

## Les mesures d'isotopes stables de l'hydrogène pour déterminer l'origine géographique des pigeons ramiers hivernant en France

Hervé Lormée

### CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'avifaune migratrice (anatidés, limicoles, colombidés, turdidés) tient une place de choix dans la chasse française, tant sur le plan de l'importance des prélèvements (ONCFS, 2000) que sur celui de la diversité des pratiques cynégétiques. En période de chasse, la France héberge un « mélange » de populations de ces espèces : sédentaires, en transit migratoire, ou hivernantes. Alors que les statuts de conservation de ces différentes populations peuvent différer, on connaît encore mal leur répartition spatiale sur notre territoire au cours de la migration puis de l'hivernage et, *a fortiori*, le ratio de chacune d'entre elles au sein des prélèvements. Les résultats du baguage ne répondent pas ou très imparfaitement à cette problématique. En revanche, l'émergence de nouvelles techniques comme l'utilisation de la signature géographique fournie par les ratios isotopiques contenus dans les téguments des organismes vivants (poils, plumes, écailles...) offre de nouvelles opportunités (Rubenstein & Hobson, 2004).

Après avoir testé la validité de cette méthode à l'échelle du continent européen (Hobson *et al.*, 2004 ; Lormée, 2004), l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) s'est engagé dans une étude visant à déterminer l'origine géographique des pigeons ramiers hivernant en France. Le pigeon ramier hiverne sur toute la moitié occidentale du territoire national (Roux *et al.*, 2007), avec des concentrations importantes dans le Sud-Ouest (Aquitaine et Midi-Pyrénées). Si l'origine des oiseaux hivernant dans cette dernière région est mieux connue grâce au baguage (Vansteenwegen & Jean, 2000 ; Beitia *et al.*, 2001), elle reste à déterminer pour l'ensemble de la zone d'hivernage en France. Parallèlement, il a été constaté un déclin important du flux migratoire des pigeons ramiers allant hiverner en péninsule ibérique. Deux hypothèses ont été proposées pour tenter d'expliquer ce phénomène : une diminution de la population migratrice ou une remontée des zones d'hivernage plus au nord des Pyrénées, en particulier dans le Sud-Ouest de la France. Aucune de ces deux hypothèses n'a pu réellement être confirmée jusqu'à présent. Cette étude vise à rechercher la présence éventuelle, en hivernage, en France, de populations de pigeons ramiers originaires de régions d'Europe fournissant normalement des migrateurs transpyrénéens <sup>(1)</sup>.

(1) Cette étude est réalisée en collaboration étroite avec le Service Canadien de la Faune Sauvage pour la réalisation des analyses isotopiques et le Groupe d'investigation sur la Faune Sauvage pour la collecte des données dans le Sud-Ouest et le financement des analyses sur cette même région. La Fédération départementale des chasseurs du Nord a également financé les analyses des oiseaux collectés dans son département.

### Méthodes

#### Collecte et analyse des échantillons

Un réseau de 40 stations de récolte a été défini au niveau national selon un plan d'échantillonnage systématique, sur lesquelles devaient être prélevés au moins une trentaine d'échantillons par station (sous forme d'ailes entières). La collecte a été réalisée entre le 10 décembre

et le 2 janvier, alors que toute migration post-nuptiale avait cessé. La période de collecte était volontairement courte afin de limiter les risques de passage d'une vague de froid susceptible de provoquer des déplacements massifs des oiseaux.

Quelques plumes ont été prélevées sur chaque échantillon. Ces plumes doivent obligatoirement avoir été « fabriquées » sur le site de

naissance (pour les juvéniles) ou de reproduction (pour les adultes). Le ratio isotopique deutérium/hydrogène contenu dans ces plumes a ensuite été mesuré à l'aide d'un spectromètre de masse. Les résultats obtenus ont été mis en parallèle avec une carte de référence des variations des proportions d'isotopes stables de deutérium contenues dans les précipitations en Europe (figure 1), et validée précédemment (Hobson *et al.*, 2004). L'analyse des données

a nécessité une correction des mesures pour pouvoir comparer à égalité les valeurs « précipitations » avec les valeurs « plumes » (Bowen *et al.*, 2005).

**Définition de la zone d'étude**

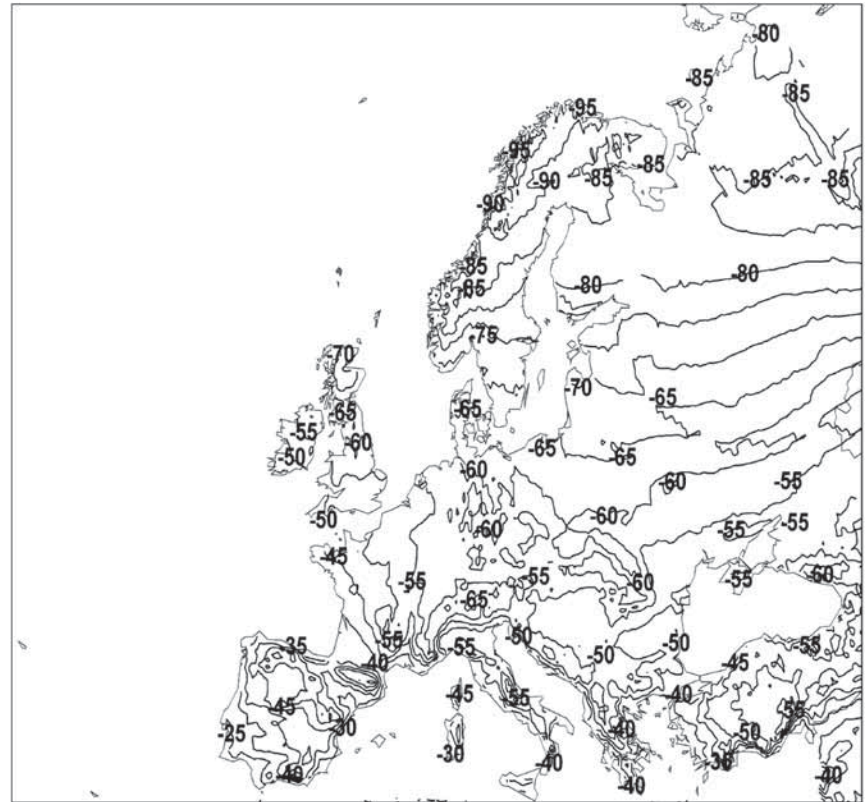
La délimitation de la zone potentielle d'origine des pigeons ramiers venant hiverner en France (figure 2) repose sur plusieurs sources de données : la répartition de l'espèce en période de reproduction et les reprises ou contrôles de bagues effectués en Europe de l'Ouest. Si cette limite est facile à définir pour le nord et le nord-est de l'Europe, elle l'est moins sur la frange est et sud-est où apparaît le clivage avec les populations de ramiers utilisant des voies de migration plus orientales, et où la quantité de reprises disponibles est nettement plus limitée. Sur cette base, la limite sud inclut donc l'extrême nord de l'Italie, l'Autriche et la Slovaquie, mais exclut la Hongrie et passe au nord de l'Ukraine. Nous avons également exclu les secteurs d'altitude supérieure à 1 000 mètres, qui sont relativement peu fréquentés par cette espèce.

**Cartographie de l'origine des pigeons ramiers prélevés en hiver en France**

Plusieurs types d'erreur sont associées à la détermination de l'origine géographique probable des individus : erreur liée à la mesure faite par le spectromètre, variation interindividuelle de la mesure pour une même origine géographique, et enfin erreur liée à la nature même de la carte de référence, puisque la cartographie des variations du ratio isotopique deutérium/hydrogène est obtenue par interpolation à partir d'un jeu d'échantillons de référence (échantillons d'eau de pluie collectés sur l'ensemble de l'Europe). Pour cette raison, l'origine géographique des individus est présentée sous forme probabiliste.

Dans un deuxième temps, l'information isotopique est croisée avec des données spatialisées décrivant les densités de nicheurs et

**Figure 1 : Variations du ratio isotopique hydrogène/deutérium ( $\delta D$ ) en Europe. Les valeurs sont exprimées sous forme de fraction (‰). Source Hobson *et al.*, 2004.**



la présence/absence de l'espèce par unité de surface (Source EBCC ; Hagemeyer & Blair, 1997). Cette approche permet de relativiser le biais lié à l'échantillonnage des individus analysés. En effet, le nombre d'individus collectés par station, et par conséquent le « poids » statistique de chacune d'entre-elles, est inégal et donc susceptible d'affecter plus ou moins le résultat national. On obtient ainsi une seconde carte décrivant la variation géographique des probabilités d'origine, pondérée par l'importance de la population nicheuse dans chaque unité de surface de la zone d'origine potentielle définie au départ. Cette approche repose sur un postulat de départ selon lequel les oiseaux seront prélevés au prorata de leur abondance dans les zones d'origine, excluant de fait de possibles différences dans la dispersion des oiseaux selon les populations considérées.

**Résultats**

1 800 individus ont été collectés (figure 3), en grande partie par les agents de l'ONCFS, mais également des Fédérations départementales de chasseurs ainsi que des particuliers. Au total, 1 465 échantillons ont été analysés pour la France métropolitaine. L'âge-ratio moyen (proportion de juvéniles) mesuré sur l'ensemble du territoire à partir de ces prélèvements est de 33 % ± 15 % (écart type) avec des valeurs extrêmes variant de 0 à 65 % selon les stations d'échantillonnage. Les oiseaux prélevés en hiver en France ont une probabilité maximale d'origine géographique centrée autour d'une valeur de ratio isotopique en deutérium de - 56,4 ‰, suggérant que les plus fortes probabilités d'origine se concentrent sur une région qui s'étend du nord de la France jusqu'au centre de la Pologne. Si l'on

Figure 2 : Zone potentielle d'origine des pigeons ramiers hivernant en France.



pondère ces résultats par l'abondance des populations en période de reproduction, la zone potentielle d'origine se restreint : on a alors 97 % de chance pour que l'origine des pigeons ramiers prélevés en France s'étire sur un secteur allant du nord de la France à l'est de la République tchèque, et incluant le sud de la Suède. En d'autres termes, la probabilité de trouver, parmi les oiseaux prélevés en France, des individus originaires des pays constituant le « noyau dur » des populations de migrateurs transpyrénéens (nord de la Scandinavie, Pays baltes, Finlande et nord-ouest de la Russie) est faible.

Nous nous sommes également attachés à déterminer si l'origine des oiseaux prélevés en France différerait selon la région de prélèvement.

Nous avons alors utilisé une approche plus simple en définissant 3 classes d'origine géographique potentielle. Sur la base de la carte des variations isotopiques du deutérium, on peut considérer que les valeurs supérieures à  $-55\text{‰}$  concernent des individus d'origine locale (France et frange orientale des pays limitrophes) et les valeurs comprises entre  $-55\text{‰}$  et  $-75\text{‰}$  rassemblent des individus extra-nationaux « proches » (jusqu'au sud de la Scandinavie et des Pays baltes). Au delà, se situent les individus extra-nationaux « lointains », comprenant la plupart des pays d'où proviennent les migrateurs transpyrénéens. Sur cette base, on peut définir une première partition des oiseaux échantillonnés selon leur origine (nationale ou extra-nationale) et la décliner par région de prélèvements.

Près de 62 % des oiseaux collectés en France seraient d'origine locale. Cependant, les régions diffèrent de manière significative entre elles quant à la valeur isotopique moyenne obtenue sur les oiseaux prélevés. Autrement dit, l'origine des oiseaux diffère bien selon la région de prélèvements (figure 4). Les signatures qui témoignent, en moyenne, de l'origine la plus lointaine concernent : la Champagne-Ardenne, l'Auvergne, la Picardie et l'Aquitaine. À l'opposé se situent celles où, en moyenne, la signature isotopique reflète une origine proche (intra-nationale) : le Poitou-Charentes, le Midi-Pyrénées, la Bretagne, les Pays-de-la-Loire, le Limousin, le Nord – Pas-de-Calais. Les régions restantes sont en position intermédiaire. Le parallélisme du profil des oiseaux juvéniles et adultes suggère que globalement, il n'y a pas de distribution radicalement différente entre les deux classes d'âges et donc, a priori, pas de différenciation spatiale dans les zones d'hivernage.

Cette approche peut être affinée en décomposant les résultats régionaux par classe de signature isotopique (figure 5). Cette présentation ne modifie pas fondamentalement le classement des régions selon l'origine des oiseaux prélevés. Dans les prélèvements, on constate cependant que la proportion d'oiseaux originaires de la zone « Finlande + nord et centre Scandinavie » ainsi que le nord ouest de la Russie (signature  $< -75\text{‰}$ ) semble très faible, à l'exception des régions Champagne-Ardenne (8 % des adultes, 20 % des jeunes), Aquitaine (11,7 % et 15,4 %, resp.) et Centre (6,7 % et 7,1 % resp.), et dans une moindre mesure Picardie et Auvergne.

### Conclusions préliminaires

Le croisement des données isotopiques avec celles de l'abondance en période de reproduction pose quelques problèmes dans la mesure où, d'une part, les postulats de départ ne sont pas exempts de critiques et, d'autre part, la qualité des données d'abondance est hétérogène selon les pays considérés. Néanmoins,

Figure 3 : Nombre d'ailes collectées par station lors de l'hiver 2005/2006.

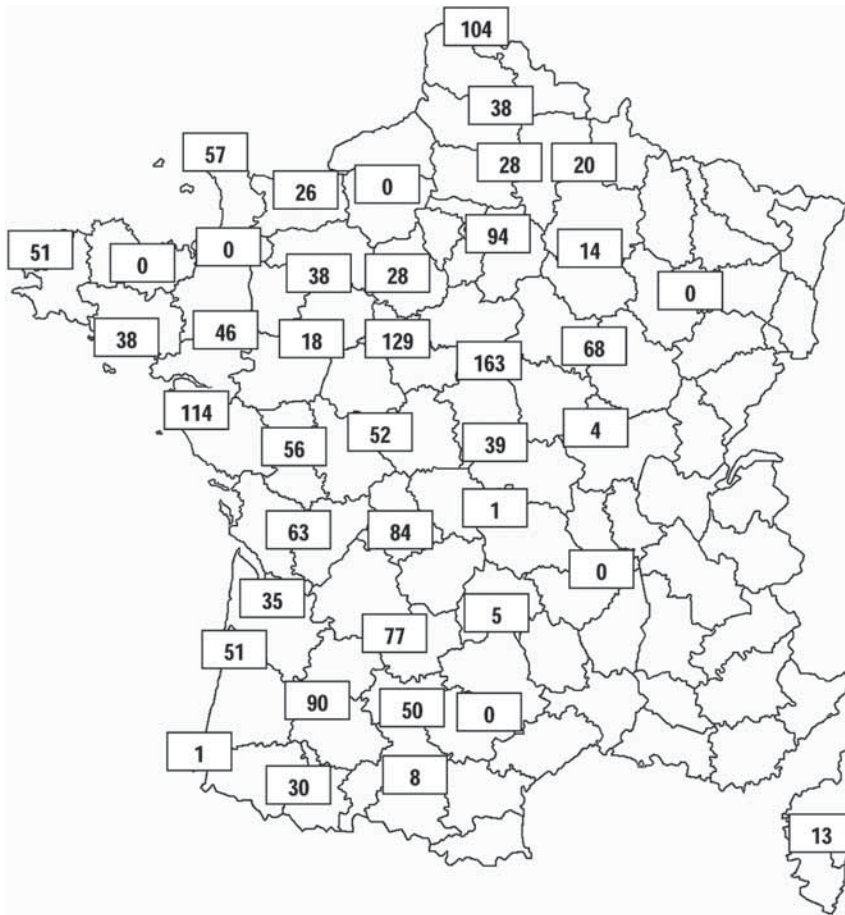
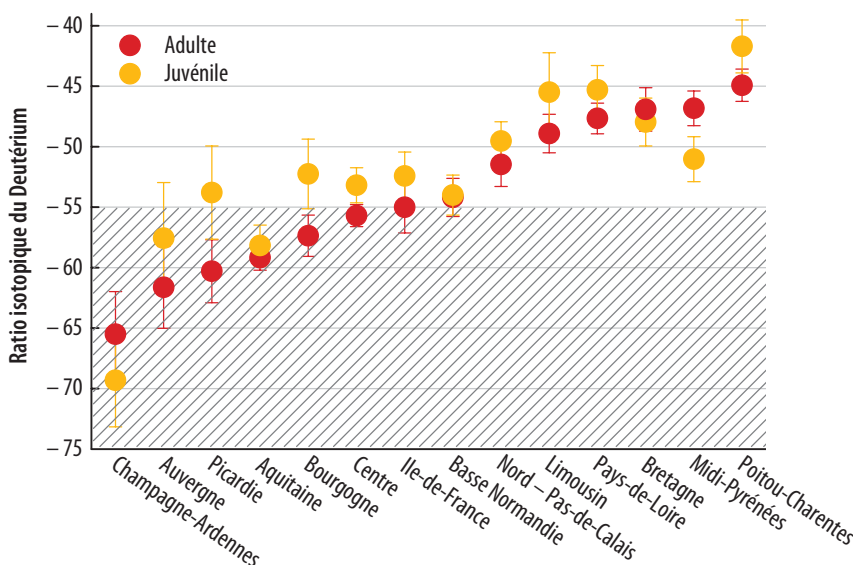


Figure 4 : Valeurs moyennes (± erreur standard) du ratio isotopique par région de prélèvements et par classe d'âge. Les régions sont classées par ordre croissant de la valeur du ratio. La zone hachurée indique le domaine de valeur où l'origine des oiseaux est probablement extra-nationale.

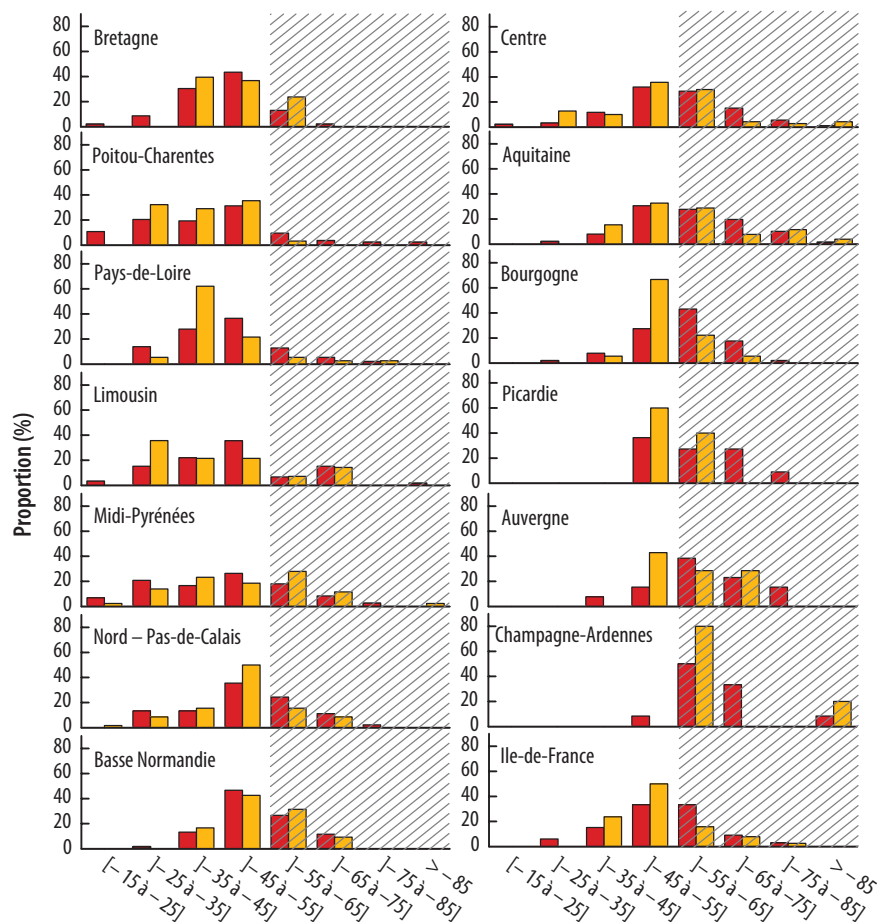


cette étude permet de dresser un premier tableau cohérent de la répartition des différentes populations de pigeons ramiers présents en hivernage en France, sans présager de l'éventuelle « élasticité » de cette répartition entre des hivers contrastés d'un point de vue météorologique. Cette étude suggère que les populations originaires de pays constituant la source des migrateurs transpyrénéens se retrouvent peu ou pas en France en hiver, mais qu'en revanche le poids des « locaux » est plus important qu'on ne le pensait jusqu'alors. Enfin, les résultats suggèrent que ce type d'étude peut être appliqué à d'autres espèces chassées en France, présentant des problématiques proches, comme la bécasse des bois ou les anatidés.

## BIBLIOGRAPHIE

- Beitia R., Bidal D., Gimbert A., L. Daguerre & P. Casteighou (2001) – Bilan des observations de colombidés dans les Pyrénées Atlantiques de 1981 à 1998. Faune Sauvage, cahier technique, 253 : 17-21.
- Bowen G.J., Wassenaar L.I. & K.A. Hobson (2005) – Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. *Oecologia* 143: 337-348.
- Rubenstein D.R. & K.A. Hobson (2004) – From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution* 19(5): 256-263.
- Hagemeyer E.J.M. & M.J. Blair (1997) – The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance. T & AD Poyser, London.
- Hobson K.A., Bowen G.J., Wassenaar L., Ferrand Y. & H. Lormée (2004) – Using stable hydrogen and oxygen isotope measurements of feathers to infer geographical origins of migrating European birds. *Oecologia* 141: 477- 488.
- Lormée H. (2004) – Utilisation des signatures isotopiques comme traceur géographique de

**Figure 5 : Histogramme des valeurs de ratio isotopique par région de prélèvements et par classe d'âge (rouge : adulte ; orange : juvénile). La zone hachurée indique le domaine de valeur où l'origine des oiseaux est probablement extra-nationale.**



l'origine des oiseaux migrateurs. Première validation à l'échelle européenne. Rapport scientifique interne ONCFS/DER : 6-8.

- ONCFS (2000) – Enquête nationale sur les tableaux de chasse à tir. Saison 1998-1999. Faune sauvage, cahiers techniques, 251. 216 p.

- Roux D., Lormée H., Boutin J.M., Landry P. & F. Dej (2007) – Suivi des oiseaux de passage en hiver en France : comptage « Flash » de décembre 2006 et janvier 2007. Réseau national « Oiseaux de passage », rapport interne ONCFS/FNC/FDC, septembre 2007, 52 p.

- Vansteewegen C. & A. Jean (1998) – Tendances récentes des populations de pigeons ramiers (*Columba palumbus*) transpyrénéens. *Aves* 35(2) : 103-108.

- Vansteewegen C. & A. Jean (2000) – Les pigeons ramiers (*Columba palumbus*) migrateurs hivernant en France et en Espagne. Analyse des données de baguage. « Oiseaux migrateurs chassés en mauvais état de conservation et « points chauds » européens. » Colloque du 11-12 décembre 1999 Bayonne, p. 23-44.

## ABSTRACT

### Use of stable hydrogen isotopes to determine the geographic origin of woodpigeons wintering in France

Hervé Lormée

- The origin of migratory game birds is an important element in terms of management. In addition to ringing, new techniques have been developed to answer this question. Stable hydrogen isotope measurements of feathers is one of them which we applied to woodpigeons (*Columba palumbus*) wintering in France. Feather samples were collected in winter 2005/06 according to a systematic sampling design in 40 stations located mainly in the north-west, south-west and centre of France.
- Results are presented in a probabilistic way in so far as many errors can be associated to the estimation of the geographic origin of birds. Moreover, we used spatial data on abundance of breeding numbers to minimize sampling bias. With a probability of 0.97, the geographic origin of woodpigeons wintering in France corresponds to a region comprised between the north of France and the east of the Czech Republic, including the south of Sweden. This means that the probability of finding long migratory woodpigeons (i.e. trans-Pyreanean) in the French hunting bags is low. Our results suggested that 62% of hunted woodpigeons were locally born. However the proportion of birds with a distant origin differed from one region to another. In average, the latter was higher in Champagne-Ardennes, Auvergne, Picardy and Aquitaine than in Poitou-Charentes, South Pyrenees, Brittany, Pays-de-la-Loire, Limousin and Nord – Pas-de-Calais. Only small numbers of woodpigeons coming from Finland, north and centre of Scandinavia, and north-west Russia were found in the French hunting bags.