



Ecole Nationale Vétérinaire

d'Alfort

MASTER 2EME ANNEE

Santé publique Paris XI et Sciences et santé Paris XII

SPECIALITE

**SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADIES HUMAINES ET
ANIMALES**

RAPPORT DE STAGE

**Renforcement du système de surveillance épidémiologique de la PPR et
caractérisation de la mobilité ovine depuis les élevages naisseurs du moyen atlas
du Maroc vers les engraisseurs**

Présenté par

LEZAAR Yassir

Réalisé sous la direction de : Dr. Mounir Khayli

Organisme et pays : CIRAD France - ONSSA Maroc

Période du stage : 6 mois

Date de soutenance : 25/06/2014

Année universitaire 2013-2014

Sommaire

Résumé court:.....	5
Résumé long :.....	6
Première partie : Bibliographie	8
I- Présentation du Maroc:.....	8
1) Divisions administratives :.....	8
2) Autorité compétente en santé animale :.....	8
2-1- Organigramme fonctionnel :.....	8
2-2- Réseau national d'épidémiologie -surveillance des maladies animales.....	8
II- Données chiffrées sur l'élevage des petits ruminants au Maroc :	9
1) Données chiffrées sur le cheptel :.....	9
2) Structure de l'élevage des petits ruminants :.....	9
3) Races exploitées :.....	9
4) Marché des animaux sur pieds.....	9
5) La répartition du cheptel ovin national :.....	10
III- Présentation du moyen atlas et de ses spécificités d'élevage :.....	10
1) Système d'élevage agro-sylvo-pastoral du Moyen Atlas	10
2) Conduite du cheptel et périodes de productivité :.....	11
3) Echanges commerciaux au Moyen Atlas :.....	11
a/ Périodes de pic des ventes des petits ruminants :.....	11
b/ Marchés stratégiques du moyen atlas :.....	11
c/ Mobilité ovine :.....	12
4) Les ateliers d'embouche :.....	13
IV- La peste des petits ruminants :.....	14
1) Agent causal.....	14
2) Manifestations cliniques:.....	14
3) Transmission :.....	14
4) Espèces touchées :.....	14
5) Rôles des espèces sensibles dans l'épidémiologie du virus.....	15
V- Situation de la peste des petits ruminants dans le monde :	15
1) Bref historique:.....	15
2) Progression spatiale de la maladie :.....	15
3) Répartition mondiale des différentes lignées virales de la PPR :.....	16
4) Situation régionale au niveau du Maghreb :.....	16
VI- L'épizootie Marocaine de PPR (Juillet-Novembre 2008) :	16
1) Début de l'épizootie :.....	16

2)	Caractéristiques épidémiologiques:	17
3)	Déroulement de l'épizootie de 2008 :	17
4)	Répartition géographique:.....	18
VII-	Bilan du contrôle de la PPR au Maroc :	18
1)	Campagnes de vaccinations:.....	18
2)	Enquêtes sérologiques réalisées et résultats du TCP régional :.....	18
VIII-	Etude de la mobilité par la méthode d'analyse des réseaux sociaux	19
1)	Principes généraux.....	19
2)	Utilisation en épidémiologie	20
3)	Quelques indicateurs	20
4)	Utilisation du logiciel « R » :.....	20
	DEUXIEME PARTIE : CONTRIBUTION PERSONNELLE.....	21
	Contexte :.....	21
	Introduction :	21
I-	Objectifs de l'étude :.....	21
1)	Objectif général :	21
2)	Objectifs détaillés :	21
2-1-	Objectif principal :.....	21
2-2-	Autres objectifs :	21
II-	Matériel et méthodes :.....	22
1)	Description du site de travail :.....	22
2)	Choix de la zone de l'étude :.....	22
2-1-	Au niveau de la zone naisseurs :.....	22
2-2-	Au niveau de la zone engraisseurs :	23
3)	Les enquêtes réalisées :.....	23
3-1-	Enquête mobilité :.....	23
3-2-	Enquête sérologique :.....	25
3-3-	Enquête d'épidémiologie participative Chez les éleveurs :.....	29
3-4-	Enquête d'épidémiologie participative Chez les vétérinaires:	30
3-5-	Calendrier.....	31
III-	Résultats.....	32
1)	Enquête mobilité :	32
1-1-	Cartographie des flux des ruminants :.....	32
1-2-	Analyse des réseaux :.....	32
1-3-	Caractéristiques des flux des ruminants :	33
1-4-	Le réseau des flux :	33

2)	Enquête sérologique :.....	36
2-1-	Répartition géographique des prélèvements réalisés :.....	36
2-2-	Caractéristiques des ovins prélevés :.....	37
2-3-	Caractéristiques des ovins prélevés par région : (Par type de production engraisseurs ou naisseurs) :.....	38
2-4-	Répartition des prélèvements analysés :.....	39
3)	Epidémiologie participative éleveurs :.....	40
3-1-	L'activité d'élevage :.....	40
3-2-	La situation sanitaire :.....	40
4)	Epidémiologie participative vétérinaires :.....	44
4-1-	Connaissances du contexte étiologique et épidémiologique de la maladie :.....	44
4-2-	Expérience antérieurement acquise en connaissances pratique des cas cliniques :.....	45
4-3-	Connaissances du cadre clinique de la maladie :.....	45
4-4-	Maladies rencontrées sur le terrain pouvant porter à confusion avec la PPR :.....	46
IV-	Discussions :.....	48
1)	Enquête mobilité :.....	48
2)	Partie épidémiologie participative éleveurs :.....	49
3)	Discussions partie épidémiologie participative vétérinaires:.....	50
4)	Discussion de l'enquête sérologique chez les engraisseurs et les naisseurs :.....	50
V-	Conclusion :.....	51
	Références Bibliographiques	53
	ANNEXES :.....	57

Résumé court:

Le Maroc a connu une épizootie de Peste des Petits Ruminants (PPR) (une maladie virale émergente en Afrique du nord) durant l'été 2008. La majorité des foyers avaient été recensés dans les troupeaux ovins dans le circuit liant les éleveurs naisseurs du massif du Moyen Atlas aux éleveurs engraisseurs. Le présent travail se propose de contribuer au renforcement du système de surveillance épidémiologique de cette maladie au Maroc à travers des activités de surveillance programmée portant sur les ovins des élevages naisseurs et engraisseurs. Dans ce cadre une étude sur la mobilité ovine a permis de déterminer les principaux nœuds du réseau commercial qui risquent de favoriser la diffusion de cette maladie mais dont l'identification améliore la capacité d'en contrôler la diffusion par le contrôle de la circulation d'animaux en cas d'épizootie. Ces nœuds sont des communes hébergeant les grands marchés ovins du Moyen Atlas, ainsi qu'une commune rassemblant les ateliers d'embouche située plus à l'Ouest et qui a une grande portée du point de vue circuit de distribution. La cartographie des flux obtenue lors de cette étude a permis de faire le rapprochement entre les mouvements des ovins et la dissémination des foyers de PPR constatés lors de l'épizootie de 2008. Une enquête sérologique a permis de vérifier le statut sanitaire séronégatif vis-à-vis de la PPR des jeunes ovins âgés de 4 à 12 mois présents dans le circuit naisseurs – engraisseurs, ainsi que la race majoritairement exploitée au niveau de ce circuit. Une enquête d'épidémiologie participative menée auprès des éleveurs naisseurs et des vétérinaires de la région a permis d'identifier les principales maladies présentes sur le terrain pouvant intervenir dans le diagnostic différentiel de la PPR. Cette enquête a permis d'apprécier l'expérience des vétérinaires de la région en matière de diagnostic clinique de cette maladie qui s'est révélée satisfaisante. Des recommandations sont faites pour améliorer la surveillance de la PPR dans cette région. Certaines concernent le renforcement des compétences des vétérinaires qui sont avec les éleveurs les premières sentinelles sur le terrain.

Mots clés : Maroc, PPR, ovins, surveillance programmée, mobilité animale, sérologie, épidémiologie participative.

Résumé long :

Le Maroc a connu en 2008 une épizootie de Peste des Petits Ruminants (PPR) causée par un virus de lignée IV, invasive notamment en Afrique du nord. La PPR est une maladie transfrontalière des ovins et des caprins largement répandue en Afrique, au moyen orient et en Asie, en expansion rapide. L'épizootie du Maroc a montré de faibles taux de morbidité (11,9%) et de mortalité (5, 5%) suggérant ainsi une faible contagiosité. Néanmoins la maladie s'est retrouvée disséminée dans toute la moitié nord du pays avec 257 foyers déclarés en un peu plus de trois mois. Les derniers foyers ont été observés en novembre 2008 et aucun autre épisode de PPR n'a été rapporté depuis cette date. En effet, des campagnes annuelles de vaccination de masse ont été menées pendant trois ans (2008, 2009 et 2010), suivies d'une campagne de vaccination partielle en 2011. La vaccination a été arrêtée en 2012, et des mesures renforcées de surveillance ont été mises en place pour détecter précocement une résurgence éventuelle ou une réintroduction de PPR. Les résultats présentés ici ont été obtenus au cours d'un stage de master s'insérant dans ce cadre ainsi que dans le programme de travail d'un jumelage entre le Cirad, laboratoire mondial de référence de l'OIE pour la PPR, et Biopharma, laboratoire national de diagnostic et de production de vaccin vétérinaire.

Des enquêtes menées lors de l'épizootie de 2008 ont montré que la maladie était concentrée au niveau de trois provinces du Nord du Maroc dont celle hébergeant les ateliers d'embouche ainsi que les deux grandes provinces moutonnières du massif du Moyen Atlas qui alimentaient en ovins la première. Le Moyen Atlas est un massif montagneux s'étendant sur 350 km. Il abrite un système d'élevage ovin de type naisseur exploitant essentiellement la race Timahdite, convoitée pour la qualité de sa viande et qui par conséquent se retrouve commercialisée dans d'autres régions du pays majoritairement à travers les centres d'embouche. Le système d'élevage est de type extensif reposant principalement sur les forêts, les parcours et marginalement sur les sous-produits agricoles. Ce mode de conduite favorise les contacts entre troupeaux d'origines différentes et est propice à la transmission des maladies.

Plusieurs enquêtes sérologiques ont été menées depuis la déclaration de la PPR au Maroc en 2008. La première était une enquête rétrospective sur une sérothèque datant de 2006. Elle a permis de s'assurer que le virus ne circulait pas avant sa déclaration officielle. D'autres enquêtes ont été réalisées en 2009 et en 2012 et ont permis de confirmer l'absence de circulation virale après l'épizootie de 2008 et les campagnes de vaccination qui ont suivi. Notre travail avait pour objectif de renforcer l'efficacité du système de surveillance épidémiologique de la PPR dans les élevages naisseurs du Moyen Atlas en vue de sécuriser la production des agneaux d'embouche. Dans cette optique des enquêtes ont été menées sur le terrain et ont permis :

1/De caractériser la mobilité ovine depuis les élevages naisseurs vers les centres d'embouche, pour étudier le flux des ovins.

2/D'évaluer le statut sanitaire vis-à-vis de la PPR des agneaux dans les élevages engraisseurs et naisseurs à travers des enquêtes sérologiques.

3/D'évaluer le statut sanitaire des ovins dans la zone des élevages naisseurs via des enquêtes d'épidémiologie participative chez les éleveurs et l'évaluation des connaissances des vétérinaires de cette zone à propos de la maladie.

Chez les éleveurs naisseurs les provinces de Khenifra et d'Ifrane ont été retenues pour cette étude (i) en raison de leur potentiel moutonnier important, (ii) de la forte incidence des foyers de PPR lors de l'épizootie de 2008, (iii) de leur couverture géographique importante et (iv) de la présence à leur niveau des plus grands marchés commerciaux ovins du massif en terme de volume d'échange. Chez les engraisseurs, la zone d'étude a été représentée par la commune de Sidi Bettache qui rassemble tous les ateliers d'embouche de la province de Benslimane.

Dans le cadre de l'enquête mobilité 807 éleveurs au total ont été enquêtés dans les communes échantillonnées (21 sur 46 communes chez les naisseurs en plus de la commune des engraisseurs) et marchés

enquêtés (4 sur 6 marchés), alors que pour l'enquête sérologique 847 prélèvements ont pu être réalisés parmi les 948 prévus au niveau des communes échantillonnées (14 sur 46 communes chez les naisseurs en plus de la commune des engraisseurs). L'échantillonnage de l'enquête participative chez les éleveurs a été réalisé de manière empirique en tenant compte du caractère moutonnier des communes. Trois communes ont pu être enquêtées avec des groupes de 10 éleveurs par commune. L'enquête participative chez les vétérinaires, a rassemblé 19 des 36 vétérinaires de la région concernée.

Les principaux résultats de l'étude mobilité ont mis en évidence deux grands types de mouvements commerciaux des ovins : l'un des naisseurs vers les marchés et l'autre de ces derniers vers les engraisseurs. La cartographie des flux a permis de confirmer les grands flux commerciaux préexistants entre les naisseurs et les engraisseurs, mais a également permis de déceler d'autres flux à plus grande distance qui n'étaient pas antérieurement suspectés. L'analyse des données par la méthode des réseaux sociaux (SNA) a permis de déceler les principaux carrefours d'échange commerciaux existants, représentés par la commune des engraisseurs et par les communes hébergeant les grands marchés ovins du Moyen Atlas. Dans ce cadre, bien que les deux plus grands marchés du massif n'aient pas pu être enquêtés, ils sont tout de même ressortis dans les résultats en tant que points à forte centralité soulignant ainsi leur rôle important en tant que carrefours commerciaux.

Les résultats de l'enquête sérologique dont le pourcentage de réalisation a été de 89% +/-1%, avec un taux de non réalisation de 21% +/- 4% chez les engraisseurs a montré des résultats négatifs au test ELISA avec 1,4% des résultats douteux (12 prélèvements) qui se sont avérés négatifs après confirmation par le test de séro-neutralisation. Ces résultats confirment ainsi ceux obtenus antérieurement, d'une absence de circulation du virus de la PPR dans ces élevages. Il convient toutefois d'être prudent dans la mesure où la puissance statistique des résultats n'était pas optimale.

L'enquête participative avec les éleveurs a permis de mettre en évidence les principales maladies sévissant dans la région dont certaines peuvent prêter à confusion avec la PPR, telles que la Blue Tongue.

L'entretien avec les vétérinaires a permis d'apprécier leurs connaissances du contexte étiologique et épidémiologique de la PPR qui paraissaient satisfaisantes, sauf pour certains aspects épidémiologiques (rôles du contact entre animaux et des pâturages collectifs dans la transmission). L'expérience acquise vis-à-vis de cette maladie est maintenue par 68% des vétérinaires enquêtés.

Les principales recommandations suggérées consistent en :

- Le contrôle de la dissémination des maladies dont la PPR passe par la surveillance et la mise en place des mesures de contrôle des mouvements dans les principaux carrefours commerciaux identifiés lors de cette étude.
- L'organisation de sessions de formation et de sensibilisation au profit des vétérinaires et des éleveurs dans la zone du Moyen Atlas.
- L'extension de l'étude mobilité aux autres régions du pays afin de déterminer les principaux carrefours d'échange commerciaux des ovins.
- Extrapoler les résultats de l'étude à tout le système naisseur et s'en servir pour d'autres maladies telles que la Blue Tongue, voire la clavelée, la fièvre de la vallée du rift ou la fièvre aphteuse.
- Les mesures ainsi prises pourraient servir de base aux mesures de surveillance et de contrôle d'autres maladies infectieuses dans ce système naisseur-engraisseur

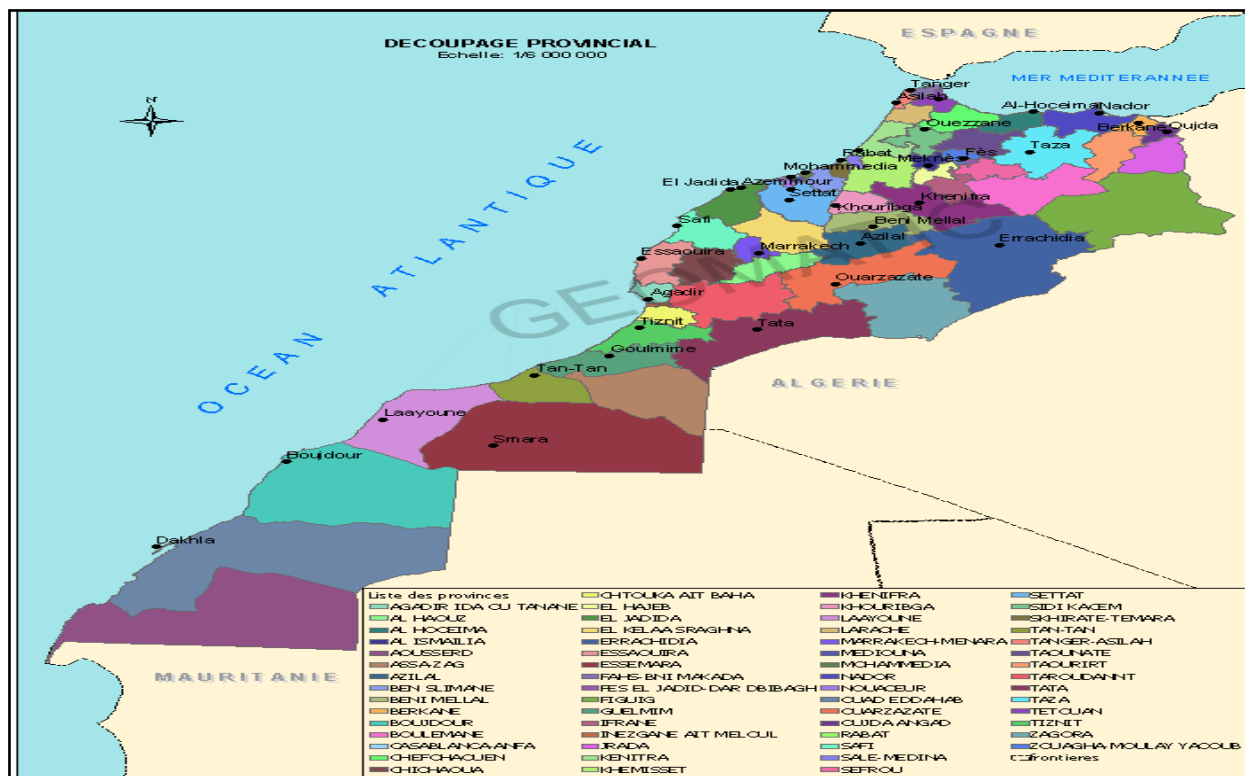
Première partie : Bibliographie

I- Présentation du Maroc:

1) Divisions administratives :

Administrativement le Maroc est organisé selon trois niveaux territoriaux: Les Régions qui sont au nombre de 16, les Préfectures urbaines au nombre de 28, les Provinces au nombre de 45 (Figure 1), puis les Communes réparties en 248 communes urbaines et 1298 communes rurales (Akhenouch 2009) (Annexe 1).

Figure 1 : Découpage administratif du Maroc à l'échelle des préfectures et provinces (Akhenouch 2009).



2) Autorité compétente en santé animale :

2-1- Organigramme fonctionnel :

Suite à la réorganisation récente du Ministère de l'Agriculture, l'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA) a été créé. Cet office qui a démarré ses activités à partir du 1er janvier 2010, est un Etablissement qui exerce, pour le compte de l'Etat, les attributions relatives à la protection de la santé du consommateur et à la préservation de la santé des animaux et des végétaux le long de toute la chaîne alimentaire. L'organigramme de l'ONSSA comprend différents niveaux (Annexe 2 et 3) (ONSSA 2012):

- ✓ **Un niveau central:** comprenant une Direction des Services Vétérinaires (**DSV**) qui comprend trois divisions techniques dont la division de la santé animale.
- ✓ **Un niveau Régional:** composé de 10 Directions Régionales (DR) auxquelles sont rattachés différents services dont les services vétérinaires provinciaux (SVP) et les Laboratoires d'Analyses et de Recherches (LRAR).
- ✓ **Un niveau provincial** constitué par les services vétérinaires provinciaux et les inspections vétérinaires.

2-2- Réseau national d'épidémiologie -surveillance des maladies animales

Le système national d'épidémiologie est basé sur un dispositif de suivi sanitaire du cheptel national vis-à-vis des maladies animales principalement au niveau des souks, des exploitations, des abattoirs, des postes frontières et dans tous les points de rassemblement des animaux. Cette surveillance se fait dans le

cadre du Réseau National d'Epidémiologie des Maladies Animales (RENESMA). Toutes les données sont transmises au service de l'Epidémiologie et de la Veille Sanitaire (SEVS) qui est un service relevant de la Division de la Santé Animale (DSA) et qui se charge du traitement et de l'analyse des données. (ONSSA 2012) (Annexe 4).

II- Données chiffrées sur l'élevage des petits ruminants au Maroc :

1) Données chiffrées sur le cheptel :

Actuellement le cheptel national compte 31,1 millions de têtes dont 19,95 millions d'ovins, 6,23 millions de caprins, 3,17 millions de bovins, 1,54 millions d'équins et 197.750 camelins (ONSSA 2014). Chez les ovins les femelles représentent les deux tiers de l'effectif contre un tiers pour les mâles (Akhenouch 2009, ONSSA 2014).

2) Structure de l'élevage des petits ruminants :

Le nombre d'exploitants pratiquant l'élevage ovin s'élève à 781560, soit 52% du nombre total d'exploitants et 71% de ceux pratiquant l'élevage (toutes espèces confondues). Les données démontrent que les troupeaux de moyenne à faible taille (moins de 50 têtes) restent dominants représentant 80 % du total (MADRPM 1998).

3) Races exploitées :

Il existe quatre races ovines bien identifiées qui sont l'objet de programmes de sélection de la part de l'Association Nationale Ovine et Caprine (ANOC) dans les zones de reproduction sélectionnées. Il s'agit des races Timahdite dans le Moyen Atlas et les zones avoisinantes, Sardi, dans les plaines au nord de l'Atlas, Beni Guil, sur les hauts plateaux orientaux, et Dman, dans les oasis (sans utilisation du parcours). Ces races se localisent dans des zones dites "berceaux de race" délimitées par voie réglementaire (Figure 2), Quelques races moins connues sont exploitées dans d'autres régions (Kabbali et Berger 1990, Boujenane 1999).

Figure 2 : Localisation géographique des principales races ovines du Maroc
(Source : Boulanouar et Benlekhal 2006)



4) Marché des animaux sur pieds

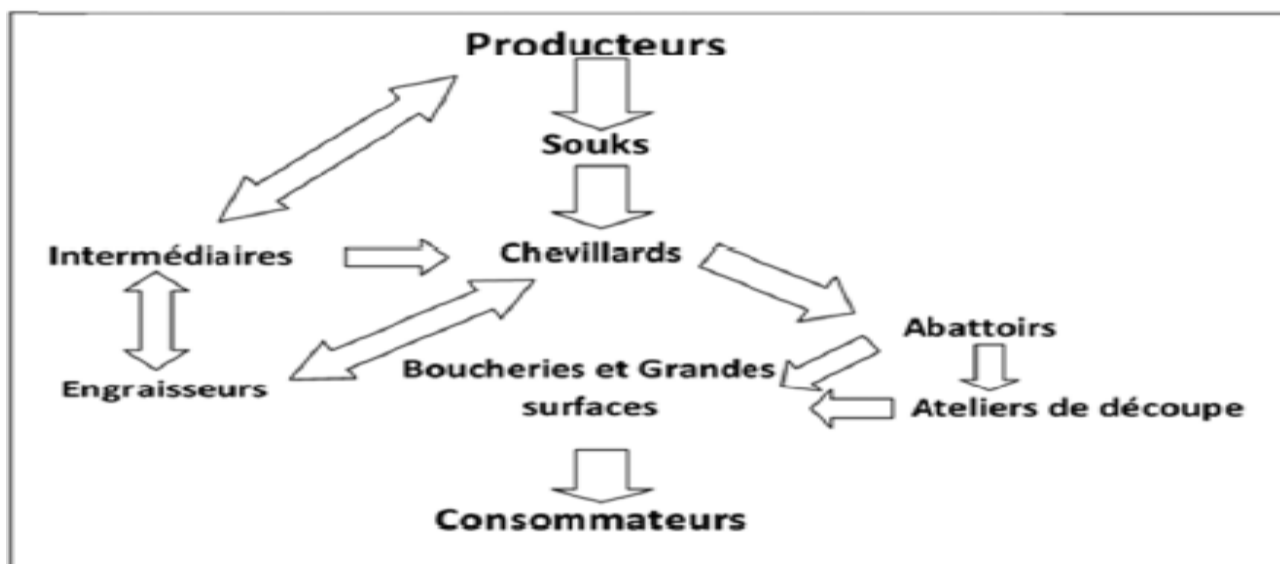
L'essentiel des échanges commerciaux se fait au niveau des souks dont les ruraux forment la majorité des marchés hebdomadaires au Maroc, le reste étant situé dans les centres urbains alors qu'une très faible proportion se réalise au niveau des fermes (5% de l'ensemble des ventes) (Boulanouar et Benlekhal 2006).

Le circuit de commercialisation du bétail et de la viande ovine comprend l'achat des animaux, leur abattage, le transport et la vente de la viande chez le détaillant. Boulanouar et Benlekhal (2006) rapportent l'intervention de quatre opérateurs pour ces différentes opérations (Figure 3):

- le producteur, qui est le fournisseur premier des marchés, peut être soit naisseur, soit engraisseur, soit, le plus souvent, les deux à la fois.

- l'intermédiaire, qui constitue la liaison entre la production des animaux et la transformation en carcasses. Il procède à l'achat au souk pour revendre le même jour. Il peut revendre dans un autre souk lorsque les prix y sont plus favorables. Parfois le même animal, repris par plusieurs intermédiaires, fait le tour de plusieurs souks avant d'être abattu ;
- le chevillard, qui achète le bétail, soit pour l'abattre directement et vendre les carcasses aux bouchers, soit pour procéder à sa finition avant l'abattage;
- le boucher, qui est le détaillant de la commercialisation des viandes. Il achète les animaux vifs pour les abattre lui-même ou il s'approvisionne en carcasses chez les chevillards.

Figure 3: Circuit de commercialisation de la filière ovine



5) La répartition du cheptel ovin national :

Globalement, le cheptel ovin est réparti dans toutes les régions et provinces du Royaume, mais avec des proportions variables. Boulanouar et Benlekhal (2006) rapportent quatre zones dites à "vocation ovine" qui comptent les 2/3 de l'effectif total:

- ✓ Plateau central (Chaouia – Rhamna – Abda) : 19% ;
- ✓ Plateau de l'oriental (Oujda – Figuig – Taza – Jerrada) : 17% ;
- ✓ Haut Atlas : (Haouz - Tafilalet – Ouarzazate – Azilal – Essaouira) : 12%.
- ✓ Moyen Atlas : 17,5%. Potin C (2002) cite une part de l'ordre de 17 à 20% du cheptel national ;

III- Présentation du moyen atlas et de ses spécificités d'élevage :

L'élevage ovin joue un rôle important au Maroc puisque le cheptel national compte plus de 19,95 millions de têtes (ONSSA 2014). Une proportion assez importante (17,5% rapportée par Boulanouar et Benlekhal (2006)) est localisée dans les montagnes du Moyen Atlas qui est le siège d'une activité d'élevage liée au mode de vie de la population et reposant sur les parcours et la forêt en tant que sources fourragères et à moindre proportion, sur les fourrages cultivés et les sous-produits céréaliers. Les élevages sont de type naisseurs, au moins à l'origine, et ils sont conduits dans un système agro-sylvo-pastoral de moins en moins transhumant où les troupeaux se composent essentiellement d'ovins et de caprins conduits dans des troupeaux mixtes. (Chergaoui et Boulanouar 2006).

1) Système d'élevage agro-sylvo-pastoral du Moyen Atlas

L'élevage ovin dans le Moyen Atlas utilise des ressources fourragères variées provenant des terrains agricoles, des prairies naturelles et des forêts d'où sa qualification de système agro-sylvo-pastoral (Joffré et al 1992, El Amiri, 1999). Le couvert végétal naturel du massif s'étend sur 1.213.050 ha représentant 70% de sa superficie qui lui confère la particularité de zone sylvo-pastorale (Chergaoui et Boulanouar 2006).

Les parcours couvrent une partie très importante des besoins du cheptel ovin et caprin dans le Moyen Atlas. Différents travaux de recherche ont rapporté des taux de couverture allant de 70 à 80% (Kabbali et Berger 1990).

2) Conduite du cheptel et périodes de productivité :

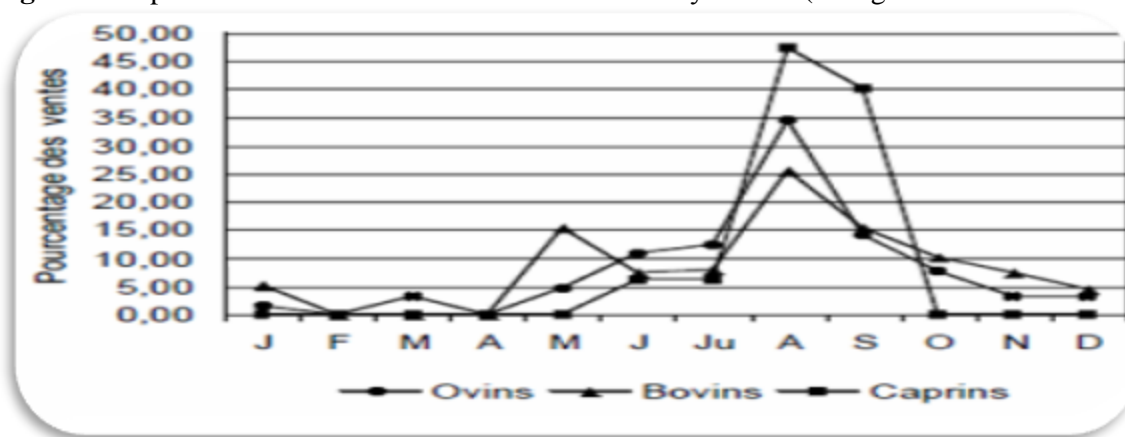
L'étude d'El Amiri (1999) montre qu'au Moyen Atlas Central, la réforme des animaux (mâles et femelles) au niveau des troupeaux se fait en moyenne à plus de 6 ans. Elle peut atteindre 11ans dans certains cas extrêmes. En élevage extensif traditionnel, les éleveurs ne prennent aucune mesure pour la lutte, les femelles et les mâles n'étant jamais séparés durant toute l'année. La conséquence de cette cohabitation est l'étalement des agnelages sur une période allant de septembre à mai et le troupeau a ainsi une structure démographique hétérogène. Selon les éleveurs, cette répartition des agnelages sur une si longue période est même très recherchée étant donné le rôle de trésorerie que joue l'élevage dans l'exploitation. Mais bien que les brebis mettent bas toute l'année, il existe des périodes de concentration des naissances en octobre, en janvier et en mai (Chaarani et Robinson 1992). Un quatrième pic de naissances a été identifié en juillet (El Amiri 1998).

3) Echanges commerciaux au Moyen Atlas :

a/ Périodes de pic des ventes des petits ruminants :

Il ressort des études faites dans le cadre du projet Moyen Atlas central que le maximum des ventes se fait en été et automne (Chergaoui et Boulanouar 2006). En effet, d'après Naitlho et Müller (1993) 80% de la production annuelle des ovins se fait entre les mois d'août et d'octobre (figure 4). Hormis les ovins issus des naissances réparties sur toute l'année, d'après Chaarani et Robinson (1992) les ovins majoritairement présents au cours du mois d'aout sur les marchés du moyen atlas correspondent aux pics de naissances des mois d'octobre, janvier et mai, âgés respectivement de 10, 7 et 3 mois. Cette période du pic des ventes ressortie par Naitlho et Müller en 1993 ne correspondrait pas à la période de « La fête du sacrifice » puisque cette fête religieuse était située à une date correspondant au 1^{er} Juin de cette même année.

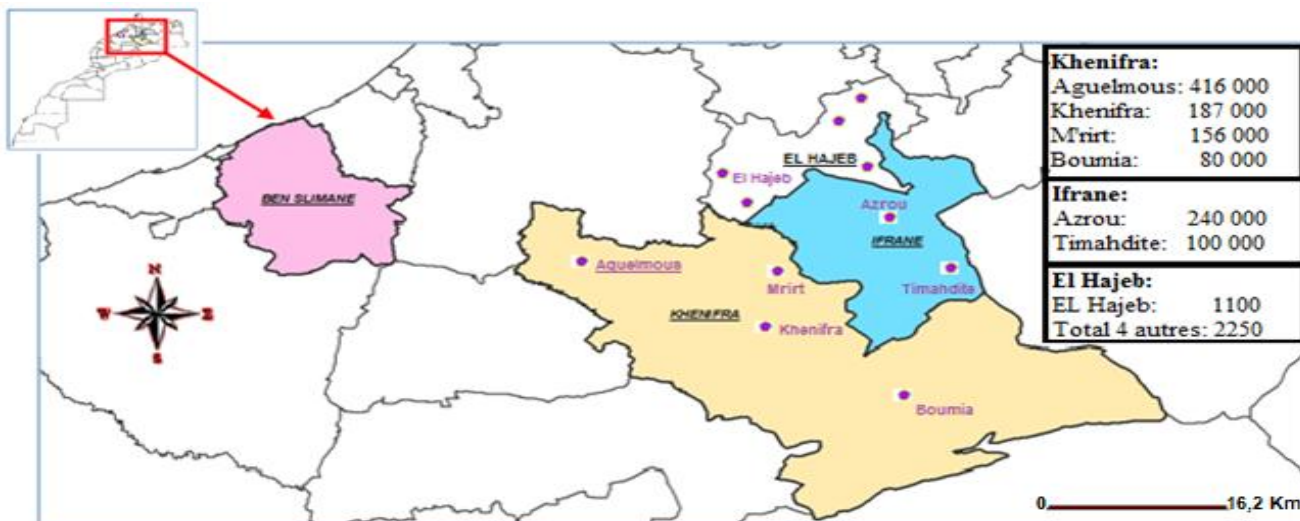
Figure 4: Répartition des ventes au cours de l'année au moyen atlas (Chergaoui et Boulanouar 2006)



b/ Marchés stratégiques du moyen atlas :

Selon une enquête réalisée par l'ONSSA (2012) sur les marchés définis comme stratégiques de par leur volume d'échange en nombre de têtes et selon leur portée interprovinciale, il ressort qu'au moyen atlas les marchés de la province de Khénifra viennent en tête avec un grand volume d'échange de 416 000 têtes par an pour le marché d'Aguelmous, suivis des marchés de la province d'Ifrane avec un volume d'échange de 240 000 têtes, qui représentent respectivement 378 fois et 218 fois le volume d'échange du marché principal de la province d'El Hajeb, alors qu'aucun marché stratégique n'a été recensé dans la province de Sefrou (Figure 5).

Figure 5 : Souks stratégiques du Moyen Atlas et volume de leurs échanges en ovins en nombre de têtes par an (Source: ONSSA 2012)



c/ Mobilité ovine :

Les marchés de la province de Khénifra collectent les ovins de toute cette province et s'alimentent dans les provinces limitrophes du Sud-Est (Errachidia), du sud (Beni Mellal et Khouribga), Sud-Ouest (Settat) et Nord-Ouest (Khémisset). Ils desservent sur de plus longues portées des provinces situées plus au Nord (Taza et Fès), ainsi que des provinces de l'extrême Nord (Tanger), du Nord-Est (Nador) et de l'Ouest (Rabat et Casablanca) du territoire (Figure 6).

Figure 6 : Origine et destination des échanges ovins dans les marchés stratégiques de la province de Khenifra.



Les marchés de la province d'Ifrane collectent les ovins de la province, s'alimentent depuis les provinces limitrophes Sud (Khenifra), Est (Boulemane), Nord (Sefrou et El Hajeb), et desservent des provinces plus au Nord (Meknes), plus à l'Ouest (Rabat et Casablanca) et plus au Sud (Khénifra et Khouribga) (Figure 7).

Figure 7 : Origine et destination des échanges ovins dans les marchés stratégiques de la province d'Ifrane.



Les portées de ces marchés semblent être en accord avec celles non exhaustives citées par Starter (2006) qui a rapporté que les marchés de Khénifra et d'Azrou collectent les produits du Moyen-Atlas et les exportent vers Fès, Meknès, Rabat, Casablanca ou vers d'autres souks (Khouribga, Beni Mella, ...). Les marchés de la province de Khénifra et d'Ifrane alimentent en grandes quantités directement les ateliers d'embouche de la province de Benslimane dont les engraisseurs remontent s'approvisionner localement en ovins de race Timahdit (ONSSA 2008-b). Les marchés de la province d'El Hajeb dont le volume d'échange est très faible comparativement aux marchés des deux autres provinces paraissent avoir une portée très limitée avec une alimentation en amont depuis la province limitrophe sud d'Ifrane et une relation en aval avec les provinces limitrophes nord de Fes et de Meknes.

4) Les ateliers d'embouche :

Une enquête menée par l'ONSSA auprès des engraisseurs au cours de l'épizootie de PPR de 2008 dans la province de Benslimane et précisément dans la commune de Sidi Bettache qui rassemble tous les ateliers d'embouche de la province a permis de constater que la zone d'approvisionnement majoritaire pour ces éleveurs était le Moyen Atlas, ce qui est associé à l'exploitation de la race Timahdite, race majoritaire recensée lors de cette enquête dont le berceau est le Moyen Atlas (ONSSA 2008-b). Cette même enquête a recensé 111 éleveurs engraisseurs et a relevé une production de 65 000 têtes lors de la période enquêtée avec une capacité de production potentielle de 157 550 têtes. Les engraisseurs réalisent jusqu'à 4 bandes par an, la taille des lots varie selon l'infrastructure des ateliers d'embouche, ainsi des lots allant de 250 à plus de 1000 ovins par troupeaux, avec une taille moyenne de 500 ont été recensés. A partir d'un âge moyen à l'achat de 6 mois et une durée d'engraissement de 3 mois, les agneaux passent d'un poids moyen à l'achat de 19kg à un poids moyen à la vente de 33 kg. Les produits engraisés sont destinés aux différents marchés, élevages et abattoirs du pays. Un système de production intensif strict a été majoritairement recensé au niveau de ces ateliers d'embouche (ONSSA 2008-b).

IV- La peste des petits ruminants :

1) Agent causal

La PPR est une maladie animale virale dont l'agent étiologique est un virus à ARN du genre Morbillivirus de la famille des Paramyxoviridae. Ce genre comprend différents membres dont le virus de la rougeole, le virus de la peste bovine et les virus de la maladie de Carré des chiens et de certains mammifères marins. Ces virus sont unis par une grande communauté antigénique mais ils possèdent tous une spécificité d'hôtes assez marquée (Diallo 2003).

2) Manifestations cliniques:

La maladie peut se développer sous quatre formes cliniques en fonction de la sensibilité de l'animal infecté (Diallo 2003). Lorsque la maladie apparaît pour la première fois dans une région, le tableau clinique est généralement celui de la forme hyper aiguë exprimant une très forte fièvre, un état d'abattement profond suivi d'une mort foudroyante, et ce avant même les premiers signes cliniques caractéristiques (Roeder et al 2000). Mais généralement la forme suraiguë affecte surtout les caprins de plus de quatre mois, elle se traduit par une forte hyperthermie et une perte d'appétit, suivis de la congestion des muqueuses buccales et oculaires qui donnent lieu à du larmolement et à du jetage avant qu'une diarrhée profuse ne se déclare, puis cinq à six jours après les premiers symptômes, la mort survient dans 100 % des cas. Dans la forme aiguë qui est la forme typique de la maladie la température de l'animal augmente et les mêmes signes cliniques que pour la forme suraiguë sont présents mais ils sont moins prononcés et accompagnés d'une respiration laborieuse, d'une diarrhée et d'une érosion des muqueuses buccales, avant que la mort ne survienne dans les dix jours suivant le début de l'hyperthermie. Dans cette forme le taux de mortalité s'élève à 70-80 %. En cas de guérison, la convalescence est rapide. La forme subaiguë dont la gravité est fonction du degré de complication microbienne (souvent fréquente) se traduit par une faible hyperthermie. Les autres signes cliniques sont peu intenses, voire absents. Le jetage est peu abondant et se dessèche autour des nasaux pour former des croûtes qui peuvent alors être confondues avec l'ecthyma contagieux. La forme inapparente est assez fréquente, notamment dans les zones sahéliennes et ne peut être révélée que lors d'enquêtes sérologiques (Minet et al 2009).

3) Transmission :

Les animaux infectés excrètent de grandes quantités de virus par le jetage, les larmes, la salive, l'urine et les matières fécales à partir desquels les animaux s'infectent par contact, d'où la transmission rapide de la maladie quand le contact entre les animaux est étroit. Néanmoins le virus de la PPR, tout comme celui de la peste bovine, ne survit pas longtemps en milieu extérieur en raison de sa très grande fragilité (Abegunde et Adu 1997), il est inactivé à 50 °C en 30 mn, mais résiste sur de longues périodes dans les tissus réfrigérés ou congelés OIE (2002).

4) Espèces touchées :

Cliniquement le virus de la peste des petits ruminants affecte les petits ruminants domestiques (ovins et caprins) et sauvages (Minet et al 2009). Les ovins et les caprins ne sont pas toujours touchés avec la même fréquence ni la même gravité clinique. En Afrique, par exemple, la PPR est plus fréquemment observée chez les caprins que chez les ovins, alors que ces derniers semblent être les premières victimes de la maladie en Asie (Roeder et al 2000), ceci rejoint ce qui a été observé lors de l'épizootie marocaine de PPR de 2008 durant laquelle les caprins ont été affectés avec un taux de morbidité de 18,78%, contre un taux de morbidité de 11,34% chez les ovins (ONSSA 2008-a).

Des cas cliniques de PPR ont été décrits sur des petits ruminants sauvages dans certains parcs zoologiques dont des moutons Laristan, des gazelles de type Dorcas, des gemsbock et des ibex de Nubie (Roeder et al 2000). C'est le cas de par exemple de 200 gazelles élevées en semi liberté dans l'est de l'Arabie qui ont été touchées avec au bilan un taux de morbidité de 51% et un taux de mortalité de 100% (Abu-Elzein et al., 2004).

Le génome de la lignée IV du virus a récemment été séquencé chez des grands bharals au Tibet (Bao et al., 2011) au Emirats Arabes Unis (Kinne et al., 2010) et sur des chèvres sauvages de Kurdistan (Munir, 2013). Au Maroc le rôle des petits ruminants sauvages dans la transmission de la maladie lors de l'épizootie de 2008 a été écarté vu que ces derniers évoluent dans des réserves naturelles cloisonnées ne permettant pas le contact avec les autres espèces de petits ruminants domestiques (ONSSA 2008-a).

D'autres espèces, telles que les bovins, les buffles, les dromadaires et les porcs, peuvent être infectées par le virus de la PPR, même s'il est difficile de détecter les symptômes de la maladie (Roeder et al 2000). C'est le cas du dromadaire pour lequel des anticorps anti-PPRV ont été mis en évidence en Egypte (Ismail et al., 1992) mais aussi pendant les épizooties d'Ethiopie en 1995 (Roger et al., 2001) et du Soudan (Khalafalla et al., 2010) où la maladie s'est manifestée et fut caractérisée par un syndrome respiratoire.

5) Rôles des espèces sensibles dans l'épidémiologie du virus

Malgré le nombre important d'espèces de petits ruminants sauvages sensibles au virus, le rôle de la faune sauvage dans l'épidémiologie du PPRV, notamment en tant que réservoir, n'est pas confirmé. L'information disponible sur l'apparition de la maladie chez les animaux sauvages en liberté est principalement issue d'enquêtes sérologiques, on ne peut confirmer le fait que le PPRV circule chez les animaux sauvages et agit comme une source potentielle de virus pour les espèces domestiques (Munir, 2013 ; Baynard et al., 2010). Au Kurdistan par exemple, bien que 750 chèvres sauvages (chèvres bezoar) aient succombées à la PPR entre 2010 et 2011, aucun cas n'a été détecté chez les espèces domestiques voisines (Hoffman et al., 2012). Seul un rôle de sentinelle peut donc être attribué aux petits ruminants sauvages.

V- Situation de la peste des petits ruminants dans le monde :

1) Bref historique:

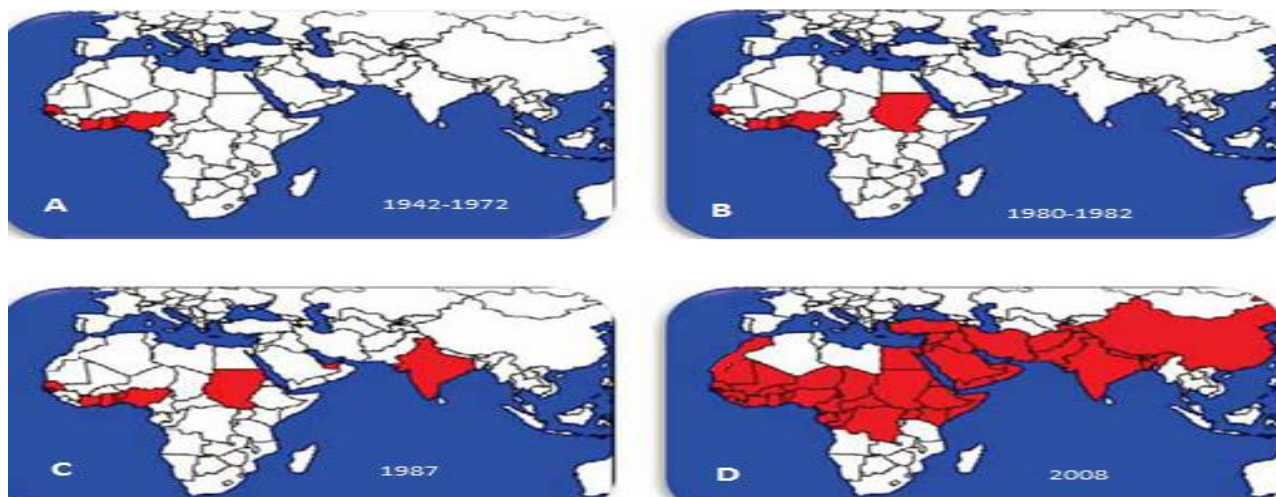
La PPR a été décrite pour la première fois en Côte d'Ivoire en 1942 par Gargadenec et Lalanne qui l'ont dénommée ainsi, puis au Sénégal (Gilbert et Monnier 1962, Bourdin et Doutra 1976), ou encore au Bénin (Bourdin 1973) et au Nigéria.

2) Progression spatiale de la maladie :

Historiquement cantonnée dans les pays d'Afrique occidentale (Figure 8A), la maladie est identifiée d'Ouest en Est dès le début des années 80, avec une aire de répartition couvrant tous les pays d'Afrique sahélienne de l'ouest et du centre en plus du Soudan (Figure 8B). Puis la PPR est identifiée en péninsule Arabe et au continent asiatique (Abu Elzein et al 1990) (Figure 8C).

La fin des années 80 et le début des années 90 sont marqués par la progression de la maladie sur le continent Asiatique et le Moyen Orient (Figure 8 D). DIALLO et CAMPO (2008) ajoutent que depuis le début des années 2000 la PPR a progressé plus au sud après avoir traversé l'équateur pour infecter le Gabon, la République du Congo, la République Démocratique du Congo, l'Ouganda et le Kenya. En 2008 la maladie a également progressé plus au nord sans épargner l'Egypte puis le Maroc (Figure 8D).

Figure 8 A, B, C et D : Evolution de la distribution géographique de la PPR dans le monde (1942-2008)
(Source: FAO 2014).



3) Répartition mondiale des différentes lignées virales de la PPR :

L'annexe 5 illustre la répartition des différentes lignées virales circulant dans le monde qui ont été classées en quatre souches : Les souches appartenant aux lignées (I) et (II) sont issues de foyers d'Afrique de l'ouest et centrale. La lignée (III) est présente de part et d'autre de la mer Rouge, elle comprend des isolats d'Afrique orientale (Ethiopie, Soudan) ainsi que de la partie sud de la péninsule arabique (Oman, Emirats Arabes Unis). La lignée (IV) comprend des souches issues des aires géographiques majeures du continent asiatique, depuis la Turquie jusqu'à l'ouest chinois en passant par le Tajikistan (Kwiatek et al 2007) ou l'Inde, mais dernièrement aussi de l'Afrique orientale (Egypte et Soudan) et centrale (Libeau 2012). De même, l'introduction de la PPR au Maroc en 2008, zone jusqu'alors indemne, s'est faite également par des souches de la lignée IV (Banyard et al 2010). Enfin, les souches provenant du Moyen-Orient appartiennent majoritairement à la lignée (III), mais quelques-unes sont issues de la (IV) comme celles isolées en Arabie Saoudite, Israël, ou encore en Iran.

4) Situation régionale au niveau du Maghreb :

Selon les déclarations de l'OIE, la situation régionale au Maghreb a été marquée par un premier épisode de PPR au Maroc en 2008 où la maladie est apparue pour la première fois, suivi de la Tunisie où l'infection a été détectée le deuxième semestre de cette même année quoique les premières traces sérologiques rapportées dans ce pays datent de 2006 (Ayari-Fakhfakh 2010), puis l'infection a été déclarée en Egypte au premier semestre 2009 bien qu'elle y soit rapportée pour la première fois dans les années 1980 et qu'on puisse penser que son introduction y soit même plus ancienne (Ismail et House 1990), alors qu'en 2006 des foyers y ont été décrits avec un virus de lignée 4 (El Rahim et al 2010). Alors que l'année 2012 s'est traduite par la déclaration de la maladie clinique en Algérie et en Egypte avant que la Tunisie ne soit affectée, puis l'année 2013 s'est traduite par un second épisode de la maladie qui a frappé l'Algérie. Tout ça sans que la maladie ne soit déclarée en Libye (OIE 2014-a) (Annexe 6).

VI- L'épizootie Marocaine de PPR (Juillet-Novembre 2008) :

1) Début de l'épizootie :

L'épizootie Marocaine de PPR a commencé par la constatation de mortalités et de morbidités anormalement élevées chez les ovins en Juin et Juillet 2008 avant que la suspicion de la maladie ne soit confirmée le 17 Juillet 2008. L'isolement du virus et son étude génétique réalisés au Laboratoire mondial de référence de

l'OIE, CIRAD (France) a montré que le virus appartenait à la lignée IV (proche des virus trouvés en Asie mais aussi en Egypte et au Soudan (Kwiyaatek et al 2011).

Une requête qui avait été adressée par le Directeur de l'élevage du Maroc à la FAO pour une aide urgente afin de contrôler cette maladie animale transfrontalière a reçu une réponse positive du Centre de gestion des crises – santé animale (CMC-AH) de l'organisation. Ainsi du 12 au 21 Août ont eu lieu des réunions avec ces experts suite auxquelles des mesures de contrôle se sont mises en place dès le mois de juillet 2008. En effet les équipes de l'unité mixte de recherche Cirad-Inra -Contrôle des maladies animales et émergentes ont envoyé la souche vaccinale (Nigeria 75/1) au laboratoire national Biopharma pour mettre en place un processus de production à grande échelle du vaccin (Libeau, 2008-a). La fabrication et la commercialisation des doses vaccinales a été rendu possible grâce à une aide financière accordée par la commission européenne (Europa Lex, 2009).

2) Caractéristiques épidémiologiques:

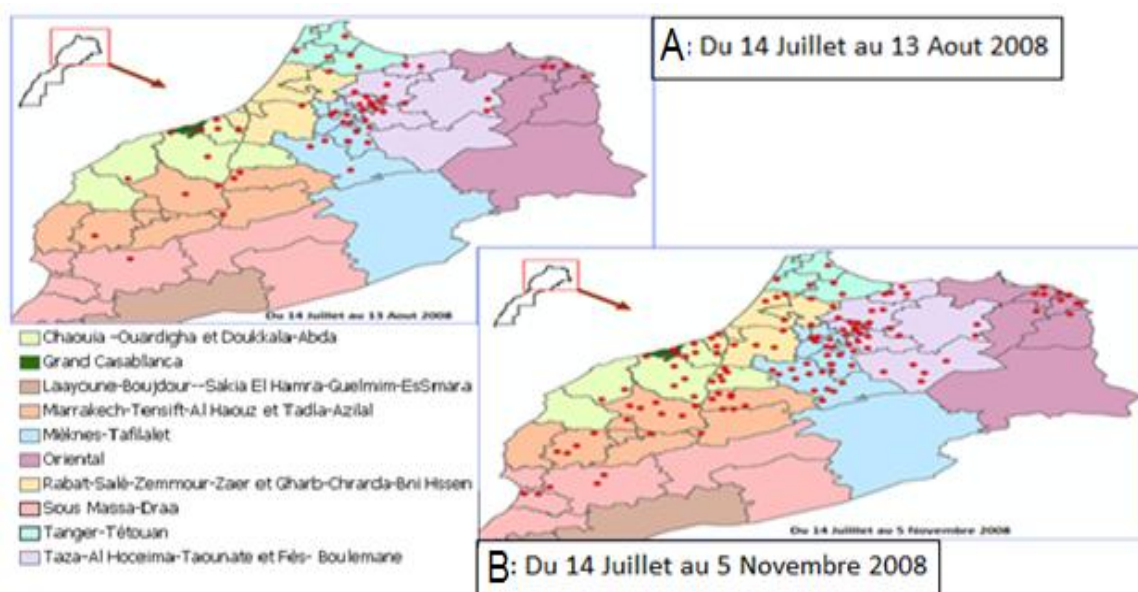
Lors de l'épizootie de 2008 le taux moyen de prévalence morbidité a été de 11,93 % et le taux moyen de mortalité a été de 5,53 % (ONSSA 2008-a). DIALLO et CAMPO (2008) ont observé qu'une grande proximité entre animaux excréteurs de virus et animaux naïfs était nécessaire pour assurer sa transmission effective.

3) Déroulement de l'épizootie de 2008 :

Le bilan lors de l'épizootie de 2008 au Maroc a fait état de 4939 ovins et 694 caprins déclarés dans 257 foyers répartis au niveau de 36 provinces et 131 communes (ONSSA 2008-a). Les premiers cas diagnostiqués ont été confirmés dans la province de Moulay Yacoub et la province de Benslimane. Vers la fin du mois de juillet, le diagnostic des cas de PPR s'est multiplié dans les régions du Moyen Atlas appartenant à la région « Taza Al Hoceima et Fes Boulemane » et la maladie commençait son extension vers le nord-ouest et le sud.

Au début août, la maladie frappe pour la première fois des élevages situés à l'extrême Est du territoire dans la zone frontalière Maroc-Algérie appartenant à la région de « l'oriental » (Figure 9 A). Seule la région Sud du pays représentée par la région du « Sous Massa Draa » ainsi que les régions du territoire situées plus au sud demeurent indemne jusqu'à la mi-août. Elle restera néanmoins la moins frappée par la maladie vu que seuls cinq foyers y ont été signalés (Figure 9 B).

Figure 9 A et B : Extension des foyers au cours et vers la fin de l'épizootie (ONSSA 2008-a).



Malgré les faibles taux de morbidité observés lors de cette épizootie de PPR, les semaines qui ont suivi la première confirmation de la maladie ont été marquées par une progression fulgurante du nombre de foyers

déclarés. Il n'est donc pas à écarter que les premiers foyers déclarés ne soient pas les foyers primaires car rapidement, plusieurs exploitations éloignées les unes des autres ont été touchées en même temps, alors qu'une autre explication consiste en l'intervention du rôle de la mobilité animale à travers le commerce des petits ruminants qui a perduré malgré la mise en place des mesures sanitaires d'urgence (Diallo et Campo, 2008) vu l'approche de la fête du sacrifice du mouton (début décembre). En effet les modalités de commercialisation locales des animaux de rente dans les souks peuvent largement contribuer à la propagation de maladies infectieuses : allotement d'animaux d'origines différentes, mélanges interspécifiques, introduction d'un nouvel animal ou retour des « invendus » du marché au sein des troupeaux sans précaution sanitaire...

4) Répartition géographique:

Les données de l'épizootie ont montré une concentration de la maladie dans quelques provinces (3) : Khénifra, Benslimane et Ifrane (DIALLO et CAMPO 2008).

En effet les données de l'ONSSA de 2008 montrent que le nombre de foyers le plus élevé (53 foyers) a été enregistré au niveau de la province de Khénifra soit 20,6% de la totalité des foyers, la commune d'Aguelmous appartenant à cette même province a enregistré 25 foyers, suivie par la province d'Ifrane (22 foyers) (Annexe 7).

La province de Benslimane a enregistré le nombre de cas ovins le plus élevé (1241 cas) avec 15 foyers, alors que le nombre de cas caprins le plus élevé (170 cas) a été signalé dans la commune d'Igoudar El Manzeh (province de Taroudant). (ONSSA 2008-a).

Dans la province de Benslimane une concentration de la maladie a été observée dans les élevages d'engraissement ovins de la commune de Sidi Bettache qui s'approvisionnent sur les grands marchés à bestiaux du Moyen Atlas. (DIALLO et CAMPO 2008) (ONSSA 2008-b)

VII-Bilan du contrôle de la PPR au Maroc :

1) Campagnes de vaccinations:

Suite à cette épizootie, et en plus des mesures de police sanitaire et de prophylaxie médicale (vaccination périfocale) mises en place dès son apparition pour limiter sa propagation, trois campagnes nationales de vaccination généralisée des petits ruminants (ovins et caprins) contre cette maladie ont été réalisées successivement en 2008, 2009 et 2010. En 2011 une campagne régionalisée a été réalisée dans les provinces frontalières Est (Voir tableau 1).

Tableau 1 : Effectifs annuels en petits ruminants domestiques vaccinés contre la PPR lors des différentes campagnes de vaccination au Maroc

Type de campagne	Généralisée			Régionalisée
Années	2008	2009	2010	2011
Effectifs de petits ruminants vaccinés	20.768.076	22.795.000	22.978.158	716 699

2) Enquêtes sérologiques réalisées et résultats du TCP régional :

Suite à l'épizootie de 2008 plusieurs enquêtes sérologiques ont été menées dont une rétrospective sur une sérothèque de l'année 2006 et trois transversales sur le terrain en 2008, 2009 et 2012.

L'enquête rétrospective réalisée sur une sérothèque 2006 concernant 991 sérums (689 ovins et 302 caprins) a donné des résultats négatifs, ce qui confirme l'absence de circulation du virus de la maladie avant la déclaration de la maladie en 2008. (ONSSA 2008). L'enquête transversale de 2008 avait pour objectif d'élucider la situation épidémiologique de la PPR à l'échelle nationale. Parmi les 1020 sérums d'ovins et de

caprins prélevés dans 106 communes, 74 petits ruminants se sont révélés positifs, soit un taux de séropositivité de 8,25% chez les ovins et 6,21% chez les caprins (ONSSA 2008). L'enquête de mars 2009 avait pour objectif de contrôler le degré de protection des animaux vaccinés vis-à-vis de la PPR. Un total de 5158 sérums d'ovins et de caprins ont été échantillonnés au niveau de 229 communes. Les résultats ont montré que 3543 petits ruminants se sont avérés positifs soit un taux de séropositivité de 66,8% chez les ovins et 74,31% chez des caprins (ONSSA 2009)

En 2012 une enquête fait suite aux recommandations du projet sous régional de la FAO mis en place en 2010 sur «L'assistance pour la prévention et le contrôle de la peste des petits ruminants (PPR) au Maghreb » dont l'objectif vise à adopter une approche régionale de lutte contre la maladie en renforçant les capacités de surveillance épidémiologique et de diagnostic dans la région du Maghreb. Cette enquête avait pour objectif d'évaluer le niveau de protection vaccinale chez les petits ruminants adultes (>8mois) vaccinés, ainsi que de détecter une éventuelle circulation virale chez les jeunes (<8mois) non vaccinés. Elle a concerné des éleveurs d'ovins adhérents à l'ANOC. Un total de 1500 petits ruminants ont été tirés au sort dont 1000 jeunes et 500 adultes au niveau de 77 communes. Les jeunes ont été tirés au sort à partir de 112 élevages et les adultes à partir de 43 élevages. L'analyse des prélèvements a été faite par ELISA pour les animaux jeunes et par séro-neutralisation pour les animaux adultes. Parmi les animaux jeunes: 846 (soit 88%) répondaient aux critères prédéfinis par le protocole (animaux jeunes non vaccinés), les résultats de laboratoire se sont avérés négatifs pour la totalité des jeunes animaux. Pour les animaux adultes: 455(86%) répondaient aux critères prédéfinis par le protocole (animaux adultes vaccinés). Les résultats du laboratoire ont décelé 314 (69% +/- 4,33%) positifs par séro- neutralisation. Chez ces animaux adultes, pour 51,2 % des élevages prélevés, le taux de protection vaccinale a été compris entre 80% et 100% (Annexe 8). Ce taux de protection moyen a été considéré comme satisfaisant (ONSSA, 2012).

Comparativement aux résultats obtenus dans les pays voisins, notamment en Algérie et en Mauritanie en 2013 ainsi qu'en Tunisie en 2012 dont les taux de prévalence inter-troupeaux ont été respectivement de 62,33%, 37% et 46%, on peut conclure que la maladie circule toujours dans la région et que le risque de sa réintroduction au Maroc est toujours présent. Les enquêtes sérologiques menées en Algérie et en Tunisie ont d'autre part montré des taux de prévalence intra-troupeaux relativement faibles (Respectivement 17,15% IC_{95%}[15,98 ; 18,39] et 12,8% +/- 1,1%), suggérant ainsi la faible contagiosité intra troupeaux constatée par rapport à celle inter-troupeaux. Les valeurs élevées de cette dernière pourraient peut être bien s'expliquer par le rôle de la mobilité animale dans la dissémination de l'infection dans ces deux pays.

VIII- Etude de la mobilité par la méthode d'analyse des réseaux sociaux

1) Principes généraux

L'analyse des réseaux sociaux s'intéresse aux relations entre unités « sociales », ces unités pouvant être des individus, des groupes d'individus,En ce sens, on peut considérer que l'analyse des réseaux consiste à prendre pour objets d'étude non pas les propriétés individuelles des unités étudiées, mais les relations entre ces unités (quelle que soit la nature de ces relations) et les régularités qu'elles présentent (Mercklé 2011).

La méthode d'analyse des réseaux sociaux a été empruntée à la sociologie. Elle est fondée sur la théorie des graphes en mathématiques. Elle part de l'hypothèse selon laquelle le réseau de contact a une influence plus grande que le comportement personnel sur la diffusion de la maladie (Perisse et Nery 2007).

Un réseau social consiste en un ensemble d'individus ou de groupes qui forment des nœuds, connectés par des liens qui représentent un certain type de relation (amitié par exemple) ou d'interaction (sexuelle par exemple). L'analyse des réseaux sociaux permet une évaluation de l'influence que peuvent avoir les connexions entre les individus dans la transmission d'une maladie donnée (Perisse et Nery 2007).

2) Utilisation en épidémiologie

Historiquement le premier exemple d'utilisation du SNA (Social Network Analysis) en épidémiologie remonte **aux maladies sexuellement transmissibles**. En 1985, Klov Dahl a utilisé cette méthode pour décrire un foyer, et a ainsi apporté des arguments en faveur de la théorie d'un agent infectieux à l'origine du SIDA. La méthode a notamment montré l'importance dans l'épidémiologie de ces maladies des individus qui font le lien entre les individus centraux (qui maintiennent la maladie) et les individus de la périphérie (avec une prévalence plus faible) (Perisse et Nery 2007). Depuis quelques années la méthode est aussi utilisée en épidémiologie animale notamment dans les mouvements du bétail. En effet, en Grande Bretagne Webb l'a utilisée en 2006 afin de déterminer le rôle des concours agricoles dans la transmission des maladies ovines. Kao *et al* (2006) ont étudié les mouvements de bétail au Royaume Uni pour estimer le risque d'une grande épidémie de fièvre aphteuse, et ont pu donner des conseils pour la surveillance ciblée et le contrôle, qui seraient efficaces pour la diminution de ce risque. D'autres au Danemark ont utilisé les données des mouvements du bétail et ont pu mettre en évidence le **rôle important des marchés** d'animaux vivants avec une grande rotation des animaux, ainsi que les fermes avec un transit important dans la transmission du pathogène et la diffusion de la maladie (Bigras-Poulin *et al* 2006)

3) Quelques indicateurs

La théorie des graphes sur laquelle est fondée la méthode SNA permet de calculer une grande quantité d'indices et de paramètres, qui vont nous permettre de qualifier le réseau et de classer les nœuds selon leur importance. Il existe différents types de paramètres que l'on peut calculer à partir du réseau :

La première catégorie rassemble les paramètres de cohésion à l'échelle du réseau. Ils s'appliquent à l'ensemble des nœuds et liens, et permettent par exemple d'avoir une idée sur la manière dont la structure du réseau influence la propagation de la maladie, des informations. Des exemples de tels paramètres sont la taille, la densité...

La seconde catégorie regroupe les paramètres de connexion et de connectivité. Ce sont des paramètres qui reflètent **la capacité d'un nœud à atteindre les autres en suivant les liens du réseau**. Elle nous renseigne sur le fait que les nœuds sont connectés ou non, peu importe la longueur du chemin à emprunter. Un réseau est dit connecté si à partir de chaque nœud on peut atteindre tous les autres. Une composante « component » est le plus grand ensemble de nœuds connectés. Exemple de paramètres : accessibilité (reachability) ...

La troisième catégorie regroupe les paramètres de centralité. Ces paramètres indiquent si un nœud occupe une place importante, centrale dans le réseau. Elle mesure son **importance structurelle**. Ce sont des paramètres très utilisés en épidémiologie pour détecter les **individus / nœuds pivots**, ou acteurs clés. Exemple de paramètres : degré, « betweenness » (relation d'intermédiaire), « closeness » ou proximité...

La liste des types de paramètres utilisés est exhaustive, mais ceux cités précédemment sont les plus fréquemment rencontrés.

4) Utilisation du logiciel « R » :

« R » est un logiciel permettant de faire des analyses statistiques et de produire des graphiques. Mais c'est également un langage de programmation complet ce qui lui offre d'intéressantes possibilités pour l'analyse des réseaux et propose de plus en plus de « packages » spécialisés permettant le calcul d'indicateurs réseaux.

DEUXIEME PARTIE : CONTRIBUTION PERSONNELLE

Contexte :

Le constat général qui s'est dégagé lors de l'épizootie marocaine de PPR de 2008 a montré un faible taux de morbidité (11,93 %) et de mortalité (5,53 %) suggérant ainsi une faible contagiosité pour cette maladie, ce qui ne l'a toutefois pas empêché de se retrouver disséminée dans toute la moitié nord du pays avec 257 foyers. Les enquêtes menées lors de cette épizootie ont pu mettre en évidence la concentration de la maladie dans 3 provinces, dont la province hébergeant les ateliers d'embouche, ainsi que les deux provinces moutonnères principales du massif du Moyen Atlas qui contribuent majoritairement à alimenter les ateliers d'embouches en jeunes ovins pour l'engraissement. Le rôle qu'aurait pu jouer la mobilité ovine dans la dissémination rapide de la maladie a été suscité au vu de l'étendue et de la portée des distances parcourues dans le cadre du circuit de commercialisation des ovins. Ainsi depuis l'arrêt de la vaccination contre la PPR au Maroc en 2012, la nécessité de surveiller cette maladie « à la source » au même titre que les autres maladies infectieuses des petits ruminants s'est avéré nécessaire, à travers des activités de surveillance programmée afin d'éviter la dissémination de ces maladies durant les périodes d'embouche .

Introduction :

De ce qui précède, apparaît le rôle de la surveillance programmée dans l'anticipation de la détection et du contrôle précoce vis à vis de la réapparition des maladies. La présente étude se propose de contribuer au renforcement du système de surveillance épidémiologique de la PPR au Maroc à travers des activités de surveillance programmée. Ces activités concernent la caractérisation de la mobilité ovine depuis les élevages naisseurs vers les élevages engraisseurs à travers une enquête de mobilité, elles concernent aussi l'évaluation du statut sanitaire des agneaux à travers une enquête sérologique menée chez les naisseurs et les engraisseurs, enfin elles font appel à l'outil d'épidémiologie participative avec les éleveurs et les vétérinaires du terrain en tant que premières sentinelles jouant un rôle fondamental dans la surveillance au niveau du terrain.

I- Objectifs de l'étude :

1) Objectif général :

Sécuriser la production d'agneaux d'embouche sur le plan sanitaire en renforçant l'efficacité du système de surveillance épidémiologique de la PPR dans les élevages ovins naisseurs du Moyen Atlas du Maroc.

2) Objectifs détaillés :

2-1- Objectif principal :

Caractériser la mobilité ovine depuis les élevages naisseurs du moyen atlas vers les centres d'embouche ovine en passant par les marchés afin d'étudier le flux des ovins

2-2- Autres objectifs :

Evaluation du statut sanitaire des agneaux dans les élevages engraisseurs par une enquête sérologique dans les centres d'embouche.

Evaluation du statut sanitaire des agneaux dans les élevages naisseurs par :

- Une enquête sérologique sur un échantillon de jeunes ovins de la région.
- Epidémiologie participative chez les éleveurs du moyen atlas.
- Evaluation des connaissances des vétérinaires sanitaires (ONSSA, privés) de la région.

II- Matériel et méthodes :

1) Description du site de travail :

Le stage s'est déroulé au Maroc au sein du Service d'Epidémiologie et de Veille Sanitaire (SEVS) qui est une structure dépendant de l'ONSSA. Ce service est la plaque tournante du RENESMA dans le cadre de l'épidémiosurveillance des maladies animales. En effet toutes les données sur la surveillance des maladies animales au Maroc sont transmises à ce service qui se charge du traitement et de l'analyse des données avant leur transmission.

2) Choix de la zone de l'étude :

2-1- Au niveau de la zone naisseurs :

Le moyen atlas occupe une superficie de 23 000 km², il est lié à sept provinces dont la délimitation administrative de trois d'entre elles (Khénifra, Ifrane et Sefrou) en fait partie intégrante, alors que quatre autres provinces ne contribuent que par une partie de leur territoire dans la géographie de ce massif (Taza, Khémisset, Boulemane et El Hajeb) (RGA 1998) (Voir Figure 10).

Les provinces retenues pour l'étude étant celles faisant partie intégrante du moyen atlas qui sont celles de Khénifra et d'Ifrane pour les raisons qui suivent :

- a- Elles occupent plus de la moitié de la superficie du massif du moyen atlas avec 12 320 km² pour Khénifra et 3573 km² pour Ifrane couvrant ainsi à elles seules une superficie de 15 893 km² contre une superficie totale de 23 000 km² pour la totalité du massif.
- b- Il s'agit des 2 provinces les plus contributrices en petits ruminants du massif (Tableau 2) et au niveau desquelles se trouvent les marchés à bestiaux stratégiques les plus importants en terme de volume d'échange (figure 5).
- c- Ces 2 provinces ont recensé les deux plus grand nombres de foyers de PPR au Maroc lors de l'épizootie de 2008 (53 pour Khénifra et 22 pour Ifrane) (Voir Tableau 3) et ont été incriminées d'être à l'origine des premiers cas de PPR qui ont été retrouvés dans d'autres provinces lors de cette épizootie.

Vu l'effectif ovin faible de la province de Sefrou (Tableau 2), le faible nombre de foyers recensés lors de l'épizootie de 2008 (Tableau 3) comparativement aux deux provinces de Khenifra et d'Ifrane et l'absence de marchés stratégiques à travers lesquels transitent les petits ruminants, cette province n'a pas été retenue pour l'étude.

Tableau 2: Effectif en ovins des provinces faisant partie du moyen atlas. (Source: ONSSA, 2014)

Province	Effectifs ovin en nombre de têtes
Khénifra	1 126 247
Ifrane	406 804
Fès+ Sefrou+ My Yaakoub *	509 838
Taza *	626 981
Khemisset *	628 537
Boulemane *	585 486
El Hajeb *	219 913

(*) : Provinces ne faisant pas partie intégrante du moyen atlas.

Tableau 3: Nombre total de foyers de PPR durant l'épizootie de 2008 dans les provinces du massif

Province	Nb total de foyers
Khenifra	53
Ifrane	22
Benslimane	15
Sefrou	10
Boulemane	7
Taza	6
El Hajeb	4
Khemisset	4

2-2- Au niveau de la zone engraisseurs :

D'après le dernier recensement réalisé par l'ONSSA en 2008 sur les ateliers d'embouche, il s'avère que leur nombre s'élève à 111 élevages qui sont concentrés exclusivement dans la commune de « Sidi Bettache » relevant de la province de Benslimane (Petit cercle de la figure 10), avec une production recensée de 65 000 têtes et une capacité de production potentielle de 157 550 têtes. (ONSSA 2008-b). La zone d'études au niveau de la zone engraisseurs a donc été la commune de Sidi Bettache.

Figure 10 : Délimitation de la zone d'étude au niveau du Moyen atlas et au niveau de la zone des engraisseurs.



3) Les enquêtes réalisées :

Les enquêtes réalisées dans le cadre de cette étude sont de type transversal descriptif.

3-1- Enquête mobilité :

3-1-1- Le questionnaire utilisé

Pour l'étude de mobilité un questionnaire spécifique de caractère anonyme et léger n'excédant pas une ligne par éleveur a été utilisé. Il comporte des questions sur les communes d'origine ou de destination des déplacements qui sont **en train d'être effectués**, sur le type d'origine ou de destination (Elevage, marché, atelier d'engraissement ou abattoir), sur le nombre approximatif d'ovins objets de la transaction dont le pourcentage de femelles et le pourcentage des âgés de moins de 6 mois, ainsi que des informations sur l'identifications des troupeaux et leur composition éventuelle de plusieurs lots, puis le questionnaire s'intéresse à la présence de la composante extensive dans les troupeaux enquêtés (afin d'avoir une idée sur la possibilité de contamination collective des troupeaux dans les pâturages collectifs), ainsi qu'une information

sur la race majoritaire (pour identifier les races qui sont le plus impliquées dans ce circuit de commercialisation). Le questionnaire est présenté en annexe 9. Les flux transfrontaliers ne sont pas représentés dans cette étude car les races introduites frauduleusement à partir des pays limitrophes sont abattues par les agents de l'ONSSA dès leur identification sur le territoire Marocain.

Le questionnaire a été testé sur le terrain avant le début de l'enquête dans un marché de la province de Skhirate-Temara sur une dizaine d'éleveurs.

3-1-2- Déroulement des enquêtes

L'unité définie est l'**unité troupeau** (un éleveur peut avoir plusieurs troupeaux) et l'enquête s'est faite sous la forme d'un entretien, en face à face avec le propriétaire (commerçants, éleveur).

Tous les questionnaires ont été posés par le même enquêteur dans chaque élevage et chaque marché. Au total 807 éleveurs ont été enquêtés dont 54 engraisseurs dans les ateliers d'embouche, 150 éleveurs dans les marchés et 603 éleveurs dans les élevages naisseurs.

3-1-3- Echantillonnage :

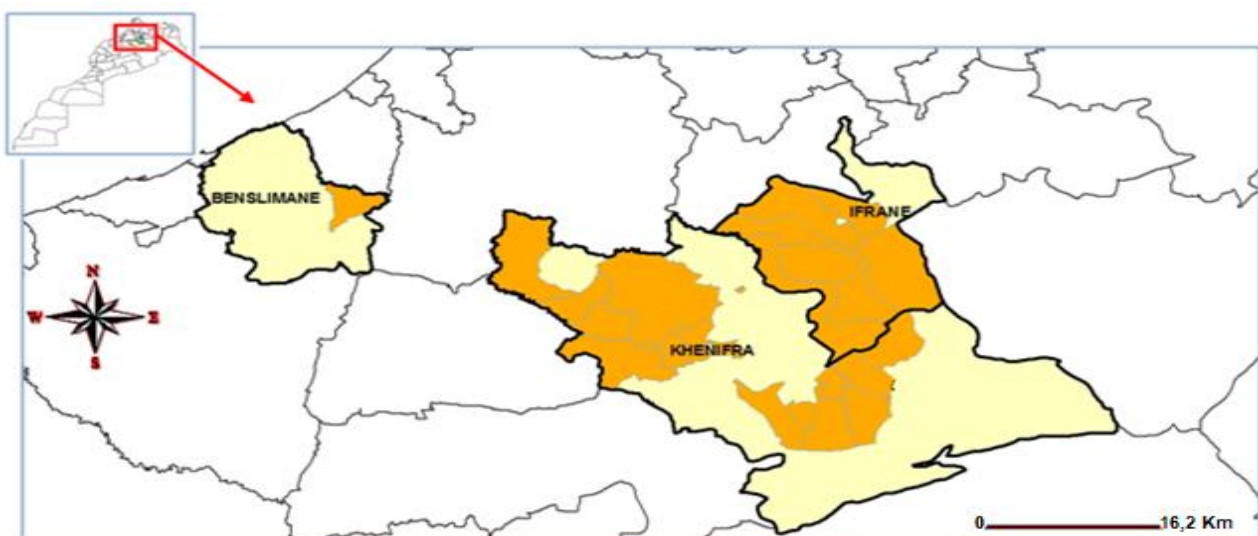
3-1-3-1- Au niveau des centres d'embouche :

L'échantillonnage a été réalisé au niveau des centres d'embouche sur les 111 engraisseurs recensés par l'ONSSA, Un échantillon de 54 élevages a été tiré au sort en utilisant le logiciel « OpenEpi, Version 2 ». Soit une fraction de sondage de 48,6 % dans la commune de Sidi Bettache (figure 11).

3-1-3-2- Au niveau des élevages naisseurs :

Au niveau de la zone des naisseurs un échantillonnage a été réalisé sur des bases de données élevages des provinces de Khénifra et d'Ifrane. 426 éleveurs ont été échantillonnés sur 8594 éleveurs répartis sur 15 communes parmi un total de 38 communes dans la province de Khenifra (Voire figure 21) et 207 éleveurs ont été échantillonnés sur 3184 éleveurs répartis sur six communes parmi un total de huit dans la province d'Ifrane (figure 11). L'échantillonnage a été réalisé par le logiciel SPSS. Selon les orientations du service vétérinaire local, vu que les communes de Timahdite et de Ain Leuh de la province d'Ifrane comportaient la plus grande concentration d'éleveurs de la province et présentaient une plus grande intensité de mobilité ovine relativement aux autres communes, il a été décidé de doubler l'effectif d'éleveurs interviewés dans ces deux communes de façon à couvrir le maximum possible de leur étendue.

Figure 11 : Communes échantillonnées pour l'enquête mobilité dans la zone de l'étude.



3-1-3-3- Au niveau des marchés :

L'enquête au niveau de la zone engraisseurs a permis de remonter vers les marchés du moyen atlas. Ainsi dans la province d'Ifrane les deux souks stratégiques de la province, celui d'Azrou et celui de Timahdite ont pu être enquêtés (Voir figure 12). En raison des fortes précipitations qui ont eu lieu le jour du marché d'Azrou, il n'a pu être interviewé que 30 éleveurs au niveau de ce marché, par contre 60 éleveurs ont pu être interviewés au niveau du marché de Timahdite.

Dans la province de Khénifra deux souks stratégiques ont pu être enquêtés, celui de Mirt et celui de Boumia (Voir figure 12). Dans une optique d'optimiser le temps alloué à l'enquête, 30 éleveurs ont été interviewés dans chacun de ces deux marchés vu qu'ils ont le même jour d'occurrence qui est le jeudi et qu'ils sont distants géographiquement. Les deux autres marchés stratégiques de la province qui sont celui d'Aguelmous et celui de Khénifra n'ont pas pu être enquêtés vu que leurs jours d'occurrence, le samedi pour le premier et le dimanche pour le second, se situaient durant les deux derniers jours de la semaine

Il est à signaler que les marchés à bestiaux au Maroc sont des marchés hebdomadaires qui ont lieu uniquement une fois par semaine (Voir tableau 4).

Figure 12 : Souks enquêtés au niveau du moyen atlas

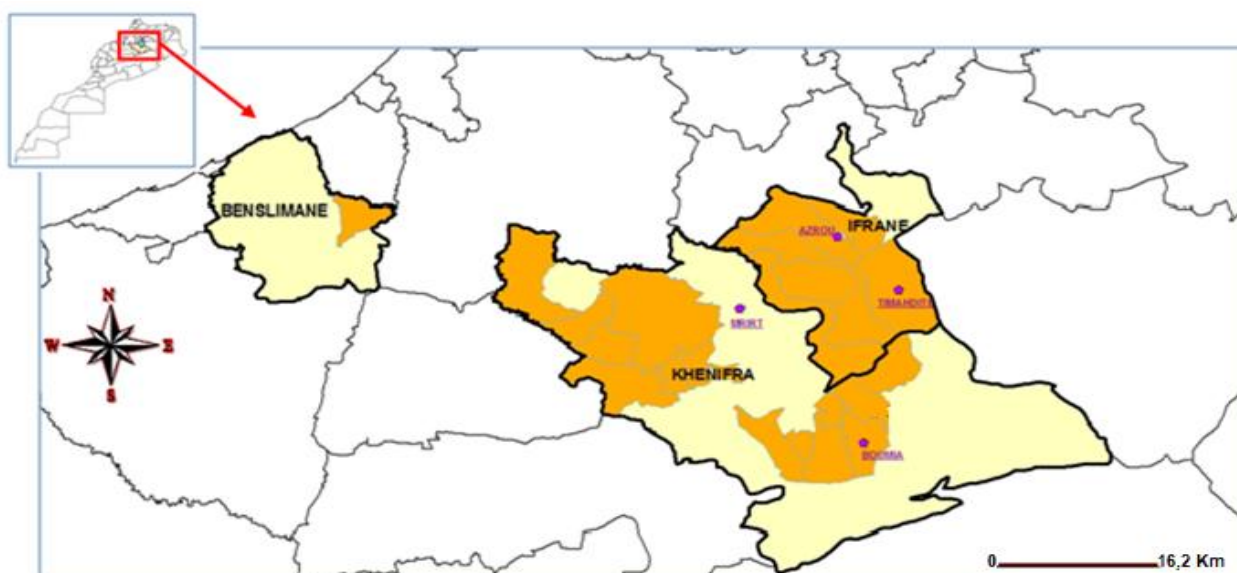


Tableau 4 : Jours d'occurrence des marchés stratégiques de la zone de l'étude et leur volume d'échange annuel en ovins et caprins. (Source ONSSA 2012)

Province	Ifrane		Khenifra			
	Azrou	Timahdite	Aguelmous	Khenifra	Mirt	Boumia
Marché						
Jour d'occurrence	Mardi	Jeudi	Same di	Dimanche	Jeudi	Jeudi
Volume d'échange ovin en nombre de têtes/ an	240 000	100 000	416 000	187 000	156 000	80 000
Volume d'échange caprin en nombre de têtes/an	60 000	40 000	104 000	88 000	52 000	39 000

3-2- Enquête sérologique :

Il a été prévu de réaliser pour cette étude 948 prélèvements, dont 475 au niveau de la zone des engraisseurs, et 473 prélèvements au niveau de la zone des naisseurs.

Cette enquête a été menée pour évaluer le statut sanitaire vis-à-vis de la PPR des jeunes ovins âgés de 6 à 12 mois au niveau des élevages engraisseurs et des élevages naisseurs avec un objectif de détecter une éventuelle circulation virale chez les jeunes ovins. La particularité démographique des élevages naisseurs dont la grande majorité des jeunes ovins exploités sont principalement âgés entre 3 et 6 mois a fait que cette tranche d'âge est nécessairement incluse dans l'étude.

Les modalités de traitement des prélèvements et les supports de récolte de l'information sur le terrain figurent sur les annexes 14, 15 et 16. L'analyse des sérums prélevés a été réalisée par le Laboratoire « Biopharma » par un test de type ELISA.

3-2-1- Le questionnaire utilisé

Un questionnaire sous forme de fiche d'enquête a été utilisé. Il comporte notamment des informations sur la localisation de l'élevage, sa taille et sur l'identification des animaux prélevés selon la race, le sexe, l'âge et l'origine. Ce questionnaire figure en annexe 10.

3-2-2- Echantillonnage :

3-2-2-1- Au niveau des centres d'embouche :

9 éleveurs engraisseurs ont été échantillonnés parmi les 111 éleveurs recensés, soit un taux de sondage de 8,10 %. Le nombre d'unités nécessaires à tirer au sort selon un échantillonnage aléatoire simple Avec une prévalence de 8,25% (Prévalence historique de l'épizootie de 2008, lors d'une enquête sérologique réalisée en 2008), avec une précision relative fixée à 30% et avec un risque $\alpha = 5\%$, est de 475 ovins qui seront répartis par pondération sur les élevages tirés au sort. La répartition des prélèvements au sein des troupeaux des élevages enquêtés a été réalisée pour un objectif de détecter une prévalence intra troupeau $\geq 10\%$ avec une certitude de 95% ($\alpha = 5\%$) selon le tableau 9. (La répartition est représentée sur le tableau 5).

Tableau 5 : Echantillonnage au niveau des engraisseurs

Taille élevage	%	Nombre total de prélèvements	Nombre de troupeaux à prélever	prélèvements prévus/ troupeau	taille troupeaux prélevés	prélèvements réalisés/troupeau
3509	19	90	3	30(**)	1010	0
				30	1490	30
				30	1109	30
3500	19	90	3	30(**)	1050	0
				30	1200	30
				30	1250	30
3450	19	90	3	30(**)	1150	0
				30	1100	30
				30	1200	30
2300	12	60	2	30	1180	30
				30	1120	30
1153	6	29	1	29	1153	29
1149	6	29	1	29	1149	29
1115	6	29	1	29(***)	1115	18
1117	6	29	1	29	1117	29
1120	6	29	1	29	1120	29(*)
Total	100	475	16	475	18413	374

(*)Un prélèvement parmi vingt neuf (29) non exploitable par le laboratoire.

(**): Abstention de l'éleveur à faire prélever un de ses troupeaux ou (***) : Une partie des animaux du troupeau.

3-2-2-2- Au niveau des élevages naisseurs :

Le nombre d'échantillons prévus pour la zone des naisseurs (473), obtenus par échantillonnage aléatoire simple sur une population totale de 1 533 051 ovins dans les deux provinces, avec une précision relative de 30% et une prévalence de 8,25% (Prévalence historique de l'épizootie de 2008, lors d'une enquête sérologique réalisée en 2008), ont été répartis dans un premier temps par pondération selon l'effectif par province au niveau des deux provinces des naisseurs à raison de 126 (27%) prélèvement pour la province d'Ifrane et 347 (73%) prélèvement pour la province de Khenifra (tableau 6). Ensuite les effectifs prévus pour chaque province ont été répartis au sein de chaque commune par pondération selon l'effectif ovin des communes échantillonnées.

Tableau 6 : Distribution des prélèvements prévus en fonction de l'effectif des provinces naisseurs au moyen atlas

Province	Effectifs ovin en nombre de têtes	pourcent	Nombre de prélèvements
Khénifra	1 126 247	73	347
Ifrane	406 804	27	126
Total	1 533 051	100	473

1- Province de Khénifra :

Dans la province de Khenifra qui contient un total de 38 communes, 8 communes ont été tirées au sort parmi les 15 échantillonnées pour l'enquête mobilité. Le nombre de prélèvements fixé par pondération pour la province de Khenifra (347) a été réparti sur les 8 communes tirées au sort par pondération selon l'effectif ovin de chacune de ces 8 communes (tableau 7). Au niveau des 8 communes 17 troupeaux correspondant à 17 éleveurs ont été tirés au sort. La répartition des prélèvements au sein de ces troupeaux a été réalisée selon la taille des troupeaux pour un objectif de détecter une prévalence intra troupeau $\geq 10\%$ avec une certitude de 95% ($\alpha = 5\%$) selon le tableau 9. (La répartition est représentée sur le tableau 7).

Pour chaque éleveur tiré au sort une enquête sérologique a été réalisée sur un échantillon des ovins de son troupeau, âgés de plus de 6 mois et de moins d'un an, selon les effectifs du tableau 9.

Il est à noter que les 8 communes échantillonnées comportaient $43/53 = 81,13\%$ des foyers de PPR de la province lors de l'épizootie de 2008. (Voir tableau 7).

Tableau 7 : Echantillonnage au niveau de la province de Khénifra

Commune	Nombre de foyers en 2008	Effectif	%	Nombre total de prélèvements	Nombre de troupeaux à prélever	Nombre de prélèvements par troupeau	taille des troupeaux
Aguelmous	25	145408	45	156	6	29	1200
						28	850
						27	280
						25	130
						25	80
						22	42
Aghbalou	11	59374	19	66	3	28	640
						25	140
						13	13
Had Bouhssoussen	1	29056	9	31	2	15	19
						16	21
Tanourdi	1	25996	8	28	1	28	550
Sidi Hcine	1	25265	8	28	2	13	13
						15	19
Sidi Amer	1	13303	4	14	1	14	17
Oum Rbiaa	1	11515	4	14	1	14	15
AIT SAADALLI	2	11013	3	10	1	10	10
Total	43	320930	100	347	17	347	4039

2- Province d'Ifrane :

Dans la province d'Ifrane qui totalise un nombre de 8 communes, les 6 communes tirées au sort pour l'enquête mobilité ont été retenues pour la réalisation de l'enquête sérologique. Le nombre de prélèvements fixés par pondération pour la province d'Ifrane au nombre de 126 a été réparti sur les 6 communes par pondération selon l'effectif ovin de chaque commune (voir tableau 8). Au niveau des 6 communes, 8 troupeaux correspondant à 8 éleveurs ont été tirés au sort. La répartition des prélèvements au sein de ces troupeaux a été réalisée selon la taille des troupeaux pour un objectif de détecter une prévalence intra troupeau $\geq 10\%$ avec une certitude de 95% ($\alpha = 5\%$) selon le tableau 9 (La répartition est représentée sur le tableau 8).

Pour chaque éleveur tiré au sort une enquête sérologique a été réalisée sur un échantillon des ovins de son troupeau, âgés de plus de 6 mois et de moins d'un an, selon les effectifs du tableau 9.

Il est à noter que les 6 communes échantillonnées comportaient $21/22 = 95,45\%$ des foyers de PPR de la province lors de l'épizootie de 2008

Tableau 8 : Echantillonnage au niveau de la province d Ifrane

Commune	Nombre de foyers en 2008	Effectif	%	Nombre total de prélèvements	Nombre de troupeaux à prélever	Nbre de prélèvements prévus par troupeau	Taille des troupeaux	Nbre de prélèvements réalisés par troupeau
Sidi El Mekhfi	4	125136	32	40	2	28	860	28
						12	12	12
Timahdite	9	125005	32	40	2	29(*)	1080	29(*)
						11	11	11
Tigrigra	1	47286	12	15	1	15	19	15
Ben Smim	3	36584	9	11	1	11	11	11
Ain Leuh	3	33679	9	11	1	11	11	11
Oued Ifrane	1	24993	6	8	1	9	9	9
Total	21	392683	100	126	8	126	2012	126

(*)Un prélèvement parmi vingt neuf (29) non exploitable par le laboratoire.

Tableau 9 : Taille des prélèvements en fonction de la taille des troupeaux

<ul style="list-style-type: none"> • Objectif : détecter une prévalence $\geq 10\%$ avec une certitude de 95% ($\alpha = 0.05$) • Tailles d'échantillon selon la taille du troupeau <ul style="list-style-type: none"> • Taille ≤ 10 têtes : tout le troupeau • $10 < \text{taille} \leq 100$ têtes 										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1x	10	11	12	13	14	14	14	14	14	15
2x	16	16	17	18	19	19	19	19	19	19
3x	19	19	20	21	21	21	21	21	21	21
4x	21	21	22	22	23	23	23	23	23	23
5x	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24
6x	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25
7x	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
8x	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26
9x	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
<ul style="list-style-type: none"> • Taille > 100 têtes : 										
	100	150	200	250	300	500	1000	10000		
Echantillon	25	26	27	27	28	28	29	29		

Remarque : Pour le tirage au sort intra troupeau au niveau des troupeaux échantillonnés des trois provinces, il a été prévu un tirage systématique avec prélèvement(s) au moment du passage des animaux dans le couloir de contention. Exemple au niveau du 2eme troupeau du premier éleveur de la zone engraisseur du tableau 6 : Un prélèvement sur un mouton tous les $1490/30 = 49,7 = 50$ moutons a été préconisé après avoir introduit l'aspect aléatoire en tirant au sort un nombre entre 1 et 50 ; exemple : 10, 60, 110, 160, 210.....etc.

3-3- Enquête d'épidémiologie participative Chez les éleveurs :

3-3-1- Le questionnaire utilisé

En évaluation participative dans laquelle l'on n'utilise pas de questionnaire, Il a été préparé plutôt un guide d'entretien comprenant des points et exercices importants à couvrir. Ce qui a permis à l'entretien d'être flexible et aux enquêtés d'exprimer leur pensée avec leurs propres mots, dans leurs propres cadres conceptuels. La recherche des données secondaires s'est faite à partir de la bibliographie et des premières Interviews Semi Structurées (ISS) individuelles avec la population des provinces d'Ifrane et de Khénifra lors de l'enquête de mobilité ovine. Des informations complémentaires ont pu être fournies lors d'entretiens avec les vétérinaires dont les privés exerçant dans les provinces enquêtées ainsi que les vétérinaires inspecteurs de

l'ONSSA exerçant dans ces mêmes provinces. Ces données secondaires ont permis de recueillir des informations sur l'élevage ovin dans cette région et d'établir une liste de questions.

3-3-2- Déroulement des enquêtes

La conduite de l'ISS ne s'est pas écartée de la définition fournie par Pretty et al (1995) qui définit l'ISS comme étant « une conversation orientée dans laquelle seuls les thèmes sont prédéterminés et dans laquelle de nouvelles questions ou de nouveaux éclairages peuvent apparaître comme résultat de la discussion et des analyses visualisées ». La méthode de l'entretien était informelle mais elle avait un objectif défini. De cette façon les groupes de paysans ont pu mettre en valeur leurs connaissances ethno-vétérinaires.

L'ISS commençait par des questions générales telles que l'historique de début d'exercice dans l'élevage ovin, le mode d'élevage, les races exploitées, les espèces de bétail par ordre d'importance relativement à la subsistance des ménages pour se poursuivre par des questions sur l'état de santé des animaux, aboutissant à une description des principales maladies. Les ISS se déroulaient en langue locale, par groupes de paysans et en présence de personnes ressources (éleveurs et techniciens vétérinaires de l'ONSSA).

Les ISS étaient suivies de réalisation des dessins et d'activités de visualisation via des exercices de classement simple, de classement par paire, de matrices et d'élaboration de calendriers saisonniers des maladies.

3-3-3- Echantillonnage :

L'unité épidémiologique choisie au sein de ces provinces était la commune (Unité de base administrative). Une liste de toutes les communes présentes dans la zone d'étude a été établie. L'échantillonnage a été réalisé de manière empirique, tenant compte toutefois du caractère moutonnier des commune sélectionnée et de la disponibilité des personnes ressources communiquant en dialecte local (Techniciens vétérinaires).

L'étude s'est déroulée dans trois communes dont deux communes appartenant à la province de Khenifra : Aguelmous au nord de la province, Aguelmam Azegza au centre de la province (annexe 11), ainsi qu'une autre commune : Timahdite qui est une commune située à l'est de la province d'Ifrane (Voir annexe 12).

Le groupe de paysans interviewés se composait de 10 personnes par commune alors qu'il s'élevait à 30 pour les trois communes.

3-4- Enquête d'épidémiologie participative Chez les vétérinaires:

3-4-1- Le questionnaire utilisé :

Un questionnaire de caractère anonyme a été remis aux vétérinaires afin d'évaluer leurs connaissances sur la maladie et leur expérience de terrain par rapport à la PPR relativement à l'épizootie de 2008. Le questionnaire figure en annexe 13.

3-4-2- Déroulement de l'enquête :

Un entretien a eu lieu avec les vétérinaires du terrain (ONSSA et privés) des provinces de Khénifra et d'Ifrane au niveau des services vétérinaires de ces provinces. Une discussion sur l'épizootie de PPR de 2008 a été abordée évoquant notamment les faibles taux de morbidité et de mortalités moyens qui la caractérisaient et en contre partie le potentiel de diffusion rapide qu'a eu cette maladie durant l'épizootie, en mettant l'accent sur le rôle important que peut jouer la mobilité animale dans sa dissémination notamment à travers les échanges commerciaux.

Le rôle de l'élevage extensif caractéristique de cette région permettant le mélange des différents troupeaux dans les pâturages communs et son rôle dans la transmission de la maladie a également été abordé.

3-4-3- Echantillonnage :

Au total 19 vétérinaires ont pu participer à l'étude parmi les 36 présents dans les deux provinces enquêtées. Une liste de tous les vétérinaires présents dans la zone d'étude a été établie. Le nombre de vétérinaires privés dans la province d'Ifrane, s'élevait à 14, alors que celui des vétérinaires de l'ONSSA était de deux, permettant à ces deux catégories de réunir un total de 16 vétérinaires dans cette province. Un échantillonnage a été réalisé pour tirer au sort 10 des vétérinaires privés pour participer à l'étude, mais les contraintes relatives à la non disponibilité de certains et à l'abstention de participation pour d'autres ont fait que seulement 6 d'entre eux y ont participé, portant le nombre avec les deux vétérinaires de l'ONSSA à huit vétérinaires enquêtés dans cette province.

Dans la province de Khenifra, les mêmes contraintes que pour la province d'Ifrane ont fait que 8 vétérinaires mandatés ont pu participer à l'étude parmi les 13 tirés au sort sur un total de 17 mandatés dans la province, portant le nombre avec les 3 vétérinaires de l'ONSSA exerçant dans cette province à 11 vétérinaires enquêtés sur un total de 20 vétérinaires dans la province.

Les communes couvertes par les vétérinaires privés ayant participé à l'étude dans les provinces d'Ifrane et de Khenifra sont représentées sur les cartes des annexes 11 et 12. La zone d'investigation des vétérinaires enquêtés comprend toute l'étendue de la province dans laquelle ils exercent.

3-5- Calendrier

Le calendrier de l'étude est présenté dans le tableau 10. Le travail de terrain a duré en tout 4 semaines du 17 Mars au 11 Avril 2014.

Tableau 10 : Calendrier de l'étude au niveau du terrain

Activités	Mars				Avril			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Enquête mobilité engraisseurs								
Enquête sérologique engraisseurs								
Enquête Marchés								
Enquête mobilité naisseurs								
Enquête sérologique naisseurs								
Epid- participative-naisseurs								

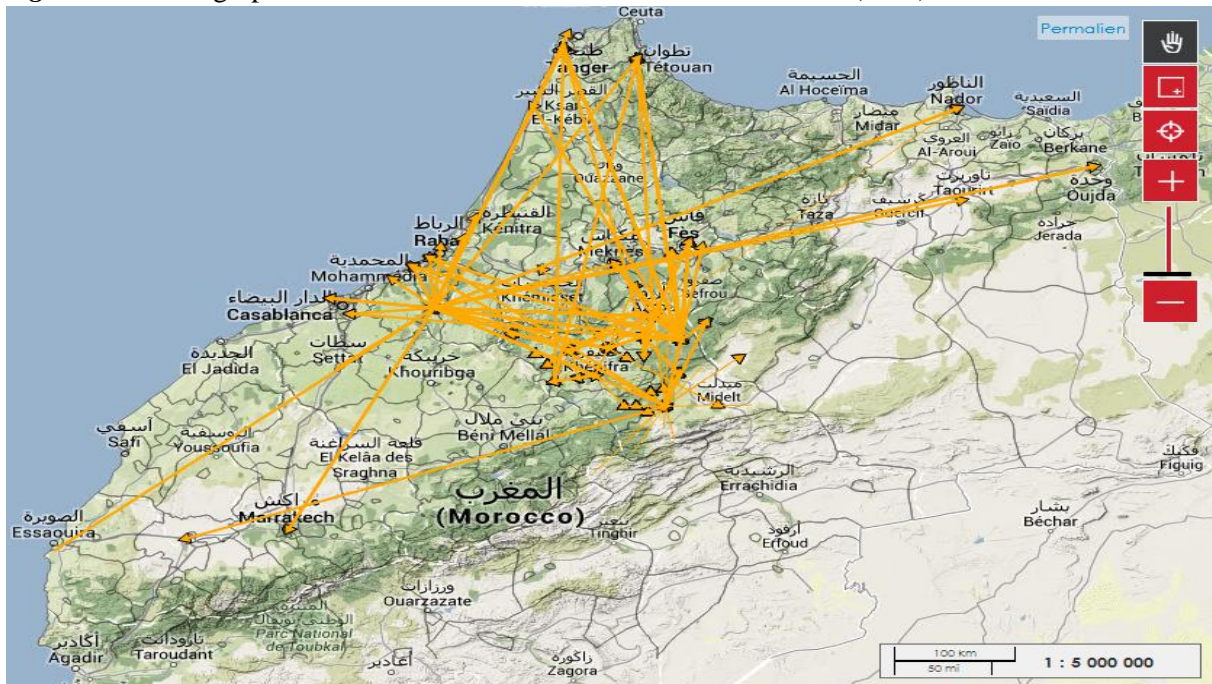
III- Résultats

1) Enquête mobilité :

1-1- Cartographie des flux des ruminants :

Il peut être constaté que les flux commerciaux des ovins de longue portée convergent principalement vers les centres de consommation urbaine. Les communes du moyen atlas hébergeant les grands marchés stratégiques sont des points clés de l'articulation des flux, tout comme la commune rassemblant les engraisseurs qui est située plus à l'Ouest (Figure 13).

Figure 13 : Cartographie des flux des ovins dans la moitié Nord Maroc (2014)



1-2- Analyse des réseaux :

A partir de la base de données de la mobilité chez les ovins (Annexe 14), nous avons récupéré les informations sur les origines et destinations des flux afin de créer des matrices d'adjacences. Ces dernières représentent les mouvements avec en ligne les origines et en colonne les destinations. Un total de 808 mouvements ont été recensés avec 128 flux distincts. Plusieurs mouvements entre une même origine et destination ainsi que plusieurs animaux dans ce même déplacement sont considérés comme un seul flux. Dans le réseau présenté, les nœuds représentent soient les marchés, abattoirs, les élevages naisseurs ou les engraisseurs.

Avec le logiciel R, différents indicateurs qui ont permis de caractériser le réseau de contact ont été estimés, avec des mesures générales telles que la densité, la distance moyenne et le diamètre.

D'autres paramètres ont été évalués, paramètres de centralité avec les degrés (Degree, indegree, outdegree) et la « betweenness » pour identifier les nœuds les plus importants du réseau. Pour compléter ces analyses, des mesures telles que les « composants » (Strong components et weak components) et les « coefficients de clustering » ont été calculés pour déterminer la cohésion entre les différentes communes. En plus des points d'articulation « cutpoints » qui ont été identifiés (Annexe 15).

1-3- Caractéristiques des flux des ruminants :

- Type de mouvements :

Au sein du réseau les flux d'élevages naisseurs à marchés sont les plus importants. En effet 58,58% des déplacements des ovins ont lieu depuis les élevages naisseurs vers les marchés, le déplacement entre élevages naisseurs ne dépasse pas 11,9%, alors que les déplacements depuis les marchés vers les ateliers d'engraissement représentent 10,63% des déplacements du réseau, ces derniers s'approvisionnent exceptionnellement au niveau des marchés, enfin les déplacements de marché à marché représentent 8,6% de ces déplacements.

Concernant les abattoirs il s'avère que 71,4% des ovins retrouvés au niveau des abattoirs proviennent des ateliers d'engraissement, 20,7% proviennent des élevages naisseurs, alors que 7,9% sont issus des marchés.

Pour les populations ovines retrouvées au niveau des marchés, 86,2% proviennent des élevages naisseurs, 12,6% proviennent d'autres marchés, alors que seulement 1,2% sont en provenance des ateliers d'embouche. (Tableau 11)

Tableau 11: Mouvements des ovins entre établissements

De \ Vers	Abattoirs	Ateliers d'engraissement	Elevages naisseurs	Marché	Total général
Ateliers d'engraissement	5490 (4,11%)	0	900 (0,67%)	1100 (0,82%)	7490 (5,6%)
Elevages naisseurs	1590 (1,19%)	0	15785 (11,82%)	78237 (58,58%)	95612 (71,59%)
Marchés	610 (0,45%)	14200 (10,63%)	4190 (3,13%)	11437 (8,56%)	30437 (22,79%)
Total général	7690 (5,75%)	14200 (10,63%)	20875 (15,63%)	90774 (67,97%)	133539 (100%)

1-4- Le réseau des flux :

1-4-1- Description du réseau

Le réseau possède 65 nœuds. En moyenne une commune est connectée à plus de 3 fois (3,477) (degré moyen) avec d'autres communes. Le réseau présente une densité faible de l'ordre de 0.027. Deux communes sont en moyenne séparées (distance moyenne) par pratiquement 5 (4.83) mouvements d'animaux.

1-4-2- Représentation graphique du réseau :

La représentation graphique permet de repérer visuellement que le réseau est connexe on s'intéresse à un nœud on peut alors voir ses liens de connexions. Si on s'intéresse à un nœud on peut alors voir ses liens de connexions et également apprécier la position centrale ou non de ce nœud représenté graphiquement par une taille variable. Les réseaux ont été représentés avec différentes épaisseurs des liens suivant l'importance du parcours empruntés entre deux communes, et le sens de la flèche correspond au sens du flux (nous avons ici un réseau dirigé car nous avons les informations d'entrants et sortants). La taille du libellé indique l'importance de la localité. On peut facilement remarquer la position centrale des communes de Sidi Bettache, Boumia, Mrirt, Azrou et Timahdite (Figure 14).

Tableau 13 : Sommaire des degrés totaux.

Min	1 ^{er} quartile	Mediane	Mean	3 ^{eme} quartile	Max
0	1	2	3,477	3	26

Le « **out degree** » est le nombre de localités différentes vers lesquelles les animaux repartent. Le classement est plus hétérogène mais on retrouve Sidi Bettache, Timahdite, Boumia, Mrirt et Sidi El makhfi dans les 5 origines les plus populaires chez les ruminants. A noter qu'une localité avec un grand nombre d'abattoirs a un outdegree faible.

Le « **in degree** » est le nombre de différentes localités à partir desquelles un nœud reçoit les animaux. On retrouve Boumia, Mrirt, Azrou, Sidi Bettache, en plus de Khenifra et d'Aguelmous présent dans les destinations les plus attractives.

Des nœuds dans la zone naisseurs tel que les communes de Timahdite et Sidi El Makhfi ont un haut degré sortant (respectivement 15 et 7) et des valeurs faibles de degrés entrant (Respectivement 2 et 1), à un degrés moindre la commune des engraisseurs représentée par Sidi Bettache compte un peu plus du double des degrés sortants (17) par rapport aux degrés entrants (8). Inversement, plus du tiers des communes du réseau distantes géographiquement de la zone des naisseurs comptent des valeurs positives des degrés entrant et des valeurs nulles des degrés sortants.

1-4-3-2- L'intermédiarité ou « Betweeness » :

Cette mesure correspond au nombre de chemins entre deux sommets (les plus courts) sur lesquels se trouve le nœuds étudié. Elle rend compte que 13 communes montrent un betweenness positif . Les betweenness les plus élevées **sont Boumia, Sidi Bettache et Mrirt**, suivis **d'Azrou, Khenifra et Timahdite**. Il est à noter que Khenifra et Aguelmous dont les marchés sont les deux plus importants du point de vue volume d'échange ovins au moyen atlas et dont les marchés n'ont pas pu être enquêtés, montrent tout de même un betweenness important les classant parmi les 7 premières communes enquêtées. Ce sont les localités les plus centrales car les acteurs doivent passer par cette localité pour atteindre d'autres localités «**intermédiarité** » Elles assurent un rôle de coordination et de contrôle (Tableau 14).

Tableau 14: Classement des localités selon l'intermediarité ou « betweenness »

Commune	Betweeness
Boumia	575,38
Sidi Bettache	546,8
Mrirt	495,33
Azrou	329,25
Khenifra	205,81
Timahdite	92,16
Aguelmous	67,83
Sidi Lamine	61,28
Itzer	47
Sidi El Makhfi	44,96
Sidi Amar	34,5
Ain Leuh	9,16
El Hajeb	5,5

Sous réserve des biais d'échantillonnage **pour Khenifra et Aguelmous** dont les marchés n'ont pas pu être enquêtés, on peut dire que **Boumia, Sidi Bettache et Mrirt** sont les trois communes qui ont une place très centrale dans le réseau étudié, ce sont donc des carrefours **incontournables** qui favoriseront la diffusion des maladies mais qui auront aussi la capacité de contrôler les circulations d'animaux.

1-4-3-3- Les composants ou « Component » :

On distingue au sein du réseau 3 « Weak Components » renseignant sur la fragmentation du réseau par la détection d'établissements isolés dont 2 sont représentés par les communes d'Aghbalou et de Had Bouhssousen, alors que le 3eme est composé des communes restantes du réseau au nombre de 63. Des communes qui sont fortement connectées peuvent être regroupées en sous-groupes. On distingue au sein du réseau un premier sous-groupe de « strong components » constitués par 13 communes et un second sous-groupe composé de 5 communes (Voir figure). On distingue également un autre sous groupe qui est le composant le plus important du réseau avec une taille égale à 13 qui a été identifiée dans le réseau (Tableau 15).

Les points d'articulation ou « cutpoints » : Il s'agit des points critiques dont l'écartement du réseau peut chambouler toute sa structure. Ces points ont été au nombre de 5 au niveau du réseau étudié. Il s'agit des communes de Boumia, Khenifra, Azrou, Mrirt et Itzer.

Tableau 15 : Paramètres de description du réseau

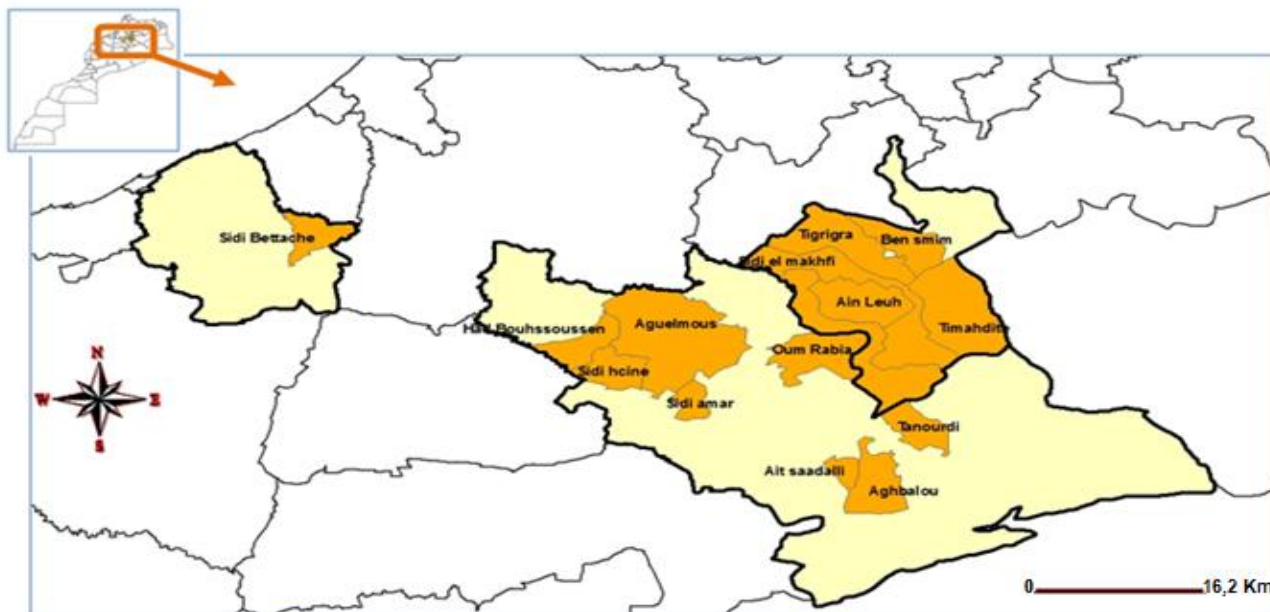
Paramètre	Valeur
Nombre de noeuds	65
longueur	4.831953
Degré moyen	3.477
Outdegree	1.738
Indegree	1.738
Betweenness	38.69
diamètre	6
Densité	0.027
nombre de « weak components »	3
Taille du lus grand composant	13
Cutpoints	5

2) Enquête sérologique :

2-1- Répartition géographique des prélèvements réalisés :

Vu la réticence de quelques éleveurs engraisseurs face au nombre de prélèvements prévus, 101 prélèvements localisés dans la zone des engraisseurs n'ont donc pas pu être réalisés lors de cette enquête, limitant le nombre de prélèvements réalisés chez les engraisseurs à 374 déterminant ainsi un pourcentage de réalisation à 89,34% +/-1% de l'échantillon prévu initialement pour cette enquête, avec un taux de réalisation de 21,26% +/-4% chez les engraisseurs. Les communes concernées par l'enquête sérologique sont représentées sur la figure 15.

Figure 15 : Carte des communes rurales concernées par l'enquête sérologique.



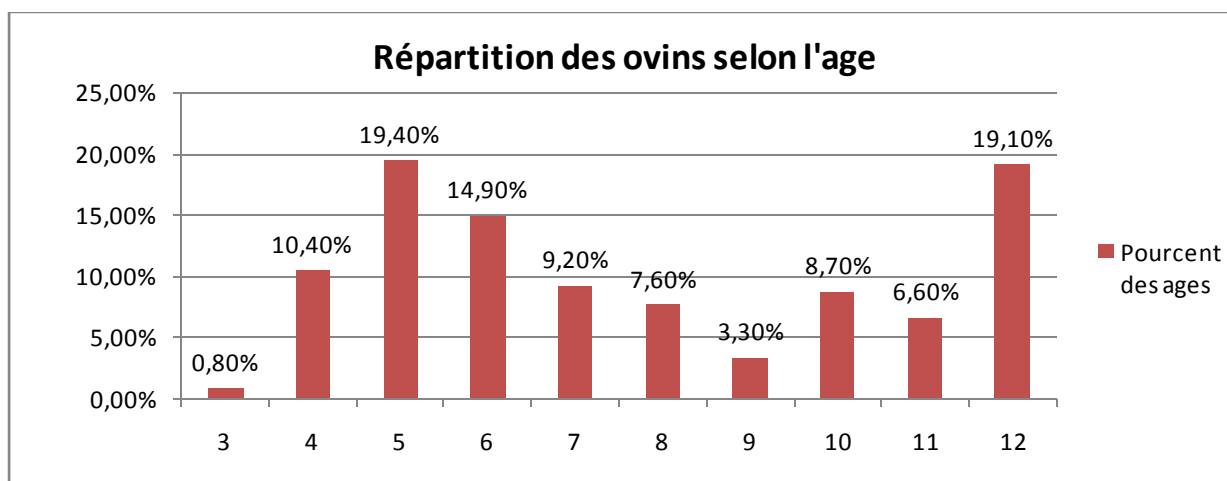
2-2- Caractéristiques des ovins prélevés :

L'analyse des 847 prélèvements réalisés indique que :

2-2-1- Selon l'âge :

Les ovins âgés de 5 mois et de 12 mois sont majoritaires parmi les ovins enquêtés, ils représentent respectivement 19,4% [16,8 ; 22,2]_{95%} et 19,1% [16,6 ; 22]_{95%} des ovins prélevés, suivis par les ovins de 6 mois qui représentent 14,9% [12,6 ; 17,5]_{95%} des ovins prélevés, alors que les ovins âgés de 9 mois et de 3 mois ne représentent respectivement que 3,3% [2,2 ; 4,8]_{95%} et 0,8% [0,4 ; 1,8]_{95%} de ce pourcentage (Voir figure 16).

Figure 16 : Répartition des ovins enquêtés selon l'âge.



2-2-2- Selon la race :

L'analyse des prélèvements selon la race montre que la race Timahdit est la race la plus exploitée dans les élevages enquêtés, suivie de la race Sardi. En effet 84,2 % [81,5 ; 86,5]_{95%} des prélèvements réalisés proviennent de la race « Timahdit » et 9,3% [7,5 ; 11,5]_{95%} proviennent de la race « Sardi »

2-2-3- Selon le sexe :

L'analyse des données selon le sexe montre que 56,4% [53 ; 59,8]_{95%} des ovins prélevés sont des males

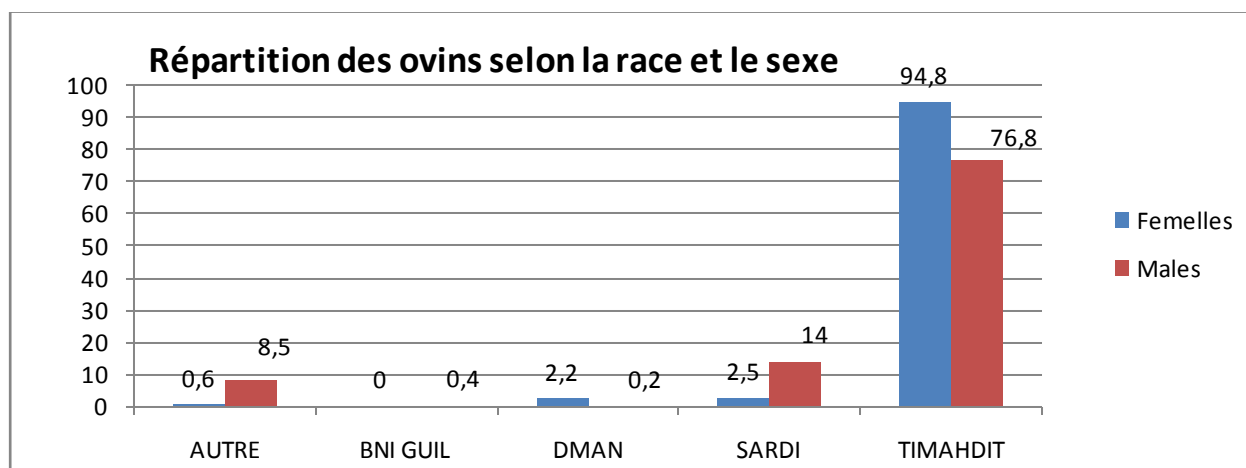
2-2-4- Selon l'origine :

L'analyse des résultats selon l'origine montre que 47% [43,6 ; 50,4]_{95%} des animaux prélevés sont nés dans l'exploitation.

2-2-5- Selon la race et le sexe :

L'analyse des résultats selon la race et sexe permet de constater que parmi les animaux prélevés il y a 94,8% d'ovins de race « Timahdite » parmi les femelles contre 76,8% parmi les males, alors que les ovins de race « Sardi » représentent 2,5% parmi les femelles contre 14% parmi les males (Voir figure 17).

Figure 17: Répartition des ovins enquêtés selon la race et le sexe.



2-3- Caractéristiques des ovins prélevés par région : (Par type de production engraisseurs ou naisseurs) :

2-3-1- Selon l'âge :

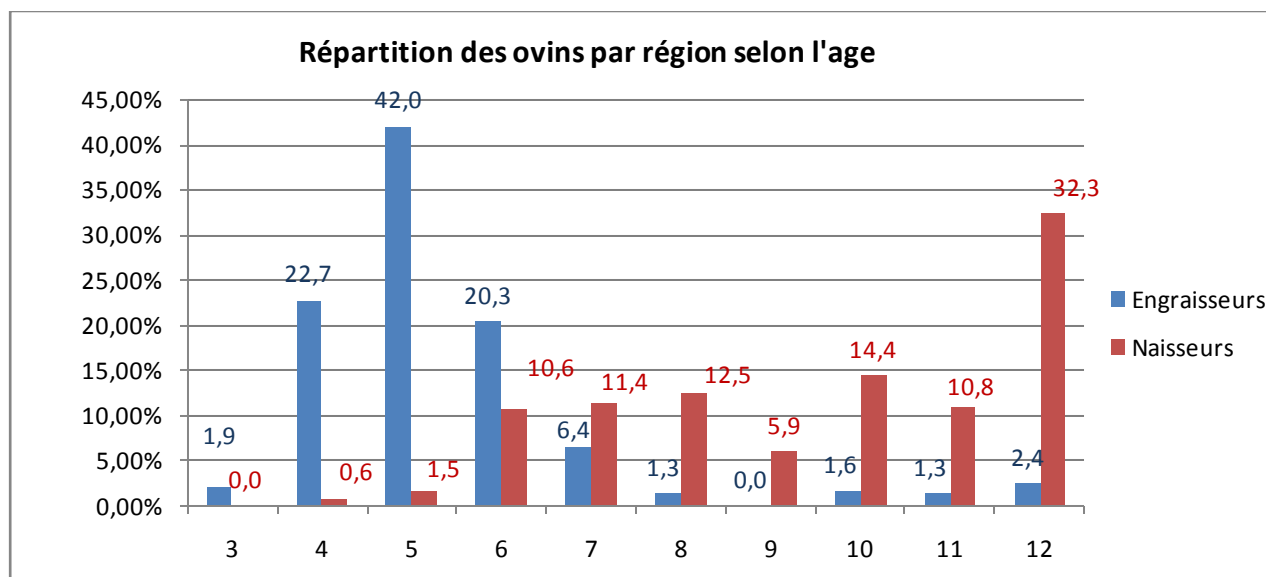
a) Chez les engraisseurs :

La moyenne de l'âge dans la zone des engraisseurs est de 5,4 mois, on constate que 85% des ovins prélevés sont âgés entre 4 mois et 6 mois. En effet 42% [37 ; 47,2]_{95%} des ovins prélevés sont âgés de 5 mois, alors que 22,7% [18,6 ; 27,4]_{95%} et 20,3% [16,4 ; 29,8]_{95%} sont respectivement âgés de 4 et 6 mois.

b) Chez les naisseurs :

La moyenne de l'âge dans la zone des naisseurs est de 9,5 mois, on constate que 32,3% [28,2 ; 36,8]_{95%} des ovins prélevés sont âgés de 12 mois et que 14,4% [11,4 ; 17,9]_{95%} sont âgés de 10 mois, alors que les ovins âgés de 3 mois ne sont pas représentés parmi les animaux prélevés (figure 18).

Figure 18 : Répartition des ovins enquêtés par région selon l'âge.



2-3-2- Selon la race :

La zone des engraisseurs exploite 64,2% [59,1 ; 69]_{95%} de la race « Timahdite », suivie de 21,1% [17,2 ; 25,7]_{95%} de la race « Sardi », alors que dans la zone des naisseurs la race « Timahdite » représente 100% des races exploitées.

2-3-3- Selon le sexe :

Au niveau des engraisseurs, 88,6% [84,9 ; 91,7]_{95%} des ovins prélevés sont représentés par des males, alors que chez les naisseurs 68% [63,6 ; 72,2]_{95%} des ovins prélevés sont représentés par des femelles.

2-3-4- Selon l'origine :

Chez les engraisseurs les ovins achetés représentent 99,7% [98,3 ; 100]_{95%} des animaux prélevés, contre seulement 0,3% [0% ; 1,7%]_{95%} pour les ovins nés dans l'exploitation. Alors que chez les naisseurs 16,1% [12,9 ; 19,8]_{95%} des ovins seulement sont achetés contre 83,9% [80,2 ; 87,1]_{95%} nés dans l'exploitation.

2-4- Répartition des prélèvements analysés :

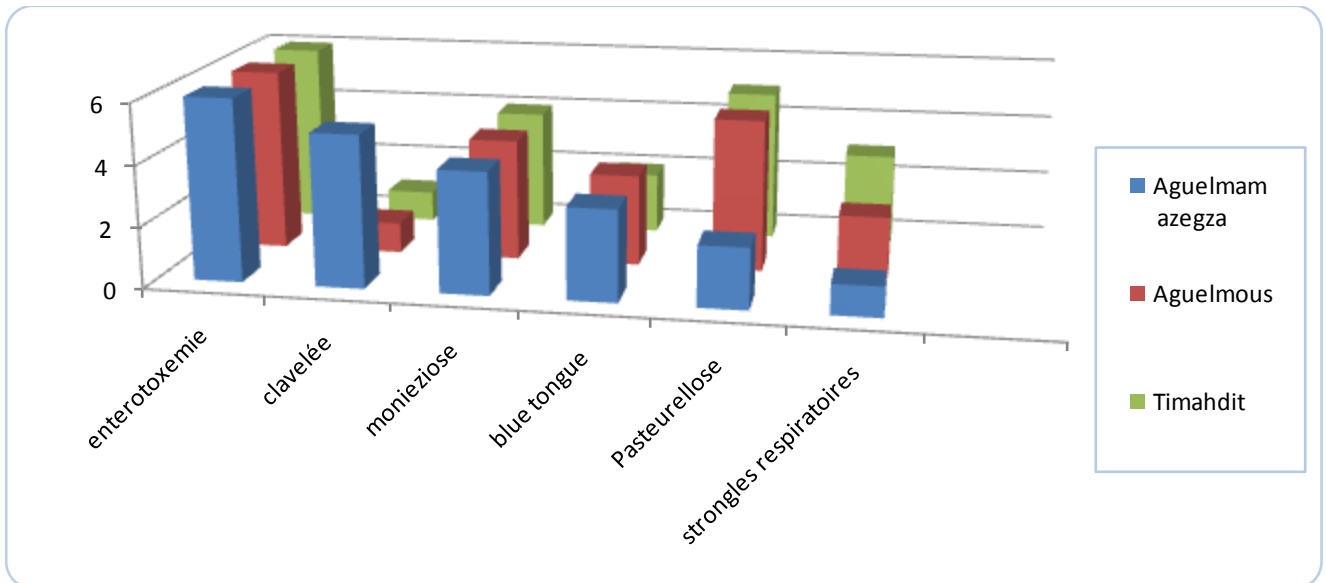
2-4-1- Selon le résultat du laboratoire

Parmi les 847 prélèvements analysés, 833 correspondant à 98,3% [97,2 ; 99,1]_{95%} des prélèvements analysés se sont avérés négatifs, deux (2) correspondant à 0,2% [0 ; 0,9]_{95%} des prélèvements n'ont pas pu être exploités par le laboratoire, alors que douze (12) correspondant à 1,40% [0,8 ; 2,5]_{95%} des prélèvements se sont avérés douteux au test ELISA.

2-4-2- Répartition selon la région :

Il y a 98,7% de résultats négatifs parmi les prélèvements réalisés dans la zone des engraisseurs contre 98,1% parmi ceux réalisés dans la zone naisseurs, le complément de ces pourcentages est représenté par les résultats douteux qui représentent 1,1% parmi les prélèvements réalisés dans la zone engraisseurs (Correspondant à 4 ovins) contre 1,7% parmi ceux réalisés dans la zone naisseurs (Correspondant à 8 ovins), alors que les résultats non exploitables représentent 0,3% parmi les prélèvements réalisés chez les engraisseurs contre 0,2% parmi ceux réalisés chez les naisseurs (figure 19).

Figure 20 : Classement des maladies par ordre décroissant d'importance dans les groupes enquêtés d'après le classement par paires.



3-2-1- Discussions avec les éleveurs à propos du classement des maladies :

a) L'entérotoxémie :

Les éleveurs considèrent que cette maladie qui se maintient tout au long de l'année (Voir figure 24) à un impact important sur leur cheptel qui représente leur trésorerie puisqu'elle leur emporte parmi leurs meilleurs ovins sans aucun prodrome (Voir figure 21, 22 et 23). Cette maladie apparait en première position dans les trois communes enquêtées (Voir figure 20). Certains éleveurs vaccinent contre l'entérotoxémie mais la plupart des éleveurs interviewés ne vaccinent pas vu la nature du mode d'élevage qui est de type Sylvo-Agro-Pastoral dans la région et qui consiste à tirer le maximum de la pâture et des composants naturels de l'environnement tout en déboursant le moins de dépenses.

Le technicien vétérinaire accompagnateur a évoqué toutefois dans ce contexte la colibacillose que les éleveurs de la région associent à l'entérotoxémie à cause de la mortalité subite et des lésions de congestion des intestins trouvées à l'autopsie qui portent à confusion avec cette dernière.

b) La pasteurellose :

La pasteurellose est la maladie la plus rapportée par les éleveurs après l'entérotoxémie dans deux communes enquêtées (Aguelmous et Timahdite). Les éleveurs rapportent son occurrence durant la saison froide qui s'étend sur 6 mois (Voir figure 24). Le caractère suraigu de la maladie pour la majorité des formes rencontrées causant des morts subites et de la détresse respiratoire sévère (Voir figure 22 et 23), son issue fatale et son occurrence relativement élevée en relation avec le froid particulier qui règne dans les hautes altitudes de la commune de Timahdite en plus de l'effet cuvette caractéristique de la géographie d'Aguelmous qui contribue à retenir le froids plus longtemps selon les éleveurs ont été en faveur du classement de cette maladie en seconde position par les groupes enquêtés de ces deux communes (Voir figure 20).

c) La clavelée :

Classée en seconde position après l'entérotoxémie par les éleveurs de la commune d'Aguelmam-Azegza cette maladie virale enzootique affecte les ovins durant les 6 mois des saisons pluvieuses et froides (Voir figure 24).

Cette maladie semble avoir eu un impact relativement plus important chez les éleveurs enquêtés de cette commune par rapport aux éleveurs enquêtés dans les autres communes (Voir figure 20). Les éleveurs expliquent que la maladie n'apparaît pas systématiquement chez eux chaque année, mais que lorsqu'elle apparaît après une disparition plus ou moins longue de leurs troupeaux elle cause une baisse de productivité importante à travers les séquelles occasionnées dont les papules-vésicules (Voir figure 21) même après guérison qui contribuent à diminuer la valeur marchande des animaux atteints.

Il est à noter que les éleveurs enquêtés n'ont pas le réflexe de séparer les animaux malades du reste du troupeau vu les frais supplémentaires de gardiennage des troupeaux que cela occasionnerais.

d) La moniezirose :

Il ressort du calendrier saisonnier que cette maladie parasitaire a un pic d'occurrence durant le printemps (Voir figure 24). Les éleveurs y sont particulièrement sensibles vu qu'elle entraîne un retard de croissance chez un grand nombre d'agneaux durant cette saison à travers les troubles digestifs occasionnés (Voir figure 21, 22 et 23). Pas mal d'éleveurs parmi ceux enquêtés utilisent des antiparasitaires internes, d'une façon toutefois irrégulière mais la mise en pâture systématique dès le plus jeune âge et la nature du mode d'élevage extensif dans des pâturages communs dans les communes enquêtées sont en faveur d'une ré-infestation constante.

e) La blue tongue :

Cette maladie virale vectorielle se manifeste entre la fin de l'hiver et le début de l'automne avec une occurrence importante entre le printemps et l'été ce qui correspond au pic d'activités des vecteurs (Culicoides) (Voir figure 24). Elle a été classée en 4ème position par les éleveurs enquêtés dans les communes de la province de Khenifra (Voir figure 20). Les éleveurs estiment qu'elle affecte actuellement moins les troupeaux dans leurs élevages que lors de son apparition pour la première fois dans leur région. La symptomatologie reconnue étant d'ordre digestif et général, associée à de la cachexie et à un œdème de la face (Voir figure 22 et 23).

f) Les strongles respiratoires :

Cette affection parasitaire qui apparaît en quatrième position dans la commune de Timahdite et en cinquième position dans les deux autres communes (Voir figure 20) semble atteindre son pic durant la saison des orages (Voir figure 24). Les éleveurs enquêtés estiment que son impact est moindre sur leurs troupeaux que les autres maladies précitées. Cliniquement, du jetage, de l'amaigrissement ainsi que de la détresse respiratoire ont été associés à cette maladie (Voir figure 22 et 23).

g) La peste des petits ruminants (PPR) :

Après la citation de toutes les maladies susmentionnées par les éleveurs, et que la PPR n'ait pas été citée, il a été décidé de pousser l'entretien plus profondément et de les questionner dans ce sens. Cette maladie a été identifiée comme étant la maladie contre laquelle l'Etat a vacciné en même temps les ovins et le caprins lors de la même campagne depuis quelques années. Tous les éleveurs enquêtés pratiquent l'élevage depuis assez longtemps pour se rappeler de l'épisode de PPR. L'association de l'éventail des symptômes digestifs et respiratoires ainsi que les lésions digestives caractéristiques associées à des mortalités sans prodromes dans les troupeaux ont été cités par les groupes d'éleveurs enquêtés dans les trois communes. Les éleveurs enquêtés estiment que cette maladie leur avait fait subir des pertes économiques très pénalisantes lors de sa survenue. Ils estiment qu'ils n'ont plus revu l'association de toutes les formes et de tous les symptômes de cette maladie qui leur permettraient de la reconnaître parmi d'autres maladies dans leurs troupeaux depuis l'époque de la première vaccination menée par l'Etat c'est-à-dire en fin 2008.

Figure 21 : Représentation de la matrice des syndromes et des signes cliniques dans la commune d'Aguelmam Azegza

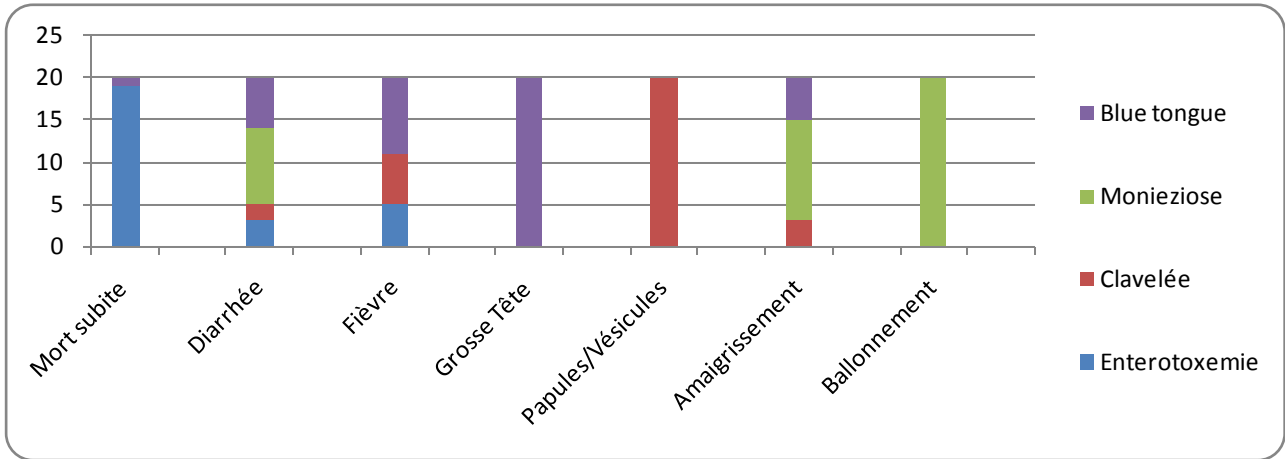


Figure 22 : Représentation de la matrice des syndromes et des signes cliniques dans la commune d'Aguelmous de la province de Khenifra

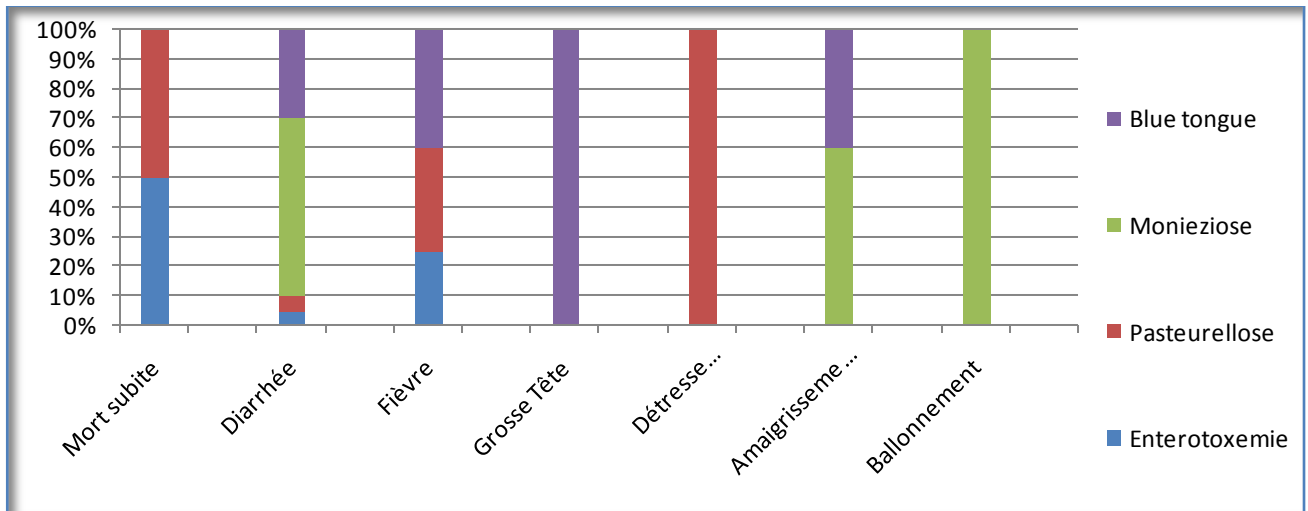


Figure 23 : Représentation de la matrice des syndromes et des signes cliniques dans la commune de Timahdite de la province d'Ifrane

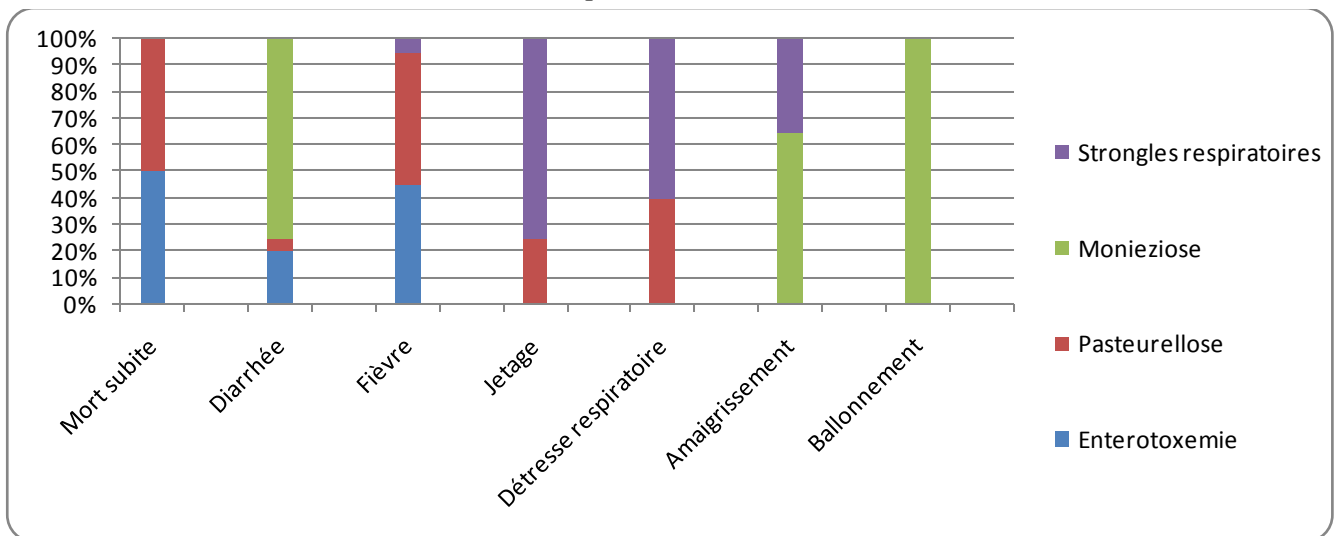
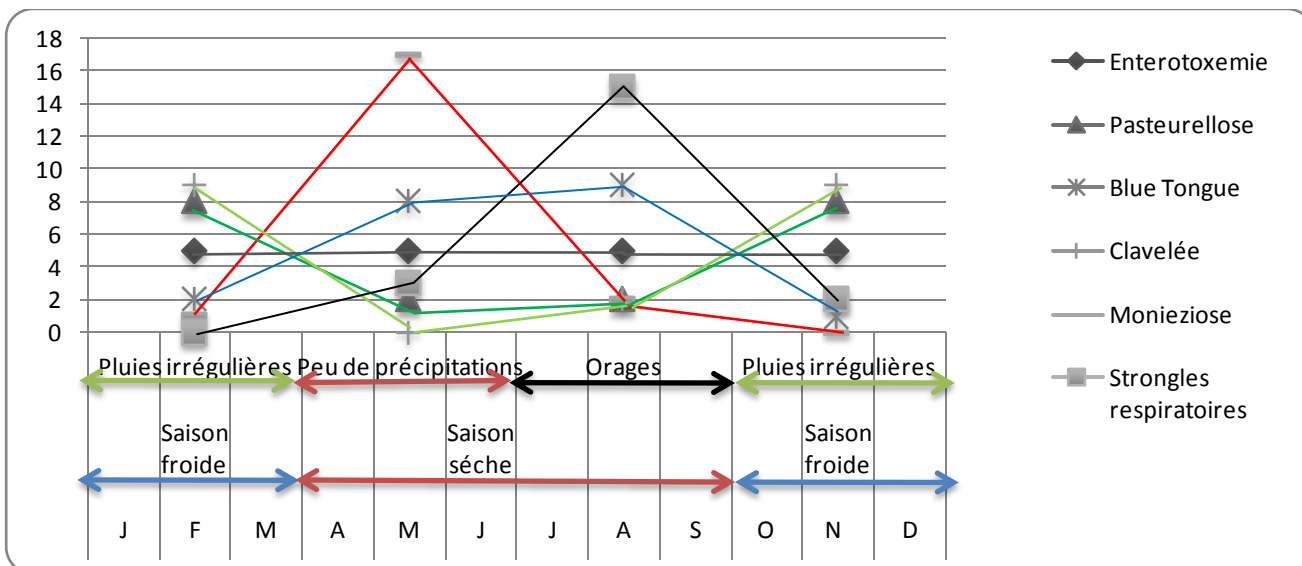


Figure 24 : Représentation du calendrier saisonnier pour les maladies des ovins dans les 3 communes de l'étude

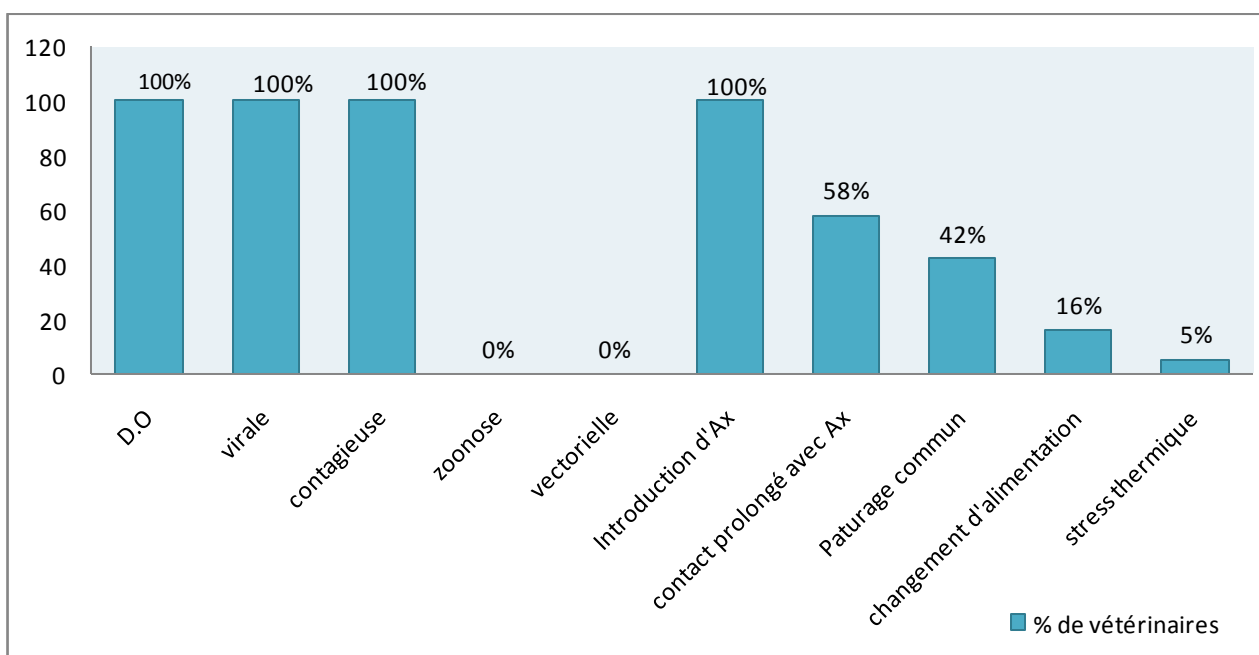


4) Epidémiologie participative vétérinaires :

4-1- Connaissances du contexte étiologique et épidémiologique de la maladie :

L'origine virale de la maladie, sa nature contagieuse au sein des troupeaux et l'obligation légale de sa déclaration ont fait l'unanimité des réponses des vétérinaires enquêtés. Concernant les éléments épidémiologiques associés à l'apparition de la maladie qui ont été proposés, les réponses étaient unanimes sur le rôle de l'introduction de nouveaux animaux dans la contagion, 58% des vétérinaires ont penché vers le rôle du contact prolongé avec d'autres animaux, alors que seulement 42% ont été en faveur du rôle des pâturages communs dans la transmission de la maladie. Enfin 16% et 5% des vétérinaires ont évoqué le rôle que pourraient avoir respectivement le changement d'alimentation et le stress thermique à rendre certains animaux plus vulnérables (Voir figure 25).

Figure 25 : Connaissances du contexte étiologique et épidémiologique de la maladie



4-2- Expérience antérieurement acquise en connaissances pratique des cas cliniques :

Parmi les dix neuf vétérinaires enquêtés, 68% ont diagnostiqué des cas cliniques de PPR confirmés par le laboratoire lors de l'épizootie de 2008 (Voir figure 26). Les vétérinaires n'ayant pas vu de cas cliniques durant leur exercice (Au nombre de six) correspondent à de vétérinaires qui ont commencé à exercer et qui se sont installés dans la région ultérieurement à l'épizootie.

Chez les vétérinaires ayant diagnostiqué des cas cliniques, 38% ont vu moins de 10 cas, alors que 62% ont vu entre 10 et 80 cas (Voir figure 27).

Figure 26 : Proportion de vétérinaires ayant rencontré des cas cliniques de PPR lors de l'épizootie de 2008

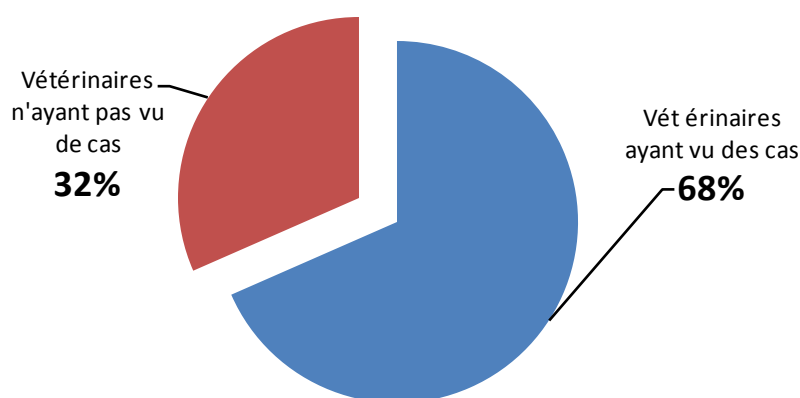
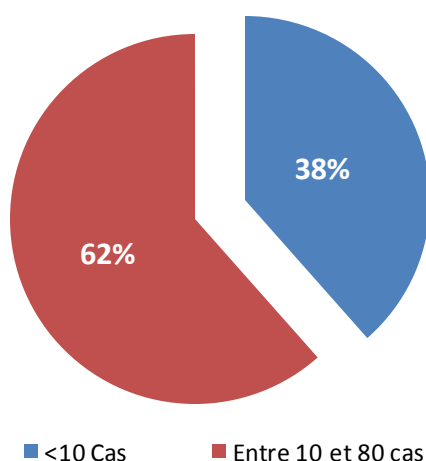


Figure 27 : Pourcentage de vétérinaires par classe de nombre de cas Observés lors de l'épizootie de 2008

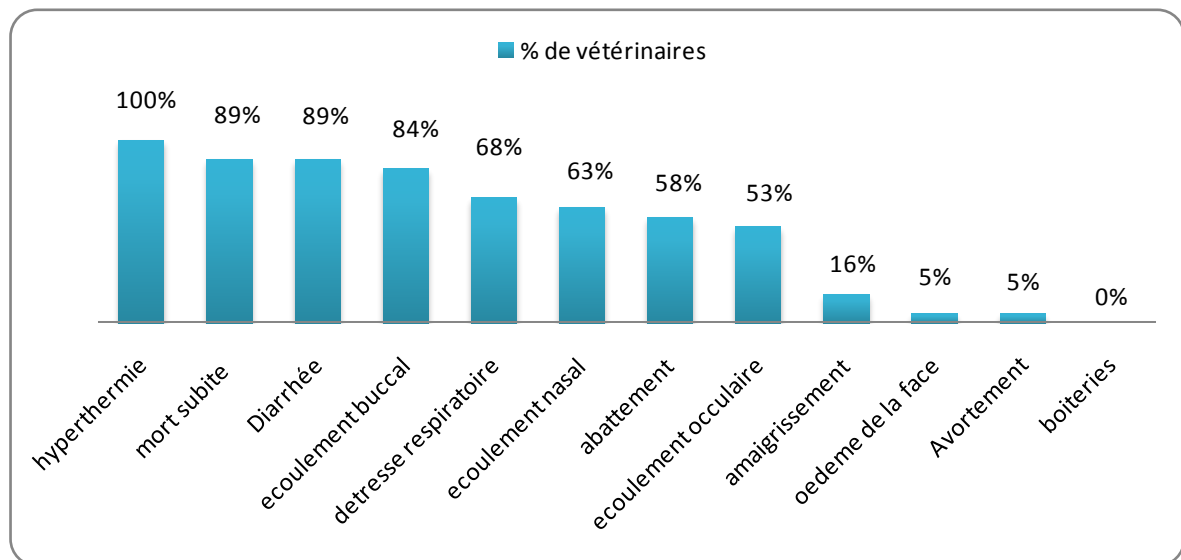


4-3- Connaissances du cadre clinique de la maladie :

Concernant les manifestations cliniques, la diarrhée et la mort subite sont les manifestations les plus rapportées pour la maladie avec 89% des réponses après l'hyperthermie, suivies de l'écoulement buccal avec 84% des

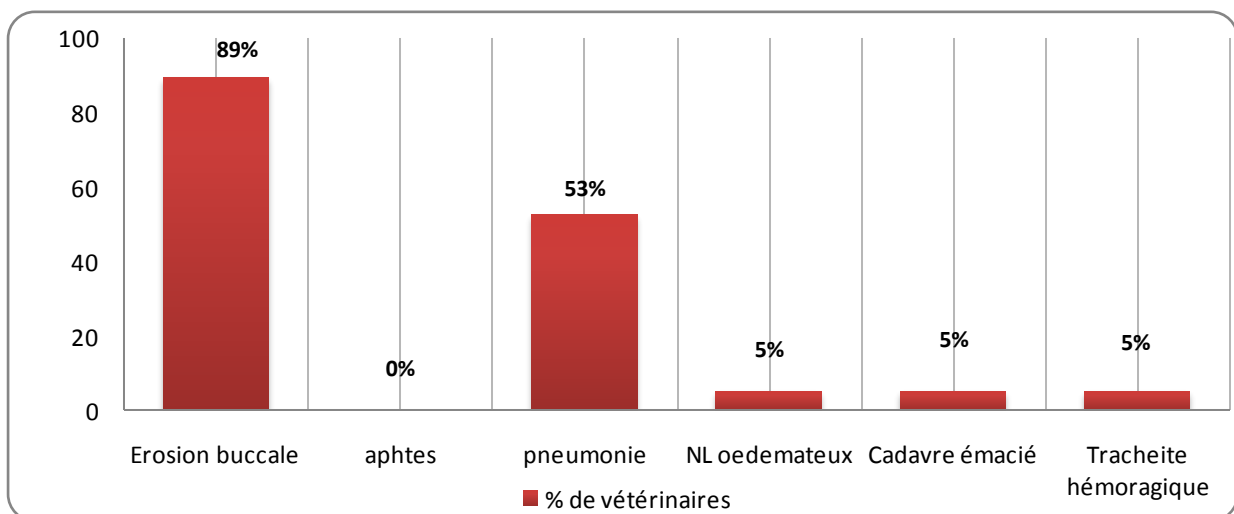
réponses. La détresse respiratoire, l'écoulement nasal, l'abattement et l'écoulement oculaire ont été évoqués par plus de 50% des vétérinaires avec respectivement 68, 63, 58 et 53% des réponses. Enfin, de l'amaigrissement est signalé par 16% des vétérinaires suivi de l'avortement et d'un œdème facial pour 5% des vétérinaires (Voir figure 28).

Figure 28 : Les symptômes considérés étant les plus en faveur de la PPR par les vétérinaires enquêtés



Concernant le contexte lésionnel, les lésions d'érosions buccales ont été rapportées par 89% des vétérinaires enquêtés, suivies par les lésions de pneumonie par 53% d'entre eux, alors que 5% ont signalé avoir rencontré des lésions de nœuds lymphatiques œdémateux, de trachéite hémorragique et de cadavres émaciés (Voir figure 29).

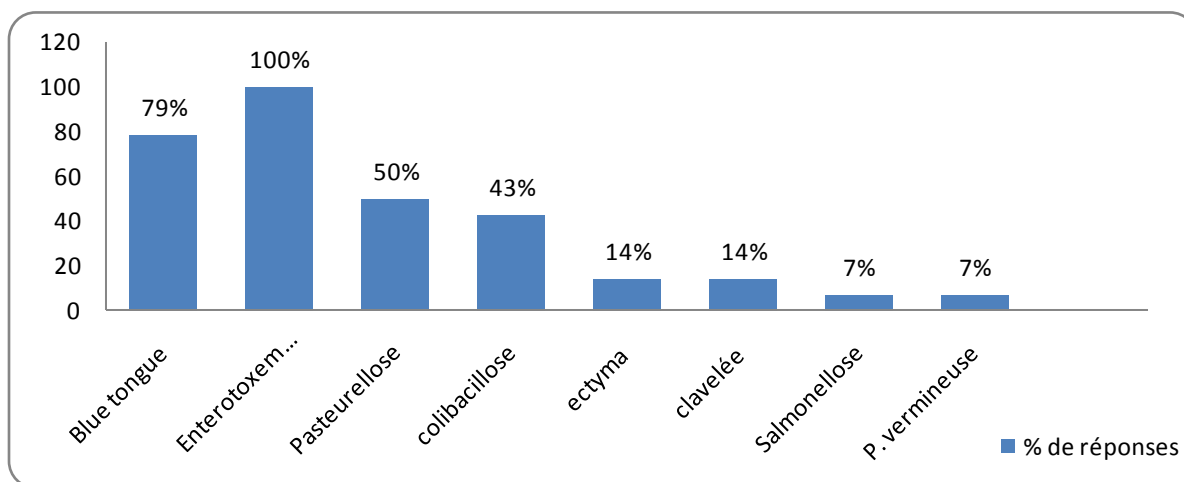
Figure 29: Les lésions considérées les plus en faveur de la PPR



4-4- Maladies rencontrées sur le terrain pouvant porter à confusion avec la PPR :

Parmi les maladies pouvant porter à confusion avec la PPR sur le plan clinique, l'enterotoxémie fait l'unanimité des réponses avec 100 % des réponses, suivie de la Blue tongue, de la pasteurellose et de la colibacillose avec respectivement 79, 50 et 43 % des réponses. L'ecthyma contagieux et la clavelée sont rapportés par 14% des vétérinaires, alors que 7% des vétérinaires évoquent également le rôle des symptômes de la salmonellose et de la pneumonie vermineuse dans la confusion (Voir figure 30).

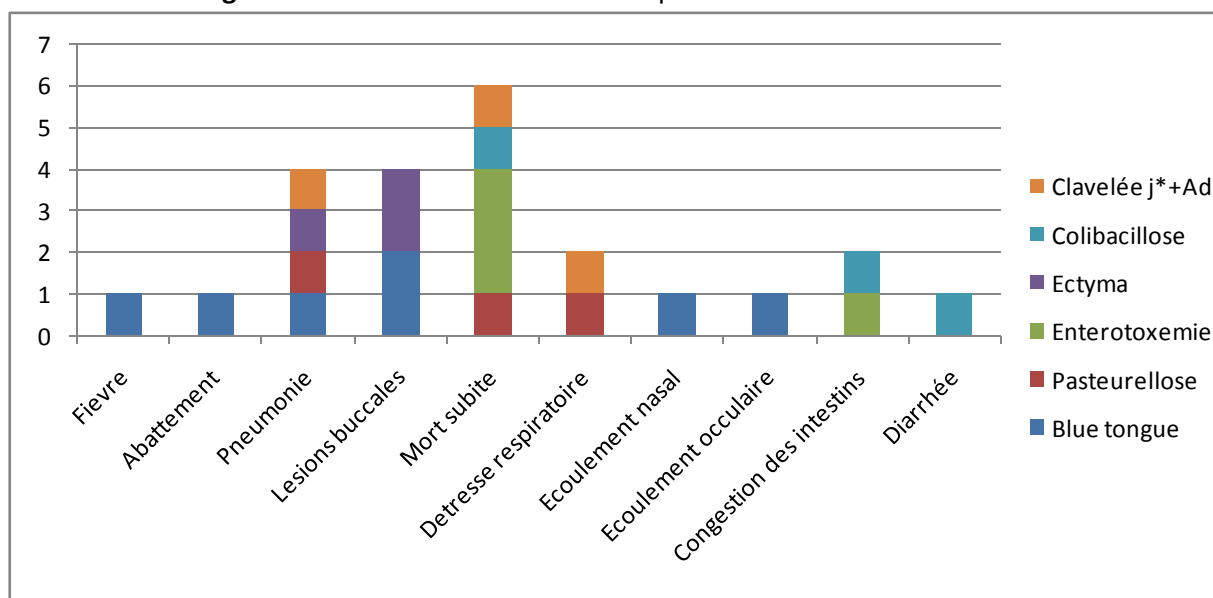
Figure 30 : Maladies rencontrées sur le terrain pouvant porter à confusion avec la PPR



Concernant les éléments de confusion par groupe de maladies rencontrées sur le terrain, le syndrome de mort subite est rapporté pour les quatre maladies suivantes : L'enterotoxémie, la pasteurellose, la colibacillose et la forme suraigüe de la clavelée chez les jeunes.

Les lésions de pneumonie sont rencontrées dans le cas de quatre affections : La blue tongue, la pasteurellose, l'ecthyma contagieux et la clavelée chez les adultes, alors que la fièvre, l'abattement, les lésions buccales et l'écoulement nasal et oculaire sont autant d'éléments de confusion rapportés pour la Blue tongue. Concernant la détresse respiratoire elle a été associée à la clavelée chez les adultes et à la pasteurellose, alors que les congestions intestinales ont été rapportées pour l'entérotaxémie et la colibacillose en plus des diarrhées pour cette dernière, enfin les lésions buccales de l'ecthyma contagieux ont également été rapportées en tant qu'élément de confusion dans le diagnostic de la maladie (Voir figure 31).

Figure 31 : Les éléments de confusion par maladie rencontrée sur le terrain



IV- Discussions :

1) Enquête mobilité :

Les limites de l'étude de mobilité sont :

- La durée de l'enquête qui a été « Instantanée ». En effet il faudrait renouveler ces enquêtes à différents pas de temps pour pouvoir montrer les fluctuations existantes.
- Tous les marchés n'ont pas pu être visités, dont les deux plus grands marchés stratégiques comptant le plus gros volume d'échanges du Moyen Atlas qui sont celui d'Aguelmous et celui de Khenifra.

Le rôle de la zone des naisseurs dans l'approvisionnement en ovins de différentes provinces du pays a été mis en évidence. En effet la plupart des nœuds avec les liens sortants mais avec zéro lien entrant se trouvent dans la zone des élevages naisseurs. Inversement la plupart des nœuds avec des liens entrants mais zéro sortants se trouvent dans d'autres régions distantes du pays s'approvisionnant du Moyen Atlas. La majorité des mouvements du réseau sont représentés par les mouvements depuis les élevages naisseurs vers les marchés stratégiques du Moyen Atlas qui représentent 58,58% des déplacements, alors que les mouvements depuis les marchés stratégiques du moyen atlas vers la zone des engraisseurs représentent 10,63% des déplacements. Ces deux gros mouvements sont expliqués pour le premier par l'existence de grands marchés stratégiques au moyen atlas dont le volume d'échange est très important (Entre 80 000 pour le marché de Boumia et 416 000 têtes/an pour celui d'Aguelmous) (ONSSA 2012) permettant la concentration des produits ovins du massifs au niveau de ces marchés avant d'être écoulés vers les autres provinces du royaume et d'autre part par le fait que l'essentiel des échanges commerciaux au Maroc se fait au niveau des marchés, alors qu'une très faible proportion se réalise au niveau des fermes (5% de l'ensemble des ventes) (Boulanouar et Benlekhal 2006). Alors que pour le deuxième ceci rejoint parfaitement les résultats de l'enquête de l'ONSSA de 2008 réalisée chez les engraisseurs qui rapporte que la zone d'approvisionnement majoritaire pour ces éleveurs était les marchés du Moyen Atlas. Ces 2 grands mouvements sont à l'origine d'autres mouvements de distribution plus étendus à partir des marchés du Moyen Atlas et de la zone des engraisseurs qui pourraient bien expliquer la propagation rapide de la PPR au Maroc en 2008 vu l'étendue de leur portée retrouvée dans la cartographie des flux des ovins issue de la présente étude (Figure 14) qui semble être en accord avec les grandes destinations relevées lors de l'enquête réalisée par l'ONSSA en 2012 (ONSSA 2012). Les mouvements révélés par la cartographie des flux des ovins obtenue dans cette étude apparaissent également se diriger vers la majorité des provinces ayant recensé les foyers de PPR observés au Maroc en 2008 (Figure 9 A et B).

Au sein du réseau seules quelques communes sont très liées, maximums pour Boumia, Sidi Bettache, Mrirt, Timahdit et Azrou avec respectivement 26, 25, 19, 17 et 14 liens. En effet ces communes correspondent à la commune des engraisseurs pour le cas de Sidi Bettache et aux communes hébergeant les grands marchés stratégiques du Moyen Atlas pour les quatre autres, alors que d'autres ont environ 3 liens (degré moyen = 3.4). Il est à signaler que bien que les marchés des communes de Khenifra et d'Aguelmous qui comportent les deux plus gros marchés du massif en terme de volume d'échange n'aient pas pu être enquêtés, elles ressortent tout de même avec respectivement 9 et 7 liens, montrant ainsi l'importance de ces communes dans le circuit d'échange. Une telle répartition des liens avec une grande hétérogénéité du nombre de liens montre bien les propriétés du réseau qui est du type scale free (Annexe 15 et 16) Les réseaux de type « Scale free » sont extrêmement vulnérables aux épidémies, montrant ainsi que le virus a pu se propager rapidement. Un diamètre moyen indique que le nombre de générations pour qu'une maladie se propage dans l'ensemble du réseau est réduite.

Les points d'articulation ou « cutpoints » sont d'un intérêt particulier quand on cherche à identifier des positions critiques dans les réseaux, car si on les supprime, on modifie les propriétés de connectivité du graphe. Dans ce contexte, ces nœuds peuvent être considérés comme des indicateurs d'un risque élevé de transmission de l'agent pathogène. Les principaux centres sont les 5 communes de Boumia, Khenifra, Azrou,

Mriert et Itzer, correspondant aux communes hébergeant des marchés stratégiques d'ovins du Moyen Atlas pour les quatre premiers en termes de centralité des mouvements (degré et betweenness) mais aussi de cohésion (clustering, cutpoints). Ces 5 nœuds jouent un rôle important pour la diffusion, car ils sont à la fois susceptibles de s'infecter et de transmettre l'infection.

2) Partie épidémiologie participative éleveurs :

Chez les petits ruminants domestiques l'espèce ovine apparaît comme la plus exploitée par les éleveurs enquêtés au moyen atlas suivie de l'espèce caprine, ce qui est en accord avec les statistiques nationales (ONSSA 2014) qui citent un effectif de 19,95 millions d'ovins contre 6,23 millions de caprins. Ces deux espèces évoluent mélangées au sein des mêmes troupeaux avec prédominance de l'espèce ovine chez les éleveurs enquêtés, ce qui rejoint ce qui a été rapporté par Chergaoui et Boulanouar (2006) concernant la structure des troupeaux au moyen atlas qui se composent essentiellement d'ovins et de caprins conduits dans des troupeaux mixtes,.

La situation sanitaire dans la région se caractérise par trois groupes de maladies liées à des infections virales, bactériennes et parasitaires qui se succèdent au cours des saisons et dont l'incidence est variable au cours de l'année. Ainsi pour l'enterotoxémie l'incidence de la maladie se montre plutôt stable durant toute l'année, alors que pour la pasteurellose et la clavelée une décroissance entre la fin de l'hiver et le début de l'automne fait place à la blue tongue et aux parasitoses digestives (Monieziose) et pulmonaires (Strongles) qui enregistrent leur pic durant le printemps (Blue tongue, Monieziose) et durant l'été (Blue tongue, Strongles digestifs).

Concernant la clavelée et la blue tongue qui existent sous forme enzootique, elles semblent exprimer des pics périodiques, qui pourraient s'expliquer par leurs premiers passages viraux dans de nouvelles populations naïves de nouveaux villages, élevages ou troupeaux donnant ainsi naissance à des épizooties localisées à partir d'un fond enzootique.

Concernant les parasitoses qui montrent des ré-infestations constantes, elles illustrent le rôle des pâturages collectifs dans la transmission des maladies au moyen atlas. En effet le rôle du mode d'élevage qui est de type extensif dans cette région et qui a été cité par différents travaux de recherche ayant rapporté des taux de couverture allant de 70 à 80% (Kabbali et Berger 1990), ainsi que le rôle de la mise en pâture systématique dès le plus jeune âge et celui du surpâturage dont souffrent les parcours et forêts au niveau du moyen atlas (Chergaoui et Boulanouar 2006) sont en faveur des contaminations par les maladies dont les produits d'excrétion contaminés peuvent persister suffisamment longtemps dans les pâturages, au moins jusqu'au prochain contact avec un animal naïf, comme mis en évidence par Dialo et Campo (2008) lors de l'épizootie de 2008 pour la PPR.

Parmi les maladies citées par les éleveurs quatre ont été jugées pertinentes dans le sens où elles expriment des manifestations cliniques pouvant porter à la confusion avec la PPR selon les grandes lignes des expressions cliniques citées pour la maladie par Roeder et al (2000) ainsi que Minet et al (2009). Les principales manifestations retenues de ces maladies sont : la mort subite qui concerne l'enterotoxémie et la pasteurellose, les troubles digestifs qui peuvent être rencontrés dans les deux maladies précitées en plus de la Blue tongue et de la clavelée, puis les troubles respiratoires qui sont rencontrés dans le cas de la pasteurellose.

Chez les éleveurs une confusion existe concernant la colibacillose qui n'a pas pu être ressortie lors de l'entretien, ceci revient au fait qu'elle soit souvent associée à l'enterotoxémie vu le syndrome de mort subite et les lésions de congestion intestinales qu'elle occasionne. La vaccination contre l'enterotoxémie est loin d'être réalisée systématiquement ce qui ne permet pas le diagnostic différentiel par élimination sur le terrain

3) Discussions partie épidémiologie participative vétérinaires:

Les connaissances du contexte légal et étiologique de la maladie ne font pas de doute chez les vétérinaires enquêtés. Le risque d'introduction de la maladie dans les troupeaux apparaît associé principalement à l'introduction de nouveaux animaux, alors que le rôle du contact prolongé avec d'autres congénères comme c'est le cas lors des rassemblements d'animaux dans les marchés ou dans les foires d'agricultures n'a pas été évoqué par 42% des vétérinaires enquêtés. Le rôle des pâturages communs dans la transmission de la maladie qui a été signalé par Dialo et Campo (2008) dans des élevages contaminés n'ayant pas introduit d'animaux dans leurs troupeaux durant l'épizootie n'a pas été signalé par 58% des vétérinaires.

L'expérience antérieurement acquise en diagnostic de cas cliniques de la maladie lors de l'épizootie de 2008 semble maintenue dans la région à travers 68% des vétérinaires enquêtés, alors que 32% des vétérinaires enquêtés se sont installés dans la région ultérieurement à l'épizootie.

Les discussions du contexte clinique de la maladie montre que les vétérinaires ont pu observer lors de l'épizootie de 2008 deux formes de la PPR dont les symptômes sont en accord avec ceux cités par Roeder et al (2000) : la forme suraigüe qui se manifeste par le syndrome de mort subite ainsi que la forme aigüe typique d'évolution moins rapide que la première et dont les manifestations cliniques sont les troubles digestifs et respiratoires, les écoulements buccaux, nasaux et oculaires ainsi que l'abattement.

Cette enquête a montré qu'il existe sur le terrain six maladies dont les symptômes portent à confusion avec l'éventail des manifestations cliniques de la PPR selon qu'il s'agisse de sa forme suraigüe ou aigüe. En effet le syndrome de mort subite caractéristique de la forme suraigüe de la PPR est retrouvé dans le cas de quatre d'entre elles : l'enterotoxémie, la pasteurellose, la colibacillose et la clavelée chez les jeunes. Alors que d'autres manifestations cliniques caractéristiques de la forme aigüe de la PPR sont retrouvées parmi six entre elles. C'est le cas des troubles respiratoires qui peuvent être retrouvés dans la Blue tongue, la pasteurellose, l'ecthyma et la clavelée chez les adultes, alors que les troubles digestifs peuvent être rencontrés dans le cas de l'enterotoxémie et la colibacillose, enfin les lésions buccales sont retrouvées dans le cas de l'ecthyma et la Blue tongue. Cette dernière qui se manifeste par la fièvre, l'abattement, les lésions buccales et l'écoulement nasal et oculaire, comporte le plus d'éléments de confusion vis-à-vis de la PPR parmi toutes les maladies rapportées.

4) Discussion de l'enquête sérologique chez les engraisseurs et les naisseurs :

Les principaux résultats obtenus qui ont permis de faire des distinctions entre la part des engraisseurs et des naisseurs concernant les caractéristiques des produits exploités ont montré que :

- La moyenne de l'âge chez les ovins enquêtés de la zone des engraisseurs est de 5,4 mois et qu'elle est sensiblement différente de celle chez les ovins enquêtés de la zone des naisseurs qui est de 9,5 mois. Les catégories d'âge les plus fréquemment rencontrées chez les engraisseurs sont celles ayant entre 4 et 6 mois, ce qui ne correspond pas à l'âge d'introduction au niveau des centres d'emboûche recensé par l'ONSSA qui se situe entre 6 et 9 mois durant la période enquêtée de la fête du sacrifice (ONSSA 2008-a), suggérant ainsi que l'âge des animaux engraisés peut varier au cours de l'année, mais qui correspondent toutefois à la période de concentration des naissances d'octobre identifiée chez les naisseurs par Chaarani et Robinson (1992). Alors que chez les naisseurs, la catégorie des âgés de 12 mois correspondant aux naissances de mai 2013 semblait la plus fréquente suivie des catégories des âgés entre 6 et 11 mois issus de la répartition des agnelages sur toute l'année comme cité par Chaarani et Robinson (1992).

- Outre le fait que la grande majorité des ovins exploités chez les naisseurs enquêtés sont nés dans l'exploitation, la race Timahdite représente la totalité des races exploitées. Pour les engraisseurs enquêtés dont la presque totalité des ovins exploités sont achetés, la race Timahdite représente la grande majorité des races exploitées suivie de la race Sardi moins représentée que la première. Ce qui est en accord pour les naisseurs avec la zone de délimitation réglementaire correspondant au moyen atlas qui est la zone de berceau de la race Timahdite (Kabbali et Berger 1990, Boujenane 1999), alors que pour les engraisseurs ceci rejoint

les résultats de l'enquête réalisée par l'ONSSA (2008-b) qui rapporte que la zone d'approvisionnement majoritaire pour les engraisseurs était le moyen atlas, et qui cite la race Timahdite en tant que race majoritaire recensée lors de cette enquête.

- Les engraisseurs exploitent presque 8 fois (88,6 %/11,4 %) plus de males que de femelles, alors que chez les naisseurs, les males représentent moins de la moitié des femelles (31,9 %/68,10 % = 46,8%). Ce qui est en accord pour les naisseurs avec les proportions nationales qui comptent 2/3 des femelles dans le cheptel pour 1/3 de males (Akhenouch 2009, ONSSA 2014)

Les résultats préliminaires obtenus par le test ELISA ont montré que le taux de séronégativité lors de cette enquête a été de 98,7%, le complément de ce pourcentage a été représenté par 1,4% de prélèvements douteux (12 prélèvements) et 0,2% de prélèvements non exploitables par le laboratoire (2 prélèvements). Les résultats douteux étaient répartis à raison de 33,3% dans la zone des engraisseurs (4 ovins), et 66,7% dans la zone des naisseurs (8 ovins dont 2 dans la province d'Ifrane et 6 autres dans la province de Khenifra). Les communes concernées par les prélèvements douteux comprenaient la zone des naisseurs et la zone des engraisseurs. Suite à la confirmation par séro-neutralisation sur les prélèvements douteux, les résultats se sont tous avérés négatifs, permettant ainsi de dire qu'il n'y a pas de circulation virale dans la zone de l'étude, ceci sous réserve qu'il existe une incertitude liée à la taille de l'échantillon. En effet le protocole d'enquête garantissait la représentativité de l'échantillonnage mais la faible taille de l'échantillon ne garantissait pas la précision .

V- Conclusion :

Les résultats de l'enquête mobilité de cette étude ont mis en évidence le rôle de la zone des naisseurs ainsi que celui de la zone des engraisseurs dans l'approvisionnement en ovin des différentes autres régions du pays. Les communes concernées dans la zone des naisseurs hébergent les grands marchés du Moyen Atlas qui desservent jusqu'à de très grandes distances les différentes autres communes du pays auxquelles ils sont très liés, il en est de même pour la commune des engraisseurs dont les approvisionnements se font au niveau de ces marchés avant de desservir des régions parfois plus éloignées. Ces principaux carrefours **incontournables** représentent un grand risque de favoriser la diffusion des maladies sur de très longues distances à travers tout le pays en cas d'épizooties, mais ils auront toutefois également la capacité d'en contrôler la diffusion à travers le contrôle de la circulation des animaux. En effet la cartographie des flux obtenue lors de cette étude permet d'expliquer d'une façon majoritaire mais non exhaustive la dissémination des foyers de PPR constatés lors de l'épizootie de 2008.

Les résultats de l'enquête participative ont permis de constater que plus des 2/3 des vétérinaires exerçant dans la zone des naisseurs ont une bonne expérience de terrain concernant le diagnostic clinique de la PPR, ceci est dû à leur expérience de terrain acquise durant l'épizootie de 2008, toutefois, un peu moins de la moitié d'entre eux ne sont pas sensibilisés au rôle du rassemblement d'animaux dans la transmission de la maladie, alors que plus de la moitié d'entre eux négligent le rôle des parcours collectifs dans la transmission de la maladie. Les résultats obtenus suggèrent de prévoir des sessions de formation et de sensibilisation pour ces acteurs de terrain ainsi que pour les éleveurs qui représentent les premières sentinelles actives le terrain vis-à-vis de la détection des maladies.

Les maladies présentes sur le terrain présentant des symptômes pouvant porter à confusion lors du diagnostic de la PPR sont au nombre de six qui s'alternent successivement au cours de l'année, certaines coïncident avec la saison chaude qui a vu apparaître la PPR au Maroc en 2008, alors que d'autres coïncident avec la saison froide et pluvieuse qui n'écarte pas la possibilité d'apparition de la maladie durant cette saison à l'image des pays d'Afrique sub-saharienne.

Les résultats de l'enquête sérologique ont permis de constater l'absence de circulation virale de la PPR chez les agneaux au niveau de la zone des naisseurs et des engraisseurs, le protocole de cette enquête a été représentatif, mais comporte toutefois une incertitude liée à la taille de l'échantillon qui a été faible par rapport à l'effectif qu'il fallait prendre en compte, impliquant ainsi un manque de précision lors de cette

enquête. L'enquête sérologique a d'autre part permis de constater que la race majoritairement exploitée que ce soit chez les naisseurs ou les engraisseurs est représentée par la race Timahdite, race qui a été majoritairement recensée au niveau du circuit de commercialisation.

Au terme de ce travail les principales recommandations suggérées consistent en :

- La prise de conscience que le contrôle de la dissémination des maladies dont la PPR en cas d'épizootie passe obligatoirement par le contrôle du mouvement des animaux au niveau des principaux carrefours incontournables représentés par les six grands marchés du massif du Moyen Atlas en plus du contrôle des mouvements de ces animaux au niveau de la zone des engraisseurs.
- L'organisation de sessions de formation au profit des vétérinaires exerçant au niveau de la zone des naisseurs, permettant ainsi l'actualisation continue des connaissances sur la maladie pour les vétérinaires nouvellement installés, mais aussi la sensibilisation concernant l'épidémiologie de la transmission de la maladie au niveau de cette zone à caractère particulièrement sensible du à son mode d'élevage extensif.
- L'encadrement des éleveurs au niveau de la zone des naisseurs à travers la sensibilisation sur la PPR ainsi que sur les autres maladies présentes sur le terrain dont les manifestations cliniques et lésionnelles sont susceptibles de porter à la confusion avec cette maladie.
- Conduire une étude sur la race Timahdite qui a été majoritairement recensée dans le circuit d'échange lors de cette étude, mais aussi majoritairement recensée dans le même circuit lors de l'épizootie de PPR de 2008 afin de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de sa faible sensibilité relative vis-à-vis du virus de la PPR.
- Etendre l'étude de mobilité réalisée lors de cette étude à toutes les autres régions du Royaume afin de pouvoir déterminer les principaux carrefours d'échange qui pourront être éventuellement contrôlés lors de la déclaration d'épizooties de maladies infectieuses.
- Profiter des résultats de l'étude de mobilité réalisée dans le cadre de cette étude et l'étendre à tout le système d'élevages naisseurs et s'en servir pour d'autres maladies comme la clavelée ou la fièvre aphteuse, voire la fièvre de la Vallée du Rift ou la bluetongue.

Références Bibliographiques

- Abegunde A.A. et Adu F.D. (1997) : Excretion of the virus of peste des petits ruminants by goats, *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, 25 (3), 307-311.
- Abu Elzein E.M.E., Housawi F.M.T, Bashareek Y., Gameel A.A., AL-Afaleq et Anderson E. (2004) : Severe PPR infection in gazelles kept under semi-free range conditions, *J.Vet.Med*, B51, 68-71 (Saudi Arabia).
- Akhenouch A, (2009). Atlas de l'agriculture Marocaine Edition 2008 Achevé d'imprimer : Avril 2009, Impression : OKAD AL JADIDA, Rabat 143 p.
- Ayari-Fakhfakh, E.; Ghram, A.; Bouattour, A.; Larbi, I.; Gribâa-Dridi, L.; Kwiatak, O.; Bouloy, M.; Libeau, G.; Albina, E. & Cêtre-Sossah, C. First serological investigation of peste des petits ruminants and Rift Valley fever in Tunisia. *Vet. J.*, 2011, 187, 402-404.
- Banyard A-C., Parida S., Batten C., Oura C., Kwiatak O., Libeau G. 2010. Global distribution of peste des petits ruminants virus and prospects for improved diagnosis and control. *Journal of General Virology*, 91 : 2885-2897.
- Bao J., Wang Z., Li L., Wu X., Sang P., Wu G., Ding G., Suo L., Liu C., Wang J., Zhao W., Li J., Qi L. 2011. Detection and genetic characterization of peste des petits ruminants virus in free-living bharals (*Pseudois nayaur*) in Tibet, China. *Res. Vet. Sci.*, 90(2) : 238-240.
- Bigras-Poulin M., Thompson R.A., Chriel M., Mortensen S., Greiner M. (2006), Network analysis of Danish cattle industry trade patterns as an evaluation of risk potential for disease spread, *Preventive Veterinary Medicine*, 76, 11-39
- Boujenane, I. 1999. Les Races Ovines du Maroc. Actes Editions, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- Boulanouar B. & Benlekhal A., 2006, L'élevage ovin au Maroc: de la production à la consommation. L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc, 3-32.
- Bourdin P. (1973) : La peste des petits ruminants (PPR) et sa prophylaxie au Sénégal et en Afrique de l'ouest, *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 26 (4), 71a-74a.
- Bourdin P. et Doutré M.P. (1976) : La peste des petits ruminants au Sénégal, *Rev. Elev. Med. vet. Pays trop.*, 29 (3), 199-204.
- Catley A. 2005. Participatory epidemiology: A guide for trainers. African Union – Interafrican Bureau for Animal Resources, Nairobi. <http://www.participatoryepidemiology.info/userfiles/PEGuide-electronic-copy.pdf>. Consulté le 01/03/2014
- Chaarani B. and Robinson R.A. (1992). Sheep flock productivity and management in Meknes province, Morocco. *Small Ruminant Research*, 8:1-12.
- Chergaoui, A., & Boulanouar, B. (2006). Caractéristiques, atouts et contraintes de l'élevage ovin au moyen atlas. L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc (INRA Rabat (Maroc).p. 348 p). BOULANOUAR, B. ET PAQUAY, R.
- Christley R.M., Pinchbeck G.L., Bowers R.G., Clancy D., French N.P., Bennett R., Turner J. (2005), Infection in social network : using network analysis to identify high-risk individuals, *American Journal of Epidemiology*, 162(10), 1024-1031
- Diallo A. (2003). Peste des petits ruminants. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Lavoisier Tec et Doc (éd.), vol 1 pp. 307-322.

- Diallo A. et Campo P. (2008) : Mission d'évaluation rapide et d'assistance technique au gouvernement du Maroc dans le cadre des activités de contrôle de la peste des petits ruminants, Rapport de mission du 2 septembre 2008, Centre de gestion des crises – santé animale FAO / OIE, 21p.
- El Amiri B. (1998). Diagnostic des conduites de reproduction chez la race ovine Timahdit du Moyen Atlas. Rapport de titularisation à l'INRA, INRA, Rabat.
- El Amiri B. (1999). Diagnostic des modes de reproduction chez la race ovine Timahdite du Moyen Atlas. Recommandations pour le développement et les axes de recherche futurs. Dans recherche orientée vers le développement. Boulanouar B., Mathess A. M. G. et Morkramer G., Eds, 1998 -1999. 187 p.
- El-Rahim, I. H. A. A.; Sharawi, S. S. A.; Barakat, M. R. & El-Nahas, E. M. (2006) An outbreak of peste des petits ruminants in migratory flocks of sheep and goats in Egypt in. *Rev. Sci. Tech.*, 2010, 29, 655-662.
- Europa Lex (2009) : L'accès au droit de l'union européenne, [en-ligne], Décision 2009/125/CE de la Commission du 12 février 2009 relative à une participation financière de la Communauté au contrôle de la peste des petits ruminants au Maroc, [eur-lex.europa.eu/fr/index.htm], (consulté le
- Gargadennec L. et Lalanne A. (1942) : La peste des petits ruminants, *Bull. Serv. Zoot. Epizoot. AOF.*, 5, 16-21.
- Gilbert y. et Monnier J. (1962) : Adaptation du virus de la peste des petits ruminants aux cultures cellulaires, notes préliminaires, *Rev. Elev. Méd. vet. Pays trop.*, 15 (4), 321-335.
- Hoffmann B., Wiesner H., Maltzan J., Mustefa R., Eschbaumer M., Arif F.A., Beer M.. 2012. Fatalities in wild goats in Kurdistan associated with peste des petits ruminants virus. *Transboundary Emerging Dis.* 59:173–176.
- Ismail T.M., Hassan H.B., Nawal M.A., Youssef Rakha G.M., El-Halim M.M.A., Fatehia M.M.(1992). Studies on prevalence of rinderpest and peste des petits ruminants antibodies in camel sera in Egypt. *Vet. Med. J. Giza*, 10(2) : 49-53.
- Ismail, I. M. & House, J. (1990) Evidence of identification of peste des petits ruminants from goats in Egypt. *Archiv für experimentelle Veterinärmedizin*, 44, 471-474.
- Joffré R., Hubert B. et Meuret M. (1992). Les systèmes agro-sylvo-pastoraux méditerranéens : Enjeux et réflexions pour une gestion raisonnée. Dossier MAB 10, UNESCO, France.
- Kabbali, A. and Y. M. Berger, (Eds). (1990). L'Elevage du Mouton dans un Pays à Climat Méditerranéen, le Système Agro-Pastoral du Maroc. Actes Editions, IAV Hassan II, Rabat. 235 pp.
- Kao R.R., Danon L., Green D.M., Kiss I.ZI (2006), Demographic structure and pathogen dynamics on the network of livestock movements in Great Britain, *Proc. R. Soc. B*, 273, 1999-2007
- Khalafalla A.I., Saeed I.K., Ali Y.H., Abdurrahman M.B., Kwiatek O., Libeau G., Obeida A.A., Abbas Z. (2010). An outbreak of pestes des petits ruminants (PPR) in camels in the Sudan. *Acta Tropica*, 116(2) :161-5.
- Kinne J., Kreutzer R., Kreutzer M., Wernery U., Wohlsein P. (2010). Peste des petits ruminants in Arabian wildlife. *Epidemiol. Infect.*, 138(8) : 1211-1214.
- Kwiatek O., Grillet C., Hurard C., Carlsson E., Karimov B. et al. (2007) : Peste des petits ruminants (PPR) outbreak in Tajikistan, *J. Comp. Pathol.*, 36, 111-119.
- Kwiatek, O.; Ali, Y. H.; Saeed, I. K.; Khalafalla, A. I.; Mohamed, O. I.; Obeida, A. A.; Abdelrahman, M. B.; Osman, H. M.; Taha, K. M.; Abbas, Z.; Harrak, M. E.; Lhor, Y.; Diallo, A.; Lancelot, R.; Albina, E. & Libeau, G. (2011) Asian lineage of peste des petits ruminants virus, *Africa. Emerg. Infect. Dis.*, 17, 1223-1231.
- Libeau G. (2008-a) : Peste des petits ruminants au Maroc : le vaccin du Cirad qui fait mouche, CIRAD : Espace Presse, archives 2008, 6 novembre 2008.

- Mariner JC et Paskin R. 2000. Manual on participatory epidemiology: Methods for the collection of action-oriented epidemiological intelligence. FAO Animal Health Manual No.10. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome. <http://www.fao.org>. Consulté le 01/03/2014
- Mercklé P. (2011), Sociologie des réseaux sociaux, Paris, La Découverte, coll. « Repères », 3ème éd., 128 p.
- Minet C., Kwiatek O., Keita D., Diallo A., Libeau G. et Albina E. (2009) : Infections à Morbillivirus chez les ruminants : la peste bovine en voie d'éradication et la peste des petits ruminants en extension vers le nord, *Virologie*, 13 (2), 103-113.
- Minet C., Kwiatek O., Keita D., Diallo A., Libeau G., Albina E. (2009). Infections à Morbillivirus chez les ruminants : la peste bovine en voie d'éradication et la peste des petits ruminants en extension vers le nord. *Virologie*, 13 (2) : 103-113.
- MADRPM. (1998). Résultats du recensement général de l'agriculture (RGA), DPAE. Rabat, Maroc. 10p.
- Mornet P., Gilbert Y., Orue J. et Thiery G. (1956) : La peste des petits ruminants en Afrique Occidentale Française et ses rapports avec la peste bovine, *Rev. Elev. Med. vet. Pays trop.*, 9 (4), 313-342.
- Munir M. (2013). Role of Wild Small Ruminants in the Epidemiology of Peste Des Petits Ruminants. *Transbound Emerg. Dis.*, <http://dx.doi.org/10.1111/tbed.12052>. Consulté le 01/03/2014
- Naïlho A. et Müller N. (1993). Rapport préliminaire. Les contraintes du système d'élevage ovin/caprin du Moyen Atlas. INRA/GTZ, 60 p.
- OIE (2014-a) : List of countries by disease situation, In : WAHID Interface [en-ligne], [http://www.oie.int/wahis/public.php?page=disease_status_lists], (consulté le 02/03/2014)
- OIE, 2002 . Peste des Petits Ruminants. [Ressource électronique]. Accès internet : [http : www.oie.int](http://www.oie.int) (Consulté le 01/03/201)
- ONSSA (2008-a) « Situation épidémiologique de la peste des petits ruminants au Maroc en 2008 ». Rapport interne du 19 décembre 2008. Rabat-Maroc. 2p (ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires)
- ONSSA (2008-b), « Enquête dans les unités d'engraissement de Sidi- Bettache- Benslimane ». Du 22/08/2008 au 20/09/2008. Rabat- Maroc. 111 p. (ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires)
- ONSSA (2012), « Résultats de l'enquête menée dans les marchés stratégiques du royaume ». Rabat- Maroc. 16 p. (ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires)
- ONSSA (2014), « Données de la Direction des Statistiques et de la Stratégie » Rabat- Maroc. 4p. (ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires).
- PERISSE ARS, NERY J.A.C. (2007), The relevance of social network analysis on the epidemiology and prevention of sexually transmitted diseases, *Cad. Saude Publica* 23(Sup3) S361-S369
- Potin C. (2002), Etude de la stratégie d'aménagement et de développement du Moyen Atlas : Etude typologique des systèmes d'élevage du massif du Moyen Atlas. Rapport de mission Maroc. 38p.
- Pretty NJ, Guijt I, Thompson J et Scoones I. (1995). Participatory learning and action: A trainer's guide. IIED participatory methodology series. IIED (Institut international pour l'environnement et le développement), Londres, R-U. 270 pp.
- Roeder, P.L.,Obi, T.U.,Diallo, A.(2000) : RECONNAÎTRE LA PESTE DES PETITS RUMINANTS, Manuel FAO de santé animale. Version 5. Rome, 28p

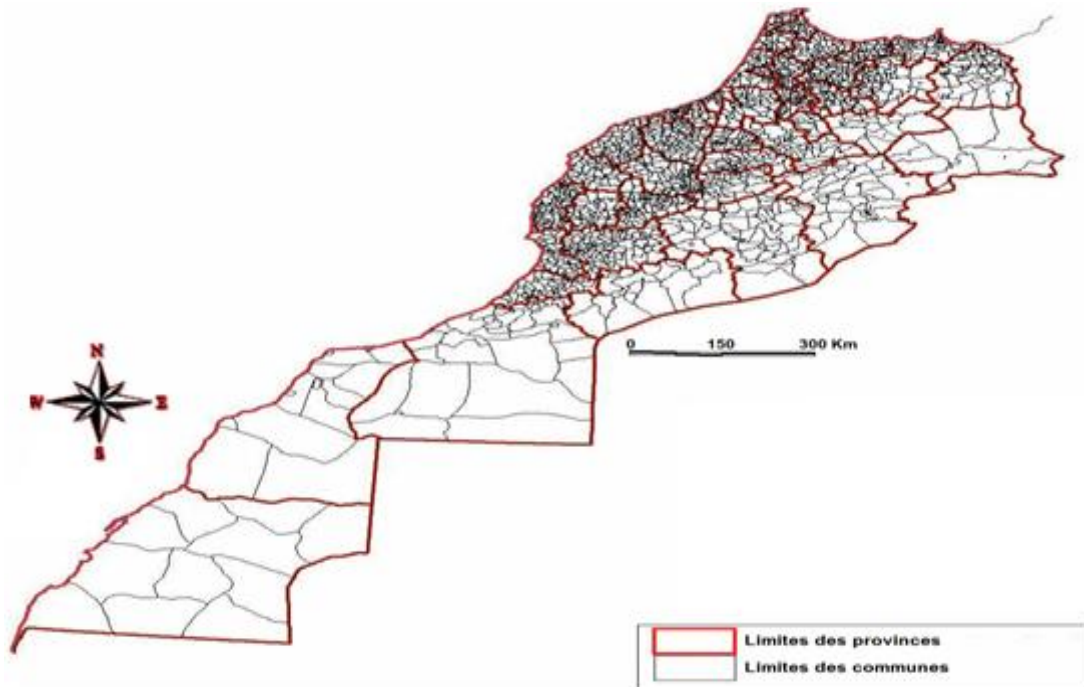
Roger F., Guebre Yesus M., Libeau G., Diallo Yigezu L.M., Yilma T. (2001). Detection of antibodies of rinderpest and peste des petits ruminants viruses (Paramyxoviridae, Morbillivirus) during a new epizootic disease in Ethiopian camels (*Camelus dromedarius*). *Rev. Med. Vet.*, 152 : 265-268.

STARTER G. (2006) : *Manger et élever des moutons au Maroc, Sociologie des préférences et des pratiques de consommation et de production de viande*, Thèse doctorale de sociologie Université Paris I- Panthéon Sorbonne, 305p.

WEBB C.R. (2006), Investigating the potential spread of infectious diseases of sheep via agricultural shows in Great Britain, *Epidemiol. Infect.*, 134, 31-40

ANNEXES :

Annexe 1 : Découpage administratif du Maroc à l'échelle des provinces et des communes
(Source : Akhenouch 2009)



Annexe 2 : Organigramme central de l'ONSSA



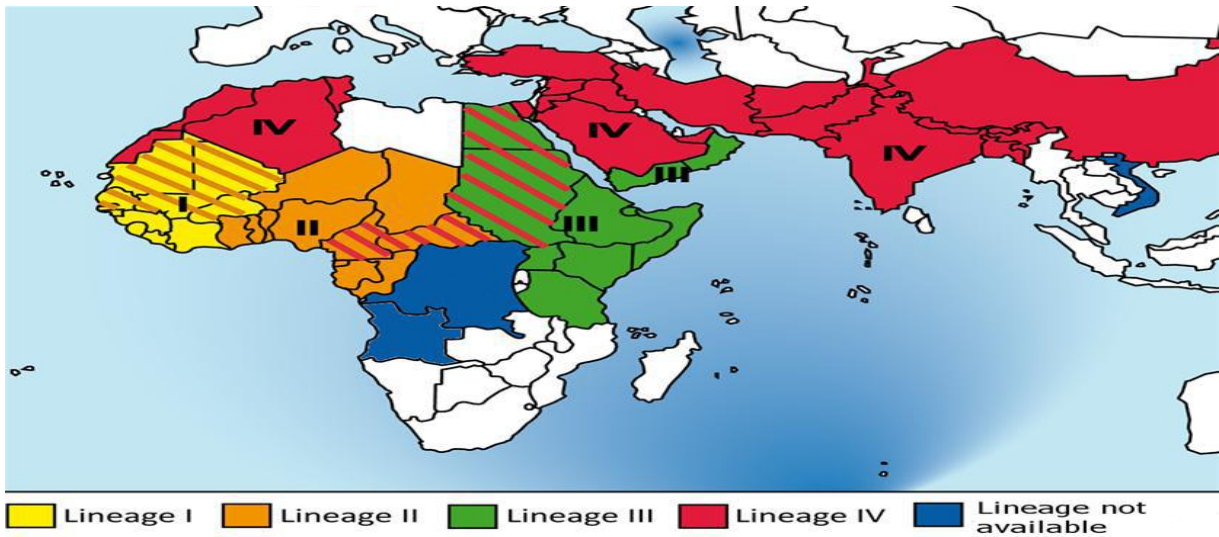
Annexe 3 : Organigramme régional et provincial de l'ONSSA



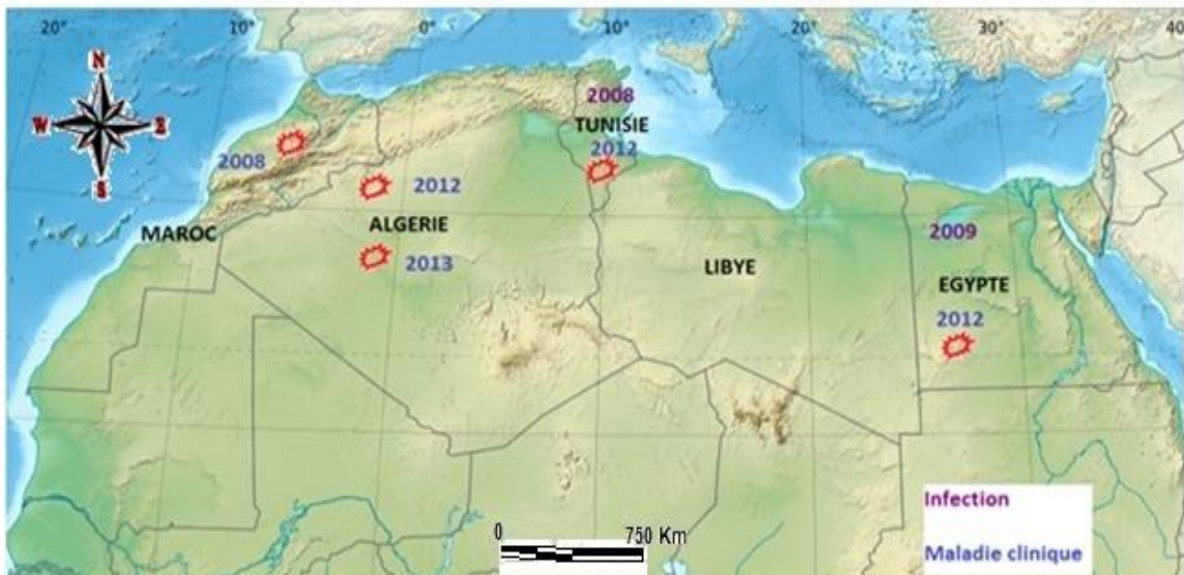
Annexe 4: Organigramme Fonctionnel du Réseau National d'Epidémiosurveillance des Maladies Animales (RENESMA)



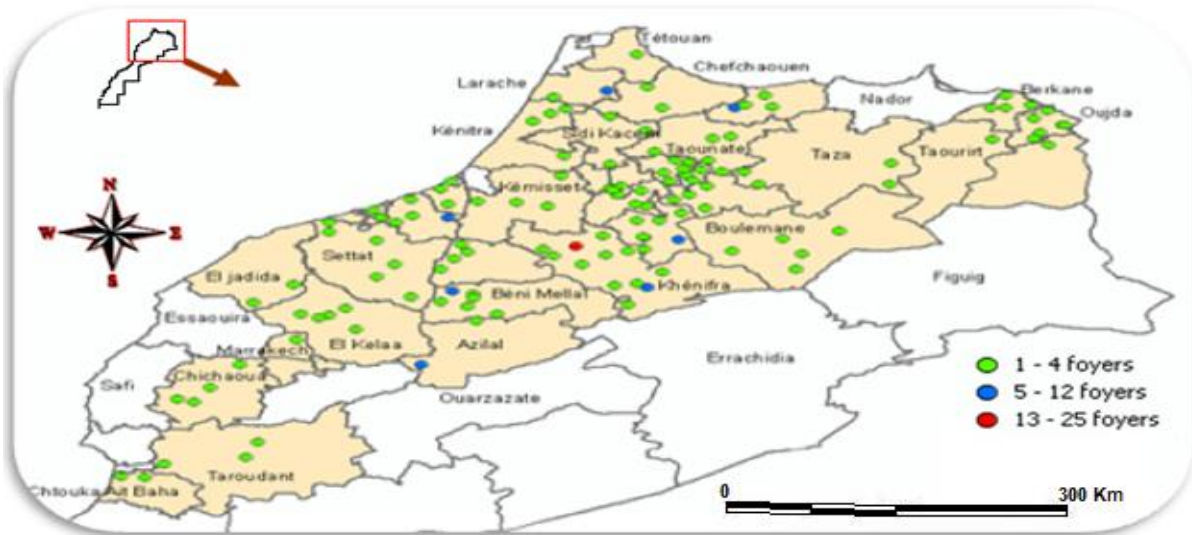
Annexe 5: Répartition et lignées virales de la PPR dans le monde (source: Libeau 2012)



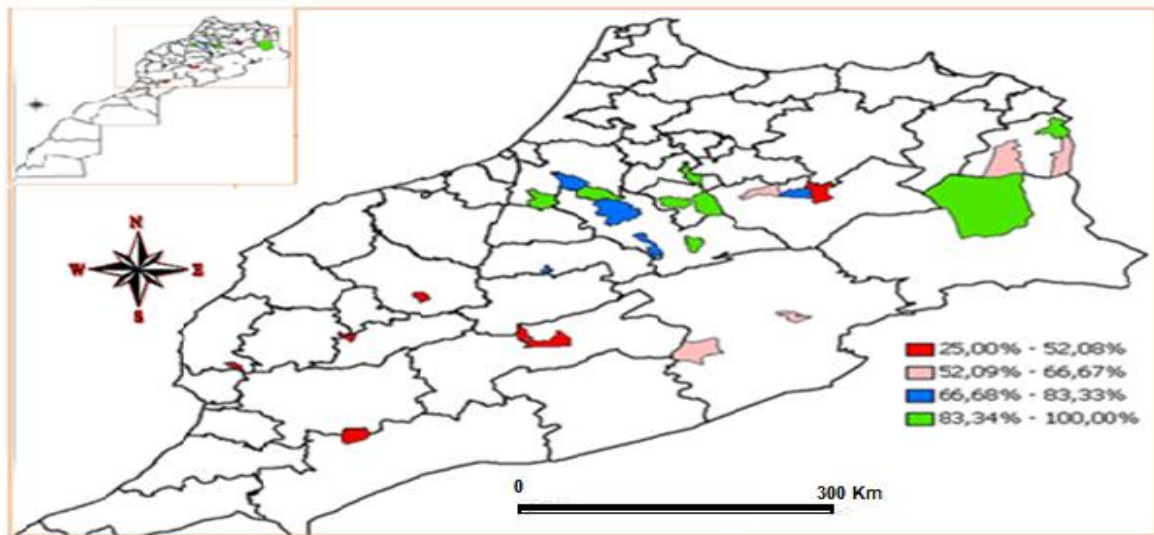
Annexe 6 : Evolution de la PPR au Maghreb de 2008 à 2013



Annexe 7 : Répartition géographique de la peste des petits ruminants (ONSSA 2008-a).



Annexe 8: Distribution géographique du taux de positivité chez les animaux vaccinés.



Annexe 9 :

Questionnaire d'enquête « Origine – Destination »

ENQUÊTE ORIGINE / DESTINATION

Nom de l'enquêteur :

Date de l'enquête :

Lieu de l'enquête : Région>Province>Commune>

Type : M - Marchés A - Ateliers d'engraissements E - Elevage A - Abattoirs- Tueries	Entrants ou sortants ? S : S'ils quittent le lieu, sortant, la localité est la destination. E : S'ils arrivent sur le lieu, entrant, la localité est l'origine	Animaux identifiés et Lots : O- Oui N - Non	Mode d'élevage : E:Extensif S/E : Semi extensif I : Intensif strict	Race majoritaire : T : Timahdit B :Bni Guil S :Sardi D :Dman A :Autres
--	---	--	---	--

Entrants ou Sortants ?	Province/ Commune	Type	Animaux identifiés	Nombre Approx.	% de femelles	Plusieurs lots ?	Mode d'élevage	Race majoritaire	% age des agés <6 mois

Annexe 10 : Fiche enquête sérologique PPR

1- RENSEIGNEMENTS SUR L'ELEVAGE :

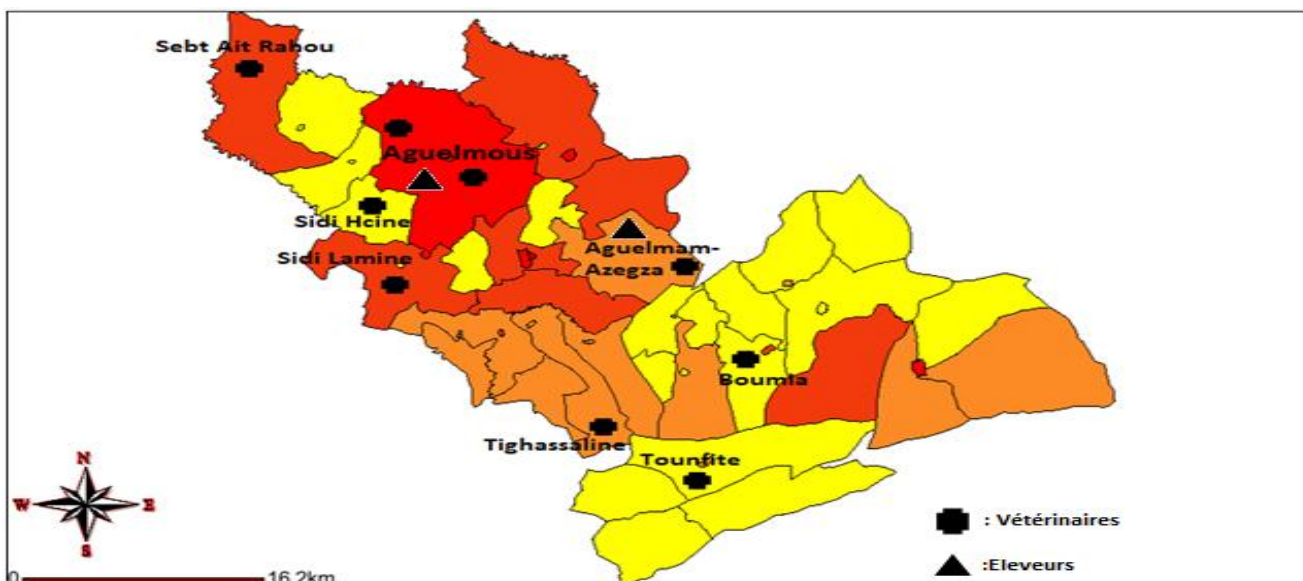
- Direction Régionale de l'ONSSA de :
- Service vétérinaire provincial (SVP) de :
- Province :
- Commune Rurale :
- Nom et prénom de l'éleveur :
- Effectifs des animaux dans l'élevage :
- Effectif des troupeaux prélevés :
- Date de l'enquête :

2- RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LES ANIMAUX PRELEVES :

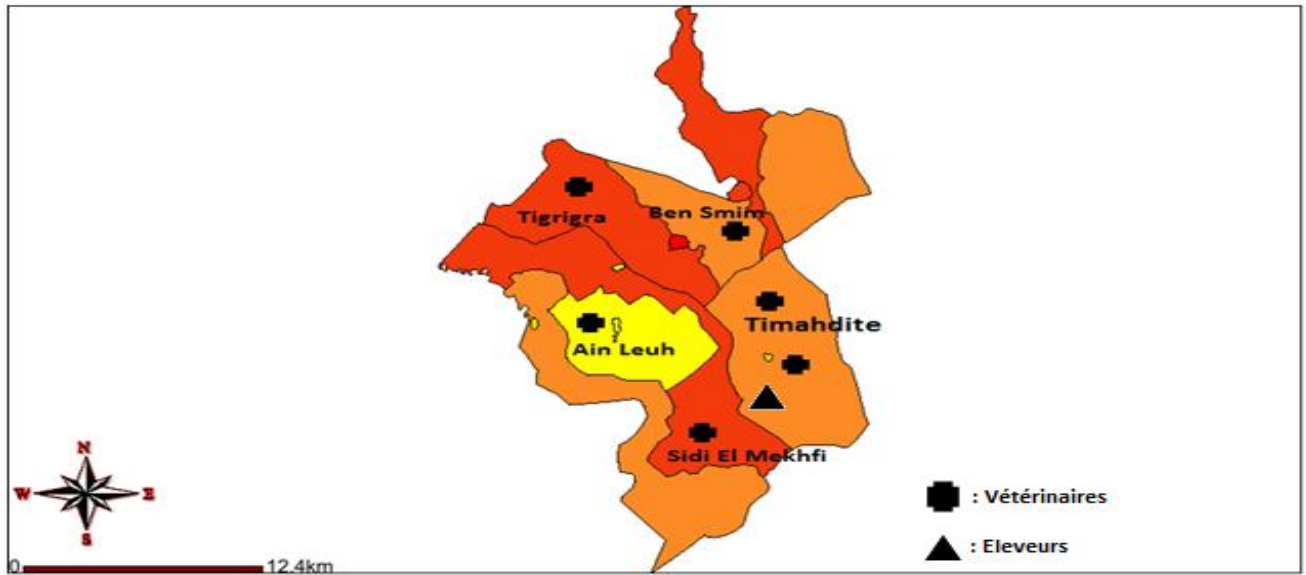
Date de prélèvement	Code prélèvement	Espèce	Race	Sexe	Age (en mois)	Origine (1)	Résultat d'analyse

(1) N : né dans l'exploitation ; A : acheté

Annexe 11: Communes concernées par l'enquête participative chez les éleveurs et les vétérinaires dans la province de Khenifra.



Annexe 12 : Communes concernées par l'enquête participative chez les éleveurs et les vétérinaires dans la province d'Ifrane.



Annexe 13 : Questionnaire pour les vétérinaires de terrain

-Cochez le ou les cercles dont les réponses vous semblent correctes (Une question peut avoir une ou plusieurs réponses) :

1- Que connaissez-vous de la PPR ?

Maladie : Virale, Zoonose ; Contagieuse ; Vectorielle ; A déclaration obligatoire ; autre
(A préciser) :

2- Avez-vous déjà rencontré sur le terrain des cas suspects de PPR ayant été confirmés par le laboratoire lors de l'épizootie de 2008?

Non Oui (Si oui combien de cas :)

3- Quels sont d'après vous les symptômes et autres éléments de suspicion qui soient les plus en faveur de la PPR ?

- **Commémoratifs de l'élevage** : Introduction de nouveaux animaux, utilisation des pâturages communs, changement d'alimentation, stress thermique, contact prolongé avec d'autres animaux,
 autres (A préciser) :

- **Symptômes** : Digestifs, respiratoires, abattement, écoulements nasaux, écoulement oculaire, écoulements buccaux, mort subite sans symptômes préalables, œdème de la face, boiteries,

amaigrissement, hyperthermie, autres (A préciser) :

- **Lésions** : Erosions des muqueuses digestives, aphtes, Pneumonie, Autres (A préciser) :

4- Pouvez-vous citer d'autres maladies que vous auriez pu rencontrer sur le terrain et dont les symptômes ou lésions portent à confusion avec la PPR, en précisant les symptômes ou lésions qui sont en faveur de cette confusion pour chaque maladie citée ?

Annexe 14 : Base de données mobilité ovine

LIEU_ENQUETE	SENS	COMMUNE	ID	TYPE	IDENTIFICAT	NOMBRE	%FEMELLES	PLUS_LO	MODE_ELI
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AZROU	697	MARCHE	NON	300	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AGUELMOUS	708	MARCHE	NON	360	15	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	OUIDA	873	ABATTOIR-TUERIE	NON	360	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	SKHIRATE	964	ELEVAGE	NON	250	10	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	MARRAKECH-MEDINA	623	ABATTOIR-TUERIE	NON	340	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	MARRAKECH-MEDINA	623	MARCHE	NON	220	20	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	MRIRT	712	MARCHE	NON	300	30	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AZROU	697	MARCHE	NON	720	40	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AGUELMOUS	708	MARCHE	NON	400	25	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	ESSAOUIRA	549	MARCHE	NON	230	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	KHENIFRA	709	MARCHE	NON	1020	10	OUI	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	KHENIFRA	709	MARCHE	NON	360	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AZROU	697	MARCHE	NON	360	10	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	AZROU	697	MARCHE	NON	170	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	EN PROVENANCE DE	TIMAHDITE	699	MARCHE	NON	420	40	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	SIDI BETTACHE	16	MARCHE	NON	200	0	NON	INTENSIF
SIDI BETTACHE	A DESTINATION DE	SIDI BETTACHE	16	MARCHE	NON	150	10	NON	INTENSIF

Annexe 15 : Indicateurs d'analyse de réseau et diffusion de la maladie

Notion	Indicateurs		Définitions	Implication en épidémiologie
cohésion	density	densité	Proportion entre les contacts existants observés et l'ensemble des contacts possibles du réseau	Un réseau dense a de nombreuses connexions et est donc plus vulnérable à la diffusion de maladie.
cohésion centralité	Degree in/out degree	degré	Nombre de liens adjacents à un nœud. in-degré = nombre de liens entrant out-degré = nombre de liens sortant.	= nombre de mouvements d'entrée et de sortie, activité commerciale directe de l'exploitation. Un établissement a haute centralité (= 'hub') sera à la fois plus vulnérable mais aussi facilitera la diffusion de la maladie par une dispersion plus large.
centralité	▪ farness ▪ the average path length ▪ diameter	▪ Eloignement ▪ Distance moyenne ▪ Diamètre	▪ = la somme des distances géodésiques distance géodésique =longueur du plus court chemin reliant deux acteurs. ▪ moyenne de ces plus courts chemins. ▪ chemin le plus long	Informe de la distance (nombre de mouvements et d'exploitation intermédiaire) entre deux exploitations. Ces indicateurs sont en relation avec la vitesse de diffusion d'une maladie.
centralité	closeness	proximité	Inverse de l'éloignement	Permet de mesurer la capacité d'autonomie ou d'indépendance des acteurs
centralité	Betweeness	intermediarité	Proportion de chemins (les plus courts) sur lequel se trouve le nœud étudié	Un établissement a haute centralité (= 'hub') sera à la fois plus vulnérable mais aussi facilitera la diffusion de la maladie; carrefour commercial incontournable mais capacité de contrôler cette circulation.
cohésion	Strong/ weak component (SC/WC)	Composant fortement/faiblement connecté	Un WC est un sous-réseau pour lequel un chemin existe entre chaque paire de nœud qu'elle que soit la direction des liens. Au contraire, un SC est un sous-réseau où la direction des liens est prise en compte.	= structures vulnérables face à la diffusion de maladie. ▪Les WC renseignent sur la fragmentation du réseau; détection d'établissements isolés. ▪Les SC renforcent cette notion de cohésion, étudiés aussi comme prédicteurs de la taille finale d'une épizootie.
cohésion connexion	Clustering coefficient (CC)	Coefficient de clustering	Probabilité que les voisins d'un nœud soient connectés entre eux.	Détermine la cohésion entre un établissement et les établissements en lien direct, favorise la diffusion.
centralité	Ingoing/outgoing infection chain	Chaîne d'infection entrante/sortante	identifie le nombre de nœuds connectés à un nœud incluant les nœuds adjacents et tous les autres nœuds sur les chemins menant à ce nœuds.	= nombre d'établissements connectés à une exploitation incluant les contacts directs (adjacents) et indirects (tous les chemins menant à cette exploitation) en tenant compte de la chronologie des contacts; identifie les établissements à risque avec le plus de contacts.

Annexe 16 : Représentation des indegree en fonction des outdegree.

