

Elimination de la rage en Belgique par la vaccination du renard roux (*Vulpes vulpes*).

BROCHIER B.*****, DECHAMPS P.** , COSTY F.* , HALLET L.** , LEURIS J.*** ,
VILLERS M.***, PEHARPRE D.* , MOSSELMANS F.* , BEIER R.* , LECOMTE L.** ,
MULLIER P.** , ROLAND H.** , BAUDUIN B.*** , KERVYN T.*** , RENDERS C.**** ,
ESCUTENAIRE S.*****, PASTORET P.-P.****

* Service de la Rage

Institut Pasteur de Bruxelles
Ministère des Affaires sociales, de la Santé publique et de l'Environnement
642, rue Engeland
B-1180 Bruxelles – Belgique

** Inspection Générale des Services Vétérinaires

Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture
Boulevard Simon Bolivar, 30
B-1000 Bruxelles – Belgique

*** Direction de la Chasse et de la Pêche

Division de la Nature et des Forêts, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement,
Ministère Régional Wallon de l'Agriculture et de la Ruralité
Avenue Prince de Liège, 7
B-5100 Jambes – Belgique

**** Service d'Immunologie - Vaccinologie

Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège
B43b Sart Tilman
B- 4000 Liège – Belgique

Correspondance:

Dr. Vét. B. Brochier
Service de la rage – Centre National de Référence – Institut Pasteur de Bruxelles
Rue Engeland 642 – B1180 Bruxelles
Tél 322/373.32.56 – Fax 322/373.32.86 – Email: bbrochier@pasteur.be

RESUME : En Belgique, le programme d'élimination de la rage par la vaccination orale du renard roux (*Vulpes vulpes*) a débuté en 1989.

De 1989 à 1991, l'ensemble du territoire infecté (10000 km²) fut traité à cinq reprises. Lors des deux premières campagnes de vaccination, deux types de vaccins ont été utilisés: la souche atténuée du virus rabique SAD B19 et le virus recombinant vaccine-rage (V-RG). A partir de l'automne 1990, le V-RG a été utilisé exclusivement. Ces cinq opérations ont provoqué une importante diminution de l'incidence de la rage et ont permis l'élimination de la maladie dans 80% du territoire initialement infecté. En 1992, un foyer transfrontalier persistait dans le sud du pays. C'est pourquoi, de 1992 à 1994, des campagnes ont été réalisées sur un territoire plus restreint, le long des frontières politiques. En 1993, l'absence de cas vulpin de rage laissait suggérer que l'ensemble du territoire infecté avait été rendu indemne. Toutefois, en 1994, la détection d'un renard enragé révélait la présence d'un foyer résiduel à proximité de la frontière française. Malgré la réalisation de nouvelles campagnes de vaccination dans cette région, ce foyer a pu se propager vers le nord et réinfecter, en 1995, un territoire d'environ 3000 km². C'est pourquoi, à partir de 1996, la stratégie de vaccination a été modifiée et adaptée à cette situation épidémiologique nouvelle qu'était la réinfection d'un territoire préalablement rendu indemne et ce, en présence d'une densité accrue de la population vulpine. Grâce à cette nouvelle stratégie de vaccination ainsi qu'à une meilleure coopération internationale, le foyer de réinfection a pu être maîtrisé. Les deux derniers cas rapportés en Belgique furent un renard et une bête bovine détectés respectivement le 3 avril 1998 et le 17 juillet 1999 dans la commune de Bastogne, limitrophe du Grand-Duché de Luxembourg. En accord avec les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé et les directives de l'Office International des Epizooties, la Belgique, conjointement avec le Grand-Duché de Luxembourg, a introduit une demande pour être déclarée officiellement indemne de rage dès juillet 2001.

INTRODUCTION

Rappel du fondement épidémiologique de la vaccination antirabique du renard

La persistance et la propagation du virus rabique dans une population animale est déterminée par la probabilité de sa transmission directe d'un animal à l'autre. L'efficacité de cette transmission peut être diminuée, en réduisant le nombre d'animaux réceptifs à la maladie. Ainsi l'éradication de la rage vulpine peut être obtenue en vaccinant une certaine fraction p des renards d'une population (Anderson *et al.*, 1981). Cette fraction p dépend de la densité de population de l'espèce ciblée et peut être estimée par la relation suivante: $p > 1 - KT/K$, où KT est la densité de population des renards nécessaire pour assurer la persistance de la maladie au sein de la population et où K est la densité réelle de la population en l'absence de rage. La valeur approximative de KT est estimée à 0,4 renard par km²; celle de K est très variable puisqu'elle dépend de la capacité d'accueil du milieu. Si K a une valeur de 2 renards par km², par exemple, la fraction p de la population à vacciner pour enrayer la chaîne d'infection s'élève à 80%. Si la couverture vaccinale obtenue est inférieure à ce seuil, on assistera probablement à une diminution de l'incidence de la maladie mais pas à son élimination. A l'inverse, si ce seuil est atteint, le virus sera éliminé de la population, ce qui autorisera l'arrêt de la vaccination.

Essais préliminaires de vaccination sur le terrain en Belgique

Une réunion tenue en novembre 1985 à la Commission des Communautés Européennes a permis de mettre sur pied un premier projet européen de vaccination antirabique du renard. Le Fo.Re.Ra. (A.S.B.L. Fonds pour la Recherche contre la Rage) a coordonné ce projet et a établi, selon les directives formulées par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.), un protocole expérimental en étroite collaboration avec les Autorités compétentes du Grand-Duché de Luxembourg, de France et d'Allemagne de l'Ouest (Pastoret *et al.*, 1987). Dans ce projet, l'accent était surtout mis sur la nécessité de débiter les vaccinations le long des

frontières politiques et de former une barrière immune autour du Grand-Duché de Luxembourg qui, pour sa part, vaccinait l'ensemble de son territoire. Ainsi, la Belgique mena trois campagnes de vaccination sur un territoire qui jouxte le Grand-Duché (Brochier *et al.*, 1988) (figure 1a). Cette barrière immune, profonde de 15 à 25 km, représentait une superficie de 2100 km². En septembre 1986 ainsi qu'en juin et septembre 1987, 77600 appâts contenant la souche atténuée SAD B19 du virus rabique (Schneider et Cox, 1983) ont été distribués manuellement.

Suite à une demande des autorités allemandes envisageant une première campagne dans le Land limitrophe à la Belgique, les Services de l'Inspection vétérinaire ont décidé d'étendre la zone de vaccination vers le Nord. Un territoire d'une superficie de 750 km² a ainsi été greffé au premier de façon à prolonger la barrière immune le long de la frontière belgo-allemande (figure 1a).

Entretemps, des essais étaient menés en station expérimentale en vue d'évaluer l'innocuité, l'efficacité et la stabilité d'un nouveau vaccin issu des techniques de l'ingénierie génétique. Il s'agissait d'un virus recombinant de la vaccine exprimant la glycoprotéine du virus rabique (V-RG) (Kiény *et al.*, 1984; Blancou *et al.*, 1986).

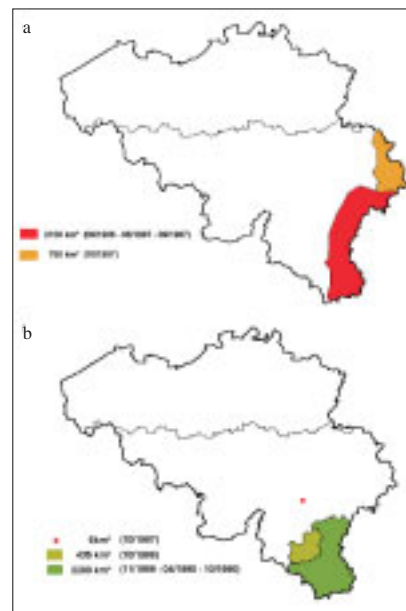


Figure 1:
a: zones d'essais de vaccination sur le terrain à l'aide du vaccin SAD B19 en provinces de Luxembourg et de Liège (1986-1987).

b: zones d'essais de vaccination sur le terrain à l'aide du vaccin V-RG en province de Luxembourg (1987-1990).

Les résultats obtenus au cours de cette étape expérimentale en milieu fermé (revue: Pastoret *et al.*, 1992) révélèrent que le V-RG était un excellent candidat pour le remplacement des souches atténuées du virus rabique qui présentent des inconvénients majeurs d'utilisation. Toutefois, des essais sur le terrain à l'aide du V-RG étaient encore nécessaires pour confirmer son innocuité et son efficacité dans les conditions naturelles.

Ainsi, un premier essai à petite échelle fut mené en 1987 dans le camp militaire de Marche-en-Famenne, une enceinte interdite au public (Pastoret *et al.*, 1988); la superficie vaccinée était de 600 ha (figure 1b).

Cet essai a été réalisé après avoir obtenu l'autorisation du Conseil Supérieur d'Hygiène de Belgique et celle des autorités militaires compétentes. Il a été poursuivi en suivant les recommandations formulées par l'O.M.S. pour ce qui concerne les essais de vaccination antirabique des animaux sauvages à l'aide de souches virales atténuées.

Le 24 octobre 1987, 250 appâts vaccinaux ont été distribués manuellement à raison de 40 à 50 appâts par km².

Le V-RG était contenu dans une capsule hermétiquement close constituée d'un assemblage d'aluminium et de plastic. L'appât était constitué d'une tête de poulet contenant 150 mg de tétracycline.

Ce premier essai confirma l'innocuité du V-RG. Toutefois, un deuxième essai de vaccination à plus grande échelle était nécessaire pour identifier les différentes espèces non-cibles et réévaluer l'innocuité du V-RG, contenu cette fois dans un appât de type industriel.

Au cours de ce deuxième essai, mené du 24 octobre au 10 novembre 1988 sur un territoire de 435 km² situé dans la province de Luxembourg (figure 1b), 6000 appâts ont été distribués manuellement par 26 agents techniques de l'Administration des Eaux et Forêts (Brochier *et al.*, 1990a).

Les deux essais précités furent préliminaires à une réelle campagne expérimentale de vaccination menée à grande échelle. L'évaluation de l'efficacité du procédé, c'est-à-dire son effet sur l'incidence de la rage animale, n'est en effet réalisable que lorsque les opérations sont répétées et portent sur d'importantes superficies.

C'est pourquoi trois campagnes successives de vaccination orale du renard à l'aide du V-RG ont été réalisées en Belgique en novembre 1989, avril 1990 et octobre 1990 (Brochier *et al.*, 1991a). Lors de chaque opération, 25 000 appâts industriels (Brochier *et al.*, 1990b), furent distribués par hélicoptère sur un territoire de 2200 km² situé en province de Luxembourg (sud de la Belgique) (figure 1b). Ces trois campagnes s'inscrivaient dans le programme national de vaccination qui avait débuté fin 1989. Lors des deux premières campagnes (automne 1989 - printemps 1990), le territoire infecté restant (8000 km²) fut traité à l'aide du vaccin SAD B19 (*cf. infra*). Au vu des meilleurs résultats obtenus dans la zone traitée à l'aide du V-RG, les Autorités vétérinaires décidèrent d'utiliser ce vaccin sur l'ensemble du territoire infecté dès l'automne 1990.

PROGRAMME D'ELIMINATION DE LA RAGE

En Belgique, le programme de lutte contre la rage a été réalisé conjointement par plusieurs partenaires:

- l'Inspection Générale des Services Vétérinaires du Ministère fédéral des Classes Moyennes et de l'Agriculture (Ministres de Keersmaeker, Bourgeois, Pinxten, Gabriëls) a pris en charge l'achat des appâts vaccinaux, financé et coordonné leur distribution sur le terrain et a mis en place le système d'épidémiologie de la rage (récolte et transport des animaux). Les Services Vétérinaires ont également assuré l'information des autorités et de la population locales;

- le Ministère Régional wallon des Ressources Naturelles, de l'Environnement et de l'Agriculture (Ministres Ducarme, Hismans et Lutgen) devenu ensuite Ministère Régional wallon de l'Agriculture et de la Ruralité (Ministre Happart) a soutenu financièrement les contrôles scientifiques des campagnes de vaccination (conventions annuelles avec le Service d'Immunologie-Vaccinologie de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège). Les agents de la Division de la Nature et des Forêts (DNF) du même Ministère ont assuré depuis 1995 la distribution manuelle des appâts vaccinaux lors des campagnes de vaccination des renardeaux au ter-

rier. Enfin ces mêmes agents ont largement contribué à la récolte de renards sur le terrain ainsi qu'aux campagnes d'information du public (pose d'affiches);

- le service de la rage de l'Institut Pasteur du Brabant devenu Institut Pasteur de Bruxelles (Ministère des Affaires Sociales, de la Santé Publique et de l'Environnement; Ministres Colla et Aelvoet) a réalisé le diagnostic de la rage et a participé aux contrôles d'efficacité des campagnes de vaccination (sérologies);

- le service d'Immunologie - Vaccinologie de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège a effectué les contrôles d'efficacité des campagnes de vaccination et a participé à la récolte d'animaux sauvages sur le terrain par tir de nuit.

Ces deux dernières institutions ont officialisé leur collaboration par la création de l' a.s.b.l. "Fonds pour la Recherche contre la Rage (Fo.Re.Ra.)".

- l'Association Centrale de Santé Animale (A.C.S.A., a.s.b.l.) a participé aux opérations de distribution aérienne des appâts vaccinaux.

Enfin, l'Union européenne est intervenue dans le cofinancement des campagnes de vaccination.

Campagnes de vaccination

La prise en considération d'une série de facteurs (biologiques, épidémiologiques, géographiques, cynégétiques, climatiques, ...) a permis d'établir un protocole de vaccination adapté aux conditions locales de la Belgique.

Protocole de vaccination

Le programme de vaccination du renard a débuté en automne 1989. De 1989 à 2000, un total de trente campagnes de vaccination ont été réalisées sous le contrôle de l'Inspection Générale des Services Vétérinaires du Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture. Le tableau 1 indique, pour chaque campagne, la superficie du territoire traité, les dates de vaccination, le nombre d'appâts vaccinaux distribués, la densité moyenne d'appâts au km² ainsi que leur mode de distribution sur le terrain. En règle générale, les opérations de distribution d'appâts vaccinaux ont été

menées au printemps et en automne. Au cours des deux premières campagnes (automne 1989, printemps 1990), deux types d'appât-vaccins ont été utilisés: le SAD B19, distribué sur 80% du territoire infecté et le V-RG expérimentalement testé sur les 20% restants (Brochier *et al.*, 1991b). Comme l'ensemble des essais pratiqués sur le terrain à l'aide du V-RG ont pu montrer que ce vaccin offrait plus de garanties en matière d'innocuité et d'efficacité, les autorités vétérinaires décidèrent de l'utiliser exclusivement pour traiter l'ensemble du territoire infecté. Ainsi, la première campagne nationale de vaccination à l'aide du V-RG fut menée en novembre 1990.

L'objectif de ces campagnes consistait à traiter les régions infectées mais aussi à former une barrière de protection autour de tout foyer infectieux, qu'il soit situé dans notre pays ou dans un pays limitrophe (en région frontalière). De 1989 à 1992, l'ensemble du territoire initialement contaminé fut traité à sept reprises (territoire situé au sud du sillon Sambre et Meuse, soit environ 10000 km²) (Figure 2a). Ces sept campagnes de vaccination ont permis l'élimination de la maladie dans 80% de ce territoire (Brochier *et al.*, 1991b; Coppens *et al.*, 1992; Brochier *et al.*, 1993). En 1992, un important foyer transfrontalier persistait en effet dans le sud des provinces de Luxembourg et de Namur, en regard de la France (Figure 2b). C'est pourquoi, en automne 1992 et en 1993, 3 campagnes ont été menées sur un territoire plus restreint. Ces opérations ont permis d'éliminer ce foyer et de former un bouclier de protection contre toute extension de la maladie en provenance d'un pays voisin encore infecté.

En 1993, la situation épidémiologique de la rage en Belgique laissait suggérer que l'ensemble du territoire initialement infecté avait été rendu indemne grâce aux campagnes de vaccination (2 cas de rage déclarés) (Brochier *et al.*, 1994) (Figure 2c). Toutefois, en janvier 1994, la détection d'un renard enragé dans la région de Florenville révélait l'existence d'un foyer résiduel à proximité de la frontière française. Malgré la réalisation en 1994 et 1995 de nouvelles campagnes de vaccination dans cette

Tableau I : Protocole des campagnes de vaccination menées de 1989 à 2000.

*: H= hélicoptère; A= avion.

Année	Période (dates)	Vaccin	Distribution					
			manuelle			aérienne		
			N appâts vaccinaux	Superficie (km2)	Densité	N appâts vaccinaux	Superficie (km2)	Densité (N appâts/km2)
1989	sep-89	SAD B19	120000	8000	15			
1989	nov-89	VRG				H* 25000	2200	11,3
1990	juin-90	SAD B19				H 120000	8500	14,1
1990	avr-90	V-RG				H 25000	2200	11,3
1990	nov-90	V-RG				A 150000	10700	14
1991	22/04-20/05	V-RG				A 150000	10000	15
1991	23/10-29/10	V-RG				A 150000	10000	15
1992	06/04-15/05	V-RG				A 133400	8914	15
1992	28/10-18/12	V-RG				A 124400	8453	14,7
1993	13/04-27/04	V-RG				H 132200	8610	15 et 21
1993	20/09-02/10	V-RG				H 85600	5510	15
1994	13/04-22/04	V-RG				H 42600	2543	16,75
1994	24/10-01/11	V-RG				H 89680	5140	17,4
	13/12-05/01							
1995	06/03-23/03	V-RG				H 89400	5193	17,2
1995	02/06-20/06	V-RG	2993	1600	10-20/terrier			
1995	24/07-26/07	V-RG				H 31200	1988	15,7
1995	23/10-05/12	V-RG				H 147200	8629	17
1996	04/03-12/04	V-RG				H 149855	8828	17
1996	28/05-08/06	V-RG	17340	4600	10-20/terrier			
1996	28/10-24/12	V-RG				H 154540	8991	17
1997	19/03-19/04	V-RG				H 158700	8990	17,7
1997	21/05-30/05	V-RG	33773	4600	10-20/terrier			
1997	20/10-02/12	V-RG				H 154975	9057	17,1
1998	16/03-08/04	V-RG				H 100720	6042	16,7
1998	04/05-18/05	V-RG	36049	4600	10-20/terrier			
1998	19/10-02/12	V-RG				H 100840	5939	16,7
1999	01/04-28/04	V-RG				H 87210	5126	17
1999	20/05-31/05	V-RG	37230	4600	10-20/terrier			
1999	03/09-04/09	V-RG				H 14000	738	19
1999	04/10-28/10	V-RG				H 100165	5983	16,7
2000	10/04-27/04	V-RG				H 72200	4414	16,3
2000	15/05-29/05	V-RG	45371	4600				
2000	09/10-23/10	V-RG				H 75500	4425	17

Tableau 1:

Protocole des campagnes de vaccination menées de 1989 à 2000.

*: H= hélicoptère; A= avion.

région, ce foyer a pu se propager vers le nord et réinfecter un territoire d'environ 3000 km² situé au sud des provinces de Luxembourg et de Namur (61 cas en 1994 et 213 en 1995) (Figure 2d). Les résultats des contrôles de prise d'appâts vaccinaux ont montré qu'une fraction insuffisante de la population vulpine avaient été immunisée à la suite des campagnes de 1994 et 1995 (Brochier *et al.*, 1995). Plusieurs facteurs, notamment l'accroissement de la densité de population des renards et d'autres espèces animales consommatrices d'appâts (sanglier, fouine,...) ainsi qu'une distribution moins uniforme des appâts ont permis d'expliquer le manque d'efficacité de ces dernières opérations. Cet accroissement de la densité de population vulpine, généralisé en Europe et probablement indépendant de l'élimination locale de

la rage, est devenu un obstacle sérieux à la réussite des campagnes de vaccination.

C'est pourquoi, en 1996, la stratégie de vaccination a été modifiée et adaptée à cette nouvelle situation épidémiologique qu'était la réinfection d'un territoire préalablement rendu indemne et ce, en présence d'une densité accrue de la population vulpine.

Une première campagne de distribution aérienne d'appâts vaccinaux a été menée en mars-avril 1996 avant l'arrivée de la nouvelle génération de renards. Une seconde campagne a été menée en novembre-décembre 1996. Ces périodes de l'année ont été choisies pour bénéficier de l'effet régulateur de la saison de chasse (automne - hiver). De plus, la surface du territoire à traiter a été augmentée afin d'éviter les risques de propagation

engendrés par les déplacements des renards.

Le nombre d'appâts vaccinaux par km² a également été augmenté (17 appâts / km²) et une meilleure uniformité dans la dispersion des appâts par hélicoptère a pu être obtenue en utilisant trois appareils de localisation par satellite (Global positioning system: GPS) (Brochier *et al.*, 1997).

Enfin, les deux campagnes annuelles de distribution par voie aérienne ont été complétées par une opération de vaccination des renardeaux au terrier. Le repérage des terriers de reproduction a été effectué dès le début de l'année par les agents techniques de la DNF de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région wallonne. A la fin du mois de mai, ces mêmes agents ont assuré la

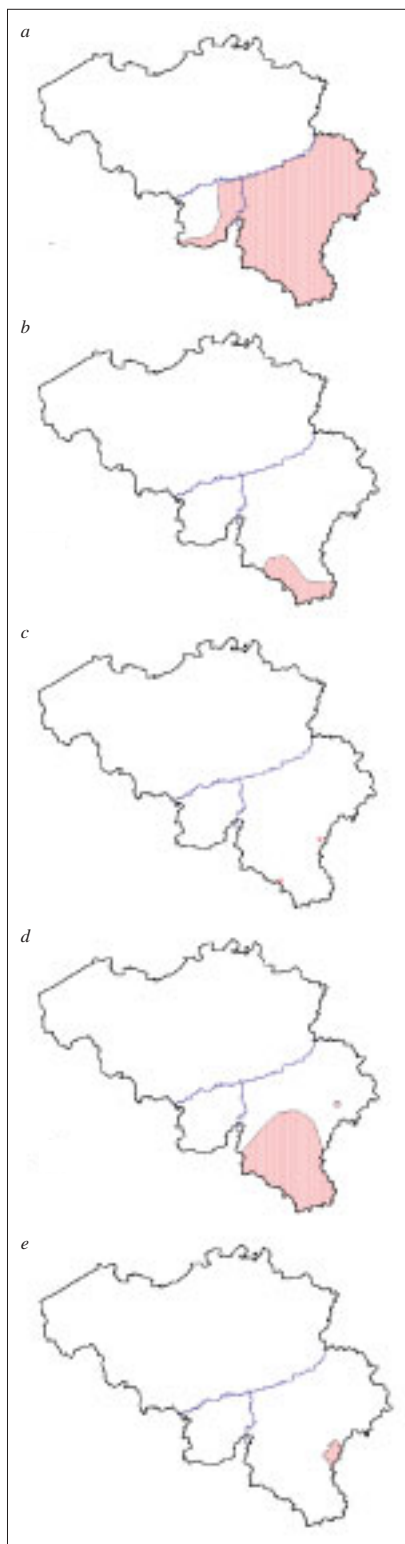


Figure 2:

Evolution de l'extension de la rage de 1989 à 1999.

a: territoire infecté en 1989 lors du début du programme de vaccination (10 000 km²).

b: situation épidémiologique en 1992: persistance d'un important foyer transfrontalier.

c: situation épidémiologique en 1993: deux cas de rage déclarés: un chat à Bastogne et un blaireau à Florenville (absence de cas de rage chez le renard).

d: situation épidémiologique en 1995: importante réinfection (3000 km²) à partir d'un foyer résiduel frontalier.

e: situation épidémiologique de 1997 à 1999: dernier foyer résiduel transfrontalier.

distribution manuelle des appâts aux abords des terriers à raison de 10 à 20 appâts par terrier occupé et 6 appâts par terrier non occupé.

Cette nouvelle stratégie a provoqué une diminution rapide de l'incidence de la maladie (44 cas en 1996) (Brochier *et al.*, 1997). L'assainissement des régions limitrophes à la Belgique (France, Grand-Duché de Luxembourg) fut également un facteur d'amélioration de la situation.

De 1997 à 1999, un protocole similaire de distribution d'appâts vaccinaux a été suivi. Les périodes et surfaces de vaccination ainsi que la méthodologie de distribution furent très proches de celles choisies en 1996 (Brochier *et al.* 1997). Seule l'opération printanière de vaccination des renardeaux au terrier a fait l'objet de quelques réajustements: déplacement de la zone traitée vers le sud, avancement de la semaine de vaccination (fin mai plutôt que début juin) et allocation aux agents de la DNF d'une indemnité proportionnelle au nombre de terriers traités.

Les campagnes menées de 1997 à 1999 ont permis l'élimination complète de la maladie dans ce territoire nouvellement infecté (8 cas en 1997, 1 en 1998, 1 en 1999 et aucun en 2000) (Brochier *et al.*, 1999a et 2000). Les deux derniers cas rapportés en Belgique furent un renard et une bête bovine détectés respectivement le 3 avril 1998 et le 17 juillet 1999 dans la commune de Bastogne, limitrophe du Grand-Duché de Luxembourg (Figure 2e). Comme l'O.M.S. recommande de maintenir la vaccination deux ans après le dernier cas de rage recensé, le même protocole annuel de vaccination fut renouvelé en 2000 et 2001. Si la situation épidémiologique actuelle perdure jusqu'à la fin de l'année 2001, le programme de vaccination sera officiellement interrompu en 2002. Toutefois, les Services Vétérinaires envisagent de mener des campagnes préventives de vaccination sur un territoire de 1800 km² le long de notre frontière avec l'Allemagne, seul pays d'Europe de l'Ouest où subsistent encore des foyers de rage.

Epidémiosurveillance

Selon les directives formulées par l'O.M.S. (1992) puis par l'O.I.E. (code zoosanitaire 1997), tout pays souhaitant obtenir le statut d'indemnité

envers la rage doit entre autre mettre en place un système de surveillance active de la maladie. Pour ce qui concerne les pays atteints de rage vulpine et qui mènent un programme d'élimination de cette dernière par la vaccination du renard, cette surveillance active repose notamment sur le prélèvement et l'analyse de huit renards par an et par 100 km². La Belgique a suivi cette recommandation, malgré le manque de fondement scientifique de cette dernière (biais introduit par la méthode de prélèvement, densité variable et inconnue de la population vulpine, période d'incubation de la maladie,...). La surveillance d'une maladie chez une espèce sauvage est et restera toujours difficile.

Dans les conditions locales de la Belgique, la surveillance de la rage vulpine peut être plus fiablement assurée en examinant l'évolution de l'incidence de la maladie chez les ruminants domestiques. En effet, parmi les espèces domestiques, les ruminants (bovins, ovins et caprins) sont les plus fréquemment exposés à une contamination d'origine vulpine et ce pour des raisons écologiques et éthologiques. Ces espèces sont également les premières victimes de la maladie car leur vaccination n'est pas pratiquée en Belgique. Enfin, vu que la déclaration de la rage chez les herbivores domestiques est obligatoire et qu'une indemnité correcte est octroyée à l'éleveur, la rage chez ces espèces échappe difficilement à la surveillance. Les bovins, ovins et caprins constituent donc les meilleurs indicateurs de la situation épidémiologique qui prévaut dans l'espèce réservoir.

Récolte d'animaux

Les dépouilles d'animaux ont généralement été récoltées par les Services Vétérinaires et transmises au Service de la rage de l'Institut Pasteur de Bruxelles. Les Agents techniques de la DNF (Ministère de la Région Wallonne), le Service d'Immunologie - Vaccinologie (Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège), les administrations communales, certains chasseurs et occasionnellement, certaines institutions (ex: Universités) ainsi que des particuliers ont également participé à cette récolte. Les animaux soumis au diagnostic provenaient de l'ensemble du territoire belge. Toutefois, pour ce qui concer-

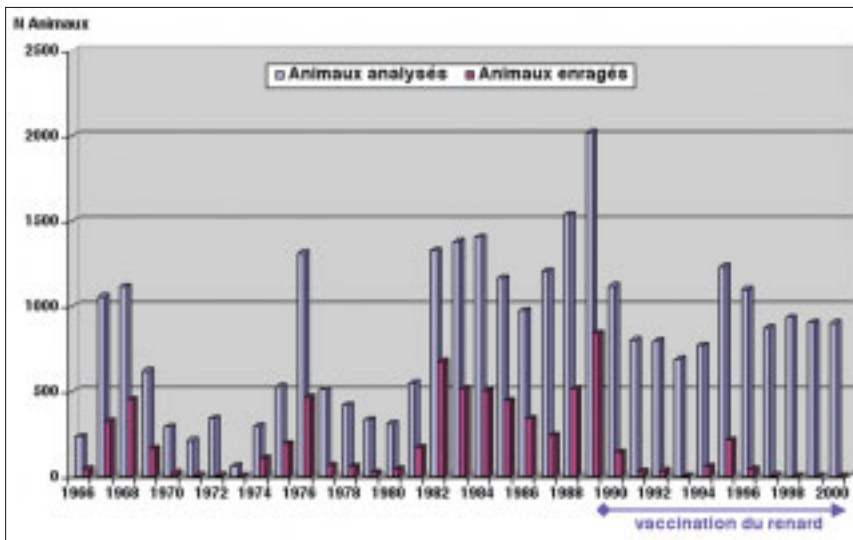


Figure 3: Evolution annuelle du niveau de surveillance et de l'incidence de la rage animale depuis 1966, année d'apparition de la rage vulpine en Belgique.

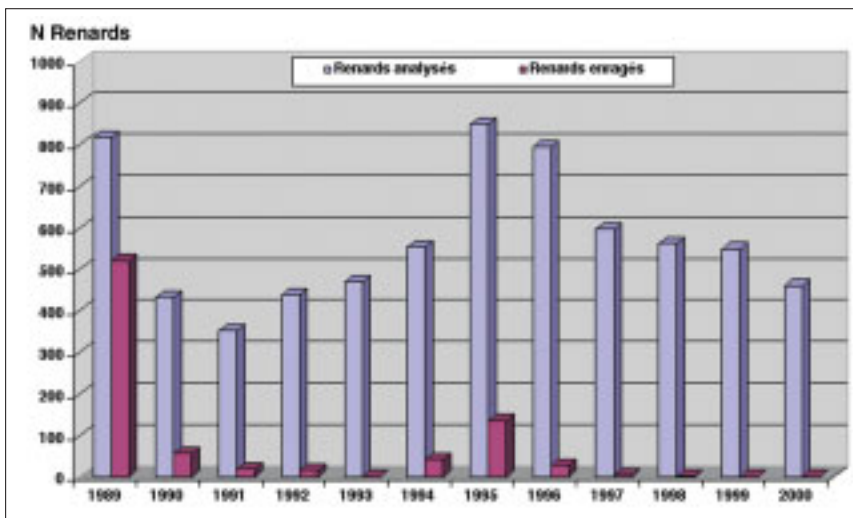


Figure 4: Evolution annuelle du niveau de surveillance et de l'incidence de la rage chez le renard depuis le démarrage des campagnes de vaccination.

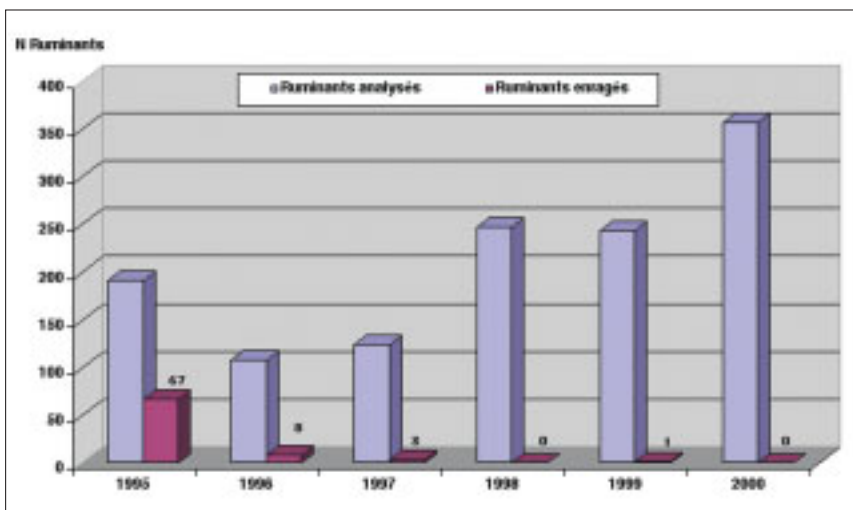


Figure 5: Evolution annuelle du niveau de surveillance et de l'incidence de la rage chez les ruminants domestiques de 1995 à 2000.

ne les renards, des prélèvements plus importants ont été effectués dans les territoires vaccinés.

Depuis le démarrage du programme de vaccination en novembre 1989 jusqu'à l'élimination complète de la rage (du 01 janvier 1990 au 31 décembre 2000), 10 130 animaux ont été soumis au diagnostic. Cela représente une moyenne d'environ 1000 examens par an.

La figure 3 donne l'évolution annuelle du nombre total d'animaux soumis au diagnostic de la rage depuis 1966, année d'apparition de la rage vulpine dans notre pays. La figure 4 montre l'évolution du nombre annuel de renards soumis au diagnostic depuis le démarrage des campagnes de vaccination. Il y apparaît que le niveau annuel d'épidémiologie est resté élevé et relativement constant quelle que soit l'incidence de la rage dans cette espèce.

La figure 5 montre l'évolution du nombre annuel de ruminants domestiques soumis au diagnostic de 1995 à 2000. Comme le montre cette figure la surveillance chez ces espèces a été intensifiée à partir de 1997, année de la découverte du premier cas d'encéphalopathie spongiforme bovine dans notre pays (Vanopdenbosch *et al.*, 1998).

Incidence de la rage

Le diagnostic est réalisé au moyen d'une technique d'immunofluorescence directe (Dean et Abelseth, 1973). Le résultat est ensuite confirmé par un test d'isolement viral sur culture de cellules de neuroblastome murin selon les recommandations de l'O.M.S. (1992). Lorsqu'un doute persiste à l'issue de ces deux tests, une technique moléculaire de détection des ARNs viraux par transcription réverse suivie d'une réaction d'amplification en chaîne (RT/PCR) est utilisée (Sacramento *et al.*, 1991).

En cas de nécessité, l'identification de l'isolat viral est réalisée à l'aide d'une analyse phylogénétique (Sacramento *et al.*, 1992).

Sur un total de 10130 animaux récoltés et analysés au cours de la décennie 1990-2000, 537 (5,3%) ont été révélés positifs pour la rage. La Figure 6 montre l'évolution annuelle du nombre de cas déclarés de rage animale de 1982 à 2000. Le tableau 2 reprend les nombres de cas par année

et par espèce depuis l'apparition de l'épizootie dans notre pays en 1966.

La figure 6 illustre bien l'effet des campagnes successives de vaccination sur l'incidence de la rage depuis 1989. Durant cette décennie de vaccination, sept situations épidémiologiques bien distinctes se sont succédées:

- de 1990 à 1992, une diminution de l'incidence avec élimination partielle;
- en 1993, une élimination presque complète avec persistance d'un foyer résiduel à la frontière belgo-française;
- une recrudescence en 1994 et 1995;
- en 1996 et 1997, une nouvelle réduction de l'incidence avec élimination partielle;
- en 1998, la persistance d'un foyer résiduel à la frontière belgo-luxembourgeoise;
- depuis 1999, une élimination complète.

La figure 2e montre la localisation géographique des quatre derniers cas de rage déclarés en Belgique (fin 1997, 1998 et 1999).

L'analyse phylogénique de ces derniers isolats étroitement liés dans l'espace et dans le temps a permis, d'une part, de montrer une homologie de séquences élevée (91 à 94 % d'identité) avec les souches vulpines européennes et, d'autre part, de définir une origine commune à ces cas constituant un foyer résiduel d'infection.

Contrôles d'efficacité des campagnes de vaccination

Comme la lutte contre la rage par la vaccination du renard est menée à l'échelon européen, le protocole de contrôle d'efficacité de ces campagnes a été établi selon les recommandations de l'O.M.S. (1992) et en accord avec la proposition de règlement du Conseil de l'Union européenne.

Un échantillon de la population vulpine a été prélevé annuellement dans la zone vaccinée en vue d'évaluer l'efficacité de chaque campagne de vaccination. Ces contrôles ont donc été effectués deux fois par an, durant les deux périodes d'environ quatre à six mois qui séparent les opérations de vaccination.

La première période de contrôle fait

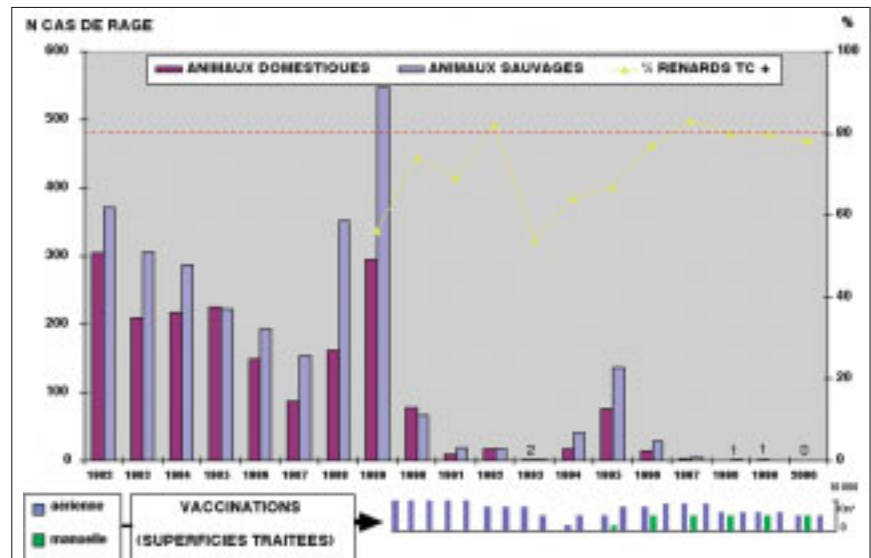


Figure 6: Schéma du protocole de vaccination du renard en Belgique. Evolution annuelle du nombre de cas de rage animale et du pourcentage de renards adultes marqués par la tétracycline (TC) lors de la période hivernale de contrôle.

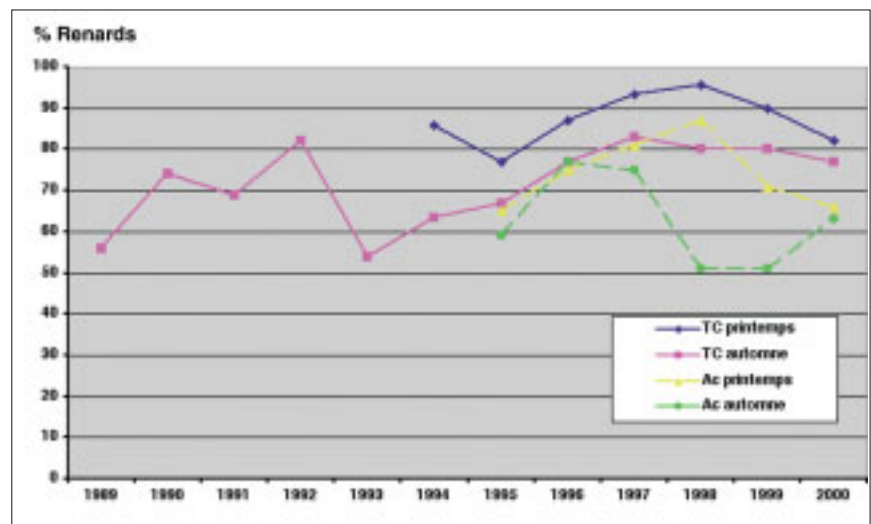


Figure 7: Evolution annuelle du pourcentage de renards adultes marqués par la tétracycline (TC) et du pourcentage de renards séropositifs (Ac) à la suite des campagnes printanières et automnales de vaccination.

suite à la vaccination de printemps. Durant cette période, la population vulpine est constituée d'individus adultes et juvéniles et la distinction entre ceux-ci a été effectuée par observation directe (renardeaux) ou radiographie de la canine supérieure (Chalon *et al.*, 1998). Cette distinction entre adultes et juvéniles a été effectuée à partir de 1995 lorsque la vaccination par voie aérienne a été complétée par une vaccination manuelle des juvéniles au terrier. La campagne aérienne menée en mars-avril ne cible en réalité que la population de renards adultes vu qu'à cette époque de l'année les renardeaux ne sont pas encore sevrés.

La seconde période de contrôle, effectuée à la suite de la vaccination d'automne, porte uniquement sur une population de renards adultes (plus de 7 mois d'âge). L'efficacité des campagnes de vaccination a été évaluée par la détection d'un marqueur biologique de prise d'appâts (tétracycline(TC)) ainsi que par la détection d'anticorps neutralisants (sérologie).

Evaluation de l'ingestion d'appâts vaccinaux:

test de détection de la tétracycline

La tétracycline, incorporée aux appâts (150 mg/ appât), a été utilisée

Tableau II: Nombres de cas de rage animale de 1966 à 2000.

	Animaux sauvages				Animaux domestiques						Total	Total des animaux analysés
	renards	blaireaux	cervidés	autres	bovins	moutons chèvres	équidés	chiens	chats	autres		
1966	37	1	1	0	1	0	0	0	1	0	41	238
1967	231	10	8	3	58	6	0	0	8	0	324	1055
1968	293	4	3	6	119	10	1	1	16	0	453	1115
1969	106	2	2	3	35	7	1	0	7	2	165	619
1970	14	0	0	0	4	1	0	1	0	0	20	292
1971	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	6	212
1972	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	342
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
1974	84	0	3	3	7	1	0	2	7	1	108	295
1975	151	0	2	1	28	2	1	0	9	0	194	529
1976	281	5	4	12	107	24	5	4	22	1	465	1310
1977	30	0	1	2	22	2	4	0	8	0	69	510
1978	42	1	0	0	9	2	0	2	5	0	61	418
1979	18	0	0	1	4	0	0	0	3	0	26	335
1980	35	1	0	0	8	0	1	0	2	0	47	311
1981	120	2	1	4	35	6	1	2	2	0	173	549
1982	355	4	4	8	211	58	8	3	24	0	675	1328
1983	295	2	3	6	106	47	14	6	37	0	516	1380
1984	281	1	2	4	172	25	3	2	15	0	505	1407
1985	212	3	1	7	161	33	2	7	19	3	448	1164
1986	178	6	3	6	101	21	1	9	17	0	342	975
1987	140	3	2	9	43	18	3	5	18	1	242	1204
1988	336	5	1	10	95	46	1	5	14	1	514	1537
1989	520	8	6	13	163	76	10	12	33	1	842	2022
1990	57	3	0	6	56	5	4	2	11	0	144	1121
1991	19	0	0	0	6	0	3	0	1	0	29	803
1992	17	0	0	0	8	8	1	0	0	0	34	797
1993	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	691
1994	43	0	0	0	14	3	0	0	1	0	61	770
1995	135	2	0	0	44	23	5	0	4	0	213	1233
1996	28	1	0	1	7	1	3	1	2	0	44	1099
1997	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	8	874
1998	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	934
1999	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	906
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	902
Total	4073	66	47	105	1631	425	72	64	287	10	6780	29340

comme marqueur d'ingestion par les animaux. La tétracycline a la propriété de se déposer dans les couches appositionnelles des os. Ces dépôts concentriques surtout observés autour des canaux de Havers et sous le périoste (Capt, 1981), sont mis en évidence en examinant des coupes transversales d'os au microscope à lumière ultraviolette.

La détection de la tétracycline dans le tissu osseux des animaux a été réalisée selon une technique précédemment décrite (Brochier *et al.*, 1994).

Les résultats du test de détection de tétracycline sont repris dans les figures 6 et 7 et les tableaux 3, 4 et 5.

La figure 7 montre l'évolution annuelle du pourcentage de renards adultes marqués par la tétracycline à la suite des campagnes printanières et automnales de vaccination. Les meilleurs taux de prise d'appâts ont été obtenus à la suite des vaccinations printanières et ce en raison du fait qu'en mars-avril la densité de la population vulpine adulte a atteint son minimum annuel et que la nouvelle génération n'a pas encore fait

son apparition sur le terrain (période de gestation, mise-bas, lactation). A la suite des campagnes d'automne, les taux d'ingestion d'appâts ont toujours été inférieurs vu que la nouvelle génération devenue adulte est venue gonfler les effectifs. Ces moins bons résultats ont également pu être imputés, du moins certaines années, à des conditions climatiques susceptibles d'atténuer le pouvoir attractif des appâts. La figure 7 montre également que les améliorations apportées à partir de 1996 à la méthodologie de distribution d'appâts (usage du GPS notamment) ont entraîné des résultats meilleurs et plus constants.

La figure 6 montre l'évolution de l'incidence de la rage et le taux de prise d'appâts (durant la deuxième période annuelle de contrôle) chez le renard. Il apparaît que l'élimination de la rage n'a été obtenue que lorsque la proportion de renards marqués a atteint le seuil des 80% (1992, 1998 à 2000). A l'inverse, le faible taux d'ingestion observé fin 1993 permet d'expliquer la spectaculaire recrudescence de la maladie entre 1994 et 1996.

Le tableau 5 rapporte les résultats du test de détection de la tétracycline pratiqué chez les renardeaux à la suite des opérations de vaccination manuelle au terrier.

C'est lors de cette distribution au terrier que les renardeaux nés en mars-avril ont accès aux appâts pour la première fois. Les taux de prise d'appâts obtenus sont significativement inférieurs à ceux obtenus à la suite des vaccinations aériennes. La moindre efficacité de cette méthode de vaccination est sans aucun doute liée à la difficulté de repérage des terriers de mise-bas mais également à la difficulté d'accès dans les propriétés privées. Toutefois la protection d'une proportion significative de la population juvénile constitue déjà un frein à la propagation de la rage durant la période critique de dispersion des juvéniles (fin de l'été-automne).

Tableau III: Résultats des contrôles d'efficacité des campagnes printanières de vaccination

Année	Période de contrôle	Pourcentage de renards Tétracycline positifs		Pourcentage de renards séropositifs	
		Adultes	Juveniles	Adultes	Juveniles
1990		51% (62/121)	ND	ND	ND
1991		62% (119/192)	ND	ND	ND
1992		ND	ND	ND	ND
1993		ND	ND	ND	ND
1994	8/05/94-27/10/94 6 mois	86% (51/59)	ND	ND	ND
1995	30/03/95-30/09/95 6 mois	77% (98/127)	65% (11/17)	ND	ND
1996	01/04/96-30/09/96 6 mois	87% (138/158)	56% (24/43)	75% (69/92)	48% (11/23)
1997	01/05/97-25/10/97 6 mois	93,5% (101/108)	72% (38/53)	81% (26/32)	07/15
1998	01/06/98-21/10/98 5 mois	95,6% (65/68)	48% (27/56)	87% (20/23)	3/13
1999	01/05/99-30/09/99 5 mois	90% (75/83)	67% (35/42)	71% (27/38)	7/23
2000	01/05/00-30/09/00 5 mois	82% (46/56)	73% (24/33)	66% (18/27)	2/13

Tableau IV: Résultats des contrôles d'efficacité des campagnes automnales de vaccination

Année	Période de contrôle	Pourcentage de renards Tétracycline positifs	Pourcentage de renards séropositifs
1989	SAD B19: 15/10/89-15/06/90	53% (91/170)	ND
	VRG: 01/01/90-31/03/90	74% (17/23)	ND
1990	20/10/90-09/05/91	74% (122/165)	ND
1991	20/10/91-31/12/91	69% (49/71)	ND
1992	15/11/92-15/03/93	82% (65/79)	ND
1993	15/10/93-28/02/94	54% (117/217)	ND
1994	27/11/94-28/02/95	63,5% (96/151)	ND
1995	05/12/95-05/03/96	67% (142/212)	59% (40/68)
1996	01/12/96-15/03/97	77% (140/180)	77% (35/45)
1997	15/11/97-15/03/98	83% (118/142)	75% (21/28)
1998	01/12/98-30/03/99	80% (137/171)	51% (26/51)
1999	01/11/99-30/03/00	80% (142/177)	51% (24/47)
2000	01/11/00-30/03/01	77% (84/108)	63% (26/41)

Evaluation de la réponse immune humorale:

examens sérologiques

La pratique du tir de nuit du renard (Roboly, 1979) a permis de pratiquer des prélèvements sanguins au cours des deux périodes annuelles de contrôle. Ces opérations de tir ont été effectuées par un agent de l'Université de Liège dans la zone de vaccination. La détermination des titres sériques en anticorps (Ac) antirabiques a été réalisée à l'aide de la technique *Rapid Fluorescent Focus Inhibition Test* (RFFIT) (Smith *et al.*, 1973).

Une fraction seulement des renards et renardeaux testés pour la présence du marqueur tétracycline ont également été testés pour la présence d'anticorps antirabiques.

Les résultats sont présentés dans la figure 7 et les tableaux 3, 4 et 5.

Il est constaté que le pourcentage de renards présentant des titres détectables d'anticorps est toujours inférieur au pourcentage de renards positifs à la tétracycline. La différence observée atteint 13,4% en moyenne lors des campagnes de printemps et 14,6% en moyenne lors des cam-

Tableau V: Récapitulatif des contrôles effectués sur les renardeaux à la suite des distributions manuelles d'appâts vaccinaux aux terriers (1995-2000)

Vaccinations	Pourcentages de renardeaux marqués par la tétracycline	Pourcentages de renardeaux séropositifs
juin-95	65 % (11/17)	ND
juin-96	56 % (24/43)	48 % (11/23)
mai-97	72 % (38/53)	46 % (7/15)
mai-98	48 % (27/56)	23 % (3/13)
mai-99	67 % (35/52)	30 % (7/23)
mai-00	73% (24/33)	15% (2 /13)
Total	63 % (159/254)	34 % (30/87)

Tableau VI: Taux de concordance entre résultats du test de détection de la tétracycline et résultats sérologiques déterminés par le test Kappa.

	Tétracycline et anticorps					valeur K	Concordance
	N renards analysés	TC+ Ac+	TC+ Ac-	Ac+ TC-	Ac- TC+		
1995	68	32	13	8	15	0,345	faible
1996	45	28	7	7	3	0,1	négligeable
1997	28	18	5	3	2	0,16	négligeable
1998	51	23	16	3	9	0,25	négligeable
1999	47	23	13	1	10	0,4	faible
2000	41	17	10	9	5	0,34	faible

pagnes d'automne. Lors de ces dernières, ces différences ont présenté un plus grande variabilité (de 0 à 29%).

Concordance entre les résultats du test de détection de la tétracycline et les résultats sérologiques

Les taux de concordance entre les résultats du test de détection de la tétracycline et les résultats sérologiques ont été déterminés en utilisant le test Kappa (K). Ce test consiste à rapporter, pour deux jugements catégoriels appariés, la différence entre la concordance observée et la concordance aléatoire ($p_0 - p_C$) à la valeur $(1-p_C)$ c'est à dire à la quantité qui reste disponible au-delà de la concordance aléatoire (Grenier et al., 1990). Plus la valeur de K est proche de 1, plus la concordance entre les jugements catégoriels est grande.

Le tableau 6 rapporte les proportions de renards doublement positifs (TC+ Ac+), doublement négatifs (TC- Ac-),

positifs pour la tétracycline mais séronégatifs (TC+ Ac-) et négatifs pour la tétracycline mais séropositifs (TC- Ac+). Ces valeurs se rapportent aux contrôles effectués depuis 1995 à la suite des campagnes d'automne. Les valeurs du coefficient K ont toujours été faibles voire négligeables. Cette faible concordance résulte surtout du nombre relativement élevé de renards séronégatifs mais possédant de la tétracycline. Plusieurs hypothèses permettant d'expliquer ce phénomène ont été émises:

- la prise inefficace d'appâts vaccinaux (rejet ou perforation insuffisante du sachet vaccinal) pouvant être favorisée par le gel;
- l'augmentation du nombre de renards n'ayant eu accès qu'à un seul appât vaccinal. Ce phénomène, dû à la compétition accrue liée à la densité de population plus élevée en automne qu'en fin d'hiver, diminue les chances de prise efficace;
- la chute du titre en anticorps chez

des sujets vaccinés lors d'une campagne antérieure mais non vaccinés lors de la dernière opération (les dépôts de tétracycline étant plus durables).

Plusieurs hypothèses peuvent également expliquer l'existence de renards séropositifs mais négatifs pour la tétracycline:

- une répartition inégale de la tétracycline dans l'organisme (limite de sensibilité du test de détection);
- la consommation d'un appât partiellement entamé par un autre animal (la dose de tétracycline devenant insuffisante pour marquer l'animal);
- la consommation d'un sachet isolé, rejeté de l'appât par un animal mais conservant encore le pouvoir odorant de l'enrobage. Des facteurs climatiques pourraient également expliquer la faible efficacité de la prise d'appâts (production d'anticorps) particulièrement constatée chez les renards de moins d'un an et donc vaccinés pour la première fois par voie aérienne. Les gelées nocturnes par exemple pourraient favoriser le rejet des sachets vaccinaux par modification de la consistance de l'enrobage appétent ou encore par congélation du liquide vaccinal.

BENEFICES TIRES DE L'ELIMINATION DE LA RAGE

Les effets bénéfiques de l'élimination de la rage vulpine se sont rapidement fait sentir sur le plan de la santé publique et animale. En effet, la diminution de l'incidence de la maladie chez les carnivores et herbivores domestiques s'est traduite par une diminution sensible du nombre de traitements humains après exposition (figure 8). Ces résultats ont eu d'autres importantes répercussions positives d'ordre:

- économique: diminution du coût annuel de la rage (indemnités aux éleveurs, traitements post-exposition,...);
- écologique: diminution du nombre de victimes dans la faune sauvage, rétablissement de la population de blaireaux en Wallonie (Bauduin et al., 1999);
- éthique: interruption de certaines méthodes de lutte contre la rage reconnues nuisibles pour l'environnement.

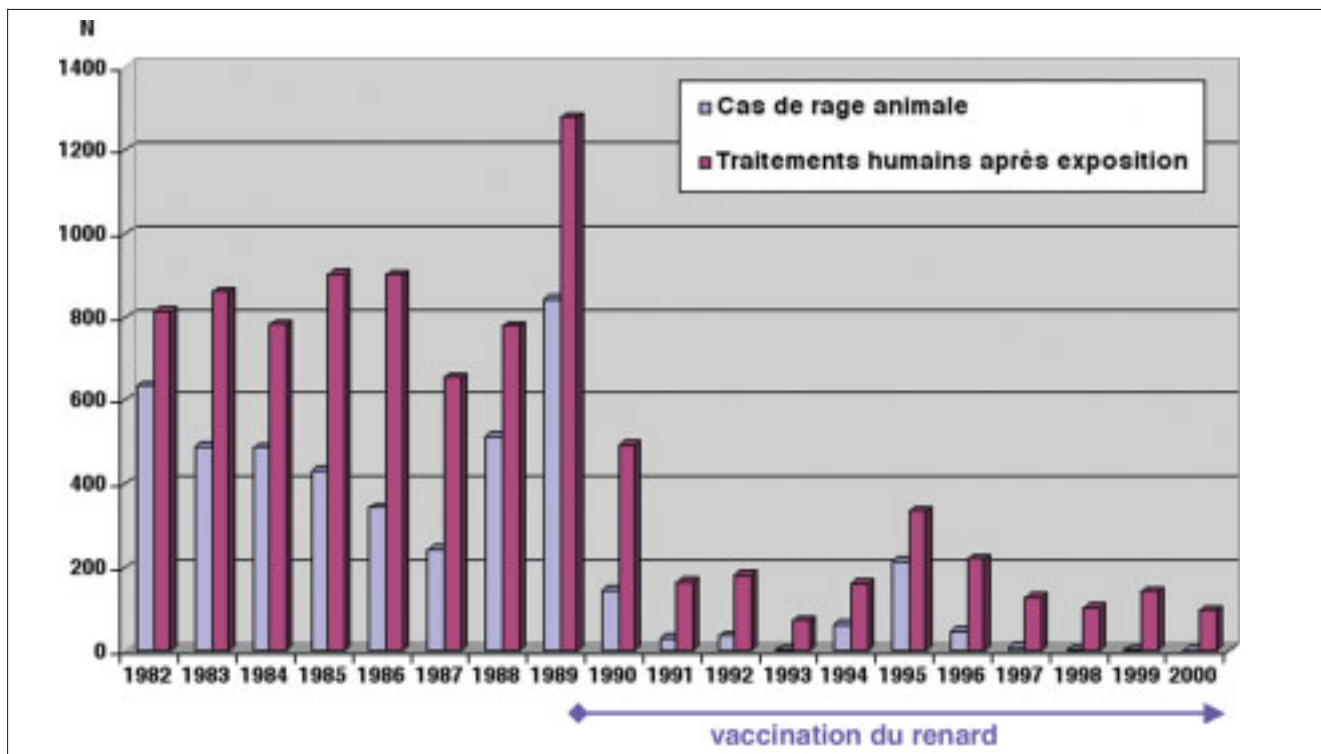


Figure 8: Evolution annuelle du nombre de cas de rage animale et du nombre de traitements humains après exposition.

Enfin l'élimination de la rage vulpine dans la majeure partie de l'Europe occidentale continentale a permis à certains pays restés indemnes (Royaume-Uni, Norvège, Suède,...) de reconsidérer et d'assouplir leur réglementation relative à l'importation des carnivores domestiques sur leur territoire. Ainsi la mesure de mise en quarantaine fut ou est progressivement remplacée par la vaccination préventive des carnivores validée par un test sérologique. Le "Pet Travel scheme", par exemple, mis en place par le Royaume-Uni en 2000 permet aux animaux domestiques de voyager moyennant le respect de certaines conditions dont la réalisation d'un test sérologique mentionnant le titre en anticorps antirabiques dans les 30 jours suivant la vaccination. Dans ce contexte, le Service de la rage de l'Institut Pasteur de Bruxelles, autorisé par la Commission européenne à réaliser ces tests (Décision C(2001) 951), a effectué 6400 titrages d'anticorps en 2000.

OBTENTION PAR LA BELGIQUE DE LA CERTIFICATION INTERNATIONALE D'ABSENCE DE RAGE

En 1992, l'O.M.S a dicté la procédure à appliquer pour obtenir la certification internationale de l'absence de

rage. Il faut pour obtenir cette certification, qu'aucun cas de rage n'ait été signalé pendant une période d'au minimum deux années consécutives, dans un territoire d'une surface égale ou supérieure à 5000 km², sur lequel on aura capturé chaque année, pour examen au laboratoire, au moins 8 renards par 100 km² (O.M.S.,1992).

Ensuite, L'O.I.E. (Code zoosanitaire, 1997) a formulé des directives pour l'obtention par un pays du statut d'indemnité envers la rage. Un pays est officiellement reconnu indemne lorsque:

- la rage y est une maladie à déclaration obligatoire;
- une surveillance active de la rage y est opérationnelle;
- toutes les mesures réglementaires de prévention et de contrôle de la rage sont mises en place;
- aucun cas de rage indigène (génotype 1) n'y a été détecté chez l'homme et chez l'animal depuis deux ans;
- aucun cas de rage importée n'a été détecté chez les carnivores domestiques (hors quarantaine) depuis 6 mois.

La Belgique ayant respecté toutes ces conditions a pu introduire en juillet 2001 sa demande pour être déclarée indemne de rage après plus de quinze années d'efforts soutenus.

REMERCIEMENTS

Cet article est dédié aux Docteurs Frank Wolff et Jean-Pierre Lecocq, trop tôt disparus.

De nombreuses personnes ont participé aux essais préliminaires de vaccination ainsi qu'au programme d'élimination de la rage que ce soit dans le cadre du Fo.Re.Ra ou celui des administrations impliquées dans ce projet. Nous tenons à particulièrement remercier les Docteurs en Médecine vétérinaire A. Schwers, C. Thiriart, I. Thomas, A. Ginter, P. Coppens, A. Body, B. Collin, A. Marchal, S. Zanker, X. Patigny et M. Desmecht; les Inspecteurs vétérinaires R. Duhaut, V. De Coninck, A. Cormann, P. Viatour, C. Saegerman et J. Dufey; les licenciés en biologie J. Kalpers, P. Chalon et A. Paquot; l'Ingénieur agronome A. Iokem, le Dr. R. Vanhoof ainsi que M. Delchambre, M. Muys et M. Léonard.

Toute notre reconnaissance va également aux agents de la DNF de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (Région wallonne) ainsi qu'au personnel de l'Association Centrale de Santé Animale (A.C.S.A. a.s.b.l.). Les distributions des appâts vaccinaux sur le terrain n'auraient pu avoir lieu sans leur précieuse collaboration. Dans ce même contexte, nous remer-

cions également le Dr. A. Leroy et M. Petit qui ont joué un rôle de première importance dans l'organisation de ces opérations de distribution.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin nous ont aidé à initier et/ou développer ce projet, en particulier G. Mees, E. Kesteloot, A. Breuls de Tiecken, D.E. Ryelandt, J. Sténuît, R. Hens et sa fondation "Société Vétérinaire pour la Protection Animale", C. Doyen, R. Libois, H. Antoine, M. Seidler, F. Toma, R. Thomas, F. Demeuter, M.-P. Kiény, J. Blancou, M.F.A. Aubert, M. Artois, O. Roboly, J. Barrat, G. Chappuis, J. Vandeputte, P. Desmettre, B. Languet, H. Bourhy, N. Tordo, A. Aguilar Sétien, H. Koprowski, C. Rupperecht, A. Duchamps et W. De Meurichy. Cette longue liste se termine par un remerciement à la personne anonyme qui a lu et critiqué les bilans annuels publiés dans la présente revue.

SUMMARY

Elimination of sylvatic rabies in Belgium by oral vaccination of the Red fox (*Vulpes vulpes*)

The Belgian national programme for rabies elimination by fox vaccination began in 1989. Five vaccination campaigns, covering the entire infected area (10000 km²), were carried out from autumn 1989 until autumn 1991. The two first campaigns were conducted using both an attenuated rabies virus strain (SAD B19) and a vaccinia-rabies recombinant virus (V-RG) as vaccines. Since autumn 1990, the V-RG vaccine has been used exclusively. Such campaigns induced a drastic decrease in the incidence of rabies and allowed the elimination of the disease from 80% of the initial infected area. Considering the limited distribution of rabies in Belgium and in adjacent regions of neighbouring countries, successive restricted campaigns were conducted in 1992, 1993

and 1994 along the political borders only. These campaigns resulted in a new decrease in the incidence of the disease and no more rabid foxes were detected in 1993. From 1994 to 1996, rabies spread again from a border residual focus re-infecting a 3000 km² previously freed area. Thanks to a modified strategy of vaccination and a good cross-border cooperation, the newly re-infected focus could be controlled. The last rabies case was a bovine recorded on the 17th of July 1999 in the administrative entity of Bastogne, close to the Grand Duchy of Luxemburg. The last case of fox rabies was recorded on the 3rd of April 1998 in the same entity. According to the International Office of Epizootics guidelines (1997) and the World Health Organization recommendations (1992), Belgium, conjointly with the Grand Duchy of Luxemburg, should be officially declared rabies-free in 2001.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON R.M., JACKSON H.C., MAY R.M., SMITH A.D. Population dynamics of fox rabies in Europe. *Nature*, 1981, **289**, 765-771.
- BAUDUIN B., PASTORET P.-P., BROCHIER B. Note sur l'évolution de la population de blaireaux (*Meles meles*) en Ardenne belge. *Cahiers d'Ethologie*, 1999, **19** (1), 75-82.
- BLANCOU J., KIENY M.P., LATHE, R., LECOCQ J.P., PASTORET P.-P., SOULEBOT J.P., DESMETTRE P. Oral vaccination of the fox against rabies using a live recombinant vaccinia virus. *Nature*, 1986, **322**, 373-375.
- BROCHIER B., THOMAS I., IOKEM A., GINTER A., KALPERS J., PAQUOT A., COSTY F., PASTORET P.-P. A field trial in Belgium to control fox rabies by oral immunization. *Vet. Rec.*, 1988, **123**, 618-621.
- BROCHIER B., THOMAS I., BAUDUIN B., LEVEAU T., PASTORET P.-P., LANGUET B., CHAPPUIS G., DESMETTRE P., BLANCOU J., ARTOIS M. Use of a rabies-vaccinia recombinant virus for the oral vaccination of foxes against rabies. *Vaccine*, 1990, **8**, 101-104.
- BROCHIER B.M., LANGUET B., ARTOIS M., ZANKER S., GUITTRE C., BLANCOU J., CHAPPUIS G., DESMETTRE P., PASTORET P.-P. Efficacy of a baiting system for fox vaccination against rabies with vaccinia-rabies recombinant virus. *Vet. Rec.*, 1990, **127**, 165-167.
- BROCHIER B., KIENY M.P., COSTY F., COPPENS P., BAUDUIN B., LECOCQ J.P., LANGUET B., CHAPPUIS G., DESMETTRE P., AFIADEMANYO K., LIBOIS R., PASTORET P.-P. Large-scale eradication of rabies with a recombinant vaccinia-rabies virus. *Nature*, décembre 1991, **354**, 520-522.
- BROCHIER B., COSTY F., HALLET L., DUHAUT R., PEHARPRE D., AFIADEMANYO K., BAUDUIN B., PASTORET P.-P. Contrôle de la rage en Belgique. Résultats obtenus après trois campagnes de vaccination du renard roux. *Ann. Méd. Vét.*, 1991, **135**, 191-201.
- BROCHIER B., COPPENS P., COSTY F., PEHARPRE D., MARCHAL A., HALLET L., DUHAUT R., DE KONING V., BAUDUIN B., PASTORET P.-P. Programme d'éradication de la rage en Belgique par la vaccination du renard: bilan 1992. *Ann. Méd. Vét.*, 1993, **137**, 285-291.
- BROCHIER B., COSTY F., MARCHAL A., PEHARPRE D., MOSSLMANS F., BEYER R., BAUDUIN B., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage en Belgique: bilan 1993. *Ann. Méd. Vét.*, 1994, **138**, 199-

- BROCHIER B., COSTY F., DE CONINCK V., HALLET L., BOURHY H., PEHARPRE D., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., BAUDUIN B., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage en Belgique: recrudescence en 1994. *Ann. Méd. Vét.*, 1995, **139**, 263-273.
- BROCHIER B., COSTY F., DECHAMPS P., HALLET L., PEHARPRE D., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., BAUDUIN B., DESMECHT M., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage en Belgique: bilan 1995. *Ann. Méd. Vét.*, 1996, **140**, 247-354.
- BROCHIER B., COSTY F., DECHAMPS P., LEROY A., HALLET L., PEHARPRE D., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., ROLAND H., BAUDUIN B., CHALON P., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage en Belgique: bilan 1996. *Ann. Méd. Vét.*, 1997, **141**, 399-406.
- BROCHIER B., DECHAMPS P., COSTY F., CHALON P., HALLET L., PEHARPRE D., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., ROLAND H., BAUDUIN B., RENDERS C., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage en Belgique: bilan 1997. *Ann. Méd. Vét.*, 1998, **142**, 261-270.
- BROCHIER B., DECHAMPS P., COSTY F., DE MULDER D., CHALON P., HALLET L., PEHARPRE D., SAEGERMAN C., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., ROLAND H., LAMBOT M., BAUDUIN B., RENDERS C., PASTORET P.-P. Epidémiologie-surveillance de la rage animale en Belgique: un seul cas détecté en 1998. *Ann. Méd. Vét.*, 1999, **143**, 273-280.
- BROCHIER B., DECHAMPS P., COSTY F., HALLET L., PEHARPRE D., SAEGERMAN C., MOSSELMANS F., BEYER R., LECOMTE L., MULLIER P., ROLAND H., BAUDUIN B., KERVYN T., CHALON P., RENDERS C., PASTORET P.-P. Deux ans d'absence de rage chez le renard en Belgique. Bilan de l'épidémiologie-surveillance de la rage en 1999. *Ann. Méd. Vét.*, 2000, **155**, 247-254.
- CAPT S. Köderversuche beim Rorfwuchs (*Vulpes vulpes*, L.). 1981, Lizentiatsarbeit phil. nat. Univ. Bern, pp90.
- CHALON P.X., BROCHIER B., BAUDUIN B., MOSSELMANS F., PASTORET P.-P. Structure d'âge et sexe ratio d'une population de renards roux (*Vulpes vulpes*) en Belgique. *Cahiers d'Ethologie*, 1998, **18** (1), 1-22.
- DEAN D.J. et ABELSETH M.K. The fluorescent antibody test. In: Laboratory techniques in rabies, 3, M.M. Kaplan et H. Koprowski (Eds), World Health Organization, Geneva, 1973, 73-84.
- GRENIER B. La décision médicale. Edition Masson - Paris, 1990, pp 246.
- KIENY M.P., LATHE R., DRILLIEN R., SPEHNER D., SKORY S., SCHMITT D., WIKTOR T., KOPROWSKI H., LECOCQ J.P. Expression of rabies virus glycoprotein from a recombinant vaccinia virus. *Nature*, 1984, **312**, 163 - 166.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. Comité OMS d'experts de la Rage. Huitième rapport technique 824. Genève, 1992.
- PASTORET P.-P., FRISCH R., BLANCOU J., BROCHIER B., WOLFF F., ROBOLY O., SCHNEIDER L.G. Campagne internationale de vaccination antirabique du renard menée au grand-duché de Luxembourg, en Belgique et en France. *Ann. Méd. Vét.*, 1987, **131**, 441-447.
- PASTORET P.-P., BROCHIER B., LANGUET B., THOMAS I., PAQUOT A., BAUDUIN B., KIENY M.P., LECOCQ J.P., DEBRUYN J., COSTY F., ANTOINE H., DESMETTRE P. First field trial of fox vaccination against rabies with a vaccinia-rabies recombinant virus. *Vet. Rec.*, 1988, **123** (November 5), 481-483.
- PASTORET P.-P., BROCHIER B., BLANCOU J., ARTOIS M., AUBERT M.F.A., KIENY M.P., LECOCQ J.P., LANGUET B., CHAPPUIS G., DESMETTRE P. Development and deliberate release of a vaccinia-rabies recombinant virus for the oral vaccination of foxes against rabies. In: Recombinant Poxviruses, G.L. Smith et M. Binns, Eds. CRC Press, 1992, 163 - 206.
- ROBOLY O. Contrôle sélectif des populations de renards par la méthode du tir de nuit. *Rev. Méd. Vet.*, 1979, **155** (9), 749 - 752.
- SACRAMENTO D., BOURHY H., TORDO N. PCR technique as an alternative method for diagnosis and molecular epidemiology of rabies virus. *Mol. Cel. Probes*, 1991, **5**, 229-240.
- SACRAMENTO D., BADRANE H., BOURHY H., TORDO N. Molecular epidemiology of rabies virus in France: comparison with vaccine strains. *J. Gen. Virol.*, 1992, **73**, 1149-1158.
- SCHNEIDER L.G., COX J.H. Ein Feldversuch zur oralen immunisierung von Füchsen gegen die Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. I. Unschädlichkeit, Wirksamkeit und Stabilität der Vakzine SAD B19. 1983, *Tierärztl. Umschau*, **38**, 315-324.
- SMITH J.S., YAGER P.A., BAER G.M. A rapid tissue culture test for determining rabies neutralizing antibodies. In: Laboratory techniques in Rabies, 3, M.M. Kaplan et H. Koprowski (Eds), Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 1973, 354-357.
- VANOPDENBOSCH E., DECHAMPS P., DUFÉY J., ROELS S., MULLIER P., HALLET L., BROCHIER B., COSTY F., CHARLIER G., FOUREZ R., SAEGERMAN C., PASTORET P.-P. Le premier cas d'encéphalopathie spongiforme bovine diagnostiqué en Belgique. *Ann. Méd. Vét.*, 1998, **142**, 111-118.