



# La modélisation démographique : un outil d'aide à la gestion du sanglier ?



© M. Bleibel

**SABRINA SERVANTY<sup>1</sup>,**  
**STÉPHANE BESNARD<sup>2</sup>,**  
**FRÉDÉRIC MICHAU<sup>2</sup>, GUY ROLLET<sup>2</sup>,**  
**FRANÇOIS KLEIN<sup>1</sup>, ÉRIC BAUBET<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ONCFS, CNERA Cervidés-Sanglier,  
Birieux et Bar-le-Duc.

<sup>2</sup>FDC du Doubs (25).

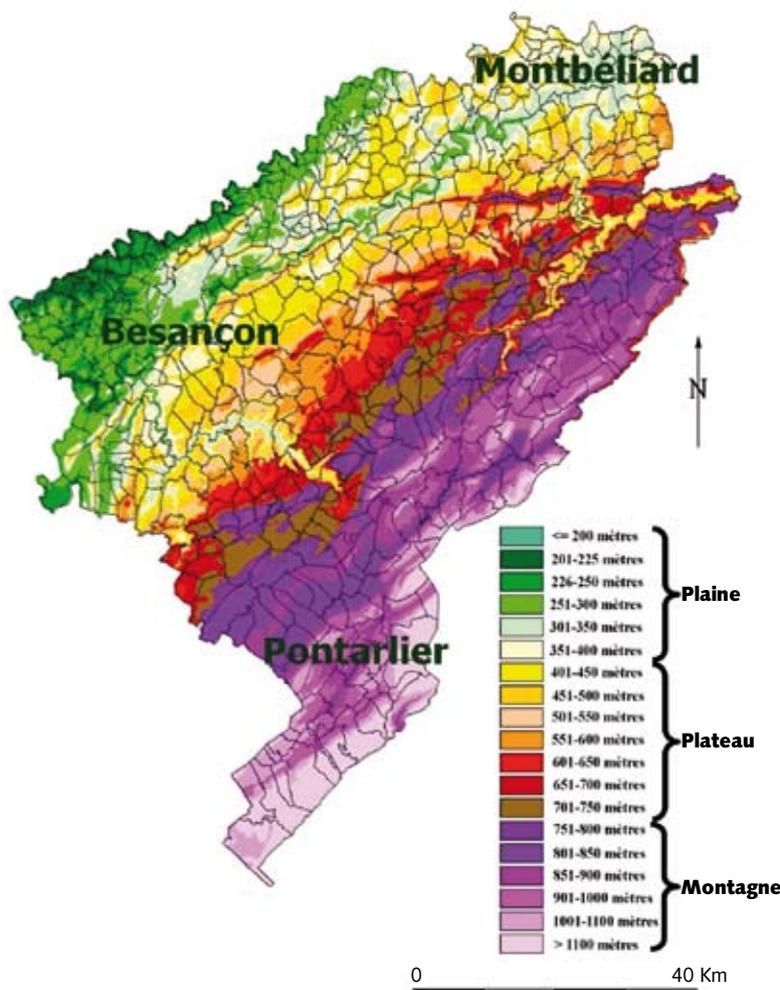
L'accroissement régulier et marqué des tableaux de chasse et du montant annuel de l'indemnisation des dégâts agricoles traduisent bien l'augmentation globale des populations de sangliers en France (Réseau « Ongulés sauvages » ONCFS/FNC/FDC). Toutefois, les gestionnaires ne disposent pas souvent d'estimations fiables des paramètres démographiques pour simuler différents scénarios de gestion. Il leur est donc difficile de définir les règles de prélèvements à opérer selon les objectifs qu'ils se sont fixés : augmentation, stabilisation ou diminution de la population.

*Une étude de la population de sangliers du site expérimental de Châteauvillain – Arc-en-Barrois (52), basée sur la modélisation de sa démographie, a été mise en œuvre en 2005. Appliqué à cette population en particulier, le modèle s'est avéré être un outil prometteur pour sa gestion. L'idée sous-jacente est d'essayer d'identifier et de comprendre les facteurs à l'origine des variations d'effectifs observées sur le terrain. Par ailleurs, ce type d'approche permet aussi de suggérer des mesures de prélèvements quantitatives et qualitatives au sein de la population pour atteindre l'objectif de gestion souhaité. Il reste maintenant à tester son intérêt dans des conditions plus représentatives de la réalité dans notre pays, à savoir sur des territoires où la connaissance de la dynamique des populations est moins détaillée. Cet article relate ainsi la première application de ce modèle dans des conditions plus classiques de gestion, à l'échelle d'un département, le Doubs.*

Une approche basée sur la modélisation démographique (**encadré 1**) semble prometteuse à cet égard. La vraisemblance du modèle que nous avons mis au point a été confirmée à partir des données de la population de sangliers de Châteauvillain – Arc-en-Barrois.

La mise en œuvre de cette méthode suppose, dans un premier temps, d'ajuster au mieux les valeurs des paramètres du modèle à partir des données disponibles ou par défaut, « à dire d'expert », pour la population étudiée (unité de gestion, massif forestier, pays cynégétique...). Cet objectif est atteint lorsque le taux de croissance obtenu avec le modèle, et la distribution en classes de poids résultant de son application, sont similaires à ce qui est observé dans le tableau de chasse réalisé.

Dans un deuxième temps, différents scénarios de gestion sont élaborés. Souvent, l'objectif est de proposer une orientation des prélèvements qui devrait permettre de stabiliser les variations des effectifs. La réflexion se focalise sur les femelles, puisqu'elles représentent le potentiel reproducteur de la population. Elle consiste à déterminer comment il faudrait modifier la pression de chasse exercée sur une classe de poids donnée en supposant qu'elle ne soit pas modifiée sur les autres classes de poids (voir Brooks & Lebreton (2001) et Servanty *et al.* (2008) pour un autre exemple).



### Application dans le Doubs

Trois types de milieu contrastés sont observés dans le département du Doubs (**figure 1**) :

- la plaine, correspondant aux altitudes inférieures à 400 m ;
- les plateaux, correspondant aux altitudes situées entre 401 et 750 m ;
- le milieu montagnard, correspondant aux altitudes supérieures à 750 m.

Chaque unité de gestion départementale a été classifiée selon le milieu le plus représenté en son sein. On note que les tendances des variations d'effectifs observées à l'échelle départementale (**figure 2**) restent valables à cette échelle locale, et que les phases d'augmentation et de diminution sont encore bien distinctes (**figure 3**).

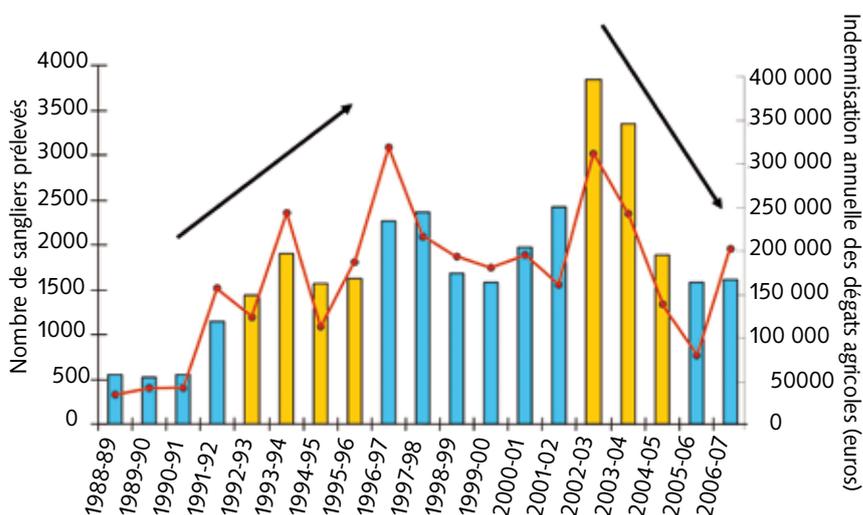
### Le modèle a été appliqué sur deux périodes contrastées...

Depuis la saison de chasse 1992-1993, chaque sanglier prélevé est pesé (poids plein) et sexé dans toutes les unités de gestion du département.

Les variations temporelles du tableau de chasse sanglier à l'échelle du département,

**Figure 2** Variations inter-annuelles des tableaux de chasse sanglier réalisés dans le Doubs entre 1988 et 2007 (histogramme) et de l'indemnisation des dégâts agricoles dans le département (courbe rouge).

Deux périodes bien distinctes ressortent : une phase d'augmentation et une phase de diminution à la fois du nombre d'individus prélevés à la chasse et du montant alloué pour l'indemnisation des dégâts agricoles (flèches noires).





Avec ce modèle de gestion, les règles de prélèvement concernent les femelles qui représentent le potentiel reproducteur de la population.

© C. Meyer

associées à celles de l'indemnisation des dégâts agricoles, suggèrent que les populations ont d'abord augmenté pour diminuer ensuite (*figure 2*). Depuis le début de ce suivi, différentes règles de prélèvement, aussi bien qualitatives que quantitatives, ont été mises en œuvre.

La présente analyse porte donc sur deux périodes distinctes.

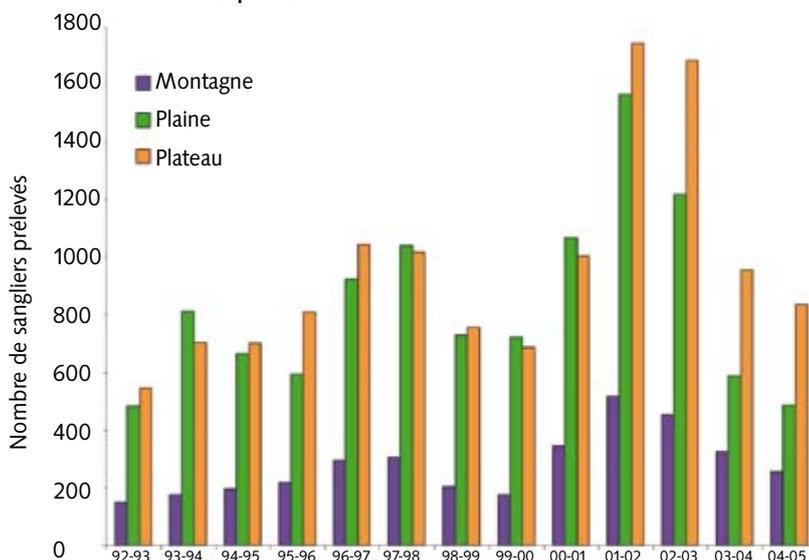
- La première s'étale sur quatre saisons de chasse, de 1992-1993 à 1995-1996. Les modalités de gestion sont restées sensiblement constantes, avec une distinction entre les sangliers de plus de 50 kg et ceux de moins de 50 kg. Pour les trois premières saisons cynégétiques, les plus lourds étaient soumis à un plan de chasse, contrairement aux individus de

moins de 50 kg. Pour la dernière saison, les deux catégories étaient soumises à quotas de tirs. Ces quatre saisons font partie de la période d'augmentation évoquée ci-dessus.

- La seconde s'étale sur trois saisons, de 2002-2003 à 2004-2005. Le plan de chasse qualitatif prévoyait deux catégories d'individus, selon qu'ils pesaient plus ou moins que 60 kg. Ces trois saisons appartiennent à la période de diminution évoquée ci-dessus.

**Figure 3** Variations inter-annuelles des tableaux de chasse sanglier réalisés dans le Doubs depuis la saison de chasse 1992-1993 et selon le milieu considéré.

Les deux périodes – augmentation (1992-1993 à 1995-1996) et diminution (2002-2003 à 2004-2005) – se retrouvent quel que soit le milieu considéré. On remarque que les prélèvements effectués en montagne sont beaucoup plus faibles que dans les deux autres milieux : 277 sangliers prélevés en moyenne contre 838 en plaine et 960 en milieu de plateau.



### ... et ajusté à partir d'informations d'origines différentes

- Les limites de classes pondérales ont été ajustées aux règles de tir adoptées dans le département du Doubs au cours de chacune des périodes retenues.

- Durant trois années (de 2000 à 2003), le cristallin de 1 287 sangliers a été prélevé et pesé en vue d'une détermination de leur âge par les techniciens de la FDC. Sur cette base, le taux de croissance pondérale des sangliers de moins d'un an a été déterminé ; ainsi, au cours de leur première année de vie, les jeunes prennent en moyenne 3,71 kg par mois. Mais ces résultats ne tiennent pas compte de l'échelle spatiale. Les transitions d'une classe de poids à l'autre ont donc été ajustées selon le milieu, en considérant que la croissance pondérale allait en augmentant du milieu montagnard vers la plaine.

- Depuis la saison de chasse 2005-2006, l'examen du tractus génital des femelles permet de caractériser la participation à la reproduction de chaque classe de poids. De plus, la taille de portée, en relation avec le poids de la femelle, a été estimée par le dénombrement des fœtus de 97 laies distribuées sur tout le département. Comme dans le cas précédent, ces caractéristiques ont été ajustées pour tenir compte des différences par type de milieu.

- Les estimations de la survie naturelle réalisées sur la population de Châteauvillain – Arc-en-Barrois (Toïgo *et al.*, 2008) ont été reprises pour cette modélisation.

### Résultats obtenus

La méthodologie de travail est la même quel que soit le milieu considéré (plaine, plateau, montagne) et les résultats apparaissent similaires. De ce fait, nous avons choisi d'illustrer la modélisation pour le milieu de type plateau.

#### Première période : population en augmentation et règle de tir à 50 kg

##### Ajustement et choix du modèle afin d'obtenir ce qui a été observé au tableau de chasse

- Fixation des classes de poids : afin d'utiliser le modèle, il faut déterminer les trois classes de poids à considérer. Pour les femelles, la classe inférieure retenue correspond aux jeunes non reproductrices. Dans le cas présent, le poids seuil déterminé par l'examen des femelles est estimé à 38 kg. La classe de poids intermédiaire est déterminée selon la règle de tir appliquée, soit 50 kg pour cette période. Les individus de plus de 50 kg appartiennent à la classe supérieure. Les



Le test du modèle de gestion du sanglier dans le Doubs montre qu'il est suffisamment flexible pour être appliqué dans différents types de milieux et à différentes échelles spatiales.

© P. Massit/ONCFS

mêmes classes de poids ont été considérées pour les mâles, puisque la règle de tir s'applique quel que soit le sexe des individus. La distribution des prélèvements des sangliers de chaque sexe est donnée dans le **tableau 1**, depuis la catégorie d'individus la plus prélevée à celle la moins prélevée.

- Quantification de l'augmentation de la population : mathématiquement, l'accroissement du tableau de chasse correspond à la pente de la relation entre le nombre de sangliers prélevés et le temps. Il est estimé à 1,13, ce qui signifie que la population augmente en moyenne de 13 % par an.

- Ajustement des données de reproduction : la participation des femelles à la reproduction varie avec le poids et le

milieu. Pour une même classe de poids, la proportion de femelles entrant en reproduction dans le milieu de plaine va être légèrement supérieure à celle du milieu de plateau, elle-même supérieure à celle du milieu montagnard. La taille moyenne des portées des femelles de plus de 50 kg est supérieure à celle des portées des femelles pesant entre 38 et 50 kg ( $6,02 \pm 2,04$  embryons contre  $4,96 \pm 2,07$  embryons). Elle n'est pas différente selon le milieu.

#### Un modèle pertinent

Parmi les différents modèles testés, le modèle retenu permet bien d'obtenir un taux de multiplication proche de celui observé (1,11 contre 1,13) et une distribution des classes de poids identique à celle du

**Tableau 1** Distribution des classes de poids dans le tableau de chasse de 1992-1993 à 1995-1996 en milieu de plateau (ligne du haut) et distribution prévue par le modèle (ligne du bas).

En bleu : mâles ; en rose : femelles. Les bornes de chaque classe de poids considérée sont indiquées à l'intérieur de chaque silhouette (en kg). Les pourcentages de la deuxième ligne correspondent aux pressions de chasse appliquées à chaque catégorie, prédites par le meilleur modèle ; par exemple, 50 % des mâles de plus de 50 kg vont être prélevés à la chasse.

	+		-			
Observée au tableau de chasse						
Prévue par le modèle	 50 %	 43 %	 35 %	 23 %	 23 %	 20 %

Encadré 1

### Qu'est-ce qu'un modèle démographique ?

Un modèle démographique est une représentation mathématique du fonctionnement d'une population au cours du temps. C'est aussi un outil qui permet de prédire, avec des simulations, les variations de l'effectif de la population au cours du temps. Compte tenu de la diversité des situations rencontrées et des facteurs qui interviennent dans la

dynamique d'une espèce, un modèle est toujours simplifié par rapport à la réalité. Il n'en constitue pas moins une aide très précieuse pour les études et la gestion d'une population.

On peut représenter schématiquement la dynamique d'une population de la façon suivante :



La construction d'un modèle vise à décrire le fonctionnement d'une « boîte noire » qui permet de passer d'une année N à celle N+1. Il s'agit de décrire, sur la base du cycle de vie annuel de l'espèce considérée, les différentes étapes de la vie des individus. Ce découpage peut se faire de manière plus ou moins détaillée, en prenant en compte différentes catégories d'individus selon le sexe, l'âge, certaines classes de poids, etc. Cette étape permet d'établir la structure du modèle. Ensuite, pour chacune des catégories définies, il faut établir les différents paramètres démographiques qui contribuent au fonctionnement du modèle : proportion de reproducteurs, fécondité (nombre de jeunes par femelle), survie annuelle, etc.

Une première modélisation de la dynamique de la population de sangliers de Châteauvillain – Arc-en-Barrois a été réalisée et présentée lors du colloque Sanglier à Reims en 2007 (Servanty *et al.*, 2008).

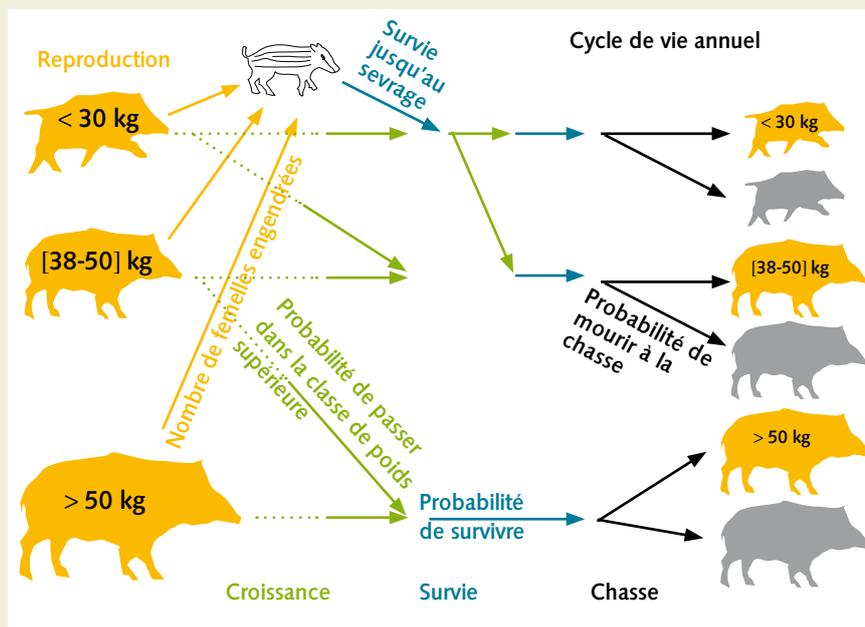
**Structure du modèle :** le cycle annuel a été structuré en classes de poids. Cette catégorisation a été privilégiée à l'utilisation de classes d'âge, afin de répondre à la demande des gestionnaires qui collectent plus aisément la masse des individus prélevés que leur âge.

Le choix a été fait de faire apparaître explicitement les animaux prélevés à la chasse dans la structure du modèle,

ce qui permet de réaliser son ajustement avec les données issues de l'analyse du tableau de chasse : distribution du poids des mâles et des femelles, coefficient multiplicateur inter-annuel du nombre d'animaux tués.

**Paramètres démographiques :** ils sont établis, dans la mesure du possible, à partir de la population étudiée (croissance pondérale, survie des animaux, reproduction) ; quand ils manquent, ils sont issus de la littérature ou estimés à dire d'expert.

Pour les laies, Servanty *et al.* (2008) ont retenu trois classes : celles de moins de 30 kg vidées qui localement ne se reproduisent pratiquement jamais, celles de plus de 50 kg et les intermédiaires. La limite de 50 kg est très souvent retenue dans les directives de gestion cynégétique et c'était le cas à Châteauvillain – Arc-en-Barrois. Par ailleurs, elle distingue approximativement les femelles sub-adultes des adultes. Notons que la mise en œuvre de ce modèle nécessite de connaître la probabilité qu'un individu change de classe de poids au cours de l'année. Cette probabilité de transition est établie à partir des connaissances sur la croissance pondérale des animaux dans la zone d'étude. La composante « mâle » est aussi intégrée dans le fonctionnement global du modèle.



Représentation schématisée du cycle de vie annuel des laies. Chaque flèche de couleur représente un paramètre démographique, estimé ou calculé. Dans la colonne de droite, l'orange et le gris indiquent respectivement les animaux vivants et tués à la chasse (d'après Servanty *et al.*, 2008).

**Tableau 2** Proportion de femelles à prélever dans chaque catégorie de poids au cours de la première période considérée pour obtenir une stabilisation de l'accroissement de la population.

En rouge dans le tableau, classe de poids sur laquelle on fait varier la pression de chasse ; en rouge à droite, variation nette de la pression de chasse à opérer sur la classe de poids considérée pour obtenir une stabilisation de la population (ici, augmentation).

			
35 %	23 %	57,7 %	→ 14,7 %
35 %	42,6 %	43 %	→ 19,6 %
68,7 %	23 %	43 %	→ 33,7 %

tableau de chasse (**tableau 1**). Les pressions de chasse prédites à partir de ce modèle sont respectivement pour les mâles et les femelles :

- sanglier pesant plus de 50 kg : 50 % et 43 % ;
- sanglier pesant entre 38 et 50 kg : 20 % et 23 %
- sanglier de moins de 38 kg : 23 % et 35 %.

**Comment aurait-il fallu modifier les prélèvements pour réussir à stabiliser la population ?**

On examine séparément chacun des cas (**tableau 2**) :

- en maintenant la pression de chasse sur les femelles de moins de 38 kg et sur celles de la classe de poids intermédiaire (respectivement 35 % et 23 %), il faudrait augmenter l'effort de prélèvement sur les femelles de plus de 50 kg de 14,7 %, c'est-à-dire exercer une pression de chasse de 57,7 % ;
- en maintenant la pression de chasse sur les petites femelles et celles de plus de

50 kg (respectivement 35 % et 43 %), il faudrait alors augmenter le prélèvement sur les femelles de poids intermédiaire de 19,6 % pour stabiliser la population ;

- enfin, si l'effort veut être porté sur les femelles de moins de 38 kg tout en maintenant la pression de chasse sur les femelles intermédiaires et celles de plus de 50 kg (respectivement 20 % et 43 %), il faudrait augmenter de 33,7 % la pression sur les petites femelles pour réussir à stabiliser l'évolution démographique de la population.

**Deuxième période : population en diminution et règle de tir à 60 kg**

**Ajustement et choix du modèle afin d'obtenir ce qui a été observé au tableau de chasse**

- Fixation des classes de poids : la classe de poids inférieure reste inchangée. Par contre, la borne de poids supérieure est cette fois-ci placée à 60 kg. Les différentes proportions d'individus prélevés dans chaque classe de poids et pour

chaque sexe sont ensuite classées dans l'ordre décroissant (**tableau 3**).

- Quantification de l'augmentation de la population : elle est estimée à 0,74, ce qui signifie que la population diminue de 26 % par an.

- Ajustement des données de reproduction : les tailles de portées moyennes des femelles de plus de 60 kg sont bien évidemment supérieures à celles des femelles dont la masse est comprise entre 38 et 60 kg (6,35 ± 2,07 vs 4,97 ± 1,98).

**Un modèle pertinent**

Parmi les différents modèles testés, le modèle retenu nous permet bien d'obtenir un taux de multiplication proche de celui observé (0,74 contre 0,74) et une distribution des classes de poids identique à celle du tableau de chasse (**tableau 3**). Les pressions de chasse prédites à partir de ce modèle sont respectivement pour les mâles et les femelles :

- sanglier pesant plus de 60 kg : 70 % et 45 % ;
- sanglier pesant entre 38 et 60 kg : 52 % et 60 % ;
- sanglier pesant moins de 38 kg : 60 % et 70 %.

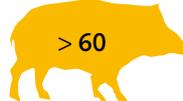
**Comment aurait-il fallu modifier les prélèvements pour réussir à stabiliser la population ?**

De la même façon, on examine séparément chacun des cas, en ne considérant que le compartiment des femelles (**tableau 4**) :

- en maintenant la pression de chasse pour les femelles de moins de 38 kg et celles pesant entre 38 et 60 kg (respectivement 70 % et 60 %), il faudrait diminuer l'effort de prélèvement sur les femelles de plus de 60 kg de 34,9 %, c'est-à-dire exercer une pression de chasse de 10,1 % ;
- en maintenant la pression de chasse sur les petites femelles et sur celles de plus

**Tableau 3** Distribution observée dans le tableau de chasse pour chaque classe de poids pour la période 2002-2003 à 2004-2005 en milieu de plateau (ligne du haut) et distribution prévue par le modèle (ligne du bas).

Le code couleur est le même que pour le tableau 1. Les pourcentages indiqués dans la deuxième ligne correspondent aux pressions de chasse appliquées à chaque catégorie, prédites par le meilleur modèle.

	+						-
Observée au tableau de chasse	 < 38	 < 38	 [38-60]	 > 60	 [38-60]	 > 60	
Prévue par le modèle	 < 38 60 %	 < 38 70 %	 [38-60] 60 %	 > 60 70 %	 [38-60] 52 %	 > 60 45 %	

**Tableau 4** Proportion de femelles à prélever dans chaque catégorie de poids au cours de la deuxième période considérée pour obtenir une stabilisation de l'accroissement de la population.

En rouge dans le tableau, classe de poids sur laquelle on fait varier la pression de chasse ; en rouge à droite, variation nette de la pression de chasse à opérer sur la classe de poids considérée pour obtenir une stabilisation de la population (ici, diminution).

			
70 %	60 %	10,1 %	→ - 34,9 %
70 %	12,7 %	45 %	→ - 47,3 %
1 %	60 %	45 %	→ - 69 %

de 60 kg (respectivement 70 % et 45 %), il faudrait diminuer le prélèvement sur les femelles de poids intermédiaire de 47,3 % ;  
- enfin, en maintenant la pression de chasse sur les femelles de poids intermédiaire et sur celles de plus de 60 kg (respectivement 60 % et 45 %), il faudrait diminuer de 69 % le prélèvement sur les femelles de moins de 38 kg. Ce scénario, qui conduit à un prélèvement quasi nul en petites femelles, est fortement improbable.

### De l'importance de considérer les aspects qualitatifs autant que quantitatifs

- Les deux périodes considérées diffèrent non seulement par la règle de tir appliquée, mais également par le nombre total d'individus prélevés. En effet, les tableaux de chasse ont augmenté entre les deux périodes, avec par exemple pour le milieu de plaine un tableau annuel moyen de  $638 \pm 138$  individus pour la première période contre  $1\ 124 \pm 496$  individus pour la deuxième. Par ailleurs, l'accroissement des prélèvements s'est surtout manifesté par une augmentation du tir des sangliers appartenant aux classes de poids intermédiaire et supérieure, comme le montre la modélisation.

- Lors de l'élaboration des différents scénarios de gestion pour la deuxième période, il est mis en évidence qu'il faudrait relâcher totalement la pression de chasse sur les femelles de moins de 38 kg pour réussir à stabiliser la population. Ce résultat souligne que la gestion d'une population de sangliers basée exclusivement sur les femelles non reproductives n'est pas réaliste. Ceci est davantage mis en exergue encore avec le milieu de montagne, non présenté ici. Dans ce cas, la pression de chasse exercée sur les femelles de moins de 38 kg est estimée à 77 %, et



Il ressort de l'étude que l'ajustement du tableau de chasse doit être autant qualitatif que quantitatif pour tendre vers l'objectif de gestion fixé. En d'autres termes, exercer une modulation des prélèvements sur un seul type de femelles (selon leurs capacités de reproduction et donc leur poids) n'est pas efficace.

© C. Meyer

elle devrait être diminuée de 80,7 % pour réussir à stabiliser la population si les femelles de catégorie moyenne et supérieure continuaient d'être chassées dans les mêmes proportions qu'auparavant. Autrement dit, dans ce cas, même si aucune laie de moins de 38 kg n'était chassée, la population poursuivrait sa décroissance. Il est donc nécessaire de modifier aussi les pressions de chasse exercées sur les autres catégories de femelles pour réussir à stabiliser la population.

### Conclusions

L'application du modèle de gestion a permis de mieux appréhender les conséquences démographiques des règles de tirs appliquées historiquement dans le département. La phase de diminution observée au tableau de chasse est expliquée, d'une part, par l'augmentation des pressions de chasse qui étaient exercées sur les femelles des classes de poids supérieures et, d'autre part, par l'augmentation du nombre d'individus prélevés.

Il a été mis en évidence, pour la période où la population était décroissante, que relâcher uniquement la pression de chasse exercée sur les petites femelles n'était pas suffisant pour réussir à stabiliser la population, quand bien même aucune femelle non reproductive ne serait chassée (ce qui est, par ailleurs, impossible à mettre en application). Si, au contraire, la population est en accroissement, ne chasser que des femelles non reproductives – et donc ne pas prélever de femelles reproductives – ne suffirait pas pour stabiliser l'accroissement de la population. Cette étude souligne donc qu'il est nécessaire d'ajuster un tableau de chasse aussi bien qualitativement que quantitativement. Parler en proportion d'individus prélevés n'a de sens que si ces proportions sont en adéquation avec les effectifs présents sur le terrain.

De manière plus globale, cette étude confirme que le modèle de gestion présenté au cours du colloque ONCFS est suffisamment flexible pour être ajusté à différentes échelles spatiales. Néanmoins, pour pouvoir le mettre en application, il faut que la même règle de tir ait été appliquée au minimum pendant trois ou quatre ans, afin de pouvoir observer la réponse de la population (notamment le taux de multiplication).

Enfin, avant de pouvoir utiliser ce modèle en tant que modèle prédictif, à savoir quelle pression de chasse exercer sur une population à un temps « t » pour obtenir une population stable, il est nécessaire de le tester en « grandeur nature ». Il faudrait pour cela pouvoir collaborer avec un territoire et/ou des gestionnaires pour que les pressions de chasse prédites par le même modèle, mais appliquées à leur territoire, soient mises en pratique pendant trois ou quatre ans, afin de confirmer si la population répond démographiquement de la manière prédite par le modèle. ■