



**HAL**  
open science

# Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles : Adaptation des activités agricoles et répercussion sur la biodiversité ?

Thomas Fournier

► **To cite this version:**

Thomas Fournier. Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles : Adaptation des activités agricoles et répercussion sur la biodiversité ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2009. hal-02819937

**HAL Id: hal-02819937**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02819937>**

Submitted on 6 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.



# Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles : Adaptation des activités agricoles et répercussion sur la biodiversité ?

Mémoire de stage de Master 2

Master environnement et gestion de la biodiversité

Ecole Pratique des Hautes Etudes

**Thomas FOURNIER**

Stage réalisé à l'INRA-SAD de Mirecourt

sous la direction de Marc Benoît

Octobre 2008 à juin 2009

# Remerciements

Je tiens avant tout à remercier Marc Benoît mon maître de stage pour m'avoir permis de mener cette étude et pour le temps qu'il a pu me consacrer ainsi que Catherine Mignolet, la directrice de l'unité pour son accueil parmi l'équipe de l'INRA-SAD de Mirecourt.

Merci à Hélène Blanchoud, ma tutrice pédagogique pour les conseils d'orientation qu'elle a pu me fournir et sans qui je n'aurais jamais rejoint l'équipe de l'INRA de Mirecourt.

Je tiens également à remercier tout particulièrement les agriculteurs qui ont bien voulu m'accueillir, m'allouer un peu de leur temps et sans qui l'étude n'aurait pu avoir lieu.

Merci à tous les membres de l'unité pour leur aide lors de mon stage ; je pense notamment à Jean-Marie Trommenschlager pour les problèmes d'informatique, Xavier Coquil, Pierre-Yves Bernard, Claude Bazard et Damien Foissy pour leurs conseils d'agronomes et un grand merci à Etienne Gaujour pour ses conseils d'écologie.

Je souhaite également remercier Kevin Courtois pour tous ses conseils.

Un grand merci à mes colocataires qui m'ont supporté pendant ces neuf mois.

# Sommaire

1. Introduction .....	3
2. Objectifs et hypothèses.....	6
3. Méthodologie .....	7
3.1 Site de l'étude.....	7
3.2 Enquêtes auprès des agriculteurs et informations récoltées .....	8
3.3 Choix des cultures .....	10
3.4 Saisie des données .....	10
3.5 Données météo .....	11
3.6 Sources de données sur l'avifaune .....	12
3.7 Interprétation des données.....	13
4. Résultats .....	14
4.1 Evolution des dates de semis et récoltes des céréales d'hiver.....	14
4.1.1 Le blé.....	14
4.1.2 L'orge d'hiver .....	16
4.2 Evolution de la durée des cycle de culture .....	18
4.3 Evolution des dates de fauche des prairies. ....	18
5. Discussion .....	20
5.1 Covariables explicatives de la modification des calendriers agricoles .....	20
5.1.1 Impact des cultures de printemps .....	20
5.1.2 Evolution des variétés cultivées .....	21
5.1.3 Impact du conseil .....	22
5.1.4 Evolution des autres techniques des itinéraires techniques.....	22
5.1.5 Modernisation des équipements agricoles.....	23
5.1.6 Le climat.....	23
5.2 Le cas des prairies .....	25
5.3 Contraintes quant à l'obtention des informations agricoles .....	26
5.4 Répercussion de la modification des calendriers agricoles sur l'avifaune.....	26
6. Conclusion.....	28
7. Références bibliographiques .....	30
8. Annexes.....	32

# 1. Introduction

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère semble être la cause la plus importante à l'origine du changement climatique en cours. Les principaux gaz à effet de serre sont le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub> (méthane) et le N<sub>2</sub>O (oxyde nitreux). L'utilisation de combustibles fossiles est à l'origine de l'augmentation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et en partie à celle du CH<sub>4</sub>. L'agriculture quant à elle semble être responsable de l'augmentation atmosphérique de N<sub>2</sub>O et en partie de celle du CH<sub>4</sub>. Selon le rapport du GIEC 2007 « les émissions mondiales de GES imputables aux activités humaines ont augmenté depuis l'époque préindustrielle ; la hausse a été de 70 % entre 1970 et 2004 » (IPCC, 2007b). Cette augmentation de GES dans notre atmosphère semble être la cause principale du dérèglement du climat.

Les effets se font sentir sur la **température** globale à la surface de la terre. En effet, on peut noter que onze des douze dernières années (1995–2006) figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850 (IPCC, 2007) et que la hausse des températures ces 20 dernières années est plus importante que celle rencontrée sur le siècle entier (Easterling et al., 1997). La tendance linéaire au réchauffement entre 1906 et 2005 atteint 0,74 °C (IPCC, 2007). Les hausses de températures sont plus importantes sur les températures minimales : hausse de 0,88°C/100ans pour les températures maximales et 1,86°C/100ans pour les températures minimales. (Easterling et al., 1997; Mann, Bradley & Hughes, 1998). Les modèles prédisent qu'un doublement de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> provoquerait une hausse globale des températures de 1,5 à 4,5 °C selon les modèles.(Bazzaz & Sombroek, 1997). La température semblerait augmenter légèrement plus aux latitudes plus élevées qu'aux tropiques (Bazzaz & Sombroek, 1997; IPCC, 2007b).

Les **précipitations** semblent également perturbées par le changement climatique en cours. « les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud. Il est probable que la sécheresse a progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970 » (IPCC, 2007). On parle aussi d'une modification des précipitations en fonction des saisons avec une diminution des pluies l'été entraînant une augmentation des sécheresses estivales (pour la moitié sud de la France) et une hausse des précipitations l'hiver (Parry, 2002).

Les changements du climat peuvent, en effet, affecter l'agriculture et contraindre les agriculteurs à adopter des stratégies d'adaptation pour favoriser le meilleur rendement possible des cultures.

Tout d'abord, **l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub>** dans l'atmosphère risque de modifier le développement des cultures notamment la photosynthèse et la production de biomasse (Bazzaz & Sombroek, 1997; Droogers, 2004; Meza, Silva & Vigil, 2008; Parry, 2002; Schimmelpfennig et al., 1995; Seguin, 2003; Sombroek & Gommès, 1997). En effet, l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique peut favoriser la photosynthèse et dans ce cas augmenter la production de biomasse et donc la productivité. Elle serait responsable de 10 à 20 % du doublement de la productivité des cultures les cent prochaines années.(Sombroek & Gommès, 1997). De plus, lors de la phase de photosynthèse, les stomates sont fermés et l'évapotranspiration est diminuée. Le doublement de la concentration du CO<sub>2</sub> atmosphérique réduirait de 30 à 60 % l'ouverture stomatique, réduisant ainsi les pertes d'eau (Bazzaz, 2003 ; Meza, 2008 ; Sombroek, 1997). Cependant, l'augmentation du CO<sub>2</sub> ne peut améliorer le rendement des cultures si le sol est appauvri en nutriment, or l'augmentation de la production de biomasse peut entraîner la dégradation du sol et épuiser la ressource en nutriment (Bazzaz, 2003 ; Sombroek, 1997). La fermeture des stomates peut aussi entraîner une hausse des températures du couvert végétal et ainsi diminuer la période de remplissage des grains (Bazzaz, 2003).

**Les hausses de températures** prévues modifieraient également les stades de développement des différentes cultures (Alexandrov & Hoogenboom, 2000; Sombroek & Gommès, 1997). Selon les modèles, on peut s'attendre à **une réduction de la durée des phases de reproduction et végétatives** lors de la croissance du maïs et du blé de l'ordre de 5 à 20 jours de moins en 2020. La maturité serait atteinte 11 à 30 jours plus tôt pour le maïs et 1 à 2 semaines plus tôt pour le blé en 2050. Cependant une baisse de rendement est également prédite (Alexandrov, 2000 ; Sombroek, 2003 ; Meza, 2008) : de 3 à 14 % selon les modèles pour le maïs et de 0 à 7 % selon les modèles pour le blé en 2020. Il est à noter que ces chiffres ne prennent pas en compte les effets de l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> précédemment décrits, pouvant limiter la baisse de rendement (Alexandrov, 2000). L'augmentation globale de la température peut également renforcer l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> (Sombroek, 2003). La hausse des températures peut aussi engendrer plus d'évaporation et réduire l'humidité disponible du sol, ce qui peut affecter les rendements et l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Une élévation des températures pourrait également augmenter le nombre de ravageurs des cultures et le nombre d'adventices en compétition avec les cultures (Droogers, 2003).

Nous avons vu précédemment qu'une hausse globale des températures pouvait perturber **les précipitations**. Des pluies supplémentaires sur des régions sèches pourraient avoir des répercussions positives sur les cultures, mais s'il s'agit de régions déjà humides, les agriculteurs pourraient rencontrer un problème de séchage des récoltes.

La plupart des articles consultés traitant de l'adaptabilité des pratiques agricoles face au changement climatique en cours proposent des solutions se basant sur des modèles de prévision des effets du changement climatique (Alexandrov & Hoogenboom, 2000; Bazzaz & Sombroek, 1997; Droogers, 2004; Easterling, Chhetri & Niu, 2003; IPCC, 2007a, b; Meza, Silva & Vigil, 2008; Parry, 2002; Reid et al., 2007; Risbey, Kandlikar & Dowlatabadi, 1999; Schimmelpfennig et al., 1995; Seguin, 2003; Sombroek & Gommers, 1997; Watson, Zinyowera & Moss, 1996). Les solutions proposées sont parfois des solutions d'atténuation des effets du changement climatique. Il s'agit entre autres, de techniques pour limiter par exemple les rejets de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effet de serre en réduisant les consommations d'énergies fossiles ou en créant des puits de carbone (Watson, Zinyowera & Moss, 1996).

Les solutions proposées pour pallier les effets du changement climatique précédemment évoqués sont diverses. Une **sélection génétique** des variétés « adaptées aux températures plus élevées, valorisant au mieux l'augmentation de la photosynthèse et de l'efficacité de l'eau tout en minimisant l'effet d'un éventuel raccourcissement du cycle pourrait permettre d'améliorer les rendements (Seguin, 2003 ; Alexandrov, 2000).

Un **déplacement géographique** des zones de cultures vers le nord et revoir les différentes occupations du sol devraient être une solution à envisager le siècle à venir. Le réchauffement observé équivaut, sur le siècle, à un déplacement vers le nord de 180 Km ou en altitude de 150m. La **révision des itinéraires techniques** incluant les apports d'intrants est également à envisager (Seguin, 2003).

**L'avancée des dates de semis**, permettrait d'éviter les fortes chaleurs de l'été et d'allonger le cycle de culture des céréales de printemps (Seguin, 2003 ; Alexandrov, 2000).

Malheureusement, si beaucoup d'articles s'intéressent au changement climatique à venir et aux solutions agronomiques possibles à envisager pour y pallier, il est difficile de trouver des études menées sur les éventuelles adaptations des pratiques agricoles observées ces trente dernières années face au changement climatique. Une équipe finlandaise s'est intéressée en 2008 à l'impact du climat sur les dates de semis de certaines cultures en s'appuyant sur des données d'exploitations expérimentales (Kaukoranta & Hakala, 2008). Des

travaux ont été menés également au sein de l'INRA-SAD de Mirecourt en 2003 par Claudia De la Torre et Marc Benoît concernant l'évolution des « calendriers agricoles » en réponse au changement climatique en utilisant des données de différentes stations expérimentales de l'INRA (De la Torre & Benoit, 2003). Nous appellerons « calendriers agricoles » les différentes dates d'intervention des agriculteurs dans leurs parcelles (entre autre les dates de semis et récolte des cultures).

Dans notre étude nous nous intéresserons aux éventuelles adaptations agricoles au changement climatique ces dernières décennies. Nous utiliserons les informations des agriculteurs lorrains gardant notes de leurs pratiques.

## 2. Objectifs et hypothèses

Le but de l'étude est de mettre en évidence d'éventuels changements de « calendriers agricoles » des dernières décennies en utilisant des informations d'agriculteurs lorrains ayant gardé des enregistrements de leurs pratiques. Ensuite, nous essaierons de mettre en évidence l'éventuelle part du changement climatique dans l'évolution des « calendriers agricoles ». Le changement climatique est étudié ici en termes d'augmentation globale des températures et diminution du nombre de jours de gel en hiver.

Il s'agira ensuite d'identifier et de caractériser les impacts de ces éventuelles adaptations sur l'avifaune, particulièrement représentative de l'état de la biodiversité du territoire.

En effet, Les éventuels changements de « calendriers agricoles » peuvent avoir des répercussions sur l'avifaune. Il peut y avoir une modification de l'habitat pour certaines espèces (en particulier celles nicheuses à même le sol dans les parcelles céréalières comme le Busard cendré (*Circus pygargus*) due à l'avancée des dates de moisson. Certaines espèces pourraient également subir un changement de la disponibilité en nourriture nécessaire à la reproduction du à la modification éventuelle de la durée des cycles des différentes cultures et des prairies (décalage entre le pic de besoin de nourriture et le pic de nourriture disponible).

D'après les informations bibliographiques énoncées en introduction, les hypothèses que nous faisons dans cette étude sont l'avancée des dates de certain chantiers agricoles (dates de semis et récoltes des cultures) et une diminution du cycle des différentes cultures (nombre de jour entre la date de semis et la date de récolte). Une autre hypothèse que nous faisons est que cette modification dans les calendriers agricoles pourrait entraîner une diminution des populations d'oiseaux nicheurs dans ces cultures.

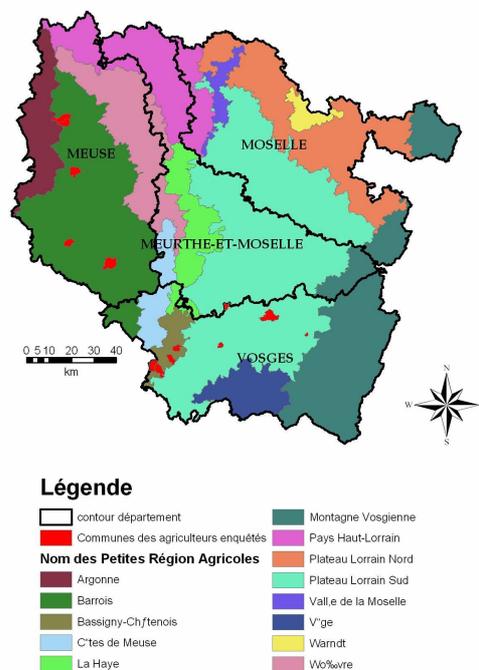
### 3. Méthodologie

Le but principal de l'étude consiste à mettre en évidence une adaptation à long terme des pratiques agricoles face au changement climatique. Une étude similaire a été menée en 2004 à l'INRA de Mirecourt par Claudia De la Torre et Marc Benoît sur des données de différentes stations expérimentales de l'INRA. Ils avaient mis, entre autre, en évidence une avancée de certaines pratiques agricoles comme les semis récoltes de différentes cultures ainsi que la diminution des cycles de cultures des différentes cultures les trente dernières années (C. De la Torre et M. Benoît (2004)).

Ici, nous mènerons la même étude mais en nous appuyant sur les données d'agriculteurs ayant gardé trace de leurs pratiques en essayant de remonter autant que possible dans le temps, souvent depuis le début des années 80. En effet, un recul de trente ans est le minimum requis pour pouvoir parler de changement climatique.

#### 3.1 Site de l'étude

##### Localisation des agriculteurs enquêtés



L'étude se déroule essentiellement dans la région Lorraine. Les agriculteurs enquêtés exercent leur activité dans les départements des Vosges (88) et de la Meuse (55).

Ils sont répartis dans trois Petites Régions Agricoles (PRA) différentes qui sont le « plateau lorrain sud » (bleu clair), les « côtes de Meuse » (gris) et le « Barrois » (vert).

*Figure 1 : localisation des agriculteurs enquêtés*

Les agriculteurs enquêtés sont donc issus de régions où les itinéraires techniques agricoles sont différents. En effet, dans le Barrois, nous rencontrons surtout des exploitations essentiellement céréalières avec, la plupart du temps, des rotations « colza-blé-orge ». Sur le plateau Lorrain sud, on observe plutôt des exploitations en polyculture-élevage dans la filière bovin lait (la plupart du temps) ou bovin viande. Il s'agit d'exploitations partageant leurs terres agricoles entre prairies (pour le pâturage du troupeau et la récolte de fourrage) et cultures. Les cultures sont essentiellement le maïs (pour la récolte d'ensilage pour le troupeau), le blé, l'Orge et le colza. L'échantillonnage des différents agriculteurs enquêtés est donc assez hétérogène avec des itinéraires techniques variés sur des petites régions agricoles très différentes. Il sera donc intéressant de voir si les pratiques agricoles évoluent ou non de la même manière selon les régions et les différents itinéraires techniques utilisés.

### 3.2 Enquêtes auprès des agriculteurs et informations récoltées

Dans le cadre de notre étude, 18 agriculteurs ont été enquêtés sur la région Lorraine. Douze d'entre eux possédaient des enregistrements exploitables de leurs pratiques anciennes (Annexe 1). Cinq d'entre eux sont des céréaliers en Meuse dans la PRA du « Barrois » appartenant au même groupement d'agriculteurs (le GVA de la vallée de la Saulx). Les autres sont des agriculteurs Vosgiens appartenant aux PRA « côte de Meuse » et « Plateau Lorrain sud ».

Cependant, d'autres personnes ont dû être enquêtées. En effet, il a fallu mobiliser les réseaux de relations entre agriculteurs (conseillers de proximité des chambres d'agriculture, Association d'anciens agriculteurs, groupes de développements agricoles) pour remonter jusqu'aux agriculteurs ayant conservé à long terme leurs informations techniques.

Une grande partie de ce stage (jusqu'au mois de février) a donc été consacrée à la réalisation des enquêtes (rencontre des agriculteurs possédant les informations, interview et captation des informations).

Lors des enquêtes les informations récoltées étaient les suivantes :

- Dates de semis des cultures
- Dates de récolte des cultures
- Variétés utilisées
- Date de fauche des prairies (fenaision, ensilage)

Toutes ces informations ont été récoltées en remontant le plus possible dans le temps. Le but était d'avoir un recul d'une trentaine d'années.

Les agriculteurs interrogés étaient également amenés à donner leur avis sur les changements de dates de chantiers agricoles et la part ressentie du changement climatique dans l'évolution de leurs pratiques.

Les informations de chaque agriculteur étaient archivées d'une manière différente. En effet chaque agriculteur a sa propre façon de noter ses pratiques (voir Annexe 2).

Années	semis		récolte		Variétés				
	début	fin	début	fin	semée la 1 <sup>ère</sup>	semée la 2 <sup>ème</sup>	semée la 3 <sup>ème</sup>	semée la 4 <sup>ème</sup>	semée la 5 <sup>ème</sup>
1980			25/08/1980	04/09/1980	Camp Rémy				
1980/81	15/10/1980	21/10/1980	14/08/1981	16/08/1981	Camp Rémy Fidel				
1981/82	08/10/1981	09/10/1981	29/07/1982	12/08/1982	Camp Rémy Fidel				
1982/83	02/10/1982	22/10/1982	26/07/1983	29/07/1983	Camp Rémy	Talent	Fidel		
1983/84	06/10/1983	28/10/1983	17/08/1984	22/08/1984	Camp Rémy	Talent	Fidel		
1984/85	15/10/1984	18/10/1984	29/08/1985	30/08/1985	Camp Rémy Fidel				
1985/86	24/09/1985	23/10/1985	09/08/1986	17/08/1986	Arminda	Aquila	Master	Camp Rémy	Festival
1986/87	27/09/1986	07/10/1986	19/08/1987	01/09/1987	Master	Chopin	Camp Rémy		
1987/88	30/09/1987	19/10/1987	26/07/1988	07/08/1988	Duck	Aubaine	Camp Rémy		
1988/89	21/09/1988	02/10/1988	21/07/1989	04/08/1989	Arminda	Futur	Duck	Camp Rémy	Récital
1989/90	25/09/1989	06/10/1989	03/08/1990	07/08/1990	Appolo	Futur	Camp Rémy		
1990/91	27/09/1990	12/10/1990	06/08/1991	16/08/1991	Appolo	Futur	Camp Rémy		
1991/92	04/10/1991	11/10/1991	28/07/1992	31/07/1992	Appolo	Futur	Camp Rémy		
1992/93	21/09/1992	09/10/1992	30/07/1993	04/08/1993	Ritmo	Futur	Camp Rémy		
1993/94	19/09/1993	01/10/1993	23/07/1994	31/07/1994	Ritmo	Génésis	Gaspard	Camp Rémy	
1994/95	22/09/1994	07/10/1994	26/07/1995	04/08/1995	Ritmo	Génésis	Camp Rémy		

Figure 2 : exemple du fichier Excel envoyé par un agriculteur sur ses dates de semis et récolte de blé avec les variétés

Fenaison 75			
6-5	caspar	135	bon
7-5	caspar Renault	105	très bon
8-5	Haut gai Renault	230	"
9-5	gai Renault-Vange	168	"
10-5	" " Belle	156	"
11-5	longrais + Vange	300	"
12-5	1/2 autre côté breuil	297	"
13-5	" " "	205	"
14-5	Haut Gaspard	288	"
14-5	bas côté breuil	180	"
15-5	breuil & orange	180	"
20-6	breuil	109	maillé
25-6	breuil	200	maillé
1-7	oûte	250	"
1-7	maulin	246	bon
2-7	sainfoin	400	très bon
2-7	pré cané	227	"
3-7	quonole	320	"
3-7	blevaux prairie	172	"
4-7	25 pacé	150	bon
4-7	grand col pilonc 2 petits d'oct	230	"
5-7	25 pacé	220	"
8-7	3 v. egras	130	"
15-7	bon d'grasse	340	toné
16-7	autre côté breuil	110	"
	regain	515	
6-8	pré cané	85	très bon
7-8	maulin	59	"
8-8	oûte	70	maillé

Figure 3 : exemple d'une page du carnet de champs d'un agriculteur (ce carnet récapitule les rendements en foin par année)

Le plus souvent, on trouve les informations notées sur des agendas annuels ou calendriers mais il peut également s'agir de fiche parcellaires.

Les fiches parcellaires sont les informations les plus exhaustives puisque elles renseignent, en général, pour une parcelle donnée à une année donnée, la culture présente, les dates de semis (plus autres travaux du sols et amendements) et les dates de récoltes. On peut donc calculer la durée précise du cycle de culture de la culture présente sur cette parcelle. Malheureusement, la plupart du temps il s'agit plutôt de calendriers ou agendas où sont notés, par exemple, le début et la fin des moissons et les différents jours où les semis ont été effectués sans préciser la parcelle. On a donc avec ces données une estimation des de la période des différents « chantiers agricoles ».

### 3.3 Choix des cultures

Nous avons fait le choix de nous intéresser aux cultures annuelles. En effet, des études ont déjà été menées sur l'avancée des récoltes sur les cultures pérennes, notamment la vigne et les arbres fruitiers (Seguin, 2003). Dans notre cas, nous nous intéresserons au blé, à l'orge d'hiver en culture d'hiver, ainsi qu'aux prairies.

En effet, en région lorraine, les cultures principales sont le blé d'hiver (pour la vente ou pour servir à l'alimentation du bétail), le colza, le maïs ensilage (pour l'alimentation du bétail) et l'orge (pour la vente en orge brassicole ou pour l'alimentation du bétail). D'autres cultures sont utilisées comme le triticales (hybride entre blé et seigle utilisé pour l'alimentation du bétail), ou le pois de printemps mais sont trop ponctuelles pour s'en servir de données dans notre étude.

Il aurait été intéressant de regarder l'évolution des dates d'intervention sur le maïs, car il s'agissait d'une culture étudiée par C de la Torre en 2004. Cependant, sur l'ensemble des agriculteurs enquêtés, aucun n'a pu nous délivrer des données assez exhaustives sur le maïs pour être exploitées.

### 3.4 Saisie des données

Les données brutes de chaque agriculteur enquêté ont dû être saisies dans une base Excel. En effet, le but était d'avoir les différentes dates d'intervention (semis et récolte) pour chaque année et pour chaque culture pour les différents agriculteurs. Une manipulation des

données dans le logiciel Access nous a permis d'avoir les différentes dates sous forme de jour julien. Les informations par parcelles sont d'autant plus intéressantes qu'elles nous permettent le plus souvent de connaître la variété utilisée pour cette parcelle.

agriculteur	annee	culture	variete	semis	julien semis	recolte	julien recolte	durée cycle
Lermet	77/78	blé	Talent	26/10/1977	298	19/08/1978	230	297
Lermet	77/78	blé	lutin top clement	20/10/1977	292	20/08/1978	231	304
Lermet	77/78	blé	lutin top clement	20/10/1977	292	23/08/1978	234	307
Lermet	77/78	blé	Talent	21/10/1977	293	20/08/1978	231	303
Lermet	77/78	colza	jet 9	13/09/1977	255	01/08/1978	212	322
Lermet	77/78	colza	jet 9	08/09/1977	250	05/08/1978	216	331
Lermet	77/78	Escourgeon	Hop	03/09/1977	245	22/07/1978	202	322
Lermet	77/78	Escourgeon	Hop	03/09/1977	245	27/07/1978	207	327
Lermet	78/79	blé	lutin florent top	18/10/1978	290	29/08/1979	240	315
Lermet	78/79	blé	corin top talent	25/10/1978	297	31/08/1979	242	310
Lermet	78/79	BP	Sico Rex	12/04/1978	101	07/09/1978	249	148
Lermet	78/79	colza	jet 9	09/09/1978	251	29/07/1979	209	323
Lermet	78/79	colza	jet 9	09/09/1978	251	05/08/1979	216	330
Lermet	78/79	Escourgeon	Hop	03/10/1978	275	25/07/1979	205	295
Lermet	78/79	OH	sonja	05/10/1978	277	23/07/1979	203	291
Lermet	78/79	OP	Aramir	10/03/1978	68	17/08/1978	228	160
Lermet	79/80	blé	Lutin Arminda Rivoli top	08/10/1979	280	21/08/1980	233	318
Lermet	79/80	blé	Lutin Arminda Rivoli top	08/10/1979	280	29/08/1980	241	326
Lermet	79/80	blé	Talent	20/10/1979	292	26/08/1980	238	311
Lermet	79/80	colza	jet 9	04/09/1979	246	06/08/1980	218	337
Lermet	79/80	colza	jet 9	08/09/1979	250	08/08/1980	220	335
Lermet	79/80	colza	jet 9	08/09/1979	250	09/08/1980	221	336
Lermet	79/80	Escourgeon	Hop	26/09/1979	268	28/07/1980	209	306
Lermet	79/80	OH	sonja	25/09/1979	267	24/07/1980	205	303
Lermet	79/80	OH	sonja	25/09/1979	267	28/07/1980	209	307
Lermet	79/80	OP	Aramir	16/04/1979	105	14/08/1979	225	120
Lermet	79/80	OP	Aramir	10/04/1979	99	14/08/1979	225	126
Lermet	79/80	OP	Aramir	10/04/1979	99	23/08/1979	234	135

*Figure 4 : exemple de la base Excel de dates de pratiques culturales de M Lermet*

### 3.5 Données météo

Les éventuelles modifications de calendriers agricoles ont été confrontées à des données météo, afin de s'intéresser à la part du changement climatique dans ces changements. Les données météo seront issues de la station météorologique de l'INRA de Mirecourt.

### 3.6 Sources de données sur l'avifaune

Un des objectifs de l'étude est de confronter les données sur les éventuels changements de calendriers culturels aux données sur les dynamiques de certaines espèces d'oiseaux susceptibles d'être affectés par ces changements.

Plusieurs sources de données existent en terme d'avifaune. Une des premières pistes est l'existence des zones Natura 2000. En effet, dans le cadre de ce projet européen, des zones de protections spéciales (ZPS) ont été mises en place afin de maintenir les populations d'oiseaux présentes sur ces zones. Le suivi de ces zones est assuré par la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN). De plus, ces zones bénéficient parfois de mesures spéciales comme des mesures agro environnementales (MAE). En effet, des mesures ont été prises sur ces zones pour réduire l'impact des pratiques agricoles sur les populations d'oiseaux. Il s'agit la plupart du temps de reculer les dates de fauche des prairies afin de maintenir un habitat nécessaire à la reproduction de certaines espèces. Des suivis ont ensuite été menés sur les espèces concernées dans ces zones afin de mesurer l'efficacité des mesures appliquées. Ces données sont donc intéressantes dans le cas de notre étude afin de voir si le changement des calendriers d'intervention dans les parcelles agricoles peut influencer sur les populations d'oiseaux présentes.

Une autre source de donnée « avifaune » est le suivi annuel national du Busard cendré (*Circus pygargus*). Il s'agit d'une espèce nicheuse dans les parcelles céréalières. Le changement des dates de récolte céréalières risque donc d'avoir de fortes répercussions sur le succès de la reproduction (nombre de jeunes à l'envol). En effet, l'habitat risque d'être détruit lors de la récolte avant que les jeunes ne soient capables de voler. Il est donc également intéressant de confronter les données sur la dynamique des busards en Lorraine avec nos données sur les calendriers de récoltes des céréales. Le suivi est national (coordonné par Vincent Bretagnolle du Centre d'Etude Biologique de Chizé) avec des coordinateurs régionaux.

Une dernière source d'information est le monde associatif ornithologique. En effet, Depuis plusieurs dizaines d'années, des bénévoles et salariés d'associations de protection de la nature entretiennent des bases de données sur de nombreuses espèces d'oiseaux. Ces associations sont, entre autres, la LPO (Ligue de Protection des Oiseaux) régionale ou départementale et le COL (Centre Ornithologique Lorrain). Ces données peuvent être utiles pour connaître l'évolution des effectifs ou des comportements de certaines espèces que l'on suspecte d'être impactée par des changements de calendriers agricoles.

### 3.7 Interprétation des données

#### *Données pratiques agricoles*

Une fois saisies (figure 4) les informations sur les dates d'intervention sur les cultures ont été analysées statistiquement. Afin de faciliter les calculs et tests statistiques, les dates des différents chantiers agricoles étudiés ont été transformées (via le logiciel Access) en jour julien (le premier janvier = 1, le 2 janvier = 2...). Il s'agissait de mettre en évidence une éventuelle évolution des dates de chantiers agricoles. J'ai donc choisi, tout d'abord, d'effectuer des tests de régression sur les dates des différents chantiers (dates de semis et récolte des différentes cultures) afin de me renseigner sur les tendances globales des dates de chantiers agricoles sur l'ensemble de la période d'étude. Les informations utilisées pour les tests de régressions sont issues de l'ensemble des agriculteurs enquêtés (le nombre d'agriculteurs possédant des informations pour chaque culture est récapitulé dans un tableau en annexes). En effet, les dynamiques d'évolution de dates de chantiers des différents agriculteurs semblaient se comporter similairement (Figure 5). Afin de mettre en évidence un éventuel palier des évolutions, la période d'étude (de 1980 à 2008) a été divisée arbitrairement en trois périodes (années 80, années 90 et années 2000) pour chaque jeu de données (semis blé, récolte blé, semis orge d'hiver...). De plus, un changement dans les dates de chantiers agricoles serait parvenu à partir de 1990 (Seguin, 2003). Des tests de Kruskal Wallis ont été effectués afin de faire une analyse de variance entre les différentes périodes pour chaque jeu de données. J'ai choisi le test de Kruskal Wallis plutôt que le test ANOVA (pourtant légèrement plus robuste) car les données ne sont pas normales (test de Shapiro sur les résidus du modèle linéaire servant à l'anova non significatif). Pour chaque jeu de données, les différentes périodes seront représentées ensuite sous forme de « boîte à moustaches ». Les différents tests statistiques se feront avec le logiciel « R ».

Nous nous sommes également intéressé à l'évolution de la durée des cycles pour les différentes cultures sur la période d'étude. Nous avons ainsi calculé le nombre de jours séparant les dates globales moyennes de semis et de récolte chez l'ensemble des agriculteurs.

#### *Données avifaune*

Malheureusement, seules les données sur le Busard cendré me seront accessibles. En définitif, les données sur les suivis d'oiseaux de prairies, ainsi que les données des bénévoles LPO ne m'ont pas été transmises.

## 4. Résultats

### 4.1 Evolution des dates de semis et récoltes des céréales d'hiver

#### 4.1.1 Le blé

En regardant l'évolution des dates de récolte du blé d'hiver chez les différents agriculteurs enquêtés, on observe des tendances similaires au cours du temps, que les agriculteurs exercent leur activité dans le « Barrois » ou dans le « plateau Lorrain sud » (Figure 5).

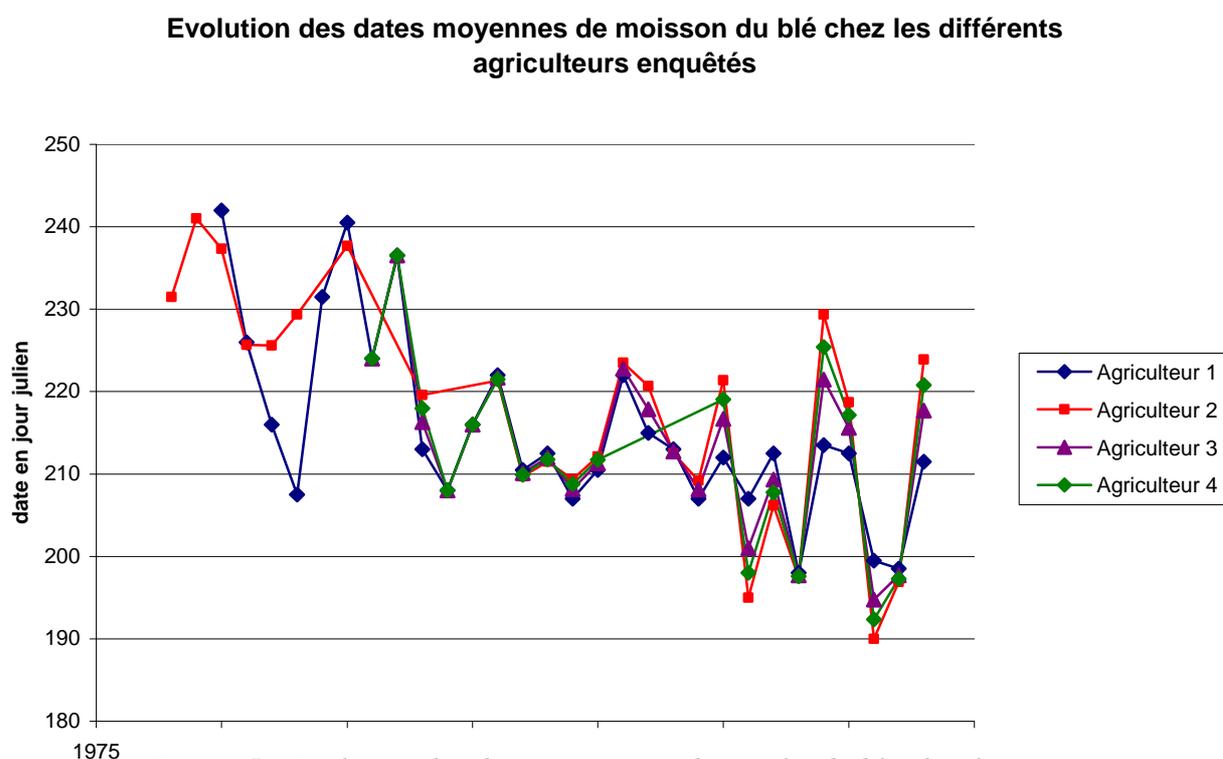
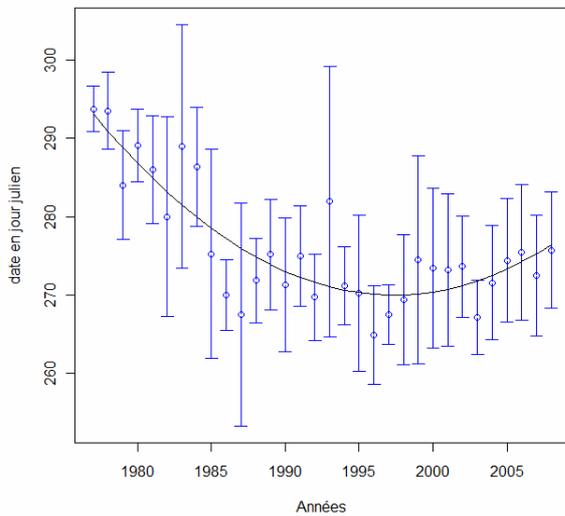


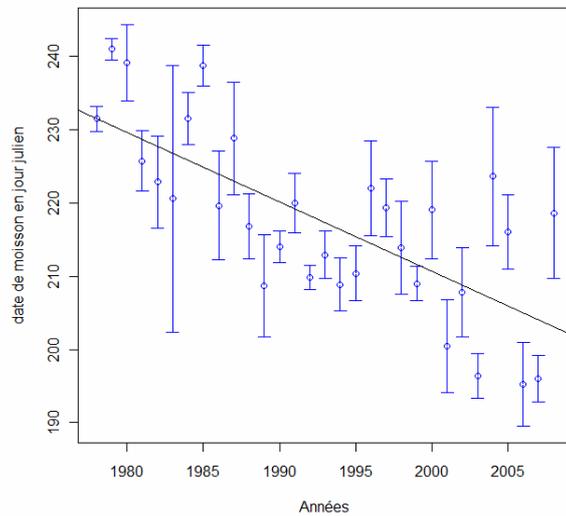
Figure 5 : Evolution des dates moyennes de récolte du blé chez les différents agriculteurs enquêtés

On observe également une avancée dans le temps des dates de récolte du blé d'hiver. Nous avons donc décidé de regarder l'évolution globale (c'est-à-dire en mettant en commun les date de tous les agriculteurs enquêtés) des dates de récoltes mais aussi de semis du blé

d'hiver ainsi que les dates de semis et récolte de l'orge d'hiver. Des tests de régression ainsi que des tests de kruskal walis entre différentes périodes choisis ont été réalisés sur ces données avec un risque d'erreur de 5%.



*Figure 6a : Résultat des tests de régression (polynomiale) sur les données globales de semis du blé des différents agriculteurs enquêtés*



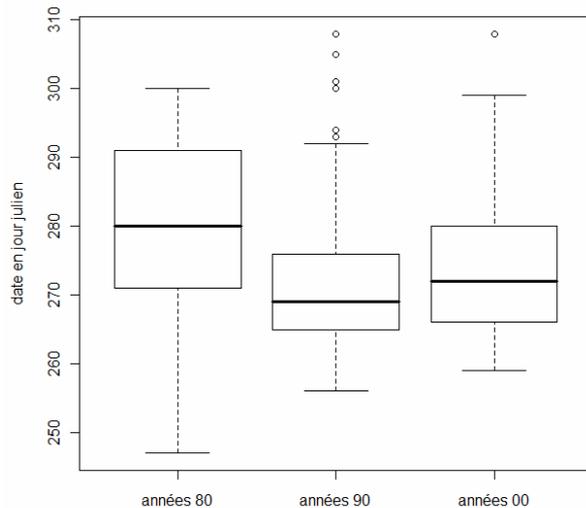
*Figure 6b : Résultat des tests de régression (linéaire) sur les données globales de récolte du blé des différents agriculteurs enquêtés*

On démontre dans la figure 6 une tendance générale à l'avancée significative (Tableau 1) des dates de semis et de récolte du blé sur notre période d'étude (les trente dernières années). On peut également observer un déclin moins important des semis que des récoltes.

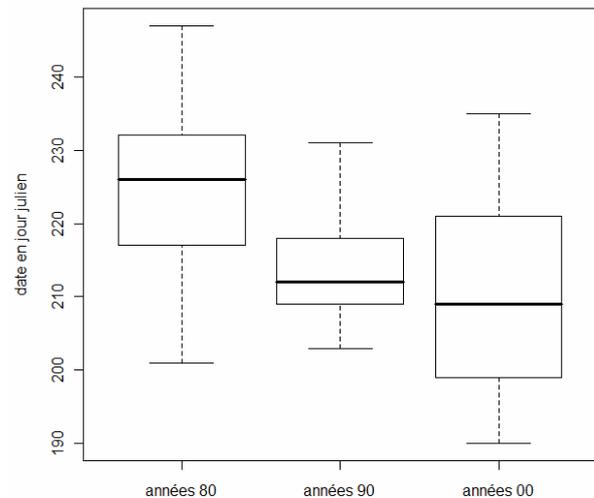
Si l'on s'intéresse aux semis (Figure 6a) on observe une avancée des dates moyennes jusqu'à la fin des années 80 (presque une vingtaine de jours sur une période de dix ans), puis on a ensuite à faire à un palier, voire un recul des dates moyennes de semis depuis le début des années 90. Pour les récoltes, l'avancée des dates semble se faire plutôt de manière continue (environ 3 semaines de décalage sur une période de trente ans).

Il était donc intéressant de séparer la période (1978 à 2008) en différentes périodes et faire une analyse de variance des dates dans ces différentes périodes. Nous avons donc décidé comme expliqué dans la partie méthodologie (2.6), de séparer l'étude en trois périodes (années 80, années 90, années 00).

L'avancée des dates de semis, entre les années 80 et les années 90, est significative (chi-squared = 24.36, df = 1, p-value = 7.96e-07) ainsi qu'entre les années 80 et les années 00 (chi-squared = 20.19, df = 1, p-value = 7e-06). Cependant, entre les années 90 et les années 00, les dates de semis sont significativement différentes mais sont reculées dans le temps (chi-squared = 4.21, df = 1, P-value = 0.04). (Figure 7a)



*Figure 7a : représentation par boîte à moustache des dates de semis du blé par périodes.*

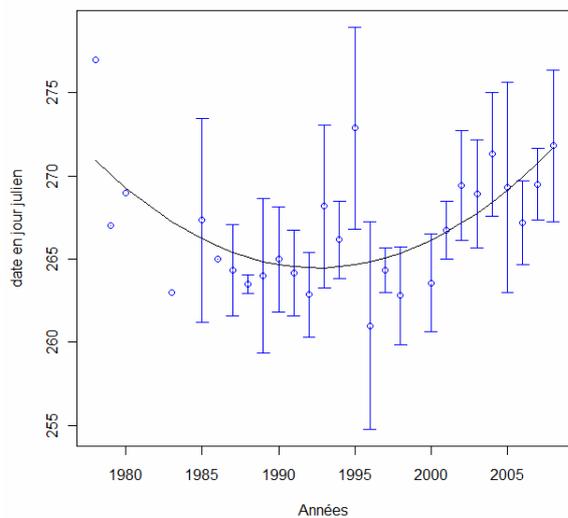


*Figure 7b : représentation par boîte à moustache des dates de récolte du blé par périodes.*

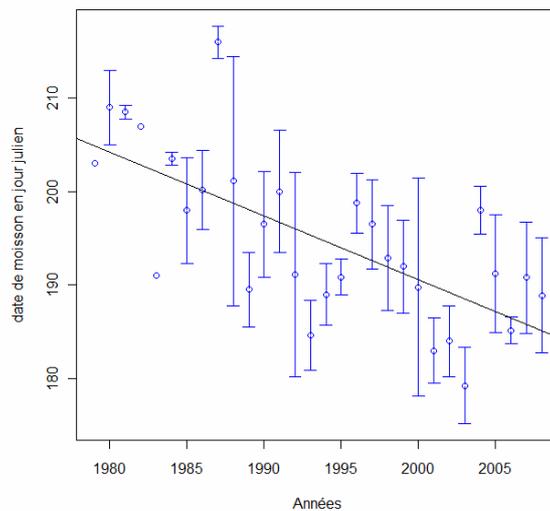
L'avancée des dates de moisson est significative entre les années 80 et 90 (chi-squared = 45.53, df = 1, p-value = 1.50e-11), également entre les années 90 et 00 (chi-squared = 7.22, df = 1, p-value = 0.007207) et donc entre les années 80 et 00 (chi-squared = 51.51, df = 1, p-value = 7.08e-13).

#### 4.1.2 L'orge d'hiver.

Les résultats des tests sur les dates de semis et de récolte de l'orge d'hiver sont assez similaires à ceux obtenus sur le blé. En effet, les dates de semis semblent avoir été avancées sur la période « années 80 » puis un recul des dates de semis apparaît à partir des années 90. Les dates de récoltes sont, comme pour le blé très significativement avancées et assez régulièrement sur toute la période d'étude (Figure 9a et 9b).

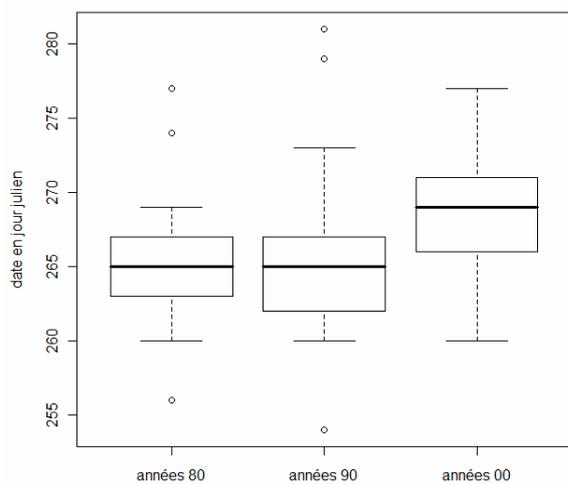


*Figure 9a : Résultat des tests de régression (polynomiale) sur les données globales de semis de l'orge d'hiver des différents*

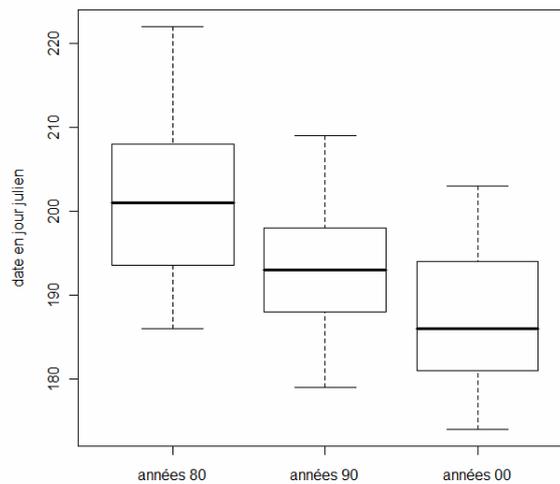


*Figure 9b : Résultat des tests de régression (linéaire) sur les données globales de récolte de l'orge d'hiver des différents*

Cependant, les tests de Kruskal Wallis sur les différentes périodes ne montrent pas de différences significatives entre les dates de semis globales de l'orge d'hiver entre les années 80 et les années 90. Ils montrent cependant une légère différence entre les dates de semis de l'orge d'hiver entre les années 90 et 00 vers le recul des dates. (Figure 10)



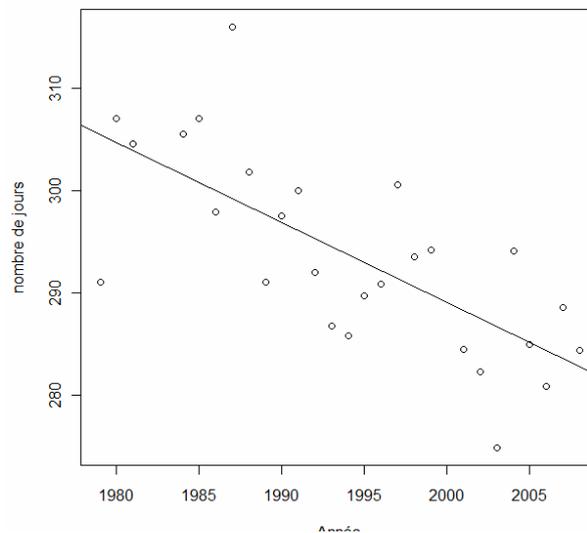
*Figure 10a : représentation par boîte à moustache des dates de semis du blé par périodes.*



*Figure 10b : représentation par boîte à moustache des dates de semis du blé par périodes.*

## 4.2 Evolution de la durée des cycle de culture

Globalement, sur notre période d'étude les dates de semis des cultures ont été légèrement avancées pour le blé et reculées pour l'orge d'hiver alors que les dates de récolte des deux cultures ont connu une forte avancée. Nous avons donc décidé de nous intéresser à l'évolution de la durée des cycles de culture. La figure 11 nous montre la dynamique de la durée globale du cycle de culture de l'orge d'hiver au cours de notre période d'étude. Celle-ci semble avoir été réduite d'environ trois semaines sur la période de trente ans et diminuer de manière assez continue. (Figure 11).



*Figure 11 : Résultat des tests de régression linéaire sur l'évolution de la durée du cycle végétatif de l'orge*

## 4.3 Evolution des dates de fauche des prairies.

Les dates de fenaison, comme pour les récoltes du blé et de l'orge semblent également avoir connu durant les quarante dernières années une avancée d'environ 3 semaines. (Figure 12). On observe une plus forte avancée dans le courant des années 80 (Figure 13). Les tests de Kruskal Wallis s'avèrent significatifs entre les années 70 et 80 (chi-squared = 7.20, df = 1, p-value = 0.007), 80 et 90 (chi-squared = 34.79, df = 1, p-value = 3.67e-09) mais aucune différence significative n'est démontrée entre les années 90 et 00 (chi-squared = 0, df = 1, p-

value = 1). Les dates de fauche de prairies ne semblent donc plus réellement évoluer depuis les années 90.

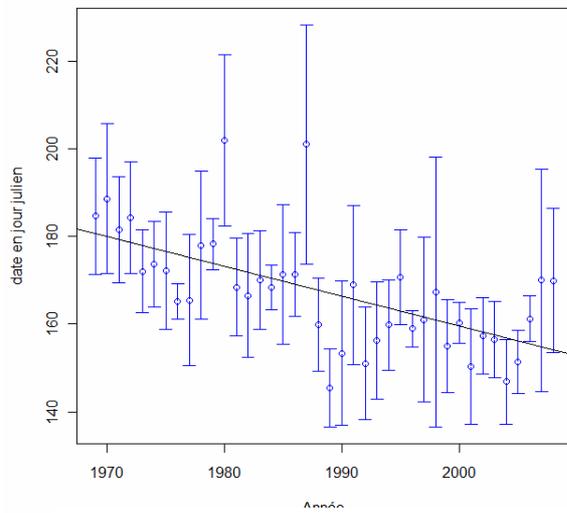


Figure 12 : Résultat des tests de régression (linéaire) sur les données globales de semis de l'orge d'hiver des différents agriculteurs enquêtés

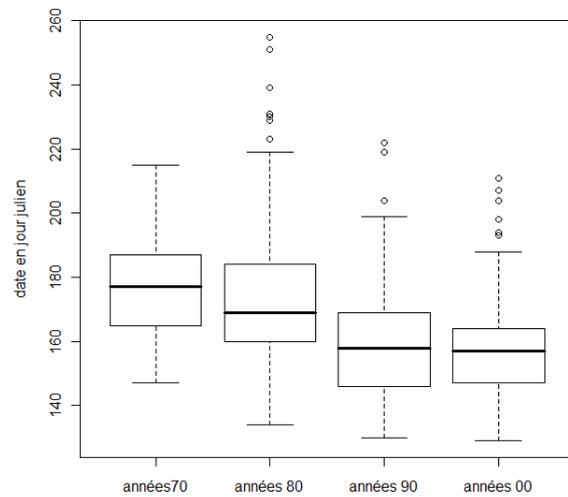


Figure 13 : représentation par boîte à moustache des dates globales de foin par périodes.

Tableau 1 : Résultats des tests statistiques de régression

Données	Droite de régression	Pvalue	significativité	R <sup>2</sup>
semis Blé (figure 6a)	$y = 5.59e-02x^2 - 2.23e+02x + 2.23e+05$	8.69e-09	***	0.72
moisson blé (figure 6b)	$y = -0,95x + 2110,27$	5.66e-06	***	0.51
semis orge (figure 9a)	$y = 3.04e-02x^2 - 1.21e+02x + 1.21e+05$	0.002	***	0,4
moisson orge (figure 9b)	$y = -0,68x + 1556,16$	1.99e-05	***	0,48
fauche prairie (figure 12)	$y = -0,68x + 1518,73$	3.23e-05	***	0,37
durée cycle orge (figure 11)	$y = -0,78x + 1852,84$	3.31e-05	***	0,5

## 5. Discussion

Les résultats des analyses réalisées sur les données issues des enquêtes auprès des agriculteurs montrent une tendance globale à l'avancée des dates de semis mais surtout des dates de récoltes des cultures étudiées (blé et orge d'hiver), se traduisant par un raccourcissement des cycles de culture de ces cultures. Les  $R^2$  des différents tests de régression que nous avons effectués s'avèrent cependant être assez faibles, nous obligeant à rester prudent sur les interprétations. La faiblesse des  $R^2$  résulte d'une forte variation interannuelle des dates de chantiers agricoles. En effet, les dates d'intervention dans les champs sont très dépendantes des conditions météorologiques du moment. Ainsi, s'il pleut au moment des moissons, même si la récolte est à maturité, il faut attendre quelques jours afin qu'elle sèche et que les conditions d'accès au champs soit possibles. Il en est de même pour les semis. On voit aussi de très fortes variations intra-annuelles pour les mêmes raisons.

Plusieurs facteurs pourraient être à l'origine de l'avancée des dates de semis et récoltes des cultures étudiées ainsi que de la réduction de leur cycle. Nous essayons de mettre en évidence la part du changement climatique dans ces changements de « calendriers culturels ». Pour ceci, il est important de prendre en considération tous les facteurs potentiels pouvant également modifier les « calendriers culturels »

### 5.1 Covariables explicatives de la modification des calendriers agricoles

#### 5.1.1 Impact des cultures de printemps dans les successions culturales

Lors de notre étude nous n'avons pas réussi à nous procurer suffisamment de données sur les dates d'intervention dans les parcelles de maïs. Pourtant, il s'agit de la culture de printemps la plus cultivée en Lorraine et elle semble également avoir subi des modifications face au changement climatique.

Les résultats de l'étude de Claudia de la Torre en 2004 sur l'évolution des dates de semis et récolte des différentes cultures dans les exploitations expérimentales de l'INRA, dans le cas des céréales d'hiver (blé et orge) semblent similaires à ceux que nous obtenons chez les agriculteurs lorrains enquêtés. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que l'évolution des dates de semis et récolte du maïs mise en évidence dans le cadre du travail de Claudia de la Torre sur l'exploitation expérimentale de Mirecourt (88) peut être extrapolé à l'ensemble de la

région Lorraine. Nous nous servons donc de ses résultats sur l'évolution des dates de semis et récoltes du maïs ensilage sur l'unité expérimentale de l'INRA de Mirecourt pour expliquer l'évolution de ces dates en Lorraine.

Elle a montré à l'époque une avancée des dates de semis et de récolte du maïs ensilage d'environ un mois sur une période de 35 ans (1968 à 2003). En effet les semis ont été décalés de mi-mai à mi-avril sur sa période d'étude. Les dates de récolte, quant à elles, ont été décalées de début octobre à début septembre (Figure 14) avec utilisation de variétés plus tardives

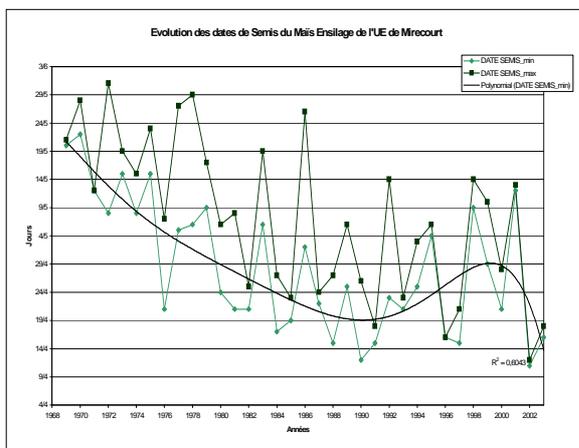


Figure 14 a : Evolution des dates de semis du maïs ensilage à l'INRA de Mirecourt de 1968 à 2003. Source (De la Torre, 2004)

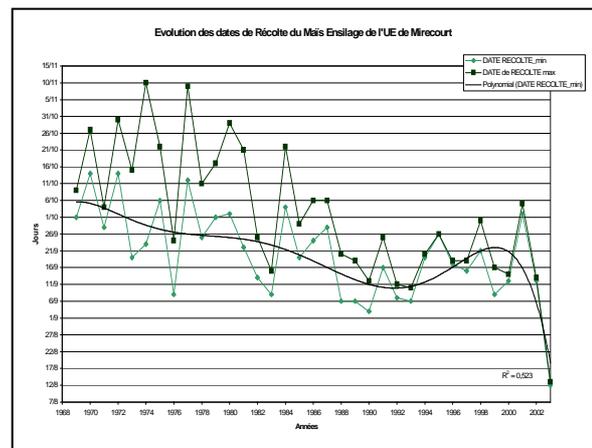


Figure 14 b : Evolution des dates de récolte du maïs ensilage à l'INRA de Mirecourt de 1968 à 2003. Source (De la Torre, 2004)

L'avancée des dates d'ensilage du maïs permet de libérer plus tôt les sols et donc de semer plus tôt le « suivant » (le plus souvent du blé). L'avancée des dates de récolte du maïs peut donc être une des explications de l'avancée des semis de cultures d'hiver en Lorraine.

### 5.1.2 Evolution des variétés cultivées

La plupart du temps, chez les agriculteurs enquêtés, lorsqu'on leur demande leur avis sur les facteurs explicatifs de l'avancée des dates de semis et récoltes des cultures et de la réduction des cycles de cultures de celles-ci, l'argument principal qu'ils mettent en avant est l'évolution des variétés utilisées. Pour eux, les variétés utilisées sont de plus en plus précoces, ce qui expliquerait la diminution des cycles de cultures des cultures étudiées.

Cependant, Il est très difficile de tenir ces hypothèses. En effet, il n'existe pas sur les céréales d'hiver, contrairement au maïs, d'indice de précocité pour le blé et l'orge. Les

différentes variétés de ceux-ci, sont classées par « type » de précocité (précoce, demi précoce, tardive...). Depuis les années 80, il a toujours existé ces types de précocité et on ne connaît pas d'évolution génétique à l'intérieur de chaque classe pour les céréales.

### 5.1.3 Impact du conseil agricole

La plupart des agriculteurs sont au cœur de réseaux de conseil (chambre d'agriculture par exemple). Il est très probable que l'influence des conseillers agricoles soit un des facteurs explicatifs du changement des calendriers agricoles notamment dans les dates de semis. En effet, le recul des dates de semis sur les années récentes pourrait bien être la conséquence d'une volonté, de la part des conseillers, de faire retarder les dates de semis des céréales d'hiver afin de limiter les traitements herbicides d'automne contre les adventices, responsables de la compétition avec les cultures. Cependant, le graphique sur la comparaison des dates de récolte du blé chez les différents agriculteurs enquêtés nous montre bien que des agriculteurs n'appartenant pas au même réseau de conseil voient évoluer de la même manière leurs date de récolte du blé.

### 5.1.4 Evolution des autres techniques des itinéraires techniques

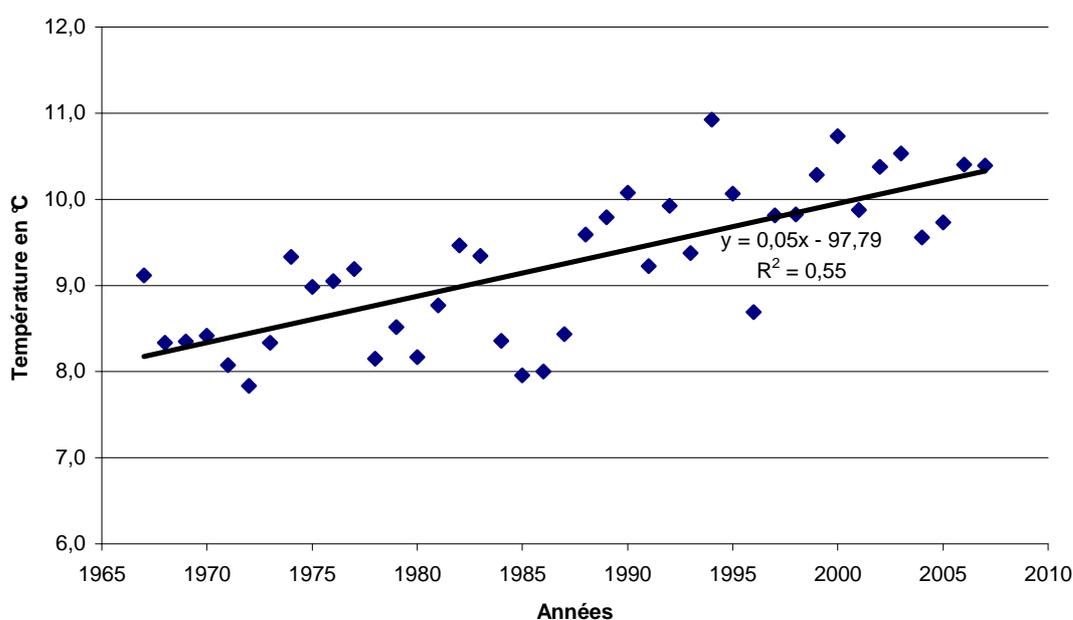
Les itinéraires techniques des différents agriculteurs enquêtés ont certainement évolué durant les trente dernières années notamment dans les apports azotés (Mignolet, 2004). Il aurait pu être intéressant de prendre en compte cette évolution. Cependant, les apports azotés n'affectent pas, de manière sensible, le déroulement du développement du blé d'hiver. Celui-ci constitue une trame très stable dans une région donnée, fixé par les facteurs climatiques (Masle-meynard, 1981). En effet, les apports azotés affectent la croissance des végétaux (remplissage des grains, hauteur de paille) mais pas leur développement (stades phénologiques) De plus, si l'on regarde l'évolution des dates de récolte du blé chez les différents agriculteurs enquêtés (Figure5), on s'aperçoit que des agriculteurs avec des itinéraires techniques différents voient évoluer leurs dates de moisson du blé de manière sensiblement identique. On peut donc se permettre de négliger l'effet d'une éventuelle modification des apports azotés sur la modification des dates de chantier agricoles.

### 5.1.5 Modernisation des équipements agricoles

La modernisation des équipements agricoles est un facteur à ne pas négliger dans l'évolution des dates des principaux chantiers agricoles. Les machines (moissonneuses batteuses par exemple) de plus en plus performantes permettent d'accélérer la période des moissons et permettent une récolte plus rapide d'une céréale à maturité. En effet, il y a trente ans, des céréales à maturité ne pouvaient pas être récoltées avant que les céréales plus précoces soient elles même récoltées, ce qui pouvait reculer la date moyenne de récolte.

### 5.1.6 Le climat

Le changement climatique en cours pourrait bien être un des facteurs principaux à l'origine des modifications de dates d'intervention dans les cultures ainsi que de la diminution des cycles des cultures étudiées dans ce rapport. En effet, nous nous intéresserons ici à l'augmentation globale des températures ainsi qu'à la diminution du nombre de jour de gel en hiver en Lorraine grâce aux données de la station météorologique de l'INRA de Mirecourt.



*Figure 15 : Evolution des températures annuelles moyenne de la station météo de Mirecourt*

La tendance globale sur notre période d'étude semble se traduire par une augmentation globale des températures (Figure 15) ainsi que d'une diminution du nombre de jour de gel durant l'hiver (Figure 16). Les  $R^2$  sont assez faibles cependant les variations inter annuelles sont importantes. Dans notre cas nous nous intéressons à l'évolution globale sur les trente dernières années.

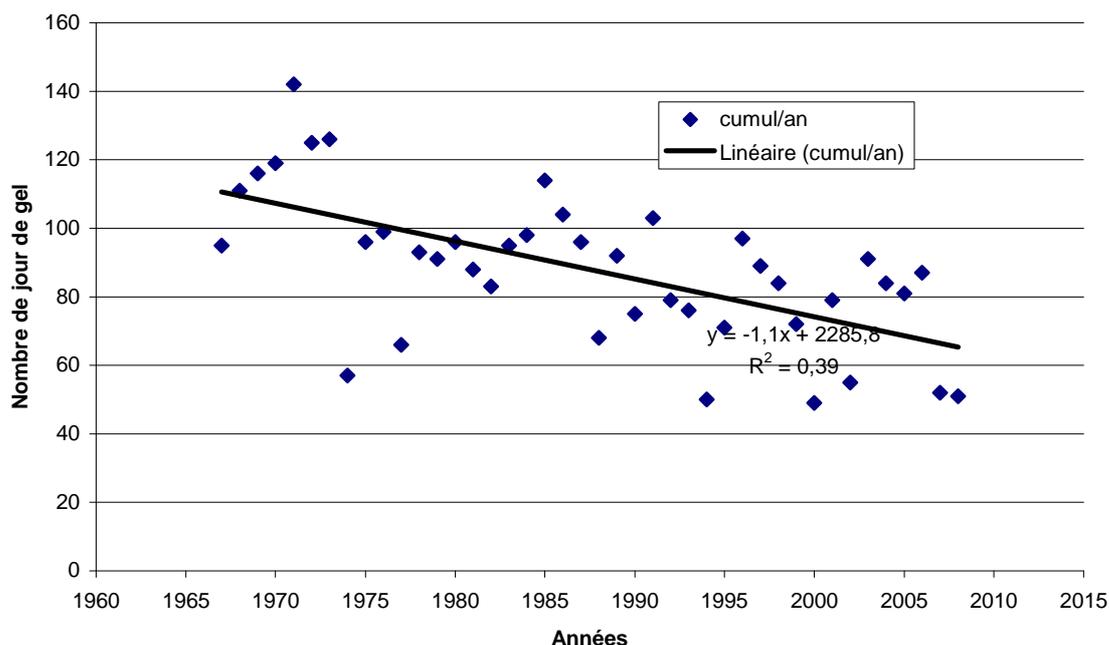


Figure 16 : Evolution du nombre de jours de gel par an à Mirecourt de 1967 à 2008

On peut alors penser que ce changement climatique global pourrait être un des facteurs explicatifs des modifications de pratiques agricoles énoncées dans ce rapport. En effet, les hivers de moins en moins froids on pu permettre les semis légèrement plus tôt. Les céréales ont moins de risque d'être détruites par le gel. De plus, on sait que pour atteindre les différents stades phénologiques, les cultures doivent subir une somme définie de températures. On peut donc penser que l'augmentation globale des températures pourrait être une des raisons de la diminution des cycles de cultures des cultures étudiées.

La diminution des jours de gel pourrait également être à l'origine de l'avancée des dates de semis du maïs. En effet, les semis de maïs semblent avoir été avancés de près d'un mois durant les quarante dernières années, de mi-mai à mi-avril (De la Torre, 2004). La figure

17 nous montre que le nombre de jours de gel au mois d'avril a fortement diminué sur les dernières décennies. On peut penser que cette diminution des jours de gel en avril a permis aux agriculteurs de semer le maïs plus tôt sans qu'il soit détruit par le gel. Le maïs peut donc lever plus tôt et mieux profiter des jours avec un fort ensoleillement et de fortes températures. En effet, le cycle du maïs est resté relativement constant ces dernières décennies (les dates de récoltes ont également été avancées d'un mois environ) alors que les variétés sont de moins en moins précoces (passages d'indice de précocité 170 à 250 voire 280 aujourd'hui).

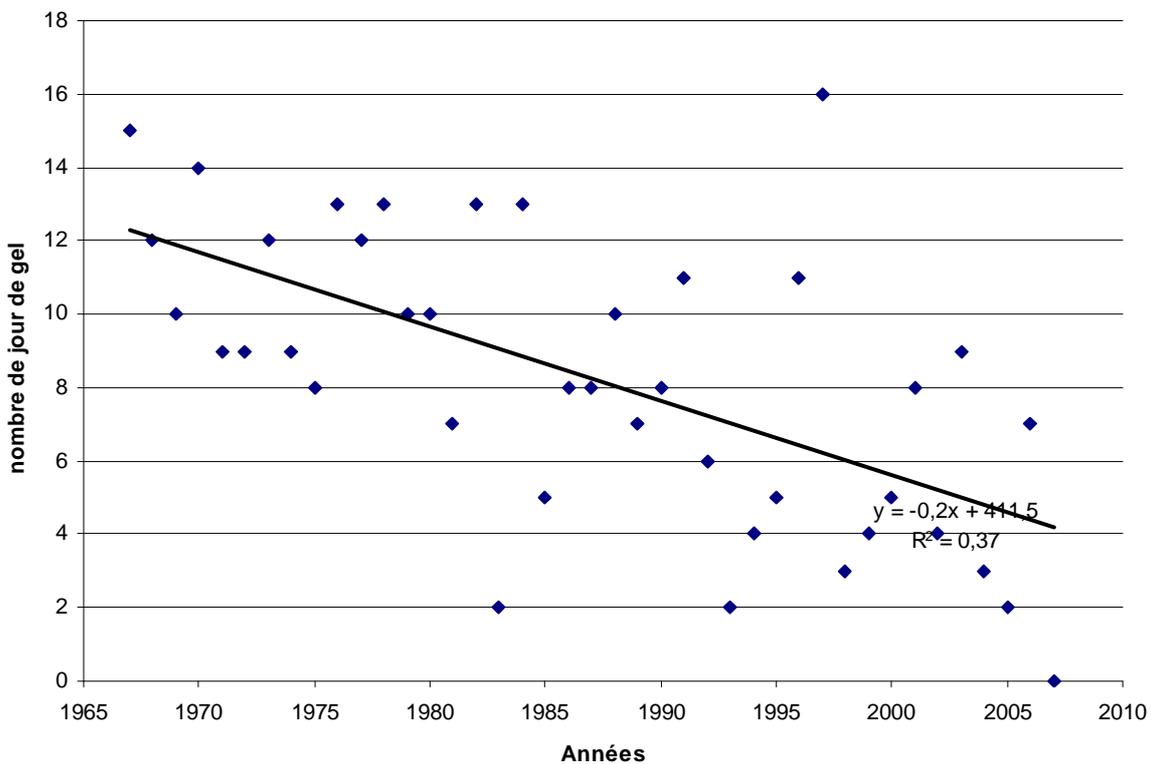


Figure 17 : Evolution du nombre de jour de gel en avril sur la station météo de Mirecourt de 1965 à 2008

Les récoltes plus précoces du maïs peuvent aussi influencer sur les dates de semis de la culture suivante (paragraphe 5.1.1).

## 5.2 Le cas des prairies

L'avancée des dates de fauche de prairies pour la fenaison peut elle aussi avoir plusieurs explications. En effet, une des hypothèses est la qualité du fourrage recherché par l'agriculteur. Il se peut que les agriculteurs, recherchent aujourd'hui un foin moins mûr car de

meilleure qualité nutritive pour le bétail. De plus, comme pour les céréales, le matériel technique a évolué ces trente dernières années avec des machines beaucoup plus performantes (faucheuse avec une barre de coupe plus longue par exemple), ce qui permet de terminer les travaux de fenaison assez rapidement et de pouvoir éviter une période de pluie. Il est fort probable qu'une variable climatique soit aussi une des explications de l'avancée de ces dates de fauche. En effet, la maturité du fourrage pourrait être atteinte plus tôt.

### 5.3 Contraintes quant à l'obtention des informations agricoles

Une des contraintes les plus importantes de cette étude a été le temps alloué à l'obtention et la saisie des informations sur les dates de pratiques enregistrées par les agriculteurs. En effet, il aurait fallu avoir plus d'agriculteurs enquêtés afin d'avoir des résultats statistiques plus « robustes ». Cependant, il a fallu beaucoup de temps pour trouver les réseaux d'agriculteurs ayant enregistré leurs informations. De plus, aucun agriculteur n'archive ses informations de la même manière, ce qui demande également plus de temps pour saisir et rendre les données exploitables.

Il serait souhaitable, étant donné l'évolution des pratiques agricoles, de mettre en place un système de mémorisation de celles-ci. Etant donné l'obligation pour les agriculteurs de noter depuis peu les informations concernant les intrants appliqués sur leurs parcelles (fertilisation, produits phytosanitaires), nous proposons une généralisation de l'enregistrement des pratiques. L'utilisation d'une même base de donnée pour tous les agriculteurs faciliterait la mémorisation des différentes pratiques agricole. De plus, les données seraient par la suite plus facilement exploitables pour les futures études visant à mettre en évidence les évolutions de pratiques agricoles.

### 5.4 Répercussion de la modification des calendriers agricoles sur l'avifaune

Cette partie de l'étude se voit assez restreinte par rapport aux objectifs de départ. En effet, beaucoup plus de temps a été alloué à la partie agronomique de l'étude. De plus, les données avifaunistiques que l'on m'avait promises ne m'ont pas été transmises dans les temps. Nous nous sommes donc consacrés, en terme d'impact des modifications de calendriers agricoles sur la biodiversité, à l'étude des données sur le Busard cendré.

Lorsqu'on constate une avancée des dates de moisson des céréales, nous pouvons la relier aux populations de busards cendrés (*Circus pygargus*). En effet, il s'agit d'un oiseau nichant, en ce qui concerne la Lorraine, essentiellement au sol dans les cultures de céréales d'hiver (blé et orge). Nous avons donc pu récupérer les données sur les populations de busard cendré en Lorraine issues du suivi national LPO (Ligue de Protection de Oiseaux) coordonné par le CNRS de Chizé.

La figure 18 nous montre l'évolution du nombre de jeunes envolés ainsi que le nombre de couples nicheurs par année de 1990 à 2008. Il semblerait que la tendance globale du nombre de couples nicheurs ainsi que du nombre de jeunes à l'envol entre les années 1990 et 2004 soit à la baisse et connaissent une remontée ces dernières années. L'effectif de jeunes à l'envole est fluctuant et assez cyclique. En effet, le nombre de jeunes à l'envol est dépendant de la ressource alimentaire. Le Busard cendré est un rapace se nourrissant, dans ce type de milieu, en priorité de campagnols. Or, la dynamique des populations de campagnols est elle-même très cyclique, ce qui peut expliquer la fluctuation de nos effectifs de jeunes busards cendrés à l'envol.

Cependant, de façon globale, la population de busards cendrés en Lorraine semble avoir chuté dans les années 90 et semblerait remonter depuis 2004.

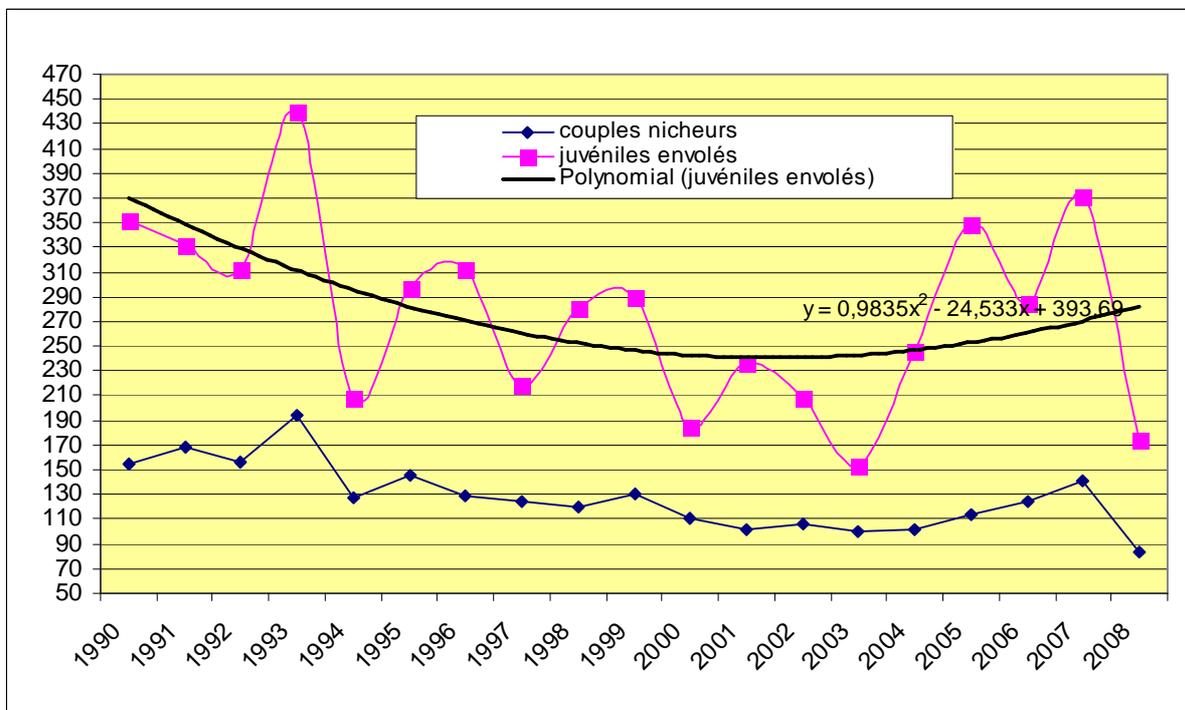


Figure 18 : évolution des couples et jeunes Busards Cendrés en Lorraine de 1990 à 2008. Source : LPO

Différents facteurs peuvent être à l'origine de la baisse de la population de busards cendrés en Lorraine. Nous pouvons penser que l'avancée des dates de moisson pourrait être un de ces facteurs explicatifs. En effet, les moissons de plus en plus précoces détruisent les nids avant même que les jeunes ne soient à l'envol. De plus, environ 60 % des couples nicheurs installent leur nid dans les parcelles d'orge d'hiver (40 % dans le blé). L'orge d'hiver est moissonnée en moyenne deux à trois semaines plus tôt que le blé. De plus, bien souvent dans la rotation de culture le « suivant » d'une orge d'hiver est un colza. Or le colza se sème au mois d'août donc même si l'agriculteur a fait des efforts pour ne pas moissonner autour du nid, il doit pouvoir retravailler son sol assez tôt pour préparer le semis de colza.

Des bénévoles se chargent chaque année de recenser les nids de busards cendrés afin de prévenir l'agriculteur et prendre les mesures nécessaires à la survie des jeunes (zone de protection autour du nid, déplacement du nid dans une autre parcelle si nécessaire). La remontée des effectif après 2004 pourrait être due à un surcroît d'efforts de la part des bénévoles. L'année 2008 a été très mauvaise de par l'absence quasi-totale de nourriture.

D'autres variables explicatives pourraient également contrôler les dynamiques de population de busards, comme l'intensification de l'agriculture par exemple, les conditions climatiques (pluviométrie pendant la nidification) ou la disponibilité en nourriture.

Il serait intéressant d'étudier les éventuelles adaptations des oiseaux aux avancées des dates de chantiers agricoles. En effet, il semblerait que certains oiseaux aient trouvé des modes d'adaptation notamment dans les dates d'arrivée de migration plus précoces pour les espèces migratrices ou dans les dates de pontes (Cotton, 2003; Forchhammer, Post & Stenseth, 2002; Laaksonen et al., 2006; Rubolini et al., 2007; Tryjanowski, Kuzniak & Sparks, 2002; Vergara, Aguirre & Fernandez-Cruz, 2007; Zalakevicius et al., 2005). Cette relation entre les changements de dates de récolte que nous avons montré et les changements des dates des adaptations des calendriers aviaires restent à instruire.

## 6. Conclusion

D'une façon globale, les objectifs initiaux de l'étude ont été atteints, c'est-à-dire la mise en évidence d'un changement dans les dates de certaines pratiques agricoles sur une période de trente ans grâce aux informations d'agriculteurs ayant pris soin de noter leurs pratiques. Cependant, des informations nous manquent pour faire un lien strict entre ces changements de calendriers culturels et le changement climatique. En effet, il est nécessaire

d'affiner l'étude en enquêtant d'autres acteurs agricoles (comme des spécialistes en physiologie végétale, des conseillers agricoles...) afin de confirmer ou infirmer les différentes hypothèses quant aux covariables explicatives de nos résultats sur les changements de calendriers culturels.

Cette étude semble montrer une modification dans les calendriers de certains chantiers agricole les trois dernières décennies notamment les dates de semis et récoltes des céréales d'hiver (blé et orge d'hiver). On remarque une avancée des dates de semis des cultures jusque dans les années 90 qui connaissent ensuite un recul depuis le milieu des années 90. Les dates de récoltes, elles, ne font qu'être avancées depuis trente ans, traduisant une diminution du cycle de ces différentes cultures. Etant donné la forte variabilité intra et inter-annuelle des dates d'intervention dans les cultures, nous nous sommes intéressés aux tendances globales d'évolution de ces dates. Il est donc important d'être prudent quant à l'interprétation de ces résultats.

Les facteurs explicatifs de ces modifications peuvent être multiples. Il est donc difficile actuellement de montrer la part du changement climatique dans ces modifications de dates d'intervention dans les cultures. Cependant on peut penser que l'augmentation globale des températures et la diminution du nombre de jours de gel observées peuvent expliquer en partie la diminution des cycles de culture et les choix de récolter ces cultures de façon plus précoce.

Le travail présenté dans ce rapport peut être considéré comme un travail d'« exploration » sur un sujet très peu exploité. Pour compléter ce premier travail mené en exploitations agricoles sur ce sujet, il nous faudrait compléter par des informations sur les comportements variétaux, les durées de chantier (accélérées par les matériels de grande taille, mais rallongées par l'augmentation de la taille des exploitations).

Enfin, l'avancée des dates de moisson n'est pas sans incidence sur la biodiversité. En effet, la précocité des moissons entraîne la destruction des nids de busard cendrés contenant des jeunes pas encore à l'envol. Cela pourrait donc jouer sur le succès reproducteur et être une des hypothèses explicatives de la dynamique en baisse de la population lorraine de busards cendrés.

## 7. References bibliographiques

- Alexandrov, V.A. & Hoogenboom, G. (2000) The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and forest Meteorologie*, **104**, 315-27.
- Bazzaz, F. & Sombroek, W. (1997). Changement global du climat et production agricole: Une élévation des connaissances actuelle et des lacunes critiques. In *Document archive de la FAO*.
- Cotton, P.A. (2003) Avian migration phenology and global climate change. *PNAS*, **100**, 12219-22.
- De la Torre, C. & Benoit, M. (2003) Changement climatique et observations à long terme en Unités Expérimentales : évolution des pratiques agricoles et des réponses physiologiques des couverts végétaux. *Document de travail de la station INRA de Mirecourt*.
- Droogers, P. (2004) Adaptation to climate change to enhance food security and preserve environmental quality: example for southern Sri Lanka. *Agricultural water management*, **66**, 15-33.
- Easterling, D., Horton, B., PhilipD., J., Peterson, T., Karl, T., Parker, D., Salinger, M.J., Razuvayev, V., Plummer, N., Jamason, P. & Folland, C. (1997) Maximum and minimum temperature trend for the glob. *Science*, **277**.
- Easterling, W., Chhetri, N. & Niu, X. (2003) Improving the realism of modeling agronomic adaptation to climate change: Simulating technological substitution. *Climatic Change*, **60**, 149-73.
- Forchhammer, M.C., Post, E. & Stenseth, N.C. (2002) North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration. *Journal of Animal Ecology*, **71**(1002-1014).
- IPCC. (2007a). climate change: Impacts, adaptation and vulnerability. In *Fourth assessment report*
- IPCC. (2007b). Mitigation of climate change. In *Fourth assessment report*.
- Kaukoranta, T. & Hakala, K. (2008) Impact of spring warming on sowing times of cereal, potato and sugar beet in Finland. *Agricultural and food science*, **17**, 165-76.
- Laaksonen, T., Ahola, M., Eeva, T., Väisänen, R.A. & Lehikoinen, E. (2006) Climate change, migratory connectivity and changes in laying date and clutch size of the pied flycatcher. *OIKOS*, **114**, 277-90.
- Mann, M., Bradley, R. & Hughes, M. (1998) Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, **392**, 779-87.

- Masle-meynard, J. (1981) Relation between Growth and Development of a Winter-Wheat Stand During Shoot Elongation - Influence of Nutrition Conditions. *Agronomie*, **1**(5), 365-74.
- Meza, F.J., Silva, D. & Vigil, H. (2008) Climate change impact on irrigated maize in mediterranean climates: Evaluation of double cropping as an emerging adaptation alternative. *Agricultural systems*, **98**, 21-30.
- Mignolet, C., Schott, C., Benoît, M. (2004) Spatial dynamics of agricultural practices on a basin territory: a retrospective study to implement models simulating nitrate flow. The case of the Seine basin. *Agronomie*, **24**, 219–36.
- Parry, M. (2002) Scenarios for climate impact and adaptation assessment. *Global environmental change*, **12**, 149-53.
- Reid, S., Smit, B., Caldwell, W. & Belliveau, S. (2007) Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, **12**, 609-37.
- Risbey, J., Kandlikar, M. & Dowlatabadi, H. (1999) Scale, context, and decision making in agricultural adaptation to climatevariability and change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **4**, 137-65.
- Rubolini, D., Ambrosini, R., Caffi, M., Bricchetti, P., Armiraglio, S. & Saino, N. (2007) Long-term trends in first arrival and first egg laying dates of some migrant and resident bird species in northern Italy. *International Journal of Biometeorology*, **51**(6), 553-63.
- Schimmelpfennig, D., Lewandrowski, J., Reilly, J., Tsigas, M. & Parry, I. (1995) Agricultural adaptation to climate change.
- Seguin, B. (2003) Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. *C. R. Geoscience*, **335**, 569-75.
- Sombroek, W.G. & Gomme, R. (1997). l'énigme: changement de climat-agriculture. In *Document archive de la FAO*.
- Tryjanowski, P., Kuzniak, S. & Sparks, T. (2002) Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. *Ibis*, **144**(1), 62-68.
- Vergara, P., Aguirre, J.I. & Fernandez-Cruz, M. (2007) Arrival date, age and breeding success in white stork *Ciconia ciconia*. *Journal of Avian Biology*, **38**(5), 573-79.
- Watson, R.T., Zinyowera, M.C. & Moss, R.H. (1996). Techniques, politique et mesures d'aténuation du changement climatique. In *document technique du GIEC*.

Zalakevicius, M., Bartkeviciene, G., Raudonikis, L. & Janulaitis, J. (2005). Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. In *Conference on Optimality in Bird Migration*, pp. 326-43. Springer, Wilhelmshaven, GERMANY.

## 8. Annexes

données disponibles	Date fenaison	date semis blé	dates moisson blé	date semis orge	date moisson orge	date semis maïs	date ensilage maïs	date semis Colza	Date moisson colza
Agriculteur 1	de 1969 à 2008								
Agriculteur 2	de 1965 à 1978								
Agriculteur 3						de 1986 à 2008	de 1986 à 2008		
Agriculteur 4		de 1980 à 2008	de 1980 à 2008						
Agriculteur 5	de 1980 à 2008			de 1980 à 2008	de 1980 à 2008	de 1985 à 2008	de 1985 à 2008		
Agriculteur 6	1985 à 2008	1985 à 2008	1986 à 2008	1985 à 2008	1986 à 2008				
Agriculteur 7	1986 à 2008	1986 à 2008	1986 à 2008	1986 à 2008	1986 à 2008				
Agriculteur 8		de 1987 à 2008	1988 + 2005 à 2008						
Agriculteur 9		de 1987 à 2008	de 1999 à 2008	de 1987 à 2008					
Agriculteur 10		de 1977 à 2008	de 1978 à 2008	de 1977 à 2008	de 1978 à 2008			de 1977 à 2008	de 1978 à 2008
Agriculteur 11	de 1983 à 2008		ponctuellement		ponctuellement				
Agriculteur 12		de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008	de 1998 à 2008

Annexe 1 : Données disponibles pour chaque agriculteur enquêté

Annexe 2 : Photographie d'exemples des différents supports d'informations récoltés chez les agriculteurs enquêtés

ANNEES	DATES					
	SEMIS BLE VARIÉTÉ	RÉCOLTE	SEMIS ESCOURGEON + Variété	RÉCOLTE	Fenaison	Fenaison
1985 - 1986	Gronada 26.9.85	10 et 16 Août 86	Plaisant 20.9.85 Mogador 24.9.85	20.7.86 28.7.86	Foin pré 9.6.86 Luzerne 9.6.86 Fenaison Terminée le 16.6.86 2 <sup>ème</sup> coupe Luzerne le 19.7.86	
1986 - 1987	Gronada 25.9.86 -10 <sup>h</sup> le 15 Mars 30 Mars ressemé blé	17.8.87	Mogador 23.9.86	4.8.87	23.6.87 Fenaison Terminée le 10.7 Juin très pluvieux	
1987 - 1988	Beauchamp 29.9.87 Gronada 1.10.87	31.7.88 5.8.88	Plaisant 25.9.87	10.8.88	10.6.88	
1988 - 1989	Master et Calohad 23.9.88 Beauchamp 1.10.88	22.7.89 24.7.89	Expren 21.9.88	6.7.89	23. Mai 89 Fini le 16 Juin	
1989 - 1990	Apollo 28.9.89	3.8.90	Expren 26.9.89	11.7.90	28.5.90	
1990 - 1991	Apollo 27.9.90	5.8.91	Expren 25.9.90	13.7.91	29.5.91	
1991 - 1992	pépital 24.9.91	27.7.92	Expren 23.9.91	29.6.92	14.6.92	

2007

P1 Emons	485a	Fourrage 2006	21/05	83 BE	A (L 28.05)	12/7	608E
P2 Emons	203a	Blé Apache	Moisson	15/7			308b paille
P3 (A dev. carr.	263a	lesier	15/3	21/05		508E	A 3230 E4L2 OS2
660a) B Buxenprie	232a			21/05 sur 1,15 ha		1,15 ha	57b de refus. A
C par. Mémère	1,65 ha		04/06	refus	2,5 BR		3/8
		D der maison					3/8
P4 pré Etienne	207a	lesier	15/3	21/5	28 BE	A	12/9 1BR Ø180
P6 chp. der. car.	264a	Triticale			Moisson		26/7
P7 Sauce	38a	blé apache			Moisson	15/7	54b paille
P9 (A orge A	499a	orge Vanera			Moisson		1/7
	éche) B blé	498a	blé Apache			Moisson	14/7 - 27/7 51b paille
	206a) C jachère	209a			70 ans en haut	4/6	6 BR en bas 13/7 14 BR foin
P12 chp. Pin. Mand.	321a-2	Blé Apache			Moisson	15/7	268b paille + 306b paille
P13 Bénoni	74a	Blé Apache			Moisson		15/7
P14 St H. rem.	210a	Blé Camp Remi			Moisson	18/7	130b paille + 591b paille + 316b p

	1980	81	82	83	84	85	86
Emiloge Herbe	18/5	19/5	26/5	19/5	23/5	15/5	25/5
Fenaison	14/6	1/6	17/6	30/5	12/6	27/5	9/6
Semis Cereales	29/9	26/9	29/9	26/9	29/8 <sup>colza</sup> 16/10 <sup>oh</sup>	23/8 <sup>colza</sup> 19/9 <sup>colza</sup>	13/8
cf. poisson	1/8 <sup>oh</sup> 15/8 <sup>colza</sup>	29/7	27/7	11/7	23/7	14/7 <sup>oh</sup>	16/7
Semis cf. pois	-	-	-	-	-	27/4	25/4
Emiloge cf. pois	-	-	-	-	-	23/9	

# JUIN 2003

LES JOURS AUGMENTENT DE 0 H 1 3

		mm / Jour	Cum
DIM +35°	152-213 S. Justin	-	-
LUN +36°	153-212 S <sup>e</sup> Blandine	17	17
MAR 28°	154-211 S. Kévin	23	40
MER 32°	155-210 S <sup>e</sup> Clotilde	Véloge Nojedo (M3886)	41
JEU +33°	156-209 S. Igor		42
VEN +32°	157-208 S. Norbert		42
SAM +36°	158-207 S. Gilbert		45
DIM +36°	159-206 PENTECÔTE		45
LUN 33°	160-205 S <sup>e</sup> Diane FÉRIÉ	Debut faim (pêche)	45
MAR 33°	161-204 S. Landry	24	69
MER 36°	162-203 S. Barnabé		69
JEU 36°	163-202 S. Guy		69
VEN 38°	164-201 S. Ant. de Padoue		76
SAM 36°	165-200 S. Élisée ☺		76
DIM 39°	166-199 Trinité/F. des Pères	Rappel 804	78
LUN 36°	167-198 S. J.-F. Régis		78
MAR 36°	168-197 S. Hervé	Fin faim	103
MER 35°	169-196 S. Léonce		105
JEU 39°	170-195 S. Romuald	J. Rantier Faime	105
VEN 32°	171-194 S. Silvère		105
MAR 32°	172-193		105

Fournier, T (2008). Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles : adaptation des activités agricoles et répercussion sur la biodiversité ? Rapport de stage de Master 2 EPHE, INRA-SAD de Mirecourt. 30p + Annexes

## Résumé

Depuis quelques années, l'étude du changement climatique et de ses répercussions sur notre environnement sont au centre des discussions. De nombreuses études s'intéressent aux éventuelles adaptations des pratiques agricoles face au changement climatique à venir. Ici, nous visons à mettre en évidence les changements des calendriers agricoles d'agriculteurs lorrains ces dernières décennies, la part du changement climatique dans ces modifications ainsi que les répercussion que peuvent avoir ces changements de pratiques sur la biodiversité et plus particulièrement l'avifaune. Les résultats montrent une avancée des dates de semis (environ deux semaines) des différentes cultures (blé, orge d'hiver et maïs) sur une période de trente ans et une forte avancée des dates de récolte (environ 3 semaines) des différentes cultures ainsi qu'une avancée des dates de fauche des prairies (presque un mois sur une période de quarante ans). On observe également une diminution du cycle cultural des différentes cultures.

Il s'avère difficile de mettre en évidence la part du changement climatique dans ces modifications de calendriers culturaux. En effet, les températures moyennes annuelles ont augmenté et le nombre de jour de gel en hiver a diminué en Lorraine ces dernières décennies. Ces modifications climatiques pourraient être une des raisons des changements de calendriers culturaux. Cependant, d'autres variables explicatives pourraient également entrer en jeu comme l'évolution des variétés de cultures utilisées ou encore les changements d'itinéraires techniques des agriculteurs. Néanmoins, l'avancée des dates de récolte des céréales d'hiver pourrait être une des causes de l'affaiblissement des populations de busards cendré (*Circus pygargus*) en Lorraine de part la destruction des nids de plus en plus tôt.

## Abstract

For a few years, the study of climate change and its impact on our environment has been the core of discussions. Many studies deal with potential adaptations of agricultural practices in face of coming climate changes. In the present work, we intend to expose the changes in the agricultural calendars of the producers from Lorraine in the last decades, the role played by climate change in these changes, as well as the impact these practical changes can have on biodiversity, especially on birds. Results show that, for thirty years, seeding time has taken place at earlier dates (about two weeks earlier) for different types of crop (wheat, barley and corn), as well as harvesting time for different types of culture crop (about three weeks earlier) and hay making (almost a month earlier within four decades). A shortening of different cultures cycles has been observed as well.

It seems difficult to determine the role played by climate change in the changes undergone by agricultural calendars. Indeed, average annual temperatures have arisen and the number of winter days when there is frost has decreased in Lorraine in the last decades. These climate changes could be one of the reasons for the changes undergone by agricultural calendars. However, other explanations could be considered as well, such as the evolution in the choice of cultural varieties, or the changes in producers' technical policies. Nevertheless, advancing the time of winter cereals harvest might be one of the causes for the decreasing population of Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in Lorraine, a consequence of the earlier and earlier destruction of nests.