

# Les cahiers de la Fondation Pierre Vérots

#### POUR L'ETUDE ET LA PRESERVATION DE LA FAUNE ET DE LA FLORE DE LA DOMBES

reconnue d'utilité publique par décret du 13 juin 1984

# L'EVOLUTION CLIMATIQUE ET SON IMPACT EN DOMBES

Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, on note un réchauffement de notre planète avec une nette montée des températures à partir des années 1980. En 1988, des scientifiques réunis à Genève créent le Groupe intergouvernemental sur l'évolution des climats (GIEC). Dès lors, ces experts publient régulièrement des rapports mettant en évidence l'impact des activités humaines sur l'augmentation des émissions des gaz à effet de serre, principaux responsables du réchauffement climatique actuel; parmi ces gaz, le dioxyde de carbone ou gaz carbonique joue un rôle important. Le tout récent prix Nobel de la paix attribué conjointement à Al Gore et aux scientifiques du GIEC souligne bien l'importance environnementale et géopolitique de ces phénomènes.

Il y a plus de 10 ans, la Fondation Pierre Vérots installait dans le parc de Praillebard, réservé aux suivis et aux études. de la faune, de la flore et de leurs milieux, une station météorologique et hydrologique reliée à un réseau électrique et téléphonique enterré. Transmises et enregistrées au pavillon de Praillebard, les données sont utilisables par les chercheurs pour leurs travaux et servent à la Fondation pour définir une politique de gestion de son domaine, conforme à sa mission de préservation du patrimoine naturel et de sa biodiversité.

A partir de ces données et de celles provenant de la station de Marlieux de Météo-France, Philippe Richoux\*et Philippe Lebreton\*\* font part, dans ce premier numéro des Cahiers de la Fondation, de leurs réflexions sur l'évolution du climat dombiste dans les dernières décennies : ils constatent une hausse de la température de l'air et une pluviosité annuelle apparemment stable, mais avec un déplacement saisonnier des précipitations. Ce constat n'est pas remis en question par l'épisode climatique observé dans une grande partie de notre pays au cours de l'année 2007, marquée par un hiver relativement doux, un mois d'avril exceptionnellement chaud et un été plutôt frais et pluvieux, car il existe une variabilité naturelle des climats.

Ces modifications caractérisées par une hausse des températures, bien marquée pendant les mois d'été, et un dérèglement du cycle de l'eau sont inquiétantes pour la vie de nos étangs alimentés par les seules eaux pluviales et soumis chaque été au phénomène d'évapotranspiration. Avec ses quelque 1200 étangs créés et entretenus par l'homme, la Dombes est l'une des zones humides intérieures importantes de l'Europe occidentale. Il convient donc d'y maintenir une gestion collective et économe de l'eau, associée à un entretien du réseau hydraulique alimentant les étangs.

> Jean-Paul DESCHANEL Président de la Fondation Pierre Vérots

\*Président du Comité scientifique de la Fondation

\*\*Membre du Conseil d'administration de la Fondation



# 1 - Méteorologie et climatologie

La météorologie est évidemment l'étude des "météores". Mais, contrairement à l'acception courante, très restrictive, le terme de météore désigne tout phénomène physique de l'atmosphère : précipitations, variations thermiques, orages, vents, etc., et pas seulement les "météorites", qui n'ont rien à voir ici. Quant à la climatologie, c'est l'étude intégrative, dans l'espace et dans le temps, de ces phénomènes et de leur effets sur la lithosphère (les minéraux : évaporation, érosion, etc.) et la biosphère (la vie : transpiration, photosynthèse, respiration, etc.).

Station météorologique de la Fondation Pierre Vérots

Sur le territoire de la Fondation Pierre Vérots une station météorologique a été installée en 1995 (altitude 294 m, latitude 45°56'58"N, longitude 4°55'04"E). Elle mesure régulièrement la température de l'air, la pluviométrie ainsi que la vitesse et la direction du vent. Pour des études climatiques sur des durées plus longues nous avons obtenu de Météo-France les données "température" et "précipitations" de la station de Marlieux, située à 15 km au nord-est de la Fondation. 1964 est la première année où ces données ont été relevées à Marlieux; celles antérieures à 1991 ont été déjà traitées par l'Atlas agro-climatique Rhône-Alpes.

Trois paramètres météorologiques sont essentiels : la température, les précipitations et, dans une moindre mesure, le vent. Leur action conjuguée peut se traduire par des bilans synthétiques déterminants pour les écosystèmes : le bilan thermique et le bilan hydrique.

Les variations de température, conjuguées à l'action des vents, permettent de définir le bilan thermique. Le gel correspond à un seuil important pour les écosystèmes.

Le bilan hydrique prend en compte deux paramètres qui s'opposent : les précipitations (élément primordial pour la Dombes où il représente l'unique apport d'eau pour ce plateau couvert d'étangs) et la température qui est l'élément régissant directement (évaporation) ou indirectement (transpiration) les pertes en eau. Le bilan hydrique correspond à la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration.

L'eau disponible à tout instant pour la vie est évidemment dépendante de ce bilan hydrique, qui peut être négatif par temps sec et / ou chaud : on parle alors de sécheresse physiologique.

Les climatologues disposent de formules, théoriques ou empiriques, pour qualifier les saisons ou les mois secs, ce qui intéresse notamment les agronomes et, pour notre région, les pisciculteurs.

7	Tableau 1 - Comparaison des
	précipitations saisonnières
relevé	ées à Lyon-Bron (1951-1975)
	et en Dombes (1961-1990)
ave	ec celles notées pour les trois
	principaux climats connus
	en France (1951-1975).
57. Str.	La saison la plus humide
100	est portée en gras,
	la plus sèche est en italique.

Localité et domaine	P Année	récipi Printemps	tation Eté	s (en mm) Automne	) Hiver
Brest (océanique)	1127 mm	20,8 %	16,4 %	29,5 %	33,3 %
Nice (méditerranéen)	870 mm	22,2 %	10,9 %	38,5 %	28,4 %
Strasbourg (continental)	582 mm	23,7 %	36,1 %	23,0 %	17,2 %
Lyon-Bron ("de transition")	822 mm	22,3 %	29,2 %	28,6 %	20,0 %
<b>Dombes</b> (Marlieux)	897 mm	25,9 %	25,4 %	27,2 %	21,5 %

#### 2 - Le climat dombiste

Le climat dombiste est une variante locale du climat dit lyonnais, lui-même situé à l'interface des influences continentale, océanique et méditerranéenne.

C'est la relation saisonnière existant entre les deux facteurs thermique et hydrique qui définit ces climats : alors que l'évolution annuelle de la température et des précipitations reste proche sous climat océanique, la saison chaude et la saison pluvieuse coïncident sous climat continental tandis que l'été est saison chaude et sèche sous climat méditerranéen (cf. tableau 1).

Plus précisément, le climat lyonnais présente un été humide, bien que de peu supérieur à l'automne, avec plus de 29 % des précipitations annuelles contre 20 % seulement pour l'hiver. Ce profil le rapproche bien du climat continental (Strasbourg), où l'été l'emporte largement sur l'hiver, alors qu'automne et printemps sont très proches. En fin de compte, avec un écart relativement faible entre saisons humide et sèche, soit 9 %, Lyon constitue une forme (très) atténuée du climat continental (Strasbourg, 19 %). Et la Dombes dans tout cela? Certes, sans surprise géographique malgré la situation de plateau, Marlieux s'apparente à Lyon-Bron par un hiver sec et un automne pluvieux, mais l'été y est plus sec qu'à Lyon. Il est vrai que les différences intersaisonnières sont très faibles en Dombes (seulement 2 % d'écart entre automne et été), si bien que son climat ne diffère pas significativement de celui de Lyon.

Le climat dombiste peut donc à son tour être considéré comme une forme doublement atténuée du climat continental. Ainsi, l'amplitude thermique annuelle (différence entre la température moyenne des mois de janvier et de juillet) est inférieure de 1°C à celle relevée à Lyon. Pour autant, atténué ne signifie pas adouci, bien au contraire : dominant la plaine lyonnaise de quelque 150 mètres, la Dombes hivernale connaît une péjoration thermique voisine de 1°C, avec une dizaine de jours de gel en plus. A la Fondation Vérots, sur les 10 hivers 1996-2006, le nombre moyen de jours de gel a été de 68, mais avec de fortes disparités interannuelles (cf. fig. 1). La moyenne des températures de janvier est comprise en Dombes entre +1 et +2°C, la moyenne des minimums se situant vers -1°C.

A Marlieux (où une année sur deux subit une température inférieure à -12°C, et une sur quatre une température égale ou inférieure à -16°C), le gel apparaît avant le 27 octobre une année sur deux (le 7 novembre seulement à Lyon) et le 17 octobre une année sur cinq (le 28 octobre à Lyon). Ecologiquement parlant, on doit noter en outre (Atlas Agroclimatique Rhône-Alpes, 1992, p. 60) que "les statistiques sont effectuées à partir des températures mesurées sous abri à 1 m 50 du sol. Or ces températures sont habituellement supérieures de 2 à 3° en moyenne à celles qui règnent à 10 cm du sol".

Avec le gel hivernal, un autre risque climatique pour la vie végétale et animale est la sécheresse estivale. D'une manière générale, pour apprécier les disponibilités hydriques, un bilan est à établir à chaque pas de temps (la journée, la semaine, le mois, ...) entre l'eau qui arrive (ici réduite aux précipitations) et celle qui s'échappe (par évapotranspiration, puisque les plantes transpirent, autant et plus même que les animaux). On définit ainsi l'E.T.P., Evapo-Transpiration Potentielle, "demande climatique fonction des conditions de température, de rayonnement, d'hygrométrie et de vent" exprimée en mm d'eau, comme les précipitations (Atlas Agroclimatique Rhône-Alpes, p. 75).

Dans une région comme la Dombes où - par rapport à d'autres contrées - les précipitations sont du même ordre de grandeur d'un bout à l'autre de l'année, la courbe annuelle du bilan hydrique ressemble fort (cf. fig. 2), à l'envers, à la courbe thermique, exprimées par mois consécutifs. En "mauvaise saison", soit de novembre à mars inclus, il tombe plus d'eau qu'il ne s'en évapo-transpire; en belle saison, de juin à août, c'est l'inverse. En avril-mai d'une part, septembre d'autre part, le bilan est sensiblement équilibré; il l'est (en principe) également à terme, annuellement parlant, à condition de prendre en compte les écoulements. La somme des mois positifs, soit 306 mm, dépasse de 170 mm la somme des mois négatifs, soit 136 mm; ce qui signifie que le réseau hydrographique dombiste n'évacue qu'environ 20 % des précipitations vers le Rhône et la Saône puisque la pluviométrie annuelle est de l'ordre de 900 mm (cf. tableau 2).

Figure 1 - Nombre de jours de gel par mois à la Fondation Pierre Vérots (moyenne +/- un écart-type sur la période 1996-2006) (gel = température minimale inférieure à 0°C)

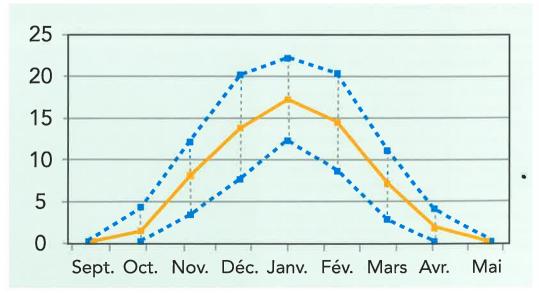
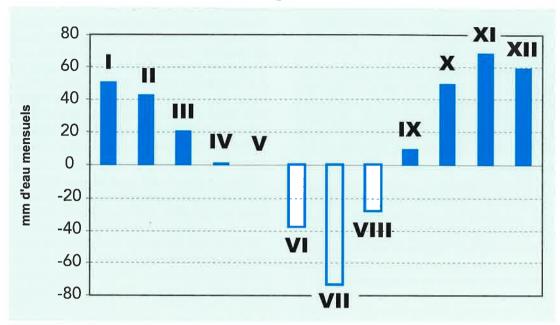


Figure 2 - Bilan hydrique annuel en Dombes



Pour mieux cerner la saison sèche, on peut faire le rapport entre précipitations et température, soit P / t, et suivre son évolution mensuelle pour savoir quand l'eau, trop chaude ou trop rare, devient le facteur limitant (abstraction faite du vent, qui aggrave l'évaporation). Empiriquement, il y a sécheresse lorsque le rapport franchit le seuil 6-7 vers le bas, soit plus de 3 mois par an. Le quotient pluviothermique P/t estival (moyenne des quotients des mois de juin, juillet et août) est plus informatif encore, puisqu'il concentre l'attention sur la saison la plus critique, ce qui intéresse beaucoup de monde, agriculteurs mais aussi pisciculteurs, chasseurs ... et écologues.

S'il reste à éprouver la variabilité du climat dombiste, il est d'ores et déjà possible de dégager les effets de celui-ci sur l'écologie (et l'économie) de la contrée :

- des températures hivernales souvent accompagnées de gel correspondent à un ralentissement général de la vie : flore et faune, à l'exception des animaux homéothermes ("à sang chaud") qui doivent résister à (ou fuir) ces conditions drastiques.
- des pluies d'hiver et de printemps plutôt faibles, peu favorables à une bonne remise en eau des étangs après les pêches d'automne, plus encore après les pêches de printemps cependant relativement rares.
- un bilan hydrique défavorable en été, avec des résultats ambigus, même pour le naturaliste : si des températures élevées favorisent le développement de la vie (plancton, insectes, batraciens, poissons), elles font aussi courir le risque d'un échauffement exagéré des eaux, voire d'assèchement au moins partiel lors d'épisodes catastrophiques évoqués par le géographe Charles Avocat : "Compte tenu de leur faible profondeur, les étangs de la Dombes présentent (alors) des températures élevées, supérieures à 20°C pendant 6 mois, et dépassant 25 à 30°C lors des mois les plus chauds. En été, l'ensoleillement détermine une intense évaporation, qui peut atteindre 2 cm par jour (2 % des précipitations annuelles); s'il n'y a pas d'apport équivalent, le niveau baisse rapidement et l'étang est menacé de manquer d'eau en année sèche".

En conclusion, climat "émoussé", plutôt bénin à première vue, mais qui peut prendre des aspects très contraignants pour la vie (végétale, animale, humaine), les saisons ou les années pouvant alors accentuer des caractéristiques pédologiques et météorologiques ellesmêmes peu favorables, du moins sous l'angle quantitatif; en revanche, du point de vue de la spécialisation et de l'originalité consécutive de ses espèces, la Dombes tire parti de cette adversité pour affirmer ce que l'on appelle désormais la biodiversité.



L'étang Riquet, en été et en hiver



## 3 - Évolution récente

Les épisodes caniculaires ont (peut-être) ouvert les yeux à ceux qui se refusent à voir les choses en face, sans doute pour ne pas remettre en cause certitudes ou confort : oui, le climat "bouge", ce qui ne saurait laisser indifférents tous ceux dont les activités ou les centres d'intérêt relèvent d'un milieu aussi sensible que les étangs de la Dombes. Les conclusions de notre étude statistique de l'évolution du climat local ne poussent pas à l'optimisme ; elles sont présentées ici pour mieux affronter la situation présente et à venir.

Les données provenant de la station Météo France de Marlieux portent sur les années 1964 à 2006. Pour chaque année, nous disposons des 12 relevés mensuels de la moyenne des températures et des précipitations cumulées, à partir desquels sont calculées les moyennes thermiques annuelles et la somme annuelle des précipitations.

Les 43 années disponibles ont été découpées en 6 périodes consécutives de 7 (8) années durant lesquelles sont comparées les moyennes annuelles, d'une part de la température, d'autre part des précipitations (cf. tableau 2).

De ces résultats ressortent deux conclusions immédiates : il y a hausse thermique significative ; en revanche, aux aléas près, il n'y a pas d'évolution pluviométrique générale.

Plus précisément, deux périodes peuvent être distinguées, l'une couvrant de 1964 à 1981, l'autre de 1982 à 2006 ; la première correspond à une stabilité thermique (valeur annuelle moyenne 10.2 + -0.5°C), la seconde (11.8 + -0.6°C) connaît une progression de pente moyenne 0.050 + -0.020°C / an (r = +0.506; p = 1.8%).

Même à sa borne inférieure, soit 0,03°C / an, cet échauffement est nettement supérieur à celui acceptée pour l'Europe pour le demi-siècle écoulé, de l'ordre de 0,01°C / an ; extrapolé à 2030, il correspondrait à un échauffement moyen supplémentaire proche de 1°C, dans la fourchette haute des prévisions des

experts du G.I.E.C. (cf. encart 1 et fig. 3). Cette accentuation dombiste des tendances climatiques générales est peut-être due à sa situation de plateau.

On est en droit de se demander si cet échauffement porte sur toute l'année ou seulement sur certaines saisons. La comparaison mois par mois des deux périodes de 15 ans 1964-1978 et 1991-2006 (cf. fig. 4) répond sans appel à cette interrogation : l'échauffement porte sur tous les mois de l'année (seule la différence de février, bien que positive, n'est pas significative), mais les écarts diffèrent selon les saisons : l'été connaît une hausse mensuelle moyenne de 2,5°C, contre 1,0°C "seulement" pour l'hiver; printemps (+ 2,0°C) et automne (+1,7°C) sont en situation intermédiaire. Pour chacun des 6 mois couvrant la "belle saison", de mars à août inclus, la réalité de l'échauffement est assurée avec un risque statistique inférieur à 1 %. Sur l'ensemble de l'année, le réchauffement atteint 1,8°C, avec 1,1°C et 2,5°C comme valeurs extrêmes (cf. fig. 4). La valeur estivale enregistrée correspond à une dérive en latitude de quelque 400 km : Villars-lès-Dombes rejoint largement les Saintes-Maries-de-la-Mer (pour autant qu'elles n'aient pas gagné le Maghreb...) et la Dombes devient Camargue, flamants roses et salines en moins, heureusement!

Période	Température moyenne annuelle (moyenne, écart-type)	Précipitations annuelles (moyenne, écart-type)		
1964-1970	10,1 (0,3)°C	882 (177) mm		
1971-1977	10,0 (0,3)	877 (190)		
1978-1984,	10,5 (0,7)	969 (118)		
1985-1991	11,2 (0,7)	916 (103)		
1992-1998	11,5 (0,6)	964 (150)		
1999-2006	12,2 (0,4)	884 (107)		
Moyennes générales (sur 43 ans)	11,0 (1,0)°C	914 (141) mm		

**Tableau 2** - Evolution **pluridécennale** des paramètres climatiques en Dombes centrale (station Météo-France de Marlieux).

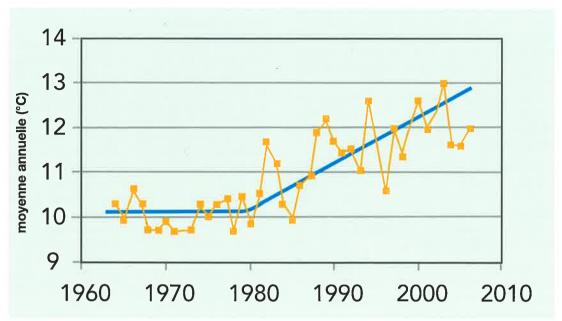
#### **Encart 1**

## Coup de chaud sur la France

tel est le titre de l'article récemment livré par Jean-Marc Moisselin et Brigitte Dubuisson (chercheurs à la Direction générale de Météo France) dans le numéro spécial - dossier de janvier / mars 2007 de la revue Pour la Science, pp. 30-33. Les quelques lignes suivantes permettent de confirmer et de "caler" le cas dombiste : "le réchauffement climatique s'accélère entre 1976 et 2003 pour atteindre en métropole 0,6°C par décennie (en Dombes, + 1,8°C en moins de 30 ans) ; les températures diurnes et de fin de nuit sont plus élevées, les étés plus chauds, et les jours de gel moins nombreux". "Alors que la planète s'est réchauffée en moyenne d'environ 0,6°C au cours du XX' siècle, les scénarios prévoient un réchauffement moyen à l'horizon 2100 dans une fourchette comprise entre 1,4°C et 5,8°C par rapport à la température moyenne de 1990", alors qu'en Dombes, l'extrapolation à partir de 1980 laisse attendre + 1,5°C à + 3,5°C en 2030 déjà. Et les experts de conclure : "Un été sur deux à la fin du siècle sera au moins aussi chaud que l'été 2003 (mais) les fortes précipitations deviendront encore plus fréquentes en hiver et moins fréquentes en été", ce qui ne semble être qu'en partie la tendance en Dombes, du moins pour l'instant.



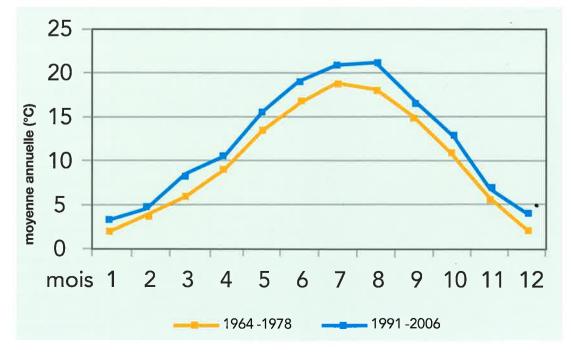
Figure 3 - Réchauffement en Dombes



La même analyse saisonnière conduite pour les précipitations - même si les valeurs annuelles ne diffèrent pas significativement entre les deux périodes considérées - indique que seulement deux mois et une saison ont été modifiés à cet égard entre les deux périodes considérées : août, moins pluvieux, et octobre, plus humide (risque statistique inférieur à 5 %); du coup, l'automne renforce son caractère de première saison pour les précipitations (+ 30 % par rapport aux années 1970) tandis que le mois d'août s'assèche à double titre, par de moindres précipitations (- 28 %) et par un échauffement significatif (+ 3°C). Plus que jamais, automne et hiver accentuent leurs différences, alors que printemps et été sont de plus en plus proches ; les précipitations récentes d'automne représentent désormais 1,8 fois celles d'hiver, alors qu'il ne s'agissait que de 1,3 fois dans les années 1970-90.

On peut donc dire que la Dombes s'est à la fois "décontinentalisée" (puisque l'été s'est asséché) et même "méditerranéisée" (puisque l'automne s'est humidifié). En outre, pour chaque année considérée, l'irrégularité inter-mensuelle des précipitations semble s'accentuer : le "temps" devient de moins en moins prévisible au fil des ans, comme l'ont tout récemment montré des étés caniculaires (comme en 2003) ou maussades (comme en août 2006), et des printemps initialement secs et chauds, puis humides (comme en 2007). Plutôt que d'envisager seulement le réchauffement climatique, pourtant indéniable à terme, il conviendrait donc plutôt de parler de dérèglement climatique en Dombes.

Figure 4 - Évolution climatique en Dombes





#### Un froid de canard... colvert

En Dombes, à partir de décembre, un paramètre climatique devient majeur, le gel : ainsi, sur la période couvrant du 20 décembre 2004 au début de mars 2005 (soit 72 jours), l'année prise comme exemple dans la Fondation Vérots n'a pas connu moins de 4 (5) vagues de froid cumulant 28 jours de prise des eaux. La période allant de la mi-janvier au début de février est instructive à ce propos : après le gel (partiel) du 5 janvier, les Plongeurs s'installent en force au mileu du mois (44% du peuplement le 16, 68% le 21), mais sont absents le 31 suite au gel apparu le 25 ; dès la fin de la vague de foid, au début de février, ils sont massivement de retour (72% des quelques 2700 canards présents le 9 février).

A une autre échelle du temps, la confrontation des effectifs de canards observés à la mi-janvier avec les conditions climatiques ambiantes fournit d'intéressantes précisions. La fiabilité des comptages du CORA étant acquise à cette échelle, la principale question est d'exprimer la climatologie par un indice à la fois suffisamment simple et représentatif (tableau 1). A cet effet, une échelle à 5 niveaux a été dressée, de -2 (très froid) à +2 (très chaud). On donnera comme exemples respectifs : 1985, vague de froid du 3 au 17 janvier, avec -21°C ce jour : 1980, étangs gelés du 13 au 24 janvier ; 1992, janvier un peu froid dans un hiver rigoureux ; 1989, hiver doux, à température légéremenT excédentaire ; 1975 ou 1984, hivers très doux, avec un excès thermique en janvier de l'ordre de 4°C par rapport aux valeurs normales.

Niveau de rigueur	-2	-1	0	+1	+2	Indice moyen (écart-type)
1975-1982	1	2	0	1	4	0,6 (1,7)
1983-1990	2	0	2	2	2	0,3 (1,6)
1991-1998	1	1	2	1	3	0,5 (1,5)
1999-2006	3	0	3	. 1	1	0,1 (1,5)

**Tableau** - Evolution des rigueurs climatiques à la mi-janvier en Dombes, de 1975 à 2006, en nombre d'hivers dans chacune des 4 catégories, estimés par une échelle à 5 niveaux, le tout exprimé par périodes successives de 8 ans.

Rigueur climatique	-2	-1	0	+1	+2
Effectifs (mi-janvier) - Canard colvert	<b>11 881</b> (7 980)	<b>11 730</b> (4 164)	<b>9 329</b> (5 733)	<b>8 085</b> (4 269)	<b>7 756</b> (4 219)
- Fuligule milouin	<b>152</b> (169)	<b>706</b> (768)	<b>4 146</b> (4 479)	<b>4 619</b> (3 980)	<b>5 528</b> (2 815)
Total des deux espèces	12 033	12 436	13 475	12 704	13 284
Rapport Colvert / Milouin (%)	99 / 01	94 / 06	69 / 31	64 / 36	58 / 42

**Tableau** - Evolution des effectifs de colverts et de milouins (moyennes et écarts-types) en fonction des rigueurs climatiques à la mi-janvier en Dombes, de 1975 à 2006.

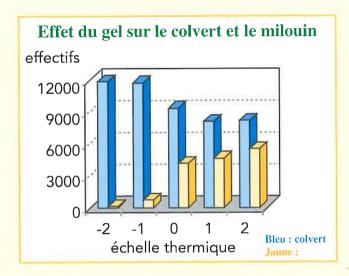
.....



La représentation qui en découle (tableau et figure) montre nettement trois choses, dont l'une au moins n'était pas évidente à priori :

- Les effectifs du Milouin sont très sensibles au gel, les effectifs des hivers « chauds » (rigueur +1 et +2), en moyenne 5000 oiseaux, dépassant d'un facteur 10 ceux des hivers « froids » (rigueur -1 et -2), en moyenne 400 oiseaux; on notera que les hivers « normaux » (indice 0) sont déjà tout à fait aptes à retenir l'espèce.
- Inversement, non seulement les effectifs de Colvert sont relativement peu sensibles aux variations thermiques: entre les classes thermiques extrêmes (de -2 à +2), les effectifs moyens ne diffèrent que de 35%, mais il semble même y avoir une augmentation par temps de gel; s'agirait-il d'un effet de concentration sur les étangs favorables? Corrélativement, le rapport canards de surface / canards plongeurs passe progressivement de 99/01% en hiver très froid à 58/42% en hiver très chaud.
- Enfin, par le jeu de ces mouvements opérant en sens inverses, le cheptel des deux principales espèces de canards hivernant en Dombes reste sensiblement constant par compensation (à +/- 5% près), quelles que soient les conditions thermiques: 12800 +/- 600 oiseaux, ce qui correspond sans doute aux capacités maximales d'accueil (surfaces, tranquillité, nourriture).

Ces résultats permettent d'anticiper les effets du réchauffement climatique sur l'hivernage des deux principaux Anatidés de la Dombes. Dans la mesure où – en hiver – un degré de notre échelle empirique correspond sensiblement à 1°C, le réchauffement prévisible à l'horizon 2030 se traduirait par un déplacement de 5% de la balance Colvert / Milouin. Toutes choses égales par ailleurs, le Colvert perdrait 13% de ses effectifs absolus à la mi-janvier tandis que le Milouin en gagnerait 11%.





Vennb



## 4 - Quel avenir pour la Dombes?

Le constat qui vient d'être dressé amène à nous interroger sur les conséquences prévisibles, non seulement pour les espèces végétales et animales considérées séparément, mais pour l'écosystème dombiste en général, ce qui concerne non seulement les naturalistes, mais tous ceux - pisciculteurs, agriculteurs, chasseurs, etc. - dont les activités ou les loisirs relèvent de la même problématique. Il convient de s'interroger sur les effets de la température sur les cycles biogéochimiques aquatiques, sur la qualité de l'eau et sur l'équilibre nutritif des étangs dont dépendent les poissons et les oiseaux.

# Les processus biochimiques dans l'eau des étangs

Trois constituants sont interdépendants dans les processus physico-chimiques et biologiques aquatiques : la matière organique vivante ou morte, les sels minéraux, les gaz dissous tels que l'oxygène (= di-oxygène, O2) et le gaz carbonique (= dioxyde de carbone, CO2).

En milieu stagnant, la matière organique est produite essentiellement par le plancton végétal (= phytoplancton) grâce au processus de photosynthèse qui utilise l'énergie solaire, le gaz carbonique dissous et les sels minéraux. Cette production ne peut s'effectuer que dans la zone de pénétration de la lumière dans l'eau (= zone photique).

Cette matière organique générée se transforme ensuite à travers toute la chaîne alimentaire. En l'absence d'oxygène, elle se dépose sur les fonds sous forme de vase. En présence d'oxygène dissous, elle est minéralisée (oxydée) par des bactéries qui rejettent du CO2 par un processus de respiration. Les autres constituants chimiques, appelés éléments nutritifs (= nutriments), également concernés par ces processus de production / dégradation, sont l'azote et le phosphore.

L'oxygène nécessaire à la minéralisation bactérienne, mais aussi à la respiration des autres êtres vivants – dont les poissons – provient pour partie de l'oxygène atmosphérique qui pénètre par dissolution à l'interface air / eau, mais surtout du cycle photosynthétique diurne. Par contre, tous les processus de respiration (prise au sens large) sont jour et nuit consommateurs d'oxygène, même si la consommation nocturne est plus faible, en raison d'une température alors plus faible.

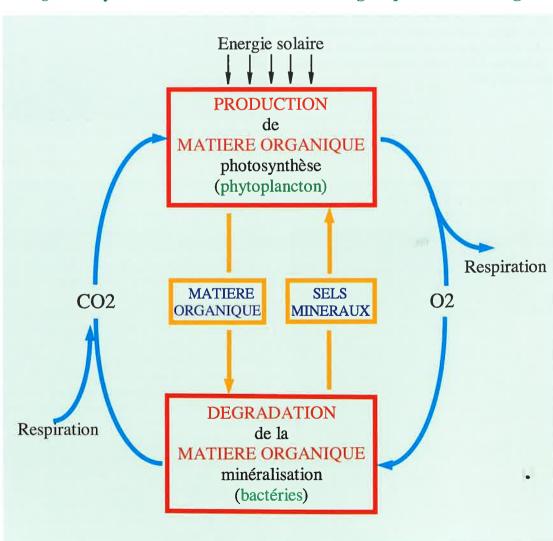


Figure 5 - Cycle du carbone et de la matière organique dans les étangs

# Effets de l'augmentation de la température (en été) sur l'écosystème piscicole

L'origine de l'eau en Dombes, en situation de plateau, est uniquement météorique, rappelons-le. Par voie de conséquence, le niveau de remplissage des étangs dépend directement du bilan hydrique : précipitations / évapotranspiration, assimilable au rapport P / t (P = précipitations, t = température), puisque l'évapotranspiration est en gros proportionnelle à la température. Les effets les plus évidents de l'augmentation de la température en été sont d'une part la baisse du niveau des eaux par évaporation, d'autre part l'échauffement de toute la masse d'eau, les étangs de pisciculture étant peu profonds (comparativement aux lacs ou aux fleuves).

En ce qui concerne l'évaporation, de la valeur 4,2 connue dans les années 1970, le quotient pluviothermique estival (rapport de la somme des précipitations des 3 mois d'été à leur température moyenne) est passé à 3,6 – soit une baisse de l'ordre de 15 % en eau disponible – surtout en août nous l'avons vu, mois à la fois le plus chaud et l'un des plus secs en Dombes.

En ce qui concerne les eaux, la quantité d'oxygène dissous diminue lorsque la température augmente. La baisse est de moitié entre 0°C (15 mg/l) et 30°C (7,5 mg/l). La température agissant aussi sur le métabolisme (= activité chimique et énergétique) des êtres vivants – en gros triplement pour un échauffement de 10°C – la production photosynthétique de matière organique et, bien entendu, celle d'oxygène sont plus fortes, ce qui compense un peu ses pertes physiques par moindre solubilité. Mais, comme dans le même temps, la consommation du même gaz par la respiration est encore plus affectée à la hausse, il en résulte généralement un bilan oxygène globalement négatif.

On se trouve en fait en présence d'équilibres plus ou moins stables entre la production et la consommation d'oxygène, la production et la consommation de la matière organique, la consommation d'oxygène et de sels minéraux disponibles, qui peuvent aussi jouer le rôle de facteur limitant dans des eaux dombistes peu minéralisées sur substrat argileux acide.

Si l'augmentation des températures mensuelles moyennes durant l'été constatée dans les dernières décennies se pérennise, il y a risque de rupture de l'équilibre de l'écosystème étang dombiste, donc d'effets néfastes sur la production piscicole. Dans un premier stade, on peut assister à une augmentation de la production massique du phytoplancton et de la végétation aquatique. Ce développement exagéré peut être encore accentué par l'apport de nutriments exogènes dû au lessivage des terres agricoles du bassin versant. La masse algale morte va se déposer à la surface du sédiment et cet excès de matière organique va entraîner surconsommation d'oxygène par les bactéries, d'où un déficit pour les autres organismes qui vont en pâtir, notamment les poissons.



Le dessèchement estival tranforme l'argile dombiste en "béton'

#### **Encart 3**

# Réchauffement climatiques et problèmes de santé

En ce qui concerne le botulisme – maladie d'origine bactérienne touchant en particulier les vertébrés aquatiques – nous renverrons le lecteur au tout récent numéro 27 de la Revue de l'Académie de la Dombes (chapitre 7, paragraphe 3, Bilan sanitaire) où le thème a été traité; depuis quelques années, cette maladie semble s'ajouter aux autres paramètres écologiques pour décimer les populations de canards nicheurs. Nous parlerons plutôt ici des maladies pouvant toucher l'Homme, envisagées sous la plume de Vincent Tardieu dans un article paru dès 1995 (Le Monde, n° du 23 novembre), avec comme sous-titre: "Une augmentation de 3°C de la température de la planète au cours du XXI<sup>e</sup> siècle provoquerait un décuplement de la population des moustiques dans les zones tempérées", si bien que "le réchauffement climatique modifiera la géographie du paludisme" (contrairement à certaines légendes, le paludisme n'a jamais été endémique en Dombes, hors quelques éventuels cas individuels, même aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles).

Réchauffement, humidification et... tourisme exotique pourraient alors favoriser l'extension du paludisme sous nos latitudes, même si ses conséquences peuvent paraître à priori moins lourdes que sous les Tropiques : "En Grande-Bretagne, il existe déjà quelque 2000 cas importés essentiellement d'Inde et du Pakistan (et) en France 1490 cas similaires étaient notifiés pour la seule année 1990". Malgré leur niveau médical, sont « dans la ligne de mire du parasite : l'Europe, l'Amérique du Nord, la Russie, le Japon, la Chine et l'Australie". Seraient également favorisés des virus comme ceux responsables de la dengue et de la fièvre jaune, maladies auxquelles se sont plus récemment ajoutés la "fièvre du West Nil" (des cas ont été signalés chez des chevaux de Camargue) et le chikungunya (la présence du vecteur a été notée dans les Alpes-Maritimes, en provenance probable de la Réunion, dont l'importante épidémie de 2006 reste dans les mémoires).

#### **Encart 4**

Retour au n° spécial (janvier / mars 2007) de "Pour la Science", pour envisager l'avenir de

## "l'agriculture en Europe sous un climat plus chaud",

avec l'article (pp. 52-55) de Bernard Seguin, directeur de recherches INRA à l'unité Agroclim d'Avignon.

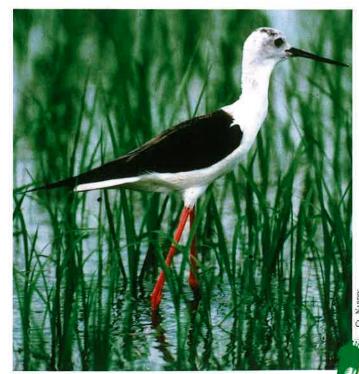
Certes, "les plantes apprécient le dioxyde de carbone (principal gaz à effet de serre) et une augmentation modérée de la température, mais pas du tout les canicules et encore moins la sécheresse". Ainsi, en combinant les effets plus ou moins antagonistes des causes et des conséquences de l'effet de serre – d'autant que les prévisions pluviométriques, pour incertaines qu'elles soient encore, sont différentes pour le sud et pour le nord, même à l'échelle de notre pays - "le rendement des cultures de maïs varierait de + 10 % dans le Bassin parisien, mais de - 16 % pour une culture irriguée dans le Sud-Est".

"Un réchauffement modéré (de l'ordre de 2°C) pourrait être favorable (à l'agriculture) et ne provoquerait qu'un léger déplacement d'équilibre, restant dans les capacités d'adaptation presque traditionnelles. En revanche, il est difficile de cerner les conséquences d'un réchauffement avoisinant les 4 à 5°C, qui provoquerait sans doute des ruptures significatives". Dans le second scénario (qui, pour l'instant, semble davantage correspondre à la réalité dombiste), on pourrait "faire remonter (vers le nord ou en altitude) certaines cultures, ou en introduire de nouvelles au sud. A l'échelle de l'Europe, le pois et le colza remonteraient jusqu'en Scandinavie, le maïs, le soja et le tournesol s'étendraient vers la Grande-Bretagne, les Pays-Bas ou le Danemark, ainsi que vers l'est, en Pologne par exemple. Au sud, on pourrait cultiver le coton et l'arachide"... et le riz dans les étangs de Dombes, éventuellement ? En fait, "la fertilité des épillets de riz décroît fortement au-delà de 34°C (même sur de courtes périodes), et la viabilité du pollen de maïs baisse au-delà de 36°C. Ces optima sont souvent déjà atteints, voire dépassés, dans le sud de la France".

Enfin, et même si cela concerne moins la Dombes que d'autres régions de Rhône-Alpes, l'avenir des plantes pérennes (comme les arbres), comparées aux plantes annuelles (comme la plupart des cultures), paraît encore plus menacé, dans la mesure où les premières intègrent davantage les aléas climatiques à terme : ne voit-on pas aujourd'hui seulement des arbres dépérir dans nos parcs ou même en forêt, dont le stress hydrique remonte en fait à la canicule de l'été 2003 ?

Progressivement va apparaître une séparation entre les eaux superficielles bien oxygénées de la zone photique et les eaux plus profondes moins riches en oxygène dissous. Quant aux sédiments organiques, ils deviennent le siège de fermentations dans ce contexte anaérobie (= pauvre en oxygène vital). Ce déséquilibre nutritif, engendré par la prolifération des organismes autotrophes, se nomme dystrophisation; il peut se traduire par un dysfonctionnement complet des cycles physicochimiques et biologiques du milieu aquatique: les étangs "tournent".

A plusieurs titres, ces constats sont inquiétants pour la santé des étangs en général, la faune sauvage et piscicole en particulier. En effet, si la tendance au réchauffement estival se confirme, non seulement les étangs vont connaître au coeur de l'été des eaux plus basses, réchauffées, désoxygénées, d'où risques sanitaires comme le botulisme ou d'autres maladies (cf. encart 3), mais l'écologie des espèces, végétales ou animales, sera perturbée pour les plus sensibles d'entre elles. En tous cas, on évitera à cette période critique de l'année de trop bien nourrir les étangs, par exemple par épandage de fumier, dont la richesse en azote ammoniacal ne saurait que générer un "bouillon de culture" asphyxique puis toxique, nocif aux espèces connectées par les chaînes alimentaires (micro-organismes, plancton, insectes, vertébrés).



L'Echasse blanche bénéficie probablement du réchauffement estival en Dombes



En outre, si l'évolution pluviale se confirme, le régime saisonnier sera de moins en moins propice aux périodes de pêche et de remise en eau, avec des pluies d'automne trop tardives pour "nourrir" le poisson, mais trop précoces pour remplir les étangs ; un hiver et un printemps relativement secs ne peuvent alors pas grand chose pour restaurer la situation et sauver la mise. Les seuls bénéficiaires de cette évolution pourraient être les oiseaux limicoles, qui hantent volontiers les bordures marécageuses et vaseuses découvertes par le retrait des eaux.

La partie non aquatique de l'écosystème dombiste ne restera pas à l'écart de la tendance générale, car la notion de bilan hydrique concerne aussi les plantes terrestres en général, et les cultures en particulier ; des baisses de production agricole sont d'ores et déjà prévisibles pour les plus gourmandes en eau (cf. encart 4).

Face à de telles évolutions, la tentation pourrait être alors grande d'artificialiser les étangs pour contourner la double pénalisation hydrique et thermique : oxygéner les étangs par insufflation d'air et forer des puits (comme les maïsiculteurs) pour accéder à la nappe phréatique et remonter les niveaux

d'eau. Dans le premier cas, il y a consommation d'énergie; dans le second, on court le risque de perturber l'équilibre hydrominéral des étangs, car l'eau profonde de la Dombes est "bressane" et contient plus de calcium que l'eau pluviale.

A ce point, et sauf à se voiler la face, tous les acteurs dombistes doivent se sentir concernés pour adopter des comportements réalistes et solidaires, encadrés par les droits coutumier et général, afin d'harmoniser et d'équilibrer les intérêts de chacun dans un cadre élargi. Pour leur part, les scientifiques de la Fondation Pierre Vérots sont heureux d'apporter aux Dombistes les informations utiles au propos, suite à une analyse des données obtenues de Météo France. Plus généralement, au delà des enseignements nécessaires à la gestion de son propre domaine, la Fondation Vérots se tient à la disposition de ceux qui souhaiteraient aborder le dossier dans une optique de développement et de gestion durables.

A Praillebard, juin 2007,

Philippe RICHOUX et Philippe LEBRETON

