



HAL
open science

L'incidence du changement climatique sur la sylviculture, et l'adaptation de la forêt au changement climatique

Philippe P. Rozenberg

► **To cite this version:**

Philippe P. Rozenberg. L'incidence du changement climatique sur la sylviculture, et l'adaptation de la forêt au changement climatique. Le changement climatique en Touraine et dans la région, Société d'Etude, de Protection et d'Aménagement de la Nature en Touraine (SEPANT). FRA., Nov 2015, Tours, France. hal-02740160

HAL Id: hal-02740160

<https://hal.inrae.fr/hal-02740160>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Touraine Nature

Hors-série – février 2016



Le changement climatique en Touraine et dans la région

Actes de la conférence-débat

Mardi 10 novembre 2015
20h, salle Thélème à Tours



Laurine AUBERT-FUDALA – Sténotypiste de Conférences
800, avenue de la Grille Dorée - 37400 Amboise
02 47 57 73 76 - 06 63 15 28 36
laurine.aubert@free.fr

Publication SEPANT
Imprimé sur Papier recyclé
ISSN 1961-3083

**SEPANT- Société d'Etude, de Protection et
d'Aménagement de la Nature en Touraine**
8 bis, allée des Rossignols - 37 170 Chambray-lès-Tours
☎ : 09 77 38 61 75
sepant@wanadoo.fr - www.sepant.fr

Présentation de la conférence-débat sur le changement climatique en Touraine et dans la Région – Tours – Salle Thélème – 10 novembre 2015

Avant-Propos

L'année 2015, marquée par la préparation puis la tenue à Paris – Le Bourget de la 21^{ème} Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (« COP 21 ») a été marquée par une forte intensité des débats et réflexions sur les questions liées au climat et à son évolution rapide, sous l'effet principalement de l'action humaine. La SEPANT (Société d'étude, de protection et d'aménagement de la nature en Touraine », qui se consacre depuis 1966 à la connaissance de l'environnement et à la défense de la nature en Indre et Loire, a souhaité que la Touraine ne reste pas en dehors des débats en cours, et a organisé une conférence-débat centrée sur l'effet du changement climatique dans la région. Pour cela, elle a noué des contacts avec un certain nombre de scientifiques des institutions tourangelles et ligériennes, invités à exposer (selon le principe de la communication scientifique au grand public) les observations scientifiques sur le changement climatique dans leur domaine de compétence, et situées régionalement. La plupart ont accepté de participer sur la base de ce « cahier des charges », et on trouvera ci-après les Actes de cette conférence-débat. Celle-ci a été animée avec talent par un journaliste spécialisé dans les questions d'environnement, Yves Leers, qui est notamment le récent co-auteur de « menaces sur le vin », un ouvrage récent analysant l'impact du réchauffement climatique sur la production viticole¹.

Cette manifestation a bénéficié du partenariat de l'Université François Rabelais, dont le Président Loïc Vaillant a tout de suite soutenu l'initiative de la SEPANT, insérant la conférence-débat dans la quinzaine de manifestations pour le climat (ClimaTours), organisée à l'Université par Thomas Thuillier, vice-président étudiant chargé des relations avec les associations, et Mathilde Gralepois, enseignante-chercheuse, chargée de mission au développement durable auprès de la Présidence de l'Université. Un partenariat a également été noué avec l'Association étudiante pour la Protection de la Nature et de l'Environnement (APNE). Un soutien important a été apporté par le Conseil régional Centre-Val de Loire, qui a accordé son label COP 21, ainsi qu'un soutien financier dans le cadre des manifestations de mobilisation pour l'écologie. Qu'il en soit remercié, ainsi que Laurine Aubert-Fudala, qui a assuré la sténotypie et la restitution des interventions.

S'il a fallu beaucoup « mouiller la chemise » pour monter cette conférence-débat, la satisfaction a été grande, pour la SEPANT, en raison d'une part de la qualité d'ensemble des interventions, d'autre part de la présence du public : plus de 350 participants, ce qui est inédit à Tours, pour un événement sur l'environnement... Merci, donc, aux intervenants et aux participants, pour cette soirée passionnante du 10 novembre 2015. Le débat sur le climat va se poursuivre, pour la SEPANT, en 2016, notamment dans le cadre des conférences organisées pour le 50^{ème} anniversaire de l'association.

Pierre RICHARD
Président de la SEPANT

- Ouverture de séance à 20 heures -

¹ Avec Valéry Laramée de Tannenberg, aux Editions Buchet-Chastel

M. Pierre RICHARD.- Permettez-moi de vous saluer, au nom de la SEPANT, avec le Président de l'Université M. Loïc VAILLANT qui nous accueille dans la salle Thélème. Je voulais vous dire quelques mots de bienvenue, je suis assez impressionné de vous voir ici présents aussi nombreux.

La SEPANT est une association de défense de la nature et de l'environnement, créée en 1966 par le Professeur Vincent Labeyrie, qui était un des pionniers des études scientifiques en écologie en France. Considérant que la question climatique était une des questions essentielles concernant l'environnement aujourd'hui, la SEPANT a souhaité essayer de faire le point sur ce qu'était le changement climatique en Touraine et dans la région, au sens du grand Ouest, sans isoler la Touraine des secteurs voisins.

Pour ce faire, elle a fait appel à l'Université, à un certain nombre d'enseignants chercheurs, chercheurs, ingénieurs, qui peuvent nous communiquer les résultats de leurs observations et de leurs recherches les plus récentes, sur le front de la connaissance, pour nous faire profiter de leur savoir, en prenant le point de vue local. En effet, en écologie, on va toujours du local au global et du global au local.



Photo : SEPANT

Il est intéressant de nous dire quels sont les impacts chez nous, car ce n'est pas seulement au Groenland avec la fonte des glaces, ou dans l'Océan Pacifique avec les îles qui vont être noyées par la hausse du niveau marin, c'est également en Touraine qu'il se passe quelque chose en matière de changement climatique. C'est ce qu'essaieront de nous présenter les orateurs présents.

Je remercie l'Université, l'APNE, association étudiante qui nous a aidés dans cette opération, le Conseil régional qui a soutenu cette manifestation et qui est représenté ce soir par son vice-président Gilles Deguet, et tous les bénévoles et les personnels de la SEPANT qui se sont investis, ainsi que les adhérents, qui sont ici pour nombre d'entre eux.

Je rappelle également que cette manifestation s'inscrit dans une quinzaine d'actions sur le climat de l'Université François Rabelais : nous sommes heureux de nous insérer ainsi dans un calendrier extrêmement riche, qui j'espère vous intéressera les uns et les autres.

Je passe la parole au Président Loïc VAILLANT.

Pr Loïc VAILLANT.- Mesdames et messieurs les élus du Conseil Régional, Monsieur le maire adjoint de Tours, Monsieur le Président de la SEPANT, cher Pierre Richard, chers étudiants de l'association étudiante APNE de défense de la nature et de l'environnement, Mesdames, Messieurs, chers amis, je suis très heureux que vous soyez nombreux pour cette conférence, qui s'intègre dans notre quinzaine consacrée au changement climatique, dans le cadre de la COP21, qui aborde tous les sujets du changement climatique, en particulier les changements potentiels sur notre vie quotidienne en Touraine ou dans notre région.

Je suis également très heureux de faire des choses avec la SEPANT : car Pierre Richard l'a rappelé, nos liens sont anciens, liés au créateur de la SEPANT, Vincent Labeyrie, qui a aussi créé le département d'aménagement, tout en contribuant à créer l'Institut de recherche et de biologie de l'insecte. C'était un universitaire important pour l'écologie mais aussi pour l'Université.

La SEPANT fédère également un certain nombre d'associations et vous êtes ici nombreux, beaucoup d'entre vous sont déjà engagés concrètement dans des actions de défense de l'environnement.

La SEPANT et l'Université François Rabelais de Tours entretiennent des collaborations pédagogiques, notamment des encadrements d'étudiants, des suivis de mémoires d'étudiants, dans le domaine de la gestion des eaux, de l'environnement, de l'aménagement. Nous avons également des collaborations scientifiques, je rappelle ici l'importance du partage de données, la compilation de connaissances, locales, environnementales, notamment en matière de gestion des inondations.

On le sait, dans le domaine de l'environnement, du réchauffement climatique, tous les gestes comptent. L'Université François Rabelais s'est fortement engagée dans ce domaine depuis cinq ans, avec le point fait par ma collègue chargée de mission sur le développement durable, intitulé : « 60 actions en 5 ans », 60 actions concrètes qui ont été menées par l'Université et qui pouvaient être considérées comme exemplaires.

Elles s'inscrivaient dans le domaine de la politique énergétique, allant de la rénovation des bâtiments à l'amélioration du comportement des étudiants avec l'eau et l'électricité, mais aussi des actions très



Photo : SEPANT

simples de meilleure utilisation de l'eau, de recyclage ou d'utilisation de substances réfrigérantes qui évitent d'utiliser de l'eau.

Le deuxième point concernait la réduction des déchets, avec là aussi des modifications importantes des comportements, avec des collaborations plus fortes avec la Ville de Tours, Tour(s)plus et le CROUS.

Nous évoquons le domaine de la mobilité, avec ses différents aspects,

pour favoriser les mobilités douces, que ce soit le vélo avec l'installation de

parkings à vélo, des recherches sur le vélo électrique, ou encore la prise en charge d'un abonnement à Fil Bleu pour utiliser les transports en commun.

Un autre aspect que je souhaite rappeler, même si nous n'en parlerons pas ici ce soir, est l'aspect social du développement durable : des étudiants ont créé une association appelée « les Halles de Rabelais », qui lutte contre le gaspillage alimentaire et mène une action sociale de type banque alimentaire pour des étudiants en situation de précarité.

C'est dans le cadre de ClimaTours qu'a lieu cette conférence, je suis très heureux que nous le fassions ensemble. Quand Pierre Richard est venu me demander l'autorisation d'organiser cette conférence, j'ai tout de suite proposé que cela s'inscrive dans le cadre de notre Quinzaine ClimaTours.

J'en profite pour annoncer les prochains événements : mercredi 18 novembre aura lieu en avant-première la projection du film Demain, film officiel de la COP21, en présence des deux réalisateurs Cyril Dion et Mélanie Laurent. Vous êtes aujourd'hui ici pour apprendre beaucoup de choses sur le quotidien, je suis sûr que je vous retrouverai la semaine prochaine pour débattre de demain.

(Applaudissements)

Mlle Maeva ROUSSEL, APNE.- Je suis l'une des nouvelles co-Présidentes de l'association APNE, l'association universitaire pour la protection de la nature et de l'environnement. Cette association

conduit des projets sur les différents sites universitaires : un des adhérents est sur le site des Deux Lions, une autre sur le site des Tanneurs et moi-même sur le site de Grandmont.

Nous organisons surtout des actions de sensibilisation de la population sur les problèmes environnementaux et nous conduisons des projets particuliers. Sur le site de Grandmont, nous avons un potager, nous organisons des ventes de paniers de légumes et de fruits de production locale et biologique. Nous avons également une ruche et nous proposons des formations pour gérer les potagers et les ruches. Nous avons aussi un projet de projection de film.

Si cela vous intéresse, n'hésitez pas à rejoindre notre association, nous vous accueillerons avec plaisir.

(Applaudissements)

M. Yves LEERS.- Bonjour à tous, je suis journaliste et consultant sur les questions d'environnement et de climat. C'est bien de vous voir aussi nombreux ce soir, ce n'est pas toujours le cas dans ce genre de manifestations.

Le climat et l'environnement, c'est aussi la biodiversité, la pollution de l'air, il y a plein de choses à ne pas oublier pour que ce ne soit pas un chapeau où tout s'oublierait. Tout à l'heure, M. Pierre Richard m'a emmené Place Plumereau et j'ai constaté une anomalie, comme on en constate pas mal en ce moment : aujourd'hui, il faisait 15 degrés. Sur la place Plumereau, on avait l'impression d'être en Espagne, tout le monde était dehors. Le 10 novembre, ce n'est pas si fréquent ! C'est vraiment une anomalie.

On sait depuis hier, par l'office météorologique mondial, qu'on est déjà à +1°C par rapport à l'ère préindustrielle. On était à +0,8 ou 0,9°C, mais les +1°C ont été confirmés, juste avant la COP21 comme par hasard ! En France, on est à beaucoup plus, entre +1,5 et +1,6°C, avec des disparités entre l'est et l'ouest. L'ouest se réchauffe plus rapidement que l'est, sauf les Alpes qui se réchauffent très rapidement, avec la fonte des glaciers.

Le réchauffement est en marche, la question qui se pose à la COP21 est de stopper, non pas le changement climatique, mais l'accélération du changement climatique. C'est ce qui est dans nos mains. Ce n'est pas seulement dans les mains des négociateurs, qui sont des diplomates, qui discutent sur les crochets et les parenthèses, cela dépend aussi de nous, des villes, de la circulation automobile.

Ces promesses des pays pour la COP21 font que l'on n'arrive pas à +2, mais à +3°C. Plus on attend, plus ce sera difficile, puisque le changement climatique actuel est en route pour les 20 ou 25 prochaines années. C'est écrit dans le ciel, dans le carbone.

C'est l'effort d'aujourd'hui qui va conditionner ce qui va se passer après 2030. Si l'effort est insuffisant aujourd'hui, il faudra qu'en 2030, l'effort soit deux fois plus important car la courbe continuera à monter. Il n'est pas évident que l'effort soit beaucoup plus important à ce moment.

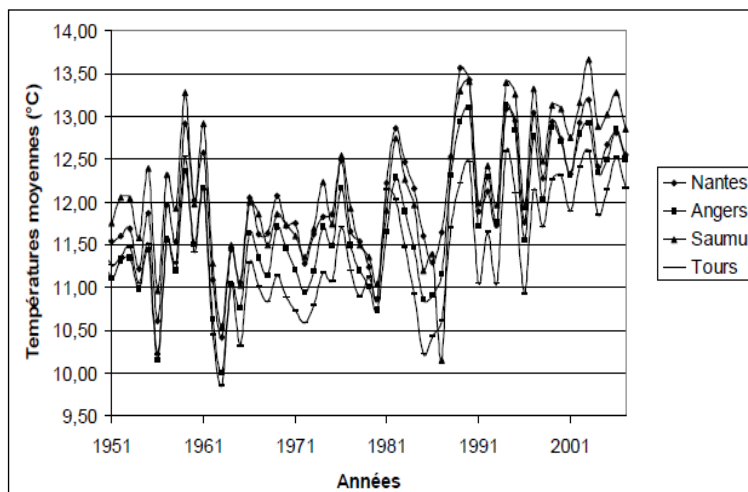
Nous allons démarrer cette soirée très riche par l'intervention de M. Alain Genin, géographe, qui va nous expliquer la réalité du changement climatique dans la région, le grand Ouest au sens large.

LA REALITE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN TOURAINE ET DANS LE GRAND OUEST FRANÇAIS

M. Alain GENIN.- Je suis enseignant chercheur en géographie à l'Université François Rabelais, je m'intéresse au climat.

J'ai indiqué quelques éléments géographiques, parce qu'à l'Université, on ne travaille plus seul, mais dans des équipes de recherche, qui ne sont pas toujours à Tours mais aussi dans d'autres universités françaises. Il y a toute une série de travaux avec des équipes à Rennes, Paris, dans le sud de la France. Je travaille surtout sur le méditerranéen.

Pour le Val de Loire, une première courbe montre les grandes villes du Val de Loire, Nantes, Angers, Tours, Saumur : on voit la tendance au réchauffement que l'on retrouve dans tout le pays et au-delà, et dans le grand Ouest, en Touraine. Des tests statistiques très précis et complets montrent que c'est à la fin des années 1980 que s'exprime de manière plus manifeste ce réchauffement, avec des



Données : Météo France, stations automatiques de Nantes, Angers, Saumur et Tours (1951-2007)

différences spatiales : un peu plus tôt à Nantes, un peu plus tardivement à Tours (en 1987).

Un étudiant de Tours a fait une thèse sur la pollution à l'ozone avec une étude comparée Tours/Orléans et a mis en avant ce moment de rupture. C'est quelque chose que l'on retrouve au-delà de la Touraine : cette accumulation de carbone donne son plein effet au bout d'un siècle. Il y a accumulation et à un moment, un seuil est franchi et on saisit d'un coup que le réchauffement s'avère net, alors que c'était auparavant beaucoup plus insidieux.

A Angers, on constate 1,2°C de plus ; à peine 1°C à Saumur, 0,8°C à Tours : ce n'est pas tout à fait la même intensité partout. Cette carte vous montre qu'entre les minima, les maxima et les moyennes, il y a aussi des différences spatiales.

Station météorologique	Série	Evolution de l'IF
Nantes	1950-2010	+1,2°C **
Angers	1950-2010	+1,4°C **
Saumur	1950-2010	+0,7°C
Tours	1950-2010	+0,6°C
Orléans	1950-2009	+0,8°C
Châteauroux	1950-2009	+1,1°C *
Bourges	1950-2009	+1,2°C **

* p<0,05 ** p<0,01

Evolution de l'indice de fraîcheur des nuits
(Source des données : Météo-France)

A Nantes, les minimales ont davantage progressé qu'à Orléans, malgré le réchauffement l'océanité et la continentalité jouent toujours : les maximales augmentent le plus à l'intérieur du Val de Loire vers l'est, Orléans, Romorantin, Châteauroux, alors qu'à l'ouest, à Nantes et Angers, ce sont plutôt les minimales.

Il existe d'autres indicateurs plus complexes qui apportent des indications nombreuses sur le phénomène du

réchauffement. Des résultats d'études statistiques entre 1960 et aujourd'hui montrent l'augmentation des deux indicateurs : le nombre de jours chauds s'accroît, ainsi que le nombre de nuits chaudes. Vous pouvez retrouver pour Tours le détail dans le bulletin n°43 de la SEPANT.

Un autre indicateur est l'indice de fraîcheur des nuits : il a augmenté partout. Là aussi, ce sont des calculs statistiques assez complexes. Il n'a augmenté significativement qu'à Nantes, Angers, Châteauroux et Bourges, ce n'est pas le cas pour Saumur, Tours et Orléans, mais cette évolution est tout de même bien marquée.

On constate aussi que l'évolution n'est pas uniforme entre les quatre saisons. C'est la température estivale qui augmente le plus nettement, le nombre de jours où la température maximale est supérieure à 25 degrés a assez fortement augmenté. Pour Nantes, c'est 17 jours de plus, pour Saumur c'est 21 jours de 1950 à 2010.

Quand on parle de changement climatique, le plus symptomatique est le réchauffement. On arrive à bien le montrer, on en a actuellement des signes tangibles. En revanche, pour la pluviométrie, on n'a rien de tangible et il n'y a pas d'évolution significative. Ce n'est pas propre à la Touraine ou au grand Ouest. Il y a deux ans, j'ai fait faire un mémoire de Master 1 à Tours sur le méditerranéen et là aussi, il a bien signalé que l'on n'a pas d'évolution significative au niveau pluviométrique, que ce soit pour les précipitations annuelles, saisonnières, ou sur la période d'avril à septembre. Cela pose des problèmes, notamment dans les modélisations.

Un signe moins marqué mais net également concerne l'installation et le déplacement d'espèces. C'est plus difficile à étudier que le réchauffement, car les espèces ne se déplacent pas aussitôt parce qu'il fait plus chaud ou plus froid. Il y a un temps d'inertie, de latence, sauf pour certaines espèces plus sensibles. Il n'y a pas d'étude documentée pour la Touraine, on manque d'études, même si des associations font un travail remarquable, par exemple les associations de type LPO pour les oiseaux. La hausse des températures et les sécheresses qui vont avec poussent également les plantes à se déplacer vers le nord.

Le héron garde-bœuf, qui était plutôt dans le sud de la France il y a quelques décennies, est remonté jusqu'en Brenne, à la faveur de la montée des températures. Quelques espèces de papillons et de libellules en profitent aussi.

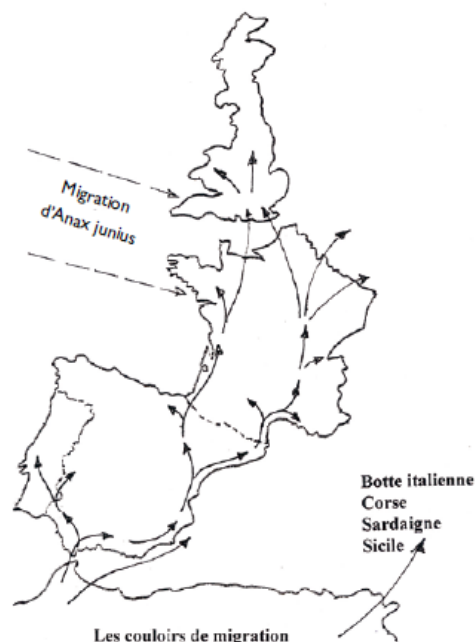
On trouve aussi des espèces de champignons méridionaux, thermophiles, qui s'installent par ici : il semblerait que l'orange, l'amanite des Césars, ne se trouvaient pas dans la région d'Amboise il y a une trentaine d'années, alors qu'on les y trouve aujourd'hui.

Certains aspects sont bien documentés sur les oiseaux migrateurs : j'ai pris l'exemple de la huppe fasciée, en augmentation nette dans nos régions et en France. Dans le Limousin, on a constaté une hausse de 80 % entre 2002 et 2011. Ce n'est pas vraiment la hausse qui est un marqueur, parce que la population de la huppe fasciée avait beaucoup baissé partout dans les années 1990 en France : l'augmentation est-elle due à un rattrapage ou au réchauffement climatique, on ne sait pas trop. En revanche, le travail fait pour l'Atlas des oiseaux permet d'affirmer qu'il y a extension en altitude de son territoire dans le Limousin : 673 mètres était le contact le plus élevé en 1986, en 2006 c'est remonté à 870 mètres et il semblerait que cela continue à s'élever légèrement. C'est plus précis scientifiquement et cela donne une bonne indication.

Il y a beaucoup d'observations et de ressenti, mais pas assez de véritables protocoles scientifiques.

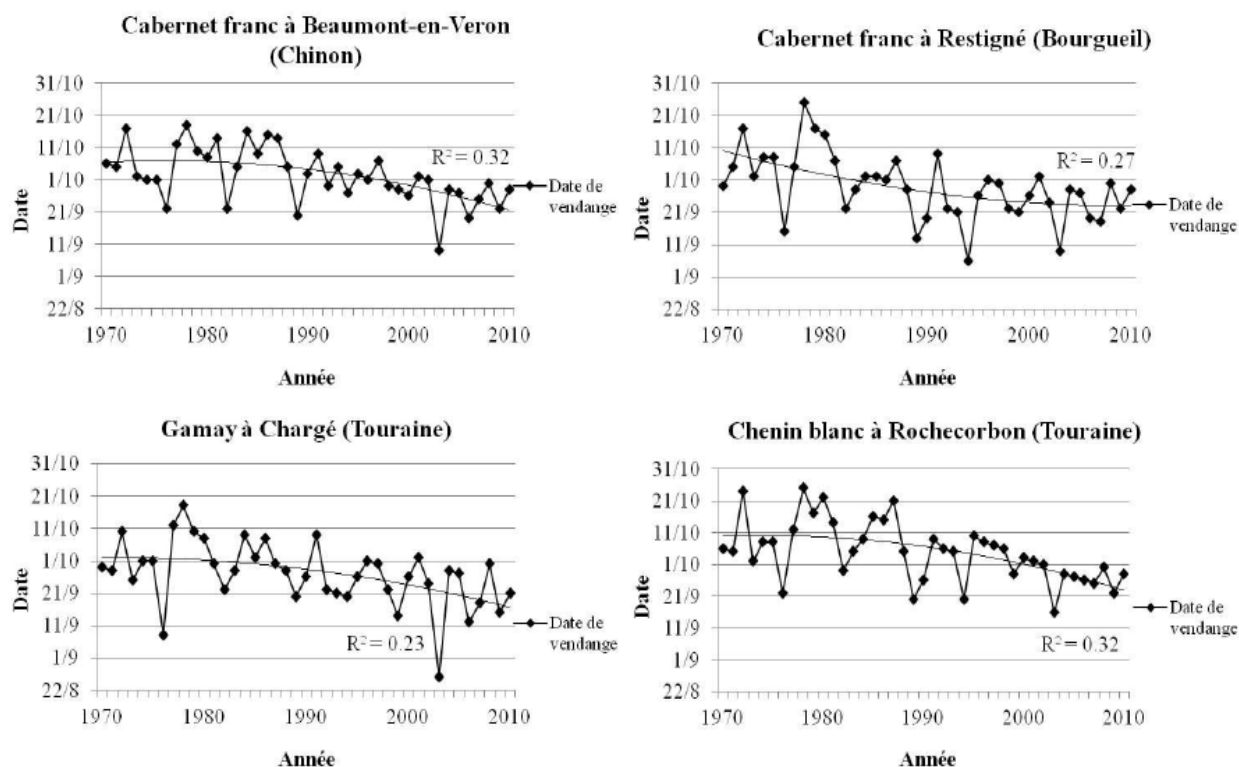
Les libellules afrotropicales poussent depuis le nord de l'Afrique, le sud de l'Ibérie, et ont deux couloirs de migration préférentiels, la vallée du Rhône et le long de la façade atlantique. Certaines passent en Touraine maintenant et y stationnent un peu. Il n'y a pas d'installation, mais certaines de ces libellules afrotropicales qui sont passées par ces voies de migration sont installées dans le sud de l'Angleterre.

J'évoque l'indice de Huglin car le changement climatique a été bien documenté sur la viticulture. Ce changement a beaucoup d'incidence sur le vignoble et la vigne. Cet indice de Huglin divise les climats viticoles en 6 classes, de très frais à très chaud. Par exemple, Saumur était classé dans le frais, mais a évolué très nettement de 1950 à 2010. L'augmentation est très significative au cours de ces 60 dernières années. Notre région est passée d'un climat plutôt froid au sens de cet indice à un climat plutôt tempéré, qui était alors celui de Bordeaux, voire nettement amélioré.



Tout cela a des conséquences sur les dates de vendanges.

Cela a été documenté dans 4 parcelles de vignobles tourangeaux, deux pour la Touraine, une pour le Chinon et une pour le Bourgueil. Les courbes sont très parlantes, les dates de vendanges ont diminué de 20 à 25 jours en 30 à 40 ans.



Evolution de la date de vendange pour quatre parcelles, situées dans le Val de Loire, de 1970 à 2010
 Source : Laboratoire de Touraine

Le changement climatique est là, surtout dans sa composante réchauffement, en Touraine, dans le Val de Loire et le grand Ouest. Il y a des indices significatifs. La spéculation et la modélisation permettent d'aller plus loin, mais j'en suis resté à tous ces marqueurs et ces indices qui montrent clairement le réchauffement climatique, contrairement à ce que disent les climatosceptiques.

Le réchauffement climatique est en marche partout dans le monde et les études montrent que si l'on avait la chance incroyable de pouvoir arrêter totalement le relargage de gaz à effet de serre d'origine anthropique, malgré cela, le réchauffement climatique continuerait pendant 200 à 300 ans. On l'a lancé parce que le phénomène date d'un siècle ou un siècle et demi. Cette inertie thermique du climat et de la machinerie complexe fait que l'on est réellement dans le réchauffement.

(Applaudissements)

Mme Simone BARREAU.- Je voulais connaître les conséquences sur l'eau, l'eau souterraine.

M. Alain GENIN.- Vous parlez des conséquences sur la qualité et les niveaux des eaux, le débit dans les rivières, la hauteur des nappes phréatiques ? Là aussi, des études ont été conduites, notamment par le BRGM*. Dans les nappes phréatiques, on constate une baisse assez significative, mais ce n'est pas propre au grand Ouest et à la Touraine. Il est difficile de démêler la part de la nature et la part de l'homme, c'est toujours le problème des études écologiques. C'est une imbrication complexe à démêler, parce que dans les nappes phréatiques, il y a l'utilisation par les villes, par l'agriculture...

M. Yves LEERS.- 70 % de l'eau est utilisée pour l'agriculture.

M. Alain GENIN.- Cela fait assez longtemps qu'il y a cette imbrication entre le jeu des lois de la nature et l'action et l'aménagement anthropique, si bien que parfois on a pris des choses pour parfaitement naturelles alors que l'action de l'homme avait déjà une influence considérable.

Il semble de toute façon qu'il y ait un impact sur les débits, sur les niveaux, mais on ne peut pas être très catégorique là-dessus. Par exemple, dans les nappes, il y a eu des baisses significatives avec des années de sécheresse, et puis des moments humides, une série d'hivers humides, avec de bonnes pluies, où les nappes et les sols ont pu se recharger. On a du mal à faire des études de tendances qui permettraient de dire vraiment que ce serait dû au réchauffement climatique.

M. Yves LEERS.- Dans le reste de la France, dans le sud, en particulier sur la vallée du Rhône, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée a déjà fait des calculs par rapport à la fonte des glaciers. On sait que ce qui nous attend n'est pas drôle. D'autres pays comme l'Espagne souffrent déjà fortement du manque de pluviométrie.

M. Alain GENIN.- Si je m'éloigne de la situation actuelle et que je prends les modélisations et les perspectives, en effet, une carte de 2070 existe avec une modélisation des débits des rivières et une carte très géographique des régions françaises où ces débits auront le plus changé significativement. Apparemment, selon cette carte de 2070, ce n'est pas en Touraine et grand Ouest qu'il y aura le plus d'impact.

Intervention.- Certains types de cultures et d'agriculture jouent sur les nappes phréatiques.

M. Alain GENIN.- En effet, certains types de culture ont plus d'effet sur les nappes phréatiques. La culture du maïs est très consommatrice d'eau, parce que le maïs vient d'un climat chaud et humide. Il faut beaucoup arroser, si bien qu'il y a une petite tendance à la diminution de la culture du maïs en France, parce qu'elle est trop fortement consommatrice. On a tous vu ces arrosages d'été, dans les plaines, qui sont responsables de la baisse des nappes phréatiques, mais je dis bien qu'il ne faut pas non plus d'affolement. Il ne faut pas être dans l'optimisme naïf, mais pas non plus dans le prophétisme apocalyptique. Il faut garder la juste mesure.

M. Yves LEERS.- Le maïs est une plante tropicale !

M. Dominique BOUTIN, vice-président de la SEPANT.- En 1999, j'avais fait un premier travail sur le changement climatique en Touraine à propos de la viticulture. Plusieurs tendances avaient été faites, que j'avais relevées à l'époque, peut-être excessives, notamment la notion de tropicalisation du climat, avec la disparition des saisons intermédiaires, printemps et automne. Cette année c'est très clair pour

l'automne, on va passer de l'été à l'hiver. Cela s'est reproduit un certain nombre de fois. On part sur deux saisons et non plus sur quatre. Est-ce-que cette tendance se poursuit ?

Une autre chose que j'avais remarquée, qui pose un vrai problème pour la viticulture, est que tous les mois se réchauffent, sur 50 ans, mais que les mois d'avril ont tendance à descendre en température moyenne, au contraire, avec le problème du risque de gel. Autant la chaleur pourrait favoriser la viticulture, autant c'est la catastrophe si les mois d'avril deviennent de plus en plus froids.

M. Alain GENIN.- En effet, la viticulture est plus complexe que ce que j'ai dit rapidement. Les études sur la viticulture conduites dans le Val de Loire sont en fonction de cette évolution générale de la viticulture. Il n'y a pas qu'en Touraine qu'il y a eu des études, il y en a dans le sud de la France, en Champagne, où les vignerons ont payé de grosses études topo-climatologiques, parce que cela inquiète. Les anglais pensent à faire du Champagne ! En Allemagne aussi ! Bien sûr, l'appellation « Champagne » restera sur ces terroirs, mais ils sauront très vite fabriquer aussi de bons vins équivalents à des champagnes et s'ils n'ont pas de vignerons, ils en feront venir des Français à grand prix.

Il y a des questions très importantes. Dans le Languedoc aussi, une étude de modélisation sur la syrah, un cépage languedocien costaud, montre qu'avec le réchauffement climatique, la Touraine pourra peut-être récupérer la syrah et la Bourgogne d'ici 2050 ! Il y a vraiment des études.

D'ailleurs, les premières études ont été payées par la viticulture et la sylviculture. J'étais membre d'un jury de thèse à Limoges sur les forêts, et le jury comptait un représentant des propriétaires forestiers privés, parce qu'il existe une inquiétude sur le Limousin, la sylviculture, les forêts de sapins, d'épicéas. Dans la modélisation carbophile* pour 2050-2070, les groupements végétaux de type méditerranéen, bien plus thermophiles, viennent recouvrir tous ces territoires du Limousin.

M. Yves LEERS.- Nous allons passer à l'agriculture avec l'intervention de M. Bruno Saillet, ingénieur, agriculteur, chef d'exploitation de Tours-Fondettes Agrocampus.



Photo : SEPANT

CLIMAT ET AGRICULTURE : L'EXEMPLE DU PROJET « PLAN CLIMAT DE TOURS-FONDETTES AGROCAMPUS »



Photo : SEPANT

M. Bruno SAILLET. - J'ai été plus de 20 ans agriculteur, pour devenir maintenant responsable de l'exploitation Tours Fondettes Agrocampus, c'est-à-dire le lycée agricole.

On m'a demandé d'intervenir ce soir, parce que notre projet a intégré ces questions il y a déjà deux ans. J'ai quelques indicateurs du ministère, sur ces impacts du dérèglement climatique.

Notre exploitation est périurbaine, avec du mitage au niveau des terres et des habitations. Nous avons 350 hectares, dont 320 de surface agricole utile. Pour que les élèves voient plusieurs systèmes, nous avons installé un système en agriculture conventionnelle et un autre en agriculture biologique. Sur les deux systèmes, lors de la conception de notre projet et de notre projection du lycée Tours Fondettes Agrocampus, nous sommes partis sur les questions de bas niveau de carbone. En agriculture biologique, ce sont des ovins.

Nous avons aussi de l'horticulture et de la viticulture à Chinon. Pour couronner l'ensemble et faire le lien, nous avons une ferme pédagogique en démarrage.

Notre plan s'insère dans un projet plus global, qui n'est pas uniquement le plan climat. C'est un projet agro-écologique qui nous a été demandé par le ministère pour que les lycées soient le fer de lance de ces réflexions sur l'agro-écologie. Dans le cadre de l'agro-écologie, il nous a paru important de réfléchir aux conséquences liées au climat. Cela fait partie des clefs : santé et sécurité au travail, plan climat, plan bio et préservation des ressources naturelles. Ce que je vais présenter est donc un petit bout du projet.

Nous avons une agriculture à bas niveau de carbone, dans les deux systèmes, conventionnel et biologique.

Pour l'agriculture conventionnelle, nous avons voulu réfléchir à des questions liées à des semis directs, pour éviter les passages, les sols à nu, mais aussi à des itinéraires bas intrants. Aujourd'hui, la meunerie exige des blés à 11 % de protéines, qui obligent à mettre des doses d'engrais et d'azote très importantes pour obtenir ces 11 % : quelle stratégie pourrait-on mettre en place pour obtenir malgré tout ces 11 % avec la moitié seulement d'engrais ? Ce sont des questions que nous essayons de résoudre.

Cette année, nous avons fait des essais, certains sont positifs, d'autres ont moins bien fonctionné. Nous allons réitérer pour voir si c'est un effet année ou si cet effet peut se répéter sur longue période.

Il s'agit d'utiliser aussi davantage les prairies temporaires et de longue durée, de diminuer le sol de maïs, par rapport aux vaches laitières, et d'utiliser deux systèmes, animaux et cultures de vente, pour mettre tout cela en système.

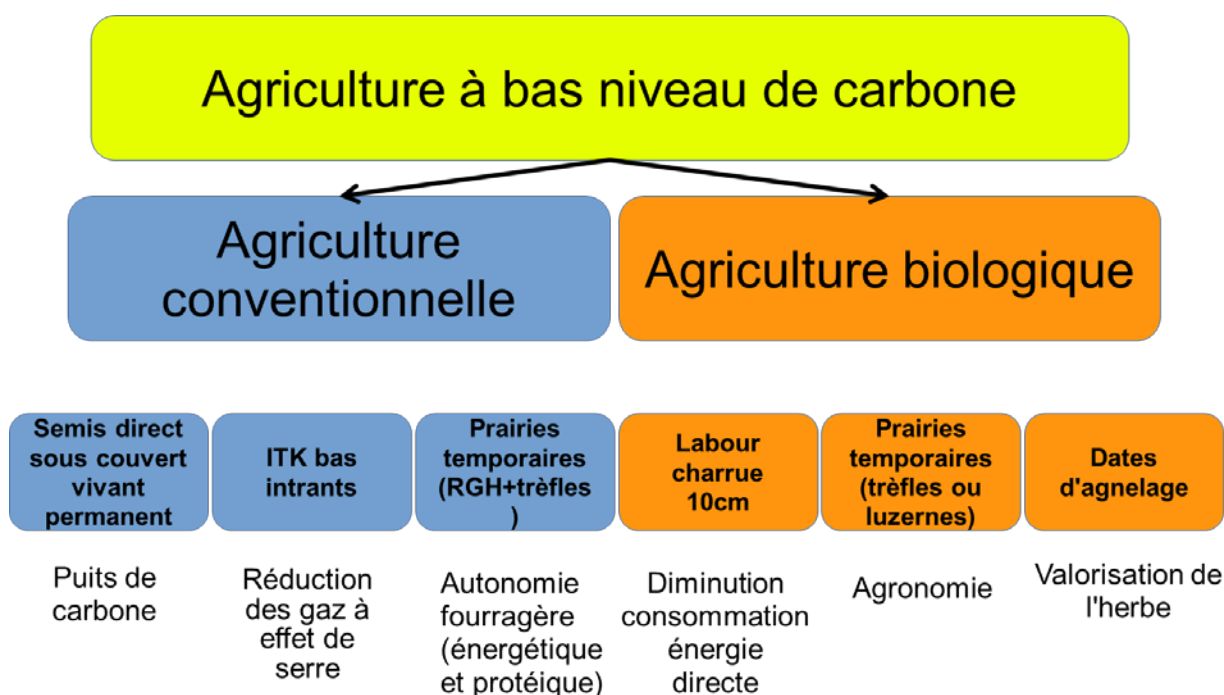
Côté agriculture biologique, on a cherché comment faire avec un bas niveau de carbone. Si c'est pour remplacer de la chimie par du pétrole, avec des passages répétés de tracteur, c'est peut-être déjà

mieux par rapport à la ressource en eau et la pollution des sols et de l'air, mais il reste que d'un point de vue énergétique, il y a toujours un problème.

Nous menons une expérimentation cette année, nous avons loué une charrue. Nous avons déjà une grosse charrue 5 socs, mais on ne pouvait pas la régler finement pour avoir des labours agronomiques, c'est-à-dire de moins de 10 centimètres. Avec cette charrue que nous avons louée, nous arrivons maintenant à faire des labours qui permettent un retournement et donc à limiter l'apparition des adventices, les mauvaises herbes.

Il s'agit aussi de mettre plus d'agronomie en mettant ces cultures sur des prairies avec des trèfles et des luzernes, qui apporteraient de l'azote par leur culture.

Pour l'élevage, nous voulons changer les dates d'agnelage pour avoir une valorisation, moins d'utilisation de conserves, ensilage, foin, qui demandent énergie et stockage. Ces agnelages doivent valoriser davantage la pousse d'herbe.



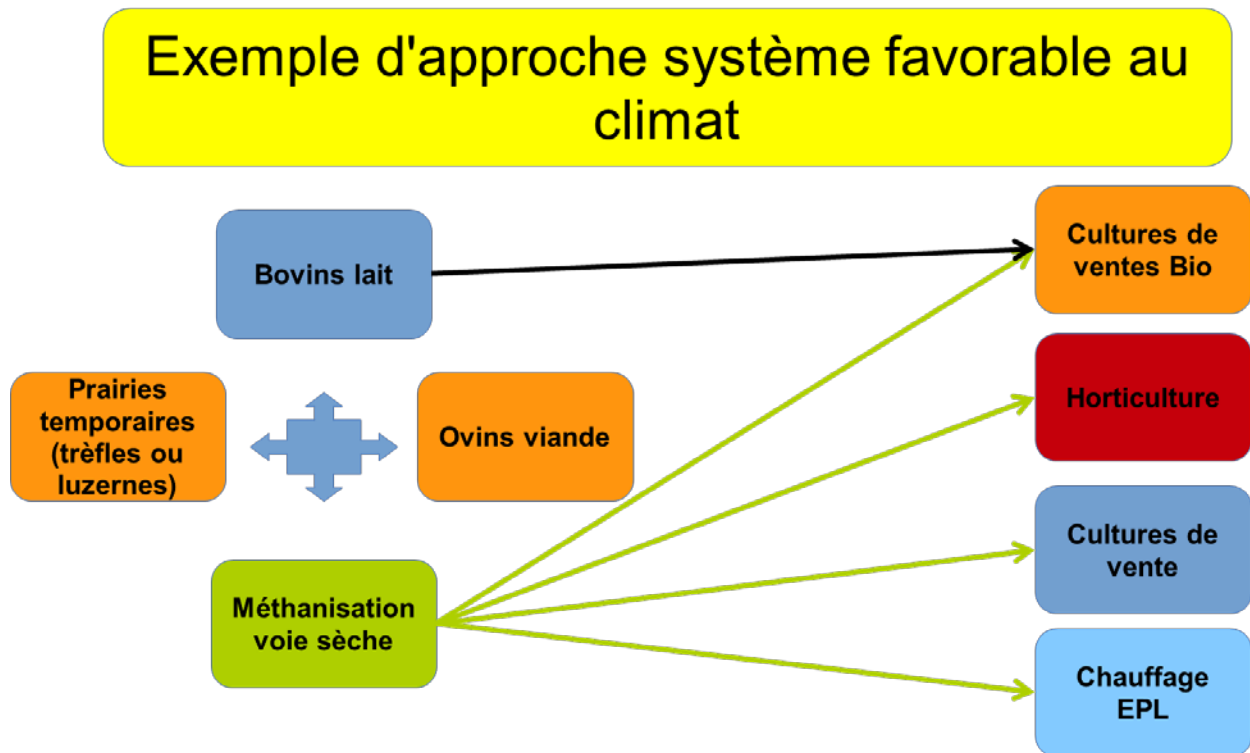
Source : Bruno SAILLET

En conventionnel, nos axes sont donc le puit de carbone, la réduction des gaz à effet de serre et l'efficacité énergétique et protéique ; en biologique, nous travaillons à la diminution de consommation d'énergie directe avec les labours, un faux semis derrière une céréale ou une prairie qui va détruire une partie des adventices, suivi du passage de la charrue, qui consomme très peu, environ 10 litres à l'hectare. Comme nous avons des surfaces de labour très faibles, nous faisons 2 hectares à l'heure. Cela permet aussi de réaliser les semis en temps et en heure.

Voilà donc ce que nous essayons de mettre en place, avec beaucoup de difficultés.

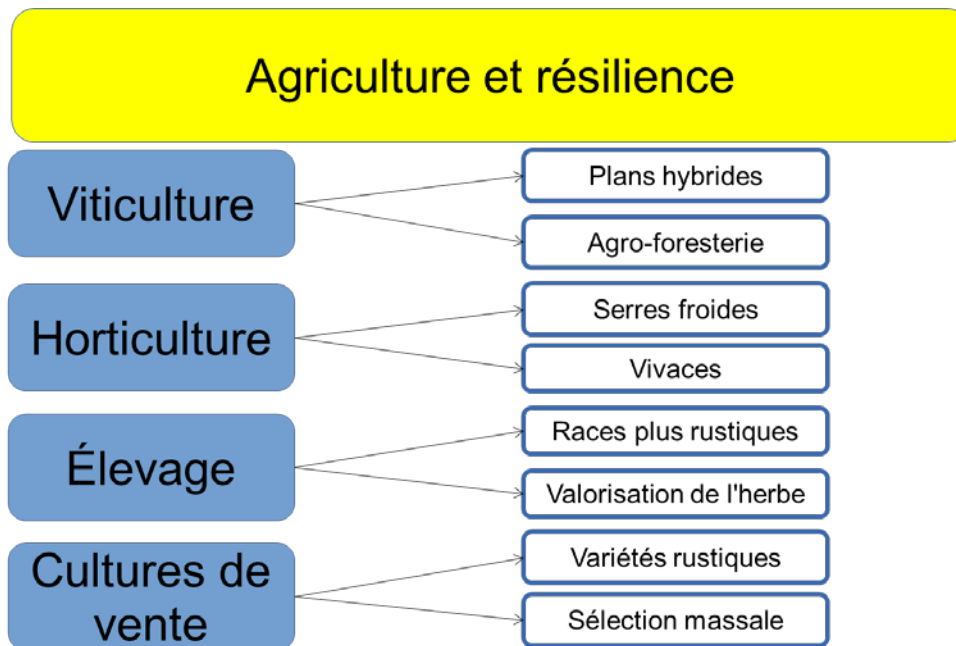
Nous mettons en place sur Tours Fondettes un système favorable au climat.

Les bovins « lait », en culture conventionnelle, consomment les trèfles, plantés sur le système bio pour apporter de l'azote, mais qui seraient trop importants pour les brebis. On donne la première coupe aux bovins et on peut donc augmenter les cultures de vente en bio. Les ovins bénéficient de la deuxième coupe et valorisent donc les protéines, puisqu'on n'achète aucun aliment pour les ovins, la valorisation en viande étant trop faible. Pour la protéine, on passe par l'augmentation des cultures en bio avec les trèfles.



Source : Bruno SAILLET

Nous avons aussi le projet de récupérer les déjections des vaches et des ovins pour de la méthanisation voie sèche, dont on parle très peu en France, avec des structures beaucoup plus petites que la méthanisation voie humide. Cela permet une saisonnalité dans les travaux, notamment l'hiver qui nous intéresse, et pour avoir du chauffage pour les serres, mais aussi pour l'établissement, afin de diminuer les coûts et les achats de gaz. On consommerait donc moins. Cela permet enfin d'amener aux cultures de vente, bio ou conventionnelles, du compost qui n'a pas demandé d'énergie fossile, puisque ce sont les bactéries qui travaillent et qui permettent de dégager le méthane qu'on récupère. En effet, pour du compost, il faut des retourneurs d'engrais : si l'on veut vraiment composter, il faut de l'énergie, du temps, retourner toutes les trois semaines avec des gros tracteurs pour remettre de l'oxygène. Avec la méthanisation voie sèche, on est dans un système anaérobie, qui ne demande que le fait de charger et décharger.



Source : Bruno SAILLET

Un point très important est la question de la résilience, la capacité d'un système à absorber une perturbation, à se réorganiser et à continuer de fonctionner.

En viticulture, il nous semble qu'il faudrait se poser la question d'autant plus fortement dans les régions AOC, avec toutes les contraintes et les freins à la question des plants hybrides, qui ne demandent pas de traitements, contrairement aux plans greffés, mais qui ont une très mauvaise image, même si l'Inra réalise de très gros travaux là-dessus et prépare des plants, mais ils ne sortent pas parce qu'il y a des rentes et des lobbys qui bloquent. L'année dernière, pourtant, nous avons eu 10 % de dégâts sur notre vignoble par les maladies du bois. On s'éloigne un peu du changement climatique, mais les maladies bougent aussi.

Des questions d'agroforesterie émergent aussi, car il faudra peut-être finir par mettre de l'ombre dans les vignes. A Chinon, on a de la truffe et de la vigne. On s'est demandé si l'on pouvait mettre des truffiers dans les vignes, mais il faut voir si le cahier des charges de l'AOC Chinon le permettra, parce qu'il faut au minimum 4500 plants de vigne à l'hectare.

Si l'on veut vraiment changer les choses, il faudra bousculer les réglementations et les manières de faire.

M. Yves LEERS.- Vous avez posé la question à l'INAO ?

M. SAILLET.- Pas encore.

En horticulture, on irait plutôt sur des serres froides et davantage de vivaces.

En élevage, on se dirigerait sur des races plus rustiques, peut-être moins productives, mais on ne peut pas tout avoir : davantage de valorisation de l'herbe, moins de frais, mais c'est aussi moins de travail pour d'autres. On va faire travailler autrement. Cela met aussi l'économie en mouvement. Il y a des difficultés sur tout cela, nous essayons de les lever et de réfléchir.

Pour les cultures de vente, nous choisissons des variétés rustiques, des sélections « massales », qui était un gros mot jusqu'à récemment, parce qu'on était sur des lignées, des variétés capables de s'étendre sur les territoires les plus grands possibles. Or, par rapport à la résilience, il faut peut-être des variétés plus localisées, qui s'adaptent mieux, avec la capacité d'adaptation qu'on a perdue avec les variétés dites modernes. L'Inra travaille dessus.

M. Yves LEERS.- Avec le clonage ?

M. SAILLET.- Le clonage fait partie aussi des possibilités, mais les lignées ne sont pas du clonage.

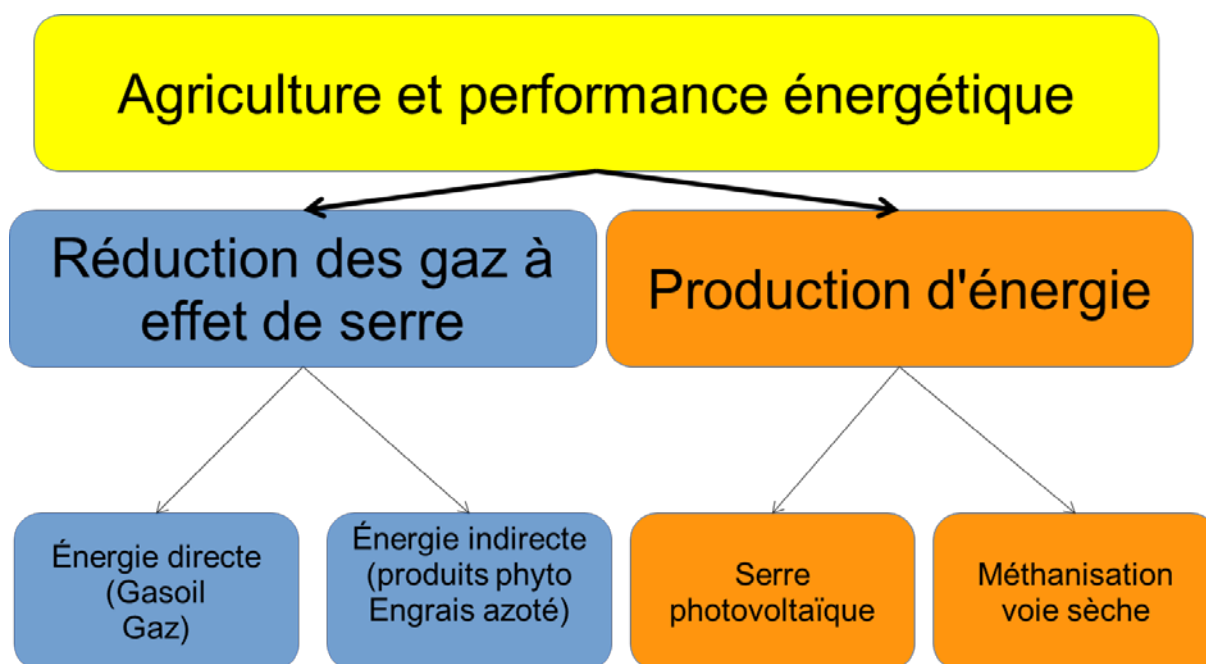
M. Yves LEERS.- Limiter le clonage par la sélection massale ?

M. SAILLET.- Voilà.

L'autre volet concerne les économies, tout ce qu'on n'a pas dépensé, que ce soit en termes économiques ou de bilan carbone : réduction des gaz à effet de serre, mais aussi production d'énergie par la méthanisation voie sèche. Nous avons aussi la possibilité de mettre en place des serres photovoltaïques sur l'établissement.

Dans les résistances au changement, sur un établissement comme le nôtre, établissement public, la résistance vient même en interne, de la difficulté des partenariats public/privé. Nous avons une entreprise de Poitiers, relativement locale, prête à venir pour implanter 5000 mètres carrés de serres photovoltaïques sur le site et la méthanisation voie sèche, quasiment tout serait payé. Pour le moment, on n'a rien, que risque-t-on ? Ils prendraient l'électricité et nous aurions la structure pour les plantes, la ligne de chaleur et le compost. Mais il y a encore énormément de réticences au changement.

Voilà ce que nous avons commencé à faire sur la diminution forte des engrais azotés, des produits phytosanitaires, nous sommes déjà à moins de la moitié de nos consommations en 2012 !



Source : Bruno SAILLET

En conclusion, pour aller vers ce plan climat, c'est la question de la résilience, de l'efficacité énergétique, la question du puits de carbone, de production d'énergie, tout cela dans une approche système.

(Applaudissements)

M. Yves LEERS.- Vous êtes un sacré pionnier ! C'est vraiment la démonstration de ce qu'il faut faire. Votre travail doit être un peu difficile, mais c'est extraordinaire.

M. Bruno SAILLET.- On nous a demandé d'être innovants dans l'ensemble des exploitations. Il y a 230 exploitations et ateliers technologiques en France, Métropole et Outre-mer.

M. Yves LEERS.- Essaieront-ils tous de faire la même chose que vous ?

M. Bruno SAILLET.- On peut y aller de diverses voies. Par exemple, l'INAVG à Grignon, l'école d'ingénieur, est sur l'énergie positive, ils le prennent par un autre biais. Peu importe, l'essentiel est de réfléchir, il n'y a pas qu'une voie. Nous avons réfléchi notre projet pour Tours Fondettes, mais on ne peut pas modéliser, ailleurs cela ne fonctionnera pas. C'est par rapport au sol, au climat et aux humains, comment l'équipe de salariés est capable de le mettre en œuvre, il faut le réfléchir jusque-là.

Intervention.- J'aimerais avoir plus d'explications sur le principe Terra Vitis.

M. Bruno SAILLET.- Terra Vitis est le pendant de l'agriculture raisonnée au niveau des cultures. C'est un label « a minima », mais qui a le mérite d'exister. Par rapport à la réglementation, il est un cran au-dessus, mais pas très loin. Il s'agit de se donner des contraintes, mais pas extrêmes. Le label Agriculture Biologique va beaucoup plus loin dans les contraintes, par exemple. Une agriculture de contrainte, je trouve cela très intéressant, car l'idée est de dépasser les contraintes et de voir comment s'adapter.

En vigne pour le moment, on peut dire que le centre viti-oeno de Chinon fait partie de ceux qui utilisent, sur l'indice de fréquence des traitements... Chaque fois que l'on utilise un désherbant, insecticide ou fongicide à pleine dose, le compteur met 1. L'idée que nous demande le ministère, à laquelle nous nous sommes attelés pour Chinon et qui rentre dans le cadre de Terra Vitis, c'est d'être à un demi en fréquence de traitement de ce qui se fait d'un point de vue régional. Avec Terra Vitis, on traite. On vient d'investir dans un pulvérisateur à panneau pour diminuer de 30 % les émanations et récupérer les produits qu'on met au lieu qu'ils partent dans le sol ou l'air.

M. Yves LEERS.- La différence entre agriculture raisonnée et agriculture biologique, c'est qu'il n'y a pas de cahier des charges pour l'agriculture raisonnée, alors qu'en bio il y a un cahier des charges précis à respecter.

M. Bruno SAILLET.- L'agriculture biologique interdit l'utilisation de produits chimiques, l'autre est un cran au-dessus par rapport à la réglementation. Ce n'est pas si facile, car cela porte aussi sur la réglementation du travail, cela va plus loin que des critères liés à l'environnement.

M. Yves LEERS.- On peut considérer que c'est une voie de progrès.

M. Bruno SAILLET.- C'est un cran dans la roue de l'amélioration permanente.

M. Benoît HAUG, enseignant-chercheur à l'Université de Tours.- On est dans le cadre de la COP21, en introduction ont été précisés les rapports entre l'action locale et les innovations qui nous concernent tous, avec des choses plus abscondes du côté des diplomates. Entre les deux, il y a les dispositifs législatifs, l'Etat, les différentes collectivités. Quels sont les freins, par rapport à vos envies d'innover dans les différents domaines sur la question ? Y a-t-il des choses qui demandent une prise en charge qui n'est plus du niveau local, mais qui imposent un cadre favorable ? Vous avez parlé des AOC, des partenariats public/privé, peut-on savoir un peu plus ?

M. SAILLET.- Si l'on veut aller vers une agriculture qui prenne en compte toutes les questions, il faudra bien sûr adapter la réglementation, mais pas seulement. Je prends l'exemple des 11 % de protéines : est-ce bien sûr que l'on ait besoin de 11 % de protéines ? On a besoin de 11 % de protéines parce qu'on veut faire une pâte à pain qui va monter rapidement, qui sera enfournée en 3 heures maximum pour les meilleurs pains. Or en fermentation froide, où on laisse fermenter pendant douze heures, même avec des variétés à faible teneur en protéines, vous aurez du pain impeccable. Mais il faut prendre du temps ! Il faut commencer les process mais on ne se rend pas compte : si l'on veut aller vers cela, de très nombreux changements devront être opérés. Finalement, ces changements ne seront pas si mauvais pour l'humain, au-delà du climat, d'un point de vue alimentaire et santé publique !

M. Yves LEERS.- Pour donner une idée : on mangeait 45 kilos de viande par personne et par an il y a 40 ans, on en mange 87 kilos aujourd'hui. Est-ce que c'est meilleur, sans compter l'effet des ruminants ?

Intervention.- Vous avez présenté un projet de manière qualitative. Est-ce qu'on peut vous demander si dès maintenant, vous avez un projet plus affiné de manière quantitative ?

M. SAILLET.- On commence à avoir des chiffres, mais cela fait deux ans que je suis en poste et l'agriculture est sur des temps longs. Or on nous demande des résultats sur des temps courts. Il y a toujours une dichotomie. Pour le moment, on a réussi à diminuer fortement les vecteurs de gaz à effet de serre, le poste « engrais », le poste « phytosanitaires », le poste « alimentation » et le carburant. Toutefois, le poste « produits » a diminué plus que le poste dépenses ! Il faut le temps que le système se cale. On prépare le Conseil d'administration pour le 20 novembre, on va me dire que cette année il y a des déficits.

Pour un sol, il faut compter au minimum 5 ans pour qu'il devienne correct. Avant, je travaillais à la Bergerie nationale de Rambouillet et il nous a fallu 10 ans pour remonter de 1 % le taux de matière organique, alors qu'on mettait du compost partout !

Le temps de croiser les vaches Holstein avec des Montbéliardes, c'est 5 ou 6 ans minimum avant d'avoir les premières vaches en lactation. On n'a pas d'argent, il faut faire avec ce qu'on a. Il faut arriver à persuader que c'est intéressant de le faire, ensuite on en a une dizaine, mais avec des génisses... On est sur du temps très long et malheureusement, l'économie est sur du temps court. Est-ce qu'on nous laissera aller jusqu'au bout de la démarche ? Je ne sais pas.

Je sais qu'au bout de la troisième année, on commence avoir un rééquilibrage. Le budget primitif que je présente, et il est sincère, permet de le voir. Le changement de système devient marquant, mais on n'arrive pas encore à l'équilibre, il faut attendre encore 2017 voire 2018.

En bio, il y a des aides pour passer d'un système à l'autre, un accompagnement pendant cinq ans, mais sur le reste il n'y a rien. On le fait parce qu'on est lycée agricole innovant, il vaut mieux que l'on prenne des risques sur l'agriculture pour dire ce qui a marché ou pas, plutôt que tout le monde parte dans des directions différentes. A nous de soulever les écueils.

(Applaudissements)



Photo : SEPANT

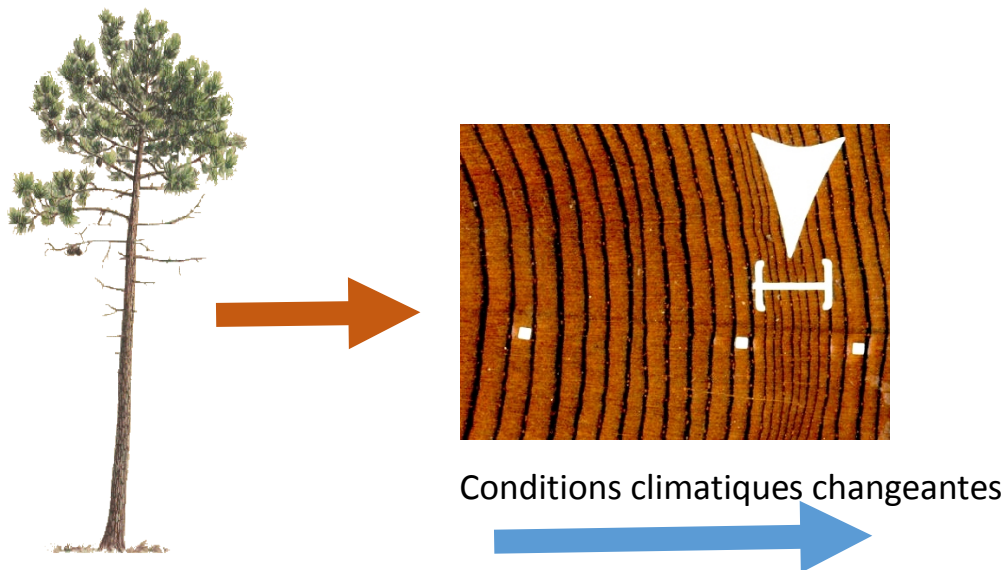
L'INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SYLVICULTURE, ET L'ADAPTATION DE LA FORET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

M. Philippe ROZENBERG.- Je travaille à l'Inra Val de Loire, sur le site d'Orléans, dans une unité de recherche en génétique et physiologie forestière. Je travaille sur l'adaptation des forêts au changement en général et au changement climatique en particulier.

Je vais présenter quelques résultats, forcément très fragmentaires et basés sur des modèles, c'est-à-dire les rares espèces sur lesquelles nous travaillons, parce que nos ressources humaines, matérielles et financières sont forcément limitées. Les résultats obtenus à partir de ces modèles peuvent être étendus à un certain nombre d'autres espèces forestières et de régions, en première approche.

Les arbres forestiers disposent de mécanismes naturels d'adaptation, comme tous les organismes. On distingue à relativement court terme une réponse individuelle, la capacité de chaque individu à répondre à des variations de son environnement : cela s'appelle la plasticité. Chez les arbres forestiers, on peut l'illustrer par la capacité que les arbres ont de modifier la caractéristique des cernes qui s'accumulent à l'intérieur des troncs.

Si l'on fait une coupe transversale, on aperçoit dans le tronc les cernes accumulés année après année, les plus anciens à l'intérieur et les plus récents vers l'extérieur. A l'œil nu, on peut voir des variations. Une partie de ces variations caractéristiques sont liées aux variations de l'environnement, notamment les variations climatiques.



Source : Philippe ROZENBERG

Sur la photo présentée ici, vous voyez un certain nombre de cernes successifs beaucoup plus étroits que les précédents et les suivants : ils résultent probablement d'une variation du climat pendant un certain nombre d'années, par exemple une succession d'années particulièrement sèches.

Au-delà de cette capacité individuelle de réponse, il existe également une capacité au niveau des populations, comme tous les organismes également. Quand on constate à l'intérieur d'une population un certain taux de mortalité en réponse à une contrainte environnementale, on est en présence d'un mécanisme de sélection naturelle, certains individus meurent et disparaissent, d'autres survivent : si ces individus survivent parce qu'ils présentent des caractéristiques favorables par rapport aux

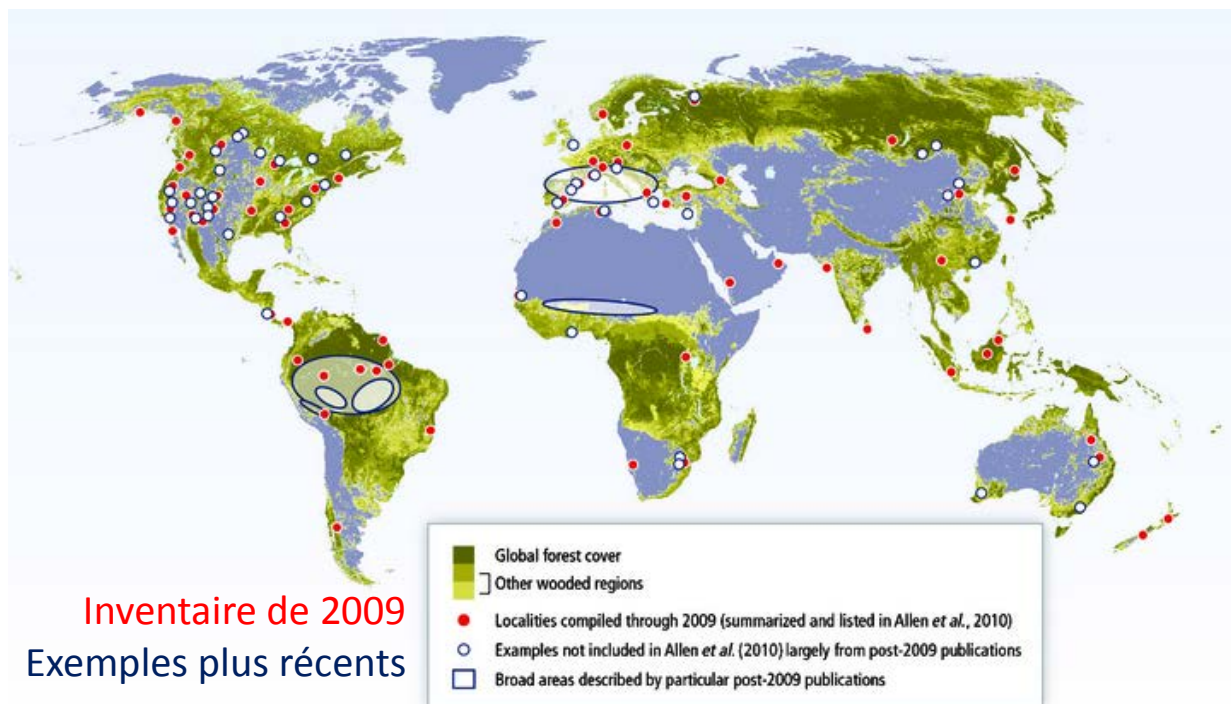
nouvelles conditions climatiques, alors on est face à un phénomène de sélection naturelle. Si de plus ces caractéristiques favorables peuvent être transmises aux générations suivantes, on est face à un mécanisme d'évolution naturelle.

Les populations d'arbres, comme les autres organismes, sont donc capables d'évoluer à partir du moment où elles disposent de ce potentiel d'adaptation génétique à l'intérieur des populations.

La seule différence entre les arbres et les autres organismes est le fait qu'ils ont une durée de vie beaucoup plus longue que tous les autres organismes.

Face aux changements climatiques particulièrement rapides, la plasticité phénotypique, le mécanisme individuel de réponse qui s'exprime pendant la vie de chaque individu, est particulièrement important. En effet, le mécanisme de sélection et d'évolution est encore plus long, puisqu'il nécessite au moins un passage à la génération suivante, voire plusieurs passages.

Quelles sont les observations en termes de réponse au changement climatique au niveau des forêts mondiales ? Sur la carte que je vous présente, vous voyez des points rouges et des points blancs. Les points blancs correspondent à des signalements de dépérissement forestier jusqu'à 2009, regroupés dans un article de revue publié en 2010, et observés principalement entre les années 1990 à 2009.



Source : Philippe ROZENBERG

Les points rouges correspondent à une série de dépérissements, observés depuis 2009. C'est l'aspect le plus spectaculaire de la réponse des forêts au changement climatique. On trouve ces dépérissements dans toutes les régions du monde, sous tous les types de climat, pour des espèces forestières aussi bien autochtones qu'introduites et pour des forêts aussi bien issues de plantations que régénérées naturellement.

Ces dépérissements ont été plus fréquemment signalés dans les régions où existent des établissements capables de réaliser ces observations, par exemple en Amérique du Nord ou certaines régions d'Europe.

M. Yves LEERS.- Vous avez des éléments sur l'Amazonie ?

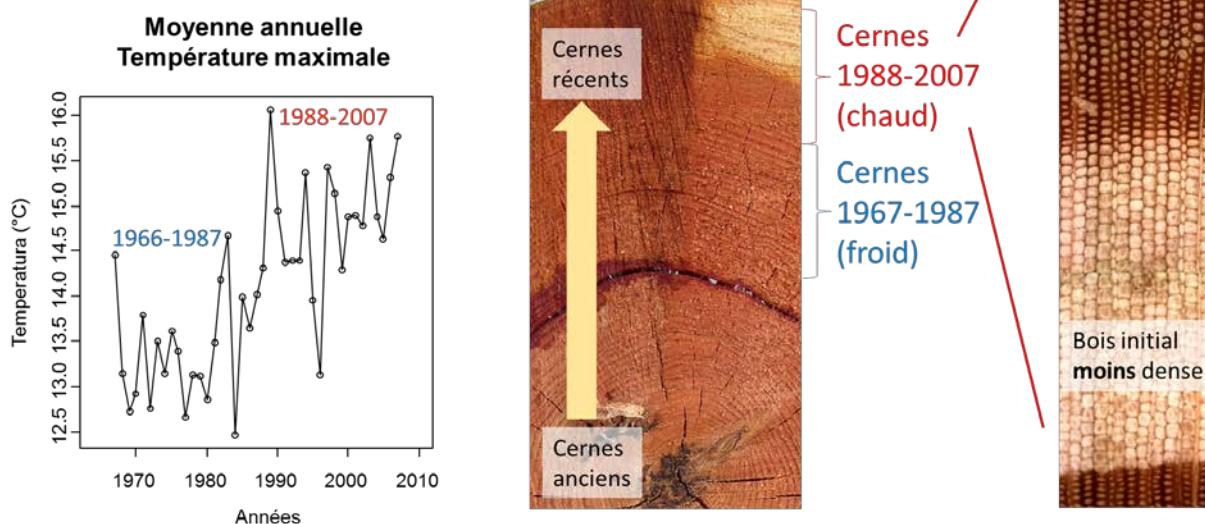
M. Philippe ROZENBERG.- En Amazonie, deux périodes de sécheresse critique ont provoqué des dépérissements massifs au début des années 2000 et en 2005.

En France, les dépérissements les plus récents et les plus massifs ont fait suite à la canicule de 2003, dans différentes régions de France et sur différentes espèces.

Un autre type de réponse peut être observé, mais il est plus difficile à remarquer, car moins évident que des mortalités dans des peuplements forestiers. Je vais présenter un exemple sur lequel nous avons travaillé : cette courbe présente les variations de températures moyennes annuelles sur un site dans les Alpes françaises. On distingue deux périodes, une plutôt fraîche de 1966 à 1987, et une plutôt chaude de 1988 à 2007. L'écart de température entre les deux périodes dépasse 1°C.

Nous avons observé les cernes fabriqués pendant ces deux périodes sur un certain nombre d'arbres, situés à différents niveaux altitudinaux. Les cernes fabriqués pendant la période 1966-1987 ont été comparés à ceux fabriqués pendant la période suivante.

Réponses observées : modification de la structure des cernes

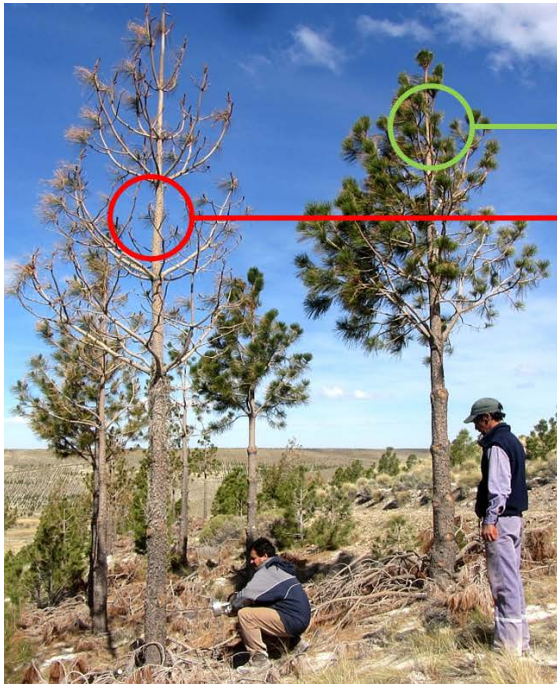


Source : Philippe ROZENBERG

Nous avons observé un seul cerne. La zone plus claire est la partie dite initiale, formée pendant la première partie de végétation, au printemps et en été, et la partie finale est formée pendant la deuxième partie de la saison de végétation, en été et en début d'automne.

Nous avons constaté, d'une part, que le cerne était plus grand et plus large, à toutes les altitudes et, d'autre part, que la partie initiale était moins dense, formée de cellules avec des parois plus fines et des lumènes* plus larges, alors que la partie finale était plus dense, formée de cellules avec des parois plus épaisses et des lumènes* à diamètre plus étroit.

Du point de vue du fonctionnement de l'arbre, il n'est pas évident de dire ce que cela signifie sans information supplémentaire. Quand les arbres ne présentent pas de symptômes de dépérissement particulier, ce n'est pas facile à déterminer, en revanche c'est plus facile quand on revient à des épisodes de dépérissement.



En comparant, après une sécheresse, le bois d'arbres **morts** et **survivants**

Source : Philippe ROZENBERG

La photo montre deux arbres dans une plantation : celui de gauche est mort, celui de droite est vivant. Les deux arbres ont subi la même sécheresse. L'avantage des arbres est que l'on peut observer leur bois aussi bien morts que vivants, au moins pendant un certain nombre d'années.

Nous avons donc récolté des échantillons de bois sur les deux types d'arbres, vivants et morts, en prélevant des carottes que nous avons examinées de façon attentive avec différentes méthodes d'analyse pour déterminer les caractéristiques du bois formé par les deux groupes d'arbres avant et après l'épisode de sécheresse.

Nous avons découvert des tendances significatives entre les deux groupes d'arbres.

Les arbres survivants présentaient systématiquement une densité du bois plus élevée que les arbres morts. Nous avons pu mettre cela en relation avec une des fonctions du bois, la conduction de la sève brute depuis les racines vers les feuilles. En modifiant la densité du bois, on modifie les caractéristiques des cellules et les caractéristiques hydrauliques des conduits dans lesquels circule la sève. Il y a un lien fonctionnel entre la survie et la mort des arbres : on commence à comprendre pourquoi certains arbres arrivent à survivre et d'autres pas après un épisode de sécheresse.

Comment utiliser ce type de résultat ? L'idée serait d'observer des forêts et de prédire la capacité d'adaptation des arbres qui constituent ces forêts.

Dans le cadre des forêts plantées, cela peut servir à produire des variétés plus résistantes à la sécheresse, en utilisant les techniques, les approches et les outils de l'amélioration génétique. Cela consiste à repérer les arbres les plus résistants, les sélectionner et les croiser entre eux pour obtenir des descendants plus résistants que la génération présente, puis multiplier ces descendants et les proposer aux sylviculteurs pour remplacer les variétés moins résistantes à la sécheresse.

En forêt régénérée naturellement, on peut utiliser le même type d'approche, en mettant au point des outils pour repérer les arbres les plus résistants à la sécheresse, en analysant leur bois sur de petits échantillons, ou en utilisant d'autres méthodes plus indirectes, pour identifier les arbres les plus adaptés, éliminer les autres et laisser se reproduire et se régénérer naturellement les arbres les plus résistants, en espérant que les caractères favorables seront transmis aux générations suivantes.

M. Yves LEERS.- Avez-vous commencé, y-a-t-il déjà des croisements en cours ?

M. Philippe ROZENBERG.- Nous n'avons pas encore commencé, parce que nous ne disposons pas des critères de sélection. Nous en sommes juste à identifier les caractères qui pourraient servir de critères de sélection.

Pour avoir une idée de ces critères de sélection, sans même parler de les valider, cela représente dix ans de travail pour les arbres forestiers. Même en profitant des outils modernes de l'amélioration génétique, la production des variétés améliorées des arbres forestiers est beaucoup plus lente que l'amélioration génétique des autres plantes agricoles, alors que le changement climatique est rapide.

M. Yves LEERS.- Vous travaillez à 50 ans ?

M. Philippe ROZENBERG.- Oui, au minimum plusieurs dizaines d'années. C'est un peu moins pour les espèces à croissance très rapide, comme le peuplier, et beaucoup plus pour d'autres espèces à croissance plus lente et maturité sexuelle plus tardive.

Je pose donc la même question que vous : aurons-nous vraiment les moyens de produire des variétés améliorées capables de répondre au changement climatique, notamment la sécheresse ? De plus, pour produire ces variétés améliorées, il faut avoir une idée des conditions climatiques futures. Or il y a de grosses incertitudes, car on est capable de prédire à quelques années, mais tous les modèles de prévision climatique ont une gamme de variations climatiques extrêmement large : en effet, on prédit une augmentation de température moyenne annuelle de 2 à 5 degrés à l'échelle de la planète sur quelques dizaines d'années. Nous ne savons donc pas du tout pour quel type de climat nous devons produire des variétés améliorées et sélectionner des arbres plus résistants à la sécheresse.

Il est évident à ce stade que le plus sûr et le moins coûteux serait surtout de limiter l'intensité du changement climatique !

(Applaudissements)

M. Yves LEERS.- Si l'on adapte les arbres, tout dépend du besoin. Un chêne sert aussi à faire des tonneaux : est-ce ce que vous allez croiser ? Il y a aussi les pins. C'est par rapport au besoin ?

M. Philippe ROZENBERG.- Toutes les forêts sont multi-fonctionnelles. Nous allons regarder l'impact de la sélection sur des caractères de résistance à la sécheresse et sur les propriétés du bois. Nous aurons donc immédiatement la réponse à votre question de l'impact sur les produits finis.

L'avantage de notre approche est qu'avec les mêmes observations, nous obtenons les deux informations : sur le fonctionnement hydraulique de l'arbre et sur la qualité du bois et le potentiel d'utilisation pour différents usages, traditionnels ou pas.

M. Yves LEERS.- Avez-vous une idée de ce qui va résister au-delà de 2 degrés ?

M. Philippe ROZENBERG.- Pour certaines espèces, oui, mais pour la plupart des espèces, on en a peu d'idée, car le potentiel d'adaptation génétique et plastique est peu connu. Tout ce que l'on sait actuellement, c'est que les espèces forestières sont principalement sauvages, avec beaucoup de diversité génétique disponible. On espère que l'on dispose de diversité génétique adaptative et notamment pertinente pour la résistance à la sécheresse. Toutefois, on a peu de recul car on commence à peine à estimer la diversité adaptative et génétique. Là aussi, les approches sont coûteuses et les moyens limités, on avance à petite échelle sur des espèces modèles, mais il y a beaucoup d'espèces sur lesquelles on a très peu d'information.

Happening : intervention de Fabrice Savajol.- *Mon intervention est complètement sympathique, vous assistez à un happening, mais totalement en phase avec le thème de la soirée.*

J'ai commencé il y a trois jours une descente de la Loire en marge de la COP21, avec un canoé pneumatique, avec pour seule rame une poêle pour faire cuire les châtaignes et un wok. L'idée est la suivante, je dois aller jusqu'à Saint Nazaire, pour lancer un bouche à oreille. Je me suis arrêté à Tours aujourd'hui, après être parti de Blois il y a trois jours, je suis passé devant une boutique appelée « la lune rousse » et comme mon thème est

autour de la Lune, je suis entré et on m'a dit qu'il existait une librairie appelée « Lire au jardin », où l'on m'a indiqué cette conférence.

Mon canoë est dégonflé, chez les mariniers.

Je vous rassure, le thème de mon intervention n'est autre que le message d'un petit colibri. Nul doute que dans cette assistance, le petit colibri doit être aimé. Ce soir, je m'adresse à votre cœur, bien conscient des enjeux de notre planète qui brûle. Que brûle-t-elle ? Non seulement la forêt du petit colibri, mais également l'énergie. Brûler l'énergie inutilement, c'est embêtant, d'autant qu'elle pose de vraies questions quant à son utilisation.

Mon propos ce soir, moi qui ne suis qu'une bouche et deux oreilles, est le suivant : « fool moon, one love ». Tout le monde connaît la sagesse suivante : lorsque le sage pointe la lune, l'imbécile regarde le doigt. Pourquoi cette phrase ?

J'écris « Fool Moon », ce qui veut dire « imbécile » en anglais. Si l'imbécile regarde le doigt, la Lune est triste, elle s'était fait pleine pour être belle, mais elle a une larme qui coule, parce que la planète ne l'entend pas.

L'idée est de sensibiliser nos chefs d'Etat, à l'occasion de la COP21, mais également les citoyens de la planète. C'est un buzz mondial qui est en train de prendre, j'ai des contacts aux Etats-Unis, c'est traduit en Asie... Vous n'êtes pas encore au courant, mais toutes les chaînes de télévision le sont déjà, des interviews sont à venir dès demain dans votre région et ailleurs. Vous pouvez me voir, je descends la Loire, vous klaxonnez et je réponds, je joue du tam-tam...

Le 11 décembre 2015 se termine la COP21 et, hasard du calendrier lunaire, c'est la nouvelle Lune. Lors de la prochaine Lune qui suivra la COP21, j'appelle à faire un test mondial : éteindre les lumières des villes, annuler les pollutions lumineuses des villes en éteignant les éclairages publics. Je ne demande pas aux citoyens d'éteindre la lumière, mais d'utiliser intelligemment l'électricité, ce qui est un progrès.

Le fait de la gaspiller nous rend imbéciles. J'espère avoir capté vos oreilles et donné envie à vos bouches de se mettre en action. Faites circuler l'info : si on arrive à les convaincre à faire trois heures de test, vous pourrez vraiment apprécier la ballade au bord de la Loire. On voit mieux avec la pleine Lune qu'avec un éclairage électrique. Partez d'une ville éclairée, allez dans un champ, vous verrez beaucoup plus loin dans le champ.

J'espère que le 25 décembre, le jour de la pleine Lune, si l'on fait le test et que les citoyens apprécient et estiment que la luminosité est assez importante pour se déplacer sans luminosité artificielle, ils applaudiront dans les rues. C'est un référendum ! 70 jours par an sont éclairés par la Lune, c'est une vraie économie !

(Applaudissements)

Intervention.- A propos du réchauffement du climat, constate-on un glissement de territoire des différentes essences forestières ? J'ai entendu dire que le hêtre remontait de plus en plus et que l'on risquait de ne plus trouver de hêtre en Touraine suite au réchauffement climatique.

M. Philippe ROZENBERG.- C'est ce qui est prédit par les modèles, mais on n'a pas assez de recul à ce jour. Les hêtres qui constituent les forêts aujourd'hui ont entre quelques dizaines et quelques centaines d'années et ont encore quelques dizaines ou centaines d'années à vivre : ils n'ont pas bougé, ne peuvent pas se déplacer, ce sont leurs descendants qui se déplaceront petit à petit.

Pour l'instant, les seuls déplacements observés et mesurés au niveau des arbres forestiers, c'est en montagne avec l'altitude. La régénération naturelle de certaines espèces forestières se fait à plus haute altitude. Cela a été montré de façon beaucoup plus évidente par les plantes annuelles, qui se reproduisent plus fréquemment. Pour les arbres, c'est prédit et annoncé, mais pas encore observé.

Intervention.- Avec le fait que la température se réchauffe, a-t-on constaté sur certaines espèces une augmentation de la mortalité et une disparition progressive de l'espèce sur un territoire donné ?



Photo : SEPANT

M. Philippe ROZENBERG.- Non, pas à ce point. La carte que j'ai montrée au début représente un inventaire assez complet des principaux dépérissements signalés aujourd'hui et qui sont associés à des composants du changement climatique. Beaucoup d'entre eux sont associés à des sécheresses. Ce n'est donc pas directement l'augmentation de température qui provoque la mortalité, mais le stress hydrique et éventuellement dans certains cas des baisses de précipitations qui accompagnent le réchauffement. C'est donc un effet indirect du réchauffement.

M. Yves LEERS.- S'il y a beaucoup d'années 2003, ce que vous avez expliqué risque de se produire ?

M. Philippe ROZENBERG.- Après 2003, en France, on a constaté des taux de mortalités élevés dans certains types de forêts. Les arbres morts ont été éliminés, les forêts se sont reconstituées. Le taux de mortalité n'était pas suffisamment élevé pour que des forêts entières disparaissent, contrairement à ce qui s'est passé dans d'autres régions du monde. Si ce phénomène de canicule se reproduit plusieurs années consécutives, les dépérissements peuvent devenir massifs, notamment pour des espèces comme le hêtre. Pour l'instant, on a observé quelques dépérissements en hêtres, mais modérés et localisés. Il faut dire que depuis 2003, à part 2015, en partie centrale de la France, on a plutôt eu des années relativement fraîches et surtout humides, donc plutôt favorables à la forêt.

M. Yves LEERS.- Une autre conséquence du changement climatique peut faire plus de dégâts, ce sont les tempêtes.

M. Philippe ROZENBERG.- Effectivement, le massif landais est considéré en danger. Le pin maritime dans les Landes est complètement remis en question par la succession et l'augmentation de la fréquence des tempêtes.

M. Yves LEERS.- Est-ce une conséquence directe du réchauffement climatique ?

M. Philippe ROZENBERG.- Depuis peu, un lien a été mis en évidence entre la fréquence et l'intensité de ce type de tempêtes, ouragans et cyclones, et le changement climatique. Jusqu'à peu, on n'avait pas d'information statistiquement prouvée, mais des résultats viennent d'être publiés qui établissent le lien.

M. Alain GENIN.- Pour le déplacement d'espèces, en Méditerranée, on a déjà constaté un déplacement d'espèce du chêne vert et de son cortège. Cela a été mesuré par des équipes de l'Inra : 120 mètres par an en altitude pour des espèces méditerranéennes. C'est assez marqué.

M. François Lefèvre, Vice-président de la SEPANT.- En forêt de Vierzon, on a constaté des dépérissements importants. Sont-ils intégralement liés au changement climatique ou sont-ils multifactoriels ?

M. Philippe ROZENBERG.- Ils sont anciens, observés depuis au moins une vingtaine d'années, peut-être même plus. Ils sont multifactoriels, mais c'est un cas fréquent des dépérissements qui sont parfois initiés par une contrainte climatique. Le fait qu'ils soient multifactoriels ne signifie pas qu'il n'y a pas une initiation liée au changement climatique. A Vierzon, il n'y a rien de prouvé pour l'instant, car la plupart des arbres dépérissant sont morts depuis et ont été éliminés.

Dans d'autres cas, en Amérique du Nord, on a observé une succession de facteurs abiotiques d'abord, avec des sécheresses, puis biotiques, avec attaque d'insectes. La sécheresse ne tue pas les arbres, mais les affaiblit et favorise l'attaque d'insectes qui finit de tuer les arbres.

On a effectivement des dépérissements massifs et spectaculaires, mais après il y a beaucoup de forêts pour lesquelles on n'a pas de symptôme particulier pour l'instant. On observe des modifications que l'on ne peut pas qualifier en changement favorable ou défavorable pour le changement des forêts, car on manque de recul et d'informations. Les rares résultats disponibles montrent l'importance de cette diversité génétique, probablement adaptative, pour partie chez les espèces forestières, parce que ce sont des espèces globalement sauvages, pour lesquelles la variabilité génétique est n'a pas changé depuis les quelques centaines d'années ou les quelques que les forêts sont cultivées.

M. Yves LEERS.- Je vous remercie.

Nous allons passer la parole à Sylvain Pincebourde, qui est chargé de recherche au CNRS, à l'Institut de recherche en biologie d'insectes à Tours.



INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA BIODIVERSITE ANIMALE

M. Sylvain PINCEBOURDE.- Ma présentation se focalise sur l'incidence du changement climatique sur la biodiversité animale. Comme il a été dit précédemment, les exemples concrets et avérés d'influence et de conséquence du changement climatique sur les animaux en région Centre ne sont pas très nombreux. L'idée de cette présentation est de montrer la diversité des effets que l'on peut noter en France ou dans le monde, pour illustrer la diversité des conséquences, multifactorielles. Je suis intimement convaincu que le changement climatique a des effets ramifiés sur chaque organisme, les écosystèmes et les communautés, nous inclus.

Je commence par un tour d'horizon des effets que l'on constate du réchauffement et du changement global sur la biodiversité de façon plus générale.

On a parlé d'aire de répartition géographique des organismes, notamment avec les forêts. On a dit que les aires de répartition des organismes vont monter vers le Pôle Nord, au fur et à mesure que les zones les plus au nord deviennent d'un point de vue thermique plus favorable à ces organismes. L'effet miroir n'est pas forcément vrai. A la limite subtropicale des organismes, on n'a pas forcément de changement équivalent et, pour certaines espèces, on aura même un glissement vers le nord plus rapide et plus important par rapport à ce qui se passe au sud.

On constatera aussi des extinctions de populations, voire d'espèces : les médias ont parlé de l'exemple de la grenouille jaune tropicale, dont on a noté il y a 30 ou 40 ans le dernier individu observé en Amérique centrale. Cette espèce n'a jamais plus été observée depuis. Nous avons de nombreux exemples d'extinction d'espèces et surtout de populations à des échelles locales.

Le réchauffement facilite l'arrivée d'espèces invasives : c'est plus difficile à démontrer d'un point de vue scientifique, mais étant plus tolérantes de façon générale à des changements environnementaux et des fluctuations, on s'attend à ce qu'elles réagissent de façon plus positive et prononcée au réchauffement climatique que les autres espèces.

On parlera tout à l'heure de désynchronisation, mais aussi de l'accélération du développement de certains animaux. Cette liste non exhaustive illustre la diversité des conséquences du changement global sur les animaux.

C'est la porte d'entrée. Certaines espèces réagissent positivement au changement climatique : dans les Alpes, les marmottes sont le plus bel exemple d'un organisme qui répond positivement au réchauffement. La marmotte hiberne, c'est un mammifère, et le fait d'avoir des températures plus douces en hiver augmente les chances de survie. De plus, l'hibernation est coûteuse en énergie et s'il fait plus doux, cela coûte moins d'énergie pour passer l'hiver. Les marmottes stockent donc un peu plus et sont plus grasses. Elles sont plus pleines d'énergie et leur fécondité est aussi plus importante, avec plus de petits par femelle, et leur démographie va en explosant.



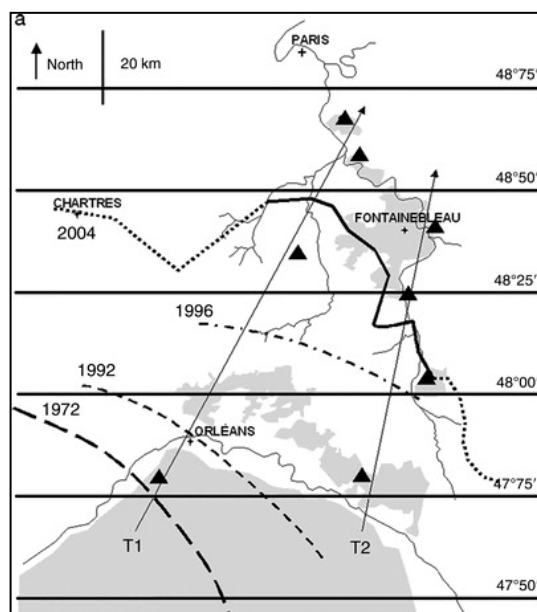
Source :
<http://maevina.canalblog.com/archives/2010/09/13/19021306.html>

On constate donc un allongement des périodes d'activité des marmottes, tout va dans le sens positif pour elle.

En contrepartie, on ne voit pas d'influence du prédateur. On voit pour l'instant un effet positif sur la démographie et les populations, mais il est possible que l'effet des prédateurs se fasse ressentir plus tard et que la démographie redescende dans quelques années.

Un autre organisme qui bénéficie d'un effet positif et qui profite du changement climatique est la chenille processionnaire du pin, qui existe en région Centre. Cette chenille fabrique des cocons et les tisse elle-même ; l'espèce est « eusociale », ce qui signifie que les chenilles vivent toutes ensemble dans le cocon. Vous avez sûrement déjà vu des processions de chenilles qui migrent à la queue leu leu au niveau du sol. Or cette chenille elle a des poils urticants avec un effet néfaste sur l'homme.

La carte de France montre la distribution de la chenille processionnaire du pin. Vous avez en zone gris foncé la répartition connue à ce jour de l'espèce, avec un délai scientifique, ce qui signifie qu'aujourd'hui, elle est déjà arrivée à Paris.



On pourrait qualifier la chenille processionnaire du pin de « guerrier thermique » : non seulement elle profite bien des températures plus douces de l'hiver, pendant lequel elle fait sa croissance, mais de plus elle résiste très bien aux chaleurs caniculaires pendant l'été, même si une vague de mortalité a été mesurée en 2003. En laboratoire, on mesure des tolérances extrêmement importantes à la température. De plus, son parasite, une petite guêpe parasitoïde, est quant à lui négativement impacté par les températures caniculaires pendant l'été. La bestiole réagit donc mieux à la température alors que son prédateur réagit moins bien. C'est la porte ouverte pour cet insecte.

Intervention.- Un prédateur naturel est le chardonneret.

M. Yves LEERS.- La chenille processionnaire du pin fait des dégâts fantastiques.

M. Sylvain PINCEBOURDE.- Les forestiers ne sont pas contents de voir débarquer cette chenille. En plantation, on le voit d'autant plus facilement, ce sont des champs de cocons.

M. Yves LEERS.- Sur la ligne ferroviaire entre Gap et Briançon, les chenilles processionnaires arrivent à bloquer les trains.

M. Sylvain PINCEBOURDE.- Un autre exemple, qui atteint les limites de nos connaissances scientifiques sur un effet avéré ou pas du changement climatique sur les organismes en région Centre : un projet de recherche a démarré il y a quelques mois sur les libellules. La région Centre est considérée comme un « hot spot » odonatologique, pour les libellules, c'est une des régions françaises qui présente le plus d'espèces de libellules en France.

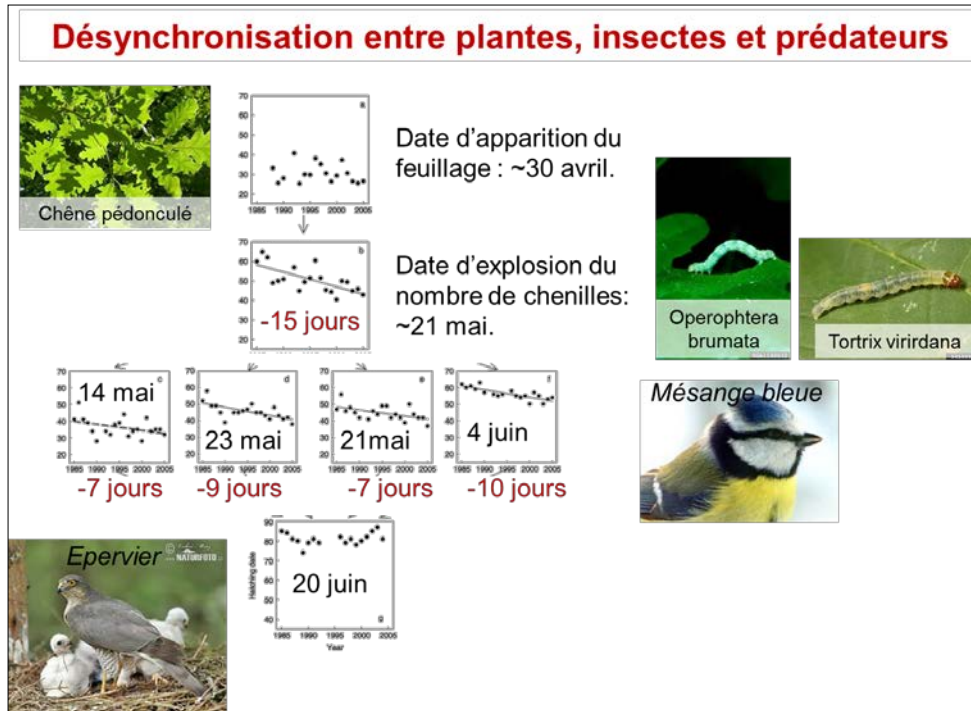
Notamment, nous avons quelques espèces rares et menacées, inscrites dans les hautes lignes des listes rouges, notamment les libellules leucorrhines. Quand on augmente la température, on augmente la vitesse de développement de ces insectes, jusqu'à un certain point au-delà duquel cela tue l'insecte. On s'attend donc à une vitesse de développement qui s'accélère pour ces insectes. Toutefois, même si c'était le cas pour les libellules, se pose la question de l'impact de la fragmentation de l'habitat, très connue au niveau des zones humides, de par l'activité de l'homme qui détruit les zones humides.

Même s'il pourrait y avoir un effet positif de l'augmentation de température, ce qui n'est pas avéré, cette insecte ne pourrait pas forcément en profiter parce que son habitat, les zones humides, est fortement impacté par l'activité de l'homme, l'agriculture, l'urbanisation.

Il faut vraiment avoir une vue d'ensemble et multifactorielle pour avoir une réponse claire sur ce qui va éventuellement se passer.

Je parlais de désynchronisation entre plantes, insectes et prédateurs. La littérature scientifique montre de bons exemples. La phénologie consiste à poser une date sur les événements biologiques ou écologiques.

Ce graphique montre depuis 1985 à 2005 la date d'apparition du feuillage du chêne pédonculé, chaque année. On constate une certaine variabilité.



Source : Sylvain PINCEBOURDE

En moyenne, on s'attend à l'apparition du feuillage au 30 avril. Si l'on rajoute un étage trophique, dans la chaîne alimentaire, les chenilles de certains papillons viennent se nourrir de ces feuilles de chêne.

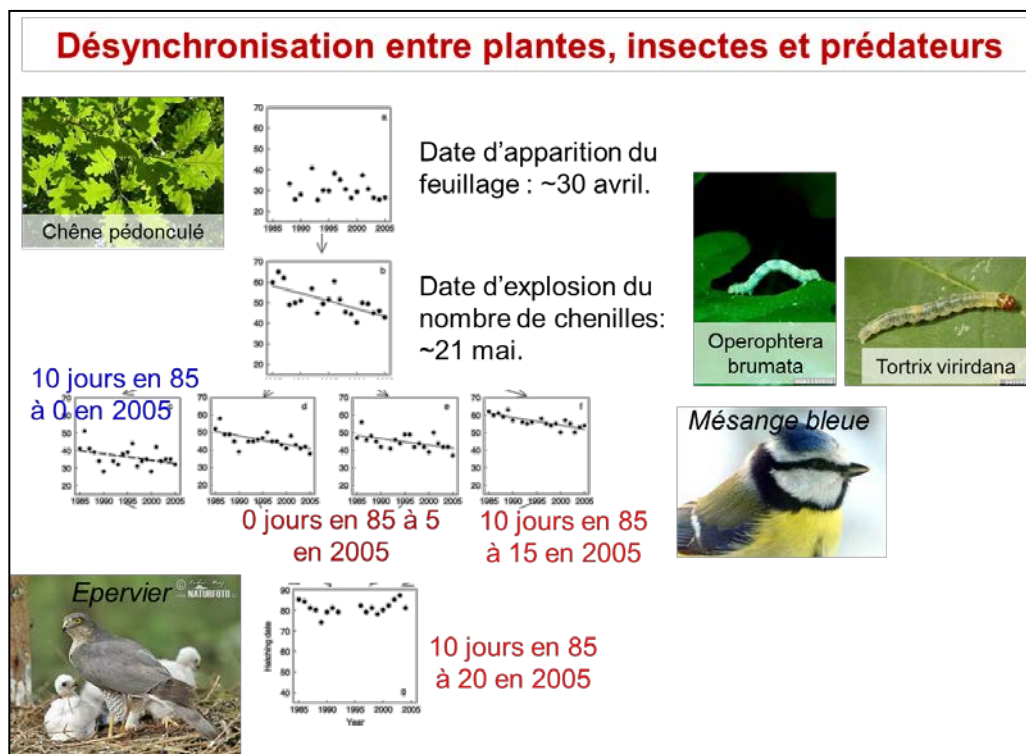
Comme bien souvent, il y a des phénomènes explosifs, avec une émergence des chenilles qui sortent de l'hiver, soit en format chenille, soit en format œuf, avec une explosion de chenilles qui se nourrissent des feuilles de chêne.

De même que pour les dates d'apparition des feuilles de chêne, on a noté les dates d'apparition des explosions des populations de chenilles. On voit un décalage d'environ 15 jours entre les dates d'apparition du feuillage – la ressource nutritionnelle – et des chenilles qui s'en nourrissent : c'est adaptatif pour que l'explosion survienne au moment où il y a le plus de nourriture dans l'environnement.

En remontant dans la chaîne alimentaire, on voit toutes les espèces d'oiseau qui se nourrissent de ces chenilles, les passereaux, mésanges, gobe-mouches noir. C'est une étude faite au Pays Bas sur des espèces présentes également chez nous. De même, les chercheurs ont noté les dates auxquelles on voit l'explosion du nombre de poussins chez les oiseaux : les dates sont assez variables d'une espèce à l'autre, avec des délais adaptatifs de l'ordre de la dizaine de jours.

On peut continuer et rajouter le prédateur de ces types de passereaux, l'épervier, avec une date d'apparition des poussins bien plus tardive, plus tard, vers le 20 juin.

Le débourrement des bourgeons n'est pas fortement influencé au fil des années par les hausses de température, à l'inverse des chenilles qui montrent une réponse aux variations de température au fil des années. C'est aussi le cas chez certaines espèces de passereaux. Par ailleurs, le prédateur ne montre pas non plus de réponse directe au changement.



Source : Sylvain PINCEBOURDE

Ces réponses différentielles vont induire une désynchronisation que l'on peut quantifier : chez ce passereau, alors que le délai adaptatif entre la ressource en chenilles et l'explosion du nombre de petits était de 10 jours en 1985, les petits apparaissent désormais au jour J de l'explosion des chenilles.

On voit aussi qu'en 1985, les espèces étaient strictement synchronisées sur l'apparition des chenilles, alors qu'il y a désormais un retard de 5 jours entre l'apparition de la ressource et l'explosion des petits.

Il y a même un décalage de 5 jours chez une autre espèce, qui est passée de 10 à 15 jours.

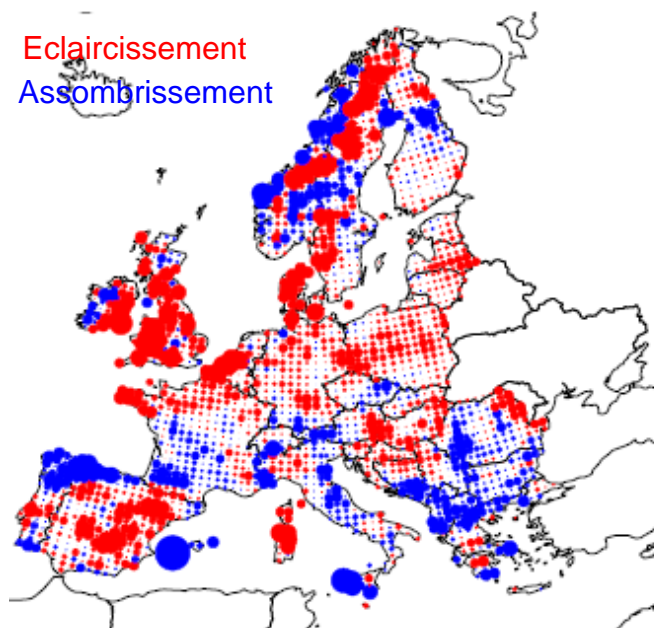
L'effet est encore plus notable chez le prédateur : le décalage de 10 jours en 1985 monte à 20 jours en 2005.

Cela veut dire qu'une fois de plus, les prédateurs dans la chaîne alimentaire sont les plus touchés par les effets du changement climatique : même s'il n'y a pas d'effet direct de la température sur l'espèce, il y a des effets indirects sur les ressources alimentaires. Plus on monte haut dans les étages, plus l'espèce dépend des ressources alimentaires à chaque étage de la chaîne.

Je vais vous présenter un autre effet intéressant et même curieux, dans la réponse des insectes au réchauffement. Il est intéressant de savoir comment ces organismes vont s'adapter au réchauffement et au changement climatique de façon générale. Cette étude très récente s'est intéressée à la coloration des insectes. Les insectes sont des organismes hétéothermes, leur température dépend de la température de l'environnement et, pour certaines activités, les papillons et libellules par exemple ont besoin de monter en température leur corps pour s'envoler. Leur stratégie consiste à se baigner en plein soleil pour monter en température, jusqu'à atteindre la température qui permet le vol.

Si un insecte tout noir et le même insecte tout blanc sont à côté, lequel sera le plus chaud le plus rapidement ? C'est bien sûr l'insecte noir.

C'est sur ce principe basique de thermorégulation que ces chercheurs se sont demandé si l'on voyait une évolution dans la clarté de ces insectes au fil du réchauffement climatique. Intuitivement, on s'attend à ce que les insectes soient de plus en plus clairs.



Source : Sylvain PINCEBOURDE

voit un très fort éclaircissement de ces insectes, l'assombrissement est beaucoup moins présent, sauf anomalie curieuse dans les pays plus froids au nord.

Cela montre que les espèces peuvent s'adapter de différentes manières, mais cela prend du temps. On n'est pas en mesure de mesurer les conséquences populationnelles de ces effets.

Je voulais avec cette présentation vous montrer la diversité des réponses possibles et surtout, vous faire réfléchir sur la complexité de rapprocher l'observation écologique et le changement climatique. Ce n'est pas forcément évident, d'un point de vue scientifique, il peut être très long d'avérer un lien avec le changement climatique.

La chaîne de processus est résumée ainsi : on observe un phénomène écologique, il faut le lier à des données climatiques. On appelle Météo France, mais cet organisme mesure les données climatiques à une échelle pertinente pour l'homme, qui mesure entre 1 et 2 mètres de haut. Pour la fourmi qui mesure 1 à 2 millimètres, la température mesurée à 2 mètres n'est pas pertinente. En ville, les fourmis marchent sur un bitume qui chauffe à plus 50 degrés en plein soleil, alors que pour nous, la température peut rester supportable. Il est donc très important de se mettre à l'échelle de l'organisme, au niveau des insectes.

Il existe bien des effets indirects et directs, il ne faut pas regarder uniquement les effets directs de la température sur l'organisme : il faut observer ce qui se passe chez le prédateur, chez la proie, chez les plantes qui fabriquent l'ombre pour les espèces, et le lien avec l'activité humaine. La destruction de l'habitat est aussi un paramètre majeur dans ces réponses. Evidemment, il faut voir cela avec une dimension temporelle.

Je termine en disant que la région Centre dispose d'un réseau d'associations naturalistes qui fonctionnent très bien, dont des représentants sont présents ce soir, notamment l'association ANEPE CAUDALIS, en charge du plan national d'action en faveur des odonates à l'échelle régionale. Ils sont très actifs depuis quelques années.

Voici une carte qui montre le degré de clarté chez les papillons et libellules. Plus c'est rouge, plus l'insecte est clair ; et plus c'est bleu, plus l'insecte est sombre. C'est plus flagrant chez les libellules, qui sont des insectes de soleil. Les zones les plus froides géographiquement sont celles où l'on rencontre des colorations plus sombres. Dans les zones les plus chaudes du pourtour méditerranéen, les insectes sont plus clairs.

La conséquence du réchauffement est indiquée ici, pour les libellules : en rouge, on voit un éclaircissement entre les années 1980 et aujourd'hui, et en bleu un

assombrissement. Dans le nord, notamment en Angleterre et Islande, on

On remarque aussi que, plus on va sur le terrain pour observer où sont placés les insectes, plus on découvre de nouvelles populations, de nouvelles distributions, ce qui pose beaucoup de questions sur les observations utilisables des 50 dernières années, car on ne sait pas quel a été vraiment l'effort de prospection il y a 50 ans. Cela rajoute de la complexité dans ces études.

(Applaudissements)

Intervention.- Je voulais évoquer les abeilles et la désynchronisation par rapport à la pollinisation des fruitiers. J'ai l'impression, en observant les cerisiers et leur pollinisation, que c'est complètement décalé ces derniers temps. Par ailleurs, j'ai entendu que les abeilles ont actuellement tendance à sortir des ruches parce qu'il fait chaud, mais ne trouvent pas de nourriture. Cela va créer un problème supplémentaire pour les ruches.

M. Sylvain PINCEBOURDE.- C'est un exemple typique de ces phénomènes de désynchronisation, l'anomalie de température provoque une anomalie d'activité. La douceur des températures fait croire à l'abeille qu'il est temps d'aller dehors chercher de la nourriture, or il y en a beaucoup moins que durant le printemps.

Pour les arbres fruitiers et la relation avec les pollinisateurs, on sait que la floraison des arbres fruitiers a évolué dans le temps. Le premier exemple a été donné pour les arbres fruitiers du Japon, parce que chez eux les arbres fruitiers ont une importance culturelle au-delà même de l'apport du fruit. C'étaient les premiers à montrer avec des données de longue date le changement important dans la date de floraison des arbres fruitiers.

Je ne suis pas le plus au fait sur les dates de sortie des pollinisateurs, je ne sais pas à quel point ce changement a été noté, ou cette désynchronisation, notamment dans nos régions. Je n'ai pas les données en tête, mais ce ne serait pas du tout surprenant.

M. François Lefèvre, Vice-président de la SEPANT.- J'avais posé la question sur le dépérissement de la forêt de Vierzon, mais il faut noter que, peu avant les dépérissements, il y a eu deux printemps de suite des défoliations massives de la forêt au mois d'avril et de mai. Toutes les feuilles ont été mangées par les chenilles, qui ont pullulé alors que les oiseaux n'étaient pas encore revenus de migration, donc sans petits à élever. Les chênes ont ensuite refait leurs feuilles, mais cela a considérablement épuisé leur peuplement. Il y a un lien de désynchronisation multifactorielle.

M. Sylvain PINCEBOURDE.- Les arbres ne vont pas forcément être tués l'année de telles explosions démographiques de chenilles, mais il se produit un phénomène d'épuisement année après année. L'exemple le plus typique est le marronnier avec la mineuse du marronnier, qui cause des dégâts très importants. Dès le mois d'août, on voit toutes les feuilles brunes et grillées tomber au sol à cause du ravageur. Cela ne tue pas l'arbre, qui refait des feuilles l'année suivante, mais cela l'épuise année après année et on est obligé d'abattre les arbres les plus touchés, notamment à Paris.



Photo : SEPANT

CHANGEMENTS CLIMATIQUES : UNE AFFAIRE DE SOURCES ET DE PUIITS

Mme Marie ZIMMERMANN.- Je suis maître de conférences dans l'Institut où travaille également M. Pincebourde ; je vais parler de sources et de puits de carbone et de l'impact de ces sources et de ces puits sur le changement climatique, à une échelle globale, mais tout ce qui est global a forcément un impact sur le régional.

Depuis le début de l'ère industrielle, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont augmenté à une vitesse jamais égalée jusqu'ici. C'est ce qui est à l'origine de la hausse des températures et des changements climatiques qui nous rassemblent tous ici ce soir. Grâce à différents travaux de différents chercheurs, grâce aux compilations faites par les membres du GIEC, on arrive à quantifier de manière assez fiable la quantité de carbone qui s'accumule chaque année dans l'atmosphère.

En revanche, on a plus de difficulté à évaluer le rôle joué par chacun des compartiments de notre biosphère, notre système climatique, notamment le rôle joué par les sources émettrices de carbone et la balance entre les sources et les puits, qui prélèvent une partie du carbone dans l'atmosphère.

Lors de la conférence mondiale de Copenhague en 2009, la COP15, les Etats signataires ont estimé que l'on devait rester sous la barre des +2°C depuis l'ère préindustrielle d'ici à 2100. Comme vous l'avez signalé tout à l'heure, on est déjà à +1°C. Les membres du GIEC estiment qu'au-delà de 2 degrés Celsius d'augmentation, on irait vers des changements climatiques irréversibles et non maîtrisables par l'humanité.

Cela offre un éventail de scénarios assez large, qui vont de sobre à émetteur. On est « émetteur » quand on est au-delà de 4°C d'augmentation,

ce qui nous pend au nez si l'on continue ainsi. Cela correspond à des émissions de carbone de 6100 Giga tonnes de carbone jusqu'à la fin du siècle, c'est-à-dire l'épuisement total des réserves fossiles.

Le scénario « sobre », en dessous de 2°C, donne un droit à émettre de 900 Giga tonnes de carbone jusqu'à la fin du siècle, soit l'utilisation de 20 % des réserves fossiles accessibles. Si l'on ne change rien par rapport à aujourd'hui, on devrait atteindre ces 900 Giga tonnes dans 25 ans, et donc dépasser les 2 degrés.

Pour rester sous cette barre des 2°C, notre climat va dépendre de la façon dont vont évoluer nos émissions de gaz à effet de serre. C'est déterminé par différents facteurs, notamment la taille de la population mondiale, notre activité économique, nos modes de vie, le développement de nos technologies et les politiques qui seront mises en place.

Notre climat va dépendre aussi de la façon dont vont fonctionner les puits de carbone, c'est-à-dire comment nous allons utiliser nos terres, quel va être le devenir de nos écosystèmes forestiers et de nos océans. Si les températures augmentent, les puits de carbone ne fonctionneront pas de la même manière.

Rester sous la barre des +2°C

- **Jusqu'ici** : + 0,6°C par rapport à l'ère pré-industrielle

- **Au-delà** : > +2°C →



SCENARIOS

Emetteur : > +4°C → poursuite de la tendance observée jusqu'ici, soit 6100 Gt. de C jusqu'à la fin du siècle.

Sobre : < +2°C → 900 Gt. de C jusqu'à la fin du siècle



Source : Marie ZIMMERMANN

Je vais donc parler des sources de ces gaz à effet de serre : il y en a naturellement dans l'atmosphère, c'est ce qui vaut à notre planète d'avoir une température moyenne de +15°C. Sans ces gaz, elle serait de -18°C. Le principal gaz à effet de serre impliqué dans le réchauffement climatique est le dioxyde de carbone, qui est produit naturellement par la respiration animale, mais aussi par la respiration végétale, car les végétaux pratiquent la photosynthèse et puisent du carbone dans l'atmosphère, mais en rejettent aussi par la respiration, selon une alternance jour/nuit avec des variations saisonnières, mais aussi la dissolution des calcaires, la combustion des forêts, les émissions volcaniques et l'utilisation des combustibles fossiles, pétrole, gaz et charbon.

Le dioxyde de carbone a une force radiative importante, il est très impliqué dans les changements climatiques parce qu'il est produit en grande quantité et parce qu'il se maintient longtemps dans l'atmosphère, environ une centaine d'années.

Les SOURCES des gaz à effet de serre

- **CO₂** : respiration animale, végétale, dissolution des calcaires, combustion des forêts, émissions volcaniques, combustion fossile
- **CH₄** : dégradation matière organique en milieu faiblement oxygéné, combustion fossile
- **Autres GeS** : O₃, N₂O, CFCs, PFC, H₂O...

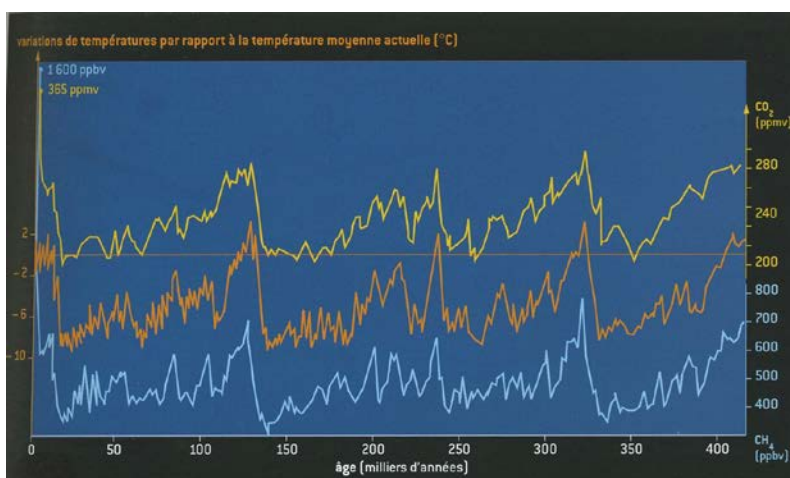
Maintien du CO₂ dans l'atmosphère ≅ 100 ans

Source : Marie ZIMMERMANN

de carbone, mais il se maintient moins longtemps dans l'atmosphère et il est moins produit.

Il y a d'autres gaz à effet de serre : l'ozone, le protoxyde d'azote, les chlorofluorocarbones, les hydrocarbures perfluorés. Ces gaz ont moins d'impact, parce qu'on en produit moins, mais certains des hydrocarbures perfluorés se maintiennent dans l'atmosphère jusqu'à 50 000 ans ! Ce sont des durées de vie très longues et ils ont des pouvoirs de réchauffement très importants.

Ce graphique montre qu'il y a bien un lien entre la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone et en méthane et les températures. Ces trois courbes représentent l'évolution au cours de ces 400 000 dernières années : le dioxyde de carbone figure en haut, le méthane en bas, et les températures sont très corrélées à l'évolution de ces deux gaz à effet de serre. On arrive à obtenir des données pareilles grâce aux bulles contenues dans les glaces, qui permettent de mesurer la concentration exacte en gaz à l'époque de formation des bulles.



A partir de moment où l'on absorbe plus de carbone qu'on en émet, c'est un puit de carbone. N'importe quel puit actuel est susceptible de devenir une source émettrice : nos océans sont des

puits, car ils ont la capacité d'absorber du dioxyde de carbone, et ce d'autant mieux que l'eau est froide. De plus, il y a des organismes photosynthétiques dans l'océan, qui participent donc à l'absorption de carbone.

De même, les forêts font de la photosynthèse et puisent du carbone. Les sols stockent aussi de grandes quantités de carbone, notamment les sols sibérien avec le pergélisol, qui stockent des quantités astronomiques de carbone, mais si cela fondait, cela relarguerait énormément. Si les températures augmentent, les puits doivent absorber davantage.

Les PUIITS

« Tout processus ou mécanisme qui absorbe un gaz à effet de serre ou un précurseur de gaz à effet de serre présent dans l'atmosphère. Un réservoir donné peut être un puits de carbone atmosphérique, et ce durant un certain laps de temps, quand il absorbe plus de carbone qu'il n'en libère. »

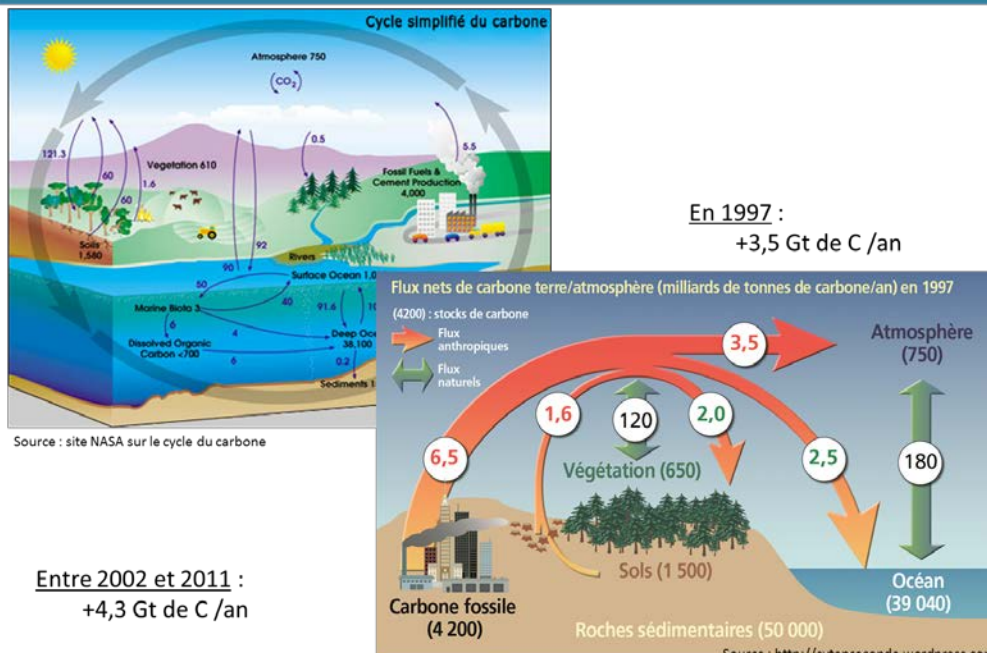
- **Les océans** : 2 à 3 Gt C/an
- **Les couverts végétaux** : 2 à 2,5 Gt C/an
- **Les sols** : stockent 1500 à 2500 Gt C

↳ **si les t°↑** : les puits doivent absorber davantage.

Source : Marie ZIMMERMANN

En résumé sur le flux du carbone, on rejette 6,5 Giga tonnes (milliard de tonnes) de carbone par an dans l'atmosphère. La déforestation provoquerait le relargage de 1,6 milliard de tonnes de carbone par an. Les puits en absorbent une partie, mais chaque année 3,5 milliards de tonnes de carbone s'accumulent dans l'atmosphère. C'était en 1997, aujourd'hui on est à 4,3 milliards de tonnes chaque année.

Le Cycle du carbone



Source : Marie ZIMMERMANN

Les conséquences sur les océans d'une augmentation du CO₂ sont notamment une augmentation du CO₂ dissous dans l'eau, donc une diminution des ions carbonates au profit des ions bicarbonates, et donc une acidification des océans. C'est un gros problème pour les organismes et les micro-organismes qui utilisent le carbonate pour faire leur squelette ou leur coquille. C'est le cas des

coccolites, qui à eux seuls, puisent 20 % de tout le carbone absorbé par les océans. Si l'acidification détruit leur forme de coquille, ils vont disparaître et ce sera un très gros problème pour le fonctionnement du puit.

L'élévation de température entraîne l'élévation des températures des eaux, le blanchiment des coraux qui sont très sensibles aux élévations de températures, les migrations d'espèces, des perturbations dans les échanges d'oxygène. Cela provoque aussi une élévation du niveau de la mer, ce qui est aussi impactant sur le couvert végétal des zones côtières.

Sur les écosystèmes forestiers, les études montrent que si l'on augmente le dioxyde de carbone, on augmente la fertilisation, les végétaux vont donc pousser plus vite, mais comme l'azote n'augmente pas dans les mêmes proportions, ces végétaux seront moins riches en protéines. Les insectes herbivores qui consomment ces végétaux seront donc obligés d'en consommer davantage pour avoir la même croissance, mais malgré tout, cela occasionne une perte de croissance significative.

Enfin, si les températures augmentent, on risque d'aller vers une dégradation des écosystèmes forestiers, du fait de la sécheresse et de l'augmentation de la respiration des végétaux avec le relargage de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Tout cela risque d'emballer encore le climat, c'est une « rétroaction positive ».

D'où l'utilité de prendre des mesures à l'échelle mondiale, parce que nos forêts, nos glaciers, la circulation océanique, cela nous appartient à tous, on ne peut pas jouer dessus à petite échelle. Il est aussi utile de mettre en place des politiques et des initiatives à l'échelle locale. C'est un peu le cas avec le Plan Climat Energie Territorial mis en place par le Conseil Régional. Des projets sont financés par le Conseil Régional et vont dans ce sens. Evidemment, il y a des initiatives citoyennes nombreuses.

(Applaudissements)



Photo : SEPANT

Un grand philosophe confucéen du 3^{ème} siècle disait déjà : « dis-moi et j'oublierai, montre-moi et je me souviendrai, implique-moi et je comprendrai ». On voit tout l'enjeu de cette maxime millénaire lorsqu'on s'intéresse à ce sondage de l'ADEME paru en 2014 sur les représentations sociales des Français face au changement climatique.

Age	Convaincus	Sceptiques	Hésitants
15-17	62		38
18-24	43	6	51
25-34	49	8	42
35-49	43	9	48
50-65	39	16	45
66-69	39	27	34
70 et +	47	21	33
Ensemble	44	12	44

Source : Sébastien Moreau

Vous avez la répartition en catégories des convaincus, sceptiques ou hésitants par rapport au changement climatique, en fonction de l'âge. Chez les jeunes de 15 à 17 ans, il n'y a aucun climatosceptique. Le scepticisme se rencontre plutôt chez les plus de 66 ans. C'est a priori quelque chose qui, démographiquement, devrait disparaître du paysage, mais attention, car la catégorie des 18-24 ans compte tout de même 50 % d'hésitants. Un étudiant sur deux hésite encore à se positionner. Il faut donc maintenir l'accompagnement et la pédagogie et convaincre les étudiants de la réalité du changement climatique.

Je voulais aussi les convaincre de la réalité du climatoscepticisme : l'idée était de proposer aux étudiants d'aller sur le terrain, de réfléchir aux conséquences de leurs actes, d'essayer d'avoir une approche projet sur leur action, pour pouvoir prévoir l'imprévisible.

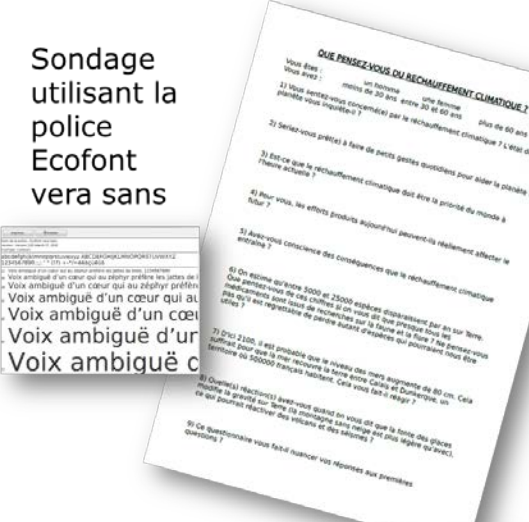
Ce qui m'intéressait, c'est non seulement de les mettre en action, mais surtout de leur suggérer une méthodologie de l'action, car on ne lâche pas des jeunes de 20 ans sur le terrain sans un minimum de préparation préalable.

La consigne générale était suffisamment large pour être interprétée de plusieurs façons : « imaginer une action permettant de réduire notre influence sur le climat ». Pour cadrer les choses de façon pédagogique, je leur ai demandé, par le biais d'un texte collaboratif hébergé en interne sur une plateforme pédagogique, de répondre à des questions pour baliser leur projet en amont, juste avant la mise en action, et ensuite de faire un bilan à tête reposée. Par exemple : quels moyens humains et matériels sont nécessaires ? Combien de temps cela va prendre ? Où et quand cela aura lieu ? Comment définir des facteurs de succès, notamment en termes d'indicateurs et d'objectifs...


Voici quelques exemples qui illustrent la diversité des projets : 130 étudiants se sont organisés autour de 27 projets, ils ont jusqu'au 1^{er} décembre. Un groupe est parti dans l'idée d'interroger des gens dans la rue sur la réalité du changement climatique et la perception qu'ils en avaient. Ces étudiants ont pris soin d'utiliser une police graphique Ecofont, qui a des parties évidées importantes : à l'impression, il y a plus de blanc que de noir et cela diminue l'impact sur la consommation d'énergie et d'encre carbonée.


Exemples

Sondage utilisant la police Ecofont vera sans



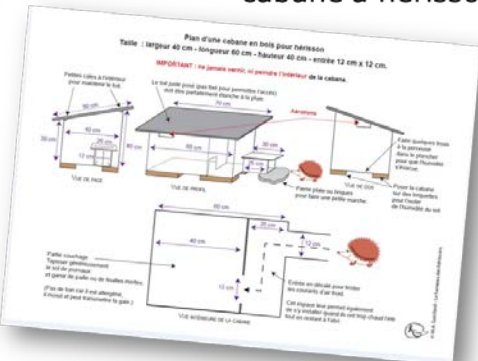
Exposition photographique sur les mégots abandonnés





Diaporama sur les éco-gestes en classe

Construction d'une cabane à hérissons



Source : Sébastien Moreau

D'autres étudiants ont réalisé un diaporama pour sensibiliser des élèves de primaire sur les éco-gestes. Plusieurs groupes se sont positionnés sur ce sujet, mais ils ont rencontré beaucoup de difficultés, ne serait-ce que pour rentrer dans les écoles. Il serait intéressant d'accueillir un groupe d'étudiants pendant une demi-heure, qui après préparation et entretien avec les enseignants, pourront jouer le jeu pour mener au bout leur projet.

Ensuite, on a une cabane à hérisson. A priori, c'est assez loin du climat, mais pour ne pas décourager les bonnes volontés, j'ai été large dans mon acceptation des projets.

On est aussi confronté à la confusion que font bon nombre de nos concitoyens entre pollution et changement climatique, préservation des espèces et changement climatique. Mis à part le nucléaire, on sait que tout ce qui sera bon pour le climat en termes de réduction des gaz à effet de serre devrait profiter aux autres problématiques environnementales, à quelques détails près.

Un autre groupe s'est positionné sur une exposition photographique sur les mégots abandonnés par terre, pour sensibiliser les jeunes à la pollution insidieuse qu'on voit partout.

On est en plein effet papillon : on est passés d'une idée que j'ai eue à 27 projets étudiants, qui balaient les grandes thématiques liées au climat : énergie, transport, alimentation, santé, bien-être... Il y a un atelier sur les cosmétiques à base d'ingrédients naturels, pour éviter l'utilisation de produits industriels, une sensibilisation des personnes qui vivent en immeuble sur la possibilité de rajouter du jardinage biologique sur leur balcon, un focus sur le nettoyage des frigos, avec un peu d'éducation à l'hygiène domestique pour diminuer la consommation énergétique.

130 étudiants se sont mobilisés selon différents modes d'action, et par ricochet ces étudiants vont en parler à leur famille, à leurs proches, à leurs amis, à des passants, des internautes, ils vont mobiliser des réseaux sociaux...

Pour les conséquences, on verra quand on aura lancé. On verra combien de personnes on a touché, s'il y a eu des remous dans la société tourangelle, si l'on a réussi à faire changer les lignes ou pas.

En conclusion, j'ai noté une forte adhésion des étudiants à l'initiative, surtout que cela leur évitait l'examen sur table à la fin du semestre ! L'exercice de confrontation avec le réel est essentiel, car beaucoup de jeunes sont très sensibilisés aux thématiques environnementales et sont prêts à s'engager, mais peu ont la possibilité de le faire. Beaucoup hésitent à franchir le pas de l'engagement associatif. Ce genre de dispositif leur permet de mettre un pied dans le militantisme de terrain, dans l'action, et d'en voir les conséquences.

J'ai constaté une diminution notable de l'absentéisme en cours magistral, cela fait 6 ans que je fais ce cours et c'est la première année que j'ai autant d'assiduité à cette période de l'année.

Je considère que la pédagogie de l'agir est toujours émancipatrice : Léon Blum disait que « l'homme libre est celui qui n'a pas peur d'aller au bout de sa pensée ».

(Applaudissements)

M. Sébastien MOREAU.- J'en profite pour faire de la publicité pour une conférence que j'organise vendredi prochain à 19 heures, dans le même bâtiment, sur le climatoscepticisme. Nous ferons un tour d'horizon du climatoscepticisme à la française, qui se structure et qui commence à bénéficier de financements importants, qui étend ses réseaux, qui commence à sortir de son territoire habituel qui remonte à 1992.

Pour la première fois en 2014, un organisme appelé Groupe non intergouvernemental d'experts sur le climat a sorti un ouvrage qui remet en cause l'effet du changement climatique sur la biodiversité. Il remet notamment en cause des travaux réalisés par des scientifiques de l'IUICN (union internationale pour la conservation de la nature) et c'est la première incursion des climatosceptiques sur le terrain de l'extinction des espèces. Si les climatosceptiques anglo-saxons, relayés par les français, appliquent aux problématiques d'érosion de la biodiversité les mêmes méthodes qu'ils ont employées depuis 20 ans pour bloquer toute évolution sur le climat, on a beaucoup de souci à se faire.

M. Yves LEERS.- Je vous remercie tous de votre présence et de votre assistance à cette conférence de la SEPANT.

La séance est levée à 23 heures 10.

**La SEPANT remercie tous les intervenants
et tous les participants à cette conférence-débat**

