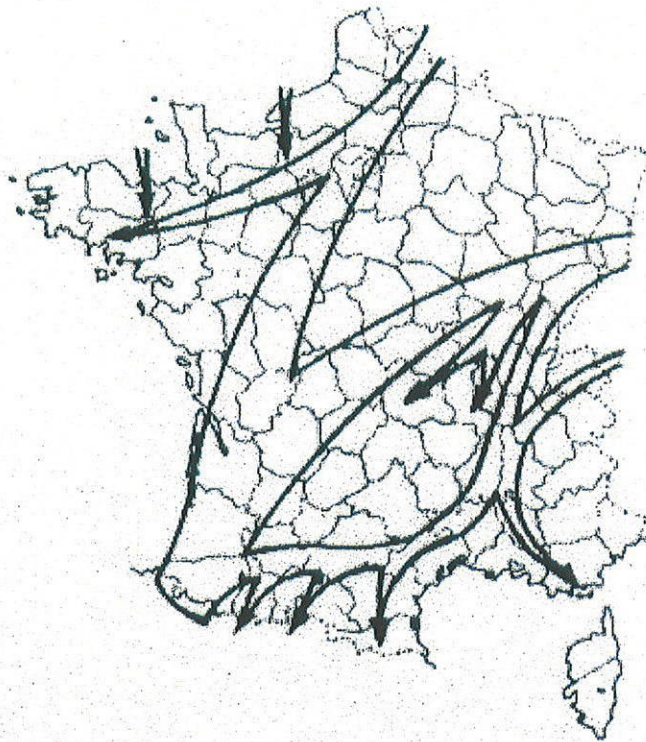


Figure 5 : Couloir de migration du Pigeon ramier



### II-2-3. Reproduction :

En France, l'Alouette des champs se reproduit sur l'ensemble du territoire, du niveau de la mer jusqu'à 2700m d'altitude dans les Alpes. Sitôt la fin du mois de Mars, et surtout en Avril, débute sa période de reproduction. Voici les principales caractéristiques de la reproduction de l'Alouette des champs :

- *Nombre de couvaisons* : deux à trois couvées, selon les couples,
- *Nombre d'œufs* : 3 à 5 œufs blancs grisâtres fortement tachetés de brun d'olive,
- *Incubation* : 11 à 14 jours (2 sexes)
- *Nid* : Le nid est construit au sol à l'abri d'une plante herbacée. Il est constitué d'herbes sèches.
- *Envol* : 20 jours
- *Emancipation* : 25 jours environ
- *Taux de survie* : 45,5 %

La prédation constitue la cause principale de destruction des nichées. Toutefois, les intempéries, et plus particulièrement les fortes pluies, peuvent en anéantir une grande part.

### II-2-4. Migration :

L'Alouette des champs migre le jour et la nuit. Le retour des migrateurs intervient à partir de début Février, lorsque les conditions météorologiques sont plus clémentes. Ainsi, la migration pré-nuptiale débute le 1<sup>er</sup> ou le 4 Février en Alsace (DRONNEAU et FRAULI, 1990 ; 1991). Dans le Massif Central, la migration de retour s'amorce le 15 et le 23 Février pour se prolonger jusqu'au début de mars (BRUNET, 1988). Des passages ont encore lieu jusqu'au début d'avril. Il n'est pas exceptionnel qu'en cas d'importantes averses de neige, les migrateurs les plus précoces soient contraints d'effectuer une rétro migration. Ces mouvements de fuite peuvent être rapides et massifs.

La migration post-nuptiale intervient, au plus tôt au cours de la seconde quinzaine de Septembre et ne devient très active qu'en octobre, pour s'achever vers la mi-novembre (YEATMAN, BERTHELOT&JARRY, 1994). Les populations du Nord de l'Europe migrent en automne vers la Péninsule Ibérique et le Maghreb.

CRAMP (1988) situe la migration post-nuptiale de l'Alouette des champs entre Septembre (nord de l'Europe) et Novembre (sud de l'Europe), avec un pic de passage dans le nord de l'Europe la première quinzaine d'Octobre. Il situe la migration de retour entre Janvier (pour le sud de l'Europe) et Mars (pour le nord de l'Europe), avec un pic de passage en Février.

### II-3. Les mouvements migratoires

A l'automne, les populations de Pigeon ramier et d'Alouette des champs du nord et du nord ouest de l'Europe migrent vers le Sud, le Sud-Ouest et l'Ouest, en direction de la Péninsule Ibérique et du Maghreb. Au printemps, ces deux espèces empruntent le chemin inverse. Ces déplacements migratoires sont entre autres liés aux conditions météorologiques. En effet, les conditions hivernales sont très rudes dans le Nord et le Nord Est de l'Europe. Ainsi, pour assurer la survie des jeunes de l'année et plus généralement de l'espèce, les oiseaux migrent vers les zones d'hivernages précédemment citées. Sur ces dernières, les conditions météorologiques sont plus clémentes et les ressources alimentaires plus abondantes à cette période de l'année. Diverses méthodes ont été employées pour étudier la migration des oiseaux. Parmi elles, le baguage et le suivi par radar ont permis d'identifier les principaux « axes » ou « couloirs de migrations » utilisés par les oiseaux pour migrer (figure 5).

## II<sup>eme</sup> PARTIE

# CHRONOLOGIE DE LA MIGRATION ET HIVERNAGE DU PIGEON RAMIER ET DE L'ALOUETTE DES CHAMPS DANS LE SUD DE LA FRANCE



Recherche et Développement  
en Faune Sauvage et Environnement

**CARTE n°1: GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THRUSHES ' CENSUS AREAS  
(IPIKA) IN SOUTHERN FRANCE**

**35 AREAS STUDIED ACCORDING TO YEARS FROM 1991/1992 TILL 1998/1999**



04 = number of French department

(3) = number of census areas

### III°/ CHRONOLOGIE DE LA MIGRATION ET HIVERNAGE DU PIGEON RAMIER (*Columba palumbus*) ET DE L'ALOUETTE DES CHAMPS (*Alauda arvensis*) DANS LE SUD DE LA FRANCE

La gestion et la conservation des espèces animales reposent sur la connaissance de leur dynamique. L'étude des oiseaux migrateurs nécessite l'acquisition de données relatives à la migration, notamment sa chronologie. Le Midi Méditerranéen et plus particulièrement le couloir Rhodanien, bordé au Sud par la mer Méditerranée, à l'Est par les Alpes et à l'Ouest par les Pyrénées, est une zone privilégiée pour l'étude de ce phénomène. La migration et l'hivernage du Pigeon ramier et de l'Alouette des champs a été étudiée en Espagne, en Italie, en Grèce mais aussi en France et plus particulièrement dans le Sud-Ouest (RECARTE et al. 2001). Cependant, peu de données scientifiques en France Méditerranéenne sont actuellement disponibles sur cet aspect de la biologie, du Pigeon ramier (*Columba palumbus*), oiseau emblématique des milieux méditerranéens, et, de l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) qui a un statut de conservation défavorable en Europe selon le « Bird Life » (BirdLife Conservation Series No. 10).

L'Institut Méditerranéen du Patrimoine Cynégétique et Faunistique (IMPCF) a développé depuis sa création en 1990 un programme inter-régional d'étude et de recherche sur l'écologie et plus particulièrement sur la chronologie de la migration, des grands *Turdidae* (*Turdus*.sp), de la Caille des blé, de l'Alouette des champs et du Pigeon ramier. Après une phase de mise au point méthodologique, ce programme a fait l'objet d'une concertation méthodologique entre le Muséum National d'Histoire Naturelle, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et l'Institut Méditerranéen du Patrimoine Cynégétique et Faunistique. L'originalité de ce programme, par rapport aux méthodes classiques, consiste, à compléter les données numériques par le relevé de données comportementales : oiseaux posés ou en vol ; structure et taille des groupes ; directions de vol. La méthodologie utilisée, pour analyser ces données éco-éthologiques, lors de l'étude de la migration de retour des grands *Turdidés* dans le sud de la France, a permis d'obtenir des résultats significatifs (RICCI et al. 1993 ; 1995 ; 1996 ; 1997). Dans cette communication, nous analysons les données issues du suivi de l'Alouette des champs et du Pigeon ramier, dans l'arc Méditerranéen Français de 1992 à 2002. Ce suivi fait partie intégrante du programme de recherche initié par l'IMPCF lors de sa création. L'objectif est, en vue de prendre des mesures de gestion et de conservation les plus en accord avec l'écologie de ces deux espèces, d'identifier les périodes et les pics de migrations pré nuptiales et post nuptiales. Pour cela, nous nous appuyons sur des synthèses graphiques, des analyses univariées et multi variées comme « l'Analyse Factorielle Discriminante » et « la Classification Ascendante Hiérarchique » (LEBART L, 2000).

#### III-1. Matériels et méthodes :

##### III-1-1. La zone d'étude :

La zone géographique d'étude s'étend en longitude entre 0,5°W et 9°E, et en latitude de 42° à 45°N. Elle comporte 35 sites-communes répartis sur 13 départements situés sur les principaux couloirs de migration Français (Lanquedoc Roussillon, Provence, Alpes, Corse) (voir carte n°1).

##### III-1-2. Protocoles de recueils de données:

(/semaine/décade)

La méthode consiste à répéter à dates fixes, des « unités échantillons de comptage », à l'aide de méthodes standardisées, afin d'obtenir des données, illustrant les variations relatives des effectifs. Les comptages sont réalisés à jours fixes, toutes les semaines, de la première décade d'octobre à la troisième décade d'avril, dans trois milieux représentatifs : forêts-bois,

garrigues-landes, zones cultivées (RICCI et al. 1995). Ils sont assurés par des professionnels : services techniques des Fédérations départementales des chasseurs, services de garderie de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, personnel de l'IMPCF.

L'unité d'échantillonnage débute par un Indice Ponctuel d'Abondance (BLONDEL et al. 1970) pendant les 20 minutes précédant le lever du jour, immédiatement suivi par un Indice Kilométrique d'Abondance (FERRY et FROCHOT, 1958) d'au moins un kilomètre. Les trois milieux sont prospectés dans l'ordre suivant : bois, landes puis zones cultivées afin de tenir compte des déplacements biquotidiens des oiseaux.

L'IPA est découpé en quatre créneaux horaires de cinq minutes où l'observateur regarde dans la direction des points cardinaux suivant cet ordre : Nord, Sud, Est, Ouest. L'IKA est orienté Sud-Est/Nord-Ouest afin d'avoir le soleil dans le dos et de couper perpendiculairement l'axe migratoire.

Ainsi l'application successive de ces deux méthodes (nommée IPIKA) permet d'effectuer de façon simultanée sur les 13 départements 6 dénombrements dans la même commune, et dans la même demi-journée.

### III-1-3. Présentation des variables :

La matrice de données comprend 12 descripteurs sites et 16 descripteurs oiseaux.

Les variables sites sont :

COM : N° INSEE de la commune

LAT : Latitude

LON : Longitude

ALT : Altitude (en mètres)

DAT : Date (J;M;A)

SEM: Semaine (EX: 1.1 = 1<sup>ère</sup> semaine de JANVIER)

MIL : Milieu : BOIS = 1 ; GARRIGUE (LANDE) = 2 ; ZONE CULTIVEE = 3

ESP : Espèce : Merle noir = 1 ; Grive musicienne = 2 ; Grive mauvis = 3 ;  
Grive litorne = 4 ; Grive draine = 5 ; Alouette des champs = 6 ;  
Perdrix rouge = 7 ; Bécasse des bois = 8 ; Pigeon ramier = 9 ;  
Caille des blés = 10 ; Autres espèces = 11

HED : Heure de début

HEF : Heure de fin

DUR : Durée

MET : Méthode : IPA = 1 ; IKA = 2

Les paramètres éco-éthologiques relevés sont :

NTD\* : Nombre total d'oiseaux (supposés différents) détectés par contacts visuels ou auditifs.

NTC\* : Nombre total de contacts visuels ou auditifs cumulés issus des mêmes oiseaux ou d'oiseaux différents.

NCS\* : Nombre d'oiseaux (supposés différents) observés ou entendus au sol ou dans la végétation.

NCV\* : Nombre d'oiseaux (supposés différents) observés ou entendus en vol.

C1\*\* : Nombre d'oiseaux (supposés différents) observés isolés.

C2\*\* : Nombre d'oiseaux (supposés différents) observés par paires.

C3\*\* : Nombre d'oiseaux (supposés différents) observés par groupes de trois ou plus.

TG : Taille moyenne des groupes observés

NNE\*\* : Nombre d'oiseaux observés en vol se dirigeant vers le Nord ou le Nord-Est.  
 ESE \*\* : Nombre d'oiseaux observés en vol se dirigeant vers l'Est ou le Sud-Est.  
 SSO\*\* : Nombre d'oiseaux observés en vol se dirigeant vers le Sud ou le Sud-Ouest.  
 ONO\*\* : Nombre d'oiseaux observés en vol se dirigeant vers le Ouest ou le Nord-Ouest.

- | Pour s'affranchir des variations de la pression d'observation, certaines variables (\*) ont été pondérées par la durée des observations, et d'autres (\*\*) par le nombre d'observations et la durée des observations.
- | L'échelle de temps utilisée afin de pouvoir établir des comparaisons sur l'ensemble de l'échantillon est la décade (decade1 : du 1 au 10, decade2 : du 11 au 20, decade3 : du 21 au 31). Ainsi près de 75% des décades sont des moyennes de deux matinées de comptages.

### III-2. Etude des paramètres relevés :

La migration est une période du cycle biologique qui peut être définie (selon ORNIS, 2001) comme suit :

- ⊗ **La migration postnuptiale** est le début de l'accroissement du nombre d'oiseaux ayant un comportement de migration, et plus particulièrement de déplacement de leur dernière zone de reproduction vers leur zone d'hivernage. Le Pigeon ramier et l'Alouette des champs se déplacent vers l'Ouest, le Sud-Ouest et le Sud pour atteindre la Péninsule Ibérique ou l'Afrique.
- ⊗ **La migration pré-nuptiale** est le début de l'accroissement du nombre d'oiseaux se déplaçant de leur dernière zone d'hivernage vers leur zone de reproduction. Les oiseaux se déplacent vers le Nord, le Nord-Est et l'Est pour atteindre l'Europe Continentale et Nordique concernant le Pigeon ramier et plus largement l'Eurasie pour l'Alouette.

Pour déterminer les décades de migrations, nous avons analysé les variations temporelles des descripteurs. Or, les oiseaux contactés peuvent être, des hivernants, des sédentaires ou des migrateurs. Les variations des effectifs étant plus marquées sur les zones sans hivernage, nous avons employé, pour améliorer la puissance de certaines analyses, les sites où il n'y a pas eu d'observations NCS, pendant les mois de décembre et de Janvier. Sur ces derniers, NCS caractérise les variations d'effectifs des haltes migratoires. Plus généralement, la différence NTC-NTD, met en évidence l'activité de chant, qui s'intensifie en période de reproduction. Les variations, de NTD, NCV, NTC, TG, et C3 traduisent des déplacements dont certains sont migratoires.

#### III-2-1. Pression d'observation:

Les données analysées concernent 11 années (1992-2002), et représentent 5909 heures d'observation en 2344 sorties. Pour plus de précision dans les analyses, les migrations pré et post nuptiales ont été traitées séparément. En effet, suivant les

Figure 6 : Synthèse de la pression d'observation par année

	POST NUPTIALE: de oct1 à dec3			PRE NUPTIALE: de jan1 à avr3		
	Nbre de communes	Durée	Nbre de sorties	Nbre de communes	Durée	Nbre de sorties
1992	28	762	291	21	754	283
1993	21	572	214	20	751	276
1994	4	144	52	8	333	133
1995	15	316	119	14	383	157
1996	11	207	86	10	261	104
1997	15	261	109	4	90	47
1998	4	72	35	4	62	29
1999	8	120	57	3	98	49
2000	4	87	34	7	142	59
2001	4	88	39	10	202	89
2002	6	93	39	4	111	43

années et pour des raisons inconnues, certaines décades n'ont pas été prospectées sur certains sites. Ainsi, bon nombre de communes, ne peuvent être exploitées, que pour l'une ou l'autre des migrations, mais rarement les deux. La figure 6, est une synthèse de la pression

*Conges  
maladies*

d'observation exercée sur les communes retenues pour les analyses. La baisse de la pression d'observation à partir de 1998 est liée à la fin de la collaboration de l'un des principaux partenaires du suivi (service de garderie ONCFS. Convention ONCFS - IMPCF). Il a donc fallu revoir la taille de l'échantillon à la baisse en essayant de garder les communes les plus représentatives.

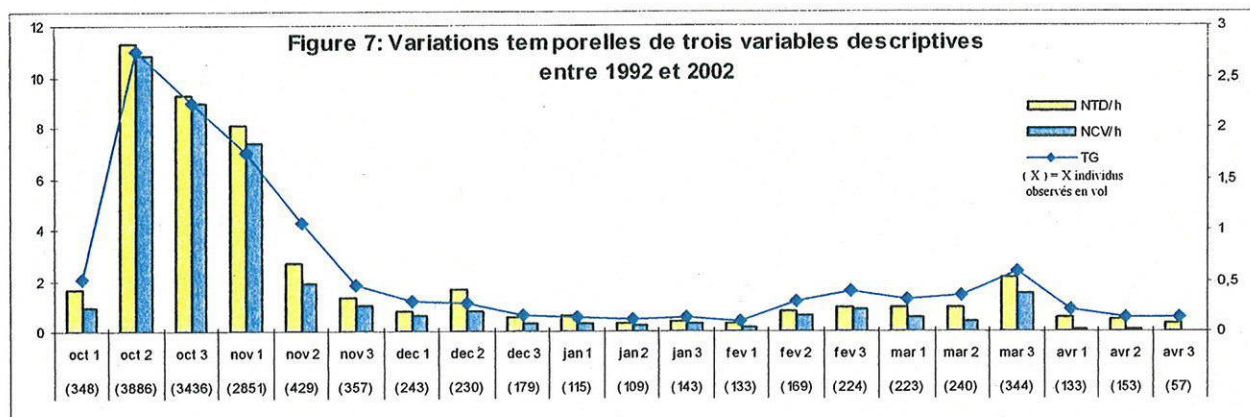
### III-2-2. Les analyses statistiques :

En premier lieu, nous avons utilisé un test du Khideux (Scherrer, 1984) (logiciel  $\Rightarrow$  Statbox pro) pour analyser statistiquement la répartition des effectifs totaux et en vols, suivant les décades, afin d'identifier, celles se distinguant des autres (migrations). Pour préciser les interprétations, nous avons soumis les 12 descripteurs oiseaux à une Analyse Factorielle Discriminante (logiciel  $\Rightarrow$  R 1.9.1). Préalablement à celle-ci, nous avons déterminé les variables, qui étaient sensibles à l'effet décade (test = MANOVA ; Logiciel  $\Rightarrow$  R 1.9.1). Parmi elles, nous n'avons retenu pour l'AFD, que celles qui témoignaient de différences significatives entre les décades (test = « Wilks » ; Logiciel  $\Rightarrow$  R 1.9.1). Toutefois, quand le plan factoriel ne permettait pas de discriminer clairement certaines décades, nous avons utilisé la méthode de classification ascendante hiérarchique (critère de « Ward » ; logiciel  $\Rightarrow$  R 1.9.1). Cette classification utilise des matrices de distances (métrique de « Mahalanobis ») élaborées à partir des coordonnées de projections des barycentres dans le plan factoriel étudié. Enfin, pour estimer les corrélations entre les variables, nous avons utilisé le test de Sperman (logiciel  $\Rightarrow$  Statbox pro), et le cercle des corrélations de l'Analyse en Composantes principales (logiciel  $\Rightarrow$  R 1.9.1).

## III-3. Résultats

### III-3-1. Pigeon ramier

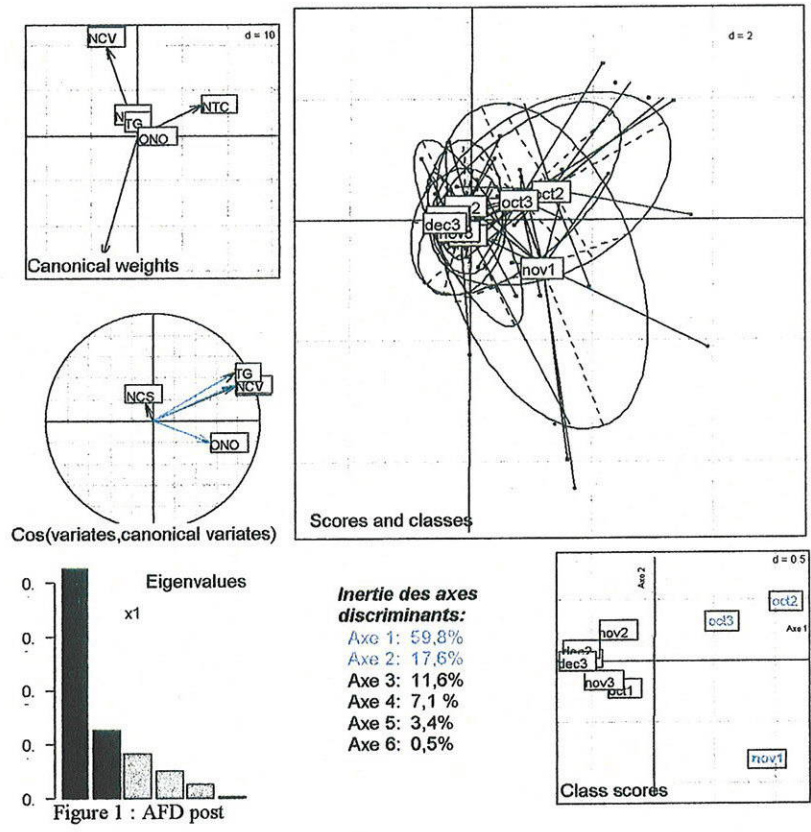
La figure 7, donne un aperçu des variations temporelles de 3 variables descriptives, entre 1992 et 2002. Une analyse statistique de la distribution des effectifs contactés en vol nous montre une différence significative avec une distribution au hasard (Chi-2 = 10386,009 ;  $p < 0,001$ ). Notons que les variables NTD/h et NTC/h suivent les mêmes variations (corrélation de



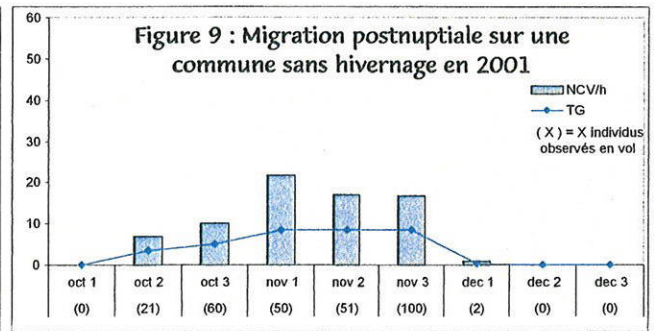
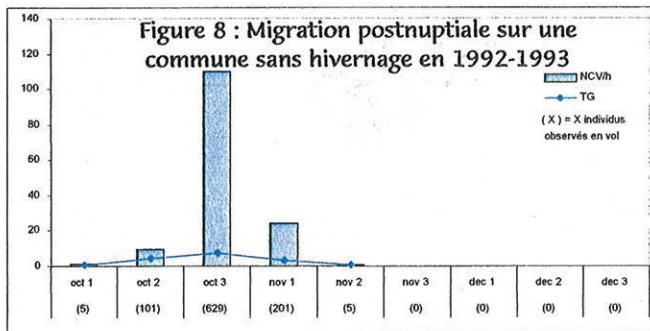
Sperman = 0,99;  $p = 1,7521E-18$ ). En s'appuyant sur TG, NCV/h et NTD/h, il semblerait que, en moyenne, la migration postnuptiale commence en oct 2 pour se terminer en nov 1 avec un pic en oct 2. Concernant la migration pré-nuptiale, les variations sont plus hésitantes. En effet, on remarque une légère augmentation des effectifs entre fev 2 et fev 3 avec un pic en mar 3 puis une nette diminution en avr 1.



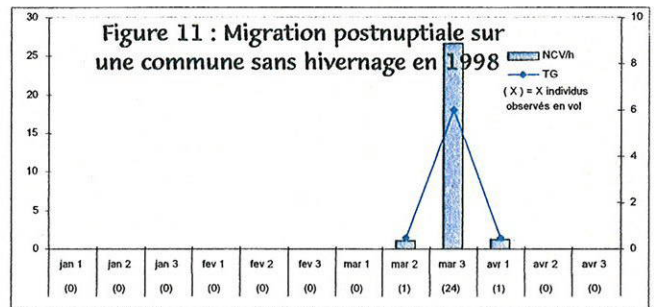
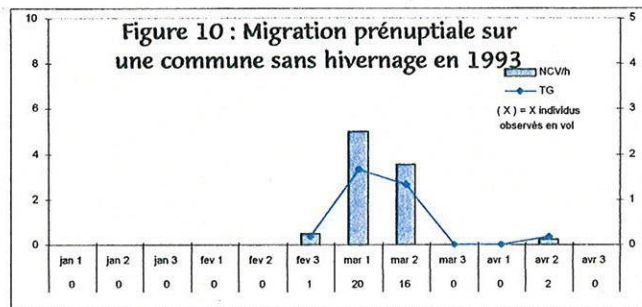
Figure 13 : AFD migration postnuptiale Pigeon ramier



Etude de cas : L'analyse de deux sites sans observations NCS pendant les mois de Décembre et Janvier révèle, que la migration post nuptiale a débuté au plus tôt en oct 1 (figure 8) et s'est achevée au plus tard en dec 1 (figure 9).



L'analyse de deux sites sans observations NCS pendant les mois de décembre et de Janvier révèle que la migration pré nuptiale du pigeon ramier a débuté au plus tôt en fev 3 (figure 10) et s'est terminée au plus tard en avr 1 (Figure 11).



Etudions séparément les deux migrations afin de préciser ces observations.

### Migration postnuptiale :

Sur les 12 descripteurs étudiés, 6 ont une contribution significative à « l'effet décade » (figure 12). Ces 6 variables discriminent de manière significative les décades entres elles.

Figure 12 : Résultats de la MANOVA

	F Value	Pr(>F)
NTD		0.0002264***
NTC		0.0002129***
NCS		0.5968***
NCV		0.0002065***
TG		9.967e-05***
ONO		0.09235.

toutes les variables		
Wilks	approx F	Pr(>F)
		0.06024.
variables significatives		
Wilks	approx F	Pr(>F)
0.42458	1.67317	0.004521 **

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les deux premiers axes de l'analyse factorielle discriminante (figure 13) expliquent 77,4 % de la variance totale. On remarque que toutes les variables sauf NCS, contribuent positivement à l'axe 1. Les deuxièmes et troisièmes décades d'octobre sont discriminées plus particulièrement par TG, NTD, NTC et NCV, alors, que la première décade de novembre l'est, par les directions de vol Ouest et Nord-Ouest. Les autres décades sont caractérisées par des effectifs plus faibles, des observations plus nombreuses d'oiseaux au sol ou dans la végétation, et des groupes d'oiseaux de taille plus faible. L'axe 1 oppose donc des décades de migration (oct 2, oct 3, nov 1) et d'autres caractérisées par la présence d'oiseaux hivernants et/ou sédentaires.

Ainsi, on peut situer en moyenne la migration postnuptiale du Pigeon ramier entre oct 2 et nov 1 avec un pic de passage en oct 2. Elle commence au plus tôt en oct 1 (figure 8) et se termine au plus tard en dec 1 (figure 9).

## Migration Prénuptiale :

Ici, aucune des variables de départ n'est sensible à l'effet « décade » et la statistique de Wilks n'est pas significative (Wilks = 0,36882,  $P(>F) = 0,5335$ ). Les effectifs observés (NTD=2043) sont plus faibles que ceux observés lors de la migration postnuptiale (NTD=11959) et les variations sont moins marquées. Pendant la migration postnuptiale, 92% des individus contactés le sont en vol. Pour la migration de retour, on enregistre une baisse de cette proportion de 34%. On observe des oiseaux au sol ou dans la végétation tout au long de l'année (figure 14). Les oiseaux observés ne sont pas uniquement des migrateurs. La présence d'hivernants et de sédentaires rend difficile l'interprétation des variations de NCV et de TG (figure 7). Ainsi, pour mieux identifier les variations d'effectifs, nous avons retiré de l'échantillon toutes les communes qui présentent des observations NCS durant les mois de Décembre et de Janvier (= site avec hivernage).

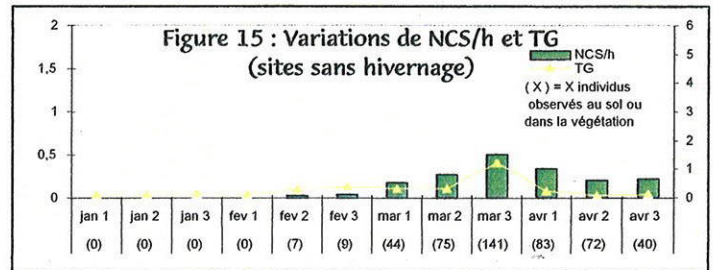
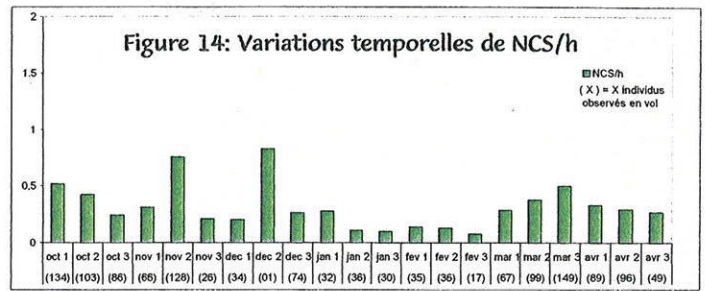
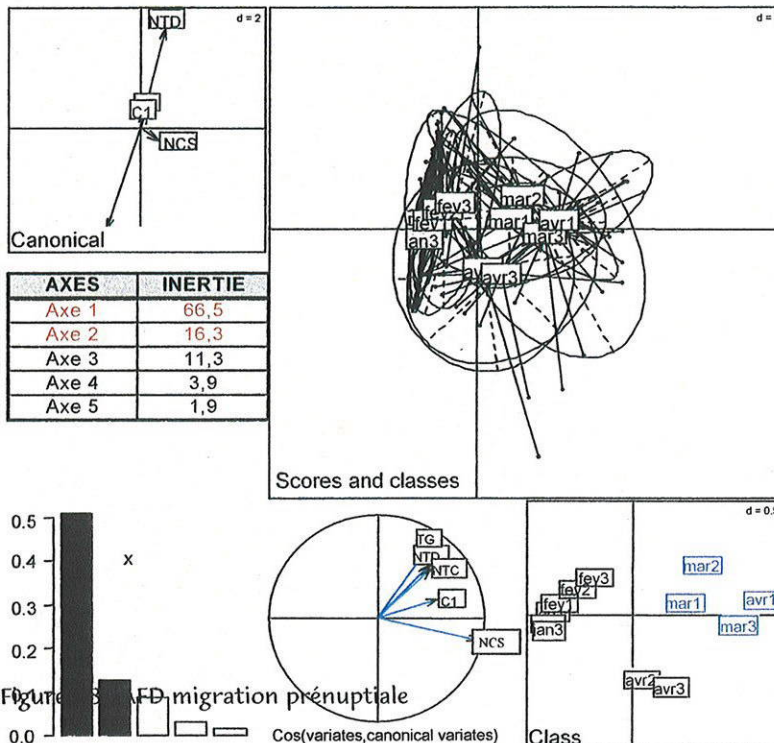


Figure 16 : Résultats de la MANOVA

	F value	Pr(>F)	Wilks	approx F	Pr(>F)
NTD		0.005703 **			
NTC		0.005102 **			
NCS		8.211e-13 ***			
TG		0.003518 **			
C1		0.004277 **			
					9.702e-07 ***

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Suite à cette transformation, NTD, NTC, NCS, TG et C1 fluctuent de manière significative avec les décades. La statistique de Wilks est ici très significative (figure 16). On note des différences notables entre les « décades ». Cependant, on remarque que les variations de NCV dues au vol



migratoire, ne sont pas significatives. La présence d'individus sédentaires sur la zone d'étude rend l'interprétation difficile. Ainsi, en considérant les variations de NCS et TG (Figure 15), on peut situer en moyenne la migration de retour du Pigeon ramier entre mar 1 et avr 3 avec un pic en mar 3.

L'analyse factorielle discriminante (figure 18), utilise l'ensemble des variables significatives. Ainsi nous allons pouvoir préciser nos observations. Les deux premiers axes discriminants, expliquent 82,8% de la variance totale. Toutes les variables ont une

contribution positive à l'axe 1. TG, NTD, et NTC sont très corrélés, et, caractérisent de la même façon que pour la migration postnuptiale, un comportement de migration. La variable CI discrimine les mêmes décades que les variables précédentes. La migration de retour, est plus diffuse que la migration postnuptiale. La taille moyenne des groupes ne dépasse pas 1 entre la première décade de janvier, et la troisième décade d'avril (figure 7), et cela même, pour l'échantillon de départ. Les communes utilisées pour cette analyse étant sans hivernage, NCS illustre la variation des effectifs migrateurs en halte migratoire. En effet, lors de la migration de retour, les oiseaux volent majoritairement entre 7 et 11 heures du matin. Or, les comptages débutent 20 minutes avant le lever du jour. Il n'est donc pas exclu que pour cette raison, la plupart des oiseaux observés se trouvent au sol ou dans la végétation.

Les décades 2 et 3 d'Avril sont plus proches des décades de migration que des autres (figure 17). Cependant, la très faible taille moyenne des groupes ( $<0,25$ ), l'absence totale d'observations d'oiseaux en vol, et la forte proportion d'individus observés seuls, ou par paires, nous poussent à considérer ces décades, non pas comme de la migration, mais, comme la présence d'individus sédentaires.

Ainsi, selon les résultats précédents, on peut estimer, que la migration de retour du Pigeon ramier s'étend en moyenne de la première à la troisième décade de Mars, avec un pic de passage la troisième décade de ce même mois. Elle commence, au plus tôt en en fev 3 (figure 10) et se termine, au plus tard, en avr 1 (figure 11).

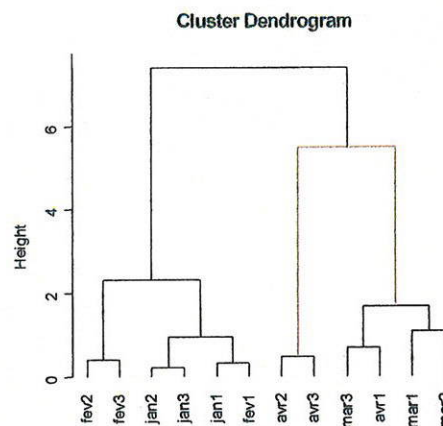
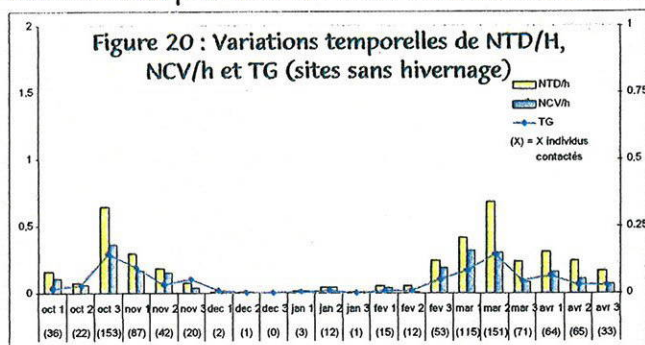
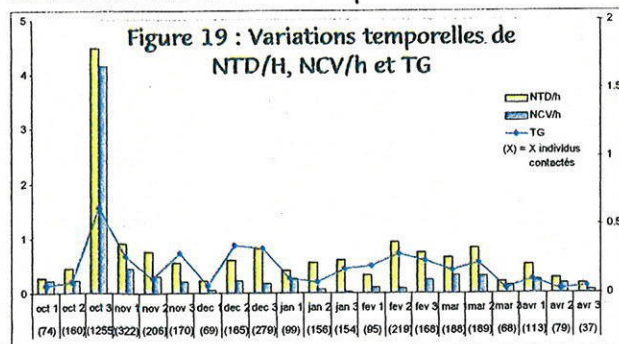


Figure 17 : migration pré-nuptiale du Pigeon ramier

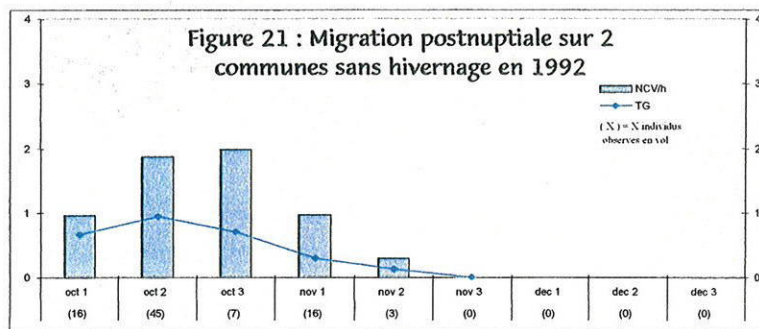
### III-3-2. Alouette des champs :

L'interprétation des variations de NTD/h, NCV/h et de TG s'avère délicate (figure 19). Les oiseaux contactés peuvent être là encore, des hivernants, des sédentaires ou des migrateurs. Le retrait des communes présentant des observations NCS pendant les mois de décembre et de

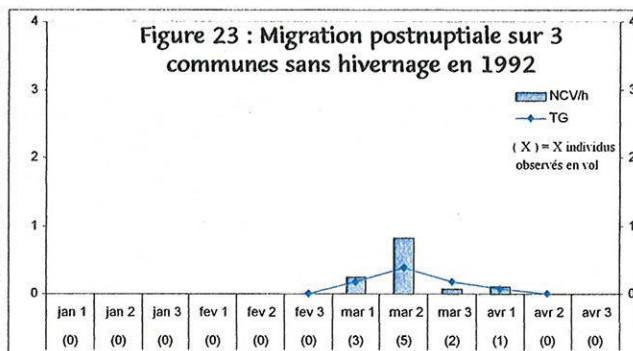
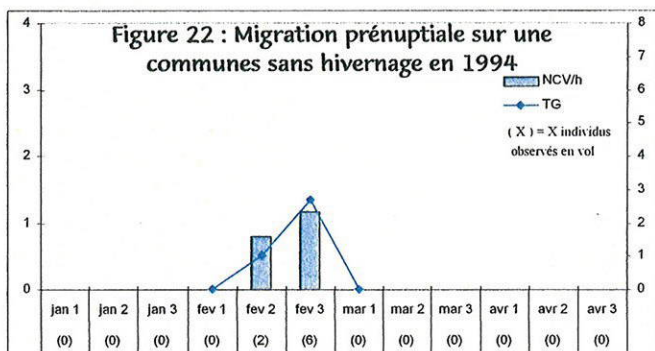


Janvier, permet d'améliorer sensiblement l'interprétation des données (figure 20). Une analyse statistique de NTD et NCV sur les sites sans hivernage nous montre une différence significative, avec une répartition au hasard ( $\chi^2 = 10356,54$ ,  $P < 0,001$ ;  $\chi^2 = 10132,02$ ,  $P < 0,01$ ). La nette augmentation de TG, NTD et NCV entre oct 2 et oct 3 puis leur diminution progressive jusqu'en nov 2 traduit les passages de la migration post nuptiale. Ces mêmes variables connaissent une augmentation à partir de fév 3 atteignant leur maximum en mar 2, puis une diminution très nette en mar 3. L'ensemble des paramètres augmentent encore en avr 1 pour diminuer progressivement jusqu'en avr 3. Il semblerait donc que la migration post nuptiale de l'alouette s'étale de oct 3 à nov 2 avec un pic en oct 3, et que la migration de retour s'étale de fév 3 à mar 3 avec un pic en mar 2.

Etude de cas : L'analyse de deux sites sans observations NCS durant les mois de Décembre et de Janvier révèle que la migration postnuptiale de l'alouette des champs commence au plus tôt en oct 2 et se termine au plus tard en nov 2 (Figure 21).



L'analyse de quatre communes sans observations NCS durant les mois de Décembre et de Janvier révèle que la migration pré-nuptiale de l'alouette des champs a commencé au plus tôt en fev 2 (Figure 22) et s'est terminée au plus tard en avr 1 (Figure 23).



L'analyse séparée des deux migrations va nous permettre d'affiner nos observations.

### Migration postnuptiale :

Aucun des 12 descripteurs oiseaux de départ, n'est sensible à l'effet « décade ». En revanche, l'étude de l'échantillon sans hivernage, indique que 7 variables ont une contribution significative à « l'effet décade » (Figure 24).

Figure 24 : Résultats de la MANOVA

	F Value	Pr(>F)
NTD		0.009411**
NTC		0.009046**
NCS		0.08698.
NCV		0.02310*
TG		0.02252*
C3		0.06109.
ONO		0.01407*

toutes les variables		
Wilks	approx F	Pr(>F)
		0.7089

variables significatives		
Wilks	approx F	Pr(>F)
		0.4283

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Le cercle des corrélations met en évidence trois groupes de variables corrélées. Il s'avère, que si nous prenons trois variables dans deux ou trois groupes, la statistique de Wilks devient significative. NCV, C3 et ONO sont les variables qui discriminent le plus les décades entre elles (Wilks = 0.6612, approx F = 1.6343, Pr(>F) = 0.03443 \*).

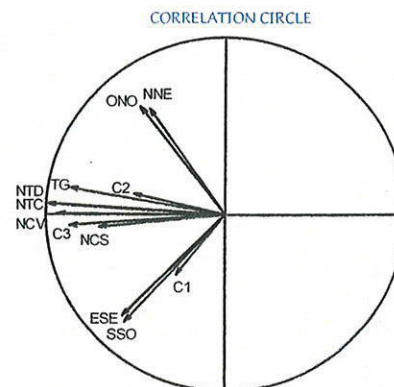
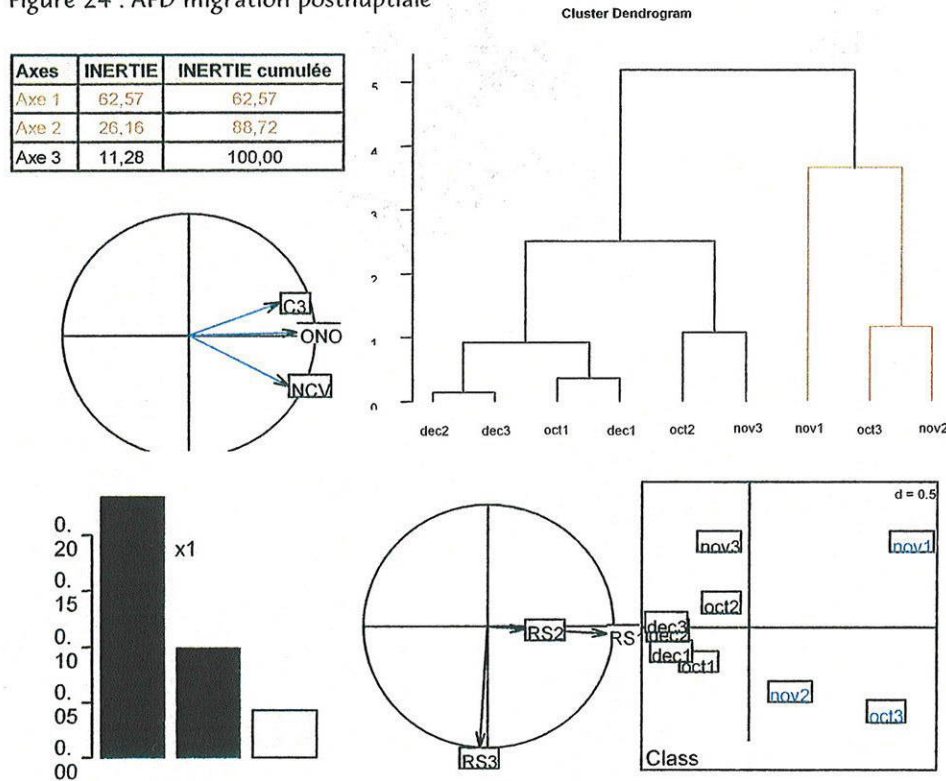


Figure 24 : AFD migration postnuptiale



Les deux premiers axes de l'analyse discriminante (Figure 24) expliquent plus de 88% de la variance totale. NCV, C3 et ONO contribuent fortement à l'axe 1. Suivant cet axe, les décades oct 3, nov 1 et nov 2 sont opposées à toutes les autres. Ainsi, l'axe 1 oppose les décades de migration aux autres décades. En effet, en période de migration postnuptiale, l'Alouette des champs forme des groupes qui se déplacent vers l'Ouest. L'axe 2 quant à lui, ne supporte pas de réelles interprétations

biologiques.

La Classification Ascendante Hiérarchique, indique que les décades oct 2 et nov 3 sont plus proches des autres décades que des décades de migrations (figure 24). De plus, par de faibles observations d'oiseaux en vol, une majorité d'individus observés seuls ou par deux, et n'adoptant pas de directions préférentielles de vol, les décades de oct 1, oct 2, nov 3-dec 3 reflètent l'activité d'oiseaux sédentaires.

Ainsi, nous pouvons estimer que dans l'Arc Méditerranéen Français, la migration postnuptiale de l'Alouette des champs commence par un pic la troisième décade d'octobre et s'achève la deuxième décade de novembre. Elle débute au plus tôt en oct 2 (Figure 21) et se termine au plus tard en nov 2 (Figure 21).

### Migration prénuptiale :

Sur les 12 descripteurs oiseaux de départ aucun n'est sensible à l'effet « décade ». Aussi, pour affiner la pertinence de l'échantillon, nous avons retiré les communes qui présentaient des observations NCS lors des mois de décembre et de janvier. Suite à cela, 5 variables ont une contribution significative à « l'effet décade » (Figure 25). Toutefois, la statistique de Wilks n'est toujours pas significative.

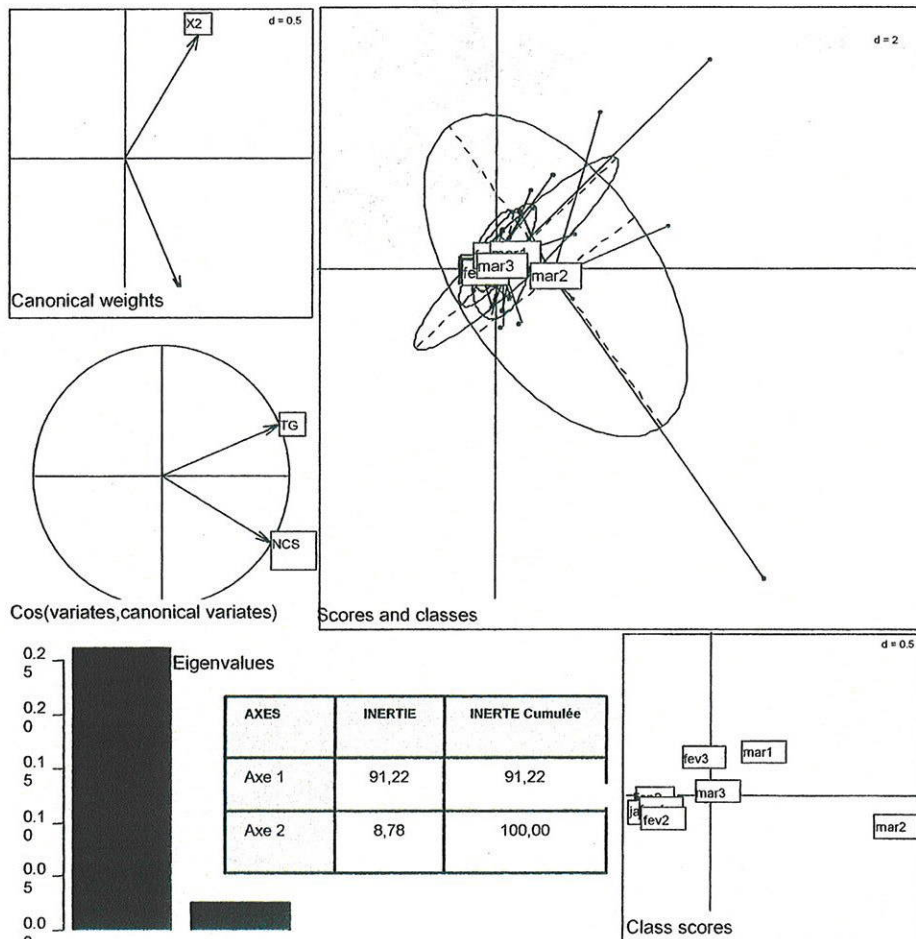
Figure 25 : Résultats de la MANOVA

	F Value	Pr(>F)
NTD		0.02340 *
NTC		0.02210 *
NCS		0.008383 **
TG		0.002796 **
C3		0.04085 *

Wilks	approx F	Pr(>F)
0.59062	1.21235	0.1835

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
 La reproduction de l'Alouette des champs débute au mois d'Avril, et les comportements qui lui sont associés semblent perturber l'analyse. En supprimant les décades d'Avril nous obtenons un échantillon sensible à l'effet « décade ». On remarque que si l'on prend en compte l'ensemble des variables significatives au sens de la MANOVA, les différences entre les groupes ne sont pas significatives (Wilks = 0.59062, approx F = 1.21235, Pr(>F) = 0.1835). Cependant, nous pouvons améliorer la qualité des discriminations en réduisant le nombre des variables explicatives.

Figure 26 :Migration prénuptiale



En effet, ce sont les variables TG et NCS qui séparent le mieux les décades (Wilks = 0.72054, approx  $F = 1.98104$ ,  $Pr(>F) = 0.01654^*$ ).

TG et NCS contribuent positivement à l'axe 1 qui explique 91% de la variance totale. (Figure 26). L'axe 1 oppose assez clairement les décades de mars1 et mars2 avec les décades de jan1 à fev2. Ces deux décades de mars sont caractérisées par des groupes de plus grosses tailles et une forte présence d'oiseaux observés au sol et dans la végétation traduisant respectivement un comportement de migration et la présence de haltes migratoires. En revanche, l'interprétation

de fev 3 et mar 3 est plus délicate. Les deux variables retenues pour cette analyse ne permettent pas de les positionner clairement dans le plan factoriel par rapport aux deux autres décades. Pour améliorer notre interprétation, nous avons eu recours à une Classification Ascendante Hiérarchique (figure 27). Il s'avère que fev 3 se rapproche davantage des décades de migration que des autres.

Par conséquent on peut considérer que dans l'Arc Méditerranéen Français, la migration prénuptiale de l'Alouette des champs s'étire de fev3 à mars 2 avec un pic en mars 2. Elle débute au plus tôt en fev 2 et se termine au plus tard en avr 1.

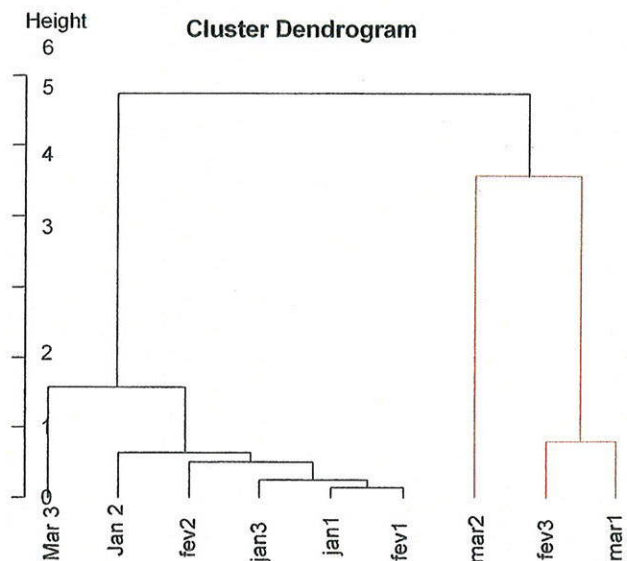


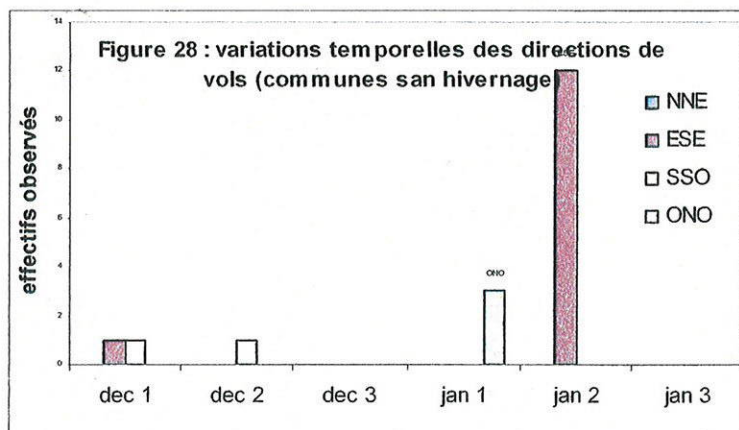
Figure 27 : Migration prénuptiale

### III-4. Discussion - Conclusion

En Europe, les populations de Pigeon ramier et d'Alouette des champs ont un statut de conservation respectivement favorable et défavorable (BirdLife Conservation Series No. 10). En France, ces deux espèces sont présentes sur la quasi-totalité du territoire national (YEATMAN-BERTHELOT & JARRY, 1994). Depuis 25 ans, les effectifs de pigeons transpyrénéens sont en constante baisse. Toutefois, l'étude des effectifs nicheurs entre 1994 et 1999 révèle que les populations de Pigeon ramier sont en hausse et que les populations d'Alouette des champs baissent en moyenne de 2,2% par an. (BOUTIN et al. 2001 ; BEITA et al. 2001).

Le but de cette étude était d'identifier les périodes de migration du Pigeon ramier et de l'Alouette des champs à partir de données IPIKA recueillies de 1992 à 2002 dans le sud de la France. Pour ce faire, nous avons analysé les variations temporelles des effectifs et de certaines variables éco-éthologiques (Structure et taille des groupes, directions de vols, oiseaux observés au sol ou en vol). Quand celles-ci étaient faibles, l'interprétation des données était difficile (figure 20). En effet, les oiseaux contactés pouvaient être des sédentaires, des hivernants, ou des migrateurs. L'échantillon utilisé pour l'étude de la migration du Pigeon ramier comprend 2 départements à hivernage avec des zones de concentrations, et un département à hivernage diffus dans l'espace (Enquête nationale UNFDC, 1993 ; SABATHE et al, 2001). En conséquence de quoi nous n'avons retenu que les sites sans hivernage c'est-à-dire des sites sans observation NCS pendant les mois de Décembre et Janvier. Sur ces derniers, on remarque que des oiseaux ont été observés en vol, en dehors des

périodes de migration. Ces observations témoignent dans certains cas, de la présence d'individus sédentaires (figure 14) ou de la remontée d'oiseaux hivernants plus au sud (figure 10) (RICCI et al.1995). Dans ce cas, ces déplacements sont caractérisés par des vols en direction du Nord, du Nord-ouest, de l'Ouest, ou de l'Est (figure 28). Ainsi, le fait que des oiseaux quittent leur zone



d'hivernage, ne signifie pas nécessairement qu'ils commencent la migration de retour. Ils peuvent changer de zone d'hivernage sous l'influence de divers facteurs variables tels que les conditions climatiques ou la baisse des ressources alimentaires (Observatoire National de la Faune Sauvage et de ses Habitats, Rapport scientifique n°2, Février 2004). En se basant sur l'ensemble des variables significatives, l'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier les décades de migration. Les seuils de migration observés au cours des 11 années de suivi, ont été définis à l'aide des études de cas. Les résultats obtenus corroborent et précisent les données bibliographiques (CRAMP vol. IV, 1985 ; CRAMP vol V, 1988).

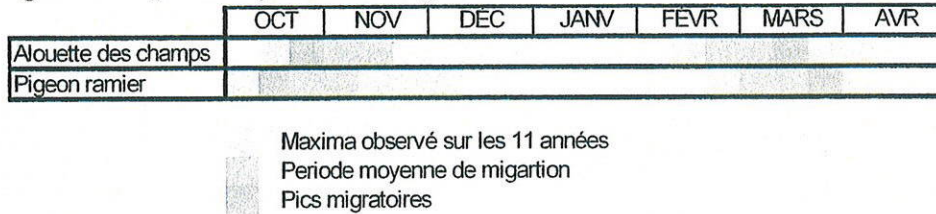
La pression d'observation a sensiblement varié au cours des 11 années de suivi puisque les échantillons utilisés dans cette étude comprennent entre 4 et 28 communes. Il serait donc intéressant, pour plus de régularité, de redéfinir un échantillon, comprenant uniquement des communes représentatives. Pour ce faire, on pourra réaliser une analyse factorielle discriminante ou une analyse en composante principale sur les données précédemment analysées, afin d'identifier les communes les plus représentatives des mouvements migratoires. Les stations bioacoustiques utilisées pour étudier la migration des grands turdidae (migrateurs nocturnes) dans le Sud de la France fournissent des données qui précisent les données éco-



éthologiques des IPIKA (RICCI et al. 1996). Or, l'alouette des champs migre le jour et la nuit. Ainsi, les données IPIKA relatives au suivi de sa migration pourraient être complétées par un suivi bioacoustique. Plus largement, une méthode de suivi de la migration par images radar est actuellement développée par l'IMPCF. Cette méthode, une fois mise au point fournira des données relatives aux directions de vol, aux intensités de vol et aux périodes de migrations. Les informations ainsi recueillies permettront d'améliorer l'interprétation des données IPIKA.

En conclusion, l'étude des données numériques et de données éco-éthologiques a permis

Figure 29 : Synthèse période de migration



d'identifier les décades et les seuils de migrations (Figure 29) au cours d'une série temporelle de 11 ans. Le développement de nouvelles méthodes de suivi de la migration

fournira des données complémentaires plus précises. L'utilisation d'analyses multicritères comme l'analyse factorielle discriminante ou la classification hiérarchique permet d'interpréter les données dans leur globalité. Ainsi les déplacements d'oiseaux qui n'ont pas d'origine migratoire sont pris en compte lors de la discrimination des décades.