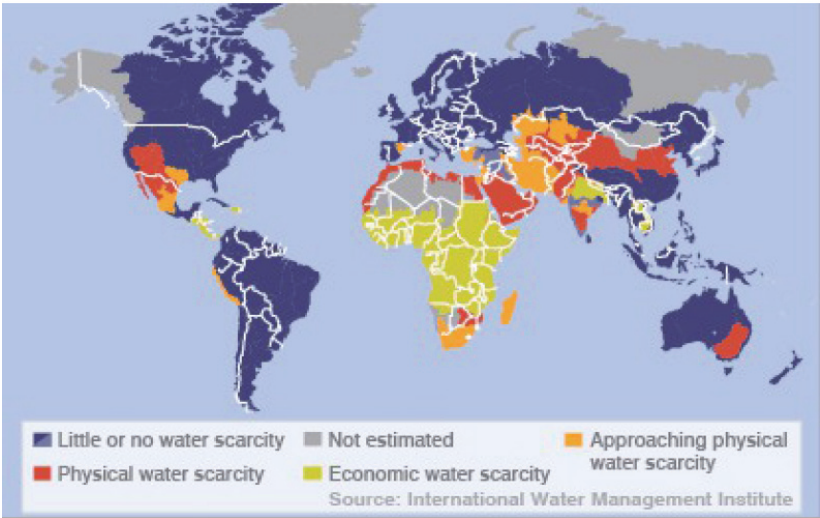


Fig. 1 : Rareté ou abondance de l'eau au niveau mondial, rareté physique ou économique ?

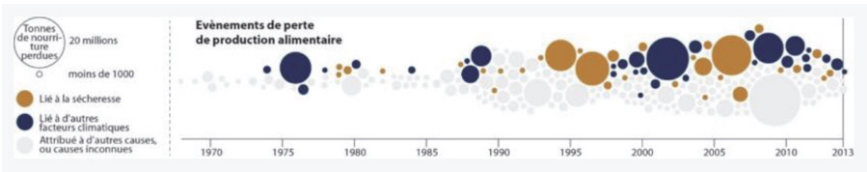


Fig. 2 : De plus en plus de pertes de production alimentaire résultant de sécheresses.

Les deux figures montrent la grande diversité des situations observées dans le monde vis à vis de la ressource en eau. On peut, en simplifiant, distinguer trois types situations :

- L'Afrique sub-saharienne, y compris une bonne partie du Sahel, est riche en eau, mais, faute d'investissements, les africains en sont dépourvus. La rareté de l'eau y est donc "économique".
- A contrario, un nombre croissant de régions sont en situation de réelles pénuries « physiques ». Ainsi, dans le sud et l'est de la Méditerranée, on prélève en moyenne 106% des ressources renouvelables conventionnelles en eau et pratiquement toutes les nappes sont surexploitées, parfois de plus de 1/3 par rapport à la recharge naturelle.
- La 3ème catégorie regroupe des territoires mieux pourvus en capacités institutionnelles et financières, et qui ne sont confrontées ni à la rareté physique, ni à la rareté économique. L'Europe relève de cette catégorie sauf certains cas particuliers (Malte, certaines régions espagnoles...). Les prélèvements globaux sont faibles par rapport à la ressource et l'eau utilisée pour une grande part pour la production d'énergie, revient très vite à la rivière. La France, pays qualifié de "territoire d'abondance hydrique" par Météo France, est favorisée par son climat tempéré et par ses montagnes, grandes « productrices » d'eau. Comme d'autres pays développés, elle a cru dans les années 1980 que la "mission hydraulique" arrivait à son terme, ce qui a conduit à laisser la politique de l'eau dans les seules mains du Ministère de l'environnement. Mais c'était sans compter avec le changement climatique.

Le discours général ressassé sur la rareté de l'eau au niveau global n'a donc guère de sens. Le problème de l'eau, en quantité, est un problème de répartition spatiale et temporelle qui s'accroît, ainsi que celui de notre capacité collective à changer avec le climat, à mieux gérer les ressources et à raisonner nos interrelations en termes de solutions et pas seulement de problèmes.

2.- GIEC et COP.

Le changement climatique fait l'objet d'une forte mobilisation internationale depuis plus de 30 ans. La communauté scientifique est d'autant plus mobilisée que beaucoup d'argent est consacré au sujet. Le GIEC (*Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*) analyse la littérature scientifique et produit régulièrement des rapports de plusieurs milliers de pages sur le climat, les changements constatés, ses causes et les évolutions possibles- lesquelles sont explorées à travers plusieurs scénarios fondés sur des modèles climatiques. Ses rapports traitent aussi des impacts, des risques et des options d'adaptation et d'atténuation (réduction des

émissions de gaz à effet de serre GES). Le GIEC produit enfin certains rapports spéciaux dont celui de 2019 sur les terres.

Les “résumés pour les décideurs” des rapports du GIEC sont discutés et approuvés par les représentants des Etats. Lors des “COP” (Conférences of the Parties : les Parties à la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique), des décisions de nature politique sont prises et des mobilisations multi-acteurs peuvent être initiées. La COP 21, tenue à Paris en 2015, a été l’une des plus importantes du genre. Chaque pays a dû établir une contribution nationale et un accord global, dit “de Paris”, a été signé. La question de l’adaptation y a trouvé pour la première fois une importance équivalente à celle de l’atténuation, le sujet de l’eau et celui de l’agriculture arrivant très largement en tête des préoccupations. Ces deux questions sont étroitement liées puisque sans eau, il n’est pas d’agriculture possible et que l’essentiel de l’eau utilisée par les Hommes au niveau mondial, l’est pour la production alimentaire.

C’est aussi lors de cette COP que de nombreux Ministres de l’agriculture et de l’énergie se sont mobilisés pour la première fois et que l’initiative internationale “4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat” a été introduite avec succès, par le Ministre français de l’agriculture, M. Stéphane Le Fol. Lors de la COP 22 tenue à Marrakech, une autre initiative internationale importante a été introduite, cette fois par le Maroc. Il s’agit de l’initiative AAA (Adaptation de l’Agriculture Africaine) dont les priorités sont l’eau, les sols, la gestion des risques et les financements.

B. LE 6^{ème} RAPPORT DU GIEC (2022-2023)

Du regard transversal rapide que j’ai pu porter sur le 6^e rapport du GIEC, en vue de ces rencontres inter-solognotes, j’ai retenu les points suivants :

1. L’origine anthropique du changement climatique est considérée comme “sans équivoque”

L’origine anthropique du réchauffement est considérée comme “sans équivoque” dans le résumé pour les décideurs, alors pourtant que ce point est controversé par certains scientifiques non membres du GIEC.

L’augmentation de température est de plus d’un degré depuis la fin du dix-neuvième siècle jusqu’à aujourd’hui et le niveau de la mer a monté de 20 cm entre 1901 et 2018. L’augmentation de la température enregistrée à la surface du globe entre 1850 et 2020 est dite « sans précédent » en comparaison de celle reconstituée depuis 2.000 ans.

2. L’insécurité alimentaire (Fig. 2)

Le lien entre montée parallèle de l'insécurité hydrique et de l'insécurité alimentaire est mieux mis en évidence que dans les rapports précédents du GIEC. La figure 2 rend compte par exemple de la multiplication récente de sécheresses à forts impacts sur la production agricole. Le GIEC souligne que "l'augmentation et la fréquence des phénomènes extrêmes a exposé des millions de personnes à une insécurité alimentaire entravant les efforts déployés pour atteindre les objectifs de développement durable".

3. Des sécheresses météorologiques, hydrologiques ou agricoles ?

Quand on parle de sécheresses, on doit distinguer les sécheresses météorologiques, qui correspondent à un déficit prolongé de précipitations, des sécheresses hydrologiques, qui se caractérisent par la forte aggravation des étiages, et des sécheresses agricoles qui affectent les sols et la végétation. Ces deux derniers types de sécheresse résultent aussi de l'augmentation des températures et de l'évapotranspiration.

Les observations et perspectives disponibles sur la France montrent que la montée des problèmes de sécheresses des sols, au Nord de la Méditerranée va et ira bien au-delà de la seule zone climatique "méditerranéenne". Le rapport Climsec de Météo France annonce des sécheresses agricoles extrêmes sur tout le territoire national dès 2080, ceci sans retour vers une situation antérieure. Quant au rapport Explore 2070 du Ministère de l'écologie, il annonce une forte aggravation des étiages (sécheresses hydrologiques) d'ici 2050 dans les bassins de la Garonne et de la Seine. Si on ne fait rien, les débits estivaux pourraient se voir réduits jusqu'à de 40 à 50%. Notre pays se doit donc aujourd'hui d'apporter

rapidement les bonnes réponses à ces nouveaux défis. A défaut, il sera confronté à un risque croissant d'insécurité qui serait à la fois hydrique et agricole/alimentaire et à un grave creusement de son déficit commercial agricole, une situation pour le moins paradoxale pour un pays dit d'abondance hydrique !

4. Les impacts observés de l'évolution climatique sur les systèmes humains

Dans son 6e rapport, le GIEC dresse un tableau qui classe et récapitule les principaux impacts observés de l'évolution climatique sur les systèmes humains. La première catégorie citée concerne le couple rareté en eau/production alimentaire. Les régions du monde le plus impactées sont l'Afrique, l'espace méditerranéen (Nord, Sud et Est) et les "petites îles". Pour les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée, l'avenir s'annonce problématique. Selon une étude produite par l'INRAE France, la dépendance

aux importations alimentaires du Maghreb pourrait passer des 30% actuels à 50% d'ici 2050. On peut craindre aussi, selon la Banque mondiale, une baisse nette et forte de PIB. Si les pays et territoires de la rive Nord qui ne mobilisent qu'une petite partie de leurs ressources en eau ne sont pas confrontés aux mêmes limites, l'Europe du Sud sera cependant bien impactée.

Les deux grands autres types d'impacts sont relatifs à la santé/bien-être (par exemple les impacts résultant des maladies infectieuses) et aux villes, établissements humains et infrastructures. Les coûts économiques et humains des inondations pourraient devenir d'autant plus inacceptables que de nombreuses zones inondables ont été et continuent à être urbanisées, qui plus est avec des constructions inadaptées aux risques.

5. L'invitation à transformer nos modes de développement en mettant les "écosystèmes" au centre de la pensée économique

Des options peuvent heureusement être promues pour transformer nos modes de développement afin de réduire la montée annoncée des risques et des impacts et de répondre aux besoins sociaux et environnementaux. Une telle transformation nécessite de considérer et de piloter autrement les écosystèmes avec pour objectif de réduire ce qui contribue à les dégrader mais aussi de mieux les conserver et de les restaurer. Restaurer un écosystème agricole ou agro-sylvo-pastoral dégradé permet de produire davantage de services écosystémiques : production agricole et forestière, stockage de carbone, eau de qualité... Le GIEC invite ainsi à mettre la santé des écosystèmes et de la planète au centre de la pensée économique.

Pas de solution au problème mondial sans donner une priorité au secteur des terres.

Ce qu'en dit le 6e Rapport du GIEC, Groupe 3, Volume 7 ?

"Les mesures d'atténuation par le secteur des terres, sont parmi les plus importantes pour lutter contre la dérive climatique. Elles ont aussi l'avantage de fournir de la nourriture, du bois, et d'autres ressources renouvelables ainsi qu'une capacité à conserver la biodiversité et à s'adapter au changement climatique".

"Sources d'émissions négatives (carbon dioxide removal CDR), elles apportent aussi des solutions de substitution aux carburants fossiles, ce qui réduit les émissions des autres secteurs".

"Leur déploiement rapide détermine notre capacité à ne pas dépasser l'objectif d'un réchauffement < 1.5° (confiance élevée)."

« Bien mises en œuvre, ces options auront de multiples co-bénéfices. Mal mises en œuvre, elles peuvent s'avérer problématiques. »

6. La lutte contre la dérive climatique : quelles options ?

Selon le 6^e rapport du GIEC, la réussite de l' "atténuation" (ne pas dépasser les + 1,5°) repose principalement sur notre capacité à réaliser des transitions dans le secteur de l'énergie ainsi que dans le secteur des terres, à savoir "l'agriculture, la foresterie et les autres usages des terres et leurs changements". D'un côté, il s'agit de réduire nos émissions de GES en s'affranchissant autant que possible des hydrocarbures et en réduisant la déforestation. De l'autre, il s'agit de capter davantage du carbone aujourd'hui présent en excès dans l'atmosphère pour en séquestrer une partie significative dans les sols, dans la végétation et dans les produits de la bioéconomie à vie longue tels que le bois. Comme je l'avais souligné en 2015 devant l'association des ingénieurs généraux des ponts, des eaux et des forêts, la lutte contre la dérive climatique passe donc à la fois par la décarbonation de l'économie et par la "recarbonation de la biosphère". Cette capacité "unique" du secteur des terres à générer des "émissions négatives" avait déjà été soulignée par le 5^e rapport du GIEC (2014). Le 6^e rapport va plus loin car il s'attache à chiffrer le potentiel d'atténuation des principales options à promouvoir dans les différents secteurs de l'économie.

De ma lecture rapide du rapport, j'ai retenu les points suivants :

- Plus d'attention et d'investissements ont été consacrés à la transition énergétique - ce qui a permis d'en réduire les coûts - qu'aux options propres au secteur des terres, alors que les deux secteurs représentent un potentiel d'atténuation du même ordre et que l'agriculture et la forêt sont menacées.
- Les trois options du secteur des terres à fort potentiel d'atténuation sont la réduction de la déforestation, la transition vers une agriculture à même de stocker davantage de carbone dans les sols et la restauration des écosystèmes dégradés (y compris par des actions de reboisement). La transition vers une meilleure alimentation et la meilleure gestion forestière viennent en second rang. Quant à la réduction des émissions spécifiques à l'agriculture et à l'élevage - le protoxyde d'azote N₂O et le méthane CH₄ -, elle ne vient que très loin après. C'est pourtant seulement sur elle que les projecteurs sont trop souvent fixés.
- Comme le rapport spécial sur les terres l'avait déjà souligné, il nous faut donc viser une intensification durable de l'agriculture, afin de répondre aux besoins alimentaires et de contribuer indirectement à réduire la déforestation, notamment en Afrique. Rappelons à ce sujet que si la France a presque doublé sa superficie forestière depuis un siècle, elle le doit pour une grande part au progrès de son agriculture. Cependant, cette intensification ne devra plus être fondée

d'abord sur la chimie et sur la simplification des systèmes de production comme ce fut le cas avec la première révolution verte, mais bien sur une meilleure utilisation de l'eau et sur des systèmes de production intégrés qui conduisent à l'amélioration de la fertilité des sols.

Le nouveau rapport du GIEC vient ainsi confirmer la pertinence internationale de l'initiative "4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat" lancée lors de la COP 21. Le chiffre "4/1000" avait été proposé par l'INRA à partir d'un calcul montrant que si on augmentait chaque année le stock de carbone des sols continentaux de 0,4%, on pourrait compenser l'ensemble des émissions anthropiques de CO₂ sur une certaine période (quelques décennies).

Une visite du CGAAER sur le canton de Genève que j'avais organisée en 2019, permet d'illustrer l'importance relative possible de la séquestration et du stockage du carbone dans les sols agricoles. Bien que ce canton soit fort peu agricole car très urbanisé et doté d'un grand aéroport international, la transition engagée vers l'agriculture de conservation des sols est en effet en mesure d'assurer à elle-seule 10% de l'objectif d'atténuation fixé par le "plan climat" cantonal. On le sait car les taux de matière organique des sols et leur évolution dans le temps sont connus en Suisse, exploitation par exploitation. On sait aussi que le rapport matière organique / argile des sols sur le canton, 10% en moyenne, est loin de l'objectif du bon état agronomique, soit 17%, et que les meilleures exploitations font dans la durée du + 40/1000 par an. On peut donc évaluer la quantité de carbone additionnelle qu'une politique agro-écologique réaliste peut permettre de viser sur une durée donnée.

Lutter contre la dérive climatique, c'est aussi restaurer les terres des grands espaces forestiers et agro-sylvo-pastoraux dégradés par l'érosion, le surpâturage et la désertification. J'ai déjà montré ici il y a trois ans comment des communautés rurales au nord de l'Ethiopie, avaient réussi en seulement une quinzaine d'années à restaurer 1 million d'hectares dégradés avec pour effet de rendre leur région, le Tigré, plus "vert" qu'il ne l'avait été depuis plusieurs siècles, une restauration qui avait permis de conserver l'eau et les sols, de recharger les nappes, de développer à bonne échelle l'irrigation et de réduire la pauvreté de moitié (Benoit, Annales du CCAS, 2019, pp. 75-90).

Le rapport du GIEC reconnaît d'ailleurs qu'actuellement au niveau mondial, on observe plus de "verdissements" que de "brunissements". Il ne faut donc jamais être « catastrophiste ». En sortant des visions d'écologie punitive et en aidant les communautés rurales, on peut trouver des solutions et réussir en quelques années ou décennies des transitions extraordinaires qui peuvent porter sur des millions d'hectares. Ma conclusion est qu'il faut aider le monde agricole et le monde forestier à devenir des

acteurs de solutions parce que l'agriculture et la forêt, les premiers secteurs à subir le changement climatique, sont aussi les éléments clés de la solution.

Des chiffres :

Total émissions CO2 monde (tous secteurs) : 37,5 à 42 Gt/an.

Puits CO2 secteur des terres : - 12,5 Gt/an .

Evaluation du potentiel de puits à carbone additionnel : 11 Gt/an.

7. Réussir l'adaptation et assurer la sécurité alimentaire : l'eau, l'irrigation et les systèmes agricoles intégrés

La littérature scientifique analysée par le GIEC montre que la question de l'eau vient en tête des préoccupations globales (tous secteurs) en termes de réduction des risques et des impacts, les réponses d'adaptation les plus citées étant "la gestion de l'eau au sein des fermes, le stockage de l'eau, la conservation de l'humidité du sol et l'irrigation". Le 6e rapport du GIEC souligne à cet égard avec une "confiance élevée" que ces mesures ont le double mérite, d'une part, de réduire la vulnérabilité, et, d'autre part, de fournir des avantages qui peuvent être à la fois économiques, institutionnels et/ou écologiques.

L'irrigation est une des options les plus citées : le mot apparaît en effet près de 600 fois dans le rapport du GIEC ! Outre son efficacité pour réduire le risque de sécheresse et les impacts climatiques dans de nombreuses régions, elle présente aussi plusieurs avantages en termes de sécurité alimentaire (moyens de subsistance). L'irrigation doit cependant être gérée de manière appropriée pour éviter les deux grands effets négatifs potentiels que sont l'épuisement des ressources en eau souterraines et la salinisation accrue des sols.

Le 6e rapport du GIEC souligne aussi l'importance à donner à la transition agroécologique : les systèmes intégrés -agriculture de conservation des sols (ACS), agroforesterie, associations agriculture-élevage - sont autant d'options climato-intelligentes à fort co-bénéfices. Le pilotage et la diversification des écosystèmes et des paysages renforcent la sécurité alimentaire, la biodiversité et la production de services écosystémiques tels que la lutte contre les parasites, la pollinisation, l'amortissement des extrêmes de températures et la séquestration et le stockage de carbone. Ces options gagneraient naturellement à être mises en œuvre à des échelles dépassant la seule exploitation.

8. Le besoin de faire davantage lien entre l'agroécologie, l'irrigation et la gestion de l'eau

Le 6e rapport du GIEC est donc riche de confirmations et d'indications précieuses sur l'importance relative des secteurs des terres et de l'eau, ainsi que sur le sens à donner à l'action climatique. On regrettera cependant peut-être un manque d'explications et d'approfondissements sur deux points :

- L'analyse du potentiel d'extension durable de la superficie irriguée dans les grandes régions du monde ainsi que des mesures de renforcement de la ressource en eau qu'il conviendrait d'organiser pour en permettre la réalisation dans de bonnes conditions environnementales,
- Le lien à établir entre amélioration agroécologique de la fertilité des sols et gestion de l'eau.

Ces deux points sont importants à considérer par exemple quand on réfléchit au devenir possible de l'Afrique de l'Ouest, de l'Europe et de la Méditerranée. Le séminaire international SESAME 7 que nous avons organisé fin octobre 2021 à Agropolis international en a témoigné. Améliorer les sols, c'est en quelque sorte aussi changer de paradigme dans notre vision et notre pratique de la gestion de l'eau. Car améliorer les sols et leur fertilité en y stockant davantage de carbone, c'est aussi y accroître le stockage et l'infiltration de l'eau et c'est donc contribuer à la recharge des nappes et à réduire les besoins en eau d'irrigation. Nous invitons les lecteurs intéressés par ses questions à prendre connaissance du rapport de ce séminaire et notamment de la brillante intervention qu'y avait faite Frédéric Thomas, agriculteur de Sologne ici présent.

Pour autant, même en agriculture de conservation des sols, des recours ponctuels à l'irrigation peuvent s'imposer pour éviter de fortes pertes. De plus, de nombreuses productions à forte valeur ajoutée (semences, fruits, légumes) ne sont pas possibles sans irrigation. Il nous faut donc à la fois mieux gérer l'eau et les systèmes de production et paysages, sortir des visions qui tendent à opposer l'homme et la nature et reconnaître que c'est en gérant mieux la biosphère que nous pourrons servir les enjeux de transition économique et tous les enjeux du développement durable.

III. LES OPTIONS D'ADAPTATION DANS CERTAINS PAYS

1. Le Maroc : du million d'hectares irrigué au million d'hectares en ACS

Le Maroc est un pays confronté à de lourds défis : stress hydrique et vulnérabilité au changement climatique, pauvreté rurale, insuffisance et surexploitation de la ressource en eau, dégradation des sols et des écosystèmes agricoles et montagnards,

dépendance alimentaire. L'évolution de ses politiques publiques agricoles depuis l'indépendance est particulièrement intéressante à comprendre et à suivre.

La première grande décision, prise en 1967 par le roi Hassan II, a été celle du "million d'hectares irrigués" et donc aussi de la construction de grands barrages. Si l'objectif a largement été atteint et dépassé, cette politique n'a cependant bénéficié qu'à une petite partie de l'espace rural et des exploitations. La 2^e grande décision de politique n'a été prise qu'en 2007 avec le lancement du « Plan Maroc Vert » 2008-2020. Celui-ci s'est attaché à mobiliser des investissements dans une approche de planification territorialisée élargie aux filières agro-alimentaires et incluant un « Pilier 2 » pour les zones rurales pauvres. Dans le domaine de l'eau, la priorité a été donnée au passage à une irrigation localisée plus économe en ressource (« goutte à goutte ») avec un objectif de 500.000 ha.

La nouvelle stratégie agricole « Génération Green 2020-2030 » ouvre une 3^e phase. C'est la première stratégie à promouvoir l'agroécologie, les deux priorités affichées étant l'agroforesterie et, surtout, le semis direct (SD) / agriculture de conservation des sols (ACS). Le développement du SD à grande échelle - l'objectif fixé est 1 million d'hectares à l'horizon 2030 - est considéré comme déterminant pour la réussite de l'adaptation et pour la sécurité alimentaire du pays. La recherche agronomique marocaine a en effet montré un gain de rendement moyen de 30% en SD. Et, en année sèche, les rendements parfois nuls et ne dépassent pas 6 quintaux en systèmes labourés, sont de 10 à 20 quintaux l'hectare en SD ! L'ACS permet aussi des économies importantes de carburant et un stockage de carbone significatif.

2. Le Portugal : un programme national d'irrigation de 560 millions €

Au Portugal, la mise en œuvre du Programme National d'Irrigation, avec un investissement total de 560 millions d'euros, est considérée comme d'importance cruciale pour créer une « plus grande résilience aux effets du changement climatique ». La ministre de l'agriculture a également annoncé qu'elle avait lancé un soutien visant la construction d'étangs privés, en plus d'avoir prévu des investissements d'un montant de 750 millions d'euros dans le cadre du Programme national d'investissements 2030 (400 millions d'euros pour de nouveaux périmètres irrigués et 350 millions d'euros pour la réhabilitation et la modernisation des périmètres irrigués existants) ». La ministre considère en effet que « pour avoir une activité agricole rentable, qui permette une gestion active du territoire et prévienne la désertification physique et humaine, nous avons besoin d'eau » (source : Moveaveiro, 3 mars 2022).

3. Le Niger : pilotage présidentiel, décentralisation, agroforesterie et petite irrigation

Le Niger, pays le plus pauvre et pays au taux de fécondité le plus élevé du monde, a innové en lançant une stratégie nationale dite “3N” – les Nigériens Nourrissent les Nigériens” – pilotée au plus haut niveau de l’Etat (présidence de la république) et mise en œuvre de façon très décentralisée. Les communes, qui sont grandes dans ce pays, sont considérées comme la “porte d’entrée” du 3N. Profitant de cette ouverture vers la décentralisation de la gestion des ressources naturelles, les communautés rurales du Sud du pays ont réussi à restaurer 5 millions d’hectares très dégradés, aujourd’hui devenus agroforestiers, ce qui a permis de nourrir deux millions et demi d’habitants en plus (Benoit, Annales du CCAS, 2019, pp. 75-90).

Aujourd’hui, une priorité est donnée au développement à grande échelle de la petite irrigation avec des technologies simples et accessibles aux petits agriculteurs. Une étude récente a révélé des ressources en eaux souterraines bien supérieures à ce qui avait été chiffré jusqu’à présent, ce qui indique un potentiel d’extension des surfaces irrigués de plusieurs millions d’hectares. Des expériences locales, comme celle, remarquable de la coopération établie depuis plus de 15 années entre l’ONG française « les Puits du désert » et l’ONG « Tidène » ont montré combien l’eau, bien mobilisée, gérée et valorisée, pouvait totalement changer la donne. Alors que la région d’Agadez et du massif de l’Aïr, sont des zones classées « rouge » par notre Ministère des affaires étrangères, l’accès à l’eau a permis de transformer les anciens combattants revenus de Libye après la chute du régime de Kadhafi en maraichers. La présidente de Puits du Désert et les présidents des anciens combattants et de l’ONG Tidène s’accordent aujourd’hui à reconnaître, au vu de cette réussite, que « le problème du Sahel n’est pas politique, il est économique » (cf rapport SESAME 7).

IV. ET EN FRANCE ?

La France est à la fois un pays engagé dans la transition agroécologique et un pays dans lequel la question de l’eau et de l’agriculture est un sujet sensible voire conflictuel. Les oppositions peuvent être en effet vives entre agriculteurs, d’un côté, et ceux qui s’opposent, par principe, à tout projet de stockage de l’eau, de l’autre. Le désinvestissement ancien du Ministère de l’Agriculture et de l’Alimentation dans le domaine de l’eau et ses divergences avec le Ministère de la Transition Ecologique n’ont pas aidé. Des progrès ont été cependant obtenus à différents niveaux ces dernières années.

Au niveau national, une avancée significative a été la production en 2019, par les Conseils généraux des 2 Ministères en charge de l'agriculture et de l'écologie, d'un rapport commun intitulé « Changement climatique, eau et agriculture : trajectoires 2050 » dont la principale recommandation est la nécessité parallèle de « renforcer la ressource en eau partout où c'est possible dans de bonnes conditions » et de transformer nos systèmes de production en faisant des sols « le socle de l'adaptation au changement climatique ». Le rapport a plaidé notamment pour une « massification » (forte extension) de l'agriculture de conservation des sols (ACS) ainsi que pour une nouvelle vision de l'irrigation, l'irrigation de « résilience ». Une autre avancée a été le « Varenne agricole de l'eau et du changement climatique », une grande consultation copilotée par le Ministre de l'agriculture et par le Secrétaire d'Etat à la biodiversité. Celle-ci a permis une bonne mobilisation des territoires (régions, agences de l'eau, ...), de la recherche et de la profession agricole. Elle a eu certaines *suites positives* y compris sur le sujet de l'eau. Le ministère de l'agriculture a repris pied sur le plan politique et réglementaire et un délégué interministériel a été nommé. Pour la première fois depuis longtemps, le Ministère a en outre mis quelques dizaines de millions d'euros dans le stockage, comme quoi tout arrive. *Les points faibles* c'est que les acteurs sont restés campés sur leurs positions. France Nature Environnement a refusé de participer. C'est dommage parce qu'ils auraient certainement pu donner leur apport. Et, dans le milieu agricole, on est resté un peu trop conventionnel. On n'a pas assez parlé des sols et de l'agriculture de conservation et du comment la massifier. Il n'y a pas eu de suite non plus à la désignation de l'agriculture comme activité d'intérêt général. On regrettera enfin que ni dans le cadre du Varenne, ni dans celui du rapport, des objectifs chiffrés à atteindre d'ici 2030 ou 2050 en matière de renforcement de la ressource, d'irrigation et de développement de l'ACS n'aient pu être proposés.

C'est à des niveaux plus décentralisés que des objectifs chiffrés et des paniers de solutions ont pu être explorés. L'Agence de l'eau Adour-Garonne a ainsi listé des options à mobiliser pour prévenir le déficit ressources/besoin de plus d'un milliard de m³ annoncé à l'horizon 2050, y compris par la création de nouvelles infrastructures de stockage. Cependant, les postures et oppositions au sein du comité de bassin demeurent vives et nos Agences de l'eau, contrairement aux Confédérations hydrologiques espagnoles, n'ont pas les capacités de maîtrise d'ouvrage leur permettant de passer à l'action.

C'est en réalité au niveau beaucoup plus local, celui du « territoire de vie » et de « l'espace projet » que tous les acteurs directement concernés peuvent s'entendre et que l'action concrète peut s'enclencher. La nouvelle procédure « projets de territoires gestion de l'eau » (PTGE) y invite et permet de refonder une action publique aboutissant à définir et mettre en œuvre des « projets de société » qui sont clairement

d'intérêt général. On en compte déjà plus d'une centaine en France. Ainsi, par exemple le PTGE du Midour, projet piloté par l'établissement public territorial de bassin « Institution Adour », a permis de s'accorder localement sur un panel d'actions incluant économies d'eau, développement de l'agroécologie pour mieux retenir l'eau au lieu de la laisser partir et création d'infrastructures de stockage (cf rapport SESAME 7).

Cette évolution vers une approche plus décentralisée de la gestion des ressources naturelles est importante, car si une articulation positive intelligente entre les niveaux est nécessaire, le niveau local est essentiel. On a en effet besoin de s'adapter à chaque contexte et à la nouvelle donne climatique. Il nous faut donc bousculer les habitudes et sortir des visions « en silos » et des postures, ainsi que des blocages et incohérences qui vont avec, en s'accordant, acteurs publics et privés ensemble, sur des trajectoires de transition d'intérêt général. Il nous faut aussi relier dans la réflexion l'eau, la terre, le sol et les activités qui utilisent ses ressources et de façon et, surtout, pouvoir passer concrètement à l'action. C'est donc bien à l'échelle des territoires de vie qu'il faut s'organiser et agir, d'où l'intérêt de voir le CCAS poser de telles questions aujourd'hui car la Sologne n'est ni la Beauce, ni le Pays Fort.

Cette évolution est aussi nécessaire car on a aujourd'hui clairement besoin de refonder l'action publique et notamment de faire évoluer le rôle de l'Etat vers un moins de normatif imposé d'en haut et vers un rôle plus adaptatif à l'écoute et au service des territoires.

Pascal BARTOUT

Maître de conférences HDR en Géographie,
Laboratoire du Centre d'Etudes pour
le Développement des Territoires et l'Environnement (CEDETE)
Université d'Orléans

**LES ETANGS SOLOGNOTS DANS LE TEMPS :
MISE EN EVIDENCE DE TRAJECTOIRES PAYSAGERES
A L'ECHELLE DE DEUX SIECLES**

La répartition géographique des aires à étangs du centre de la France, dites aussi paysages stagnustres, a évolué avec le temps sur deux siècles, de 1830 à 2018. S'il y a des constantes, comme la présence de la Sologne des Etangs par exemple, il n'y avait guère d'étangs en 1830 dans la Sologne du Cher, ni même sur la périphérie de la Sologne des Etangs. Les explications possibles varient avec le lieu et les gens. Il existe des propriétaires et gestionnaires d'étangs différents, des modalités de gestion différentes, des attendus économiques différents, des morphologies d'étangs différentes et surtout des territoires à étangs différents. Or la réglementation pour l'étang est unique et la même partout, tandis que l'étang est pluriel car il épouse les caractéristiques et les vicissitudes du lieu dans lequel il s'inscrit. Ceci ne favorise ni sa compréhension, ni son appréhension, par les organes de gestion de l'eau en France. Il serait utile que ce message leur parvienne.

Introduction :

Les étangs français sont majoritairement artificiels (Bartout et Touchart, 2013). Ils doivent leur existence, faite de va-et-vient temporels, à un potentiel naturel d'installation qui englobe divers critères (climat, topographie, altitude, roches, imperméabilité, nature de sols, développement du chevelu hydrographique), mais également à des choix humains, tant politiques, économiques que sociaux.

Les paysages lentiques¹ que nous connaissons aujourd'hui sont « *la résultante de processus longs et complexes impliquant les effets combinés de facteurs de natures diverses (biophysiques, socio-économiques, politiques et humaines en général)* »

(Paysant *et al.*, 2019). Or, si le substrat naturel a peu changé au cours des derniers siècles, faisant de lui un élément stable, les valorisations sociétales des terroirs ont, parfois, profondément évolué. Les logiques d'implantation des plans d'eau n'entrent donc pas nécessairement dans le cadre défini par le potentiel naturel, car la cohérence entre milieu naturel et activité n'est pas l'élément prépondérant de la phase de réflexion quant au lieu d'installation de son étang. Ainsi, un potentiel naturel d'accueil d'étangs élevé n'est pas la garantie de constructions, et, inversement, un potentiel naturel faible n'exclut pas la construction d'étangs.

Pour comprendre la genèse de ces territoires limniques², il nous faut nous pencher sur les sociétés humaines qui les entourent et appréhender ceux-ci « *comme une œuvre dont l'état présent peut laisser supposer faire apparaître des traces des versions antérieures, c'est-à-dire comme un palimpseste lentique* » (Bartout, 2015). Pour ce faire, nous allons adopter une démarche géohistorique en ayant recours aux trajectoires paysagères stagnustres³. Ceci nous permettra de suivre (et ensuite tenter de comprendre) les variations de la répartition géographique des étangs avec le temps.

Grâce à la création de référentiels cartographiques (Bartout, 2015), il est possible d'établir un état des lieux stagnustre à un moment *t*, faisant ressortir des concentrations (**Fig. 1**), mais il est plus complexe d'en comprendre la genèse, car il faut bien connaître l'essence même du territoire, son sentiment d'appartenance et donc son homogénéité socio-culturelle dans la durée, ce que Geneviève Bédoucha (2011) nomme les « *liens de l'eau* ».

En s'appuyant sur les travaux conduits à l'échelle d'un territoire de près de 190 000 km² dans le centre de la France (Fig. 1), soit à peu près 1/3 de la surface métropolitaine (Bartout et Touchart, 2022), cet article propose de cibler cette analyse cartographique sur la construction de trajectoires paysagères stagnustres sur la période 1830-2018 à une double échelle : celle de l'ensemble du territoire d'étude et celle de la Sologne dans les limites de son territoire délimité par l'arrêté du 17 septembre 1941.

De fait, il s'agira de vérifier si les dissymétries contemporaines majoritairement ouest/est (Fig. 1), ainsi que l'apparente homogénéité solognote, étaient déjà en vigueur il y a deux siècles, ou si d'autres contrastes cartographiques étaient présents, voire plus importants.

De fait, il s'agira de vérifier si les dissymétries contemporaines majoritairement ouest/est (**Fig. 1**), ainsi que l'apparente homogénéité solognote, étaient déjà en vigueur il y a deux siècles, ou si d'autres contrastes cartographiques étaient présents, voire plus importants.

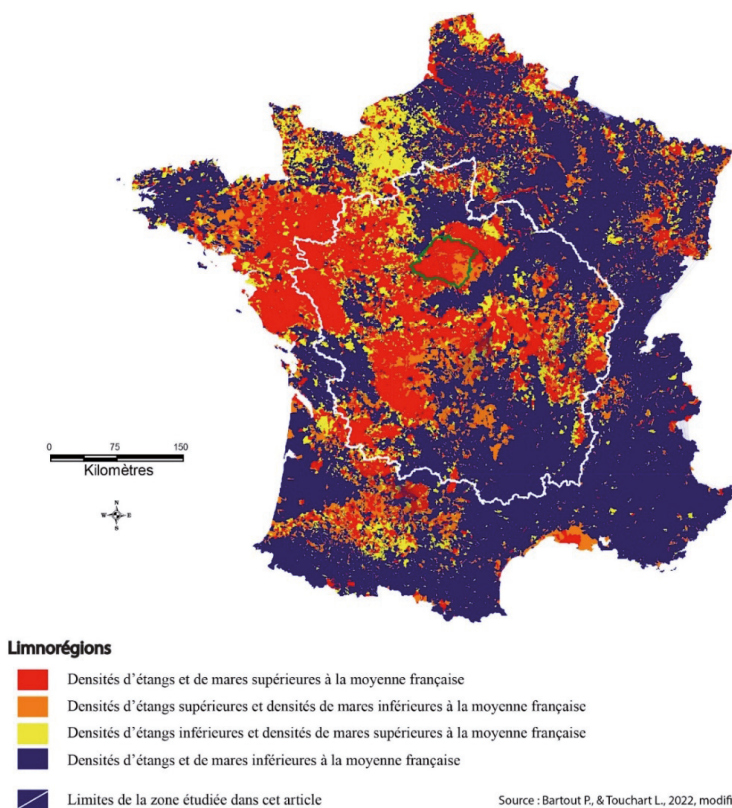


Figure 1 : Les limnorégions ⁴ de base en France continentale selon leurs densités d'étangs et de mares en 2018.

I. Les densités d'étangs en 1830 et en 2018 : de l'exception locale à la généralisation régionale.

Deux points pour commencer :

Tout d'abord, les extrémités de l'intervalle de temps proposées, à savoir 1830 et 2018, ne permettent pas d'étudier dans le détail les transitions paysagères au sens de D. Baud (2015) car ces dates-là ne correspondent pas à des moments d'équilibre, c'est-à-dire « *une situation de concordance entre l'humanisation et la spatialisation* » (Clément, 1999). En effet, la première partie du XIX^e siècle est fortement marquée par

les remous liés à la Révolution française, avant que ne viennent se greffer les impacts des révolutions industrielles et agricoles. Ensuite, le début du XXI^e siècle marque la fin du laisser-aller administratif de la seconde partie du XX^e siècle, un regain d'intérêt pour les zones humides mais, paradoxalement⁵, une volonté par certains d'effacer les étangs qui introduit des tensions importantes dans la société entre pro et anti-étangs. Il s'agit donc de deux moments de relative instabilité, 1830 et 2018 sont deux périodes « moyennes » qui recèlent pourtant de multiples informations géographiques. Elles ne correspondent pas aux maximas et minimas observés et quantifiés de plans d'eau en France, à savoir la fin du XVI^e siècle pour les maximas et la première partie du XX^e siècle pour les minimas (Bartout, 2015).

Second point qui concerne le vocable « étang » : il est important de noter que les possibilités techniques liées à nos deux inventaires n'ont pas permis de prendre en compte exactement les mêmes éléments d'une année à l'autre. Ainsi, en 1830, sont considérés comme « étangs » tous les objets lenticulaires non lacustres dont la superficie dépasse 1 000 m² quelles que soient leurs origines, auxquels nous ajoutons douves, retenues de seuil de moulin⁶, ou tout élément permettant d'envisager une création artificielle, comme par exemple la mention d'une pelle. En 2018, nous ne disposons pas de renseignements aussi fins et nous nous contentons de la limite des 1 000 m² cartographiés. Tout ce qui n'entre pas dans ces catégories-là sera alors reversé dans les « mares », plans d'eau de dimension horizontale réduite et ne mentionnant pas clairement d'éléments de fonctionnement artificiel.

A. Les densités d'étangs en 1830 et la logique de concentrations localisées

Au sortir de la période révolutionnaire, cette cartographie (**Fig. 2**) permet de dresser un état des lieux du nombre et de la localisation des étangs dans la partie centrale de la France. Le département de l'Allier, au travers de la Montagne et de la Sologne Bourbonnaises, ainsi que ses appendices orientaux (en Saône-et-Loire et Loire) et méridionaux (confluence de la Dore et de l'Allier à proximité de la ville de Thiers), en constitue le cœur stagnustre, c'est-à-dire avec beaucoup d'étangs. Des régions d'étangs reconnues bien circonscrites spatialement, complètent ce tableau comme la Dombes, le Forez ou la Bresse à l'est, la Double au sud-ouest, et la Brenne et la Sologne (trait blanc sur les différentes figures) au centre-ouest. Des secteurs de forte densité plus lâches marquent également ce territoire (Ouest de la Sarthe, plateau haut-limousin de Corrèze, Périgord limousin, région de Confolens en Charente limousine, monts de Blond, Combraille limousine, Bocage Bourbonnais, Boischaut Nord, région de Saulieu, forêt d'Orléans, pays d'Yveline ...). En gros, deux éléments structurent cet état des lieux : l'étang n'est pas généralisé (la couleur bleue domine largement sur cette figure

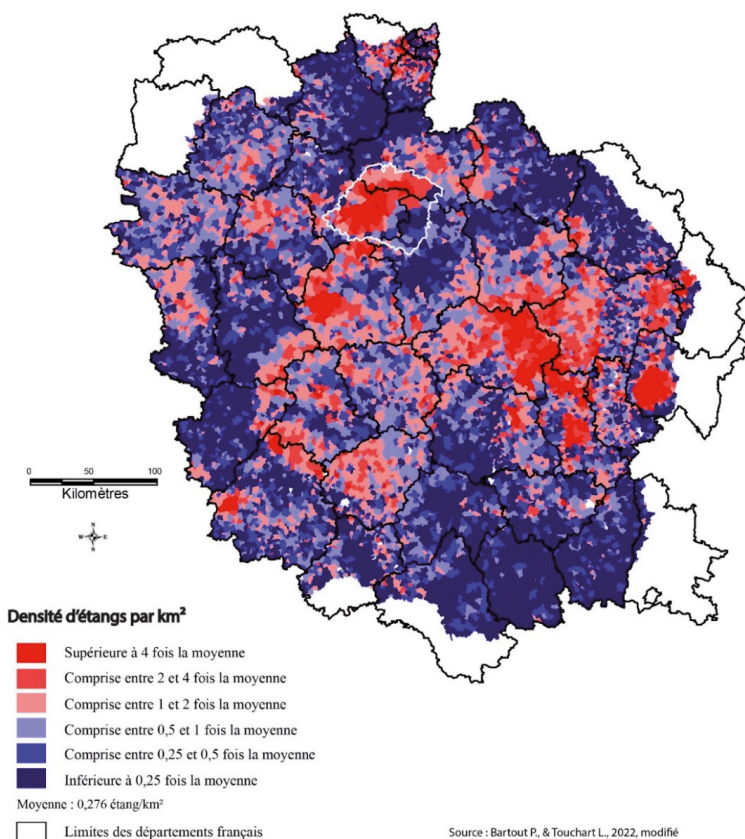


Figure 2 : Densité d'étangs par commune vers 1830

et il existe une vraie césure ouest-est en France, les étangs étant beaucoup plus nombreux dans la partie orientale de la France.

Dans le cas de la Sologne, nous notons une grande concentration d'étangs en Sologne des Etangs dans le secteur Ouest. Le nord est un peu moins pourvu, tout comme le nord-ouest, mais la grande discontinuité se trouve au sud-est, à la limite entre les départements du Loir-et-Cher et du Cher. En 1830, la Sologne du Cher ne fait pas partie de la Sologne stagnustre.

Mais qu'en est-il près de deux siècles plus tard ?

B. Une tendance à l'uniformisation des densités d'étangs en 2018

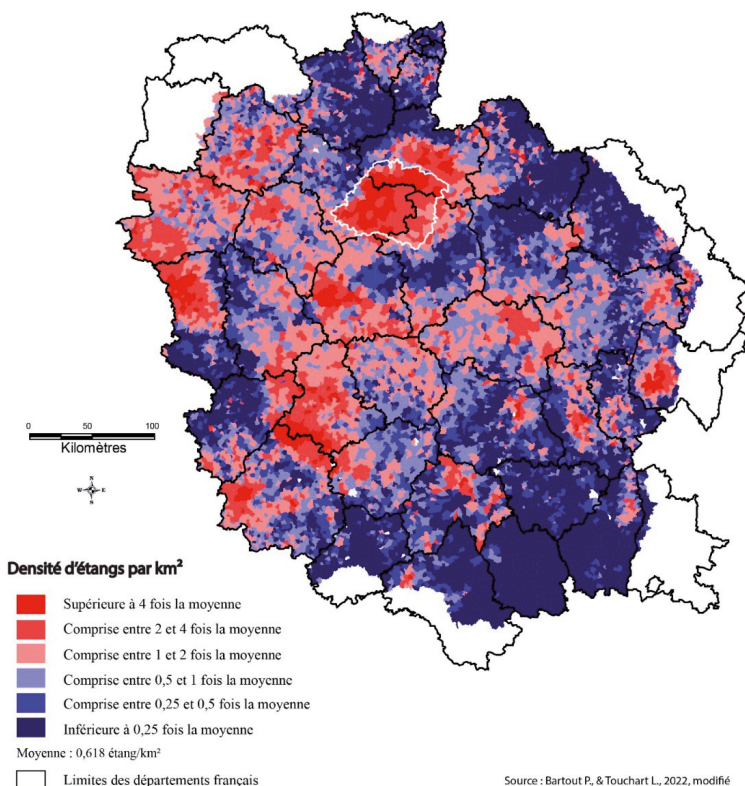


Figure 3 : Densité d'étangs par commune en 2018

Tout d'abord, avant d'examiner la **fig. 3**, voyons les données statistiques (**tableau 1**, reporté en Annexe, fin d'article). En deux siècles, le nombre d'étangs a été multiplié par plus de deux (de 52 273 en 1830 à 117 064 en 2018). Or, cette hausse n'est pas l'affaire de tous les territoires : les trois départements de la Sologne (Loiret, Loir-et-Cher et Cher) connaissent tous une forte à très forte augmentation de leur densité d'étangs, surtout le Loir-et-Cher et le Loiret.

Spatialement, la fig. 3 nous montre une autre France stagnustre que celle de 1830 : l'étang a pris pied⁷ à l'ouest de la France et il est davantage généralisé, dans le sens où les grandes concentrations d'étangs sont moins visibles qu'en 1830, les périphéries des anciennes concentrations devenant stagnustres à leur tour.

La Sologne est un bon exemple du fait. Ainsi, si l'Ouest de la Sologne présente toujours de très fortes densités d'étangs, le Nord et surtout l'Est ont rattrapé une partie

de leur retard, avec une densité moyenne devenue supérieure à celle de la partie française étudiée.

Quels éléments ont pu participer à ce renouveau de l'étang et à cette réorganisation de sa spatialisation ?

II. La répartition actuelle des étangs n'est pas celle d'hier.

Les **figs. 2 et 3**, ainsi que le tableau 1 ont permis de situer les variations du nombre d'étangs et donc la réorganisation spatiale sur deux siècles. Mais quels en sont les vecteurs ? Quelles régions ont su préserver leurs traditions stagnustres ? Lesquelles n'ont pas su ou pu le faire ? Pourquoi de nouvelles régions stagnustres émergent-elles ?

A. Une hausse du nombre d'étangs en deux siècles : une France partagée, une Sologne unie.

Tout d'abord, sur un plan graphique, l'apparition de nouvelles concentrations d'étangs en 2018 (**Fig. 3**) signifie que l'augmentation locale est passée par une multiplication par 4 ou 10 du nombre d'étangs, comme en Haut-Limousin ou dans le bocage vendéen, puisque la valeur moyenne de l'augmentation se situe à un peu plus de deux. Il s'agit donc d'un phénomène de masse, ne dépendant pas de quelques propriétaires ou gestionnaires fonciers, mais bien d'un fait social ou sociétal.

De même, des régions déjà fortement dotées en 1830, et qui ont connu une stagnation de leur nombre d'étangs, ont fortement régressé dans la hiérarchie et elles n'apparaissent plus dans les premiers rangs, alors que c'était le cas en 1830. La Sologne Bourbonnaise et plus globalement le Bourbonnais (Bocage, Sologne, Limagne et Montagne), qui était une place forte des étangs en 1830 (**Fig. 2**), est aujourd'hui une région quelconque ou presque pour les étangs, même si, nous allons le voir (**Fig. 4**), cette région a connu une progression en nombre des étangs dans la partie bocagère et une légère régression en Sologne bourbonnaise.

La Dombes, partant de beaucoup plus haut, conserve une place première dans cette hiérarchie, mais la **fig. 4** indique une disparité géographique : le cœur dombiste a perdu un grand nombre d'étangs (en bleu sur la **fig. 4**) alors que sa périphérie en a gagné. En cela, la Dombes ne se comporte pas comme la Sologne, puisque si nous y avons noté une forte progression dans la hiérarchie stagnustre des communes en périphérie de la Sologne des étangs, le cœur solognot connaît, comme sa périphérie, une forte hausse de sa densité en deux siècles.

Nous nous trouvons donc face à des réactions sociales propres à chaque territoire en regard d'un phénomène global qu'est la « mode » de l'étang de loisir. D'où l'importance de comprendre localement ces évolutions grâce, entre autres, à la réalisation de trajectoires paysagères stagnustres.

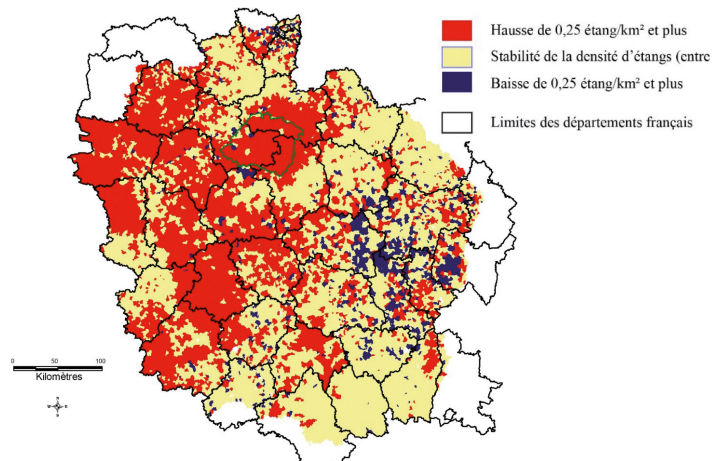


Fig. 4 : Différence de densité d'étangs entre 1830 et 2018 par commune.
 Stabilité de la densité d'étangs : entre -0,25 & +0,25 étang/km² -
 source : Bartout et Touchart, 2022, modifié)

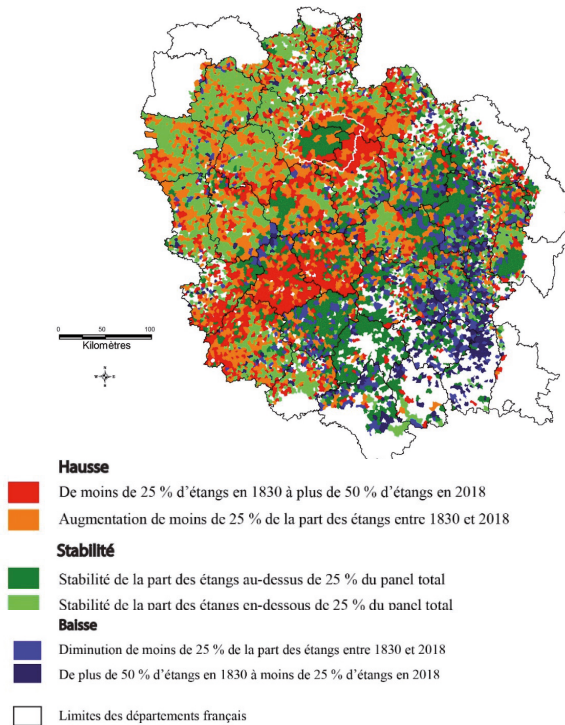


Fig. 5 : Evolution de la part des étangs dans l'ensemble des plans d'eau

B. Des trajectoires stagnustres particulières

La mise en évidence de ces trajectoires passe par un élargissement de la réflexion vers l'ensemble des plans d'eau (lacs, étangs et mares) car une hausse ou une baisse du nombre d'étangs ne doit pas cacher une évolution plus profonde des composants lenticques d'un territoire, un type de plan d'eau devenant plus adapté qu'un autre en fonction des besoins contemporains et locaux.

Pour ce faire, nous allons mettre en évidence la place relative de l'étang aux deux dates mentionnées par rapport à l'ensemble des plans d'eau et ses éventuelles fluctuations⁸.

Cette **fig. 5** a pour objectif de distinguer la « normalité », c'est-à-dire un maintien des proportions entre étangs et mares (il n'y a pratiquement pas de lacs sur le secteur étudié) qui apparaît en dégradé de vert, des fluctuations importantes, en orange et rouge pour un renforcement de l'étang aux dépens de la mare, et en dégradé de bleu pour l'exact inverse au profit de la mare.

Plusieurs secteurs apparaissent globalement stables dans leurs parts d'étangs et de mares à l'échelle communale. C'est le cas du nord-ouest de l'espace étudié où la mare est encore aujourd'hui l'élément structurant du territoire malgré la forte hausse observée du nombre d'étangs sur la **fig. 4**. Nous observons également cela dans les secteurs orientaux, du Nivernais au Cantal, avec cette fois-ci un paysage davantage marqué par l'étang que par la mare, même si cet ensemble verdâtre est mâtiné de bleu, prouvant un abandon de l'étang au profit de la mare, phénomène d'autant plus vrai que nous allons vers le sud-est.

Mais la **fig. 5** montre aussi une large bande traversant en son centre (ou presque) la zone étudiée, du Sénonais au nord-est à la Double au sud-ouest, par cet ensemble quasi-continu de couleurs rouge et orange où l'est de la Sologne (et le Pays Fort) et le Limousin (creusois et haut-viennois) sont les premiers concernés. De tous les secteurs étudiés, c'est dans cette bande où s'observe la plus forte instabilité limnique⁹, donc potentiellement la plus forte détérioration de la qualité de l'eau des cours d'eau auxquels ils sont connectés si, et seulement si, c'est bien la création de ces nouveaux écosystèmes qui perturbe ceux préexistants. Or, nous avons montré, au travers de l'étude du bassin versant de la Vienne (Bartout et Touchart, 2015), qu'il n'en était rien puisque les secteurs matérialisés en rouge sur la **fig. 5** (Haut-Limousin) ont globalement une bonne à très bonne qualité de l'eau, selon l'EPTB Vienne¹⁰, tout le contraire de

l'aval du bassin, qui est moins marqué par cette instabilité limnique mais qui, pourtant, possède une qualité de l'eau médiocre à mauvaise.

Nous en avons alors conclu que ***rien ne liait directement la dégradation de la qualité de l'eau et la présence d'étangs nouvellement implantés***, cette dégradation devant envisager d'autres facteurs, parmi lesquels les pollutions d'origine agricole, industrielle ou urbaine, les ***étangs ne jouant qu'à la marge, en fonction de la gestion qui est la leur***.

Conclusion :

La **fig. 5** a dessiné une France stagnustre où nous avons pu montrer de profondes mutations des localisations d'étangs à l'échelle de deux siècles. Certaines régions dites « traditionnelles » comme la Brenne, la Dombes ou la Sologne ont su résister aux vicissitudes, parfois même en trouvant de nouvelles potentialités d'usage et d'expansion comme l'ont montrées la progression globale du nombre d'étangs en Sologne et la généralisation des grandes densités stagnustres à l'ensemble du périmètre solognot. Mais cette figure a mis en évidence cartographique le grand bouleversement stagnustre de la seconde partie du XX^{ème} siècle, permettant une généralisation de l'étang en tant qu'objet du quotidien, notamment dans le grand ouest français.

Ces travaux ont montré que le contraste ouest/est est bien une constante historique à l'échelle des deux périodes étudiées, mais la France stagnustre de 1830 est orientale alors que celle de 2018 est occidentale. Ce bouleversement d'ensemble n'a pas affecté la Sologne, qui par sa position centrale, comporte des densités importantes d'étangs lors des deux périodes. Mais, comme la plupart des secteurs historiques avec étangs, sa périphérie a gagné de nombreux plans d'eau et elle apparaît aujourd'hui numériquement comme un territoire d'étangs homogène au regard des densités moyennes observées en France.

Ces éléments sont la résultante de multiples facteurs historiques, mais cette forte hausse en nombre des étangs a généré une modification en profondeur de leurs possesseurs et des savoirs associés. En effet, d'un apanage aristocratique il y a deux siècles, la possession de l'étang s'est démocratisée grâce à (ou à cause de) la société de loisirs. Sociologiquement et économiquement, les nouvelles concentrations d'étangs occidentales ne sont pas le fait d'aménagements volontaristes de l'espace au service d'une activité, la pisciculture, comme toutes les grandes régions d'étangs d'Europe centrale (Bohème, Saxe, Aischgrund bavarois, Waldviertel autrichien...) et même dans la frange orientale française (Sundgau, Dombes, Bresse, Forez...), mais plutôt l'œuvre d'individus pris dans un mouvement contemporain favorable à leur soif de loisirs, éléments qui se rajoutent aux contextes socio-culturels hérités de chaque territoire.

Il existe donc DES propriétaires et gestionnaires d'étangs différents, DES attendus économiques différents, DES morphologies d'étangs différentes, DES modalités de gestion différentes, DES territoires d'étangs différents, mais l'étang est UNIQUE quant à la réglementation, ce qui ne favorise ni sa compréhension, ni son appréhension, par les organes de gestion de l'eau en France. Or, l'étang est pluriel et épouse les caractéristiques et les vicissitudes du lieu dans lequel il s'inscrit.

De fait, il est légitime de se poser la question de savoir si cette agglomération d'individualités aux volontés très personnelles qui se surimposent ou se succèdent dans le temps est susceptible de faire émerger une société de l'eau à l'échelle de territoires stagnustres au travers de liens tangibles, comme G. Bédoucha (2011) l'a démontré pour la Brenne piscicole. Pour ce faire, des travaux de nature ethnographique ou anthropologique seraient les bienvenus, en complément de ceux géographiques que nous menons depuis deux décennies.

NOTES

¹ Caractérisant un milieu aquatique aux eaux calmes à renouvellement lent.

² Le territoire limnique est « *une portion d'espace terrestre marquée par un plan d'eau notable ou plusieurs plans d'eau de différents types (lacs naturels, lacs de barrage artificiels, étangs, mares, etc.), qui influencent le milieu physique par leurs caractéristiques lenticques et sont influencés par lui, qui sont intégrés à la société et l'économie et dont les habitants se sont appropriés l'image, l'ensemble des interrelations à plusieurs échelles spatiotemporelles construisant une identité géographique* » (Bartout et Touchart, 2017).

³ Le terme « stagnustre » renvoie au mot « étang » comme le mot « lacustre » illustre le « lac ».

⁴ Une limnorégion est un territoire limnique d'ampleur régionale.

⁵ Puisqu'au sens du traité de Ramsar, régissant sur le plan international les zones humides, traité ratifié par la France en 1986, l'étang est bien une zone humide.

⁶ A condition que celles-ci génèrent un vrai ralentissement du courant, soit, d'après nos observations sur le terrain, à un élargissement du lit du cours d'eau d'au moins 3 fois sa valeur à l'amont.

⁷ Ou repris pied puisque cette étude ne prend pas en compte la période précédant les années 1830.

⁸ Pour une analyse plus poussée, voir Bartout et Touchart, 2022.

⁹ Dans une réflexion écologique, la stabilité des éléments du milieu est propice à un développement optimal des êtres vivants. Dans le cas d'étangs pluricentennaires, un nouvel équilibre s'est formé depuis longtemps et la biodiversité a pu exploiter ce « nouvel » environnement. Dans le cas de créations ou destructions récentes, le milieu est alors en déséquilibre, passant d'un équilibre passé à la recherche d'un nouveau, ceci

pouvant prendre des dizaines d'années, voire des siècles selon les lieux et les espèces. L'instabilité limnique correspond alors à ce phénomène de modifications du nombre et du type de plans d'eau lors des dernières décennies.

¹⁰ Etablissement Public Territorial de Bassin de la Vienne.

Bibliographie

BARTOUT P., 2015, *Les territoires limniques. Nouveau concept limnologique pour une gestion géographique des milieux lentiques*, Orléans, HDR de Géographie, Université d'Orléans, 444 p.

BARTOUT P., TOUCHART L., 2013, L'inventaire des plans d'eau français : outil d'une meilleure gestion des eaux de surface, *Annales de Géographie*, Vol. 122 (691), p. 266-289.

BARTOUT P., TOUCHART L., 2015, La stabilité limnique dans le bassin de la Vienne : la place des plans d'eau au sein des milieux et des sociétés depuis le XIX^e siècle, *Noroi*, Vol. 234, p. 65-82.

BARTOUT P., TOUCHART L., 2017, Le territoire limnique, une alternative à la gouvernance des plans d'eau par masses d'eau ? *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 17(3), 32 p.

BARTOUT P., TOUCHART L., 2022, Les liens de l'eau dans les territoires limniques. La géohistoire et ses trajectoires paysagères au service d'une meilleure compréhension et gestion intégrée des milieux lentiques français, *Géocarrefour*, 96/2.

BAUD D., 2015, Géohistoire d'une trajectoire paysagère dans la plaine du Rhône Valaisan. Analyse du secteur entre Riddes et Martigny (1840-1965), *Noroi*, Vol. 237.

BÉDOUCHA G., 2011, *Les liens de l'eau : en Brenne, une société autour des étangs*, Paris – Versailles, Ed. de la Maison des Sciences de l'homme et Ed. Quæ, 688 p.

CLÉMENT V., 1999, Pays et paysages forestiers de Vieille Castille (XI^e –XX^e siècle), *Annales de Géographie*, Vol. 108, p. 651-655.

PAYSANT G., CAILLAULT S., CARCAUD N., DUFOUR S., 2019, Les trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France – des

paysages ordinaires, des objets originaux. Etude de cas de l’Aubance et du Couasnon dans le bassin de la Loire (1950-2016), *Noroi*, Vol. 253, p. 41-66.

Nombre d'étangs en 1830		Nombre d'étangs en 2018		Densité d'étangs en 1830		Densité d'étangs en 2018	
1. Allier	5681	1. Loir-et-Cher	8667	1. Allier	0.771	1. Haute-Vienne	1.365
2. Saône-et-Loire	4268	2. Loiret	8129	2. Loire	0.677	2. Loir-et-Cher	1.352
3. Indre	3747	3. Dordogne	7991	3. Ain	0.630	3. Loiret	1.195
4. Ain	3635	4. Maine-et-Loire	7889	4. Indre	0.545	4. Indre	1.126
5. Loir-et-Cher	3483	5. Indre	7747	5. Loir-et-Cher	0.543	5. Maine-et-Loire	1.093
6. Loire	3244	6. Haute-Vienne	7568	6. Saône-et-Loire	0.497	6. Deux-Sèvres	0.973
7. Loiret	2203	7. Allier	5907	7. Hauts-de-Seine	0.456	7. Sarthe	0.919
8. Dordogne	2196	8. Deux-Sèvres	5862	8. Seine-St-Denis	0.359	8. Dordogne	0.867
9. Nièvre	2010	9. Sarthe	5730	9. Corrèze	0.327	9. Allier	0.802
10. Corrèze	1925	10. Cher	5213	10. Val-de-Marne	0.327	10. Indre-et-Loire	0.791
11. Puy-de-Dôme	1581	11. Indre-et-Loire	4864	11. Loiret	0.324	11. Cher	0.715
12. Creuse	1549	12. Saône-et-Loire	4495	12. Nièvre	0.293	12. Creuse	0.657
13. Haute-Vienne	1467	13. Vienne	4252	13. Rhône	0.292	13. Vienne	0.605
14. Indre-et-Loire	1385	14. Creuse	3672	14. Essonne	0.282	14. Cantal	0.593
15. Cher	1353	15. Corrèze	3451	15. Creuse	0.277	15. Corrèze	0.586
16. Maine-et-Loire	1333	16. Cantal	3417	16. Yvelines	0.268	16. Charente	0.547
17. Sarthe	1217	17. Charente	3258	17. Haute-Vienne	0.265	17. Saône-et-Loire	0.523
18. Vienne	1084	18. Puy-de-Dôme	2768	18. Dordogne	0.238	18. Loire	0.508
19. Yonne	980	19. Ain	2764	19. Indre-et-Loire	0.225	19. Ain	0.479
20. Deux-Sèvres	969	20. Nièvre	2713	20. Puy-de-Dôme	0.198	20. Nièvre	0.395
21. Rhône	949	21. Loire	2434	21. Sarthe	0.195	21. Yvelines	0.395
22. Côte-d'Or	925	22. Yonne	2330	22. Cher	0.186	22. Essonne	0.387
23. Charente	756	23. Côte-d'Or	1783	23. Maine-et-Loire	0.185	23. Rhône	0.365
24. Haute-Loire	648	24. Aveyron	1392	24. Paris	0.171	24. Puy-de-Dôme	0.346
25. Yvelines	617	25. Eure-et-Loir	1388	25. Deux-Sèvres	0.163	25. Yonne	0.313
26. Aveyron	609	26. Rhône	1188	26. Vienne	0.154	26. Eure-et-Loir	0.234
27. Essonne	513	27. Yvelines	911	27. Haute-Loire	0.130	27. Paris	0.228
28. Lot	489	28. Lot	744	28. Yonne	0.130	28. Seine-St-Denis	0.224
29. Cantal	487	29. Ardèche	728	29. Charente	0.127	29. Hauts-de-Seine	0.217
30. Eure-et-Loir	467	30. Essonne	703	30. Côte-d'Or	0.105	30. Côte-d'Or	0.203
31. Ardèche	276	31. Haute-Loire	497	31. Lot	0.094	31. Val-de-Marne	0.180
32. Lozère	137	32. Lozère	146	32. Cantal	0.084	32. Aveyron	0.159
33. Seine-St-Denis	85	33. Seine-St-Denis	53	33. Eure-et-Loir	0.079	33. Lot	0.143
34. Val-de-Marne	80	34. Val-de-Marne	44	34. Aveyron	0.069	34. Ardèche	0.131
35. Hauts-de-Seine	80	35. Hauts-de-Seine	38	35. Ardèche	0.050	35. Haute-Loire	0.099
36. Paris	18	36. Paris	24	36. Lozère	0.026	36. Lozère	0.028

Tableau 1 : Nombre et densités d’étangs par département en 1830 et 2018.

Quentin CHOFFEL

Docteur en Géographie. Bureau d'études et de recherche Ecolimneau (*).
Chercheur associé au Laboratoire du Centre d'Etudes pour le Développement des
Territoires et l'Environnement (CEDETE) -
Université d'Orléans

**LE BILAN THERMIQUE DES PLANS D'EAU :
UN OUTIL DE GESTION SYNTHETIQUE DES ETANGS
DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

La connaissance de la répartition des températures dans l'eau de l'étang peut conduire à réaliser des aménagements et d'autre part de suivre un plan de gestion en vue de réduire l'impact thermique éventuel à la sortie d'eau.

I. Introduction

L'ensemble des masses d'eau, que ce soient cours d'eau, rivières, grands fleuves, étangs ou lacs, subissent une augmentation de la température de l'eau depuis plusieurs décennies, du fait du changement climatique. Des études ont relevé des augmentations de la température moyenne de l'eau de la Loire de plus de + 0,8°C depuis le début du 19ème siècle (F. Moatar, 2006). Or les écosystèmes aquatiques dépendent directement de la température de l'eau à cause de son impact sur le métabolisme des organismes. Les poissons sont des espèces poikilothermes, c'est-à-dire que la température de leur corps dépend de celle du milieu dans lequel ils se trouvent. De trop fortes températures de l'eau peuvent entraîner pour eux des contraintes de déplacement ou de santé, voire leur mort, lorsque le seuil léthal est dépassé (Hennequart, ce numéro des Annales). La variation de température a un impact sur les écosystèmes aquatiques de manière indirecte également. Plus la température est élevée, plus faible est la teneur en oxygène dissous, d'où dépend la respiration des organismes, donc la vie des espèces animales. Il y a un autre mécanisme physique, celui de la stratification thermique des masses d'eau, entraînant un écart de température entre la surface et le fond. Les échanges gazeux - dont le transfert d'oxygène depuis la surface - sont réduits, voire bloqués. Le fond du plan d'eau se retrouve avec des teneurs en oxygène très faibles.

La température de l'eau est donc un élément essentiel pour le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Tous les milieux ne sont pas exposés au même risque thermique. Mais les plans d'eau, et notamment les étangs, sont des milieux à risque thermique élevé. Leur faible profondeur, la présence de vase de sur le fond, parfois importante (absorbant et relarguant de la chaleur) ainsi que la faible mobilité des masses d'eau sont autant de facteurs ayant un rôle dans le réchauffement des eaux de l'étang. Il

est alors légitime de se demander si les étangs vont voir leurs risques aggravés du fait du réchauffement climatique ? Et comment évaluer ce risque et son impact au sein des étangs et des écosystèmes associés ?

II. Les études actuelles sur la température de l'eau

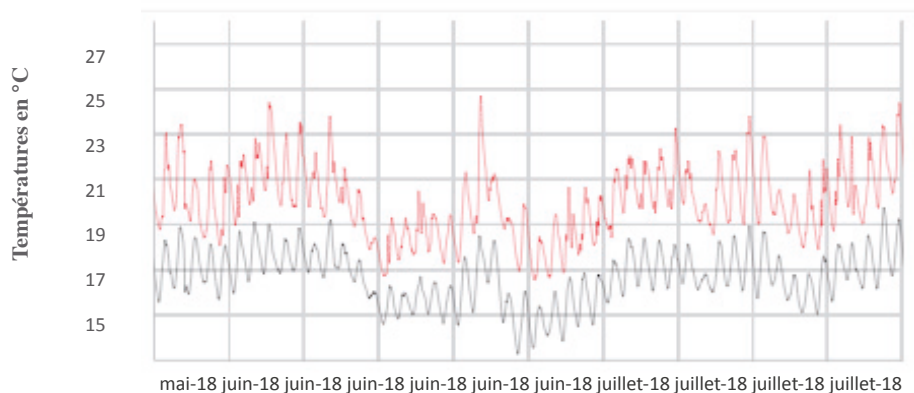


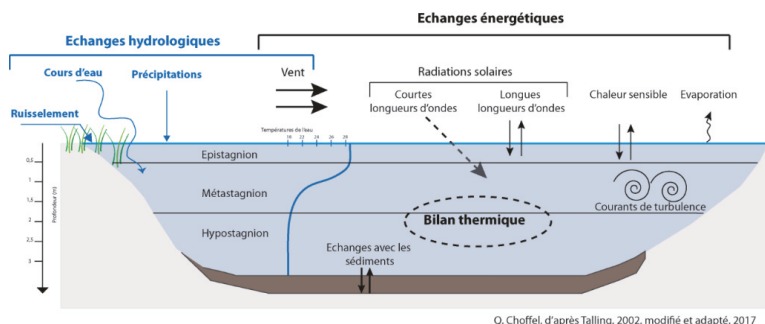
Fig. 1 : Evolution de la température à l'amont (noir) et à l'aval (rouge) d'un étang sur cours d'eau. Mesures toutes les quatre heures les 18 du mois. (Choffel, 2019)

A l'heure actuelle, les études sur les plans d'eau et leur température sont dictées par des mesures uniquement entre la température à l'amont et celle à l'aval de l'étang, ceci pour les étangs sur cours d'eau. Les plans d'eau connectés à un réseau hydrographique, que ce soit un cours d'eau, une rivière ou un fossé, sont considérés comme des boîtes noires, faute de connaissance réelle sur leur fonctionnement interne. Seules les parties à l'amont et à l'aval sont mesurées. Il s'agit d'évaluer l'impact du plan d'eau sur le cours d'eau. Dans ce sens, les plans d'eau ont tendance à réchauffer les cours d'eau à l'aval. Les plans d'eau, plus larges que les cours d'eau et avec un ralentissement des eaux, permettent au rayonnement solaire d'être plus conséquent et donc de les réchauffer.

De telles études d'impact qui prennent uniquement l'amont et l'aval, sont réductrices et ne permettent pas de prendre en compte le fonctionnement interne du plan d'eau ainsi que les modes de gestion, pouvant réduire ou aggraver ces impacts thermiques à l'aval. Elles concernent uniquement les étangs sur cours d'eau.

En Sologne, la plupart des étangs sont isolés du réseau hydrographique et leur fonctionnement reste peu connu.

III. Le fonctionnement interne au plan d'eau



Q. Choffel, d'après Talling, 2002, modifié et adapté, 2017

Fig. 2: Schéma du bilan hydrologique et thermique théorique d'un étang sur cours d'eau permanent (Choffel, 2017, d'après Talling, 2002).

Au sein d'un étang, un ensemble d'éléments influence la température de l'eau. L'apport principal d'énergie est effectué par le rayonnement solaire direct sur l'étang. La température de l'air lorsqu'elle est plus élevée que celle de l'eau, la réchauffe aussi : c'est ce qu'on appelle l'échange de chaleur sensible. Enfin, l'évaporation va compléter ces échanges de surface, tout comme les précipitations pouvant tous deux refroidir la masse d'eau. Ces échanges de surface sont perturbés par le vent, qui est capable d'apporter de la chaleur au fond, lorsque sa course et son intensité sont suffisantes.

Outre les échanges à la surface de l'étang, ceux qui sont situés sur le réseau hydrographique bénéficient d'échanges hydrologiques. Le ruissellement apporte une eau avec ses caractéristiques particulières, ainsi que le ou les possibles affluents. Ceux-ci sont souvent plus frais, notamment sur les parties de têtes de bassin, proche des sources.

En complément des échanges de surface et hydrologiques, les étangs ont la particularité de contenir une quantité de vase parfois importante. Cette vase, par sa couleur et composition, absorbe la chaleur et la restitue plus tardivement dans la colonne d'eau. Cet élément est important pour les plans d'eau, où une quantité de vase conséquente peut augmenter la température mais aussi dégrader la qualité de l'eau par le relargages de composants chimiques qu'elle contient.

L'ensemble de ces caractéristiques font que les étangs ont leur fonctionnement propre, peu connu, qui diffère de celui du lac et du cours d'eau. En effet, la masse d'eau de l'étang est susceptible de se stratifier par températures, c'est à dire par densités (**Figs 2, 3 et 4**). L'eau froide est plus dense que l'eau chaude. La couche plus chaude vient en haut (*épistagnion*) et celle qui est plus fraîche au fond (*hypostagnion*). Des écarts de température de plus de $+10^{\circ}\text{C}$ ont été mesurés entre la surface et à 2m de fond sur différents étangs français et canadiens (Choffel, 2019, Touchart, 2007, Maheu, 2016). Bien que peu profonds, les étangs peuvent se stratifier nettement et de manière stable (**Fig. 4**).

La stratification des masses d'eau modifie l'écosystème car il réduit ou empêche les échanges d'oxygène vers le fond.

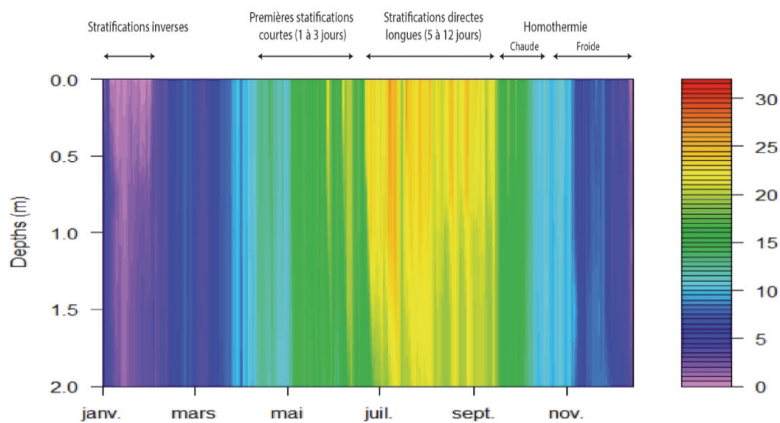


Fig. 3 : Exemple de stratification faible d'un étang peu profond selon le temps . En ordonnées, la profondeur, Les dégradés de couleur représentent les températures. Exemple d'un étang de 2m de profondeur maximale, peu profond, Eaux peu stratifiées. Etang de Baerenthal, (Choffel, 2019).

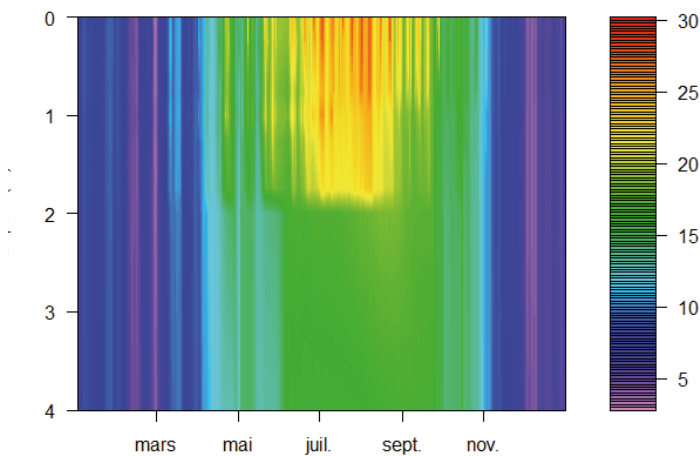


Fig. 4 : Exemple d'un étang de 4m de profondeur maximale, avec une stratification bien marquée pendant l'été. Etang de Rilhac (Choffel, 2019).

Une tranche d'eau anoxique (sans oxygène ou faiblement oxygénée) peut ainsi stagner sur les parties profondes de l'étang.

Lors du réchauffement climatique, les étangs sont les premiers écosystèmes aquatiques à risque élevé. La baisse des niveaux d'eau possible, lié à l'accentuation des étiages et au faible renouvellement des nappes à venir, peut aggraver le risque thermique. C'est un risque pour l'ensemble du milieu, dont la faune aquatique où le dépassement de température au-delà de 30-32°C peut être létale pour de nombreuses espèces d'eau douce continentale (brochet, carpes, sandre : Hennequart, 2022, ce numéro des Annales). A l'été 2019, des températures de 32°C ont été relevées à la surface d'un étang à 800m d'altitude sur le plateau de Millevaches en Creuse (Choffel, 2019). Les stratifications thermiques risquent également d'être plus souvent présentes et sur des périodes plus longues ce qui peut détériorer la vie aquatique des étangs en général.

Les étangs de Sologne, qui sont des étangs de plaine, sont exposés aux risques dues aux vagues de chaleur actuelles et à venir. Leur existence en milieu forestier permet cependant que le risque soit réduit.

Il est cependant nécessaire dans un premier temps d'adapter la gestion et l'environnement du plan d'eau pour tenter de réduire ces impacts du réchauffement climatique sur les écosystèmes d'étang.

IV. Quelle gestion de l'étang pour améliorer sa capacité de résilience et celle du milieu associé ?

Les étangs sont des écosystèmes exposés au changement climatique et l'augmentation de leur température peut s'avérer à risque pour le milieu et son écosystème, ainsi que pour les milieux associés à l'étang, comme déjà dit ci-dessus. Lorsque l'étang est situé sur le réseau hydrographique, le risque peut être aggravé pour le milieu récepteur, à savoir le cours d'eau au déversoir. Cette augmentation de la température du cours d'eau en aval de l'étang est fortement suivie par les services de l'état. Certains poissons de rivière sont plus sensibles aux températures de l'eau élevées que celle des plans d'eau, à l'image des truites fario où la température létale est estimée à 25°C.

Lorsque les impacts thermiques des étangs sont relevés, la suppression ou la dérivation sont souvent la première proposition qui arrive. C'est en effet le plus facile à décider. Or, il existe des aménagements, des actions ou des études qui permettent de concilier la préservation de l'étang avec la réduction des impacts thermiques à l'aval.

Variation spatiale de la température de l'eau : jouer sur l'ombrage

Les étangs, bien que de faible superficie, peuvent présenter des écarts de température entre la surface et le fond importants par stratification thermique comme dit ci-dessus, mais aussi entre des secteurs ombragés ou non, ou sur des zones de source ou d'affluents. Ces espaces sont plus frais et parfois des écarts de quelques degrés peuvent être suffisants pour réduire un impact ou améliorer la capacité d'accueil du milieu. A titre d'exemple, sur un petit étang de 0,4 ha, des différences de température de 2°C pour

la zone ombragée ont été relevés tous les jours ensoleillés. Cet écart est significatif pour améliorer la qualité du milieu (Fig. 5, 6, 7).

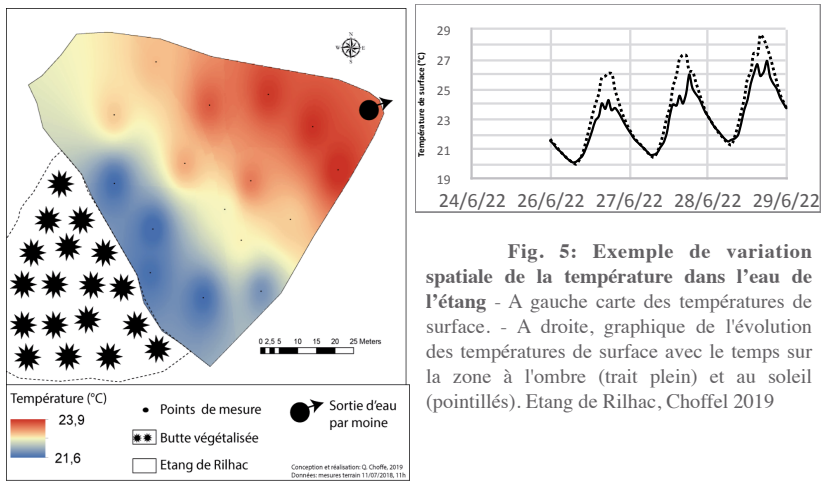


Fig. 5: Exemple de variation spatiale de la température dans l'eau de l'étang - A gauche carte des températures de surface. - A droite, graphique de l'évolution des températures de surface avec le temps sur la zone à l'ombre (trait plein) et au soleil (pointillés). Etang de Rilhac, Choffel 2019

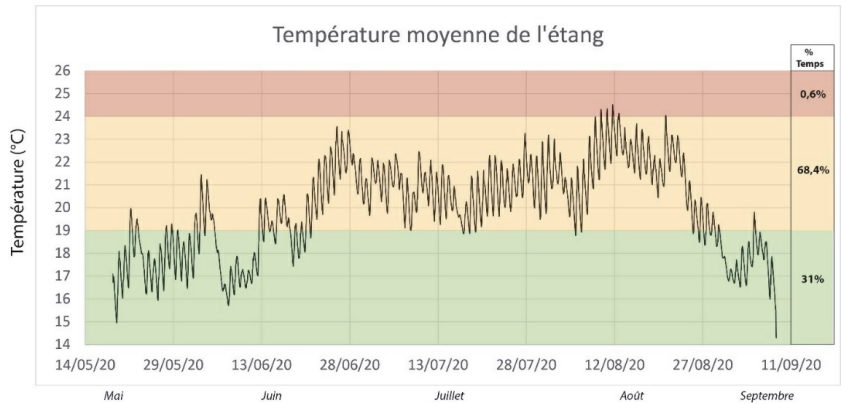


Fig. 6 : Exemple de mesure en continu de la température moyenne de l'eau d'un étang.

Mesures effectuées toutes les heures sur plusieurs points de l'étang et à toutes les profondeurs. Les valeurs présentées sont les moyennes de 5 sites de mesure et de la surface au fond. Les plages colorées correspondent aux seuils létaux de la truite Fario. Etude pour l'analyse de la capacité de survie d'espèces de salmonidés en étang (Choffel et al., 2020)

En tenant compte de l'ensemble des zones de « refuge thermique », c'est-à-dire l'ensemble des secteurs plus frais de l'étang, quelle est la température globale du milieu ? Cette question permet de ne pas prendre en compte uniquement les températures de surface, soit les plus chaudes, et qui souvent mises en avant pour arguer des impacts de l'étang et de son évaporation.

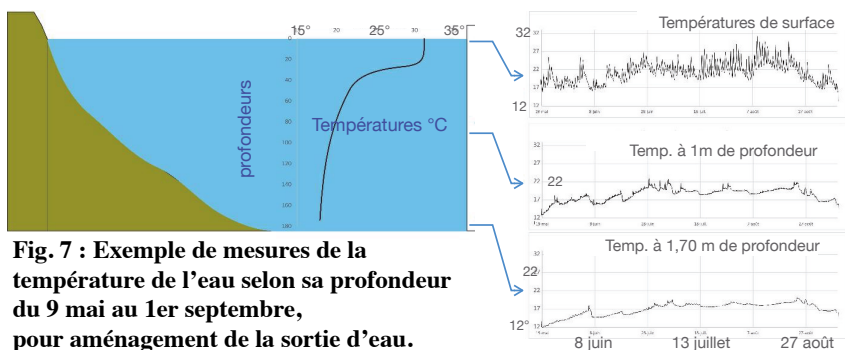


Fig. 7 : Exemple de mesures de la température de l'eau selon sa profondeur du 9 mai au 1er septembre, pour aménagement de la sortie d'eau.

En tenant compte de l'ensemble des zones de « refuge thermique », c'est-à-dire l'ensemble des secteurs plus frais de l'étang, quelle est la température globale du milieu ? Cette question permet de ne pas prendre en compte uniquement les températures de surface, soit les plus chaudes, et qui sont souvent mises en avant pour arguer des impacts de l'étang et de son évaporation.

Pour l'ensemble de la masse d'eau, la température reste modérée; même si elle peut dépasser temporairement et localement 30°C en surface, elle est rarement supérieure à 25 °C dans son ensemble. C'est-à-dire que, à un instant t, il existe généralement des zones refuges, au fond, sur les berges, aux zones ombragées, permettant de réduire la température globale de l'étang. Sur l'exemple de l'étang présenté dans la figure ci-dessous (**Fig. 6**), le seuil des 25°C n'a été dépassé que quelques heures (0,6%) du temps entre mai et septembre. L'étang, dans son ensemble, est à une température inférieure à 25°C, régulièrement entre 19 et 25°C sur la période estivale.

Quel aménagement de sortie d'eau pour les étangs sur cours d'eau ?

Pour les étangs sur cours d'eau, l'impact thermique peut être réduit par l'adaptation des ouvrages de sortie d'eau. Cette adaptation doit être effectuée au cas par cas afin d'adapter le meilleur ouvrage, et il existe des solutions identifiées (exemple : **fig. 8**). Les déversoirs, qui déversent l'eau de surface, sont les ouvrages de sortie d'eau les plus « impactants » d'un point de vue thermique. Ils permettent cependant une bonne oxygénation de l'eau liée à la chute ou à l'accélération qu'il induit. A l'inverse, une vanne de fond ou autre prélèvement d'eau de fond va déverser une eau plus fraîche à l'aval. L'eau de fond des étangs de profondeur de plus de 1,5 à 2m dépasse rarement les 20-25°C. Cependant, cette eau de fond peut être pauvre en oxygène et avec une qualité dégradée liée au contact avec la vase. Enfin, la prise d'eau « mixte » à savoir un mélange d'eau de fond et de surface, est possible avec des systèmes de type « moine ». Ces systèmes permettent de mélanger une eau de fond fraîche mais peu oxygénée, avec une eau de surface chaude mais oxygénée. Ils permettent également de gérer plus facilement la quantité d'eau à déverser afin de maintenir un débit réservé à l'aval et/ou pour permettre de garder un niveau d'eau satisfaisant dans l'étang.

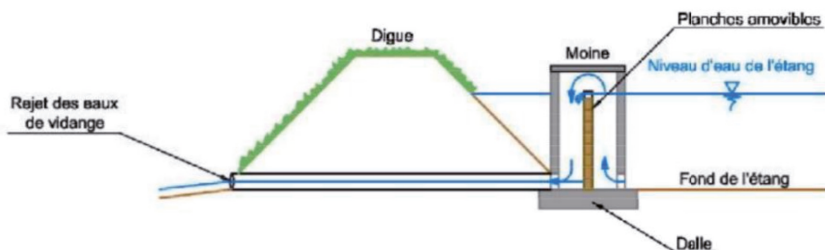


Fig. 8 : Exemple de fonctionnement d'un moine hydraulique. Ce système permet le déversement vers le cours d'eau des eaux du fond de l'étang, qui sont plus fraîches que les eaux de surface. En cas de stratification stable des eaux et d'anoxie sur le fond, la cascade de l'eau au passage du moine établit rapidement l'équilibre des teneurs en oxygène commandées par la température.

La mise en place de tels aménagements peut être localement difficile à réaliser; elle doit être adaptée à chaque site, mais en augmentera la complexité. Cependant, il existe de nombreuses actions pouvant, dans leur ensemble, réduire le risque thermique sur l'étang. La gestion des vases par exemple, en procédant à plus de curage ou vidanges, la création de zones de roselières ajoutant une capacité de filtration, ou encore des méthodes plus ponctuelles (« dé-stratificateur » thermique).

Un plan de gestion peut être mis en place afin de préserver le plan d'eau, son écosystème (y compris planter des arbres autour pour faire de l'ombre : fig. 5) ainsi que son environnement forestier sur le long terme, et faire face au changement climatique qui touche la Sologne et les autres régions.

V. Conclusion

Les étangs sont parmi les écosystèmes aquatiques les plus fragilisés par le réchauffement climatique. Leurs superficie et leur profondeur faibles et leur taux de renouvellement des eaux long, les place en première ligne face au réchauffement de l'eau mais aussi face à la réduction de la quantité d'eau estivale. Les poissons d'étang présentent une tolérance à la température et sont donc plus adaptés que ceux des cours d'eau (Hennequart, 2022, ce numéro des Annales). Cependant, des dépassements de seuils de température plus fréquents à venir peuvent fragiliser ces populations. La Sologne, avec ses milliers d'étangs et sa pisciculture, est donc fortement exposée, d'autant qu'il n'y pas de renouvellement de l'eau l'été.

Les étangs sont suivis quasi uniquement dans le cadre réglementaire et avec une vision centrée sur le fonctionnement des rivières. Leur fonctionnement et leur intérêt biologique et physique sont souvent ignorés ou simplement pas pris en compte. Bien qu'ils puissent augmenter la température de l'eau de la rivière à l'aval lorsqu'ils sont implantés sur le réseau hydrographique, des aménagements et une gestion raisonnée

peut permettre de réduire leurs effets thermiques. Ils représentent aussi des stockages d'eau permettant de soutenir les étiages, c'est-à-dire d'apporter de l'eau dans les rivières lors des périodes de sécheresse. Cette capacité de soutien d'étiage s'avèrera de plus en plus significative avec le réchauffement climatique. Leur apport dans la gestion du risque forestier est également à considérer en Sologne et ailleurs : les étangs sont des réservoirs d'eau permettant d'apporter de l'humidité localement et peuvent, en cas de nécessité, constituer des réserves d'eau disponibles pour la lutte contre l'incendie.

Une bonne gestion de l'étang, avec un plan prenant en compte les changements liés au climat, permet d'améliorer la capacité de résilience du milieu et ainsi augmenter sa capacité d'accueil tout en préservant un écosystème et ses usages.

(*) **ECOLIMNEAU** : 1, place Rivierre-Casalis, 45400 Fleury les Aubrais et au 8, rue René Coty, 85000 La Roche sur Yon. <http://www.ecolimneau.com>, fondé en 2020. Cabinet d'expertise et de recherche sur les milieux aquatiques. Son champ de compétence concerne les plans d'eau, les zones humides, les cours d'eau, les seuils en rivière, et dans ces milieux, les processus hydrologiques et sédimentaires, leur dynamique thermique, et l'écotoxicologie qui va de pair avec l'hydrobiologie.

L'équipe comporte Quentin Choffel, docteur en limnologie et auteur de cet article et dirigeant du cabinet, Francesco Donati, docteur en hydrologie, François Le Cor, docteur en hydrobiologie et Célia Carcelès, ingénieure agronome. Quentin et Francesco sont chercheurs associés au Laboratoire du Centre d'Etudes pour le Développement des Territoires et l'Environnement (CEDETE) de l'Université d'Orléans.

Références

Choffel, Q. (2019).- *La différenciation des masses d'eau à l'intérieur de l'étang. Stratification verticale, zonation horizontale, bilan thermique et centre thermique (Étangs limousins et vosgiens, comparaisons internationales)* ». Thèse de doctorat en géographie, Université d'Orléans, inédit.

Choffel, Q., Cairault, A., Francesco Donati, F., Touchart, L., et Bartout, P. (2020).- *Analyse des échanges thermiques entre les étangs et le réseau hydrographique du bassin versant de la Zinsel du Nord: contribution à la différenciation entre les impacts isolés et cumulés des plans d'eau*.- Annales scientifiques de la Réserve Biosphère transfrontalière Vosges de Nord-Pfälzerwald 20, n° 4067.

Maheu, A., St-Hilaire, A., Caissie, D., El-Jabi, N., Bourque, G., et Boisclair, D. (2016).- *A Regional Analysis of the Impact of Dams on Water Temperature in Medium-Size Rivers in Eastern Canada*.- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 73, n° 12 (décembre 2016): 188597. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0486>.

Florentina, M. et Gailhard, J.- (2006).- *Water Temperature Behaviour in the River Loire since 1976 and 1881*.- Comptes Rendus Geoscience 338, n° 5 (mai 2006): 31928. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2006.02.011>.

Touchart, L., éd.- (2007).- *Géographie de l'étang: des théories globales aux pratiques locales*. - Paris: L'Harmattan, 2007.

Francesco DONATI

ECOLIMNO R&D, 8 rue René Coty, 85100 La Roche sur Yon

DE L'HYBRIDITE DES ETANGS

Les retenues d'eau ne sont pas seulement des réserves d'eaux stagnantes, mais elle correspondent à des milieux hybrides entre caractères fluviaux et lacustres.

Dans la littérature scientifique, on divise généralement les milieux aquatiques en deux catégories : les environnements d'eau courante, ou lotiques, et ceux d'eaux stagnantes, ou lenticques (Angelier, 2000; Bettinetti et al., 2007). Au fil de l'histoire, partout dans le monde, les uns et les autres environnements ont été largement remaniés par l'homme, à son bénéfice. C'est notamment le cas des retenues qui entravent les fleuves et les rivières et qui les transforment en plans d'eau plus ou moins vastes, comme les lacs de barrage ou les étangs. Mais les environnements aquatiques artificiels peuvent-ils être considérés à tous les égards des milieux lenticques ?

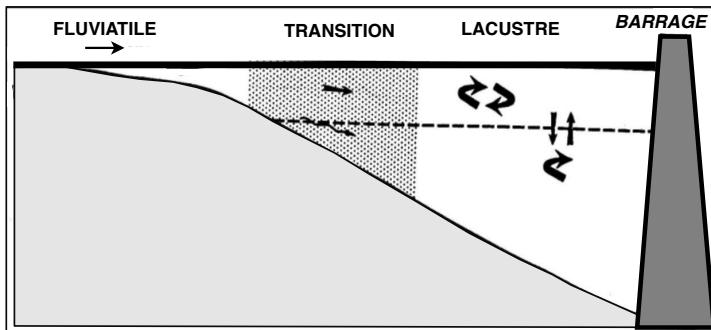


Fig. 1 : Gradient hydrologique à l'intérieur des retenues (Thornton, 1990).

Quand on analyse de manière approfondie leur nature, on s'aperçoit que leur fonctionnement est plus complexe que ceux qu'on imagine. En effet, la présence d'un barrage ou d'une chaussée d'étang ne comporte pas l'arrêt total de l'action du cours d'eau qui forme le plan d'eau, lequel se délayerait graduellement au fur et à mesure qu'on progresse de l'embouchure vers l'ouvrage transversal.

Pour cette raison, on divise généralement la cuvette des plans d'eau artificiels qui se trouvent au fil des cours d'eau en trois zones différentes (Straškraba et al., 1993 ; Thornton, 1990) :

- Celle fluviale, qui présente des traits typiques des eaux courantes.
- Celle lacustre, qui présente des traits typiques des eaux stagnantes.
- Celle de transition, qui présente des traits mi-courants et mi-stagnants.

Choffel (2019) donne deux exemples concrets de ce fait. Le premier concerne un étang dans lequel se jette un tributaire particulièrement chargé en substances dissoutes (**fig. 2**). Au niveau de l'embouchure, c'est à dire de l'arrivée d'eau, on observe que la **conductivité électrique** maximale est particulièrement élevée et qu'elle s'affaiblit au fur et à mesure qu'on progresse dans le plan d'eau, jusqu'à atteindre de faibles valeurs à proximité du déversoir. Cela est justement dû à l'action du cours d'eau qui alimente en eau la retenue et dont l'inertie s'affaiblit pendant qu'il progresse vers l'aval, où elle ne permet de transporter que peu de substances dissoutes.

Le deuxième exemple concerne un autre étang, où l'auteur a étudié la **température des eaux**. Comme on peut le voir sur la **figure 3**, nous y distinguons très clairement la zone fluviale, celle de la transition et celle qui est lentique. La première se situe entre les distances 1 et 500 m (5 hectomètres) et elle est caractérisée par les eaux plus fraîches du tributaire, dont la progression à l'intérieur du plan d'eau est d'ailleurs clairement visible sur cette image. La deuxième se situe entre les distances 500 et 900 m (5 hm et 9 hm) et elle est caractérisée par des eaux plutôt tièdes comparées à celles que nous observons entre les distances 100 et 1 200 m (10 hm et 12 hm), c'est-à-dire la zone typiquement lentique du plan d'eau, où se situent les eaux les plus chaudes.

Ces considérations nous montrent que les retenues ne sont pas des véritables milieux d'eau stagnante, les cours d'eau qui les alimentent jouant un important rôle dans leur fonctionnement. Il s'agit plutôt d'environnements hybrides, qui croisent en même temps des traits lotiques et lentiques. Cette affirmation devient particulièrement importante quand on considère la vision que l'on a habituellement des retenues, considérées comme des cours d'eau dégradés, "étrangers" aux hydrosystèmes d'aujourd'hui. Ces exemples nous montrent très clairement qu'il s'agit de milieux fonctionnels et parfaitement intégrés au fonctionnement des paysages fluviaux contemporains, qui au cours des siècles ont été fortement modifiés par l'homme. Cette vision ouvre également d'intéressantes perspectives pour les retenues. En effet, on peut se demander quels sont les effets de ce type de fonctionnement sur les milieux avoisinants et de comment l'homme peut les gérer pour en tirer des bénéfices.

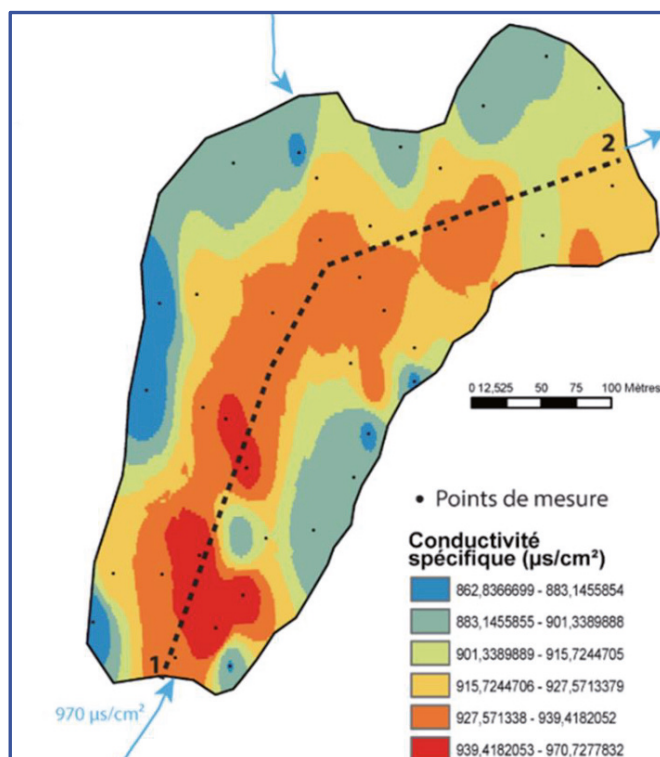


Fig. 2 : L'évolution de la conductivité au sein d'un étang de l'amont vers l'aval (Choffel, 2019).

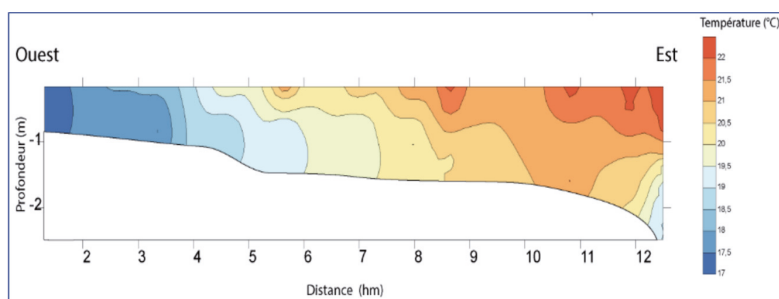


Fig. 3 : La zonation d'un étang illustrée à partir de l'étude de la température de ses eaux (Choffel, 2019).

REFERENCES CITEES

Angelier, E. (2000).- *Ecologie des eaux courantes*.- Editions. Tec et Doc.

Bettinetti, R., Crosa, G., & Galassi, S. (2007). *Ecologia delle acque interne* (1^{re} éd.).- Città Studi Edizioni. https://books.google.fr/books?id=O3XBGgAACAAJ&dq=Ecologia+delle+acque+interne&hl=fr&sa=X&ved=2ahUK_Ewjg_IjH9e7uAhWS2hQKHYNdB38Q6AEwAHoECAEQAg

Choffel, Q. (2019).- *La différenciation des masses d'eau à l'intérieur de l'étang: Stratification verticale, zonation horizontale, bilan thermique et centre thermique*.- Thèse Université d'Orléans, 423 p., inédit.

Straškraba, M., Tundisi, J. G., & Duncan, A. (1993).- State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In M. Straškraba, J. G. Tundisi, & A. Duncan (Éds.), *Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management* (p. 213-288).- Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1096-1_13

Thornton, K. W. (1990).- Perspectives on reservoir limnology. In K. W. Thornton, B. L. Kimmel, & F. E. Payne (Eds.), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. - John Wiley & Sons, Eds, Londres.

Simon CALLIEZ

Doctorant, Centre d'Etudes pour
le Développement des Territoires et l'Environnement (CEDETE) - Université
d'Orléans

**RENATURATION D'UN COURS D'EAU ET
CHANGEMENT CLIMATIQUE.**

L'interprétation française de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000) sur l'amélioration des eaux de surface est que le but ne peut être atteint qu'en supprimant tous les obstacles à la circulation libre de l'eau, donc en effaçant toutes les retenues d'eau. L'opération de suppression des digues d'étangs est désignée sous le nom de « Restauration », ou de « Renaturation » (Morandi, 2014). Il s'agit d'un retour supposé à l'état de la nature antérieur à l'aménagement par l'Homme.

L'exemple présenté ici est celui de l'étang de de Pont-Calleck, implanté sur le Kerustang dans le Morbihan, qui date de 1292 et dont la digue a été percée en 2012. La destruction du paysage correspondant a été très mal ressentie par la population locale. Les observations fines menées sur le site onze ans plus tard montrent que l'opération n'a mené ni à une restauration ni à une renaturation, mais que le libre cours du ruisseau établit un équilibre nouveau qui se superpose, sans l'effacer, à l'équilibre d'avant le percement. De plus, l'intensification de phénomènes météorologiques extrêmes, l'ouverture à l'érosion de vases susceptibles de stocker des polluants peuvent conduire à des pics de pollution en aval.

Les motivations

La Directive Cadre européenne sur l'Eau parue en 2000 (DCE 2000), a donné comme objectif l'amélioration de la qualité des eaux de surface. L'interprétation française de l'application de cette DCE est que son but ne peut être atteint que par la réduction de l'exploitation des cours d'eau par l'Homme. L'eau doit s'écouler sans obstacle vers la mer, pour permettre la migration des poissons et le transport de sédiments . Il faut donc de supprimer les obstacles à l'écoulement vers l'aval.

Selon certaines approches, les obstacles à l'écoulement de l'eau, créés par le passé à des fins piscicoles, agricoles, industrielles, ou pour la gestion des réserves d'eau, ont altéré l'état naturel du milieu. C'est ce qui a mené à une politique publique visant à la suppression des plans d'eau avec pour objectif le retour à une « diversité écosystémique stabilisée par des processus naturels auto-entretenus » (Ward *et al.*, 2001, p. 316 ; Clarke *et al.*, 2003, p. 440 ; Vaghti *et al.*, 2009, p. 28).

Le projet de la suppression des retenues est bien antérieur à la DCE 2000. Dès les années 1970 - 1980, les cours d'eau et leurs abords étaient majoritairement perçus comme plus attrayants visuellement que les zones humides ou les plans d'eau (Morandi, 2014). Puis, dans les années 1990, les considérations paysagères sont devenues écologiques, avec pour objectif un retour au milieu naturel par la recherche d'une référence passée "anté-anthropisation", ayant pour objectif la remise en état des services écosystémiques (Giller, 2005 ; Golet *et al.*, 2006 ; Anton *et al.*, 2011 ; Bae, 2011) ce qui a mené vers une vision environnementaliste des cours d'eau devant être remis dans un état antérieur à l'intervention de l'Homme. L'opération est désignée sous le nom de « Restauration », ou de « Renaturation » (Morandi, Piégay et Vivier, 2018). Ces intentions ont, cependant, été discutées par des chercheurs qui considèrent que le retour à un état « anté-perturbation » pourrait n'être ni souhaitable ni forcément possible (Theiling, 1995, p. 229 ; Mainstone et Holmes, 2010, p. 82) : Quel pourrait - être l'intérêt de la destruction d'un patrimoine vécu pour un retour en arrière souhaité ? Un milieu modifié par des aménagements pourrait-il vraiment revenir un jour à un état identique à l'état antérieur si les aménagements sont supprimés ?

Mais qu'est-ce que la nature ? C'est un concept dont l'Homme s'exclut : « *La Nature est l'ensemble de tout ce qui existe en dehors de l'action Humaine [...]* » (Delort, 1996, se basant sur les travaux d'Alain de Lille au XII^e siècle). L'approche de renaturation est basée sur cette appréhension restrictive de la nature, écocentrée, et induit donc implicitement que cette action vise à rendre à cet espace le fonctionnement et l'organisation qui s'était mise en place avant tout aménagement anthropique. Cette considération s'oppose à une vision anthropocentrée, marquée par d'importantes divergences de l'approche de la notion de patrimoine, qui s'opposent avec véhémence sur le terrain (Germaine et Barraud, 2013)

Plusieurs approches de la nature sont décrites par les chercheurs, et parmi elles la Nature comme faisant partie du monde des Hommes (Descola, 1986 ; Le Part et Marty, 2006), anthropocentrée, où celle-ci ne constituerait pas une force extérieure contrôlée, mais ne résulterait que des productions et mises en scènes de celui-ci. Cette entrée sous-entendrait que faisant partie du monde des Hommes, la nature est le résultat d'aménagements de multiples générations successives et que de ce fait, toute modification visant au retour d'une nature « dépourvue de l'action de l'Homme » ne marquerait qu'un nouvel aménagement, dont l'état initial n'est plus présent depuis plusieurs milliers d'années, d'une nature entretenue et structurée. Les milieux aquatiques ne font pas exception à ces aménagements, puisque c'est le besoin d'avoir une ressource en eau tout au long de l'année qui a motivé l'Homme à la sédentarisation dès le Néolithique près des cours d'eau. Les retenues ont ainsi eu pour première vocation l'irrigation des premières cultures (Bravard et Lévêque, 2020).

La Sologne, avec son patrimoine d'étangs nombreux, ne fait pas exception aux politiques publiques de restauration des cours d'eau. C'est donc le moment de s'intéresser sérieusement aux étangs de ce point de vue, afin d'anticiper aussi sur les modifications qu'engendrerait la suppression de leurs chaussées.

L'approche géographique que nous proposons ici est de considérer le système dans sa globalité, tant naturel qu'anthropique, tant lotique (à rapide mouvement de l'eau) que lentique (à faible mouvement de l'eau) : quels sont les effets sédimentaires de la suppression d'un plan d'eau ? Comment la forme du relief évolue-t-elle ? Quelle est la capacité du milieu à s'adapter au changement de régime induit par l'effacement de l'étang ?

La suppression d'un plan d'eau peut être réalisée de deux manières principales : ou bien (a) l'arasement et la destruction complète de la chaussée, rendant ainsi au cours d'eau la liberté de cheminer dans sa vallée; ou bien (b) le découpage de la chaussée en son point le plus bas. Remarquons que le découpage supprime toute action de gestion du niveau d'eau et qu'il bloque son tracé de part et d'autre entre les vestiges de la dite chaussée. Mais, si la remise en eau de cet espace est demandée un jour, la re - fermeture est plus aisément réalisable que s'il fallait ériger à nouveau une chaussée complète.

Un exemple : l'effacement de l'étang de Pont-Calleck dans le Morbihan (*).

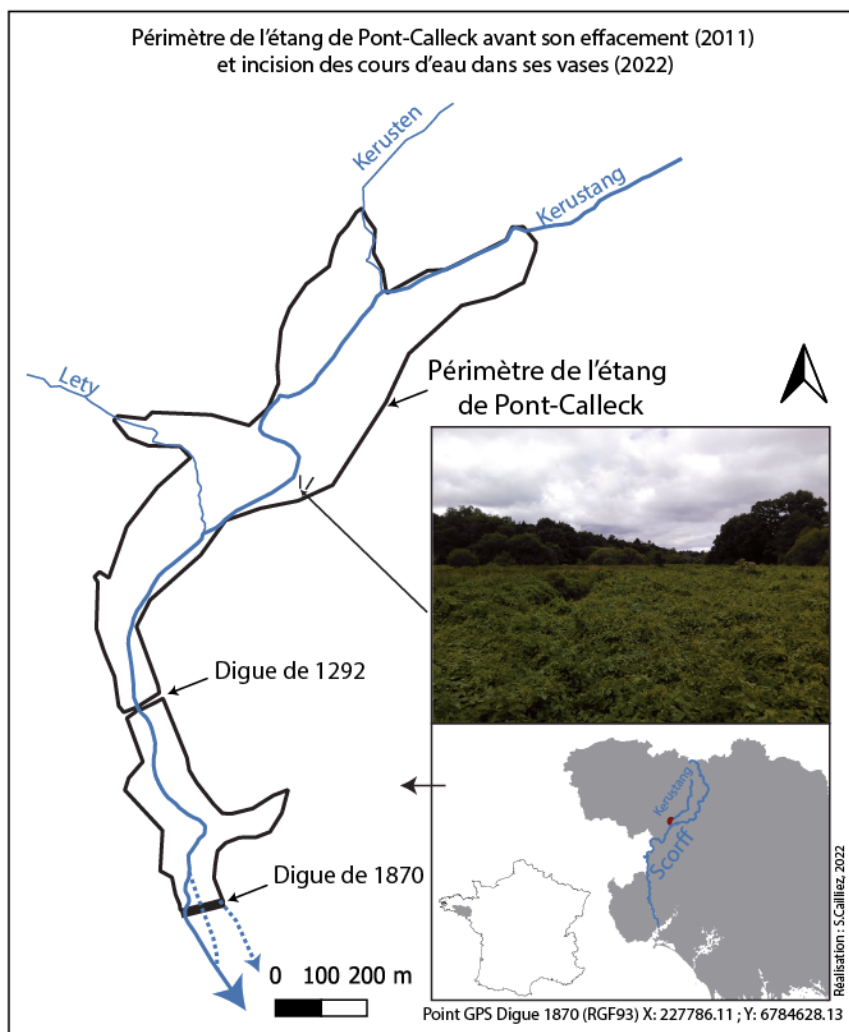
L'objet de l'étude présentée ici n'est pas situé en Sologne, mais en Bretagne où un plan d'eau à l'âge comparable aux vieux étangs de Sologne a été trouvé.

L'étang de Pont-Calleck dont il s'agit ici est dans le cas (b), puisque la chaussée a été percée et munie d'un pont cadre à l'une de ses extrémités, permettant au cours d'eau de s'écouler sans frein. Il s'agit de l'étang de Pont-Calleck, qui était implanté sur le Kerustang, un affluent du Scorff, petit fleuve côtier qui se jette dans la rade de Lorient (commune de Berné, département du Morbihan).

Trois différences sont notables avec les étangs de Sologne : (a) le cours du Scorff est relativement encaissé, (b) le cours d'eau est permanent et (c) la géologie du bassin versant du Scorff est faite de roches dures (d'origine magmatique), ces deux derniers points qui conditionnent l'intérêt pour la bonne qualité des eaux de surface, et aussi l'importance des retenues d'eau pour l'exploitation en eau potable.

L'âge du plan d'eau est ici le critère prépondérant pour nous ici, puisque le milieu s'était adapté à la présence du plan d'eau. La brusque rupture d'équilibre marquée par l'ouverture de la chaussée a forcé la mise en place de processus érosifs importants ainsi qu'une modification de la biodiversité, puisque le milieu lentique (d'eau stagnante) a été remplacé par un milieu lotique (d'eau courante).

Histoire de l'étang



1292 : L'étang a été créé en 1292 à des fins piscicoles par le Seigneur de Pont-Calleck, avec une première chaussée (Communication orale, J.-P. Le Fur, 2019). La chaussée ancienne est la raison pour laquelle l'étang de Pont-Calleck est fondé en titre (puisque antérieur à 1789), ce qui marquerait du point de vue réglementaire une part importante de sa gestion.

1824 : L'étang a ensuite été agrandi par la création de la deuxième chaussée à 370 m en aval de la première, pour l'alimentation en eau d'un haut fourneau construit plus bas que la chaussée (Rapport Hydro-Concept, 2012). Cette première chaussée, dont

l'implantation est toujours visible sur le terrain, marque d'un point de vue morphologique la première cuvette de rétention d'eau. C'est dans le périmètre du premier plan d'eau que les sédiments ont enregistré son fonctionnement pendant plus de sept siècles (**Fig. 1**). La première digue été en partie arasée entre 1824 et 1849 pour la transition de l'exploitation piscicole vers une exploitation industrielle. Le périmètre du plan d'eau a été agrandi d'un coup, jusqu'à son effacement en 2012.

1955 : l'étang et le manoir de Pont-Calleck sont devenus la propriété d'une congrégation, celle des « Dominicaines du Saint-Esprit » dont l'intérêt piscicole a été relégué au second plan. Les pêcheurs venaient y pêcher pour leurs loisirs. La capacité de réserve d'eau était uniquement utilisée pour des lâchers d'eau lors des compétitions de canoé-kayak sur le Scorff à l'aval, ou encore comme réserve d'eau pour la lutte contre les incendies.

2010 : l'étang présentait une superficie de 14 ha d'eau libre, d'une longueur de 1150 mètres, d'une largeur moyenne de 120 mètres, d'une profondeur maximale à la bonde de 3,40 mètres. La queue d'étang, de 7 ha, a été classée en Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et II grâce à sa richesse biologique. Rappelons que les ZNIEFF de type I sont « des espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares [...] ». Ce sont les zones les plus remarquables du territoire » (Inventaire National du Patrimoine Naturel). La suppression de l'étang a conduit à l'assèchement de la zone humide constituée par la queue de l'étang.

2012 : Suppression du plan d'eau : On doit s'interroger sur ce que devient la richesse biologique qu'accueille désormais la zone classée pour son intérêt écologique avant l'ouverture de la digue et asséchée maintenant.

Pourquoi fallait-il supprimer l'étang de Pont-Calleck ?

A la suite de la volonté d'appliquer la DCE 2000 à la manière française, la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 a induit une volonté nationale, s'appuyant ici sur le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) déployé sur l'ensemble du bassin versant du Scorff en 2007. La volonté étant d'améliorer la qualité des eaux de surface (DCE) par suppression des obstacles à l'écoulement (voir la LEMA). Le Kerustang (cours d'eau principal qui alimente l'étang de Pont-Calleck) est classé « rivière à migrateurs » au titre de l'article L.432-6 du Code de l'Environnement. Ceci signifie que des aménagements doivent être entrepris afin de respecter les préconisations du chapitre « Poissons Migrateurs » du Contrat de Projet Etat-Région (CPER : voir le site <https://www.observatoire-poissons-migrateurs-bretagne.fr>, qui relate l'ensemble des actions de ce contrat durant ses 20 ans d'actions, de 1994 à 2014). La digue de l'étang devient classée en

ouvrage Grenelle, c'est-à-dire que ladite digue est considérée comme un obstacle à l'écoulement sur lesquels des actions de restauration de la continuité écologique devront être réalisées à plus ou moins long terme. La décision est donc prise par les acteurs du SAGE Scorff de supprimer la digue pour permettre la libre circulation des poissons. Des études de faisabilité sont initiées afin d'étudier le fonctionnement actuel du milieu et les différentes possibilités de rétablissement de la continuité piscicole.

Les études menées dans le cadre du SAGE ont montré que l'étang lui-même était périodiquement eutrophisé, avec des épisodes algaux, allant même jusqu'à recouvrir la totalité de la surface du plan d'eau en 2008 par l'algue filamenteuse (*Hydrodictyon reticulatum* également appelée « Filet d'eau »). L'absence de gestion spécifique du plan d'eau et les apports riches en nitrates à partir des cours d'eau tributaires ont rassemblé les conditions nécessaires à la faible dégradation de la matière organique. Les analyses de la qualité de l'eau l'ont bien montré : la DCO (Demande Chimique en Oxygène) de Septembre 2011 affiche, dans le plan d'eau de 3200 mgO₂/l et dans les rejets en aval de

490 mgO₂/l, tandis que la réglementation des ICPE (Installations Classées Protection de l'Environnement) fixe le seuil à 300 mgO₂/l.

Situation juridique de l'étang de Pont Calleck.

Dans le cas de l'aménagement des cours d'eau non domaniaux, (tels que des digues d'étangs), le fondement en titre exempt le propriétaire de l'ouvrage de toute procédure d'autorisation ou de renouvellement lorsqu'il est prouvé que l'ouvrage est antérieur au 4 août 1789. A ce titre, la cartographie nationale de Cassini permet dans de nombreux cas de déterminer le fondement en titre d'un ouvrage. Ainsi, on aurait pu ne pas être autorisé pour des raisons juridiques à effacer le plan d'eau de Pont Calleck puisqu'il figure sur la carte de Cassini, ceci sans le consentement de son propriétaire.

Or la modification au 18^e siècle aurait pu enlever à l'étang son antériorité et son fondement en titre. Dans les faits, c'est l'absence de manœuvrabilité des vannes du moine qui lui a fait perdre son droit d'eau. On pouvait donc faire disparaître l'étang sans procédure.

Le mécontentement de la population face à la destruction de leur patrimoine historique et paysager.

Les études menées dans le cadre des objectifs du SAGE se sont déroulées dans un climat hostile, où certains habitants considéraient le plan d'eau comme un patrimoine important de leur secteur; sa suppression réalisée en 2012 a été franchement mal vécue par certains.

Le respect des acteurs locaux étant primordial dans ce type d'opération, il a paru nécessaire d'obtenir l'accord des élus afin de mener les études de terrain dans les

meilleures conditions possibles. Le maire de la commune de Berné en exercice ayant mal vécu l'effacement de ce plan d'eau en 2012, il a été difficile de le rencontrer. Le personnel du SAGE, connaissant les acteurs locaux, s'est proposé de servir d'intermédiaire afin d'organiser une réunion sur le sujet et ce sont six mois qui se sont écoulés avant qu'un échange en face à face puisse avoir lieu.

Tout ceci illustre la force de l'attachement au patrimoine au point qu'il peut constituer un argument de poids face à une entrée basée sur des paramètres physico-chimiques.

Les travaux de détournement du Kérustang

Puisqu'il faut restaurer la continuité écologique et sédimentaire, il faut supprimer le plan d'eau.

Le choix a été fait d'installer un pont cadre, ouvrage en béton en une pièce de forme rectangulaire (**Fig. 2**), à la place du déversoir de surface situé à l'extrémité sud-ouest de la chaussée et non pas dans l'axe présumé pour l'ancien lit. Cet emplacement a été choisi car le positionnement de la bonde de fond, centré sur la chaussée, donnait de son côté aval sur le jardin d'un particulier. Ce type d'ouvrage est préféré aux buses circulaires, car leurs sections plus importantes permettent de limiter l'effet tunnel qui, par manque de luminosité, peut causer une rupture dans les déplacements des espèces animales.

L'objectif était d'abaisser le niveau du déversoir de surface à la cote de la bonde de fond, afin de retrouver le niveau altitudinal du cours d'eau. La réutilisation de la position du déversoir de surface, à une extrémité de la chaussée, a permis de ne pas engendrer trop de modifications sur le milieu aval. Le cours d'eau du Kerustang s'écoule

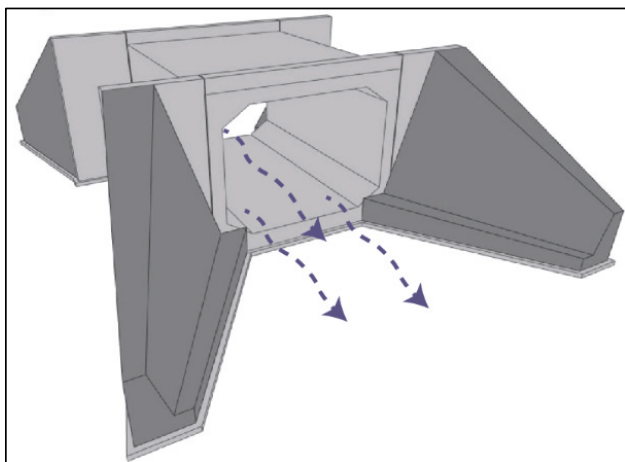


Fig. 2 : Modèle de pont cadre
(source : eduscol.education.fr)

donc aujourd'hui sous ce pont, mais ce qui empêche le retour du cours d'eau dans le lit antérieur à l'étang, au moins au niveau de la chaussée et à son aval immédiat. Le pont cadre forme également un seuil en béton, qui ne pourra pas être érodé par le cours d'eau afin de rééquilibrer son profil en long.

La retenue ayant été supprimée, le cours d'eau est supposé avoir été remis désormais dans son état antérieur à l'intervention de l'Homme. L'opération est désignée sous le nom de « Restauration », ou de « Renaturation » (Morandi, Piégay et Vivier, 2018).

Le comportement des berges de l'étang, désormais vidé, au passage du courant d'eau.

Dans la zone « restaurée », le cours d'eau s'est incisé dans les vases qui s'étaient déposées pendant la durée de vie de l'étang. Ces dernières sont instables car non végétalisées. Elles s'effondrent régulièrement dès que le débit du cours d'eau augmente, par sapement. Les effondrements entraînent la chute de gros blocs de vases dans le lit du cours d'eau. Ces blocs vont être plus ou moins dissociés et évacués vers l'aval, où ils sont susceptibles de former des seuils temporaires.

Les sédiments de fond de cours d'eau étudiés par carottage.

Diverses études des sédiments ont été réalisées par un bureau d'études avant la suppression de l'étang de Pont-Calleck (Hydro Concept, 2011), ainsi qu'au cours de nos propres missions de terrain réalisées dans le cadre de cette étude post-effacement.

52 carottages ont été réalisés sur tout le linéaire du Kerustang, du Lety et du Kerusten, les deux derniers étant deux tributaires du Kerustang (**Fig. 3**). Les carottages se sont appliqués à traverser les vases jusqu'à atteindre leur substratum, dans lequel l'instrument ne peut pénétrer. Ils ont été effectués dans l'axe du cours d'eau et à l'intérieur du périmètre de l'ancien étang.

Le cours d'eau amène des sédiments relativement grossiers, sables et graviers principalement, avec quelques petits galets. La vase de fond de l'étang asséché est constituée de sédiments très fins, dits argilo-limoneux. Il y a un contraste visuel fort entre les deux types de sédiments

Nos carottages montrent qu'une épaisseur de vase est conservée partout entre le substratum rocheux dur et les sables et graviers déposés par-dessus la vase depuis une dizaine d'années par le cours d'eau. C'est donc que le fond du lit du dit cours d'eau n'a pas repris - sinon son emplacement - au moins sa cote d'avant la création de l'étang.

Une carotte, recueillie dans le périmètre de l'ancien étang et considérée comme type (**Fig. 3B**), montre, de la surface vers le fond :

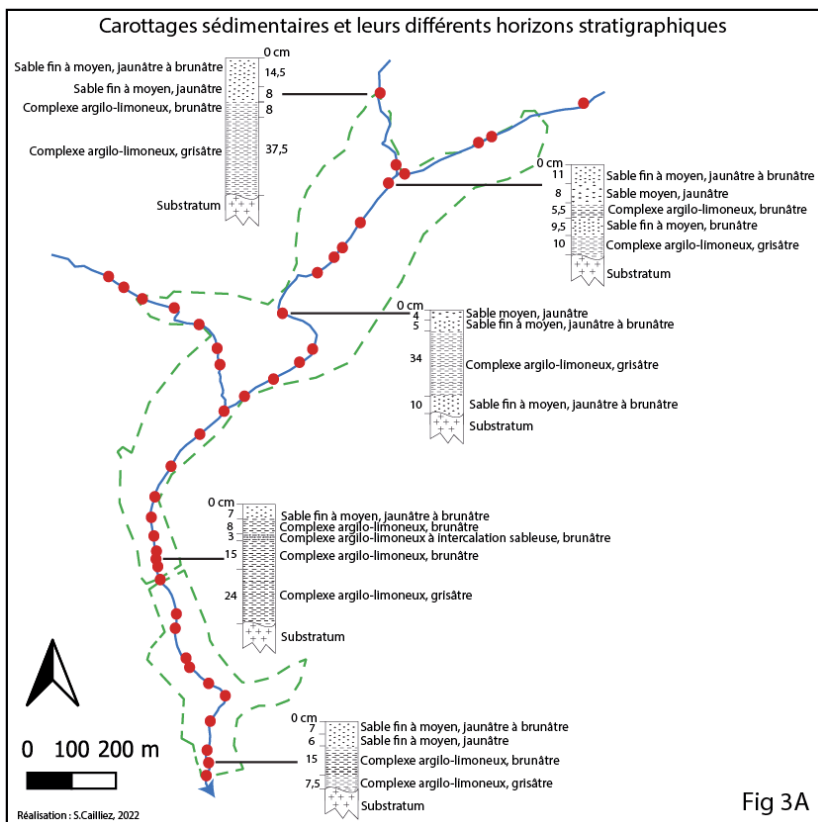


Fig 3A

Fig. 3A : Localisation des carottes prélevées le long des cours d'eau de l'endroit.

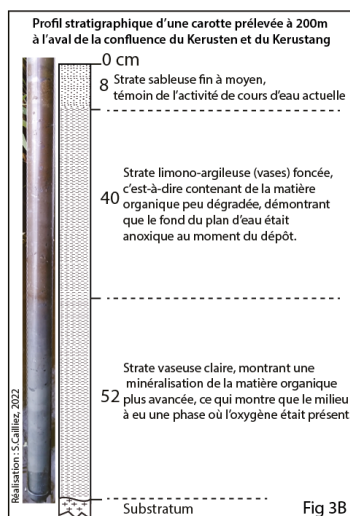


Fig 3B

Fig. 3B : Description des sédiments recoupés par le carottage. Epaisseurs en centimètres.

- une strate sableuse, témoin de l'activité du cours d'eau actuel, qui ramène du sédiment relativement grossier par rapport aux limons du dessous. L'épaisseur de cette strate diminue de l'amont vers l'aval, de 55 cm à 24 cm puis à 8 cm juste au pied de la digue du 13ème s. Ceci montre la progradation *des sédiments grossiers, dits lotiques*,
- *par dessus les vases du dessous, dits lentiques*. La surface de progradation sépare le sable au-dessus de la vase au-dessous.

Une carotte, recueillie dans le périmètre de l'ancien étang et considérée comme type (**Fig. 3B**), montre, de la surface vers le fond :

- une strate sableuse, témoin de l'activité du cours d'eau actuel, qui ramène du sédiment relativement grossier par rapport aux limons du dessous. L'épaisseur de cette strate diminue de l'amont vers l'aval, de 55 cm à 24 cm puis à 8 cm juste au pied de la digue du 13ème s. Ceci montre la progradation *des sédiments grossiers, dits lotiques, par dessus les vases du dessous, dits lentiques*. La surface de progradation sépare le sable au-dessus de la vase au-dessous.
- une strate limono-argileuse (vases) foncée, contenant de la matière organique peu dégradée, démontrant que le fond du plan d'eau était anoxique au moment du dépôt de cette vase,
- une strate limono-argileuse grise (vases aussi), contenant de la matière organique plus dégradée que celle de la strate supérieure, de couleur claire, démontant que le fond de l'étang n'était pas anoxique au moment du dépôt,
- le substratum rocheux trop dur pour être récupéré par le carottage.

Le point à souligner est que le cours d'eau ne s'est pas incisé dans les vases jusqu'à évacuer tout le sédiment hérité de l'étang, mais qu'une nouvelle dynamique marquée par le charriage de sédiments fluviaux s'est mise en place par-dessus des vases, avec un équilibre qui n'est pas encore atteint plus d'une décennie après la suppression de la retenue. Ceci constitue la preuve qu'il ne s'agit pas d'une restauration par le retour à l'état anté-étang, mais du remplacement d'un régime sédimentaire d'étang (lentique) par un autre, celui du cours d'eau (lotique).

Conclusions :

Renaturation ou restauration, ou nouvel équilibre ?

Le terme de renaturation peut être contredit, tandis que le terme de restauration est quant à lui nuancable si on le considère au sens strict du terme sur l'emprise d'un projet de restauration de cours d'eau. La continuité du cours d'eau est pour sa part accélérée par la

suppression d'une partie de l'ouvrage, mais l'ancien lit du cours d'eau n'est pas restauré. Un nouveau lit s'est organisé, à un niveau altitudinal différent de celui qui était présent par le passé, de l'amont de l'ancien plan d'eau jusqu'à l'amont immédiat du pont cadre, c'est-à-dire au bout de 1170 mètres de linéaire. Le lit ne s'est pas encore incisé suffisamment profondément pour retrouver sa cote « anté-étang ». Par contre, des strates sableuses épaisses de plusieurs dizaines de cm à l'amont de l'ancien plan d'eau à l'aval progradent par-dessus l'ancien fond vaseux. Un nouvel équilibre se crée par-dessus les vases de l'ancien étang, sans emporter vers l'aval les sédiments déposés en conséquence de l'aménagement du cours d'eau remontant au minimum à plus de 800 ans. Cet état transitoire ne permet ainsi pas de considérer ce milieu comme étant renaturé. Il est plutôt à percevoir comme un nouvel aménagement d'un cours d'eau qui sinue dans les vases d'un ancien plan d'eau ayant paysagé la vallée par le passé, et dont la morphologie héritée permettra encore longtemps de savoir qu'un étang a existé.

Risques pour l'environnement de l'érosion des vases organiques et de leur redistribution en aval, surtout aux jours de crue.

Les milieux réduits des vases organiques des étangs peuvent concentrer - et concentrent - des polluants, notamment les métaux lourds comme le plomb ou le cuivre. Au lieu d'y rester stockés, ces éléments chimiques qu'elles contiennent peuvent être érodés, remobilisés et même re-dissous par le cours d'eau, désormais libéré.

La composition chimique de l'eau qui circule en aval peut en être modifiée avec le temps. La brusque modification de l'équilibre d'un milieu par la suppression d'un plan d'eau vieux de plus de sept siècles peut conduire à des situations de pollution lors des crues.

Dans le panorama de l'évolution climatique, on nous annonce la multiplication des crues et des événements majeurs de ce type.

Assèchement d'un marécage, classé auparavant Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique.

Le changement de paysage ne se limite pas au strict périmètre des plans d'eau si l'on considère le soutien à la biodiversité que la présence d'eau peut apporter dans le cas de sécheresse. Le classement en ZNIEFF I de la queue d'étang est également à considérer car l'assèchement du plan d'eau a supprimé le caractère humide (stagnant) de plus de 80 % de cette zone. Si l'aspect mégaphorbiaie (prairie dense de hautes plantes herbacées vivaces, cf. Fig. 1) n'est pas à remis en question, en revanche, le caractère marécageux a été significativement réduit et à presque disparu de la queue d'étang. Cette question peut être posée dans le cas de notre plan d'eau breton, mais également en beaucoup plus grand :

celui des multiples zones humides (au titre de la définition RAMSAR) du territoire solognot.

L'exemple de Pont-Calleck montre *a contrario* qu'une absence de gestion d'un plan d'eau peut impacter le milieu aval de manière importante par la pollution des eaux notamment. D'un point de vue sédimentaire, il est important de considérer les ouvrages qui barrent les cours d'eau comme des freins à l'érosion d'un continent. En effet, comment appréhender le phénomène d'érosion à l'échelle humaine ? Les aménagements humains peuvent freiner localement les mécanismes d'érosion, mais ne les stoppent pas pour l'éternité, ce qui mène à la considération des milieux hybrides (Lespez et Dufour, 2020, 2021) comme des écotones, dont la présence dans nos territoires apporte un divers bienfaits (Donati et al., 2022). Se pose enfin la question des impacts sur le maintien ou non du fonctionnement du milieu propice au développement humain et de la biodiversité qui l'accompagne. Il faut regarder le fonctionnement d'ensemble de l'environnement dans sa double dimension, spatiale et temporelle, et de concilier gestion et diversité.

(*) L'étang de Pont-Calleck figure sur les cartes de Cassini (Feuille de Vannes N°158, 1740), avec la représentation cartographique de l'époque. Puis sur la carte d'Etat-major (Châteaulin, 1866), sur les cartes IGN au 1/25 000^e actuelles (Plouay) et sur les photographies aériennes dès 1948 (C3639-0481, Mission Bretagne 5, 94).

Références citées

-Anton A., Elozegi A., Garcia-Arberas L., Diez J., Rallo A., 2011. Restoration of dead wood in Basque stream channels: effects on brown trout population, *Ecology of Freshwater Fish*, Vol. 20, No. 3, pp. 461-471.

-Bae H., 2011. Urban stream restoration in Korea: Design considerations and residents' willingness to pay, *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 10, No. 2, pp. 119-126.

-Bravard J.-P., Lévêque C. (dir.), 2020. La gestion écologique des rivières françaises : Regards de scientifiques sur une controverse, L'Harmattan, 364p.

-Clarke S. J., Bruce-Burgess L. & Wharton G., 2003. Linking form and function: towards an eco-hydromorphic approach to sustainable river restoration, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 13, No. 5, pp. 439-450.

-Descola Ph.,1986. La nature domestique. Symbolisme et praxis dans l'écologie des Achuar, Paris, éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 450 p.

-Donati F., Touchart L., Bartout P., Choffel Q., Avril 2022. Caractérisation biophysique des milieux situés à l'amont des seuils en rivière : l'écotone retenue de seuil, VertigO, Volume 22, Numéro 1.

-Germaine M.A. & Barraud R., Juin 2013. Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France, VertigO, Hors-série 16.

-Giller P. S., 2005. River restoration: seeking ecological standards. Editor's introduction, Journal of Applied Ecology, Vol. 42, No. 2, pp. 201-207.

-Golet G., Roberts M., Larsen E., Luster R., Unger R., Werner G. & White G., 2006. Assessing societal impacts when planning restoration of large alluvial rivers: a case study of the Sacramento River Project, California, Environmental Management, Vol. 37, No. 6, pp. 862-879.

-Hydro Concept,2011. Etude de la continuité écologique de l'étang de Pont-Calleck, Document N°1, Diagnostic, 49 p.

-Le Part J. & Marty P., 2006. La nature : un antimonde ? Géographie et Cultures, 57, pp.87-102.

-Lespez L. & Dufour S., 2020. Chapitre 1, La nature de l'Anthropocène : Nature anthropisée, nature hybridée, dans Lespez, L., S. Dufour (éd.), Géographie de l'environnement, Malakoff : Armand Colin, pp. 15-31.

-Lespez, L., S. Dufour, 2021. Les hybrides, la géographie de la nature et de l'environnement, Annales de géographie, 737, 1, pp. 58-85.

-Mainstone C. P. & Holmes N. T. H., 2010. Embedding a strategic approach to river restoration in operational management processes - experiences in England, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, Vol. 20, No. 1, pp. 82-95.

-Morandi B.,2014. La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action, Thèse de doctorat, Sciences Humaines et Sociales mention Géographie, Université de Lyon, 431p.

-Morandi B., Piégay H., Johnstone K., Miralles D., Mai 2016. Les Agences de l'eau et la restauration : 50 ans de tensions entre hydraulique et écologique, VertigO, Vol.16, numéro 1, 36p.

-Morandi B., Piégay H., Vivier A., Juin 2018. Restauration de cours d'eau en France : comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ?. 3ème Conférence Internationale IsRivers - Recherches et actions au service des fleuves et grandes rivières, Lyon, France.

-Theiling C. H., 1995. Habitat rehabilitation on the Upper Mississippi River, Regulated Rivers: Research & Management, Vol. 11, No. 2, pp. 227-238.

-Vaghti M. G., Holyoak M., Williams A., Talley T. S., Fremier A. K. & Greco S. E., 2009. Understanding the ecology of blue elderberry to inform landscape restoration in semiarid river corridors, Environmental Management, Vol. 43, No. 1, pp. 28-37.

-Ward J. V., Tockner K., Uehlinger U. & Malard F., 2001. Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration, Regulated Rivers: Research & Management, Vol. 17, No. 6, pp. 311-323.

Référence de Christian Lévêque ajoutée sous presse :

<https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/mauvais-temps-pour-la-biodiversite-aquatique-les-technocrates-vont-mettre-nos-rivieres-a-sec-936952.html>

Il s'agit de l'analyse de la restitution d'un colloque sur « l'impact cumulé des retenues d'eau » sur six bassins pilotes. Dans ce travail, la biodiversité est analysée sans l'étude de la faune et de la flore inféodées à la retenue. La dimension sociale des retenues est oubliée. On ne se soucie ni des personnes ni des usages locaux. L'analyse hydrologique n'est pas faite : il n'y pas de donnée sur l'alimentation en eau des retenues par la pluie et/ou par la nappe phréatique pas plus que sur les prélèvements pour l'utilisation de l'eau.

Ce qui manque, c'est d'admettre que les bassins et les retenues ont été, sont et seront des réalités anthropisées, donc qu'il faut poser des objectifs, au lieu de courir après une mythique « la nature sans l'homme » qui serait la référence.

L'article de S. Cailliez ci-dessus illustre le propos.

Vincent HENNEQUART

Pisciculture Hennequart

**LA PISCICULTURE SOLOGNOTE
FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.**

La pisciculture Hennequart a été créée par Jean Hennequart, le père de Vincent et de Patricia Hennequart, au début des années 1950. D'abord extensive et en étangs, puis intensive en bassins depuis que l'arrivée des cormorans a ruiné la pisciculture extensive. Vincent Hennequart donne ici une expérience précise sur plus de 60 ans, qui permet de mesurer les effets du gel, de la canicule, de la sécheresse sur la pisciculture et des moyens pour y faire face. Il montre comment la méconnaissance du public et de l'administration sur la réalité du fonctionnement des étangs s'ajoute aux difficultés apportées par le changement climatique en cours.

LA PISCICULTURE HENNEQUART : 60 ANS D'ACTIVITE EN SOLOGNE

• **Pisciculture traditionnelle en étang** : L'entreprise a été orientée tout d'abord sur l'exploitation d'étangs en polyculture extensive, elle acquiert de nombreux fermages et est conduite à gérer les mises en assec estival des étangs. En 1970, la pisciculture s'est installée dans une propriété à Saint-Viâtre où elle a poursuivi son développement, jusqu'à atteindre une production annuelle de 200 tonnes de poissons récoltés sur une surface de 1 300 ha pêchés annuellement.

Au début des années 1990, les premiers cormorans commencent à impacter les pêches. Au début des années 2000, ils se mettent à nidifier en Sologne et à consommer les peuplements qui sont remis dans les étangs pour la production de l'année suivante.

A l'heure actuelle, la pisciculture HENNEQUART pêche encore 600 ha d'étangs par an.

• **Pisciculture intensive en bassins** : Parallèlement à la pisciculture extensive, nous avons développé depuis la fin des années 1980 une forme de pisciculture intensive sur des bassins de 0,5 à 2 ha de surface.

Ce type de pisciculture exige la maîtrise de l'eau, la possibilité d'aérer l'eau et l'apport d'aliments.

Elle oblige à effectuer des relevés quotidiens de différents paramètres tels que la température de l'eau et sa teneur en di-oxygène.

Cette double expérience nous donne un recul de 60 ans pour les grands étangs et de 30 ans pour la pisciculture en bassins. Elle nous permet d'apprécier les conséquences de l'évolution du climat sur cette longue période.

LES EFFETS DE L'ELEVATION DES TEMPERATURES

- **Hausse de la température moyenne sur l'année.**

A- effets positifs : (1) allongement de la période de croissance sur l'année et (2) hivers sans glace favorables aux manipulations des poissons et aux pêches.

B- effets négatifs :

(1) l'absence de formation de glace sur une période prolongée permet une prédation continue des cormorans et facilite leur sédentarisation. L'absence de grands froids favorise les populations invasives telles que jussie, ragondins et autres.

(2) l'absence de périodes froides très marquées influe négativement sur la qualité des gamètes des carpes, brochets, sandres.

- **Dépassements de plus en plus fréquents de l'optimum thermique pour les poissons.**

1. L'optimum thermique est la plage de températures de l'eau où une espèce se développe de manière optimale. Au-dessus, la croissance diminue puis elle s'arrête. Au-delà, on atteint la température létale. En dessous, elle diminue également jusqu'à une forme d'hibernation. Par exemple, l'optimum thermique de nos poissons d'étang se situe entre 19 et 25°C; la température létale est probablement autour de 35 °C. Pour la truite, l'optimum thermique est entre 11 et 15 ° avec une température létale de 25°C.

2. Effets sur le phytoplancton; le bloom algal .

Les températures élevées favorisent la multiplication des algues unicellulaires qui constituent le phytoplancton. Le phytoplancton, les algues en général, produisent du dioxygène par photosynthèse.

Il y a donc pendant la journée une très forte augmentation du taux d'oxygène dans l'eau, puis une baisse continue du taux d'oxygène pendant la nuit provoquée par la respiration de ces mêmes algues. La saturation en dioxygène dissous varie également avec la température. A 10°C, elle est 11mg/litre, à 25°C, elle n'est plus que de 8 mg/litre.

Tous ces phénomènes concourent à provoquer une baisse du taux de dioxygène en fin de nuit et début de matinée, qui, dès qu'il est inférieur à 1 mg/litre, qui peut être fatal aux poissons. On assiste donc à des variations très importantes sur 24 heures (type montagnes russes) de la teneur de l'oxygène dissous dans l'eau de l'étang.

3. Apparition des cyano-bactéries .

L'accroissement rapide de production de phytoplancton conduit à une chute de l'azote disponible et ceci, associé aux fortes températures, favorise l'apparition des cyanobactéries ou algues bleues. Celles-ci peuvent être porteuses de substances toxiques pour les organismes vivants, substances souvent libérées quand elles meurent.

- **L'expérience de la canicule de 2003.**

Lors de cet épisode, qui aura duré 11 jours, entre le 4 et le 15 août 2003, nous avons relevé des températures maximales de 33°C dans la masse d'eau en soirée dans certains bassins. Aucune mortalité n'a été relevée du fait de cette température. Cet épisode est survenu après des périodes chaudes en juin et en juillet qui ont certainement préparé les poissons à vivre un épisode aussi chaud. D'autre part, la sortie de la bulle de chaleur s'est fait en douceur sans orage.

- **Les types d'étangs de Sologne face aux canicules.**

Trois types d'étang en Sologne:

- les étangs forestiers, avec leurs eaux brunes et chargées de tanin. Ils sont généralement pauvres en phytoplancton et de ce fait, ils échappent aux bloom algaires.

- les étangs « argileux ». L'argile mise en suspension par les poissons fouisseurs (carpes et tanches), leur donne un aspect laiteux. Une partie de la lumière solaire est réfléchie et pénètre moins dans l'eau. La température peut être inférieure de 2 °C à celle de l'étang voisin. Ces étangs sont très stables au niveau du dioxygène. Ils n'atteignent pas la saturation mais restent toujours à des niveaux compatibles avec la vie aquatique.

- les étangs « verts », à cause de l'abondance du phytoplancton. Ce sont les plus productifs. Mais aussi les plus vulnérables à la canicule, à cause des risques de prolifération algal indiquée ci-avant.

-

LES EFFETS DES SECHERESSES.

Les périodes ou les saisons de sécheresse ne coïncident pas toutes avec les périodes de canicule.

- **Sécheresses d'hiver** : L'étang est vidé en automne pour être pêché. La source de l'eau étant le ruissellement, s'il ne pleut pas assez pendant l'hiver qui suit, l'étang ne se remplit pas, ou pas assez. C'est ce qui est arrivé pendant les hivers 1989 à 1992, avec une sérieuse chute de la production en conséquence.

- **Sécheresses d'été** : L'impact des sécheresses d'été est faible sur les étangs si le remplissage est total à la fin du printemps. Par exemple, les sécheresses estivales des étés 2019 et 2020 ont eu un impact très fort sur la végétation mais faible sur la production des étangs. En effet, un étang plein au printemps supporte une baisse de niveau de 50 cm. Comme les étangs de Sologne sont en général plats et peu profonds, les problèmes commencent au-delà d'une perte de niveau de 50 cm par évaporation.

Cas extrême : en 1976, la sécheresse a provoqué une évaporation de 80 cm, de nombreux étangs sont tombés à sec, la chute de production a été très sévère de l'ordre de 70 % .

LES CONSEQUENCES SUR LA PISCICULTURE

- **Pour la pisciculture extensive traditionnelle**, une vague de mortalité de grande ampleur due, par exemple, à la conjonction canicule plus sécheresse est possible. Mais elle ne devrait pas pouvoir mettre en cause le fonctionnement des étangs solognots et leur production piscicole si cela reste ponctuel, une fois tous les 15 ans par exemple.

En effet, le milieu est en général vite recolonisé par la vie aquatique. Un empoissonnement de 100 kg pour 10 ha donnera 1 000 kg à la fin de l'été suivant, et si on attend une année supplémentaire, on atteint la saturation du milieu c'est-à-dire que la quantité de poissons ne peut plus augmenter. La richesse du milieu permet simplement l'entretien du cheptel.

- **Pour la pisciculture intensive en bassins**, la maîtrise et la gestion de l'alimentation en eau sont là pour compenser les sécheresses. Le taux approprié de dioxygène dans l'eau doit être assuré par une aération artificielle du milieu.

Si la période favorable au grossissement est réduite du fait d'un grand nombre de journées au-dessus de l'optimum thermique et que la dépense engendrée par le surcroît d'aération, la rentabilité du système peut être remise en cause.

Dans le cas où on atteindrait une température létale provoquant la perte d'une partie du cheptel sur un cycle long, comme celui des esturgeons par exemple, les conséquences pour la pisciculture seraient particulièrement graves.

LES MOYENS D'ADAPTATION ET DE DEFENSE

- **Pour la pisciculture extensive traditionnelle :**

- ***Pratiquer un assec estival tous les 10 à 15 ans.*** La minéralisation des matières organiques évite les phénomènes de fermentation, consommateurs d'oxygène. L'entretien d'une zone profonde dans l'étang permet également de créer une zone refuge. En effet, la hauteur d'eau permet de tempérer l'élévation de température diurne.
- ***Favoriser la présence des poissons fouisseurs.*** Ceux-ci, du fait de leur activité, mettent en suspension des particules qui obscurcissent l'eau et limitent la pénétration de la lumière et tamponnent le développement du phytoplancton (effet anti bloom algal).
- ***Introduire des poissons filtreurs.*** L'amour argenté (*Hypophthalmichthys molitrix*) a la capacité de consommer directement le phytoplancton et donc de limiter sa prolifération. Son utilisation est très fréquente dans les pays chauds, elle ne se reproduit pas naturellement chez nous et son introduction est interdite.
- ***Maintenir des zones d'ombrage :*** à l'ombre, la température est moins élevée et le phytoplancton ne trouve pas la lumière qui lui est nécessaire. Cette solution peut s'avérer intéressante pour de petits plans d'eau avec le développement de haies ou la

création de saulaies (spontanées). On peut également réfléchir à couvrir une partie du plan d'eau de panneaux solaires (nombreux intervenants intéressés).

- **Respecter l'ordre des vidanges en chaîne.** Ceci permet de conserver le maximum d'eau, d'un étang au suivant, lors des hivers de sécheresse.
- **Maintenir au plus haut les seuils des déversoirs.** Comme on l'a vu précédemment, le volume d'eau est important pour affronter l'été dans de bonnes conditions.
- **Mise en place d'un système d'aération de secours.** Un seul appareil d'aération de 0,75 kw (1CV) permet de faire survivre pendant la période critique 1 à 2 tonnes de poissons. Il doit être placé au-dessus de la zone profonde.

- **Pour la pisciculture intensive en bassins :**

Il existe des piscicultures même dans les pays tropicaux, à condition d'avoir la maîtrise de l'eau et des espèces adaptées. Pour le reste, il faut :

- *baisser les densités de poissons dans la pièce d'eau,*
- *changer les espèces à élever,*
- *prévoir des espèces d'accompagnement pour équilibrer le milieu*

AUTRES CONSEQUENCES DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

- **Mise en cause de l'existence même des étangs**

Ces dernières années on voit apparaître dans la presse locale des articles rédigés soit par le responsable du nouveau bureau d'études chargé du SAGE Sauldre (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux), soit par un représentant de l'Agence de l'Eau du bassin Loire-Bretagne, qui prônent la suppression pure et simple des étangs, ceux -ci « *ne servant plus à rien* » (sic) ou bien : « *les Solognots auraient également oublié qu'un cours d'eau circule au fond de chaque étang* ».

La théorie officielle élaborée dans les années 1970 à partir d'études sur les barrages et appliquée à tout plan d'eau quelque soit la région sur tout le territoire français est qu'un étang intercepte un cours d'eau et qu'il est alimenté par lui tout au long de l'année. Du fait de l'évaporation qui se produit sur sa surface pendant la période estivale, il restitue moins d'eau qu'il n'en reçoit et donc réduit la quantité d'eau reçue par la rivière.

Voici la théorie : « Les étangs interceptent l'eau des cours d'eau et du fait de l'évaporation, soustraient un débit proportionnel à leur surface, débit qui devrait alimenter le cours d'eau. » Le calcul est alors simple : il suffit de multiplier la surface de l'étang par la hauteur d'évaporation moyenne pour avoir le volume d'eau potentiel soustrait par l'étang à la rivière. Par exemple un étang de 10 ha qui aura perdu 0,5m d'eau par évaporation, soit 50 000 m³ soustraits sur le débit de la rivière et ce, pendant la période critique de l'étiage.

Avec le réchauffement climatique les sécheresses s'aggravent, les ruptures d'écoulement des cours d'eau sont plus fréquentes ; l'étang est alors désigné comme coupable même si l'origine de l'eau qui l'alimente n'est pas établie.

Ce qui manque : l'origine de l'eau n'a jamais été clairement établie territoire par territoire.

- **En Sologne, les affirmations pour justifier la suppression des étangs n'ont pas de fondement.**

En effet l'alimentation des étangs est assurée par le ruissellement. Celui-ci a lieu de la fin de l'automne jusqu'au début du printemps. De Mai ou Juin à Octobre, les étangs sont complètement déconnectés du système hydrographique. Ils n'ont pas de source, et le ruissellement est arrêté. Leur seule alimentation provient des précipitations qui tombent sur leur surface.

Pour que le ruissellement fonctionne en été, il faudrait que la pluviométrie atteigne 100 mm par mois pour compenser l'évapotranspiration par la végétation. De même en hiver, il suffit d'une interruption totale des précipitations pendant trois semaines pour que le ruissellement s'arrête et que les étangs arrêtent de déverser .

- **Trois points pour étayer l'absence d'impact des étangs de Sologne sur l'étiage des cours d'eau.**

1 L'observation : en été lorsqu'on roule sur une route de Sologne, il suffit de s'arrêter à chaque passage busé qui permet aux fossés d'écoulement de traverser la chaussée (ils sont signalés par un trait blanc sur le revêtement) pour chercher la trace d'un écoulement d'eau , ou lors d'une promenade en forêt de chercher un écoulement d'eau dans les fossés que l'on croise. Fossé dans les bois, la plaine ou la friche, il n'y a pas d'eau. Ils sont vides, secs.

2 La pisciculture Hennequart a mis en assec estival au cours de ses soixante ans d'activité, près de 3000 ha d'étangs soit un quart de la surface des étangs de Sologne : on n'y a vu aucun ruisseau, aucune résurgence, aucune source. Les étangs mis en assec, restent secs. Souvent, la situation se prolonge même jusqu'à la fin d'octobre.

3 Une étude portant sur l'impact de l'évaporation d'une chaîne d'étangs de Sologne sur l'étiage d'un cours d'eau pendant l'été 2013 a été financée par la FAREC (Fédération Aquacole de la Région Centre) et a été réalisée et dirigée par l'OSUC (Observatoire des Sciences de l'Univers - Université d'Orléans) et le bureau d'études GEOHYD alors en charge du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la Sauldre.

Cette étude a comporté deux parties. Une partie a montré que les étangs baissaient tous dans les mêmes proportions qu'un bassin de référence. Les étangs n'ont donc pas reçu d'eau pendant l'été. Sinon, ils n'auraient pas baissé autant que le bassin de référence. L'autre partie de l'étude a créé une modélisation à partir du type de couvert

végétal, de la nature du sol, de la pluviométrie, de la topographie. Concordance des deux approches : la chaîne d'étangs n'a pas d'impact sur l'étiage : elle ne reçoit pas d'eau et ne peut donc pas en restituer.

- **Cas particuliers**

Lors d'étés humides, une fois tous les dix ans, si la pluviométrie atteint 100 mm le ruissellement reprend; dans ce cas le niveau des cours d'eau remonte avant même que les étangs ne déversent, voire même sont en situation de crue et le problème est plutôt inversé.

Voici un exemple récent et particulièrement probant qui date de juillet 2021 : suite à des précipitations importantes, de l'ordre de 120mm en 15 jours, les cours d'eau sont en crue; tous les étangs déversent. La peur du retour des grandes crues identiques à celles de juin 2016 s'installe. Puis la pluie s'arrête. Fin août, plus un étang ne déverse et les cours d'eau sont au plus bas. Conclusion : aucune réserve permettant le soutien du débit des cours d'eau ne s'est créée.

- **Explication , situation particulière des sols Solognots.**

Le sol solognot est constitué de lentilles et de chenaux de sables très perméables, prisonniers de couches argileuses peu perméables. Ces lentilles et chenaux forment des poches qui permettent à la végétation d'avoir une réserve plus ou moins importante suivant les lieux. Les poches fonctionnent comme les étangs : la pluie les remplit ; puis une fois saturées, elles laissent ruisseler l'excédent, elles « déversent ». Pendant la période chaude, la végétation prélève plus d'eau qu'il n'en arrive; elle évapotranspire 550 mm pendant les mois chauds dans notre région. Elles ne peuvent servir de nappes de soutien ni de réserve pour les cours d'eau.

- **Arrêtés sécheresse et interdictions de vidange**

Depuis 2013, un arrêté cadre de la Préfecture de Loir et Cher régit les situations de sécheresse constatées par le franchissement de seuils d'alerte, puis de crise, repérées aux stations de mesure réparties sur les cours d'eau. Le franchissement de ces seuils est assorti de l'interdiction de vidanger tout plan d'eau.

Le principe est approprié pour certaines régions où l'eau de l'étang est réputée être de mauvaise qualité. Le débit du cours d'eau récepteur de la vidange doit en effet être assez élevé pour pouvoir diluer l'eau de mauvaise qualité qui arrive. Si le cours d'eau est à l'étiage, la dilution ne se fait pas suffisamment.

Octobre 2018. Un arrêté sécheresse est publié en application de la règle générale. Il interdit toute vidange d'étang jusqu'à la fin de Novembre. Les vidanges ne peuvent commencer qu'au début de décembre et les pêches seulement le 15 Décembre alors que la saison de pêche va d'Octobre à Décembre!! Fin de la pisciculture ?

Une discussion fut alors entreprise avec les services de l'eau de la Préfecture, qui conduisit à organiser une étude sur l'impact des vidanges d'étangs aux frais de l'Etat.

L'étude a été menée en automne 2019 par le bureau d'études GEONAT. Pour cette étude, les étangs ont été vidangés seulement à 95 % de leur surface et pêchés au filet, bonde fermée. L'étude a permis de mettre en évidence le fait que les eaux issues de la vidange des étangs avec leurs systèmes traditionnels de vidange, ne posaient pas de problème pour le milieu récepteur, les paramètres retenus, notamment les teneurs des matières en suspension, étant bien en deçà des normes imposées.

Il est regrettable que l'on ne puisse avoir accès aux enregistrements des cinquante dernières années des différents paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau des cours d'eau. On aurait pu savoir ainsi si une dégradation de la qualité de leurs eaux apparaissait chaque année lors de la période de vidange des étangs.

Depuis l'automne 2021, l'arrêté cadre de la préfecture datant de 2013 a été modifié. En cas d'arrêté sécheresse, des dérogations sont possibles pour les professionnels, elles sont assorties de mesures de différents paramètres et d'un *modus operandi* précis. On ne peut que se féliciter de l'esprit constructif des services préfectoraux en la circonstance.

Evolution des pratiques piscicoles et effets pervers

Il y a trente ans les vidanges commençaient dès fin septembre, période souvent critique pour les cours d'eau. Tous les premiers étangs en aval de chaîne se vidaient successivement dans les cours d'eau. On savait donc que il y aurait de l'eau dans les rivières dès la fin de septembre. Ce soutien des débits était notable jusqu'en novembre, fin des pêches principales (à cause des risques de gelée).

Or l'apparition des cormorans il y a trente ans a fait que leur impact sur la production piscicole n'a cessé de s'amplifier d'année en année et que le nombre des pêches d'étangs et donc de leurs vidanges n'ont cessé de décroître. Le soutien au débit de rivière en automne a disparu.

Conclusion

Les étangs Solognots sont ils les ennemis des rivières ou bien aux contraire leurs alliés ? Les étangs, emblématiques de la Sologne, sont un enjeu majeur pour la préservation de la biodiversité au vu de toutes les études publiées. *Vouloir leur suppression relève vraiment de la provocation.*

Il paraît indispensable que tous les acteurs concernés par ces problématiques mettent en commun leurs connaissances et recherchent ensemble la réalité de toutes les interactions entre étangs, rivières, biodiversité, pratiques piscicoles, pratiques agricoles.

Gilles LEMAIRE

Directeur de Recherche honoraire à l'INRAE
Membre de l'Académie d'Agriculture de France

**L'ASSOCIATION ENTRE CULTURES ET ELEVAGES AU SEIN DES
TERRITOIRES RESTE LA BASE D'UNE AGRICULTURE A LA FOIS
PRODUCTIVE, DURABLE ET ADAPTABLE AUX CHANGEMENTS
CLIMATIQUES EN COURS**

Résumé

L'association entre Agriculture et Elevage a été à la base de la révolution agricole du XVIème siècle en Europe qui a permis un doublement de la productivité des surfaces cultivées. A partir des années 1950, la mécanisation et l'utilisation importante d'intrants (engrais et pesticides) a multiplié les rendements agricoles par 3 en moins de 50 ans. Cette intensification a été accompagnée d'une simplification des systèmes de production, de transformation et de distributions des denrées agricoles. Les exploitations agricoles se sont spécialisées en réduisant la diversité de leur activité : séparation entre production céréalière et production animale, simplification des rotations et assolements et tendance à la monoculture, agrandissement des exploitations et homogénéité des paysages agricoles. Cette spécialisation-homogénéisation de l'agriculture s'est réalisée à l'échelle des territoires : concentration excessive de production animale dans l'Ouest de la France, et spécialisation céréalière excessive dans les plaines du Bassin Parisien ou du Bassin Aquitain (Fig. 1).

Le résultat de cette hyper-spécialisation territoriale est que l'intensification séparée des productions animales d'un côté, et des productions céréalières de l'autre, entraîne des dégâts environnementaux non acceptables et fragilise ces systèmes de production vis-à-vis des changements climatiques en cours. Il est donc impératif, de retrouver un équilibre local entre production animale et production céréalière, en cherchant à associer territorialement des exploitations agricoles qui, pour des raisons socio-économiques peuvent rester relativement spécialisées.

Ainsi, ces exploitations, relativement voisines, coopérant entre elles, peuvent assurer localement le couplage des cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, des autres éléments minéraux et de l'eau. Ce couplage permet d'éviter la pollution des eaux et les émissions de gaz à effet de serre, et d'assurer une forme de résilience globale de l'agriculture face aux changements climatiques.

L'élevage des herbivores domestiques prend alors une importance toute particulière grâce aux surfaces de prairies et de cultures fourragères à base de légumineuses introduites dans les assolements céréaliers.

Cette diversification des rotations permet alors de diminuer la pression des adventices, maladies et insectes ravageurs des cultures et réduire ainsi l'usage des pesticides, et d'assurer le recyclage des éléments nutritifs du sol en diminuant le recours aux engrais.

Pour arriver à de nouvelles organisations de la production agricole au niveau des territoires, il est nécessaire de créer des synergies locales entre exploitations qui pourront elles-mêmes rester spécialisées. Il importe également que les filières d'amont et d'aval s'organisent entre elles de manière cohérente afin d'optimiser la valeur ajoutée liée à la diversification des productions au lieu de privilégier uniquement les économies d'échelle qui imposent la simplification-homogénéisation actuelle.

C'est dans un tel cadre que les territoires, tels que celui de la Sologne, doivent trouver leur identité et donc leur voie de développement agricole.

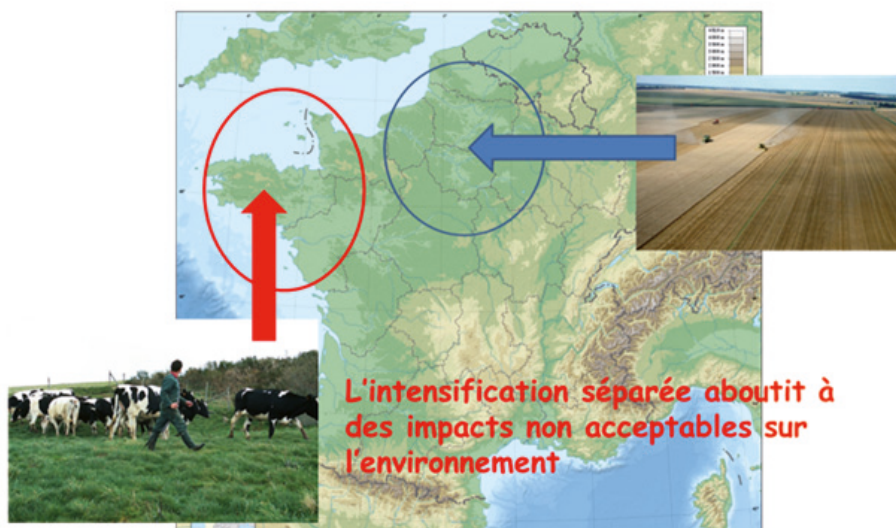


Fig. 1 : L'intensification de la production agricole aboutit à la concentration excessive de la production animale dans l'Ouest de la France, et la spécialisation céréalière excessive dans le Bassin Parisien et le Bassin Aquitain. Dans chacune de ces régions, l'intensification engendre des impacts environnementaux inacceptables.

Frédéric THOMAS

**FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE :
REPENSER L'ELEVAGE
EN S'APPUYANT SUR LA REGENERATION DES SOLS**

Frédéric Thomas nous a décrit l'agriculture de conservation des sols en 2019 (Annales CCAS 2019, p. 65) et n'y revient pas. Il ajoute ici divers compléments significatifs. Il montre les intérêts multiples de la culture sur couvert, notamment pour la gestion de l'eau. Généralement, ce n'est pas le manque d'eau qui est le problème; c'est l'utilisation inappropriée de l'eau qui tombe. Il indique que grâce aux performances de l'activité chlorophyllienne, l'entretien et le maintien d'une couverture végétale verte continue est un moyen fort pour réduire l'émission de gaz à effet de serre et pour abaisser la température des sols. En plus, Frédéric est un conteur hors-pair !

LA TERRE DE SOLOGNE EST INGRATE

« La terre était à peine bonne pour porter les sabots des agriculteurs et elle a toujours été une bien mauvaise nourrice et pour faire vivre ses fils, c'était pas terrible ». (H. Dedun, 1913 - 1998, instituteur de la Ferté Saint-Cyr, né à Dhuizon). On a oublié que la Sologne était autrefois une terre de gangrène, de paludisme, de maladies qui était dues entre autres à l'ergot du seigle. On essayait de faire de l'agriculture dans une sorte de marais, avec de l'argile imperméable en dessous et du sable en dessus. L'argile est bonne pour faire des briques et le sable est juste bon pour les lapins de garenne.

Nos anciens avaient trouvé des méthodes pour survivre. Une des méthodes, comme l'eau ne rentre pas dans le sol, c'était de pratiquer le labour en planches (**Fig. 1**), comme on fait aussi en Dombes. On organise le ruissellement de surface. On ne stocke pas l'eau en surface. On ne la stocke pas dans les sols non plus. Elle ruisselle et elle érode.



Fig. 1 : Labour en planches.
L'eau ruisselle et elle érode



Fig. 2 : Culture d'asperge.
Désastreuse pour les sols

On a même continué d’aller plus loin dans la consommation et la destruction des sols avec une culture emblématique de la Sologne qui est l’asperge (Fig. 2) : en termes de dévégétalisation, on ne peut pas faire mieux. L’asperge est mortelle pour le sol parce qu’on apporte très très peu de matière organique et qu’on est tout le temps en train de remuer le sol.

UN PROJET DE CONSERVATION DES SOLS EN SOLOGNE, DEPUIS 1996

Quand je me suis installé en 1996, je me suis inspiré de ce que j’ai vu dans différents pays. J’ai vécu trois ans aux Etats-Unis, en Australie; j’ai circulé un peu en Amérique du Sud et j’ai été un peu partout en Europe.



Fig. 3 : Automne 2004 - Un couvert dense et continu.

Depuis, mes filles ont bien grandi. L’une est ingénieur agro-oenologue et l’autre s’occupe d’éthique et d’économie dans le développement durable.

Donc, j’ai vu des agriculteurs dans des environnements complètement différents, et qui arrivent à survivre. Donc, je me suis dit qu’avec mon petit coin de terre chez moi, il fallait que je trouve des solutions.

Donc, nous avons commencé par implanter des couverts végétaux aussi continus que possible, et réaliser des semis directs par dessus les couverts (Fig. 3). Le système permet de faire des économies sur le temps, la mécanisation, le carburant. La matière organique est conservée. L’activité biologique dans les sols est préservée. J’ai commencé à mettre du compost de déchets verts, de déchets du recyclage de stations d’épuration, etc.

LA CAPACITÉ D’ÉCHANGES CATIONIQUES ACCRUE

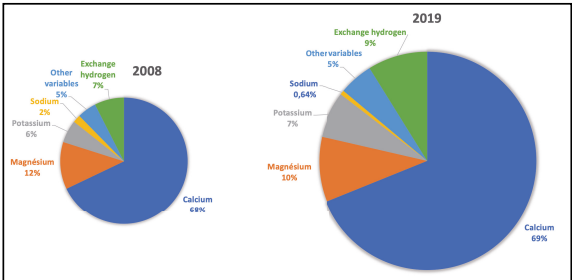


Fig. 4 : Capacité d’échanges cationiques augmentée en dix ans. Le diamètre du camembert qui a cru en dix ans montre l’augmentation de la CEC pendant la période. Les cations principaux sont surtout Ca, puis Mg (pour la chlorophylle) puis K.

La CEC ou capacité d'échanges cationiques est la qualité du réservoir minéral des sols. C'est un des facteurs limitant pour la bonne croissance des plantes (**Fig. 4**).



LE SOUFRE

Il y a une cinquantaine d'années, les pluies acides amenaient entre 50 et 60 kg de soufre /ha/an. Aujourd'hui, il n'y plus de pluies acides; l'apport naturel est limité à 2 kg

Fig. 5 : La fertilisation soufrée. Elle est nécessaire pour faire pousser légumineuses et crucifères. Voici deux parcelles de maïs chez moi, l'une avec apport de soufre et l'autre sans soufre.

CULTURE SUR COUVERT

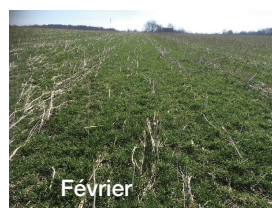


Fig. 6 et 7 : Semis directs d'orge sur couvert puis états en Novembre, puis en Février de l'année suivante. Travail du sol minimal.

LA GESTION DE L'EAU ET LA RÉSERVE D'EAU DU SOL.

Dans la majorité des cas, ce n'est pas le manque d'eau qui est le problème; c'est la mauvaise utilisation de l'eau qui tombe. J'ai appris à économiser beaucoup d'eau grâce à la présence de *mulch* (=paillis) qui est présent entre les rangs de maïs à la récolte

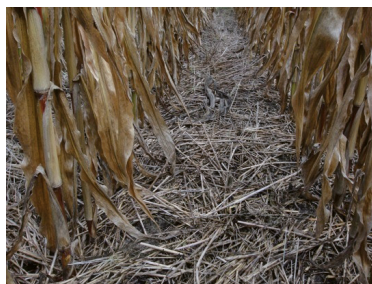


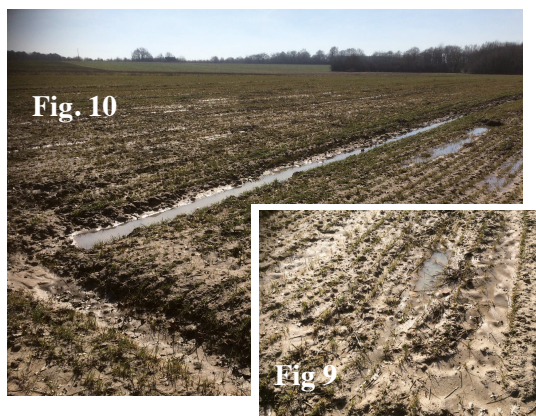
Fig. 8 : Présence de paillis entre les rangs de maïs à la récolte. Il limite l'évaporation.

(Fig. 8) et qui limite fortement l'évaporation. On le fait bien dans les jardinières ou dans les plates-bandes des jardins et on peut le faire tout aussi bien dans des champs entiers.

Simulations de ruissellement.

Il faut savoir qu'un sol sec et chaud est hydrophobe, c'est-à-dire qu'il repousse l'eau. Mes cultures à moi sont au loin en vert en haut de la **fig. 10**. On verrait qu'il n'y pas d'eau qui reste en surface.

La bonne manière de gérer l'eau de pluie est de pousser la modification de la structure du sol grâce à l'activité biologique, comprenant surtout celle des vers de terre et celle des racines des plantes.



La parcelle de la **fig. 9** appartient à un voisin; il n'y pas de couvert végétal. La parcelle de la **fig. 10** est celle d'un autre voisin qui commence à pratiquer la même agriculture que moi., On simule un orage. Il n'y a pas de pente. L'eau chez le voisin ruisselle et ne pénètre pas.



Fig. 11 : Section d'un sol géré selon ma méthode avec un test au bleu de méthylène : l'eau pénètre dans le sol grâce aux canalisations naturelles, tracées grâce au colorant.

Fig. 12 : Un terrier de ver de terre à 1 m sous la surface.

On est là quasiment à 100 mm par minute de capacité d'infiltration du débit de drainage. L'eau est ensuite disponible pour la croissance des végétaux. Voici illustré le rôle majeur de l'activité biologique dans l'amélioration des sols.

CONSEQUENCE DU DÉVELOPPEMENT DU COUVERT VÉGÉTAL : VALORISATION DE LA BIOMASSE GRÂCE AUX MOUTONS

Les couverts végétaux : ça a vraiment été notre changement. Comme on s'est mis à produire de la biomasse estivale et automnale et il fallait impérativement la valoriser.

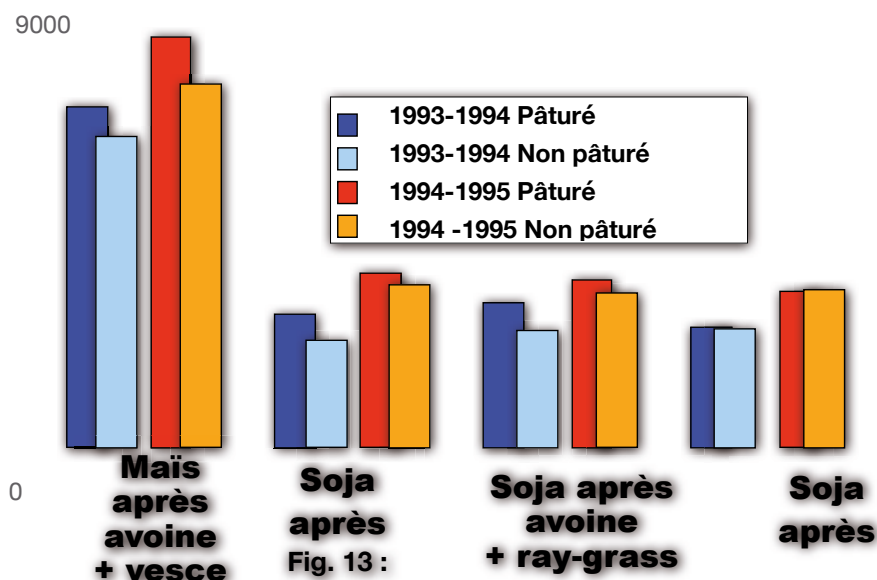


Fig. 13 : Rendements de 0 à 9 000 kg par ha en soja et maïs après pâture ou non des couverts précédents (FUNDACER, Cruz Alta, RS, Brésil).

C'est là ma culture australienne et néo-zélandaise. On a mis des moutons. Or on avait une race locale, la Solognote ! Rendez vous compte que mon collègue a été chercher les premières Solognotes de ma ferme à Guérande et dans le Massif Central. On les a donc lâchés dans les couverts.

J'ai aussi un **deuxième élevage : les vers de terre** : c'est l'activité biologique de mon sol que les animaux viennent nourrir. C'est le système **Broute/Crottes** ou **Broute/Poule** ou **Broute/Bousage**. Ca dépend des animaux. Des informations brésiliennes montrent que quand on pâture les couverts, on améliorait le rendement derrière directement (**Fig. 13**).

Le découplage qui permet de récupérer de la fertilité et en fait si on veut que ça fonctionne bien, il y a une contrainte : il faut déplacer constamment les animaux car ce sont les animaux qui sont des répartiteurs de fertilité.

J'ai un collègue du Montana qui me dit que quand je sors mes vaches de leur parcelle, il faut qu'en faisant cinq pas, j'ai marché trois fois dans une bouse. C'est ainsi que ça se mesure de manière pratique. Donc il faut faire circuler constamment les animaux.

Il y a aussi un autre avantage dans nos couverts multi-espèces, si on donne ainsi un « *salad-bar* », un choix alimentaire à chacun des animaux (Annales CCAS 2019, p.70). Un troupeau est un assemblage d'animaux différents. Imaginez la brebis qui a envie de manger trois feuilles de moutarde. Et une autre qui se dit qu'elle va se faire un radis puis un tournesol aujourd'hui. Ils peuvent exprimer ainsi leurs individualités.

VOICI LA VIE D'UNE PARCELLE PENDANT DEUX ANS



Fig. 14 : Je sème du blé sur des repousses de Colza.



Fig. 15 : On a passé du glyphosate et le colza meurt.



Fig. 16 et 17 : le blé pousse puis s'approche de la maturité.



Fig. 18 et 19 : Sitôt la récolte faite, on sème un mélange de quinze espèces pour refaire un couvert



Fig. 20A : Etat courant Août.

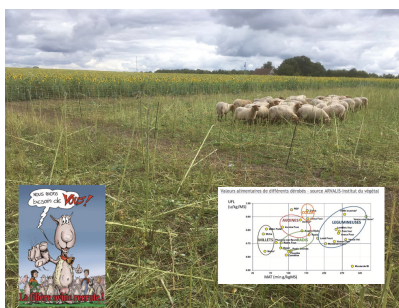


Fig. 20B : Etat courant Septembre.

L'alimentation est en place pour des brebis, ceci sur un terrain où il n'y en a encore jamais eu (**Fig. 20**). Donc risques sanitaires minimum. Pendant l'hiver, le couvert évolue et les moutons continuent à le consommer. Ils peuvent le faire parce qu'on a une bonne perméabilité due à l'activité biologique, et qu'il n'y a pas d'eau stagnante sur le sol, grâce aux moutons et vers de terre associés dans le système.

Si la période est un peu pluvieuse, il faut aussi déplacer les moutons quasiment tous les jours ou tous les deux jours. Il n'y a eu que peu de travail et en fait la présence de moutons fournit un petit dédommagement. ***Après cette phase, on va semer du maïs.***

Avant l'application de mes méthodes, j'avais quasiment dix jours de réserves hydriques pour faire vivre mon maïs; maintenant j'ai quasiment six semaines. L'irrigation est devenue de moins en moins nécessaire. Une question de bonne gestion de l'eau de pluie.

LA PRAIRIE

Je voudrais aussi parler de la prairie et je reviens en arrière dans le temps. J'ai pris cette photo (**Fig. 21**) en 2019. Vous avez maintenant ma parcelle de maïs en face et à côté la prairie que je n'ai jamais vu travailler. Une vieille prairie permanente qui a plus de 50 ans, avec des moutons dedans aujourd'hui. On est au début de l'été et voyez que tout est sec.



Fig. 21 : Une vieille prairie permanente en fin d'été de 2019, toute sèche, avec des moutons dedans.



Fig. 22 : On a cassé la prairie pour semer du couvert végétal

La prairie est un bon moyen qu'avaient trouvé nos aïeux pour faire de la production végétale et ici, je ne partage pas ce point de vue. Dans des terrains pauvres et séchant, la productivité des prairies est très faible et c'est un énorme risque que de rester sur de la prairie et sur la totalité de sa surface. Tous ceux qui font des animaux sont dans la déroute quand ils sont coincés sur de la prairie. On le voit bien le fait sur tout le Massif Central.

Les animaux doivent être intégrés dans les systèmes agricoles.

Il faut intégrer aussi des céréales. On a même réussi des sorghos qui faisaient 3,50 m de haut (Fig. 24). Voilà la taille de la biomasse qu'on est capable de produire en



Fig. 23 : au mois d'Août :
voici le couvert végétal venu, dans
lequel on a lâché les moutons.
Ailleurs, les prairies sont grillées.



Fig. 24 : Production de sorgho de
3,50 m de haut
après un enchaînement de plantes
fourragères.

Sologne aujourd'hui. Comparée à la productivité d'une prairie, je peux vous garantir que faire seulement de la prairie, c'est un gros risque. Si vous augmentez la biomasse, vous faites des éleveurs heureux, vous faites des animaux heureux et vous gérez très bien l'eau.

Fig. 25 : Des Angus au milieu des
tournesols en Sologne (Oct 2021)

Voici une photo prise au mois d'octobre 2021. C'est fantastique ! Des Angus au milieu des tournesols. Qui aurait rêvé de ça ? Et en fait on peut la même chose avec des moutons blancs et avec des vaches noires. On peut utiliser toutes les couleurs de bétail.

Une difficulté est d'arriver à faire des allées dans cette grande biomasse pour pouvoir organiser un pâturage dynamique.

Après pâturage, on se retrouve en Septembre au moment du semis et voilà le triticales qui suivra. C'est là où on a ***pâturé que le triticales pousse le mieux.*** C'est clair : on a dissocié le carbone de l'azote. Tout ceci donne des résultats encourageants avec beaucoup de production de biomasse.



LE SANGLIER.

Favoriser la diversité, c'est bien. C'est à la mode. Mais il y a le sanglier. Voici une crotte de sanglier. Elle comporte des restes de carabes et de vers de terre (Fig. 26). Or

les carabes mangent les limaces et il est fâcheux que les sangliers mangent mon maïs, et mangent aussi les carabes qui mangent les limaces. Donc on clôture anti - sanglier et on chasse.



Fig. 26 : Fèces de Sanglier :

Elles contiennent des restes de carabes et des restes de lombric non digérés.



Fig. 27 : Les sangliers : on clôture et on chasse !

Il faut cependant laisser des zones qui permettent de les nourrir parce qu'il faut et qu'il va toujours falloir qu'ils trouvent de l'alimentation.

Nous avons une superbe allée (**Fig. 28**) mitoyenne avec un voisin propriétaire. Les gens qui me parlent d'aménagement ont toujours dit qu'il fallait que je sème des bandes de 3 m à 4 mètres autour de l'allée pour la biodiversité. Effectivement, moi en tant qu'agriculteur, va pour la biodiversité !

Et puis, en repensant élevage, je me suis dit qu'il fallait que je produise de l'alimentation pour les moutons dans cette bande là. Donc au lieu de semer 3 m ou 4 m de large, j'ai semé sur 12 m, soit la moitié de la largeur de mon pulvérisateur, ce qui me permet d'avoir des bandes avec de l'alimentation en été.

Voyez ici des moutons qui s'alimentent en plein mois de juillet dans ces bandes là (**Fig. 29**). Voyez comment les moutons vont nous les nettoyer. Ça nous fera aussi des zones de tir. On a fauché dans l'allée pour que les animaux aillent se plonger à l'intérieur du couvert et on nourrit un peu mieux aussi les chevreuils, lesquels ne sont pas trop entrés dans mon champ d'orge.

LES ABEILLES

J'ai un troisième arrérage sur la ferme : ce sont les abeilles. Des vers de terre, des moutons, des abeilles. Ceci m'a permis de recevoir aussi des nouveaux apiculteurs, producteurs de gelée royale et en fait j'ai étendu mes bandes en allant chercher plus de diversité. En ayant ce qu'on appelle des corridors aujourd'hui pour voir comment



Fig. 28 : Une superbe allée
entre deux propriétés



Fig. 29 : L'allée plantée en couvert
avec des moutons qui mangent,

accueillir toute cette diversité sur ma ferme parce que je pense qu'elle me profite et que ça va m'aider en matière de petit gibier.

LA SÉQUESTRATION DU CARBONE

En 2022, j'ai été « audité » en termes de séquestration de carbone et dans cette audition, j'ai été flashé à moins 176 tonnes de CO₂ émises sur mon exploitation. Alors ça vous dit peut-être pas grand-chose - 176 tonnes - mais si vous divisez ça par 0,150 c'est les 150 g qu'émet ma voiture par kilomètre parcouru, ça représente l'équivalent d'un million deux cent mille kilomètres. C'est à dire que je peux jouer, moi petit agriculteur solognot, les Yann Arthus Bertrand. Je peux faire quarante fois le tour de la terre avec ma voiture, ce que ma ferme compense allègrement. Ça vous donne une idée de la force de l'agriculture en termes de séquestration du carbone. Ici, 176 tonnes de CO₂.

DIFFÉRENCES DE TEMPÉRATURE ENTRE SOL NU ET SOL COUVERT DE VÉGÉTATION.

Fig. 30 : Mesures de température du sol en Septembre.- Dans la zone où le sol était nu en plein mois de septembre on avait 47 degrés. La terre est à 47 degrés à la surface. Sous couvert en aval : 29°C. Donc 20 degrés d'écart entre végétation et pas de végétation. Température de l'air : 31 °C. Un des premiers moyens de refroidir la planète, serait de maintenir une couverture de végétation verte en été. Alors que la majorité des systèmes céréaliers accentuent le réchauffement de la planète.

Couverts végétaux : le sol met son chapeau pour avoir moins chaud

Prise de vue par drone

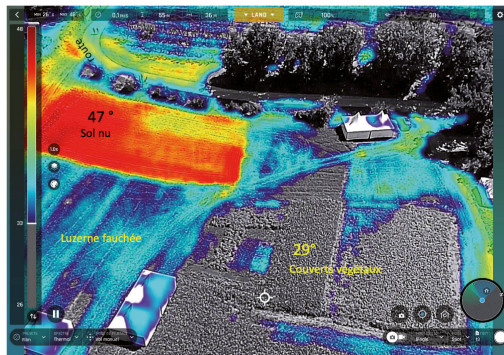
Équipé d'une caméra infrarouge
Le 06/09/2021
Vers 13h30

Température de l'air 31°C

La température sous les couverts végétaux est inférieure de 18°C à celle enregistrée sur sol nu !

Légende des couleurs :

Gris : 26 à 33 °C
Bleu-Violet : 33 à 38 °C
Vert-Jaune : 38 à 43 °C
Rouge-Orange : 43 à 48 °C



L'ÉVOLUTION DES TENEURS EN CARBONE DE L'ATMOSPHÈRE

Les teneurs en carbone dans l'atmosphère varient fortement au cours de l'année. Ces variations résultent largement de l'activité des plantes vertes et à la photosynthèse. La plupart des terres émergées sont localisées dans l'hémisphère Nord. La photosynthèse fait chuter pendant notre été la teneur en carbone dans notre atmosphère.

Si on veut améliorer le mécanisme, il faut faire plus de photosynthèse, parce que la premier constituant de tous les végétaux est le carbone, à plus de 40%. Le deuxième est l'oxygène, le troisième est l'hydrogène.

C'est le gaz carbonique (CO₂) et l'eau (H₂O) qui font le glucose (C₆ H₁₂ O₆), qui est la base de tous les sucres, puis de tous les constituants organiques qui suivent pour constituer, avec l'azote et les oligo-éléments, la matière organique vivante.

Intensifier la photosynthèse est le seul moyen de refroidir la planète immédiatement, c'est en séquestrant du carbone. Donc c'est pour ça que, et on a des exemples aujourd'hui sur la planète, on a réussi sur des grands secteurs à faire refroidir la terre et à faire pleuvoir plus !

TELLE SERA MA CONCLUSION :

IL FAUT TOUT FAIRE POUR INTENSIFIER LA PHOTOSYNTÈSE.

Est ce que c'est bien l'agriculture qui est la source de tous les maux?

Ne serait-elle pas plutôt à la source pour des solutions de bien des problèmes actuels ?

17° RENCONTRES INTERSOLOGNOTES

Catherine BRENON

Responsable Unité Eau-Environnement à la Chambre d'Agriculture de l'Allier
Directrice de l'Association Symbiose Allier

LA SENSIBILISATION DES ACTEURS RURAUX AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ASSOCIATION SYMBIOSE ALLIER (*)

L'association Symbiose Allier a été fondée en 2015 à l'initiative de la plupart des organisations du monde rural du Département. Son objectif est de définir puis de proposer une variété de pratiques culturelles adaptées à ce qui peut être attendu du changement climatique en cours. Son projet, dit AP3C, vise à établir grâce à l'expertise d'un météorologue professionnel, des prévisions extrapolées vers les 30 ans à venir à partir des millions d'observations météorologiques fournies depuis plus de vingt ans par la centaine de stations météo réparties sur le Massif Central. L'originalité de la démarche est de produire une analyse fine du changement climatique, localisée au plus proche des observations faites elles mêmes au plus près

PRÉSENTATION

Un des objectifs principaux de l'**Association Symbiose Allier** est de proposer une approche positive de l'Ecologie. Créée à l'initiative des principales organisations représentatives du monde rural du département, Symbiose Allier a été créée en 2015 pour intervenir dans le domaine environnemental, porteuse d'une vision positive de l'agriculture, de la forêt et des diverses activités rurales comme la chasse, l'apiculture, et autres. Son objectif est de développer et de valoriser des initiatives qui concilient une agriculture durable et de qualité avec la préservation de l'environnement.

Symbiose est agréée comme Association de Protection de l'Environnement depuis décembre 2020. Bien plus qu'un symbole de reconnaissance de son travail, elle revendique une certaine originalité : celle de placer les acteurs du monde rural au centre de la réflexion écologique. Symbiose n'est pas la première initiative de ce type en France. D'autres « Symbiose » existent déjà tout comme d'autres associations similaires qui poursuivent les mêmes objectifs. Cela conforte notre conviction que son approche répond bien à la volonté des professionnels, des usagers et des acteurs du territoire de s'organiser pour améliorer et apporter des solutions aux problèmes et aux défis environnementaux.

En donnant la parole aux professionnels, aux acteurs de terrain, aux usagers de la nature et des paysages, Symbiose Allier affiche la volonté de tout un chacun à prendre ses responsabilités et contribuer à améliorer ses pratiques et met en évidence les contributions positives des activités rurales en faveur de l'environnement.

LE PROJET AP3C ():**
COMMENT ADAPTER NOS EXPLOITATIONS ET NOS TERRITOIRES
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?
UN CHALLENGE POUR L'ALLIER

Notre objectif est de sensibiliser les acteurs du monde agricole aux impacts du changement climatique et d'adapter les outils de conseil, ceci avec une triple approche : climatique, agronomique et systémique.

La finalité du projet AP3C :

Né en 2015, la finalité du projet AP3C est de faire évoluer les systèmes d'exploitation agricole afin qu'ils soient plus résilients face au changement climatique. Nous, agriculteurs, techniciens, partenaires de l'amont, de l'aval..., pouvons et devons consacrer toute notre énergie à réfléchir collectivement pour imaginer et expérimenter des pistes et techniques en faveur de cette évolution, la difficulté étant que les mêmes pistes conduisent à des résultats différents suivant les territoires, comme on le verra.

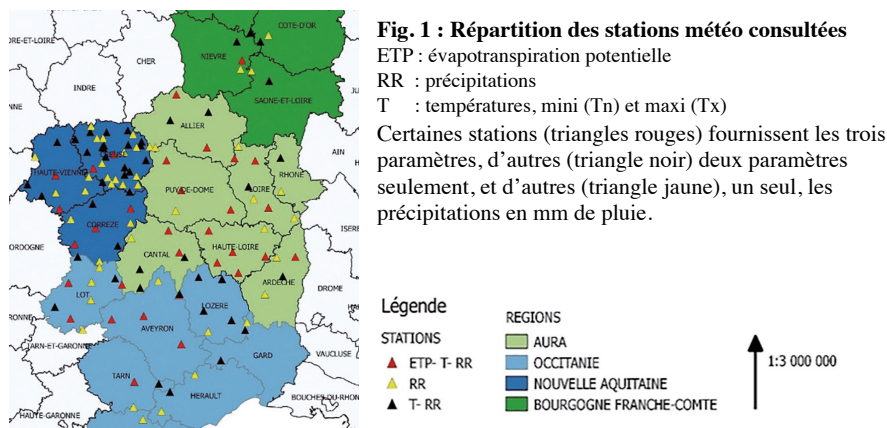
AP3C est un projet singulier, qui crée ses propres projections climatiques.

Avant de proposer des outils de conseil, il convenait de caractériser les scénarios d'évolution climatique vraisemblables pour les systèmes d'exploitation agricole du Massif Central. Or, les terroirs étant bien différents les uns des autres et d'un point à l'autre, il faut une analyse fine et localisée de l'évolution climatique d'un point à l'autre.

Notre chance est de pouvoir bénéficier des données d'une centaine de stations météo réparties sur l'ensemble du Massif Central.

Nous pouvons simultanément nous appuyer sur l'expertise de Vincent Cailliez, (climatologue professionnel à la Chambre d'Agriculture de la Creuse) pour traiter les très nombreuses données collectées dans ces stations : ***c'est la particularité de ce projet.***

Ainsi, avons-nous commencé par exploiter les quelque 3 millions d'observations météo quotidiennes de la période 1980 - 2015, que nous avons extrapolées vers la période la période 2020 - 2050, à venir.



Nous avons supposé le rythme d'évolution le plus simple, à savoir linéaire et monotone. En les extrapolant les données vers ce futur, nous avons créé ainsi nos propres projections pour les presque trente ans qui viennent.

Nous pouvons donc espérer, donc proposer - si ce n'est obtenir - une analyse fine, et *surtout localisée*, du changement climatique, au plus proche des observations faites elles mêmes au plus près du terrain.

1 / Prévisions pour la période 2020-2050

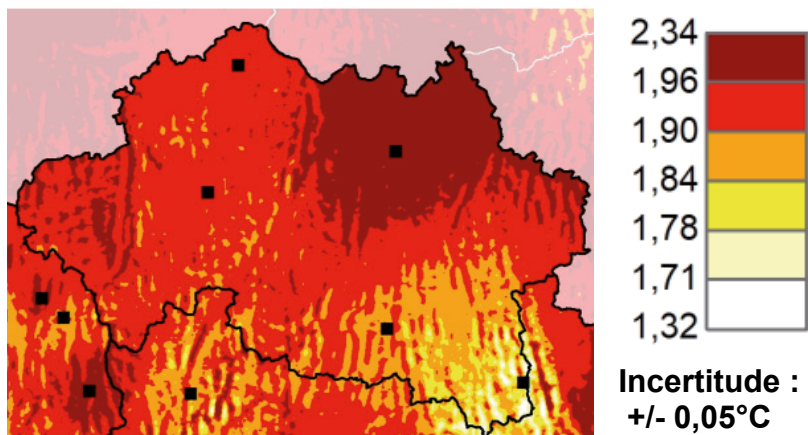
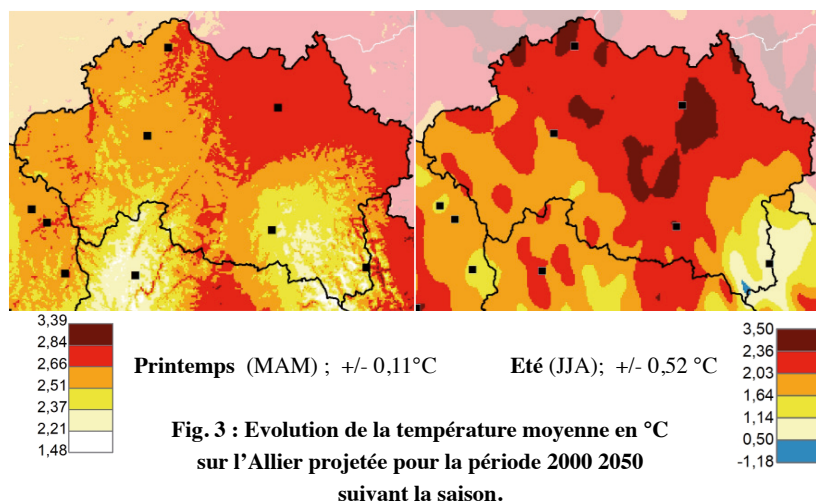


Fig. 2 Evolution de la température moyenne annuelle en Allier

- Hausse de la température comprise entre 0,35 et 0,40°C/10 ans en moyenne annuelle, plus marquée au printemps, jusqu'à 0,55°C/10 ans.

- Forte augmentation du nombre de jours assez chauds ($>25^{\circ}\text{C}$) durant la période printemps - été avec une « précocification » d'un mois en 35 ans.
- Augmentation de la variabilité des températures avec un maintien des risques de gels tardifs au printemps et gels précoces en automne.



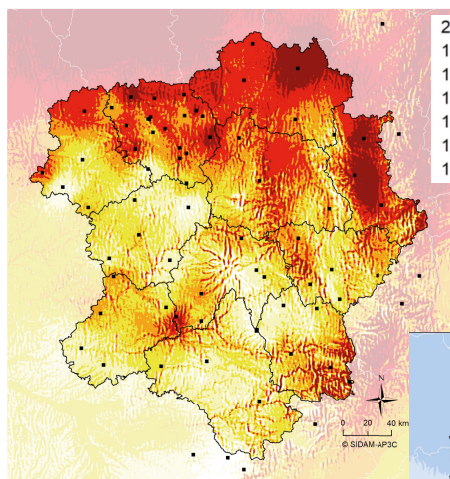
Prévisions pour l'évolution des caractéristiques climatiques sur le Massif Central pour la période 2000 - 2050

Commentaires:

Fig. 4 : En Sologne bourbonnaise et sur le département de la Loire (Limagne), il y aura une aire « chaude ». Voir la couleur marron au NE de la figure.

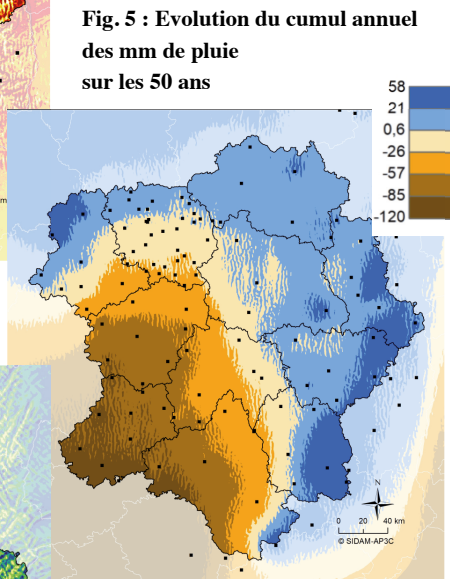
Fig. 5 : Remarquer le gradient de précipitations en forme de croissant ouvert vers l'Aquitaine et le SW, qui ressemble en moins net à celui des températures. Il est ainsi prévu que les départements du Lot et du Tarn seront moins arrosés que ceux des reliefs de la bordure Est du Massif Central (Lozère, Haute Loire, Sud du département de la Loire). Il est surprenant que la façade regardant l'Atlantique devienne sèche. Pourquoi ?

Fig. 6 : Le bilan hydrique se dégradera par rapport à l'actuel, de l'ordre de 100 mm sur 50 ans sur le NW du Massif Central (notamment pendant le printemps et l'été) plus sur les parties E et SE. La dégradation est une conséquence de l'élévation des températures. Sur la figure, un creux dans l'évapotranspiration future est centré sur la Chaîne des Puys : plus d'orages qu'ailleurs, probablement.



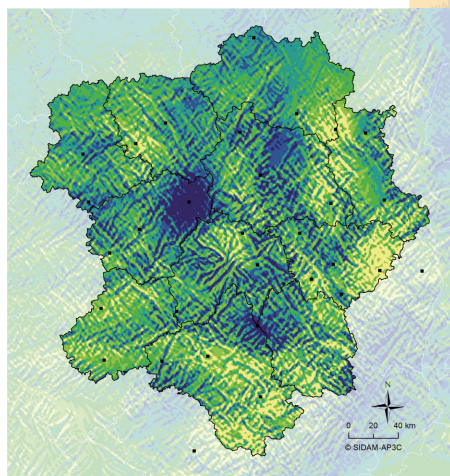
Incertitude : $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$

Fig. 4 : Evolution température moyenne annuelle pour le Massif Central et pour la période 2000 2050.



Incertitude : ± 21 mm

Fig. 5 : Evolution du cumul annuel des mm de pluie sur les 50 ans



Incertitude : $\pm 0,13$ mm

Fig. 6 : Evolution du cumul annuel de l'évapotranspiration potentielle pour le Massif Central et pour la période 2000 2050.

D'autres réflexions suggèrent l'augmentation de la fréquence des phénomènes rares tels que: inondations, sécheresses longues, canicules, gelées tardives.

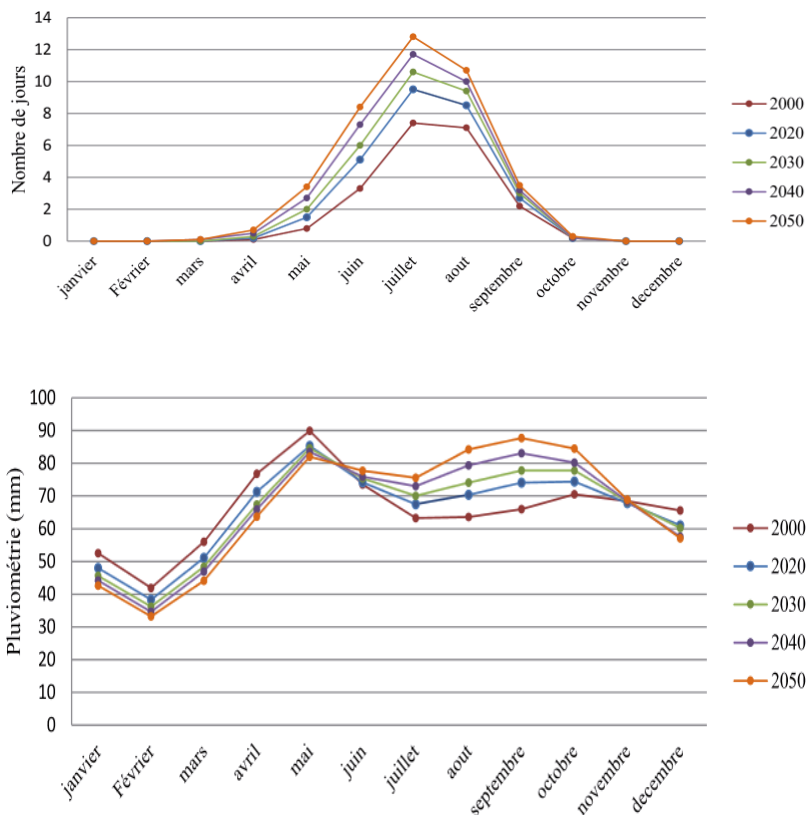


Fig. 7 : Evolution du nombre de jours très chauds, avec Tmax supérieur ou égal 30°C à prévoir entre 2 000 et 2050. Ce nombre doublera probablement en 50 ans.

Fig. 8 : Evolution du cumul mensuel de la pluviométrie en mm de 2 000 à 2050.

La pluviométrie type est de 780 mm en 2 000 et de 800 mm en 2050. Elle restera donc relativement constante. Les diagrammes concernent tous deux le département de l'Allier.

12/ Quelles adaptations possibles des pratiques culturales en réponse au changement climatique ?

Il faudra que l'agriculture sache répondre non seulement à l'évolution de la tendance d'ensemble mais aussi à l'évolution de la variabilité interannuelle.

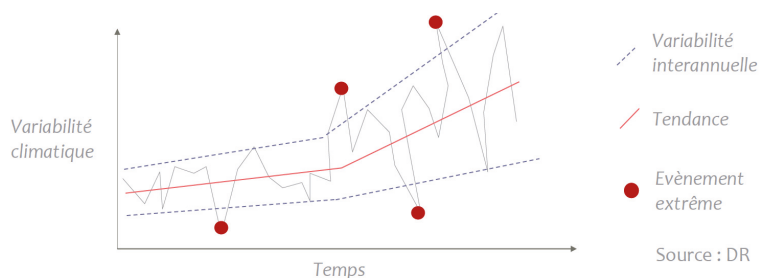


Fig. 9 : Tendance climatique d'ensemble du climat, sa variabilité au cours de l'année (dite interannuelle) et les pics climatiques extrêmes.

Ce diagramme sans dimension illustre l'emboîtement des phénomènes dans la conception de nos météorologues. Ils montrent que la variabilité interannuelle sera de plus en plus grande et que les événements extrêmes seront de plus en plus éloignés de la tendance moyenne avec le temps qui passe.

Les adaptations au changement climatique ne devront donc pas se limiter aux adaptations proposées pour faire face à une évolution de tendance d'ensemble. Mais elles devront également être couplées à l'augmentation de l'amplitude de la variabilité interannuelle, où les phénomènes rares seront d'une part plus fréquents, mais également plus extrêmes, probablement.

Mesure des impacts agro-climatiques

Trente indicateurs agro-climatiques ont été projetés ici jusqu'à l'horizon 2050 pour chaque département, à partir des projections climatiques produites dans notre projet AP3C. Les deux Indicateurs agro-climatiques ou IAC « généralistes » sont les dates des dernières gelées de printemps et des premières gelées d'automne.



Impacts climatiques et leviers possibles pour adapter les pratiques culturales : deux exemples

L'HERBE.

Impacts de l'évolution climatique : Redémarrage de la végétation plus précoce qu'avant, mise à l'herbe plus précoce avec des conditions plus favorables, allongement de la période de faible pousse et de la durée d'affouragement, premières gelées d'automne plus tardives donc possibilités de pâturage d'automne accrues, récolte des ensilages 8 à 10 jours plus précoce dans de bonnes conditions (fenêtres météo toujours présentes et disponibles !) et bonnes conditions de pousse, récolte des foins plus précoce dans de bonnes conditions mais pousse pénalisée par le stress hydrique (manque d'eau).

Leviers possibles pour l'adaptation : favoriser le pâturage tournant, valoriser au maximum l'herbe de printemps, favoriser les coupes précoces, saisir toutes les opportunités de récoltes, valoriser au maximum la diversité des prairies permanentes et/ou temporaires, repenser le rôle et la place des stocks (sécurisation hivernale et estivale, sécurisation pluriannuelle, stockage supplémentaire), adapter les espèces et variétés (recherche d'espèces et variétés plus résistantes à la sécheresse), diversifier les espèces, les variétés, les types de ressources pour sécuriser son système face aux aléas, semer les prairies sous couvert.

LES CÉRÉALES

Impact de l'évolution climatique : récolte plus précoce de 20 à 25 jours ou gain d'indice de précocité, risque de gel de fin de cycle, risque d'échaudage en hausse, risque de déficit hydrique au moment du remplissage du grain.

Les leviers possibles pour l'adaptation : adapter ses choix variétaux (précocité, potentiel), adapter ses modes de conduite (évolution dates de semis, couverture des sols,...), utilisation de cultures à « double fin » (grain ou fourrage), diversifier les espèces et les variétés au sein d'une même exploitation ou parcelle, utilisation de méteils, nouvelles espèces.

3 / Exemples d'autres actions conduites par Symbiose Allier

Symbiose accompagne les agriculteurs à travers les trois projets ci-dessous pour répondre à la problématique du changement climatique.

° **En 2021, le plan de relance « Plantons des Haies ».**



Ce programme a pour objectif d'aider les agriculteurs qui souhaitent favoriser la biodiversité autour et à l'intérieur de leurs



cultures en reconstituant les haies bocagères qui entourent leurs parcelles et en plantant des alignements d'arbres (agroforesterie intraparcellaire).

° Depuis 2021, Symbiose Allier porte aussi le projet *Agrifaune* :

Ce projet est mené en partenariat avec la Fédération des Chasseurs de l'Allier et financé par l'Office Français de la Biodiversité pour une durée de 3 ans. Il vise à sensibiliser le monde agricole à l'intérêt de conserver et de réhabiliter les bordures de champs, à identifier et mettre en place des itinéraires techniques favorables à la biodiversité et à promouvoir les intérêts des bords de champs. `

C'est un projet expérimental conduit sur 8 parcelles dans le département de l'Allier avec des bordures témoins et des bordures ensemencées d'un mélange favorable à la biodiversité et luttant contre la pression des adventices.

L'objectif est de trouver un mélange de semences qui s'adapte le mieux aux aléas climatiques en favorisant la lutte contre les ravageurs.



Fig. 11 : Exemple de bordure de champensemencée et cultivée.

° Depuis 2020, Symbiose Allier organise le concours des pratiques agro-écologiques, prairies et parcours. Ce concours est organisé dans le cadre du concours général agricole de Paris. Il permet de distinguer et promouvoir les pratiques favorisant les équilibres agro-écologiques des prairies et leurs contributions à l'accroissement de la qualité alimentaire des fourrages. Il permet de récompenser les éleveurs (par exemple Mme Bailly, lauréate en 2021) qui mettent en œuvre des pratiques agronomiques les plus résilientes possibles face au changement climatique. Il permet également de sensibiliser l'ensemble des acteurs du monde rural et des territoires à la préservation et à l'amélioration de la biodiversité des herbages naturels.

Enfin, il permet de valoriser les prairies permanentes et leur bonne gestion, source de qualité des produits agricoles et de la biodiversité.

(*) Symbiose Allier a été créée en 2015 à l'initiative des onze membres fondateurs suivants, appartenant tous au monde rural. Ce sont, par ordre alphabétique : **Chambre de l'Agriculture de l'Allier (Agriculture & Territoires), Coordination Rurale 03, Fédération des Chasseurs de l'Allier, FNSEA03, FRANSYLVA (Forestiers privés de l'Allier), Jeunes Agriculteurs 03, Négoces Centre-Est, Syndicat des Agriculteurs irrigants du Val d'Allier, Syndicat de la Propriété privée rurale, Union Bourbonnaise des Exploitants et Propriétaires d'Etangs, Union des Coopératives Agricoles de l'Allier (UCAL).**

(**) référence : La plaquette « *Projet AP3C - Le Changement Climatique dans l'Allier* » réalisée par la Chambre d'Agriculture de l'Allier et le Service interdépartemental pour l'Animation du Massif Central (SIDAM) , 2020.

17° RENCONTRES INTERSOLOGNOTES

Louis de REDON

Maître de conférences HDR* en droit de l'environnement

Ingénieur agronome et docteur en biologie

Les orateurs de cette Rencontre Intersolognote ont été quelque peu incisifs à l'égard du Droit. Les questions qui se posent aujourd'hui sur la transition écologique, la lutte contre le changement climatique, la transition agronomique, s'inscrivent au coeur de notre civilisation et nous interrogent sur ce qui concerne de telles questions au chapitre du Droit. Les principes qui nous paraissent nécessaires pour mener à bien une politique d'écologie de transition sont : décentralisation, indépendance et bienveillance.

LE DROIT ET L'EVOLUTION CLIMATIQUE

Le droit : ça sert à quoi ?

Le « droit » c'est pour faire quoi ? Aujourd'hui, il est vrai que cette discipline est remise en question, autant que les types d'agriculture... Tous deux responsables de bien des maux ; à tort ou à raison. Qu'est ce que le droit ? Et qu'est ce que l'on veut en faire ?

La nature n'a pas besoin de droit. La nature se suffit à elle-même. Elle existait longtemps avant nous et elle existera après nous. La nature connaît des lois ; certes. Mais ce sont celles de la chimie, de la biologie, de la physique et des mathématiques. Elle ignore la loi des hommes.

Le droit est là pour régler les relations des humains entre eux qui sont essentiellement des animaux prédateurs. Cela emporte quelques désagréments pour la nature, elle-même, et parfois aussi entre les humains, eux-mêmes. Le droit est là pour établir les relations apaisées et raisonnées. Créer un espace de sécurité commun.

L'Homme, depuis qu'il est s'organisé en société, cherche à se protéger et donc organiser sa vie sociale dans un respect mutuel. On fixe les règles des comportements : ceux que l'on accepte et ceux que l'on n'accepte pas. Le droit différencie ce que l'on veut de ce que l'on ne veut pas. Par exemple : veut-on d'une agriculture intensive ou non, d'une agriculture diversifiée ou non ?

Il y a aussi les relations avec les choses. Et parmi ces choses, il y a la nature. Il faut donc dire ce qu'on peut faire de la nature et ce qu'on ne peut pas en faire. Cela conduit à poser des obligations et des droits, mais aussi des devoirs qui viennent automatiquement en opposition des droits.

Les crises, telles la crise écologique, la crise économique ou encore la crise climatique, provoquent des dangers qui pèsent sur l'espace de sécurité que l'Homme s'est constitué. S'il y a des perturbations externes, on déséquilibre le système. En déséquilibrant le système, on crée de l'insécurité.

On a évoqué par exemple la période du petit âge glaciaire du début du 18^e siècle. Cette évolution naturelle du climat n'a rien à voir avec le changement que nous sommes en train de connaître. Une amplitude de 0,2 °C sur le globe est énorme. D'où l'optimum climatique du Moyen-Age de +0,2 °C (en moyenne) et le petit âge glaciaire de -0,2 °C (en moyenne) ; soit une amplitude totale 0,4 °C entre le plus chaud et plus froid.

Ce petit 0,2 degré de l'optimum climatique du Moyen Age a permis l'installation des colonies viking qui ont cultivé le sud du Groenland entre le 10^e et le 14^e siècle. Ce petit 0,2 degré de moins du petit âge glaciaire, ce fut en France une famine et cinq cent mille à un million de morts. Donc en termes de développement humain ou d'insécurité alimentaire, on voit ce que peut produire un changement de température de 0,2°C seulement.

Or, maintenant, nous allons connaître un réchauffement d'une amplitude de 2°C à 4°C liée aux émissions de CO₂ de l'aire industrielle **. Il ne s'agit pas du tout du même ordre de grandeur. On n'ose donc imaginer ce que cela va entraîner comme déstabilisation des sociétés humaines ! Secteur des énergies, migrations, niveau des mers, famines, etc. Les sujets ne manquent malheureusement pas.

Les trois attitudes politiques actuelles face au changement climatique.

Il faut donc répéter que le droit est là pour dire ce que l'on peut faire ou ne pas faire pour maintenir un espace de sécurité autour de l'Homme. Or le droit se construit dans le débat politique puisque nous avons la chance de vivre en démocratie. Dans les débats relatifs aux crises écologiques en cours (climat et biodiversité essentiellement), trois types d'acteurs politiques, avec trois états approches différentes, se font entendre.

Le déni : le problème à venir n'existe pas. Rien ne va donc changer. Mais le réveil sera brutal... On peut essayer de limiter le changement climatique mais il va arriver et il faut donc aussi se préparer ; s'adapter : développer une forme de résilience. Le déni nous empêche, non seulement de lutter contre l'intensité du changement climatique, mais nous met aussi en danger par l'impréparation à laquelle il nous soumet.

L'écologie de transition : il y a véritablement un sujet avec le changement climatique et la crise de la biodiversité mais qui peut être traité. Nous pouvons mettre en place une transition de nos sociétés vers plus de durabilité. Sauver la nature, c'est aussi sauver l'Homme dans son milieu : une espèce animale tributaire de son écosystème; une

espèce jeune et fragile, hyperdépendante. Il s'agit donc de sauver notre civilisation. Nous l'avons vu ci-dessus dans les articles de ce numéro des Annales : comment accompagner le changement climatique. Il y a l'agronomie, mais il n'y a pas que cela. Nous l'avons entendu au cours des exposés de la matinée.

L'écologie du rejet de l'Homme : c'est une écologie du rejet de l'Homme et notre civilisation. L'homme est considéré comme un problème en tant que tel. Pour les tenants de l'écologie profonde, le seul moyen de s'adapter est moins d'hommes sur terre. Il faudrait donc donner des droits à la nature ; ce qui est un contresens juridique (et quelque part une version extrêmement poussée de l'anthropocentrisme décrié...) Il s'agit d'une écologie de la rupture qui s'inscrit fondamentalement en opposition avec la construction de tout notre édifice juridique.

La première argumentation est évidemment en opposition à l'état des sciences et constitue une attitude très dangereuse face au problème qui ne peut être réglé si il est nié. La troisième argumentation s'inscrit fondamentalement en opposition de tout notre édifice juridique et porte aussi gravement atteinte à notre projet de civilisation humaniste. Elle est donc tout aussi dangereuse.

Finalement, seule une écologie raisonnée et humaniste, une écologie de la transition, permettra de sauver la planète et l'humanité. Et pour la porter, il faut établir des principes en forme de garde-fous.

Les principes nécessaires pour mener une politique d'écologie de transition.

Je pense qu'il est très important de tenir des réunions comme celle du CCAS aujourd'hui, pour affirmer ensemble qu'il faut agir et que cela passe par une véritable écologie de la transition. Qu'il convient de l'accompagner et décider comment la mener.

Ceci doit passer par les principes qui suivent. Les deux premiers ont été abordés ou évoqués dans la plupart des interventions ci-dessus. Pas le troisième qui me semble tout aussi important.

Décentralisation : ce dont on peut avoir besoin quelque part, on n'en a pas forcément besoin autre part. La Sologne n'est pas la Vendée et la Vendée n'est pas la Provence. Il faut arriver à décentraliser notre organisation. Laisser les intelligences territoriales s'exprimer.

Expérimentation : il n'y a pas de solutions *ex nihilo*. Le droit doit donc s'organiser autour d'une certaine souplesse. Celle-ci passe notamment par l'expérimentation. Il s'agit d'essayer ! Tenter de trouver des solutions. Parfois on réussira; on pourra alors copier et dupliquer. Parfois on ne réussira pas et le droit devra en tenir compte.

Bienveillance : ce troisième principe n'a pas été abordé dans les articles ci-dessus. On connaît actuellement des réseaux sociaux hyperviolents. La société est de plus en plus violente y compris dans les relations internationales. Dans ce contexte d'anathèmes généralisés et de chasse à l'homme numérique, il apparaît indispensable d'établir un

principe de bienveillance ; c'est à dire ne pas pointer les gens du doigt et rétablir une forme de respect mutuel. Ne pas pointer unilatéralement des responsabilités et ne pas juger hâtivement ceux qui essayent.

Ce dernier principe de bienveillance est indispensable : il ne faut pas pointer du doigt mais au contraire manifester du respect pour ceux qui essayent. En gardant à l'esprit qu'il n'y a que ceux qui n'essayent pas qui ne se trompent jamais. Il faut savoir se donner un droit à l'erreur qui est indispensable à la recherche de la bonne solution.

Si ce triptyque s'applique - *décentralisation, expérimentations et bienveillance* - en mettant vraiment l'Homme au coeur du projet de développement, nous prendrons alors une meilleure voie pour protéger notre environnement et notre habitat.

(*) HDR : habilité à diriger des recherches

(**) A. Moberg, D.M. Sonechkin, K. Holmgren, N.M. Datsenko, W. Karlén, and S.-E. Lauritzen (2005), Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature* (London), **433**, 613–617.

Xavier LAVERNE
Vice- président du CCAS

ATTENTION !
DE NOUVELLES INVASIVES EN SOLOGNE

Voulant embellir un étang nouveau, dont la construction m'avait valu quelques passes d'armes avec l'administration* j'ai fait l'acquisition en 2004, chez un pépiniériste spécialisé, d'un petit plant de Lotus que j'ai aussitôt installé à quelques mètres du bord. Quelques mois plus tard, à la fin de l'été, la surface occupée atteignait déjà 1m², puis 3m² l'année suivante, puis 20m². Une expansion exponentielle et, en 2010, 5000 m², soit la moitié de la surface de l'étang, était occupée par les énormes feuilles de lotus et leurs magnifiques fleurs roses. Je donnais des plants racinés à plusieurs de mes amis, mais aucun d'entre eux ne réussit à les installer dans son étang. Bizarre, mais je pense que le secret de la réussite chez moi tient au fait que, pour enrichir le fond de l'étang, j'y ai généreusement fait épandre du fumier de cheval d'un poney-club voisin.

Première conclusion : le lotus n'est pas invasif dans nos étangs pauvres de Sologne, mais néanmoins, si vous réussissez, prenez garde car les canards n'apprécient guère sa colonisation.

LE MYRIOPHYLLE DU BRÉSIL

Alors, pourquoi parler du Lotus dans cet article sur les invasifs ? Tout simplement parce que, en implantant du lotus, j'ai également implanté par inadvertance un minuscule fragment d'une espèce envahissante : le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*).

Il s'agit d'une plante originaire d'Amérique du Sud mais introduite dans le monde entier pour décorer les aquariums grâce à la beauté de son feuillage qui lui a donné son nom (myrios phyllo, nombreuses feuilles). C'est une plante amphibie qui peut donc se développer dans l'eau comme à la surface, formant alors un épais tapis. Sa capacité d'extension est due à son mode de reproduction par bouturage. Le moindre fragment de tige emporté au gré des vents, est alors très rapidement capable de s'allonger et de s'enraciner. Chez moi, comme pour le lotus, l'invasion a été très progressive, peu visible mais exponentielle. Néanmoins, au bout de quelques années, j'ai senti le danger mais il était trop tard. Aidé par mes enfants, nous remplissions la barque de tiges de myriophylles; mais il nous était impossible d'arracher toutes les racines. Conclusion : en 2010, une moitié de l'étang était envahie par les lotus, l'autre moitié par les myriophylles. Adieu les canards, adieu la pêche ! Je décidais donc

d'employer les grands moyens : la mise en assec. Malheureusement, lotus comme myriophylles n'en furent guère gênés, même par les froids de l'hiver. Il fallut donc au printemps user des phytocides, ce qui est contre-indiqué dans un étang même à sec, mais j'ai ainsi réussi à faire disparaître les lotus mais impossible d'éliminer tous les myriophylles, beaucoup moins visibles. Résultat, à la remise en eau, j'en observais une vingtaine de pousses que je m'efforce désormais d'éliminer en les arrachant avec leurs racines durant l'été. Malheureusement, il en reste toujours et j'y retourne l'été suivant. C'est ainsi que j'ai réussi à maîtriser, sinon à éliminer, les myriophylles jusqu'au jour où...

ZORRO, L'ECREVISSE DE LOUISIANE, EST ARRIVE !

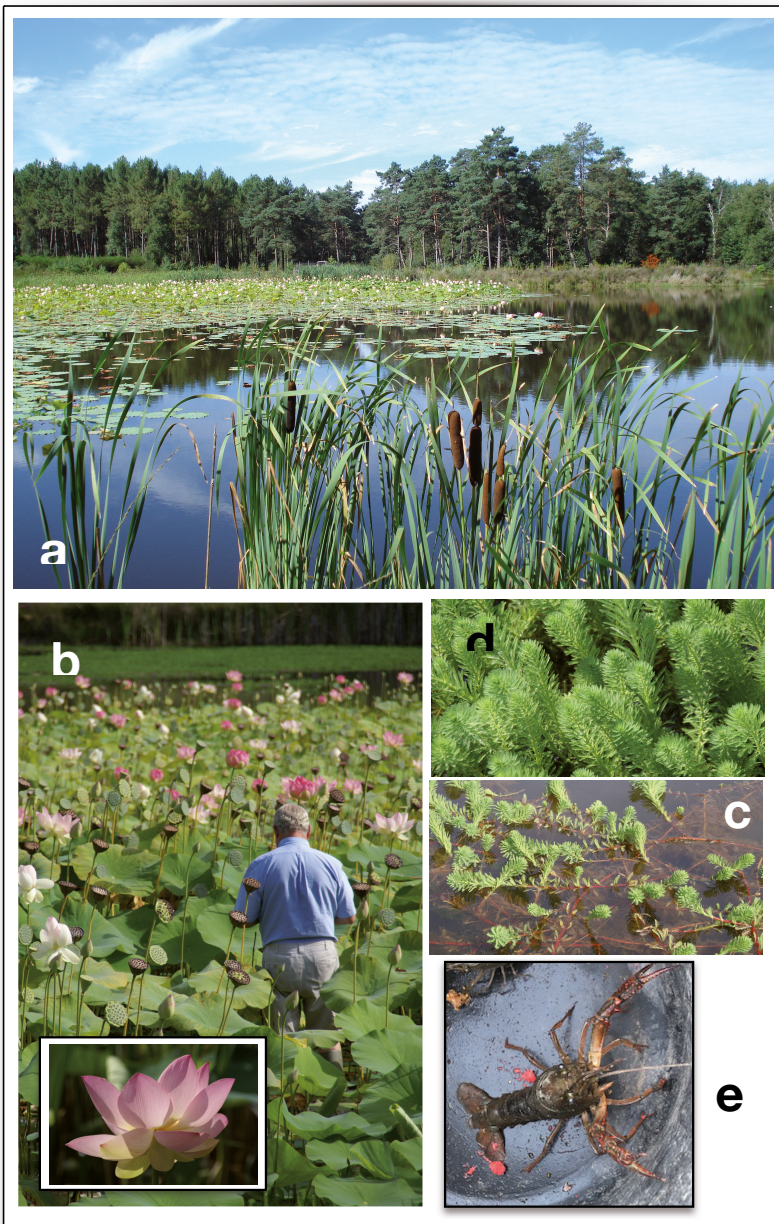
Un propriétaire voisin, qui possède un étang situé à une centaine de mètres du mien, m'informe un soir qu'il y pêche jusqu'à 500 écrevisses de Louisiane par jour. Il se pourrait donc bien que mon étang soit également envahi. Aussitôt, j'achète des balances et en attrape une quinzaine en 10 minutes. Nous les mangeons le soir même. Pas terrible, mais l'accompagnement à La Louisianaise en rehausse la fadeur.

Je me penche alors sur la biologie de L'Ecrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*). Originnaire du centre-ouest et du sud des Etats-Unis, elle a été introduite en Europe dans les années 1970 à des fins commerciales. Elle s'est évidemment échappée des élevages et a essaimé dans toute l'Europe de l'ouest, d'autant plus facilement qu'elle peut parcourir sur la terre ferme, à certaines périodes, jusqu'à 17 km en 4 jours ! Elle est généralement plus active au crépuscule ou pendant la nuit alors que dans la journée elle s'enfouit dans des galeries creusées dans les berges. Mesurant de 10 à 12 cm à l'âge adulte, elle atteint alors une cinquantaine de grammes.

Omnivore, elle se nourrit de petits animaux à réaction lente comme des insectes, des têtards, des œufs de poissons ou des mollusques mais surtout de plantes aquatiques dont elle fait disparaître de nombreuses espèces, soit par ingestion directe soit en augmentant la turbidité de l'eau.

A l'occasion de mes démêlés avec l'administration à la création de mon étang, le Bureau d'Etudes « Viraxe Ravenel, alias *Erbuth Rotifère* * » avait insisté sur le fait que ce plan d'eau constituait « *un milieu humide remarquable par sa biodiversité végétale et animale* ». En effet, j'y observait encore l'année dernière de nombreux Typhas des 2 espèces, des nymphéas blancs ainsi que plusieurs espèces rares dont des utriculaires à

- a : Massettes au premier plan et lotus en fleurs au second plan.** Le rideau d'arbres sombres au fond donnait belle profondeur au paysage.-
b : L'auteur surveille ses lotus en fleurs. - c et d : les myriophylles;
e : l'écrevisse *Procambarus* est arrivée.



magnifiques fleurs jaunes. Or cette année (2022), je constate que toutes ces plantes ont totalement disparu **y compris les myriophylles**, sans doute à la fois dévorés et éliminés par la turbidité de l'eau. « A quelque chose, malheur est bon », donc : une espèce invasive (l'écrevisse de Louisiane) a fait disparaître définitivement une autre espèce invasive (le myriophylle).

Mais maintenant, comment me débarrasser des écrevisses de Louisiane ? Peut-on au moins penser que l'écrevisse de Louisiane fera disparaître la Jussie aussi facilement que le myriophylle ? Je n'y crois guère compte-tenu de la puissance extraordinaire de développement de la Jussie ? Cependant, en combinant présence de l'écrevisse et arrachage de la Jussie, on peut toujours espérer.

- Mettre l'étang en assec : Inutile car les écrevisses peuvent résister très longtemps dans la vase.

- Pratiquer leur pêche intensive : permettrait seulement d'en réduire provisoirement le nombre.

- Introduire des poissons carnivores tels brochets ou black bass : utopique car ils n'en viendront jamais à bout. On n'est même pas surs qu'ils consommeraient l'écrevisse.

- Favoriser ses seuls oiseaux prédateurs (hérons et grandes aigrettes), mais ces oiseaux sont déjà protégés et dévorent également les poissons carnivores.

En tout état de cause, si je réussissais par miracle à éradiquer l'écrevisse de Louisiane de mon étang, elle y reviendrait très rapidement depuis les plans d'eau voisins.

Conclusion : je suis condamné, nous sommes condamnés à supporter encore très longtemps cet envahisseur.

*Voir les Annales de 2015 : UN SOLOGNOT CHEZ KAFKA

Héloïse Renaud

**EN 1908 : CONSTRUCTION DE L'HOTEL DU
COMITE CENTAL AGRICOLE DE LA SOLOGNE
PAR LOUIS DUTHOIT**

résumé de présentation à l'assemblée générale du CCAS le 8 avril 2022

Le Comité Central Agricole de la Sologne a décidé en 1905 de se construire un hôtel particulier pour abriter son siège. Louis Duthoit, l'architecte choisi, était connu pour ses constructions Art Nouveau; mais il est resté ici dans le style des bâtiments officiels classiques. Les matériaux utilisés proviennent de la démolition du château de Chéreau à Montrieux en Sologne, datant de la fin du XIXème siècle, mais pas d'une serre ou d'une orangerie qui n'ont jamais existé.

Pourquoi cette construction ?

À la fin du 19^{ème} siècle, la Sologne a réduit son retard dans la modernisation de son agriculture, avec le soutien de l'État sous le règne de Napoléon III et grâce à l'activité du Comité Central Agricole de la Sologne ou **CCAS**, fondé officiellement le 25 juin 1859. Le CCAS était un véritable passeur d'idées et de méthodes destinées à développer une région naturelle réputée pauvre, ainsi que le souhaitait Napoléon III.

Pour afficher l'image de sa réussite et de son impact après cinquante ans d'efforts réussis, le CCAS a voulu se construire un siège officiel à Lamotte-Beuvron, c'est à dire au centre de la Sologne. Une construction donc été votée à la majorité lors d'une assemblée générale tenue à Lamotte-Beuvron le 23 Octobre 1905.

L'architecte retenu est Louis Duthoit. Il appartient à une famille d'architectes qui a oeuvré pour le Second Empire, Edmond Duthoit son père en particulier. Il a déjà oeuvré dans l'Orléanais. Il est engagé pour un chantier au château de l'Orties à Salbris. Il présente ses plans au CCAS en Février 1906. Le devis est de 26.000 francs, honoraires d'architecte compris. La même année, le CCAS fait l'acquisition du terrain de M. Pelletier pour la somme de 3 965 francs (*Annales* n° 72, 13, 1906, p.163-164). La construction suit de peu, en 1908.

La construction du siège du CCAS à partir de la démolition d'un château à Chéreau.

M. Bernard, entrepreneur en maçonnerie à Ivoy-le-Marron, fournira les matériaux et dirigera la construction (*ibid.*). S'il ne reste pas de document relatif au déroulement des travaux, on sait cependant que les matériaux proviennent des démolitions d'un château à Chéreau (commune de Montrieux en Sologne), rachetées par M. Bernard.

A Chéreau, il y avait un bâtiment ancien qui existe encore, et un deuxième qui a été construit à la fin du 19^{ème} siècle. A peine construit, le second bâtiment est vendu en 1900, puis démoli (1). Puis les démolitions sont utilisées pour construire le siège du CCAS: un devis trouvé par B. Toulhier (2) donne la liste des nombreux éléments récupérés à Chéreau (3): murs du sous-sol, salle de réunion, reconstitution exacte du hall du château, carrelages, cheminées, plancher, terrasse du château en tout semblable mais moins élevée, parements extérieurs, balustrade d'acrotère avec balustres, socle et main courante, bois de charpente, serrurerie, quincaillerie, menuiserie ainsi qu'au pavillon du gardien (4). Pour identifier visuellement quelles parties de Chéreau ont été réutilisées pour le CCAS, comparons deux cartes postales figurant l'une le château de Chéreau (avant sa démolition !) et l'autre le siège du CCAS peu après sa construction. Référons-nous aussi à quelques photographies récentes.

Pour le matériau et l'ornement à Chéreau comme au CCAS, les pans de mur sont également en brique rouge. Les chainages d'angle sont en pierre blanche. Le parage des ouvertures montrent une alternance de pierre blanche et de brique rouge, l'alternance des deux couleurs étant utilisée pour son effet réputé décoratif. Le même appareil de pierre brute assure le soubassement du bâtiment et la terrasse. Les pierres de l'escalier et celle des piliers s'y retrouvent. Les balustres en poire sont également récupérées à partir des garde-corps des baies du rez-de-chaussée de Chéreau pour orner le rebord du toit et border la terrasse au CCAS. Les balustres de l'acrotère ont disparu depuis et ne figurent plus sur le bâtiment actuel, probablement à cause du coût de leur entretien.

Pour le style, le château de Chéreau et notre Siège présentent des dispositions de façade comparables.

Le modèle des fenêtres en anse de panier ornant la façade principale de Chéreau, bien visible sur la carte postale, n'a été réutilisé que pour la façade arrière de la maison du CCAS au-dessus de l'entrée du garage.

Le modèle de baie avec fenêtre en plein cintre et châssis de tympan en éventail en partie haute, apparaît uniquement sur la façade latérale arrière en saillie à Chéreau. Par contre, c'est celui des trois baies de notre Siège et celui de la baie de la façade Nord, au-dessus du passage qui descend à la cour arrière.

Louis Duthoit, architecte de l'Art Nouveau, reste classique pour l'hôtel du CCAS.

Avec l'architecture de l'hôtel du CCAS, L'architecte d.pl.g., Louis Duthoit (5)(1868 - 1931) n'a affiché aucune des références qui l'avaient fait connaître à son époque, ni éclectiques néo-médiévales, ni Art Nouveau, comme il l'avait réalisé à Orléans et à Amiens. Duthoit a fait le choix d'un bâtiment qui hérite directement de l'architecture française classique : forme rectangulaire avec terrasse et son garde-corps à balustres en poire; acrotère avec balustres, grandes baies inscrites dans un arc en plein-cintre sur toute la hauteur du pan de mur. Cela répondait peut-être au goût de ses commanditaires du CCAS. Aussi à la nécessité d'utiliser seulement des matériaux de réemploi.

Questions d'appellation : Hôtel, oui ! orangerie non, !

Dès sa construction, le CCAS a désigné son siège comme étant son « hôtel ». Dans les *Annales* (13, 78, p. 375), il est écrit que le Comité s'est réuni dans son Hôtel le jeudi 1er juillet 1909. C'est comme on dit : « Hôtel de Ville », ou « Hôtel des Impôts », ou « Hôtel des Postes ». Une manière de faire savoir qu'il s'agit d'un bâtiment officiel consacré aux affaires de la Sologne. De plus, un Hôtel à Lamotte-Beuvron, ça fait chic. Comme « hôtel particulier », très en vogue pendant le Second Empire. On aurait pu choisir « château », compte tenu des habitudes de l'époque en Sologne; mais cela aurait nui à une réserve de bon ton.

Berger et Toulhier (6) ont qualifié notre bâtiment « d'**orangerie** » dans leur ouvrage de 1995. Les larges baies de la façade principale, offrant beaucoup de lumière au-dedans, aurait pu avoir été celles d'une orangerie. On a probablement imaginé que le bâtiment du CCAS avait été reconstruit uniquement avec les matériaux d'une orangerie

venant de Chéreau. Mais il n'y a jamais eu d'orangerie à Chéreau et il n'y a pas d'élément d'une orangerie dans la liste de ce qui a été récupéré à Chéreau. Il faut donc abandonner l'idée d'orangerie, bien qu'elle ait été reprise ici ou là depuis une quinzaine d'années.

NOTES

Les archives du CCAS ont disparu de sa cave à la suite d'une crue du Beuvron. Nous avons eu recours néanmoins aux références suivantes :

- (1) Verneuil, Y. de coordinateur, (2019).- *Manoirs et logis, le Loir et Cher*. Patrimoine médian ed. p. 324.
- (2) Toulhier, B. (1992).- *Châteaux en Sologne*.- Cahiers de l'Inventaire ed., p.345 et Archives départementales du Loir et Cher, cote 2MIN261. B. Toulhier est conservateur général honoraire du patrimoine.
- (3) Toulhier, *op. cit.*, p. 338. pièce justificative n° 19.
- (4) Il s'agit de la partie maison de gardien, sise juste au nord du bâtiment principal et qui a été la propriété du CCAS et qui été vendue.
- (5) Renaud, H., (2021).- *Louis Duthoit, un architecte face à l'Art nouveau à Orléans (1898-1912)*.- Université de Tours, 3 vol., p.102. inédit.
- (6) Berger, M. et Toulhier, B., (1995).- *La Sologne à tire d'aile*.- Photolico ed. , 320 p., 1900.



Carte postale de l'Hôtel du CCAS peu après sa construction : les fenêtres sont en plein cintre comme celle de la façade latérale arrière de Chéreau. Les balustrades à balustres en poire proviennent des garde-corps des fenêtres du rez-de-chaussée de Chéreau. (cliché de l'auteur, 2021). Dans l'état actuel les balustrades ont disparu du fronton et de la terrasse.



Le CCAS : Façade W : baie avec fenêtre en anse de panier. Voir baies du rez-de-chaussée de la façade de Chéreau.
 Façade N : baie avec fenêtre en plein cintre. Voir baie latérale arrière à Chéreau.
 (clichés de l'auteur 2021)



Aile Louis Duthoit au Château d'Ortie
à Salbris



Hotel du CCAS actuel

COMITE CENTRAL AGRICOLE DE LA SOLOGNE

BULLETIN D'ADHESION ANNUELLE

Nom :

Prénom :

Profession.....

Adresse principale.....

Code Postal..... Ville.....

Adresse en Sologne.....

Code Postal Ville.....

Adresse email.....

Adhésion en ligne sur le site

-> 50 €, à privilégier

ou bien

Virement au Comité Central Agricole de la Sologne 17 avenue de la République, 41600

Lamotte Beuvron IBAN :

FR76 1480 6180 0070 0688 8146 443

AGRIFRPP848

ou bien

chèque de 50 € (ou plus !) à l'ordre du CCAS

à Marc Gourdou, Trésorier, Les Racoeurs 18700 OIZON

Le Comité Central Agricole de la Sologne (ou CCAS)
est une association reconnue d'utilité publique, ouvrant droit à la réduction d'impôt prévue
à l'article 200 du Code Général des Impôts.

Un reçu fiscal vous sera adressé.

***Comité Central Agricole de la Sologne, BP21,
41600-Lamotte-Beuvron - www.sologne-avenir.fr***

